SIEMENS

SIPROTEC 5
Защита генератора
7UM85

V7.50 и выше

Руководство по эксплуатации

Введение

Программное обеспечение с открытым исходным кодом

Оглавление

Введение 1

Базовая структура функции 2

Функции системы 3

Применения 4

Типы функциональных групп 5

Функции защиты и автоматики 6

Функции управления 7

Функции контроля 8

Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы 9

Проверка функциональности 10

Технические данные 11

Приложение A

Словарь терминов

Алфавитный указатель

C53000-G5056-C027-3

ПРИМЕЧАНИЕ

Для вашей собственной безопасности, пожалуйста, обращайте внимание на предупреждения и соблюдайте указания по технике безопасности, содержащиеся в настоящем руководстве.

Отказ об ответственности

Данный документ до публикации подвергался строгому техническому анализу. Информация, содержащаяся в документе, регулярно пересматривается, и изменения и дополнения включаются в следующие редакции. Содержание данного документа носит только информативный характер. Хотя компания Siemens AG предприняла все меры, чтобы содержание этого документа было как можно более точным и современным, она не несет ответственность за дефекты и повреждения, которые возникают из-за информации, содержащейся в данном документе.

Содержание документа не является частью контракта или деловых отношений и не изменяет их. Все обязательства компании Siemens AG изложены в соответствующих договорных соглашениях.

Компания Siemens AG оставляет за собой право время от времени пересматривать данный документ.

Версия документа: C53000-G5056-C027-3.04

Статус редакции: 07.2019

Версия изделия: V7.50 и выше

Авторское право

Copyright © Siemens AG 2017. Все права защищены.

Раскрытие, копирование, распространение и редактирование этого документа, использование и передача его содержания не допускается без разрешения в письменной форме. Все права, включая права, вытекающие из патента или регистрации используемой модели или конструкции, защищены.

Зарегистрированные марки

Наименования SIPROTEC®, DIGSI®, SIGUARD®, SIMEAS® и SICAM® являются зарегистрированными марками компании Siemens AG. Любое несанкционированное использование является незаконным. Все остальные обозначения в данном документе, могут являться товарными знаками, использование которых третьими сторонами для собственных целей может нарушать права владельца.

Введение

Цель данного руководства

В данном руководстве описаны функции защиты генератора.

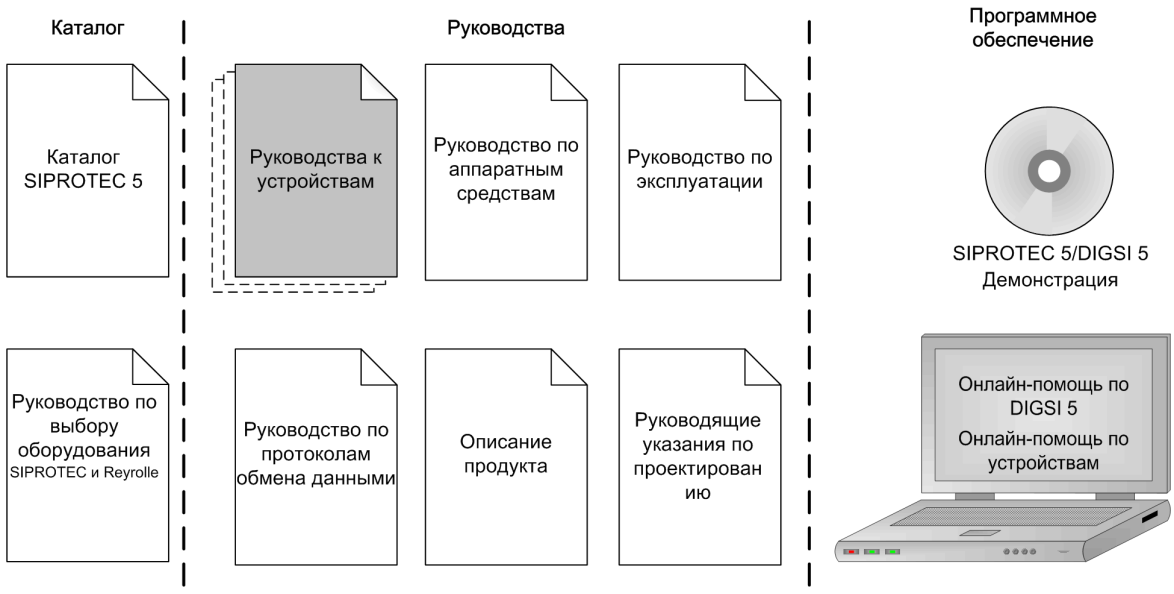
Предполагаемые пользователи

Инженеры по релейной защите, специалисты по вводу в эксплуатацию, наладке, проверке и обслуживанию устройств защиты, автоматики и управления, эксплуатационный и оперативный персонал электроустановок и электростанций.

Объем

Настоящее руководство действительно для семейства устройств SIPROTEC 5.

Прочая документация



[dwprefdm-221012-01.tif, 3, ru_RU]

- Руководства к устройствам

  Руководства к устройствам содержат описание функций и применений каждого конкретного устройства SIPROTEC 5. Отпечатанная документация и электронные справочные материалы имеют одну и ту же структуру.

- Руководство по аппаратным средствам

  В руководстве по аппаратным средствам описываются аппаратные компоновочные блоки и комбинации линейки устройств SIPROTEC 5.

- Руководство по эксплуатации

  В руководстве по эксплуатации описываются основные принципы и процедуры по эксплуатации и монтажу линейки устройств SIPROTEC 5.

- Руководство по протоколам обмена данными

  В руководство по протоколам обмена данными входит описание специальных протоколов связи линейки устройств SIPROTEC 5 и протоколов обмена данными с сетевыми центрами управления высшего уровня.

- Информация о продукте

  В информации о продукте содержатся основные сведения об установке устройства, технические данные, предельные значения для модулей входов и выходов и условия подготовки к эксплуатации. Данный документ поставляется с каждым устройством SIPROTEC 5.

- Руководящие указания по проектированию

  В руководящих указаниях по проектированию описываются важные этапы проектирования с использованием DIGSI 5. Кроме того, в руководстве описано, как загрузить спроектированную конфигурацию в устройство SIPROTEC 5 и обновить функциональные возможности SIPROTEC 5.

- Онлайн-справка по DIGSI 5

  В онлайн-справке по DIGSI 5 содержится справочная информация по DIGSI 5 и CFC.

  В справочной информации по DIGSI 5 содержится описание основных операций ПО, принципы DIGSI и описание редакторов. В справочной информации CFC содержится введение в программирование CFC, основные примеры работы с CFC и справочная глава с элементами CFC для линейки SIPROTEC 5.

- Демонстрация SIPROTEC 5/DIGSI 5

  В демонстрации на DVD содержится краткая информация о важных характеристиках продукта, более подробная информация о конкретных технических характеристиках, а также последовательность действий с заданиями, основанными на практических задачах с краткими объяснениями.

- Каталог устройств SIPROTEC 5

  Каталог SIPROTEC 5 описывает характеристики системы и устройства SIPROTEC 5.

- Руководство по выбору SIPROTEC и Reyrolle

  Руководство по выбору предлагает обзор серии устройств защиты Siemens и таблицу для их выбора.

Соответствие стандартам

CE

Данный продукт соответствует требованиям директивы Совета Европейского Сообщества по согласованию законодательств государств-членов ЕС в отношении электромагнитной совместимости (Директива ЭМС 2014/30/ЕС), касающимся электрооборудования для использования в заданных пределах напряжения (Директива о низком напряжении 2014/35/ЕС).

Такое соответствие устройства подтверждается результатами испытаний, проведенных Siemens AG в соответствии с Директивой Совета ЕС согласно производственному стандарту EN 60255-26, (директива по ЭМС) и производственному стандарту EN 60255-27 (для низковольтных устройств).

Данное устройство разработано и произведено для использования на промышленных объектах.

Изделие соответствует международным требованиям МЭК 60255 и немецкому стандарту VDE 0435.

Прочие стандарты

IEEE Std C 37.90

Технические данные продукта утверждены в соответствии с UL.

Для получения дополнительной информации о базе данных UL, см. *certified.ul.com*

Выберите **Каталог онлайн-сертификатов** и введите **E194016** в качестве **номера файла UL**.



IND. CONT. EQ.
69CA

[ul_listed_c_us, 1, --_--]

Дополнительная поддержка

По всем вопросам касательно системы, пожалуйста, обращайтесь к вашему торговому представителю Siemens.

Поддержка

Наш центр сервисной поддержки работает 24 часа в сутки.

Телефон:	+49 (180) 524-7000
Факс:	+49 (180) 524-2471
Электронный адрес:	*support.energy@siemens.com*

Учебные курсы

Запросы о проведении индивидуальных курсов обучения следует направлять в наш Центр Обучения:

Siemens AG
Siemens Power Academy TD

Humboldtstraße 59
90459 Nürnberg
Германия

Телефон:	+49 (911) 433-7415
Факс:	+49 (911) 433-7929
Электронный адрес:	*poweracademy@siemens.com*
Интернет:	*www.siemens.com/poweracademy*

Замечания по безопасности

Данный документ не является полным руководством всех мер безопасности, необходимых при эксплуатации оборудования (модуля или прибора). Однако он содержит информацию, на которую следует обратить внимание в целях обеспечения собственной безопасности, а также в целях избежания материального ущерба. Информация выделяется и иллюстрируется следующим образом в зависимости от степени опасности.



ОПАСНОСТЬ

ОПАСНОСТЬ означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **приведет** к смерти или тяжелым травмам персонала.

✧ Чтобы избежать смерти и тяжелых травм, следуйте всем инструкциям техники безопасности.



ВНИМАНИЕ!

ВНИМАНИЕ означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **может привести** к смерти или тяжелым травмам персонала.

✧ Чтобы избежать смерти и тяжелых травм, следуйте всем инструкциям техники безопасности.



ОСТОРОЖНО!

ОСТОРОЖНО означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **может привести** к травмам средней степени тяжести и легким травмам.

✧ Во избежание подобных травм следуйте всем инструкциям техники безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ

ПРИМЕЧАНИЕ означает, что несоблюдение обозначенных мер техники безопасности **может привести** к материальному ущербу.

✧ Во избежание материального ущерба следуйте всем инструкциям техники безопасности.



ПРИМЕЧАНИЕ

Важная информация о продукте, работе с продуктом или определенном разделе документации, на которую необходимо обратить особое внимание.

Квалифицированный электротехнический персонал

Только квалифицированный в области электротехники персонал может выполнять пуско-наладочные работы и эксплуатировать оборудование (модуль, прибор), описанное в данном документе. Квалифицированный в области электротехники персонал по данному руководству – это люди, которые имеют квалификацию электрика. Эти специалисты могут проводить пусконаладочные работы систем и цепей, проверять изоляцию, заземление и маркировку приборов в соответствии со стандартами по технике безопасности.

Использование по назначению

Оборудование (устройство, модуль) может быть применено для решения задач, перечисленных в каталогах и технических описаниях и только в комбинации с рекомендованным и разрешенным компанией Siemens оборудованием сторонних производителей.

Беспроблемная и безопасная эксплуатация изделия зависит от следующих факторов:

- Правильная транспортировка
- Правильное хранение, установка и монтаж
- Правильные эксплуатация и техническое обслуживание

При работе электрооборудования на некоторых его частях обязательно присутствуют опасные напряжения. Несоблюдение всех мер безопасности может привести к смерти, тяжелым травмам персонала и ущерба имуществу:

- Оборудование необходимо заземлить через клемму заземления до выполнения каких-либо подключений.
- Все компоненты схемы, подключенные к источнику питания, могут находиться под опасным напряжением.

- Опасные напряжения могут присутствовать в оборудовании даже после снятия напряжения питания (конденсаторы еще могут быть заряжены).
- Запрещена работа оборудования с разомкнутыми цепями трансформатора тока. До отключения оборудования убедитесь, что цепи трансформатора тока закорочены.
- Запрещается превышать предельные значения, приведенные в данном документе. То же самое относится к испытаниям и пуско-наладочным работам.

Программное обеспечение с открытым исходным кодом

Продукт, помимо прочего, содержит программное обеспечение с открытым исходным кодом, разработанное третьими сторонами. ПО с открытым исходным кодом, используемое в продукте, и лицензионные соглашения, касающиеся этого ПО, можно найти в файле Readme_OSS. Файлы ПО с открытым исходным кодом защищены авторскими правами. Ваше согласие с этими условиями лицензионного соглашения дает Вам право использовать ПО с открытым исходным кодом таким образом, как это указано в соответствующей лицензии. В случае противоречий между условиями лицензирования Siemens и условиями лицензирования ПО с открытым исходным кодом, условия лицензирования ПО с открытым кодом будут иметь преимущество применительно к фрагментам ПО с открытым исходным кодом. ПО с открытым исходным кодом лицензируется без требований выплаты авторских отчислений. В той мере, в которой позволяют применяемые условия лицензирования ПО с открытым исходным кодом, Вы можете заказывать исходный код этого ПО у Вашего агента по продажам Siemens, оплачивая транспортные расходы и расходы на обработку груза, в течение, по крайней мере, 3-х лет с момента покупки Продукта. Мы несем ответственность за Продукт, включая содержащееся в нем ПО с открытым исходным кодом, согласно условиям лицензирования, применяемым к Продукту. Любая ответственность за ПО с открытым исходным кодом вне рамок исполнения программного кода Продукта, полностью исключается. Кроме того, исключается любая ответственность за дефекты, появившиеся вследствие внесения изменений в ПО с открытым исходным кодом Вами или третьими сторонами. Мы не предоставляем техническую поддержку по Продукту в случае внесения в него изменений.

При использовании DIGSI 5 в режиме онлайн у вас есть возможность открыть пункт меню **Показать информацию о ПО с открытым исходным кодом**, считать и вывести на экран файл Readme_OSS, содержащий оригинальный текст лицензии и информацию об авторском праве.

Для этого необходимо сделать следующее:

- Переключиться в режим онлайн.
- Выбрать устройство.
- Выбрать в меню раздел **Режим онлайн**.
- Нажать на **Показать информацию о ПО с открытым исходным кодом**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для открытия файла Readme_OSS на компьютере должна быть установлена программа для просмотра PDF-файлов.

Для работы с устройствами SIPROTEC 5 требуется действующая лицензия DIGSI 5.

Оглавление

Введение **3**

Программное обеспечение с открытым исходным кодом **9**

1 Введение **45**

1.1 Общие данные 46

1.2 Характеристики семейства SIPROTEC 5 48

2 Базовая структура функции **51**

2.1 Реализация функций в устройствах 52

2.2 Настройка шаблонов применения/функциональная область 59

2.3 Управление функциями 61

2.4 Текстовая структура и идентификационный номер уставок и сообщений 65

3 Функции системы **67**

3.1 Сообщения 68

3.1.1 Общие данные 68

3.1.2 Считывание сообщений с панели управления 69

3.1.3 Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5 70

3.1.4 Отображение сообщений 71

3.1.5 Журналы 74

3.1.5.1 Общие данные 74

3.1.5.2 Журнал рабочих сообщений 76

3.1.5.3 Журнал повреждений 78

3.1.5.4 Журнал замыканий на землю 80

3.1.5.5 Журнал изменения уставок 81

3.1.5.6 Журнал пользователя 83

3.1.5.7 Журнал обмена данными 85

3.1.5.8 Журнал безопасности 87

3.1.5.9 Журнал диагностики устройства 88

3.1.5.10 Журнал пусков двигателей 89

3.1.6 Сохранение и удаление журналов 91

3.1.7 Окно спонтанных сообщений в DIGSI 5 93

3.1.8 Спонтанные сообщения с панели управления 94

3.1.9 Сохраненные сообщения в устройстве SIPROTEC 5 95

3.1.10 Тестовый режим и влияние сообщений на АСУ ТП подстанции 97

3.1.11 Сброс сохраненных сообщений функциональной группы 97

3.2 Сбор данных измерения 98

3.3 Обработка показателей достоверности 100

3.3.1 Обзор 100

3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE 102

3.3.3 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели на схемах CFC ... 108
3.3.4 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели с помощью внутренних функций устройства ... 113
3.4 Осциллографирование ... 119
3.4.1 Обзор функций ... 119
3.4.2 Структура функции ... 119
3.4.3 Описание функции ... 119
3.4.4 Указания по применению и вводу уставок ... 123
3.4.5 Уставки ... 125
3.4.6 Список сообщений ... 125
3.5 Обмен данными защиты ... 127
3.5.1 Обзор ... 127
3.5.2 Структура передачи данных защиты ... 127
3.5.3 Защитный интерфейс и топология защиты ... 128
3.5.3.1 Обзор функций ... 128
3.5.3.2 Структура функции ... 129
3.5.3.3 Описание функции ... 129
3.5.3.4 Инициализация и настройка интерфейса защиты в DIGSI 5 ... 141
3.5.3.5 Настройка комбинации устройств ... 143
3.5.3.6 Выбор подключения ... 145
3.5.3.7 Ранжирование информации в DIGSI 5 ... 145
3.5.3.8 Диагностические измеренные значения интерфейса защиты ... 151
3.5.3.9 Диагностические данные интерфейса защиты ... 155
3.5.3.10 Уставки ... 161
3.5.3.11 Список сообщений ... 161
3.6 Синхронизация даты и времени ... 164
3.6.1 Обзор функций ... 164
3.6.2 Структура функции ... 164
3.6.3 Описание функции ... 164
3.6.4 Указания по применению и вводу уставок ... 167
3.7 Определяемые пользователем объекты ... 171
3.7.1 Обзор ... 171
3.7.2 Основные типы данных ... 172
3.7.3 Счетно-импульсные величины и значения учета электроэнергии ... 176
3.7.4 Дополнительные типы данных: ... 176
3.7.5 Внешние сигналы ... 176
3.7.6 Списки сообщений ... 177
3.8 Прочие функции ... 179
3.8.1 Блокировка при дребезге контактов и фильтрация входных сигналов ... 179
3.8.2 Блокировка сбора данных и обновление вручную ... 184
3.8.3 Длительные команды ... 187
3.8.4 Вывод устройства ... 188
3.8.4.1 Обзор ... 188
3.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 189
3.8.4.3 Список сообщений ... 191
3.9 Общие указания по заданию порогового значения защитных функций ... 192
3.9.1 Обзор ... 192
3.9.2 Изменение коэффициентов трансформации в DIGSI 5 ... 193

3.9.3 Изменение коэффициента трансформации трансформатора в устройстве..... 199
3.10 Уставки устройства..... 201
3.10.1 Переключение групп уставок..... 201
3.10.1.1 Обзор функций..... 201
3.10.1.2 Структура функции..... 201
3.10.1.3 Описание функции..... 201
3.10.1.4 Указания по применению и вводу уставок..... 202
3.10.1.5 Уставки..... 203
3.10.1.6 Список сообщений..... 203
3.10.2 Общие уставки устройства..... 204
3.10.2.1 Обзор..... 204
3.10.2.2 Указания по применению и вводу уставок..... 205
3.10.2.3 Уставки..... 206
3.10.2.4 Список сообщений..... 207

4 Применения..... 209

4.1 Обзор..... 210
4.2 Шаблоны применения и функциональные возможности для устройства 7UM85..... 211

5 Типы функциональных групп..... 225

5.1 Обзор функциональных групп "Дифференциальная защита генератора"..... 226
5.1.1 Типы функциональных групп..... 226
5.1.2 Тип функциональной группы - "Дифференциальная защита генератора"..... 229
5.1.2.1 Обзор..... 229
5.1.2.2 Структура функциональной группы..... 229
5.1.2.3 Уставки..... 231
5.1.2.4 Список сообщений..... 231
5.1.3 Тип функциональной группы - "Сторона генератора"..... 232
5.1.3.1 Обзор..... 232
5.1.3.2 Структура функциональной группы..... 232
5.1.3.3 Указания по применению и вводу уставок..... 237
5.1.3.4 Уставки, защищенные от записи..... 239
5.1.3.5 Уставки..... 240
5.1.3.6 Список сообщений..... 240
5.1.4 Тип функциональной группы - "Статор генератора"..... 241
5.1.4.1 Обзор..... 241
5.1.4.2 Структура функциональной группы..... 242
5.1.4.3 Указания по применению и вводу уставок..... 247
5.1.4.4 Уставки, защищенные от записи..... 250
5.1.4.5 Уставки..... 251
5.1.4.6 Список сообщений..... 251
5.2 Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита двигателя"..... 252
5.2.1 Типы функциональных групп..... 252
5.2.2 Тип функциональной группы - "Дифференциальная защита двигателя"..... 253
5.2.2.1 Обзор..... 253
5.2.2.2 Структура функциональной группы..... 255
5.2.2.3 Список сообщений..... 257
5.2.3 Функциональная группа "СтДвиг." (Сторона двигателя)..... 257
5.2.3.1 Обзор..... 257
5.2.3.2 Структура функциональной группы..... 258
5.2.3.3 Указания по применению и вводу уставок..... 263
5.2.3.4 Уставки, защищенные от записи..... 265
5.2.3.5 Параметр..... 265
5.2.3.6 Список сообщений..... 267

5.2.4 Тип функциональной группы - "Двигатель (статор)" 267
5.2.4.1 Обзор 267
5.2.4.2 Структура функциональной группы 268
5.2.4.3 Указания по применению и вводу уставок 269
5.2.4.4 Уставки, защищенные от записи 271
5.2.4.5 Уставки 271
5.2.4.6 Список сообщений 272
5.2.5 Мониторинг двигателя 272
5.2.5.1 Обзор функций 272
5.2.5.2 Структура функции 272
5.2.5.3 Токовый критерий определения состояния объекта 273
5.2.5.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий) 274
5.2.5.5 Определения положения выключателя для двигателя 274
5.2.5.6 Обнаружение включения 275
5.2.5.7 Определение состояния двигателя 275
5.2.5.8 Уставки 276
5.2.5.9 Список сообщений 276
5.2.5.10 Функция обнаружения холодного пуска (опция) 277
5.2.5.11 Примечания по применению и вводу уставок (Обнаружение холодного пуска) 278
5.2.5.12 Уставки 279
5.2.5.13 Список сообщений 279
5.2.6 Тепловая модель ротора 280
5.2.6.1 Обзор функций 280
5.2.6.2 Структура функции 280
5.2.6.3 Описание функции 280
5.2.6.4 Указания по применению и вводу уставок 283
5.2.6.5 Уставки 287
5.2.6.6 Список сообщений 288
5.3 Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита трансформатора" 289
5.3.1 Типы функциональных групп 289
5.3.2 Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита трансформатора" 290
5.3.2.1 Обзор 290
5.3.2.2 Структура функциональной группы 291
5.3.2.3 Список сообщений 293
5.3.3 Тип функциональной группы - "Сторона трансформатора" 294
5.3.3.1 Обзор 294
5.3.3.2 Структура функциональной группы 295
5.3.3.3 Указания по применению и вводу уставок 299
5.3.3.4 Уставки, защищенные от записи 302
5.3.3.5 Уставки 303
5.3.3.6 Список сообщений 304
5.3.4 Тип функциональной группы - "Нейтральная точка трансформатора" 304
5.3.4.1 Обзор 304
5.3.4.2 Структура функциональной группы 305
5.3.4.3 Указания по применению и вводу уставок 308
5.3.4.4 Уставки, защищенные от записи 309
5.3.4.5 Список сообщений 310
5.4 Тип функциональной группы - "Напряжение 3ф" 311
5.4.1 Обзор 311
5.4.2 Структура функциональной группы 311
5.4.3 Указания по применению и вводу уставок 312
5.4.4 Уставки 313
5.4.5 Список сообщений 313

5.5 Тип функциональной группы - "Напряжение и ток 1ф" 314
5.5.1 Обзор 314
5.5.2 Структура функциональной группы 314
5.5.3 Уставки, защищенные от записи 317
5.5.4 Уставки 318
5.5.5 Список сообщений 318
5.6 Тип функциональной группы - "Напряжение и ток 3ф" 319
5.6.1 Обзор 319
5.6.2 Структура функциональной группы 319
5.6.3 Уставки, защищенные от записи 323
5.6.4 Уставки 324
5.6.5 Список сообщений 324
5.7 Тип функциональной группы - "Выключатель" 325
5.7.1 Обзор 325
5.7.2 Структура функциональной группы 325
5.7.3 Указания по применению и вводу уставок 327
5.7.4 Логика отключения 328
5.7.4.1 Описание функции 328
5.7.4.2 Указания по применению и вводу уставок 329
5.7.4.3 Уставки 330
5.7.4.4 Список сообщений 330
5.7.5 Выключатель 330
5.7.5.1 Обзор 330
5.7.5.2 Аварийное отключение, оперативное отключение и включение выключателя 331
5.7.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации 332
5.7.5.4 Окончательное отключение, Подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя 334
5.7.5.5 Сообщения отключения и включения 335
5.7.5.6 Указания по применению и вводу уставок 336
5.7.6 Распознавание положения выключателя для дополнительных функций защиты 339
5.7.6.1 Обзор 339
5.7.7 Определение ручного включения (для функций АПВ и мониторинга технологического процесса) 340
5.7.7.1 Описание функции 340
5.7.7.2 Указания по применению и вводу уставок 341
5.7.7.3 Уставки 342
5.7.7.4 Список сообщений 342
5.8 Тип функциональной группы "Аналоговые блоки" 343
5.8.1 Обзор 343
5.8.2 Структура функциональной группы 343
5.8.3 Блок Ethernet 20 мА 345
5.8.3.1 Обзор 345
5.8.3.2 Структура функции 345
5.8.3.3 Взаимодействие с блоком Ethernet 20 мА 346
5.8.3.4 Указания по применению и вводу уставок 347
5.8.3.5 Канал на 20 мА 347
5.8.3.6 Указания по применению и вводу уставок 350
5.8.3.7 Уставки 351
5.8.3.8 Список сообщений 353

5.8.4 Последовательный блок 20 мА ... 353
5.8.4.1 Обзор ... 353
5.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 354
5.8.4.3 Уставки ... 355
5.8.4.4 Список сообщений ... 357
5.8.5 Обмен данными с блоком 20 мА ... 357
5.8.5.1 Использование блока с последовательным интерфейсом 20 мА ... 357
5.8.5.2 Использование блока Ethernet на 20 мА ... 361
5.8.6 Блок измерительного преобразователя U/I с быстродействующими входами ... 363
5.8.6.1 Обзор ... 363
5.8.6.2 Структура функции ... 363
5.8.6.3 Описание функции ... 364
5.8.6.4 Указания по применению и вводу уставок ... 365
5.8.6.5 Уставки ... 368
5.8.6.6 Список сообщений ... 370
5.8.7 RTD-блок по Ethernet ... 370
5.8.7.1 Обзор ... 370
5.8.7.2 Структура функции ... 370
5.8.7.3 Связь с RTD-блоком ... 371
5.8.7.4 Указания по применению и вводу уставок ... 372
5.8.7.5 Датчик температуры ... 373
5.8.7.6 Указания по применению и вводу уставок ... 374
5.8.7.7 Уставки ... 375
5.8.7.8 Список сообщений ... 375
5.8.8 RTD-блок, последовательный ... 376
5.8.8.1 Обзор ... 376
5.8.8.2 Указания по применению и настройке ... 376
5.8.8.3 Уставки ... 376
5.8.8.4 Список сообщений ... 377
5.8.9 Обмен данными с RTD-блоком ... 377
5.8.9.1 Интеграция последовательного RTD-блока (Ziehl TR1200) ... 377
5.8.9.2 Интеграция RTD-блока Ethernet (TR1200 IP) ... 380
5.8.9.3 Моделирование температуры без датчиков ... 382
5.9 Мониторинг технологического процесса ... 383
5.9.1 Обзор функций ... 383
5.9.2 Структура функции ... 383
5.9.3 Критерий протекания тока ... 384
5.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий) ... 385
5.9.5 Уставки ... 385
5.9.6 Определения положения выключателя защищаемого объекта ... 386
5.9.7 Обнаружение включения ... 386
5.9.8 Список сообщений ... 387
5.9.9 Функция обнаружения холодного пуска (опция) ... 388
5.9.10 Примечания по применению и вводу уставок (функция обнаружения холодного пуска) ... 389
5.9.11 Уставки ... 390
5.9.12 Список сообщений ... 390

6 Функции защиты и автоматики ... 393

6.1 Данные энергосистемы ... 395
6.1.1 Обзор ... 395
6.1.2 Структура данных энергосистемы ... 395
6.1.3 Задание уставок и примечания по вводу общих уставок ... 396

6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U 3ф)....396
6.1.5 Задание уставок и примечания по вводу параметров точек измерения 3-фазного тока (I 3ф)....400
6.1.6 Уставки....403
6.1.7 Список сообщений....408
6.2 Дифференциальная защита генератора....411
6.2.1 Обзор функций....411
6.2.2 Структура функции....411
6.2.3 Описание функции....412
6.2.4 Указания по применению и вводу уставок....430
6.2.5 Уставки....434
6.2.6 Список сообщений....441
6.3 Дифференциальная защита трансформатора....442
6.3.1 Обзор функций....442
6.3.2 Структура функции....442
6.3.3 Описание функции....443
6.3.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты....443
6.3.3.2 Логика работы....446
6.3.3.3 Обработка измеренных величин....447
6.3.3.4 Ток нейтрали трансформатора....450
6.3.3.5 Особенности защиты автотрансформаторов....453
6.3.3.6 Функция дифференциальной защиты (I-ДИФФ)....454
6.3.3.7 Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр....463
6.3.3.8 Логика срабатывания дифференциальной защиты....467
6.3.3.9 Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий....468
6.3.4 Указания по применению и вводу уставок....469
6.3.5 Уставки....487
6.3.6 Список сообщений....491
6.4 Дифференциальная защита от замыканий на землю....493
6.4.1 Обзор функций....493
6.4.2 Структура функции....493
6.4.3 Описание функции....494
6.4.4 Указания по применению и вводу уставок....500
6.4.5 Уставки....511
6.4.6 Список сообщений....512
6.5 Дифференциальная защита двигателя....513
6.5.1 Обзор функций....513
6.5.2 Структура функции....513
6.5.3 Описание функции....514
6.5.4 Указания по применению и вводу уставок....532
6.5.5 Уставки....537
6.5.6 Список сообщений....539
6.6 Дистанционная защита по полному сопротивлению....541
6.6.1 Обзор функций....541
6.6.2 Структура функции....541
6.6.3 Описание....542
6.6.4 Указания по применению и вводу уставок....550

6.6.5 Уставки ... 557
6.6.6 Список сообщений ... 558
6.7 Защита статора от замыканий на землю 90% ... 560
6.7.1 Обзор функций ... 560
6.7.2 Структура функции ... 561
6.7.3 Общая функциональность ... 563
6.7.3.1 Описание ... 563
6.7.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 565
6.7.3.3 Уставки ... 565
6.7.3.4 Список сообщений ... 566
6.7.4 Ступень напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения ... 567
6.7.4.1 Описание ... 567
6.7.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 569
6.7.4.3 Уставки ... 572
6.7.4.4 Список сообщений ... 573
6.7.5 Направленная защита статора от замыканий на землю с измерением 3I0-φ(U,I) ... 574
6.7.5.1 Описание ... 574
6.7.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 577
6.7.5.3 Уставки ... 581
6.7.5.4 Список сообщений ... 582
6.7.6 Ненаправленная ступень 3I0 ... 582
6.7.6.1 Описание ... 582
6.7.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 584
6.7.6.3 Уставки ... 586
6.7.6.4 Список сообщений ... 586
6.8 Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц) ... 587
6.8.1 Обзор функций ... 587
6.8.2 Структура функции ... 587
6.8.3 Общая функциональность ... 588
6.8.3.1 Описание ... 588
6.8.3.2 Уставки ... 593
6.8.3.3 Список сообщений ... 593
6.8.4 Ступень R(20 Гц) ... 594
6.8.4.1 Описание ... 594
6.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 595
6.8.4.3 Уставки ... 600
6.8.4.4 Список сообщений ... 601
6.8.5 Ступень I(действ.) ... 602
6.8.5.1 Описание ... 602
6.8.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 602
6.8.5.3 Уставки ... 603
6.8.5.4 Список сообщений ... 603
6.9 Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике ... 604
6.9.1 Обзор функций ... 604
6.9.2 Структура функции ... 604
6.9.3 Общая функциональность ... 606
6.9.3.1 Описание ... 606
6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 609
6.9.3.3 Уставки ... 609
6.9.3.4 Список сообщений ... 610
6.9.4 Ступень U0 3гарм.< ... 611
6.9.4.1 Описание ... 611
6.9.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 612

6.9.4.3 Уставки ... 613
6.9.4.4 Список сообщений ... 613
6.9.5 Ступень U0 3гарм.> ... 614
6.9.5.1 Описание ... 614
6.9.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 615
6.9.5.3 Уставки ... 617
6.9.5.4 Список сообщений ... 617
6.9.6 Ступень ΔU0 3гарм.> ... 618
6.9.6.1 Описание ... 618
6.9.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 619
6.9.6.3 Уставки ... 621
6.9.6.4 Список сообщений ... 621
6.10 Фазная максимальная токовая защита ... 623
6.10.1 Обзор функций ... 623
6.10.2 Структура функции ... 623
6.10.3 Фильтр для усиления действующего значения ... 625
6.10.3.1 Описание ... 625
6.10.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 626
6.10.3.3 Уставки ... 627
6.10.3.4 Список сообщений ... 627
6.10.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени ... 628
6.10.4.1 Описание ... 628
6.10.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 629
6.10.4.3 Уставки ... 631
6.10.4.4 Список сообщений ... 634
6.10.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени ... 636
6.10.5.1 Описание ... 636
6.10.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 638
6.10.5.3 Уставки ... 641
6.10.5.4 Список сообщений ... 644
6.10.6 Ступень с пользовательской характеристикой ... 645
6.10.6.1 Описание ... 645
6.10.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 646
6.10.6.3 Уставки ... 648
6.10.6.4 Список сообщений ... 651
6.10.7 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания ... 652
6.10.7.1 Описание ... 652
6.10.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 652
6.10.8 Динамическое изменение уставок от других функций ... 653
6.10.8.1 Описание ... 653
6.10.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность) ... 656
6.11 Направленная фазная МТЗ ... 658
6.11.1 Обзор функций ... 658
6.11.2 Структура функции ... 658
6.11.3 Управление ступенью ... 660
6.11.3.1 Описание ... 660
6.11.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 660
6.11.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени ... 661
6.11.4.1 Описание ... 661
6.11.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 662
6.11.4.3 Уставки ... 665
6.11.4.4 Список сообщений ... 671

6.11.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени....672
6.11.5.1 Описание....672
6.11.5.2 Указания по применению и вводу уставок....674
6.11.5.3 Уставки....677
6.11.5.4 Список сообщений....680
6.11.6 Ступень с пользовательской характеристикой....681
6.11.6.1 Описание....681
6.11.6.2 Указания по применению и вводу уставок....682
6.11.6.3 Уставки....683
6.11.6.4 Список сообщений....686
6.11.7 Определение направления....687
6.11.7.1 Описание....687
6.11.7.2 Указания по применению и вводу уставок....689
6.11.8 Указания по применению функции определения направления для параллельных....691
6.11.9 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений....692
6.12 Максимальная токовая защита нулевой последовательности....694
6.12.1 Обзор функций....694
6.12.2 Структура функции....694
6.12.3 Общая функциональность....695
6.12.3.1 Описание....695
6.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок....696
6.12.3.3 Уставки....697
6.12.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени....698
6.12.4.1 Описание....698
6.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок....700
6.12.4.3 Уставки....703
6.12.4.4 Список сообщений....709
6.12.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени....710
6.12.5.1 Описание....710
6.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок....713
6.12.5.3 Уставки....715
6.12.5.4 Список сообщений....718
6.12.6 Ступень с пользовательской характеристикой....719
6.12.6.1 Описание....719
6.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок....720
6.12.6.3 Уставки....722
6.12.6.4 Список сообщений....725
6.12.7 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания....725
6.12.7.1 Описание....725
6.12.7.2 Указания по применению и вводу уставок....726
6.12.8 Динамическое изменение уставок от других функций....727
6.12.8.1 Описание....727
6.12.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)....729
6.13 Направленная токовая защита нулевой последовательности....731
6.13.1 Обзор функций....731
6.13.2 Структура функции....731
6.13.3 Общая функциональность....733
6.13.3.1 Выбор измеряемого значения....733
6.13.3.2 Определение направления....734
6.13.3.3 Указания по применению и вводу уставок....736

6.13.3.4 Уставки ... 738
6.13.3.5 Список сообщений ... 739
6.13.4 Управление ступенью ... 739
6.13.4.1 Описание ... 739
6.13.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 740
6.13.5 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени ... 741
6.13.5.1 Описание ... 741
6.13.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 744
6.13.5.3 Уставки ... 747
6.13.5.4 Список сообщений ... 747
6.13.6 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени ... 748
6.13.6.1 Описание ... 748
6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 752
6.13.6.3 Уставки ... 755
6.13.6.4 Список сообщений ... 755
6.13.7 Ступень ТНЗНП с инверсной выдержкой времени с логарифмической инверсной кривой характеристики ... 757
6.13.7.1 Описание ... 757
6.13.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 759
6.13.7.3 Уставки ... 760
6.13.7.4 Список сообщений ... 763
6.13.8 Ступень с хар-кой срабатывания по точке перегиба ... 764
6.13.8.1 Описание ... 764
6.13.8.2 Указания по применению и вводу уставок ... 765
6.13.8.3 Уставки ... 766
6.13.8.4 Список сообщений ... 767
6.13.9 Ступень с пользовательской характеристикой ... 769
6.13.9.1 Описание ... 769
6.13.9.2 Указания по применению и вводу уставок ... 770
6.13.9.3 Уставки ... 772
6.13.9.4 Список сообщений ... 775
6.13.10 Динамическое изменение уставок от других функций ... 775
6.14 Максимальная токовая защита, 1ф ... 776
6.14.1 Обзор функции ... 776
6.14.2 Структура функции ... 776
6.14.3 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени ... 778
6.14.3.1 Описание ... 778
6.14.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 779
6.14.3.3 Уставки ... 780
6.14.3.4 Список сообщений ... 781
6.14.4 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени ... 782
6.14.4.1 Описание ... 782
6.14.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 783
6.14.4.3 Уставки ... 785
6.14.4.4 Список сообщений ... 785
6.14.5 Ступень с пользовательской характеристикой ... 786
6.14.5.1 Описание ... 786
6.14.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 787
6.14.5.3 Уставки ... 788
6.14.5.4 Список сообщений ... 788
6.14.6 Быстрая ступень ... 789
6.14.6.1 Описание ... 789
6.14.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 790
6.14.6.3 Уставки ... 790
6.14.6.4 Список сообщений ... 790

6.14.7 Пример применения: высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю ... 791
6.14.7.1 Описание ... 791
6.14.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 793
6.14.8 Пример использования: Защита от утечки токов с бака трансформатора ... 797
6.14.8.1 Описание ... 797
6.14.8.2 Указания по применению и вводу уставок ... 798
6.15 Фазная МТЗ с зависимостью от напряжения ... 799
6.15.1 Обзор функций ... 799
6.15.2 Структура функции ... 799
6.15.3 Описание ступени МТЗ с обратно зависимой характеристикой выдержки времени, управляемой напряжением ... 801
6.15.3.1 Описание ... 801
6.15.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 803
6.15.3.3 Уставки ... 805
6.15.3.4 Список сообщений ... 806
6.15.4 Описание ступени МТЗ с обратно зависимой характеристикой выдержки времени с блокировкой по напряжению ... 807
6.15.4.1 Описание ... 807
6.15.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 808
6.15.4.3 Уставки ... 809
6.15.4.4 Список сообщений ... 810
6.15.5 Ступень МТЗ с независимой выдержкой времени и подхватом по напряжению ... 811
6.15.5.1 Описание ... 811
6.15.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 812
6.15.5.3 Уставки ... 814
6.15.5.4 Список сообщений ... 814
6.15.6 Ступень с МТЗ с независимой выдержкой времени и с контролем и подхватом по напряжению ... 815
6.15.6.1 Описание ... 815
6.15.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 817
6.15.6.3 Уставки ... 818
6.15.6.4 Список сообщений ... 819
6.16 Максимальная токовая защита при пуске ... 820
6.16.1 Обзор функций ... 820
6.16.2 Структура функции ... 820
6.16.3 Общая функциональность ... 820
6.16.3.1 Описание ... 820
6.16.3.2 Список сообщений ... 823
6.16.4 Описание ступени ... 824
6.16.4.1 Описание ... 824
6.16.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 824
6.16.4.3 Уставки ... 826
6.16.4.4 Список сообщений ... 826
6.17 Групповые сообщения от функций МТЗ ... 827
6.17.1 Описание ... 827
6.18 Ненаправленная защита от перемежающегося замыкания на землю ... 828
6.18.1 Обзор функций ... 828
6.18.2 Структура функции ... 828
6.18.3 Описание ступени ... 829
6.18.4 Указания по применению и вводу уставок ... 833
6.18.5 Уставки ... 835

6.18.6 Список сообщений ... 836
6.19 Чувствительное обнаружение замыкания на землю ... 837
6.19.1 Обзор функций ... 837
6.19.2 Структура функции ... 837
6.19.3 Общая функциональность ... 839
6.19.3.1 Описание ... 839
6.19.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 841
6.19.3.3 Уставки ... 842
6.19.3.4 Список сообщений ... 843
6.19.4 Ступень направленной ТНЗНП с измерениями на основе cos φ -sin φ ... 843
6.19.4.1 Описание ... 843
6.19.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 849
6.19.4.3 Уставки ... 852
6.19.4.4 Список сообщений ... 853
6.19.5 Ступень защиты от замыканий на землю при переходных процессах ... 854
6.19.5.1 Описание ... 854
6.19.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 858
6.19.5.3 Уставки ... 861
6.19.5.4 Список сообщений ... 862
6.19.6 Информация об использовании для обнаружения перемежающихся повреждений на землю ... 862
6.19.7 Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением φ(U0,3I0) ... 863
6.19.7.1 Описание ... 863
6.19.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 867
6.19.7.3 Уставки ... 868
6.19.7.4 Список сообщений ... 869
6.19.8 Направленная ступень с измерением G0 или B0 ... 870
6.19.8.1 Описание ... 870
6.19.8.2 Указания по применению и вводу уставок ... 875
6.19.8.3 Уставки ... 879
6.19.8.4 Список сообщений ... 880
6.19.9 Направленная ступень с векторными измерениями с учетом гармоник ... 880
6.19.9.1 Описание ... 880
6.19.9.2 Указания по применению и вводу уставок ... 885
6.19.9.3 Уставки ... 887
6.19.9.4 Список сообщений ... 888
6.19.10 Ступень напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения ... 889
6.19.10.1 Описание ... 889
6.19.10.2 Указания по применению и вводу уставок ... 890
6.19.10.3 Уставки ... 893
6.19.10.4 Список сообщений ... 894
6.19.11 Ненаправленная ступень 3I0 ... 894
6.19.11.1 Описание ... 894
6.19.11.2 Указания по применению и вводу уставок ... 896
6.19.11.3 Уставки ... 897
6.19.11.4 Список сообщений ... 897
6.19.12 Ненаправленная ступень Y0 ... 898
6.19.12.1 Описание ... 898
6.19.12.2 Указания по применению и вводу уставок ... 901
6.19.12.3 Уставки ... 902
6.19.12.4 Список сообщений ... 903
6.20 Минимальная токовая защита ... 904
6.20.1 Обзор функций ... 904
6.20.2 Структура функции ... 904

6.20.3 Описание ступени....905
6.20.4 Указания по применению и вводу уставок....906
6.20.5 Уставки....907
6.20.6 Список сообщений....908
6.21 Защита от повышения 3-фазного напряжения....909
6.21.1 Обзор функций....909
6.21.2 Структура функции....909
6.21.3 Описание....911
6.21.4 Указания по применению и вводу уставок....912
6.21.5 Уставки....914
6.21.6 Список сообщений....915
6.22 Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения....917
6.22.1 Обзор функций....917
6.22.2 Структура функции....917
6.22.3 Описание ступени....918
6.22.4 Указания по применению и вводу уставок....919
6.22.5 Уставки....923
6.22.6 Список сообщений....924
6.23 Защита от повышения напряжения прямой последовательности....925
6.23.1 Обзор функций....925
6.23.2 Структура функции....925
6.23.3 Описание ступени....926
6.23.4 Указания по применению и вводу уставок....926
6.23.5 Уставки....927
6.23.6 Список сообщений....928
6.24 Защита от повышения напряжения обратной последовательности....929
6.24.1 Обзор функций....929
6.24.2 Структура функции....929
6.24.3 Общая функциональность....929
6.24.3.1 Описание....929
6.24.3.2 Указания по применению и вводу уставок....930
6.24.3.3 Уставки....931
6.24.3.4 Список сообщений....931
6.24.4 Ступень с напряжением обратной последовательности....932
6.24.4.1 Описание....932
6.24.4.2 Указания по применению и вводу уставок....932
6.24.4.3 Уставки....935
6.24.4.4 Список сообщений....935
6.25 Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП....937
6.25.1 Обзор функций....937
6.25.2 Структура функции....937
6.25.3 Общая функциональность....937
6.25.3.1 Описание....937
6.25.3.2 Указания по применению и вводу уставок....938
6.25.3.3 Уставки....939
6.25.3.4 Список сообщений....939

6.25.4 Ступень с напряжением обратной последовательности/напряжением прямой последовательности ... 940
6.25.4.1 Описание ... 940
6.25.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 940
6.25.4.3 Уставки ... 943
6.25.4.4 Список сообщений ... 943
6.26 Защита от повышения напряжения ... 944
6.26.1 Обзор функций ... 944
6.26.2 Структура функции ... 944
6.26.3 Описание ступени ... 945
6.26.4 Указания по применению и вводу уставок ... 946
6.26.5 Уставки ... 947
6.26.6 Список сообщений ... 949
6.27 Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения ... 950
6.27.1 Обзор функций ... 950
6.27.2 Структура функции ... 950
6.27.3 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени ... 951
6.27.3.1 Описание ... 951
6.27.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 954
6.27.3.3 Уставки ... 957
6.27.3.4 Список сообщений ... 958
6.27.4 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени ... 959
6.27.4.1 Описание ... 959
6.27.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 963
6.27.4.3 Уставки ... 966
6.27.4.4 Список сообщений ... 967
6.28 Защита минимального напряжения прямой последовательности ... 968
6.28.1 Обзор функций ... 968
6.28.2 Структура функции ... 968
6.28.3 Описание ступени ... 969
6.28.4 Указания по применению и вводу уставок ... 970
6.28.5 Уставки ... 973
6.28.6 Список сообщений ... 974
6.29 Защита минимального напряжения ... 976
6.29.1 Обзор функций ... 976
6.29.2 Структура функции ... 976
6.29.3 Описание ступени ... 977
6.29.4 Указания по применению и вводу уставок ... 978
6.29.5 Уставки ... 980
6.29.6 Список сообщений ... 981
6.30 Схема защиты по реактивной мощности с контролем снижения напряжения ... 983
6.30.1 Обзор функций ... 983
6.30.2 Структура функции ... 983
6.30.3 Ступени защиты ... 984
6.30.3.1 Описание ... 984
6.30.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 985
6.30.3.3 Уставки ... 987
6.30.3.4 Список сообщений ... 988
6.30.4 Ступень повторного включения ... 989
6.30.4.1 Описание ... 989

6.30.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 990
6.30.4.3 Уставки ... 991
6.30.4.4 Список сообщений ... 991
6.31 Защита от скачка вектора ... 992
6.31.1 Обзор функций ... 992
6.31.2 Структура функции ... 992
6.31.3 Общая функциональность ... 992
6.31.3.1 Описание ... 992
6.31.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 995
6.31.3.3 Уставки ... 995
6.31.3.4 Список сообщений ... 996
6.31.4 Ступень Δφ ... 996
6.31.4.1 Описание ... 996
6.31.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 997
6.31.4.3 Уставки ... 998
6.31.4.4 Список сообщений ... 998
6.31.5 Ступень с пуском по I1< ... 999
6.31.5.1 Описание ... 999
6.31.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 999
6.31.5.3 Уставки ... 999
6.31.5.4 Список сообщений ... 999
6.32 Защита по постоянному току/напряжению ... 1000
6.32.1 Обзор функций ... 1000
6.32.2 Структура функции ... 1000
6.32.3 Общая функциональность ... 1001
6.32.3.1 Описание ... 1001
6.32.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1003
6.32.3.3 Уставки ... 1004
6.32.3.4 Список сообщений ... 1004
6.32.4 Описание ступени ... 1005
6.32.4.1 Описание ... 1005
6.32.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1006
6.32.4.3 Уставки ... 1008
6.32.4.4 Список сообщений ... 1009
6.33 Защита по частоте f> ... 1010
6.33.1 Обзор функций ... 1010
6.33.2 Структура функции ... 1010
6.33.3 Ступень защиты от повышения частоты ... 1011
6.33.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1012
6.33.5 Уставки ... 1014
6.33.6 Список сообщений ... 1014
6.34 Защита от снижения частоты ... 1016
6.34.1 Обзор функций ... 1016
6.34.2 Структура функции ... 1016
6.34.3 Ступень защиты от снижения частоты ... 1017
6.34.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1018
6.34.5 Уставки ... 1020
6.34.6 Список сообщений ... 1020
6.35 Защита по скорости изменения частоты ... 1022
6.35.1 Обзор функций ... 1022
6.35.2 Структура функции ... 1022

6.35.3 Общие функции (контроль снижения напряжения, вычисление df/dt)....1023
6.35.3.1 Описание....1023
6.35.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1023
6.35.4 Описание ступени....1024
6.35.4.1 Описание....1024
6.35.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1025
6.35.4.3 Уставки....1026
6.35.4.4 Список сообщений....1027
6.36 Защита от ненормальной частоты....1028
6.36.1 Обзор функций....1028
6.36.2 Структура функции....1028
6.36.3 Общая функциональность....1028
6.36.3.1 Описание....1028
6.36.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1029
6.36.3.3 Уставки....1029
6.36.4 Ступень контроля суммирования времени....1030
6.36.4.1 Описание....1030
6.36.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1031
6.36.4.3 Уставки....1033
6.36.4.4 Список сообщений....1034
6.36.5 Ступень контроля длительности процесса....1035
6.36.5.1 Описание....1035
6.36.5.2 Указания по применению и вводу уставок....1036
6.36.5.3 Уставки....1037
6.36.5.4 Список сообщений....1038
6.37 Обратное чередование фаз....1039
6.37.1 Обзор функций....1039
6.37.2 Структура функции....1039
6.37.3 Описание функции....1040
6.37.4 Указания по применению и вводу уставок....1043
6.37.5 Уставки....1044
6.37.6 Список сообщений....1044
6.38 Мгновенное отключение при включении на повреждение....1046
6.38.1 Обзор функций....1046
6.38.2 Структура функции....1046
6.38.3 Описание ступени....1047
6.38.4 Указания по применению и вводу уставок....1047
6.38.5 Уставки....1048
6.38.6 Список сообщений....1048
6.39 Автоматическая частотная разгрузка....1049
6.39.1 Обзор функций....1049
6.39.2 Структура функции....1049
6.39.3 Общая функциональность....1050
6.39.3.1 Описание....1050
6.39.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1053
6.39.4 Описание ступени....1056
6.39.4.1 Описание....1056
6.39.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1058
6.39.5 Уставки....1059
6.39.6 Список сообщений....1060

6.40 Защита от перевозбуждения ... 1061
6.40.1 Обзор функций ... 1061
6.40.2 Структура функции ... 1061
6.40.3 Ступень с зависимой характеристикой срабатывания (тепловая ступень) ... 1062
6.40.3.1 Описание функции ... 1062
6.40.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1065
6.40.3.3 Уставки ... 1066
6.40.3.4 Список сообщений ... 1067
6.40.4 Ступень с независимой характеристикой срабатывания ... 1068
6.40.4.1 Описание функции ... 1068
6.40.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1068
6.40.4.3 Уставки ... 1069
6.40.4.4 Список сообщений ... 1069
6.41 Защита от потери возбуждения ... 1071
6.41.1 Обзор функции ... 1071
6.41.2 Структура функции ... 1071
6.41.3 Общие функции ... 1072
6.41.4 Описание ступени Характеристики ... 1076
6.41.4.1 Описание ... 1076
6.41.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1078
6.41.4.3 Уставки ... 1087
6.41.4.4 Список сообщений ... 1088
6.41.5 Описание ступени Возбуждение U < ... 1089
6.41.5.1 Описание ... 1089
6.41.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1091
6.41.5.3 Уставки ... 1093
6.41.5.4 Список сообщений ... 1093
6.41.6 Описание ступени Дополнительные характеристики ... 1094
6.41.6.1 Описание ... 1094
6.41.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1094
6.41.6.3 Уставки ... 1095
6.41.6.4 Список сообщений ... 1095
6.42 Защита ротора от замыканий на землю (I_{R3}>, fn) ... 1096
6.42.1 Обзор функции ... 1096
6.42.2 Структура функции ... 1096
6.42.3 Общие функции ... 1097
6.42.4 Описание ступени ... 1099
6.42.5 Указания по применению и вводу уставок ... 1099
6.42.6 Уставки ... 1101
6.42.7 Список сообщений ... 1102
6.43 Защита ротора от замыканий на землю (R_3<, fn) ... 1103
6.43.1 Обзор функции ... 1103
6.43.2 Структура функции ... 1103
6.43.3 Общие функции ... 1104
6.43.4 Описание ступени ... 1106
6.43.5 Указания по применению и вводу уставок ... 1106
6.43.6 Уставки ... 1109
6.43.7 Список сообщений ... 1109
6.44 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) ... 1111
6.44.1 Обзор функций ... 1111

6.44.2 Структура функции....1111
6.44.3 Общая функциональность....1112
6.44.3.1 Описание....1112
6.44.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1115
6.44.3.3 Уставки....1116
6.44.3.4 Список сообщений....1116
6.44.4 Ступень R<....1117
6.44.4.1 Описание ступени....1117
6.44.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1118
6.44.4.3 Уставки....1119
6.44.4.4 Список сообщений....1119
6.44.5 Тестовая ступень....1121
6.44.5.1 Описание ступени....1121
6.44.5.2 Указания по применению и вводу уставок....1122
6.44.5.3 Уставки....1122
6.44.5.4 Список сообщений....1122
6.45 Внешнее отключение с пофазным пуском....1123
6.45.1 Обзор функции....1123
6.45.2 Структура функции....1123
6.45.3 Описание ступени....1124
6.45.4 Указания по применению и вводу уставок....1124
6.45.5 Уставки....1125
6.45.6 Список сообщений....1125
6.46 Защита от выпадения из синхронизма (асинхронного хода)....1126
6.46.1 Обзор функций....1126
6.46.2 Структура функции....1126
6.46.3 Описание зоны....1126
6.46.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (защита электрической машины)....1132
6.46.5 Уставки....1137
6.46.6 Список сообщений....1137
6.47 Обнаружение броска тока намагничивания....1139
6.47.1 Обзор функций....1139
6.47.2 Структура функции....1139
6.47.3 Описание функции....1139
6.47.4 Указания по применению и вводу уставок....1143
6.47.5 Уставки....1144
6.47.6 Список сообщений....1145
6.48 Мгновенное отключение при больших токах....1146
6.48.1 Обзор функций....1146
6.48.2 Структура функции....1146
6.48.3 Стандартная процедура разрешения....1147
6.48.4 Указания по применению и вводу уставок....1148
6.48.5 Указания по применению и вводу уставок....1149
6.48.6 Уставки....1150
6.48.7 Список сообщений....1150
6.49 Контроль времени пуска двигателя....1151
6.49.1 Обзор функций....1151
6.49.2 Структура функции....1151

6.49.3 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени....1152
6.49.3.1 Описание....1152
6.49.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1154
6.49.3.3 Уставки....1157
6.49.3.4 Список сообщений....1157
6.49.4 Ступень с пользовательской характеристикой....1158
6.49.4.1 Описание....1158
6.49.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1160
6.49.4.3 Уставки....1161
6.49.4.4 Список сообщений....1161
6.50 Блокировка повторного пуска двигателя....1162
6.50.1 Обзор функций....1162
6.50.2 Структура функции....1162
6.50.3 Ступень защиты от повышения температуры....1163
6.50.3.1 Описание....1163
6.50.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1166
6.50.3.3 Уставки....1167
6.50.3.4 Список сообщений....1167
6.50.4 Ступень счетчика....1168
6.50.4.1 Описание....1168
6.50.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1169
6.50.4.3 Уставки....1170
6.50.4.4 Список сообщений....1170
6.50.5 Ступень времени....1171
6.50.5.1 Описание....1171
6.50.5.2 Указания по применению и вводу уставок....1172
6.50.5.3 Уставки....1172
6.50.5.4 Список сообщений....1173
6.51 Общая защита по мощности, 3ф....1174
6.51.1 Обзор функций....1174
6.51.2 Структура функции....1174
6.51.3 Ступень активной мощности....1175
6.51.4 Ступень реактивной мощности....1177
6.51.5 Пример применения....1178
6.51.6 Замечания по уставкам для ступени активной мощности....1179
6.51.7 Замечания по уставкам для ступени реактивной мощности....1180
6.51.8 Уставки....1181
6.51.9 Список сообщений....1183
6.52 Функция отделения электростанции....1185
6.52.1 Обзор функций....1185
6.52.2 Структура функции....1185
6.52.3 Описание функции....1185
6.52.4 Указания по применению и вводу уставок....1191
6.52.5 Уставки....1196
6.52.6 Список сообщений....1197
6.53 Защита обратной последовательности....1198
6.53.1 Обзор функций....1198
6.53.2 Структура функции....1198
6.53.3 Общая функциональность....1199
6.53.3.1 Описание....1199
6.53.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1199

6.53.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени ... 1201
6.53.4.1 Описание ступени ... 1201
6.53.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1202
6.53.4.3 Уставки ... 1202
6.53.4.4 Список сообщений ... 1203
6.53.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени ... 1205
6.53.5.1 Описание ... 1205
6.53.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1206
6.53.5.3 Уставки ... 1207
6.53.5.4 Список сообщений ... 1207
6.54 Направленная защита обратной последовательности ... 1208
6.54.1 Обзор функций ... 1208
6.54.2 Структура функции ... 1208
6.54.3 Описание функции ... 1209
6.54.4 Применение функции и описание уставок для определения направления ... 1213
6.54.5 Примечания по применению и уставкам для ступеней ... 1214
6.54.6 Уставки ... 1216
6.54.7 Список сообщений ... 1217
6.55 Защита от несимметричной нагрузки ... 1219
6.55.1 Обзор функций ... 1219
6.55.2 Структура функции ... 1219
6.55.3 Описание функции ... 1220
6.55.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1222
6.55.5 Уставки ... 1224
6.55.6 Список сообщений ... 1224
6.56 Защита от блокировки ротора ... 1226
6.56.1 Обзор функций ... 1226
6.56.2 Структура функции ... 1226
6.56.3 Описание ступени ... 1228
6.56.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1229
6.56.5 Уставки ... 1231
6.56.6 Список сообщений ... 1231
6.57 Защита от реверса мощности ... 1232
6.57.1 Обзор функций ... 1232
6.57.2 Структура функции ... 1232
6.57.3 Общая функциональность ... 1233
6.57.3.1 Описание ... 1233
6.57.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1234
6.57.3.3 Уставки ... 1236
6.57.3.4 Список сообщений ... 1236
6.57.4 Описание ступени ... 1237
6.57.4.1 Описание ... 1237
6.57.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1238
6.57.4.3 Уставки ... 1239
6.57.4.4 Список сообщений ... 1239
6.58 Токовая защита вала ... 1241
6.58.1 Обзор функций ... 1241
6.58.2 Структура функции ... 1241
6.58.3 Общая функциональность ... 1241
6.58.3.1 Описание ... 1241

6.58.3.2 Список сообщений....1243
6.58.4 Описание ступени....1244
6.58.4.1 Описание....1244
6.58.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1245
6.58.4.3 Уставки....1246
6.58.4.4 Список сообщений....1246
6.59 Защита от непреднамеренного возбуждения....1248
6.59.1 Обзор функций....1248
6.59.2 Структура функции....1248
6.59.3 Общая функциональность....1249
6.59.3.1 Описание....1249
6.59.3.2 Список сообщений....1249
6.59.4 Описание ступени....1250
6.59.4.1 Описание....1250
6.59.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1251
6.59.4.3 Уставки....1253
6.59.4.4 Список сообщений....1253
6.60 Защита от межвитковых замыканий....1255
6.60.1 Обзор функций....1255
6.60.2 Структура функции....1255
6.60.3 Описание....1255
6.60.4 Ступень защиты от межвиткового замыкания....1257
6.60.5 Указания по применению и вводу уставок....1258
6.60.6 Уставки....1259
6.60.7 Список сообщений....1259
6.61 УРОВ....1260
6.61.1 Обзор функций....1260
6.61.2 Структура функции....1260
6.61.3 Описание функции....1261
6.61.4 Указания по применению и вводу уставок....1268
6.61.5 Уставки....1276
6.61.6 Список сообщений....1278
6.62 Защита от дуговых перекрытий выключателя....1279
6.62.1 Обзор функции....1279
6.62.2 Структура функции....1279
6.62.3 Описание функции....1279
6.62.4 Указания по применению и вводу уставок....1283
6.62.5 Уставки....1287
6.62.6 Список сообщений....1287
6.63 Защита от тепловой перегрузки 3ф - расширенные функции....1289
6.63.1 Обзор функций....1289
6.63.2 Структура функции....1289
6.63.3 Описание....1290
6.63.4 Указания по применению и вводу уставок....1294
6.63.5 Уставки....1299
6.63.6 Список сообщений....1300
6.64 Защита от тепловой перегрузки 1-фазная....1302
6.64.1 Обзор функций....1302

6.64.2 Структура функции....1302
6.64.3 ОпиАналоговые блокисание функции....1303
6.64.4 Указания по применению и вводу уставок....1307
6.64.5 Уставки.... 1311
6.64.6 Список сообщений.... 1312
6.65 Защита ротора от тепловой перегрузки.... 1313
6.65.1 Обзор функций....1313
6.65.2 Структура функции....1313
6.65.3 Описание функции....1313
6.65.4 Указания по применению и вводу уставок....1314
6.65.5 Уставки.... 1314
6.65.6 Список сообщений.... 1314
6.66 Защита от тепловой перегрузки, характеристика, определяемая пользователем... 1315
6.66.1 Обзор функций....1315
6.66.2 Структура функции....1315
6.66.3 Описание функции....1316
6.66.4 Указания по применению и вводу уставок....1321
6.66.5 Уставки.... 1324
6.66.6 Список сообщений.... 1325
6.67 Защита от перегрузки обмотки возбуждения.... 1327
6.67.1 Обзор функций....1327
6.67.2 Структура функции....1327
6.67.3 Общая функциональность.... 1327
6.67.3.1 Описание....1327
6.67.3.2 Уставки....1329
6.67.3.3 Список сообщений....1329
6.67.4 Описание ступени....1330
6.67.4.1 Описание....1330
6.67.4.2 Указания по применению и вводу уставок.... 1332
6.67.4.3 Уставки....1334
6.67.4.4 Список сообщений....1334
6.68 Защита от тепловой перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды....1336
6.68.1 Обзор функций....1336
6.68.2 Структура функции....1336
6.68.3 Общая функциональность.... 1337
6.68.3.1 Описание....1337
6.68.3.2 Указания по применению и вводу уставок.... 1339
6.68.3.3 Уставки....1341
6.68.3.4 Список сообщений....1341
6.68.4 Ступень защиты от повышения температуры....1342
6.68.4.1 Описание....1342
6.68.4.2 Указания по применению и вводу уставок.... 1344
6.68.4.3 Уставки....1346
6.68.4.4 Список сообщений....1348
6.68.5 Ступень фиксации повышения температуры.... 1349
6.68.5.1 Описание....1349
6.68.5.2 Указания по применению и вводу уставок.... 1350
6.68.5.3 Уставки....1350
6.68.5.4 Список сообщений....1351

6.69 Защита от тепловой перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды....1352
6.69.1 Обзор функций....1352
6.69.2 Структура функции....1352
6.69.3 Общая функциональность....1353
6.69.3.1 Описание....1353
6.69.3.2 Указания по применению и вводу уставок....1355
6.69.3.3 Уставки....1357
6.69.3.4 Список сообщений....1357
6.69.4 Ступень защиты от повышения температуры....1358
6.69.4.1 Описание....1358
6.69.4.2 Указания по применению и вводу уставок....1361
6.69.4.3 Уставки....1363
6.69.4.4 Список сообщений....1364
6.69.5 Ступень фиксации повышения температуры....1365
6.69.5.1 Описание....1365
6.69.5.2 Указания по применению и вводу уставок....1366
6.69.5.3 Уставки....1366
6.69.5.4 Список сообщений....1367
6.70 Мониторинг температуры....1368
6.70.1 Обзор функций....1368
6.70.2 Структура функции....1368
6.70.3 Описание функции....1369
6.70.4 Указания по применению и вводу уставок....1370
6.70.5 Уставки....1371
6.70.6 Список сообщений....1376
6.71 Расчета точек нагрева....1379
6.71.1 Обзор функций....1379
6.71.2 Структура функции....1379
6.71.3 Описание функции....1380
6.71.4 Указания по применению и вводу уставок....1385
6.71.5 Уставки....1388
6.71.6 Список сообщений....1389
6.72 Выбор точки измерения напряжения....1390
6.72.1 Обзор функций....1390
6.72.2 Описание функции....1390
6.72.3 Указания по применению и вводу уставок....1391
6.72.4 Список сообщений....1392
6.73 Дуговая защита....1393
6.73.1 Обзор функции....1393
6.73.2 Структура функции....1393
6.73.3 Описание функции....1394
6.73.4 Указания по применению и вводу уставок – Общие параметры....1396
6.73.5 Указания по применению и вводу уставок для ступени....1397
6.73.6 Уставки....1398
6.73.7 Список сообщений....1400
6.73.8 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками в режиме работы: только свет....1401
6.73.8.1 Описание....1401

6.73.8.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1403
6.73.9 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками в режиме работы: ток и свет ... 1404
6.73.9.1 Описание ... 1404
6.73.9.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1405
6.73.10 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками через внешнее отключение ... 1406
6.73.10.1 Описание ... 1406
6.73.10.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1408
6.73.11 Пример использования дуговой защиты с линейным датчиком в режиме работы: ток и свет ... 1410
6.73.11.1 Описание ... 1410
6.73.11.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1412

7 Функции управления ... 1413

7.1 Введение ... 1414
7.1.1 Обзор ... 1414
7.1.2 Концепция элементов управления ... 1414
7.2 Коммутационные аппараты ... 1417
7.2.1 Общие сведения ... 1417
7.2.2 Коммутационный аппарат "Выключатель" ... 1417
7.2.2.1 Структура коммутационного аппарата "Выключатель" ... 1417
7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1421
7.2.2.3 Варианты подключения выключателя ... 1424
7.2.2.4 Уставки ... 1431
7.2.2.5 Список сообщений ... 1434
7.2.3 Коммутационный аппарат "Разъединитель" ... 1435
7.2.3.1 Структура коммутационного аппарата Разъединитель ... 1435
7.2.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1439
7.2.3.3 Схемы управления разъединителем ... 1441
7.2.3.4 Уставки ... 1444
7.2.3.5 Список сообщений ... 1445
7.3 Последовательность коммутаций ... 1447
7.3.1 Обзор функций ... 1447
7.3.2 Описание функции ... 1447
7.3.3 Указания по применению и вводу уставок ... 1449
7.3.4 Уставки ... 1453
7.3.5 Список сообщений ... 1453
7.4 Функции управления ... 1454
7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства 1454
7.4.2 Протоколирование команд ... 1476
7.4.3 Уставки ... 1480
7.4.4 Список сообщений ... 1481
7.5 Функция контроля синхронизма ... 1482
7.5.1 Обзор функций ... 1482
7.5.2 Структура функции ... 1482
7.5.3 Схемы подключения и основные определения ... 1483
7.5.4 Общая функциональность ... 1486
7.5.4.1 Описание ... 1486
7.5.4.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Общее) ... 1490
7.5.4.3 Уставки ... 1493

7.5.5 Динамическое переключение точки измерения....1494
7.5.6 Последовательность функций....1498
7.5.7 Ступень контроля синхронизма....1500
7.5.7.1 Описание....1500
7.5.7.2 Указания по применению и вводу уставок....1501
7.5.7.3 Уставки....1501
7.5.7.4 Список сообщений....1502
7.5.8 Ступень синхронной/асинхронной работы....1503
7.5.8.1 Описание....1503
7.5.8.2 Указания по применению и вводу уставок....1507
7.5.8.3 Уставки....1509
7.5.8.4 Список сообщений....1510
7.5.9 Ступень синхронной/асинхронной работы с командами симметрирования....1511
7.5.9.1 Описание....1511
7.5.9.2 Указания по применению и вводу уставок....1519
7.5.9.3 Уставки....1529
7.5.9.4 Список сообщений....1532
7.5.10 Расширенные проверки (df/dt и сглаженность колебаний)....1533
7.5.11 Включение на линию/шины без напряжения....1534
7.5.11.1 Описание....1534
7.5.11.2 Указания по применению и вводу уставок....1536
7.5.12 Команда прямого включения....1537
7.5.13 Взаимодействие с управлением, АПВ и внешним пуском....1538
7.5.14 Внешняя синхронизация....1540
7.5.14.1 Описание....1540
7.5.14.2 Указания по применению и вводу уставок (внешняя синхронизация)....1542
7.5.14.3 Уставки....1543
7.5.14.4 Список сообщений....1545
7.5.15 Уставки....1546
7.5.16 Список сообщений....1548
7.6 Определяемый пользователем функциональный блок [Управление]....1551
7.6.1 Обзор функций....1551
7.6.2 Описание функции....1551
7.6.3 Указания по применению и вводу уставок....1552
7.6.4 Уставки....1553
7.6.5 Список сообщений....1554
7.7 Уставки CFC-схемы....1556
7.7.1 Обзор функций....1556
7.7.2 Описание функции....1556
7.7.3 Указания по применению и вводу уставок....1556
7.7.4 Уставки....1557
7.7.5 Список сообщений....1557
7.8 РПН трансформатора....1558
7.8.1 Описание функции....1558
7.8.2 Указания по применению и вводу уставок....1562
7.8.3 Уставки (диалоговое окно "Свойства")....1569
7.8.4 Уставки....1569
7.8.5 Список сообщений....1570
7.9 Регулятор напряжения....1572
7.9.1 Обзор функций....1572

7.9.2 Структура функции ... 1572
7.9.3 Описание функции Автоматическое регулирование напряжения ... 1573
7.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок для регуляторов напряжения 1591
7.9.5 Уставки ... 1602
7.9.6 Список сообщений ... 1613

8 Функции контроля ... 1619

8.1 Обзор ... 1620
8.2 Контроль потребления ресурсов ... 1621
8.2.1 Модель загрузки ... 1621
8.2.2 Функциональные единицы ... 1622
8.2.3 Ресурсы CFC ... 1622
8.3 Контроль вторичной системы ... 1625
8.3.1 Обзор ... 1625
8.3.2 Исчезновение измеряемого напряжения ... 1625
8.3.2.1 Обзор функций ... 1625
8.3.2.2 Структура функции ... 1626
8.3.2.3 Несимметричное повреждение в цепях напряжения ... 1628
8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения ... 1629
8.3.2.5 Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения, при малой нагрузке ... 1630
8.3.2.6 Указания по применению и вводу уставок ... 1631
8.3.2.7 Уставки ... 1633
8.3.2.8 Список сообщений ... 1634
8.3.3 Автоматический выключатель трансформатора напряжения ... 1634
8.3.3.1 Обзор функций ... 1634
8.3.3.2 Структура функции ... 1635
8.3.3.3 Описание функции ... 1635
8.3.3.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1635
8.3.3.5 Уставки ... 1636
8.3.3.6 Список сообщений ... 1636
8.3.4 Контроль напряжения индикации ... 1636
8.3.4.1 Обзор функций ... 1636
8.3.4.2 Структура функции ... 1636
8.3.4.3 Описание функции ... 1636
8.3.4.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1639
8.3.4.5 Уставки ... 1640
8.3.4.6 Список сообщений ... 1641
8.3.5 Контроль симетрии напряжений ... 1642
8.3.5.1 Обзор функций ... 1642
8.3.5.2 Структура функции ... 1642
8.3.5.3 Описание функции ... 1642
8.3.5.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1643
8.3.5.5 Уставки ... 1644
8.3.5.6 Список сообщений ... 1644
8.3.6 Контроль суммы напряжений ... 1644
8.3.6.1 Обзор функций ... 1644
8.3.6.2 Структура функции ... 1645
8.3.6.3 Описание функции ... 1645
8.3.6.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1647
8.3.6.5 Уставки ... 1647
8.3.6.6 Список сообщений ... 1647
8.3.7 Контроль чередования фаз напряжения ... 1647
8.3.7.1 Обзор функций ... 1647

8.3.7.2 Структура функции ... 1647
8.3.7.3 Описание функции ... 1648
8.3.7.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1649
8.3.7.5 Уставки ... 1649
8.3.7.6 Список сообщений ... 1649
8.3.8 Мониторинг сравнения напряжения ... 1649
8.3.8.1 Обзор функций ... 1649
8.3.8.2 Структура функции ... 1650
8.3.8.3 Описание ... 1650
8.3.8.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1654
8.3.8.5 Уставки ... 1654
8.3.8.6 Список сообщений ... 1655
8.3.9 Обнаружение обрыва провода ... 1655
8.3.9.1 Обзор функций ... 1655
8.3.9.2 Структура функции ... 1655
8.3.9.3 Описание функции ... 1656
8.3.9.4 Применение и рекомендации по выбору уставок ... 1658
8.3.9.5 Уставки ... 1659
8.3.9.6 Список сообщений ... 1659
8.3.10 Контроль симметрии токов ... 1659
8.3.10.1 Обзор функций ... 1659
8.3.10.2 Структура функции ... 1659
8.3.10.3 Описание функции ... 1660
8.3.10.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1661
8.3.10.5 Уставки ... 1662
8.3.10.6 Список сообщений ... 1662
8.3.11 Контроль суммы токов ... 1663
8.3.11.1 Обзор функций ... 1663
8.3.11.2 Структура функции ... 1663
8.3.11.3 Описание функции ... 1663
8.3.11.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1665
8.3.11.5 Уставки ... 1665
8.3.11.6 Список сообщений ... 1666
8.3.12 Контроль чередования фаз тока ... 1666
8.3.12.1 Обзор функций ... 1666
8.3.12.2 Структура функции ... 1666
8.3.12.3 Описание функции ... 1667
8.3.12.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1668
8.3.12.5 Уставки ... 1668
8.3.12.6 Список сообщений ... 1668
8.3.13 Контроль цепи отключения ... 1668
8.3.13.1 Обзор функций ... 1668
8.3.13.2 Структура функции ... 1668
8.3.13.3 Контроль цепей отключения с использованием 2 дискретных входов ... 1669
8.3.13.4 Контроль цепей отключения с использованием 1 дискретного входа ... 1670
8.3.13.5 Указания по применению и вводу уставок ... 1673
8.3.13.6 Уставки ... 1674
8.3.13.7 Список сообщений ... 1674
8.4 Контроль аппаратных средств устройства ... 1675
8.4.1 Обзор ... 1675
8.4.2 Мониторинг аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов ... 1676
8.4.2.1 Обзор функций ... 1676
8.4.2.2 Структура функции ... 1677
8.4.2.3 Описание функции ... 1677
8.5 Контроль прошивки устройства ... 1680

8.6 Контроль конфигурации аппаратных средств ... 1681
8.7 Контроль коммуникационных соединений ... 1682
8.8 Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей ... 1683
8.8.1 Обзор ... 1683
8.8.2 Тяжесть дефекта 1 ... 1684
8.8.3 Тяжесть дефекта 2 ... 1688
8.8.4 Тяжесть дефекта 3 ... 1689
8.8.5 Тяжесть дефекта 4 (Групповой аварийный сигнал) ... 1690
8.9 Групповые сообщения ... 1692

9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы ... 1695
9.1 Обзор функций ... 1696
9.2 Структура функции ... 1697
9.3 Рабочие измеряемые величины ... 1698
9.4 Основная гармоника и симметричные составляющие ... 1699
9.5 PMU (Блок векторных измерений) ... 1700
9.5.1 Обзор функций ... 1700
9.5.2 Структура функциональной группы ... 1700
9.5.3 Описание функции ... 1700
9.5.4 Передаваемые данные ... 1705
9.5.5 Коммуникация PMU (IEEE C37.118) ... 1705
9.5.6 Параметрирование PMU с помощью DIGSI ... 1707
9.5.7 Параметрирование PMU на устройстве ... 1715
9.5.8 Указания по применению и вводу уставок ... 1717
9.5.9 Уставки ... 1718
9.5.10 Список сообщений ... 1720
9.6 Средние значения ... 1721
9.6.1 Описание функций средних величин ... 1721
9.6.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для средних величин ... 1721
9.7 Минимальные/максимальные значения ... 1724
9.7.1 Описание функций минимальных/максимальные величин ... 1724
9.7.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок минимальных/максимальных величин ... 1725
9.8 Величины энергии ... 1726
9.8.1 Описание функций величин энергии ... 1726
9.8.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для величин энергии ... 1727
9.9 Определяемые пользователем вычисленные величины ... 1729
9.9.1 Описание функции для счетно-импульсных величин ... 1729
9.9.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок счетно-импульсных величин ... 1730
9.10 Статистические величины первичной системы ... 1733
9.11 Измерительные преобразователи ... 1734
9.11.1 Обзор функций ... 1734
9.11.2 Структура функции ... 1734
9.11.3 Описание функции ... 1734
9.11.4 Указания по применению и вводу уставок ... 1737
9.11.5 Уставки ... 1738

9.11.6 Список сообщений ... 1740
9.12 Мониторинг износа выключателей ... 1741
9.12.1 Обзор функций ... 1741
9.12.2 Структура функции ... 1741
9.12.3 Общая функциональность ... 1742
9.12.3.1 Описание ... 1742
9.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1743
9.12.3.3 Уставки ... 1744
9.12.3.4 Список сообщений ... 1744
9.12.4 Защиты методом Σix ... 1745
9.12.4.1 Описание ... 1745
9.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1747
9.12.4.3 Уставки ... 1747
9.12.4.4 Список сообщений ... 1747
9.12.5 Ступень метода 2P ... 1748
9.12.5.1 Описание ... 1748
9.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1751
9.12.5.3 Уставки ... 1752
9.12.5.4 Список сообщений ... 1752
9.12.6 Ступень метода I2t ... 1753
9.12.6.1 Описание ... 1753
9.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1754
9.12.6.3 Уставки ... 1754
9.12.6.4 Список сообщений ... 1754
9.12.7 Ступень контроля времени включения выключателя ... 1755
9.12.7.1 Описание ... 1755
9.12.7.2 Указания по применению и вводу уставок ... 1756
9.12.7.3 Уставки ... 1756
9.12.7.4 Список сообщений ... 1757

10 Проверка функциональности ... 1759

10.1 Общие примечания ... 1760
10.2 Дифференциальная защита генератора ... 1761
10.2.1 Испытания вторичными величинами ... 1761
10.2.2 Испытания первичными величинами ... 1762
10.3 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты трансформаторов 1763
10.3.1 Испытания вторичными величинами ... 1763
10.3.2 Испытания первичными величинами ... 1765
10.4 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты электродвигателей 1775
10.4.1 Вторичные испытания ... 1775
10.4.2 Первичные испытания ... 1776
10.5 Примечания по вводу в эксплуатацию ограниченной защиты от замыканий на землю ... 1777
10.6 Проверка функциональности дистанционной защиты по полному сопротивлению 1779
10.6.1 Испытания вторичными величинами ... 1779
10.6.2 Испытание первичными величинами ... 1780
10.7 Проверка функциональности защиты от повреждений статора на землю 90 % ... 1781
10.7.1 Общая информация ... 1781
10.7.2 Блочное соединение генератор-трансформатор ... 1781
10.7.3 Подключение к шинам ... 1785

10.8 Проверка функциональности защиты от повреждений на землю 100 % (20 Гц)..... 1790
10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины..... 1790
10.8.2 Испытание первичными величинами в режиме работы машины..... 1792
10.9 Проверка функционирования защиты от перевозбуждения..... 1795
10.10 Проверка контроля чередования фаз 1796
10.11 Проверка функции защиты от асинхронного хода..... 1797
10.12 Функциональный тест на обнаружение броска тока намагничивания 1798
10.13 Функциональные испытания защиты от тепловой перегрузки 1799
10.14 Проверка функциональности обмена данными устройства защиты..... 1801
10.14.1 Проверка передачи данных..... 1801
10.14.2 Направленный тест 1802
10.15 Первичные и вторичные испытания функции синхронизации..... 1803
10.16 Испытания первичными и вторичными величинами функции УРОВ 1807
10.17 Проверка выключателя..... 1811
10.18 Проверка направления фазных величин (подключения цепей тока и напряжения) 1814
10.19 Направленная проверка величин нулевой последовательности для функций направленного замыкания на землю..... 1815
10.19.1 Обзор..... 1815
10.19.2 Проверка направленности для систем с глухим или резистивным заземлением 1815
10.19.3 Проверка направленности для изолированных или компенсированных систем 1817
10.20 Первичные и вторичные испытания для защиты от недовозбуждения..... 1818
10.20.1 Испытания вторичного оборудования..... 1818
10.20.2 Испытания первичными величинами..... 1821
10.21 Защита ротора от повреждений на землю..... 1823
10.22 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) 1825
10.23 Защита от реверса мощности..... 1828
10.23.1 Испытания вторичными величинами..... 1828
10.23.2 Испытание первичными величинами..... 1828
10.24 Функциональная проверка защиты от межвиткового замыкания 1831

11 Технические данные..... 1833

11.1 Общая информация об устройстве..... 1836
11.1.1 Аналоговые входы 1836
11.1.2 Напряжение питания..... 1837
11.1.3 Дискретные входы..... 1839
11.1.4 Выходные реле..... 1839
11.1.5 Конструктивные особенности..... 1842
11.2 Дифференциальная защита генератора..... 1845
11.3 Дифференциальная защита трансформатора..... 1848
11.4 Дифференциальная защита от замыканий на землю..... 1851
11.5 Дифференциальная защита двигателя..... 1853
11.6 Интерфейс данных защиты и топология защиты..... 1856
11.7 Синхронизация даты и времени..... 1858
11.8 Дистанционная защита..... 1859

11.9 Защита статора от замыканий на землю 90%..... 1861
11.9.1 Общие данные..... 1861
11.9.2 Ступень защиты статора от замыканий на землю с системой нулевой последовательности/напряжения смещения..... 1862
11.9.3 Направленная ступень защиты статора от замыканий на землю с измерением 3I0-φ(U,I)..... 1862
11.9.4 Ненаправленная ступень 3I0..... 1863
11.10 Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)..... 1865
11.11 Защита от замыканий статора на землю с третьей гармоникой..... 1867
11.12 Фазная максимальная токовая защита..... 1869
11.12.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени..... 1869
11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени..... 1871
11.13 Максимальная токовая защита нулевой последовательности..... 1879
11.13.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени..... 1879
11.13.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени..... 1880
11.13.3 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем 1888
11.14 Направленная фазная МТЗ..... 1890
11.14.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени..... 1890
11.14.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени..... 1891
11.14.3 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем..... 1894
11.15 Направленная токовая защита нулевой последовательности..... 1896
11.15.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени..... 1896
11.15.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени..... 1897
11.15.3 Ступень МТЗ с инверсной выдержкой времени с логарифмической инверсной кривой характеристики..... 1899
11.15.4 Ступень с характеристикой срабатывания с точкой перегиба 1902
11.15.5 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем..... 1904
11.16 Максимальная токовая защита, 1ф..... 1907
11.16.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени..... 1907
11.16.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени..... 1908
11.16.3 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем 1910
11.17 Максимальная токовая защита, 1ф (Быстр. ступень)..... 1912
11.18 Трехфазная МТЗ с пуском по напряжению..... 1913
11.19 Максимальная токовая защита при пуске..... 1916
11.20 Чувствительное обнаружение замыкания на землю..... 1917
11.20.1 Общие данные..... 1917
11.20.2 Направленная ступень 3I0 с измерением Cos φ или Sin φ..... 1918
11.20.3 Направленная ступень от перемежающихся замыканий на землю..... 1919
11.20.4 Направленная ступень 3I0 с измерением φ(U0,3I0)..... 1919
11.20.5 Направленная ступень Y0 с измерением G0 или B0 (Полная проводимость)..... 1920
11.20.6 Ненаправленная ступень U0 для напряжения нулевой последовательности/ напряжения смещения..... 1921
11.20.7 Ненаправленная ступень 3I0..... 1922
11.20.8 Ненаправленная ступень Y0..... 1923
11.21 Минимальная токовая защита..... 1925
11.22 Защита минимального напряжения для трехфазного напряжения..... 1927

11.23 Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности 1929
11.24 Защита от повышения напряжения прямой последовательности 1931
11.25 Защита от повышения напряжения обратной последовательности 1932
11.26 Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП.....1933
11.27 Защита от повышения напряжения..... 1934
11.28 Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения.1936
11.29 Защита минимального напряжения прямой последовательности..... 1939
11.30 Защита минимального напряжения 1940
11.31 Защита реактивной мощности с контролем снижения напряжения.....1941
11.32 Защита от скачка вектора.....1943
11.33 Защита от постоянного тока/постоянного напряжения.....1944
11.34 Защита по частоте f>.....1945
11.35 Защита минимальной частоты..... 1946
11.36 Защита по скорости изменения частоты.....1947
11.37 Защита от ненормальной частоты.....1949
11.38 Мгновенное отключение при включении на КЗ 1950
11.39 Автоматическая частотная разгрузка.....1951
11.40 Защита от перевозбуждения..... 1953
11.41 Защита от потери возбуждения.....1955
11.42 Защита ротора от замыканий на землю ($I_{рот3З}$>, ф-ция).....1956
11.43 Защита ротора от замыканий на землю ($R_{3З}$<, ф-ция)..... 1957
11.44 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц).....1959
11.45 Внешний пуск на отключение 1960
11.46 Защита от асинхронного хода 1961
11.47 Обнаружение броска тока намагничивания.....1962
11.48 Мгновенное отключение при больших токах..... 1963
11.49 Контроль времени пуска двигателей..... 1964
11.50 Запрет повторного пуска двигателя 1966
11.51 Трехфазная защита по мощности (P, Q).....1967
11.52 Функция отделения электростанции.....1968
11.53 Защита обратной последовательности.....1970
11.53.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени..... 1970
11.53.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени..... 1971
11.54 Направленная защита от несимметричной нагрузки (защита по обратной последовательности) с независимой выдержкой времени.....1974
11.55 Защита от несимметричной нагрузки..... 1976
11.56 Защита от блокировки ротора.....1978
11.57 Защита от реверса мощности.....1979
11.58 Защита от паразитного тока по валу..... 1980
11.59 Защита от непреднамеренного включения..... 1981
11.60 Защита от межвиткового замыкания.....1982
11.61 Функция УРОВ 1983
11.62 Защита от дуговых перекрытий выключателя..... 1985

11.63 Трехфазная защита от тепловой перегрузки – Расширенная....1986
11.64 Защита от тепловой перегрузки ротора....1990
11.65 Защита от термической перегрузки, определяемая пользователем характеристика1991
11.66 Защита от перегрузки обмотки возбуждения....1992
11.67 Защита от тепловой перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды....1994
11.68 Защита от тепловой перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды....1996
11.69 Функциональная группа «Аналоговые блоки»....1998
11.70 Мониторинг температуры....1999
11.71 Расчет наиболее нагретой точки....2000
11.72 Дуговая защита....2002
11.73 Функция контроля синхронизма....2003
11.74 Обнаружение броска тока намагничивания....2006
11.75 Контроль цепи отключения....2007
11.76 Контроль аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов....2008
11.77 Обнаружение неисправности цепей напряжения....2009
11.78 Автоматический выключатель трансформатора напряжения....2011
11.79 Мониторинг сравнения напряжения....2012
11.80 Рабочая измеряемая величина и статистические значения....2013
11.81 Величины энергии....2017
11.82 Устройство измерения параметров синхронных векторов....2018
11.83 CFC....2019

A Приложение....2023
A.1 Конфигуратор заказа и опции заказа....2024
A.2 Заказ аксессуаров....2025
A.3 Принятые обозначения (по тексту и на схемах)....2027
A.4 Доступные функции защиты и управления в функциональных группах защиты генератора....2030
A.5 Стандартный вариант для 7UM85....2034
A.6 Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты трансформатора (фазный ТТ и трансформатор нейтрали)....2037
A.7 Требования к трансформатору тока для дифференциальной защиты генератора (фазный ТТ)....2040
A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока....2043
A.9 Примеры подключения трансформаторов напряжения для модульных устройств....2049
A.10 Примеры подключения генераторов....2055
A.11 Предварительная маршрутизация основных компонентов генератора....2063

Словарь терминов....2065

Алфавитный указатель....2085

1 Введение

1.1	Общие данные	46
1.2	Характеристики семейства SIPROTEC 5	48

1.1 Общие данные

Цифровые многофункциональные устройства защиты и управления присоединением серии SIPROTEC 5 оборудованы мощным микропроцессором. В результате, все задачи, начиная от выполнения измерений и до выдачи команд управления на выключатель, выполняются цифровым способом.

Аналоговые входы

Измерительные входы преобразуют значения токов и напряжений, переданные измерительными трансформаторами, и адаптируют их для внутренней обработки на уровне устройства. В каждом устройстве SIPROTEC 5 имеется трансформатор тока. Кроме того, такое устройство, в зависимости от типа, может комплектоваться трансформатором напряжения. Токовые входы предназначены для измерения фазных токов и тока утечки на землю. Измерение тока утечки на землю может выполняться с высокой чувствительностью с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Также предусмотрена возможность измерения фазных токов с высокой чувствительностью, необходимая для особо точных измерений. Входы напряжения предназначены для получения сигнала измерительного напряжения для тех функций устройства, в которых нужны измеренные значения тока и напряжения.

Для последующей обработки аналоговые величины оцифровываются внутренним микропроцессором.

Микропроцессорная система

Все функции устройства обрабатываются микропроцессорной системой.

Обработка включает следующие операции:

- Фильтрация и подготовка измеряемых величин к обработке
- Постоянный контроль измеряемых величин
- Контроль условий срабатывания для каждой функции защиты
- Опрос пороговых величин и согласование времен
- Обработка сигналов для функций логического управления
- Принятие решений о выдаче команд на отключение и включение
- Хранение сообщений, данных повреждений и величин при повреждениях для последующего анализа
- Управление операционной системой и связанными функциями, такими как хранение данных, часы реального времени, обмен данными, интерфейсы, т.п.
- Обмен данными с внешними устройствами

Дискретные входы и выходы

Устройство получает информацию от системы или других устройств (например, команды блокировки) с помощью дискретных входов и выходов. Наиболее важные выходные сигналы представляют собой команды для коммутационных аппаратов, а также сигналы о появлении новых событий и изменении состояний.

Элементы лицевой панели устройства

В устройствах со встроенной или съемной панелью оператора информация о функционировании устройства, данные о событиях и состояниях, а также результаты измерений отображаются с помощью светодиодов и жидкокристаллического дисплея (ЖКД), находящихся в передней части. Встроенная клавиатура и ЖКД обеспечивают возможность управления устройством на месте эксплуатации. Оператор может вызвать на экран любую информацию, связанную с устройством, например, уставки, данные об эксплуатационных режимах или неисправностях, а также измеренные значения. Кроме того, с помощью расположенного на устройстве интерфейса пользователя можно управлять оборудованием системы.

Последовательные интерфейсы

Последовательный интерфейс на передней панели устройства обеспечивает локальную связь с персональным компьютером (ПК) с установленной управляющей программой DIGSI. С ее помощью можно настраивать все функции устройства. Дополнительные интерфейсы на задней панели позволяют реализовать обмен данными с помощью различных протоколов связи.

Электропитание

Отдельные функциональные блоки устройства питаются от внутреннего источника питания. Кратковременные перерывы напряжения питания, которые могут происходить при коротких замыканиях в системе питания, обычно сглаживаются за счет наличия конденсатора (см. раздел "Технические данные").

1.2 Характеристики семейства SIPROTEC 5

Семейство SIPROTEC 5 включает в себя компактные устройства на уровне присоединения, которые могут устанавливаться непосредственно в ячейки распределительных устройств среднего и высокого напряжения. Устройства сочетают в себе обширную библиотеку функций защиты и управления.

Основные свойства

- Мощный микропроцессор
- Полностью цифровая обработка измеряемых величин и выполнение функций управления, начиная от измерения и преобразования измеренных величин и до выдачи команд отключения и включения на выключатель
- Полная и надежная гальваническая развязка между внутренними рабочими цепями устройства и внешними цепями измерения, управления и питания обеспечивается благодаря конструкции аналоговых входных трансформаторов, дискретных входов и выходов, и преобразователей постоянного и переменного токов
- Удобство эксплуатации с помощью встроенной панели оператора с дисплеем либо с помощью подключенного ПК с интерфейсом пользователя
- Постоянное отображение величин измерения и учета на лицевой панели
- Хранение минимальных / максимальных измеренных значений (функция "slave pointer") и средних значений за длительный период
- Хранение сообщений о повреждениях в системе с метками времени и мгновенными значениями для осциллографирования повреждений
- Непрерывный контроль измеряемых величин, а также аппаратного и программного обеспечения устройства
- Возможность обмена данными с устройствами управления и хранения через интерфейсы связи
- Встроенные часы с возможностью синхронизации, с батареей питания

Модульная конструкция

Модульная конструкция устройств серии SIPROTEC 5 обеспечивает согласованность и целостность всех функциональных возможностей всей серии устройств. Наиболее важные характеристики:

- Модульная структура аппаратного и программного обеспечения и коммуникации.
- Объединение различных функций, таких как защита, управление и регистрация повреждений.
- Однотипность модулей расширения и обмена данными для всех устройств семейства.
- Инновационная технология, обеспечивающая легкость сборки терминала, взаимозаменяемость и наивысшую степень безопасности.
- Одни и те же функции могут быть сконфигурированы отдельно для всей серии устройств.
- Возможность выполнения обновления в любое время посредством библиотек.
- Открытая, масштабируемая архитектура для интеграции в системы ИТ и добавления новых функций.
- Многоуровневые механизмы безопасности во всех звеньях цепи безопасности.
- Процедуры самодиагностики для поиска и отображения неисправностей устройства.
- Автоматическая регистрация попыток доступа и критических с точки зрения безопасности операций с устройством и системой.

Резервные каналы связи

Устройства семейства SIPROTEC 5 поддерживают полное резервирование связи:

- Несколько резервных интерфейсов обмена данными
- Возможность применения резервных и независимых протоколов обмена данными с центрами управления (МЭК 60870-5-103 и МЭК 61850 с резервированием или без резервирования)
- Резервирование каналов синхронизации времени (таких как IRIG-B, SNTP или IEEE 1588)

2 Базовая структура функции

2.1	Реализация функций в устройствах	52
2.2	Настройка шаблонов применения/функциональная область	59
2.3	Управление функциями	61
2.4	Текстовая структура и идентификационный номер уставок и сообщений	65

2.1 Реализация функций в устройствах

Общие данные

Устройства серии SIPROTEC 5 обеспечивают большую гибкость в работе с функциями. Функции могут быть загружены в устройство по отдельности. Кроме того, имеется возможность копировать функции внутри устройства или между устройствами. Необходимая интеграция функций в устройство проиллюстрирована следующим примером.



ПРИМЕЧАНИЕ

Доступность конкретных уставок и параметров настройки зависит от типа устройства и функций, доступных в устройстве!

ПРИМЕР

В качестве примера служит применение устройства дистанционной защиты 7SA86 в полуторной схеме. Для реализации необходимы следующие функции защиты (упрощенный и сокращенный список):

- Дистанционная защита (21)
- Фазная МТЗ (51)
- УРОВ (50BF), для выключателей 1 и 2
- Базовые функции (обработка отключения и т.д.)

Для каждого устройства семейства существует несколько заранее заданных наборов функций, привязанных к определенным шаблонам применения. Заранее заданный набор функций называется **шаблоном применения**. Существующие шаблоны применения автоматически доступны для выбора в библиотеках при создании нового устройства в программе DIGSI 5.

ПРИМЕР

При создании устройства в программе DIGSI 5 вы должны выбрать соответствующий шаблон применения. В примере выбран шаблон применения **ДЗ воздушной линии, системы с глухозаземленной нейтралью, полуторная схема**. Данный шаблон применения охватывает весь необходимый объем функций. Выбор данного шаблона применения определяет объем предварительно заданных функций. При необходимости он может быть изменен (см. раздел *2.2 Настройка шаблонов применения/функциональная область*).

Функциональные группы (ФГ)

Функции объединены в функциональные группы. Это облегчает работу с функциями (добавление и копирование). Функциональные группы назначаются таким основным объектам, как линия, трансформатор или выключатель.

Функциональные группы объединяют функции относительно следующих основных задач:

- Назначение функций на трансформаторы тока и/или напряжения (привязка функций к точкам измерения и, таким образом, к защищаемым объектам)
- Обмен информацией между функциональными группами

Когда функция копируется в функциональную группу, она автоматически начинает работать с точками измерения, заданными для данной ФГ. Также ее выходные сигналы автоматически включаются в настроенные интерфейсы ФГ.

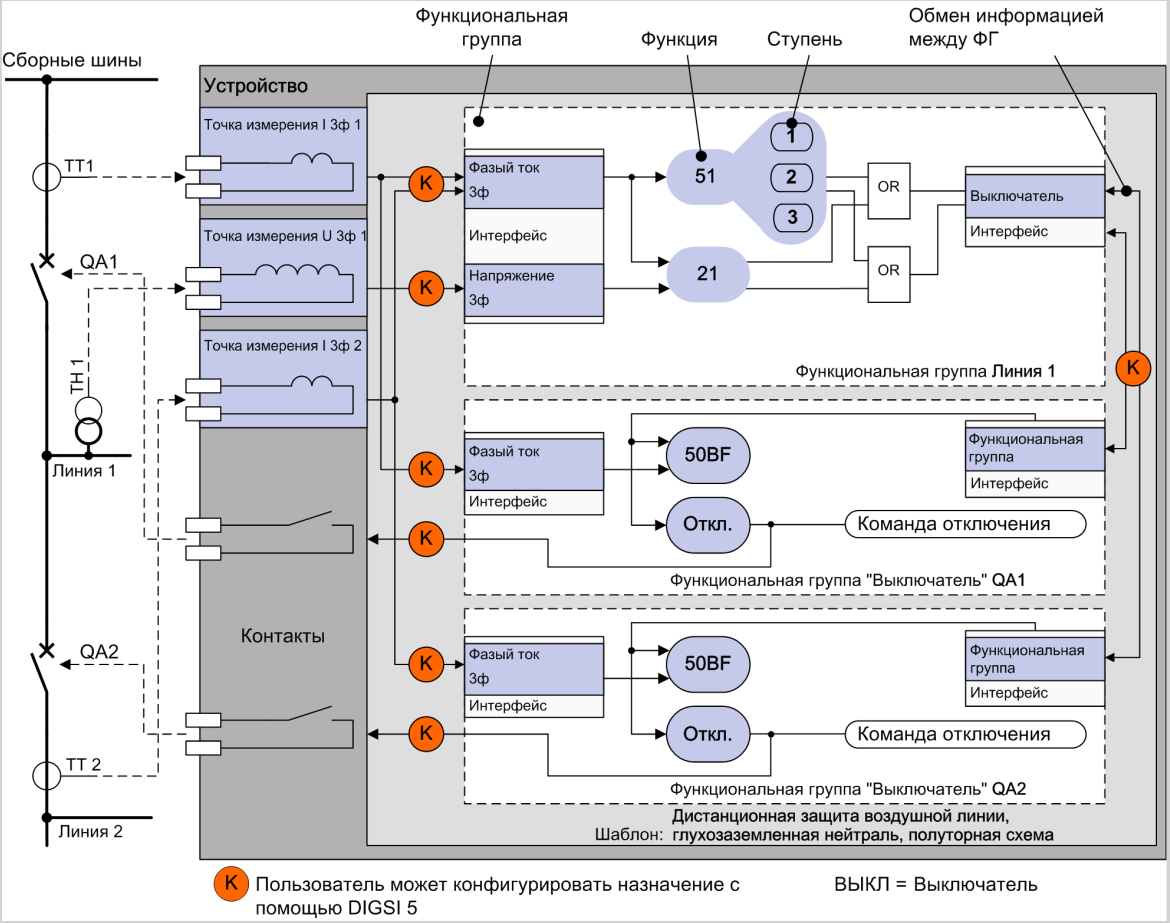
Количество и тип функциональных групп отличается в соответствующих шаблонах применения, в зависимости от типа устройства и применения. Вы можете добавлять, копировать или даже удалять функциональные группы для конкретных применений. Вы также можете адаптировать объем функций внутри функциональной группы в соответствии с применением. Подробную информацию об этом можно найти в онлайн-справке программы DIGSI 5.

ПРИМЕР

Выбранный шаблон применения **ДЗ воздушной линии, системы с глухозаземленной нейтралью, полуторная схема** содержат три функциональные группы:

- Функциональная группа защиты **Линия 1**
- Функциональная группа выключателя **QA 1**
- Функциональная группа выключателя **QA 2**

На рисунке ниже приведена реализация функций с помощью функциональных групп.



[dweifkfg-021012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-1 Реализация функций с помощью функциональных групп

В зависимости от типа устройства выделяются следующие типы функциональных групп:

- Функциональные группы защиты
- Функциональные группы Выключатель

Функциональные группы защит объединяют те функции, которые назначены на один защищаемый объект – например линию, трансформатор или систему шин. В зависимости от типа устройства и свойств защищаемого объекта, имеются различные типы функциональных групп защиты (линия, 3-фазное напряжение/ток, трансформатор, двигатель и т.д.).

Функциональные группы выключателя объединяют функции, которые назначены на местные выключатели – например, выключатели и разъединители (такие, как обработка отключения, УРОВ).

Количество и тип функциональных групп отличается в соответствующих шаблонах применения, в зависимости от типа устройства и применения. Вы можете добавлять, копировать или даже удалять функциональные группы для конкретных применений. Вы также можете адаптировать объем функций

внутри функциональной группы в соответствии с применением. Подробную информацию об этом можно найти в онлайн-справке программы DIGSI 5.

Интерфейс между функциональной группой и точкой измерения

Функциональные группы получают величины тока и напряжения, измеряемые трансформаторами в точках измерения. Для этого функциональные группы подключены к одной или нескольким точкам измерения.

Количество точек измерения и привязка функциональных групп к точкам измерения задаются выбором шаблона применения в соответствии с конкретным применением. Таким образом, задается какая точка (точки) измерения и соответствующие измеряемые величины должны использоваться функцией в пределах функциональной группы.

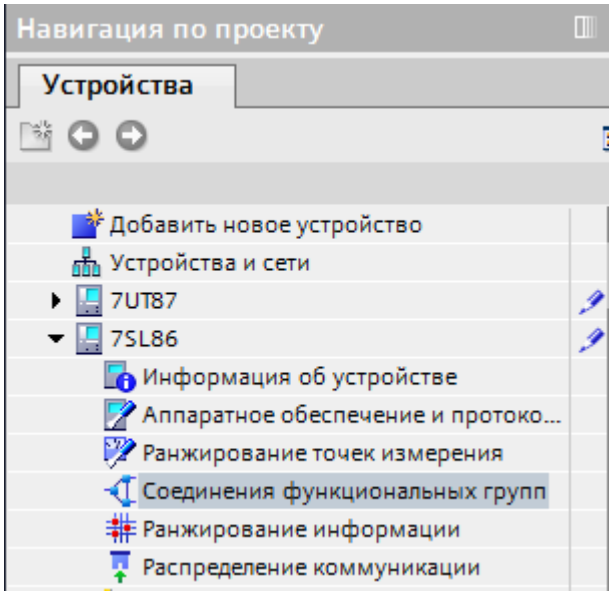
ПРИМЕР

Точки измерения в шаблоне применения *Рисунок 2-1* назначаются функциональным группам следующим образом:

- Функциональная группа защиты **Линия** назначается точкам измерения **I 3ф 1**, **I 3ф 2** и **U 3ф 1**. Поэтому функциональная группа получает измеряемые значения от трансформаторов тока 1 и 2, а также от трансформатора напряжения 1. Токи точек измерения **I 3ф 1** и **I 3ф 2** суммируются геометрически для использования в защите линии.
- Функциональная группа выключателя **QA1** назначается на точку измерения **I 3ф 1** и получает измеренные значения от трансформатора тока 1.
- Функциональная группа выключателя **QA2** назначается на точку измерения **I 3ф 2** и получает измеренные значения от трансформатора тока 2.

Пользователь может менять назначения, если это необходимо, то есть функциональные группы могут быть назначены на любую из точек измерения устройства.

Для проверки или изменения назначения точек измерения на функциональные группы, выполните двойной щелчок мышкой на разделе **Соединения функциональных групп** в структуре проекта в программе DIGSI 5.



[scfgverb-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2-2 Структура проекта в программе DIGSI 5 (подробно)

Окно ранжирования точек измерения открывается в рабочей области (см. следующий рисунок, не соответствует примеру).

Соединить точки измерения с функциональной группой

	Линия 1		Выключатель 1	
Точка измерения	U 3ф.	Iлин. 3ф	U	I 3ф
(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)
Точка измер. U 3ф 1[Код 3]	X		X	
Точка измер. I 3ф 1[Код 1]		X		X

[scmscofg-180311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-3 Привязка точек измерения к функциональной группе

Интерфейс между функциональными группами защиты и выключателя

Функциональная(ые) группа(ы) защиты подключены к одной или нескольким функциональным группам выключателя. Данное подключение определяет:

- Какой выключатель(и) отключается при действии функций защит ФГ защиты.
- Пуск функции **УРОВ** (если она имеется в функциональной группе Выключатель) от функций защит подключенной функциональной группы защиты
- Пуск функции **АПВ** (АПВ, если она доступна в функциональной группе Выключатель) через защитные функции подключенной функциональной группы защиты

Кроме привязки функциональных(ой) групп(ы) защиты к функциональным группам выключателей, вы также можете подробно настроить взаимодействие функций защит и выключателя. Подробную информацию об этом можно найти в разделе ниже. На *Рисунок 2-6* показано, как найти подробную настройку. *Рисунок 2-7* подробно описывает возможные назначения.

Данные назначения также задаются для конкретных применений с помощью выбранного шаблона применения.

ПРИМЕР

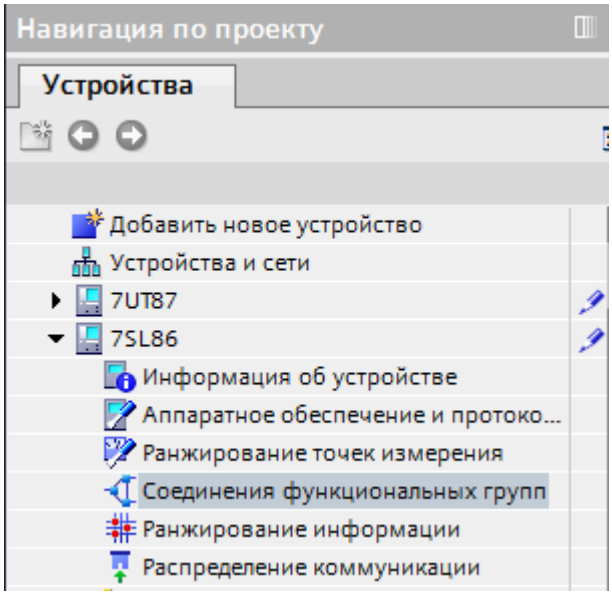
Связь функциональных групп в примере показана на *Рисунок 2-1*:

Функциональная группа защиты **Линия** соединена с обеими функциональными группами выключателя **QA1** и **QA2**.

Это означает, что сообщение о срабатывании **Дистанционной защиты** создает команду отключения в обеих функциональных группах выключателя, управляя, таким образом, обоими выключателями. Функция **УРОВ** обеих функциональных групп выключателя **QA1** и **QA2** также запускается, если сконфигурирована.

Пользователь может менять данную связь по мере необходимости, то есть функциональные группы защиты могут быть назначены на любые функциональные группы выключателя.

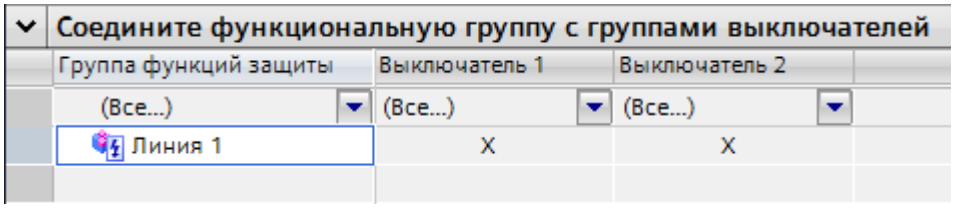
Для того чтобы проверить или изменить привязку функциональной группы защиты к функциональной группе выключателя, необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на пункте **Соединения функциональной группы** в дереве проекта DIGSI 5 → **Имя устройства** (см. следующий рисунок).



[scfgverb-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2-4 Структура проекта в программе DIGSI 5 (подробно)

Окно для соединения функциональных групп открывается в рабочей области (см. следующий рисунок).

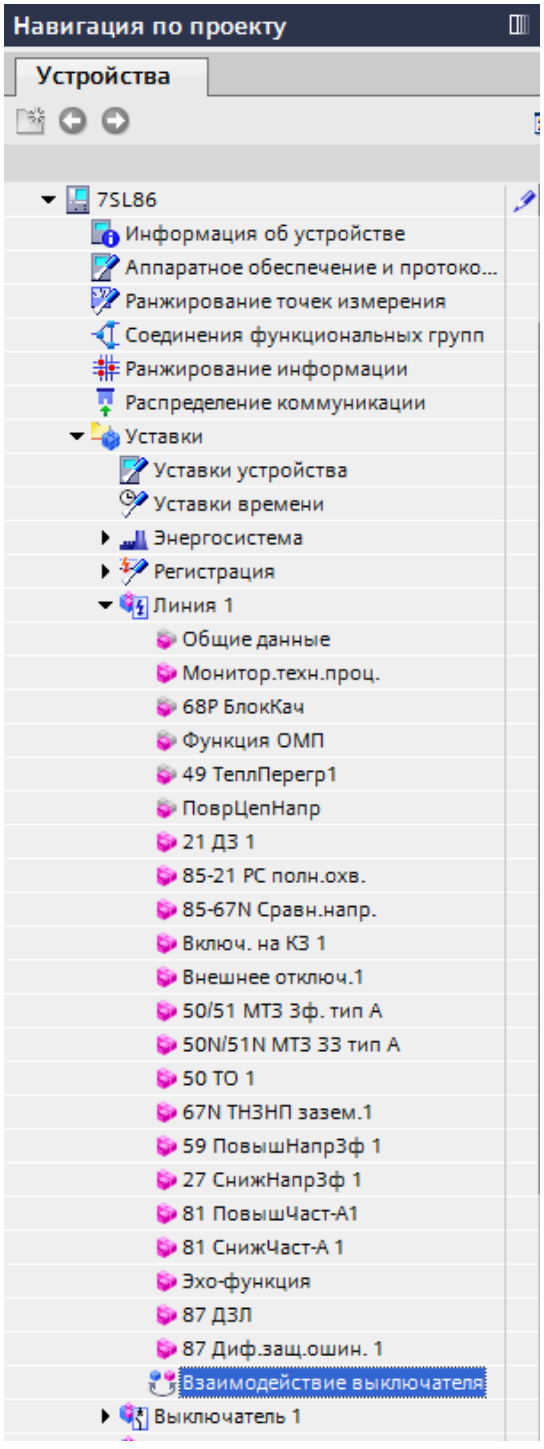


[scfgcols-220211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-5 Соединение функциональной группы защиты с функциональной группой выключателя

Кроме привязки функциональных(ой) групп(ы) защиты к функциональным группам выключателей, вы также можете подробно настроить взаимодействие функций защит и выключателя. Выполните следующее:

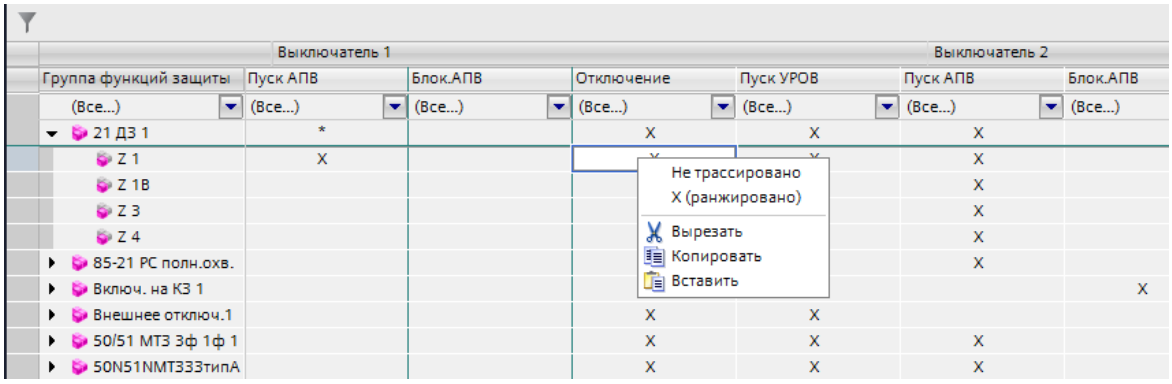
- Откройте каталог устройства серии SIPROTEC 5 в структуре проекта в программе DIGSI 5.
- Откройте каталог уставок функции в структуре проекта в программе DIGSI 5.
- Откройте соответствующую функциональную группу в структуре проекта в программе DIGSI 5, например, **Линия 1** (см. следующий рисунок)



[sclsinta-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2-6 Структура проекта в программе DIGSI 5 (подробно)

- Дважды щелкните кнопкой мыши по разделу **Взаимодействие выключателя** (см. *Рисунок 2-6*).
- В рабочей области откроется окно подробной настройки интерфейса между функциональной группой защиты и функциональной группой (функциональными группами) **Выключатель**.
- На этом экране настройте интерфейс с помощью контекстного меню (правая кнопка мышки), см. *Рисунок 2-7*.



[scdetail-220211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-7 Подробная настройка интерфейса между функциональной группой защиты и функциональными группами выключателя

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие из защитных функций активируют функцию АПВ.
- Какие функции защиты блокируют функцию АПВ.
- Какие функции защиты запускают функцию УРОВ

Функции (ФН), ступени отключения/функциональные блоки (ФБ)

Как уже показано в , функции назначаются на защищаемые объекты или другие основные объекты с помощью функциональных групп.

Функции могут быть разделены на функциональные блоки. Например, функции защиты часто содержат несколько ступеней (например, функция МТЗ). Другие функции могут содержать один или больше функциональных блоков.

ПРИМЕР

Как видно из *Рисунок 2-1*, **МТЗ, фазная** (51) имеет 3 ступени. Количество ступеней **Дистанционной защиты** не показано.

Каждой ступени, каждому функциональному блоку и каждой функции (без ступеней/функциональных блоков) могут быть отдельно заданы определенные режимы работы (например, введено/выведено). Это называется управлением функцией и объясняется в главе *2.3 Управление функциями*.

Чтобы настроить функционирование для определенного применения, можно добавлять, копировать и удалять функции, ступени отключения и функциональные блоки (см. главу *2.2 Настройка шаблонов применения/функциональная область*).

2.2 Настройка шаблонов применения/функциональная область

Шаблоны применения

Шаблон применения определяет заранее заданный объем функций устройства для конкретного сценария использования. Для каждого типа устройства заранее задано определенное количество шаблонов применения. При формировании нового устройства программа DIGSI 5 автоматически предлагает выбрать шаблон применения. Доступные шаблоны применения с соответствующим объемом функций более подробно описаны в разделе *4 Применения*.

Выбор шаблона применения предварительно задает, какие функциональные группы и функции доступны в устройстве (см. также *Рисунок 2-1* в разделе *2.1 Реализация функций в устройствах*).

Вы можете откорректировать объем функций под требования вашего применения.

Корректировка набора функций

При необходимости возможна корректировка набора функций для выбранного шаблона применения. Вы можете добавлять, копировать или удалять функции, ступени отключения, функциональные блоки или целые функциональные группы.

В структуре проекта в программе DIGSI 5 это можно сделать с помощью следующих редакторов:

- Однолинейная конфигурация
- Ранжирование информации
- Уставки

Для корректировки набора функций компания Siemens рекомендует использовать редактор **Однолинейной конфигурации**.

Сначала добавьте необходимые функции из глобальной библиотеки DIGSI 5. После этого становятся доступны уставки по умолчанию добавленных функций. Вы можете копировать функции внутри устройства, а также между устройствами. При копировании функций также копируются уставки и ранжирование.



ПРИМЕЧАНИЕ

При удалении настроенной функциональной группы, функции или ступени защиты из устройства, все уставки и ранжирование будут потеряны. Функциональная группа, функция или ступень могут быть добавлены снова, но при этом они будут активированы с уставками по умолчанию.

В большинстве случаев корректировка набора функций состоит в добавлении и удалении функций, ступеней и функциональных блоков. Как было описано выше, функции, ступени и функциональные блоки автоматически подключаются к точкам измерения, назначенным на функциональную группу.

В некоторых случаях может быть необходимо добавить функциональную группу защиты или выключателя. Эти новые добавленные функциональные группы не содержат функций (защиты). Вам необходимо загрузить функции (защиты), необходимые для Вашего применения, отдельно. Также необходимо подключить функциональную группу защиты или выключателя к одной или более точке измерения (см. главу *2.1 Реализация функций в устройствах*). Необходимо подключить новые добавленные функциональные группы защит к функциональной группе выключателя (см. главу *2.1 Реализация функций в устройствах*).

Может быть добавлено ограниченное количество функций, ступеней, функциональных блоков и функциональных групп. Максимальное количество можно найти в описании соответствующей функции и функциональной группы.

Функциональные единицы

К некоторым функциям устройства привязывается определенное количество используемых ими функциональных единиц. Более подробная информация приведена в описании шаблонов применения, в главе *4 Применения*.

Устройство поставляется с определенным доступным для использования количеством функциональных единиц. Функции, использующие функциональные единицы, могут загружаться только в

пределах доступного количества функциональных единиц. Функции не могут быть загружены в устройство, если требуемое количество необходимых функциональных единиц превышает значение доступных. В данном случае необходимо либо удалить некоторые функции, либо увеличить доступный кредит функциональных единиц.

Для добавления дополнительных ступеней в функции функциональные единицы не требуются.

Увеличение доступного количества функциональных единиц

Возможно дозаказать дополнительное количество функциональных единиц в случае, если доступного объема недостаточно для реализации проекта.

Выполните следующее:

- Определите необходимое количество функциональных единиц, например, с помощью программы DIGSI 5 или Конфигуратора SIPROTEC 5.
- Закажите дополнительные функциональные блоки у своего местного дистрибьютора или на веб-сайте *http://www.energy.siemens.com*.
- Компания Siemens предоставит подписанный ключом безопасности лицензионный файл для устройства либо по электронной почте, либо в виде ссылки для скачивания.
- Для загрузки лицензионного файла в устройство используйте программу DIGSI 5. Данная процедура описана в интерактивной справке программы DIGSI 5.

2.3 Управление функциями

Управление функциями используется для:

- Функций, которые не содержат ступеней или функциональных блоков
- Ступеней внутри функций
- Функциональных блоков внутри функций

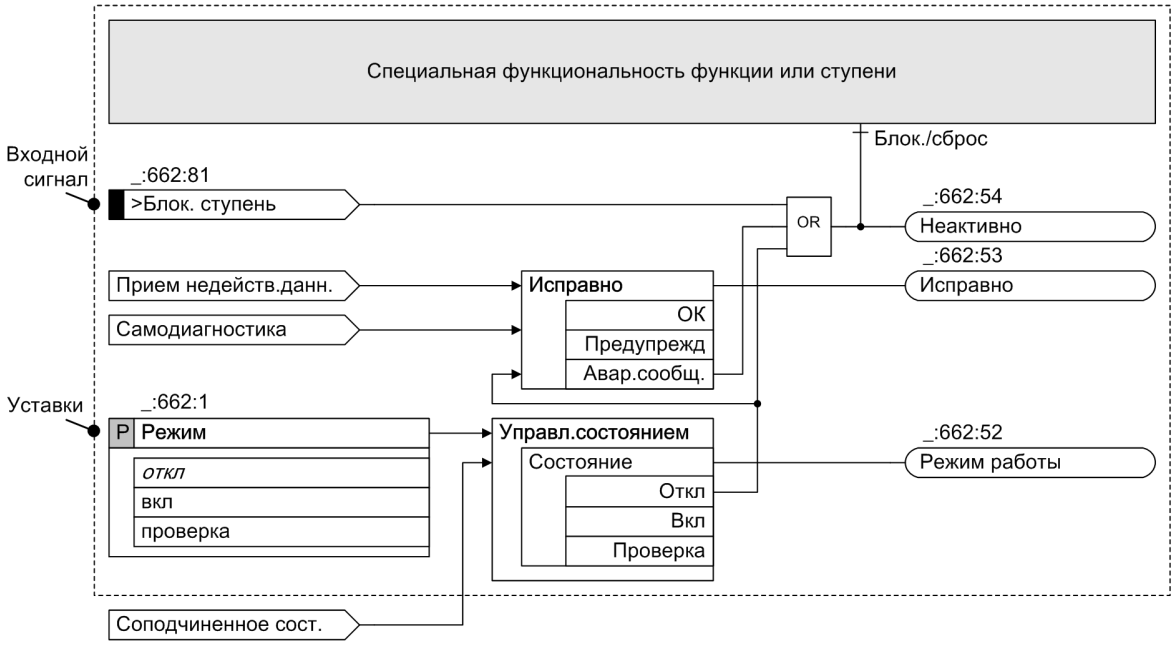
ПРИМЕЧАНИЕ

Описание **функций** и **управления функциями** будет приведено далее. Описание также распространяется на управление ступенями и функциональными блоками.

Функции могут быть включены на различные режимы работы. Вы можете использовать параметр **Режим**, чтобы определить, будет ли функция находится в работе (***вкл***) или нет (***откл***). Кроме того, вы можете временно заблокировать функцию или переключить ее в тестовый режим для ввода в эксплуатацию (параметр **Режим** = ***проверка***).

Функции показывают текущее состояние, например *Авар. сообщ.* – с помощью сигнала *Исправно*.

Ниже описываются различные режимы работы и процесс перевода функции в эти режимы. Управление функциями показано на *Рисунок 2-8*. Оно стандартно для всех функций. Поэтому управление не рассматривается в описаниях самих функций.



[losteurg-040411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-8 Общее управление функцией

Управление состоянием

Вы можете управлять режимом работы функции с помощью параметра **Режим** и **соподчиненных состояний**.

Вы можете установить определенное состояние функции с помощью параметра **Режим**. Режим работы функции может быть задан в виде ***вкл***, ***откл*** и ***проверка***. Принцип работы описан в *Таблица 2-2*. Вы можете определить уставку **Режим** через:

- DIGSI 5
- Меню устройства
- Протоколы связи с АСУ ТП (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103)

Возможность корректировки **соподчиненного состояния** ограничена. С целью проведения испытаний все устройство может быть переведено в режим тестирования.

В следующей таблице показано, как уставка **Режим** и соподчиненные состояния влияют на состояние функции.

Таблица 2-1 Итоговое состояние функции (от взаимодействия уставок Режим и Соподчиненное состояние)

Входы		**Состояние функции**
Уставка режима (функции)	**Соподчиненное состояние**	
Выкл.	Любое	Выкл.
Любое	Выкл.	Выкл.
Вкл.	Вкл.	Вкл.
Вкл.	Проверка	Проверка
Проверка	Вкл.	Проверка
Проверка	Проверка	Проверка

В следующей таблице показаны возможные состояния функции:

Таблица 2-2 Возможные состояния функции

Состояние функции	**Пояснения**
Вкл.	Функция введена и работает, как задано. Предпосылкой является то, что функция находится в состоянии исправности ***OK***
Выкл.	Функция выведена из работы. Она не создает каких-либо данных. Отключенная функция всегда имеет значение состояния исправности ***OK***.

<table>
<tr><th>Состояние функции</th><th colspan="2">Пояснения</th></tr>
<tr><td>Проверка</td><td colspan="2">Функция работает в режиме тестирования. Данное состояние помогает при вводе устройства в работу. Вся выходная информация функции (сообщения и, при наличии, измеренные значения) передается с тестовым битом. Данный тестовый бит влияет на дальнейшую обработку информации, в зависимости от адресата.
Тем самым, среди прочего имеется возможность реализовать блокировку командного реле, известную по серии SIPROTEC 4.</td></tr>
<tr><td></td><td>Адресат информации</td><td>Обработка</td></tr>
<tr><td></td><td>Журнал</td><td>Сообщение помечено в журнале как Проверка.</td></tr>
<tr><td></td><td>Контакт</td><td>Сигналы, ранжированные на контакт, не приведут к его срабатыванию.</td></tr>
<tr><td></td><td>Светодиод (СИД)</td><td>Сигналы, ранжированные на СИД, приведут к срабатыванию СИДов (обычная обработка)</td></tr>
<tr><td></td><td>CFC</td><td>Поведение зависит от состояния блок-схемы CFC.
Сама блок-схема CFC не находится в тестовом режиме:
Схема CFC не срабатывает при смене состояния сигналов с заданным тестовым битом. Изначальное состояние данных (состояние перед заданием тестового бита) не обрабатывается во время выполнения блок-схемы CFC.
Сама блок-схема CFC находится в тестовом режиме:
Блок-схема CFC продолжает нормальную обработку данных (сигналов или измеренных значений). Выходные данные CFC снабжаются тестовым битом. Значения в этой таблице применяются к их непрерывной обработке.
Блок-схема CFC может быть переведена в режим тестирования только путем перевода всего устройства в режим тестирования.</td></tr>
<tr><td></td><td>Протокол передачи данных</td><td>Сообщения и измеренные значения передаются с заданным тестовым битом при условии, что протокол поддерживает данную функцию.
Если объект передается как GOOSE-сообщение, то тестовый бит передается вместе с самим сообщением. Приемник GOOSE-сообщения автоматически уведомляется о тестовом режиме передатчика.
Если объект передается через интерфейс обмена данными защиты, тестовый бит не передается. Состояние Проверка также должно передаваться в качестве данных, чтобы данное состояние было учтено при применении на стороне приемника. Вы должны ранжировать сигнал Проверка в структуре проекта в программе DIGSI 5 → Устройство → Ранжирование связи.
Тестовый режим дифференциальной защиты выполняется отдельно.</td></tr>
</table>

Сигнал статуса исправности

Сигнал о исправности функции предоставляет информацию о способности функции выполнять свои задачи. Если функция исправна, то выдается сигнал состояния *ok*. В случае ограниченной функциональности или неисправности или проблем внутри устройства, выдается сигнал - *предупрежд.* (при ограниченной функциональности) или *Авар. сообщ.* (при неисправности устройства).

Функция внутренней самодиагностики может вызывать сигнал исправности — *Авар. сообщ.* (см. главу *8 Функции контроля*). Если функция находится в состоянии *Авар. сообщ.*, то данная функция больше неактивна (выдается сообщение *Неактивно*).

Только некоторые функции могут переводить сообщение Исправно состояния *предупрежд*. Состояние исправности *предупрежд.* возникает при контроле определенной функции, причины возникновения предупреждения приводятся в описании самой функции. Если функция выдает сообщение *предупрежд.*, она остается активной, то есть может продолжать работать с ограничением функциональности, а также может работать на отключение (в случае функции защиты).

Неактивно

Сообщением *Неактивно* указывается, что функция в текущий момент не работает. Сообщение *Неактивно* выдается в следующих случаях:

- Функция отключена
- Функция находится в состоянии исправности *Авар. сообщ.*
- Функция блокирована входным сигналом (см. *Рисунок 2-8*)
- Все этапы функции защиты отключены через элемент управления *Включить защиту* (состояние = ложь). Выдается сообщение *Защита выведена*.

Блокировка срабатывания функции на отключение; отсутствие запуска регистрации аварийных событий при пуске функции

С помощью уставки **`Блок. Сраб. Откл. и регистр. авар. соб`** определите, работает ли функция в качестве функции защиты или как функция мониторинга. Кроме того, данную уставку можно использовать для определения типа и объема регистрации (см. следующую таблицу)

Значение параметра	Описание
Нет	Функция работает как функция защиты. Она выдает команду отключения и запускает регистрацию аварийных событий при пуске. Запускается осциллограф, при неисправности функции сообщения записываются в буфер неисправностей.
Да	Функция работает, как функция мониторинга. Логика работает в нормальном режиме, но не выдает команду отключения. Сообщения об истечении выдержки времени продолжают создаваться и могут быть обработаны при необходимости. При пуске функции процесс записи осциллограмм не начинается.

2.4 Текстовая структура и идентификационный номер уставок и сообщений

Всем параметрам и всем сигналам присвоены уникальные справочные номера для устройств SIPROTEC 5. Идентификационный номер дает четкую связь, например, между сообщением в буфере устройства и соответствующим описанием в руководстве пользователя. Вы можете найти идентификационные номера в данном документе, например, в указаниях по применению и уставкам, на логических схемах и в списках уставок и сообщений.

Чтобы сформировать уникальные текстовые и идентификационные номера, функциональная группа, функция, функциональный блок/ступень и сообщение или уставка имеют имя и номер. Это означает, что создан структурированный текст и номера.

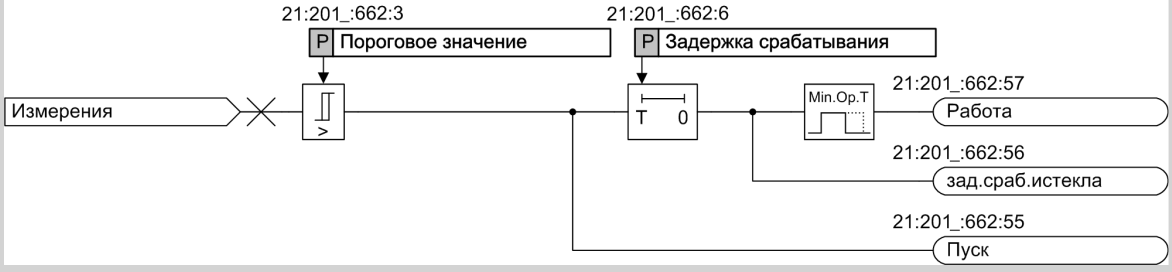
Иерархическая структура текста и идентификационных номеров выглядит, как уже показано в *Рисунок 2-1*.

- Функциональная группа:Функция:Ступень/функциональный блок:Сообщение
- Функциональная группа:Функция:Ступень/функциональный блок:Параметр

Двоеточие служит элементом структуры для разделения иерархических уровней. В зависимости от функциональности, не все иерархические уровни всегда доступны. Функциональная группа и ступень/функциональный блок могут меняться. Поскольку функциональные группы, функции, а также функциональные блоки/ступени отключения одного и того же типа могут быть созданы несколько раз, то к этим элементам добавляют определенный номер экземпляра.

ПРИМЕР

Структура названия и идентификационного номера показана в функциональной группе защиты **Линия** в качестве примера уставки **Пороговое значение** и сообщения **Пуск** для 2-й ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени функции **Фазная МТЗ** (см. *Рисунок 2-9*). В устройстве имеется только одна функция и одна функциональная группа. Изображение ступени упрощено.



[lostuumz-180311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 2-9 Ступень функции фазной МТЗ (без представления управления ступенью)

В следующей таблице показаны названия и номера участвующих иерархических элементов:

	Имя	Номер типа	Номер экземпляра
Группа защитных функций	Линия	2	1
Функция	МТЗ 3ф	20	1
Ступень	МТЗ с независимой выдержкой времени	66	2
Уставки	Пороговое значение	3	–
Сообщение	Пуск	55	–

В результате номера экземпляров будут следующими:

- Функциональная группа: Линия **1**

  1 экземпляр, так как в устройстве имеется только одна функциональная группа **Линия**

- Функция: МТЗ 3ф **1**

  1 экземпляр, так как в функциональной группе **Линия** имеется только одна функциональная группа **МТЗ 3ф**

- Ступень: МТЗ с независимой выдержкой времени **2**

  2 экземпляра, поскольку в функции **МТЗ 3ф** имеется 2 ступени с независимой выдержкой времени (здесь 2-й экземпляр дается в качестве примера)

В результате получаются следующие названия и номера (включая номера экземпляров):

Параметр:	**Номер**
Линия 1:МТЗ 3ф 1:МТЗ с независимой выдержкой времени 2:Пороговое значение	21:201:662:3
Сообщение:	**Номер**
Линия 1:МТЗ 3ф 1:МТЗ с независимой выдержкой времени 2:Пуск	21:201:662:55

Структура упрощена соответственно для уставок и сообщений с меньшими уровнями иерархии.

3 Функции системы

3.1	Сообщения	68
3.2	Сбор данных измерения	98
3.3	Обработка показателей достоверности	100
3.4	Осциллографирование	119
3.5	Обмен данными защиты	127
3.6	Синхронизация даты и времени	164
3.7	Определяемые пользователем объекты	171
3.8	Прочие функции	179
3.9	Общие указания по заданию порогового значения защитных функций	192
3.10	Уставки устройства	201

3.1 Сообщения

3.1.1 Общие данные

Во время работы сообщения позволяют получить информацию о рабочем состоянии. Они включают в себя:

- Данные измерений
- Данные энергосистемы
- Контроль устройства
- Функции устройства
- Процедуры функций во время тестирования и наладки устройства

Кроме того, сообщения предоставляют обзор важных событий о повреждениях в системе. Все сообщения имеют присвоенную метку времени, указывающую на время их появления.

Сообщения сохраняются в журнале устройства и доступны для последующего анализа. Количество сообщений, сохраняемых в соответствующих журналах, различно (зависит от объема сообщений):

- Журнал сообщений о замыканиях на землю, 100 сообщений
- Журнал повреждений, 1000 сообщений
- Журнал, определяемый пользователем, 200 сообщений
- Журнал рабочих сообщений, 2000 сообщений
- Журнал пусков двигателей, 200 сообщений

Если исчерпана максимальная емкость журнала пользователя или журнала рабочих сообщений, то перед внесением новых сообщений самые старые значения удаляются. Если достигнута максимальная емкость журнала сообщений о повреждениях или журнала сообщений о замыканиях на землю, то номер последней неисправности сообщается с помощью сигнала **Журнал сообщений о повреждениях заполнен**. Прописать маршрут этого сигнала можно в Ранжировании информации. Если сообщения в Ранжировании информации DIGSI 5 направляются в журнал, то они также сохраняются. При неисправности источника питания записанные данные безопасно сохраняются благодаря буферной батарее или флэш-памяти. Пользователь может считать и проанализировать журнал с устройства с помощью DIGSI 5. Для чтения и анализа журналов сообщений на рабочем месте применяются кнопки навигации и дисплей.

Сообщения могут выводиться в любое подходящее время через интерфейсы связи устройства и через внешний запрос по общему опросу. В DIGSI 5 можно спонтанно отслеживать сообщения в режиме онлайн в специальном окне. Сообщения могут быть направлены в систему АСУ ТП с помощью распределения на различные коммуникационные интерфейсы.



ПРИМЕЧАНИЕ

Все сообщения назначаются в соответствии с определенными функциям устройства. Текст каждого сообщения содержит функциональное обозначение. Вы можете найти описание сообщения в соответствующей функции устройства. Тем не менее, вы также можете сами определить сообщения и сгруппировать их в свои собственные функциональные блоки. Это можно сделать с помощью дискретных входных сигналов или логики CFC.

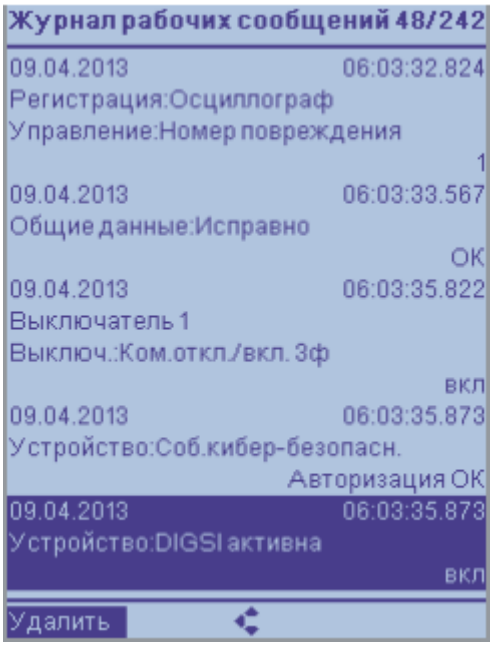
Просмотр сообщений

Чтобы увидеть сообщения, записанные вашим устройством SIPROTEC 5, необходимо использовать рабочую панель на рабочем месте устройства или компьютер, на котором вы установили DIGSI 5. Следующий раздел описывает основную процедуру.

3.1.2 Считывание сообщений с панели управления

Порядок действий

Меню журнала начинается с заголовка и двух чисел в правом верхнем углу дисплея. Число после косой черты обозначает количество доступных сообщений. Число перед косой чертой показывает, порядковый номер выбранного сообщения. В конце список сообщений заканчивается строкой ***END***



[scoprlog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-1 Отображение списка сообщений панели управления (пример: журнал рабочих сообщений)

Путь в меню	Журнал
Главное меню → Сообщения →	Журнал рабочих сообщений Журнал повреждений Журнал замыканий на землю Журнал изменения уставок Журнал пользователя 1 Журнал пользователя 2 Журнал пользователя пусков двигателей
Главное меню → Тестирование и диагностика → Сообщения →	Диагностика устройств Сообщения безопасности Сообщения связи

Чтобы получить доступ к нужному журналу из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.

✧ Перемещение по журналу обеспечивается с помощью навигационных клавиш (вверх/вниз). Текущее сообщение можно найти в верхней части списка. Выбранное сообщение будет выделено темным фоном.

То, какое сообщение может отображаться в выбранном журнале, зависит от назначений в матрице ранжирования данных DIGSI 5 или от ранее заданных параметров. Каждое сообщение содержит дату, время и состояние в виде дополнительной информации.

Более подробная информация об этих функциональных возможностях приведена в главе *3.1.5.1 Общие данные*.

В некоторых журналах можно полностью удалить список сообщений. Информация об этом приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.



ПРИМЕЧАНИЕ

Для считывания сообщений из устройства пароль вводить не нужно.

3.1.3 Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

Порядок действий

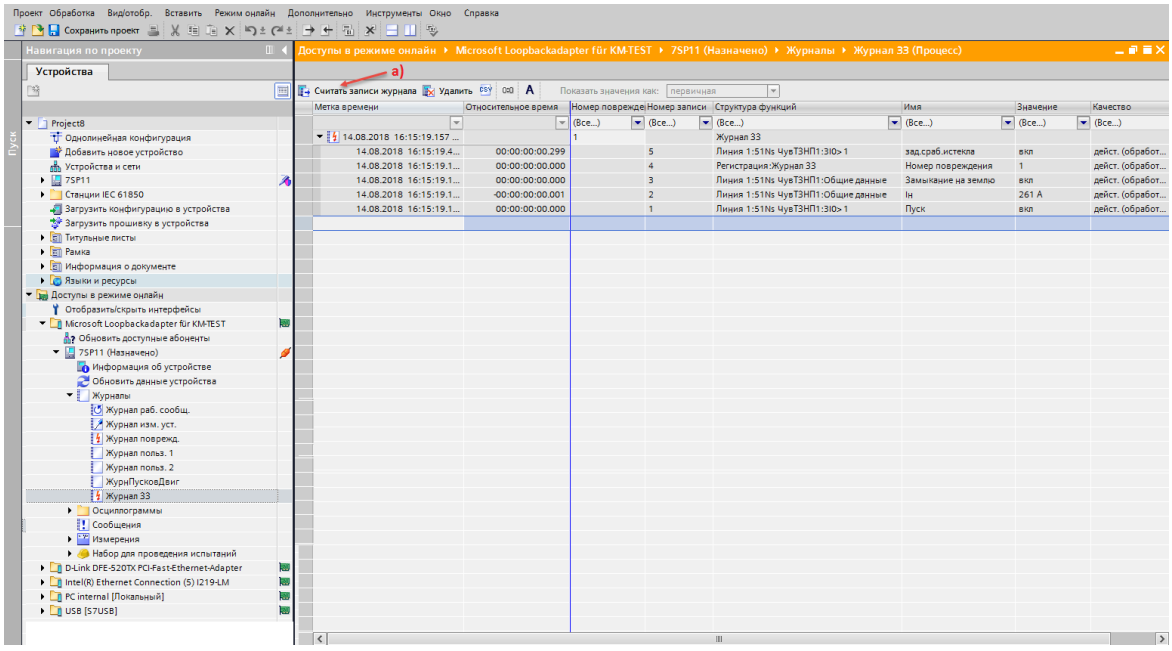
Путь в меню (Проект)	**Журнал**
Проект → Устройство → Данные технологического процесса → Журналы →	Журнал рабочих сообщений Журнал изменения уставок Журнал повреждений Журнал пользователя 1 Журнал пользователя 2 Журнал пусков двигателей Журнал пользователя на землю
Доступы в режиме онлайн → Устройство→ Информация об устройстве→ Вкладка **Журнал** →	Журнал диагностики устройства Сообщения безопасности
Доступы в режиме онлайн → Устройство → Набор для проведения испытаний → Коммуникационный модуль →	Сообщения связи

Для считывания сообщений с помощью DIGSI 5 ПК пользователя должен быть подключен через **порт USB** на панели управления или через **интерфейс Ethernet** устройства. Прямое подключение к компьютеру можно установить через интерфейсы Ethernet. Также возможен доступ ко всем подключенным устройствам SIPROTEC 5 через сеть передачи данных от программы DIGSI 5 на вашем ПК.

✧ Чтобы получить доступ к нужному журналу устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта. Если устройство не создано в проекте, это можно сделать также через меню **Доступы в режиме онлайн**.

После выбора желаемого журнала вы увидите последнее сообщение журнала, загруженного из устройства. Для обновления необходимо выполнить синхронизацию с журналом на устройстве.

✧ Синхронизируйте журнал. Для этого нажмите на соответствующую кнопку в заголовке журнале (см. пример сообщений о замыкании на землю в *Рисунок 3-2* a)).



[scgrflmd-191012-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-2 DIGSI 5 Экран со списком сообщений (пример журнала о замыкании на землю)

Дополнительную информацию об удалении и сохранении журналов можно найти в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

То, какое сообщение может отображаться в выбранном журнале, зависит от назначений в матрице ранжирования данных DIGSI 5 или от ранее заданных параметров. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приведена в главе *3.1.5.1 Общие данные*.

Установка относительного времени

✧ Система позволяет сослаться на журнал входящих сообщений, и, если это необходимо, на реальное время конкретной записи журнала. Таким образом, вы определяете относительное время для всех остальных сообщений. Метки времени событий остаются без изменений.

3.1.4 Отображение сообщений

Отображаемые сообщения в DIGSI 5 и на панели управления на объекте имеют следующую дополнительную информацию:

Таблица 3-1 Обзор дополнительной информации

Сообщения в	**Информация в DIGSI 5**	**Отображение информации в устройстве**
Журнал для рабочих сообщений и журнал для сообщений, определенных пользователем	Метка времени (дата и время), Относительное время, Номер записи, Структура функции, Имя, Значение, Качество, Причина, Номер	Метка времени (дата и время), Структура функции, Имя, Величина
Журнал сообщений о повреждениях	Метка времени (дата и время), Относительное время, Номер повреждения, Номер записи, Структура функции, Имя, Значение, Качество, Причина, Номер	Метка времени (дата и время), Номер повреждения, Величина
Журнал для сообщений пусков двигателей	Метка времени (дата и время), Время пуска двигателя, Пусковой ток, Пусковое напряжение, Длительность запуска	Метка времени (дата и время), Структура функции, Имя, Величина
Журнал сообщений о замыканиях на землю	Метка времени (дата и время), Относительное время, Номер повреждения, Номер записи, Структура функции, Имя, Значение, Номер сообщения, Качество, Причина, Номер	Метка времени (дата и время), Номер повреждения, Величина
Журнал изменений параметров	Метка времени (дата и время), Относительное время, Номер записи, Структура функции, Имя, Значение, Качество, Причина, Номер	Метка времени (дата и время), Структура функции, Имя, Величина

Сообщения в	Информация в DIGSI 5	Отображение информации в устройстве
Окно спонтанных сообщений (DIGSI 5)	Метка времени (дата и время), Относительное время Сообщение, Значение, Качество, Дополнительная информация	Метка времени (дата и время), Номер повреждения, Величина
Журнал сообщений безопасности[1]	Метка времени (дата и время), Номер сообщения, Сообщение	Метка времени (дата и время), Сообщение
Журнал сообщений о диагностике устройства[2]	Метка времени (дата и время), Номер сообщения, Сообщение	Метка времени (дата и время), Сообщение
Журнал сообщений связи[3]	Метка времени (дата и время), Номер сообщения, Сообщение	Метка времени (дата и время), Сообщение

Обзор отображаемых показателей достоверности

Если значения отображаются на дисплее устройства или в DIGSI, то для измеренных и учитываемых значений используются следующие показатели достоверности.

Таблица 3-2 Измеряемые величины

МЭК 61850				Дисплей/DIGSI устройства	Описание
Признак качества	Достоверность				
	Хорошее	Недостоверное	Сомнительное		
–	X			Величина	Измеренное значение является действительным.
Неисправность		X		Повреждение	Устройство неисправно. Обратитесь в службу поддержки.
Неточное			X	–	Измеренное значение не было рассчитано (например, угол между током и напряжением, если отсутствует одна из двух переменных).
Неверная ссылка			X	≈ Значение	Измеренное значение может быть неточным (например, вне диапазона отслеживания частоты).
Вне диапазона			X	> значения	Измеренное значение выходит за пределы диапазона измерения.

1 Только интерактивный режим
2 Только интерактивный режим
3 Только интерактивный режим

Таблица 3-3 Рассчитанные значения

МЭК 61850			Дисплей/DIGSI устройства	Описание
Достоверность				
Хорошее	Недосто-верное	Сомнительное		
X			Величина	Учитываемое значение недей-ствительно.
	X		–	Учитываемое значение не было рассчитано.
		X	≈ Значение	Учитываемое значение не имеет ссылки.

Столбцы сообщений

В следующей таблице показано значение отдельных столбцов журнала:

Столбец сообщений	Значение
Метка времени	Метка времени сообщения по времени устройства с использо-ванием местного часового пояса устройства или времени запроса для журнала двигателя
Относительное время	Относительное время до ссылочной записи
Номер ошибки	Номер ошибки, возникшей в устройстве. Это число непрерывно увеличивается.
Номер записи	Идентификация записей в буфере. Этот номер отображает последовательность записей буфера
Номер сообщения	Номер сообщения, которое возникло в устройстве. Это число непрерывно увеличивается и необходимо для анализа специалистами Siemens.
Сообщение	Текст сообщения
Структура функции	Путь сигнала с именем сигнала
Имя	Имя сигнала
Величина	Текущее состояние команды. Также обратите внимание на достоверность значения, чтобы проверить, соответствует ли значение актуальным величинам.
Качество	Достоверность значения показывает источник и актуальность значения.
Причина	Дополнительная информация, такая как причина и достовер-ность
Номер	Адрес DIGSI для сигнала
Время пуска двигателя	Время запуска двигателя
Пусковой ток	Ток, необходимый для запуска двигателя
Пусковое напряжение	Напряжение, необходимое для запуска двигателя
Длительность пуска	Время, необходимое для запуска двигателя

3.1.5 Журналы

3.1.5.1 Общие данные

Сообщения сохраняются в журнале устройства и доступны для последующего анализа. Разные журналы обеспечивают распределение сообщений на категории на основе текущего рабочего состояния устройства (например, журнал рабочих сообщений или журнал сообщений о повреждениях) и в зависимости от применения.

Таблица 3-4 Область обзора журнала

Журнал	**Регистрация**
Журнал рабочих сообщений	Рабочие сообщения
Журнал сообщений о повреждениях	Сообщения о повреждениях
Журнал сообщений о замыканиях на землю	Сообщения о замыкании на землю
Журнал регистрации изменения уставок	Изменения уставок
Журнал пользователя	Сообщения, определенные пользователем
Журнал безопасности	Доступ в соответствии с безопасностью
Журнал диагностики устройства	Ошибка устройства (программная, аппаратная) и подключенных цепей
Журнал обмена данными	Статус интерфейсов связи
Журнал пусков двигателей	Информация о пуске двигателя

Управление журналами

Журналы имеют кольцевую структуру и управляются автоматически. Если исчерпана максимальная емкость журнала, то перед внесением новых сообщений самые старые значения удаляются. Если достигнута максимальная емкость журнала сообщений о повреждениях или журнала сообщений о замыканиях на землю, то номер последней неисправности сообщается с помощью сигнала **Журнал сообщений о повреждениях переполнен**. Прописать маршрут этого сигнала можно в Ранжировании информации. Если сообщения в Ранжировании информации DIGSI 5 направляются в журнал, то они также сохраняются. При неисправности источника питания записанные данные безопасно сохраняются благодаря буферной батарее или флэш-памяти. Пользователь может считать и проанализировать журнал с устройства с помощью DIGSI 5. Для чтения и оценки журналов сообщений на рабочем месте служат кнопки навигации и дисплей.

Конфигурируемость журналов

Объем записываемых сообщений в конфигурируемый журнал (например, журнал сообщений о замыканиях на землю) формируется из информации, ранжированной в матрице ранжирования в DIGSI 5, специально предназначенной для этих целей.

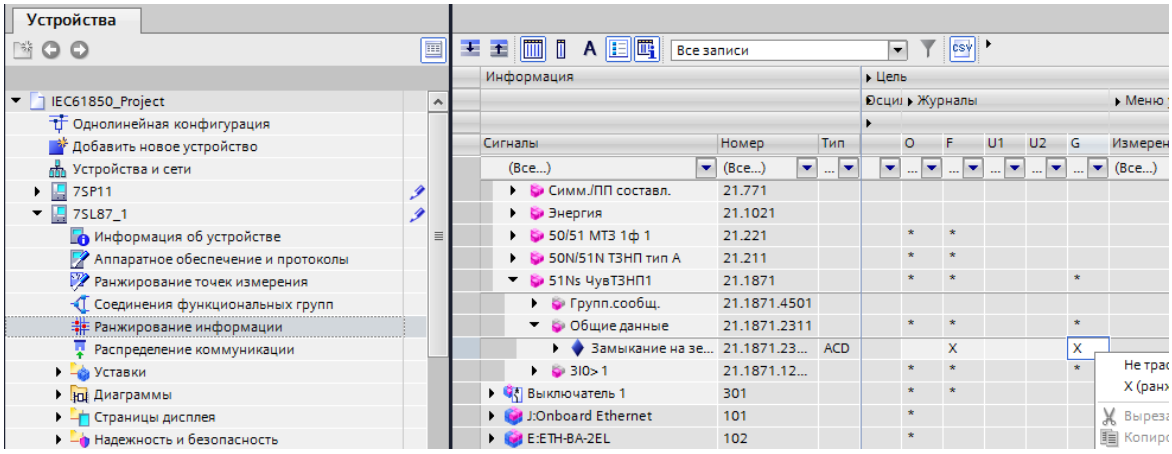
Порядок действий

Чтобы получить доступ к ранжированию информации вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта. Доступ возможен только через проект:

- Откройте «Ранжирование информации».
  Проект → Устройство → **Ранжирование информации**
- Выберите соответствующий столбец ранжирования.
  Цель → Журналы → Столбец **Журнал сообщений о замыканиях на землю** (G)

Ранжирование выбранного сообщения выполняется нажатием правой кнопки мыши.

- Выберите один из вариантов в окне списка:
  - (X) - ранжировано
  - Не ранжировано



[scinfpuf-191012-01, 2, ru_RU]

Рисунок 3-3 Настройка сообщений в DIGSI 5 (пример: Журнал сообщений о замыканиях на землю, Столбец G)

Для не конфигурируемых журналов (например, журнал регистрации изменения уставок) объем и тип зарегистрированных сообщений описаны отдельно (см. следующую главу о журналах).

3.1.5.2 Журнал рабочих сообщений

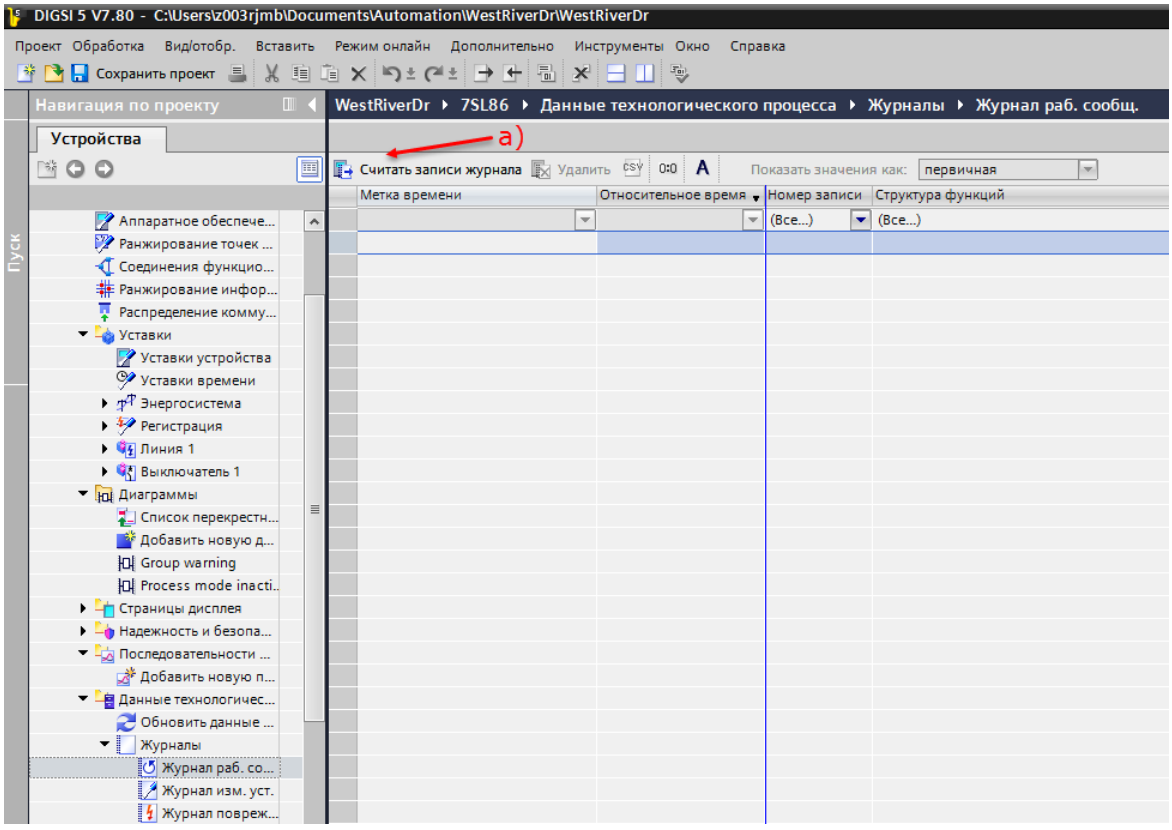
Рабочие сообщения - это данные о событиях, которые устройство генерирует во время работы. Это следующая информация:

- Состояние функций устройства
- Данные измерений
- Данные энергосистемы

Превышение или кратковременное снижение предельных значений выводится как рабочее сообщение. Короткие замыкания в сети выводятся как рабочее сообщение **Повреждение** с последующим номером повреждения. Дополнительная информация о регистрации повреждений в системе приведена в описании журнала повреждений (глава *3.1.5.3 Журнал повреждений*). В журнале можно сохранять до 2000 сообщений.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу рабочих сообщений вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Данные технологического процесса → Журналы → **Журнал рабочих сообщений**
- Вам будет показан статус последнего загруженного из устройства журнала рабочих сообщений. Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считать записи журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-4* a)).



[scbetrmd-030211-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-4 Считывание журнала рабочих сообщений с помощью DIGSI 5

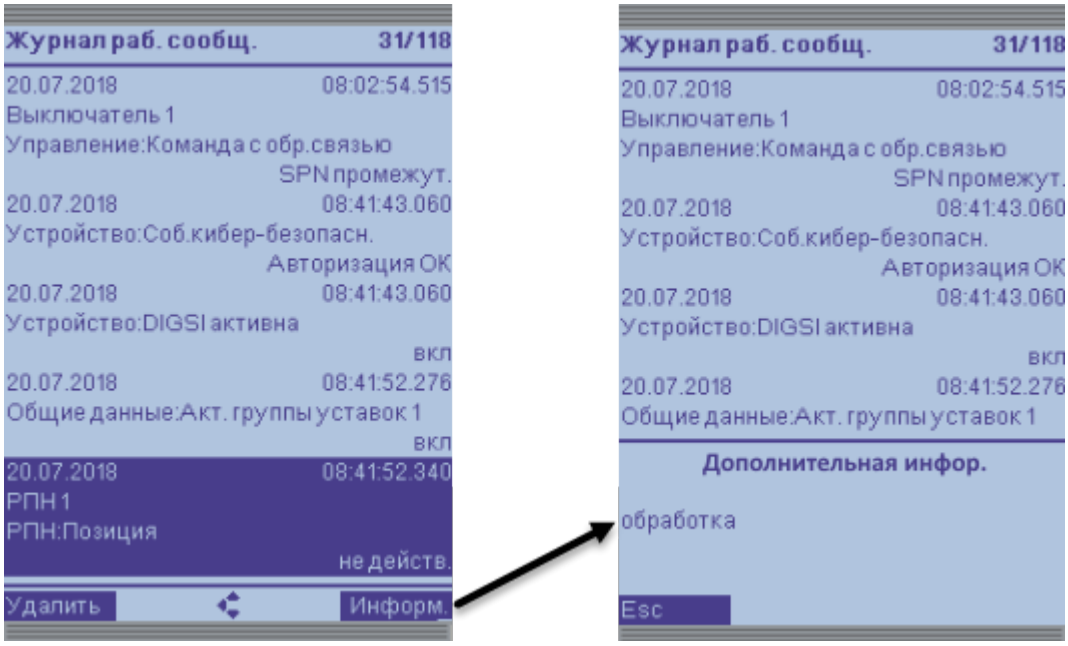
Считывание с устройства через панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу рабочих сообщений из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.

  Главное меню → Журналы → **Журнал рабочих сообщений**

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.

- Используя программный ключ **Информация**, можно получить дополнительную информацию о записи в зависимости от контекста.



[scoperlog1-081217-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-5 Отображение списка сообщений панели управления (пример: журнал рабочих сообщений)

Возможность удаления

Журнал рабочих сообщений вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Это выполняется обычно после тестирования и ввода устройства в эксплуатацию. Информация об этом приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Объем журнала рабочих сообщений настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журнал → Столбец **Журнал рабочих сообщений**

Выбранные типовые проекты и функции из библиотеки определяют заранее установленный набор рабочих сообщений, которые можно настроить индивидуально в любое время.

3.1.5.3 Журнал повреждений

Сообщения о повреждениях – это события, возникающие при повреждении. Они регистрируются в журнале повреждений с меткой реального времени и с меткой относительного времени (опорная точка: появление повреждения). Повреждения нумеруются последовательно в порядке возрастания. При регистрации повреждения соответствующая запись о повреждении с тем же номером существует для каждого зарегистрированного повреждения в журнале сообщений о повреждениях. Всего в устройстве может храниться максимум 128 журналов повреждений. В каждый журнал повреждений можно записать максимум 1000 сообщений.

Определение повреждения

Обычно повреждение начинается с пуска защиты и заканчивается возвратом защиты после выдачи команды отключения.

При использовании функции АПВ полный цикл повторного включения (успешного или неуспешного) предпочтительно включить в повреждение. Если в цикле АПВ возникает развивающееся КЗ, то под одним номером регистрируется полный процесс ликвидации повреждения, даже если это займет несколько циклов пуска. Без использования АПВ каждый пуск также регистрируется как отдельное повреждение.

Также имеется возможность пользовательской конфигурации журнала повреждений.

ПРИМЕЧАНИЕ

Определение повреждения выполняется через установленные параметры осциллографирования (см. Руководство пользователя устройства). События регистрируются в журнале повреждений, даже когда функция осциллографирования отключена.

Отдельно от регистрации сообщений о повреждении в журнале повреждений, на экране устройства также выполняется отображение спонтанных сообщений о последнем повреждении. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приведена в главе *3.1.8 Спонтанные сообщения с панели управления*.

Возможность удаления

Журнал повреждений, находящийся на вашем устройстве SIPROTEC 5 можно удалить. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Просмотр сообщений устройства через панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу повреждений из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.

  Главное меню → Журналы → **Журналы повреждений**

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.



Рисунок 3-6 Просмотр журнала повреждений через панель управления

Конфигурируемость

Объем журнала повреждений настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журналы → Столбец **Журнал повреждений**

Выбранные шаблоны применения и функции из библиотеки приводят к предустановленному набору рабочих сообщений, которые вы можете настроить индивидуально в любое время.

Измеренные значения рабочих параметров, а также основных и симметричных составляющих (см. Руководство к оборудованию) вычисляются через каждые 9 циклов (при частоте 50 Гц, т.е. через

каждые 180 мс). Однако это может означать, что данные не синхронизированы с оцифрованными сигналами аналоговых каналов. Запись измеренных значений может использоваться для анализа медленно меняющихся процессов.

3.1.5.4 Журнал замыканий на землю

Сообщения о замыканиях на землю - это события, возникающие при замыкании на землю. Они регистрируются в журнале замыканий на землю с меткой реального времени и с меткой относительного времени (опорная точка: появление замыкания на землю). Замыкания на землю нумеруются последовательно в порядке возрастания. Система позволяет сохранять не более 10 журналов сообщений о замыканиях на землю, и для каждого журнала сообщений о замыканиях на землю гарантируется запись не менее 100 сообщений.

Следующие функции могут запускать регистрацию замыкания на землю при появлении фронта сообщения о замыкании на землю:

- **Направленная чувствительная защита от повреждений на землю для систем с заземленной и изолированной нейтралью** (67Ns)
- **Чувствительная токовая защита от замыкания на землю по току I0** (50Ns/51Ns)
- **Защита от перемежающихся замыканий на землю**

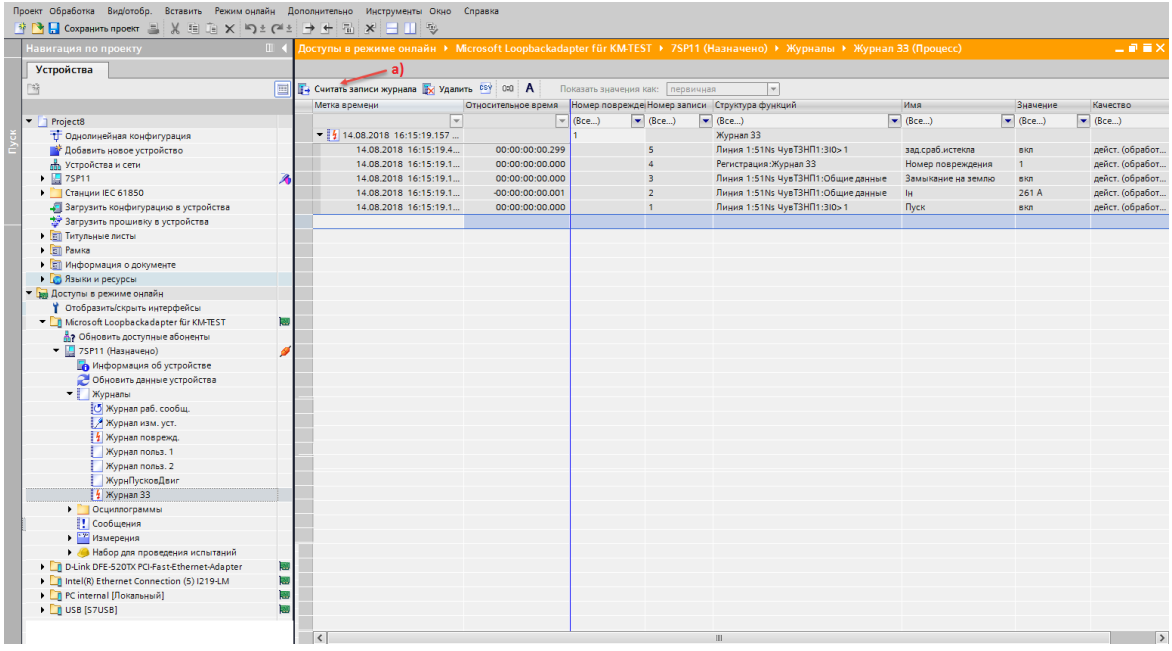
Регистрация заканчивается по нисходящему фронту сообщения о замыкании на землю.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу замыканий вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно дерева проекта.
  Проект → Устройство → Данные технологического процесса → Журналы → **Журнал замыканий на землю**

Вам будет показан статус журнала диагностики устройства, загруженного последним из журнала замыканий на землю.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считать записи журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-7* a)).



[scgrflmd-191012-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-7 Считывание журнала замыканий на землю с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу замыканий на землю из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.
  Главное меню → Журналы → **Журнал замыканий на землю**
- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.



[scgfllg1-191012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-8 Просмотр журнала замыканий на землю устройства на панели управления

Возможность удаления

Журнал замыканий на землю вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Подробная информация об этом приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Объем журнала замыканий на землю настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журналы → Столбец **Журнал замыканий на землю**

Выбранные шаблоны применения и функции из библиотеки замыканий к предустановленному набору рабочих сообщений, которые вы можете настроить индивидуально в любое время.

3.1.5.5 Журнал изменения уставок

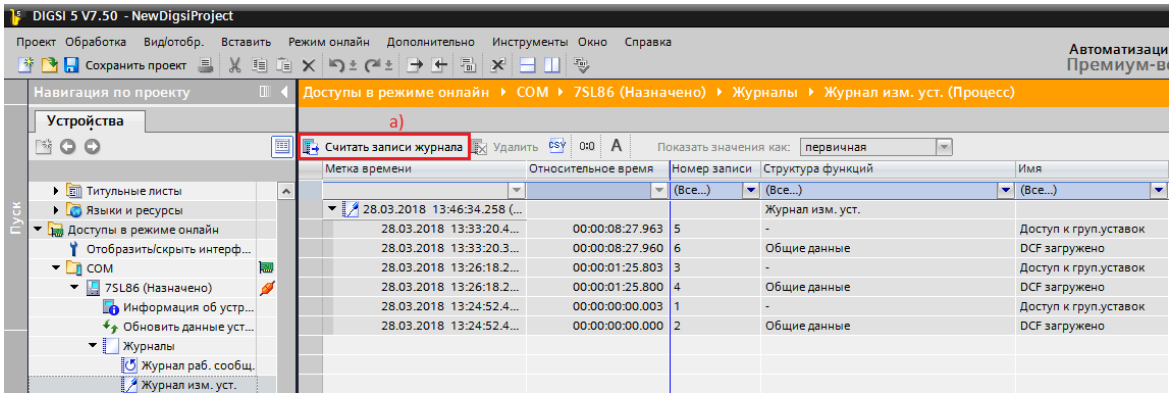
Все изменения отдельных уставок и загрузки файлов с полными наборами параметров регистрируются в журнале изменения уставок. Это позволяет определить, связаны ли сделанные изменения с зарегистрированными событиями (например, повреждениями). С другой стороны, с помощью анализа повреждений можно доказать, что, например, текущее состояние всех уставок на самом деле соответствует параметрам в момент повреждения. В журнале изменения уставок можно сохранять до 200 сообщений.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Для получения доступа к журналу изменения уставок вашего устройства SIPROTEC 5 используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Данные технологического процесса → Журналы → **Журнал изменения уставок**

Вам будет показан статус журнала изменения уставок, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считать записи журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-9*).

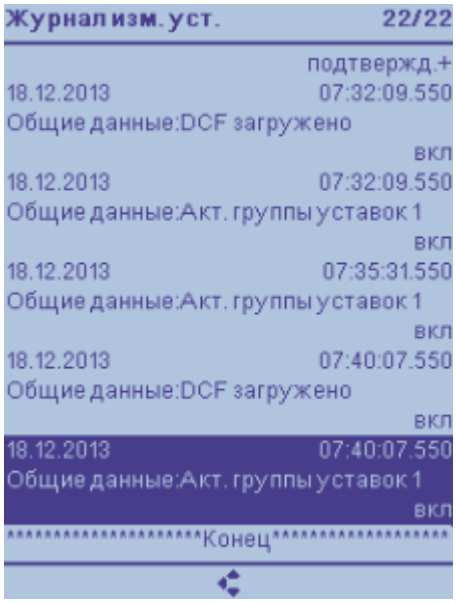


[scparamd-030211-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-9 Считывание журнала изменения уставок с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу изменения уставок из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.
  Главное меню → Журналы → **Журнал изм.уст.**
- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.



[schislog-090413-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-10 Просмотр журнала регистрации изменения уставок через рабочую панель на объекте

Категории сообщений в журнале изменения уставок

Для этого журнала существует выборочная информация, которая сохраняется в случае успешного или неуспешного изменения уставок. На следующем рисунке приводится обзор этой информации.

Таблица 3-5 Обзор типов сообщений

Отображаемая информация	Пояснения
Редактирование выбранного+	Выбор группы уставок для редактирования
Отказ+	Успешная отмена изменения всех уставок
Активация PG+	Успешная активация PG (группы параметров) с помощью команды
Активация PG-	Неуспешная активация PG (группы параметров) с помощью команды
Установить+	Значение параметра было изменено
Принято+	Изменение успешно принято
Принято-	Ошибка принятия изменения
DCF загружено	DCF (Файл конфигурации устройства) загружено в устройство
ГрУст 1	Группа уставок 1
ГрУст 2	Группа уставок 2
ГрУст 3	Группа уставок 3
ГрУст 4	Группа уставок 4
ГрУст 5	Группа уставок 5
ГрУст 6	Группа уставок 6
ГрУст 7	Группа уставок 7
ГрУст 8	Группа уставок 8

ПРИМЕЧАНИЕ

- Зарегистрированные сообщения настроены заранее и их нельзя изменить!
- Пользователь не может удалить журнал, организованный в виде циклического буфера!
- Если вы хотите архивировать информацию о безопасности без ее потери, вы должны регулярно считывать содержимое журнала.
- Вы не можете ранжировать дополнительные сообщения в журнал изменения уставок.

3.1.5.6 Журнал пользователя

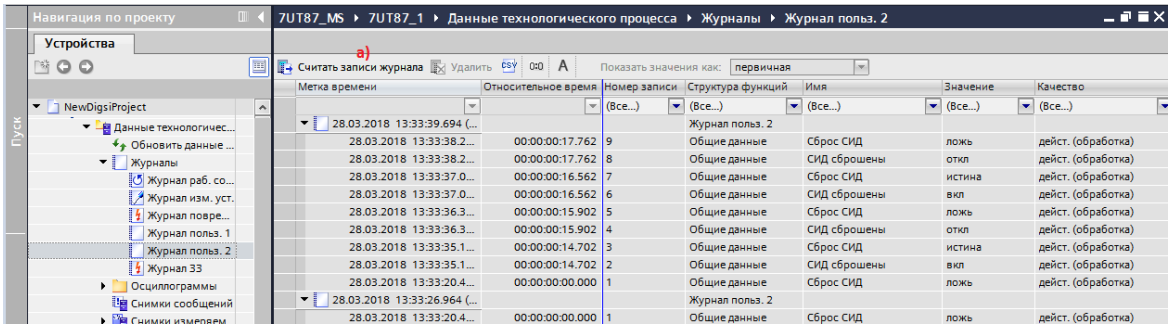
С помощью конфигурируемого пользователем журнала (до 2 штук) вы имеете возможность регистрации отдельных сообщений параллельно с регистрацией в журнале рабочих сообщений. Это полезно, например, для целей специализированного мониторинга, а также для классификации журналов по регистрации параметров в разных областях. В конфигурируемом пользователем журнале можно сохранять до 200 сообщений.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Для получения доступа к определяемому пользователем журналу вашего устройства SIPROTEC 5 используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Данные технологического процесса → Журналы → **Журнал пользователя 1/2**

Вам будет показан статус пользовательского журнала, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считать записи журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-11* a)).

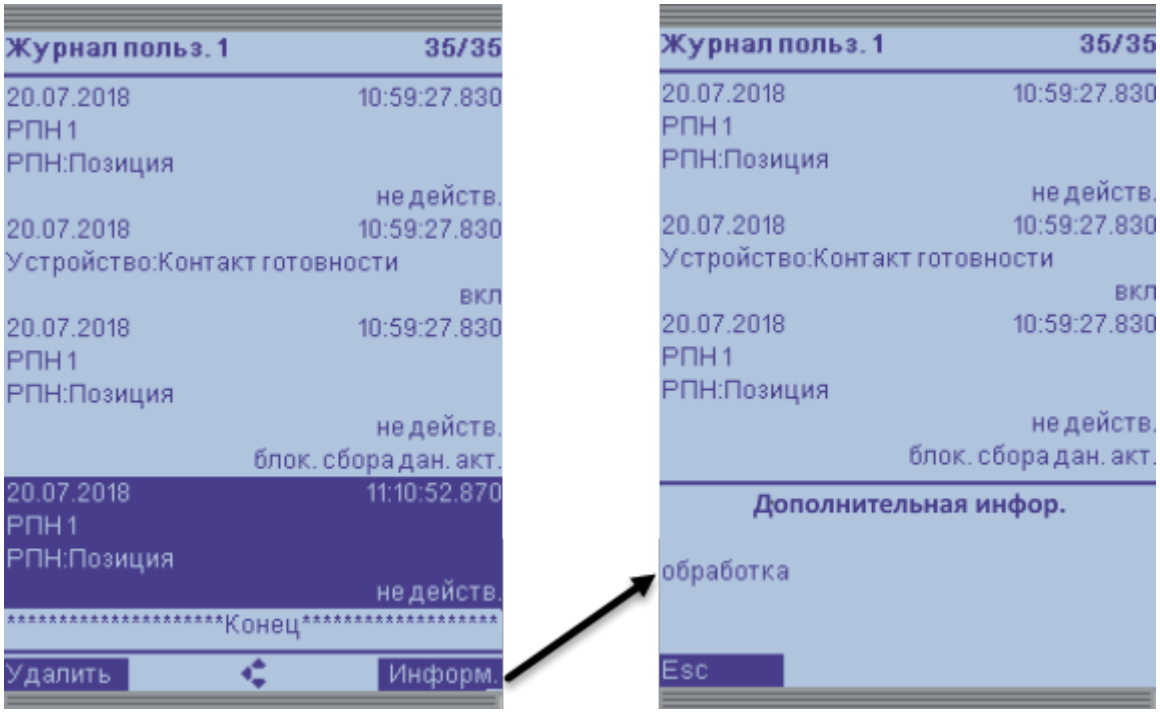


[scanwnmd-030211-01, 2, ru_RU]

Рисунок 3-11 Считывание журнала пользователя с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через панель управления

- Для получения доступа к определяемым пользователем журналам из главного меню используйте навигационные клавиши на панели управления.
  Главное меню → Журналы → **Журнал пользователя 1/2**
- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.
- Используя программный ключ **Информация**, можно получить дополнительную информацию о записи в зависимости от контекста.



[scuserrlog1-081217-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-12 Просмотр журнала пользователя устройства через рабочую панель на объекте

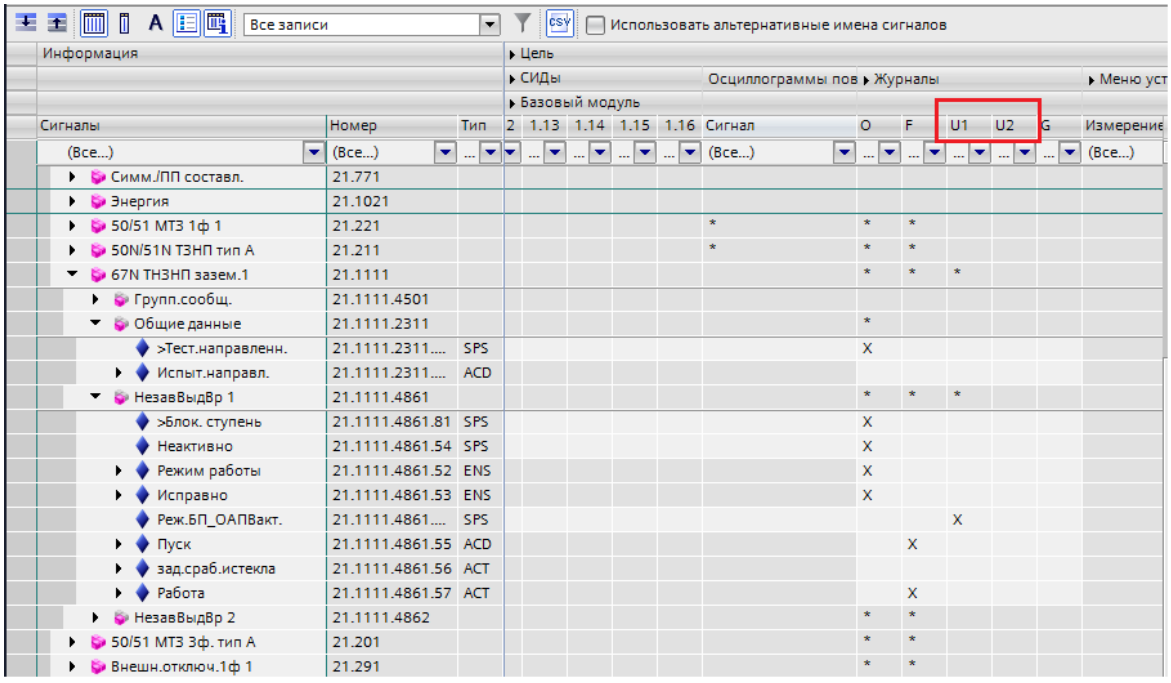
Возможность удаления

Журнал пользователя вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Более подробная информация об этих функциональных возможностях приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурация журнала пользователя

Объем журнала пользователя свободно настраивается в специально предназначенном столбце матрицы ранжирования данных DIGSI 5:

Цель → Журналы → U1 или U2



[scdiu1u2-280415-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-13 Настройка сообщений в DIGSI 5 (пример: Журнал, определяемый пользователем, U1/2)

3.1.5.7 Журнал обмена данными

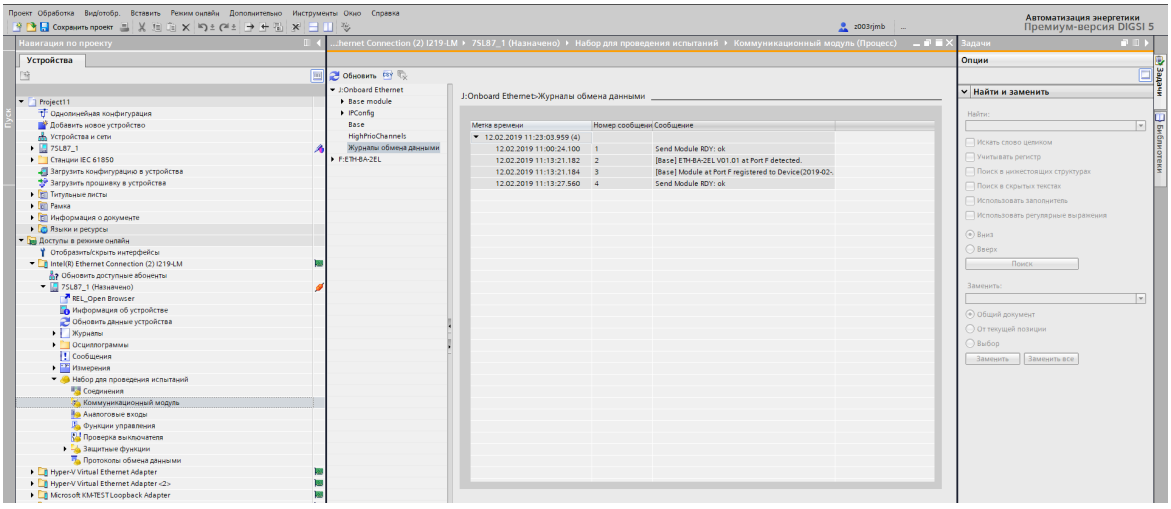
Регистрация соответствующего статуса, например, последующие неисправности, операции тестирования и диагностики, коэффициент использования оборудования связи, выполняется для всех интерфейсов связи, сконфигурированных на аппаратном обеспечении. В журнале обмена данными может быть сохранено до 500 сообщений. Регистрация происходит отдельно для каждого коммуникационного порта сконфигурированных коммуникационных модулей.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналам связи вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Онлайн-доступ → Устройство → Набор для проведения испытаний → Коммуникационный модуль
- Далее выберите:
  J:Встроенный Ethernet → **Журналы обмена данными**

На экране отображается журнал обмена данными с последним состоянием, загруженным из устройства.

- Перед этим обновите содержимое, щелкнув стрелки обновления в заголовке.



[sccompuf-140912-01, 2, ru_RU]

Рисунок 3-14 Считывание журнала обмена данными с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу обмена данными из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.

  Главное меню → Тестирование и диагностика → Журналы → **Журнал обмена данными**

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.

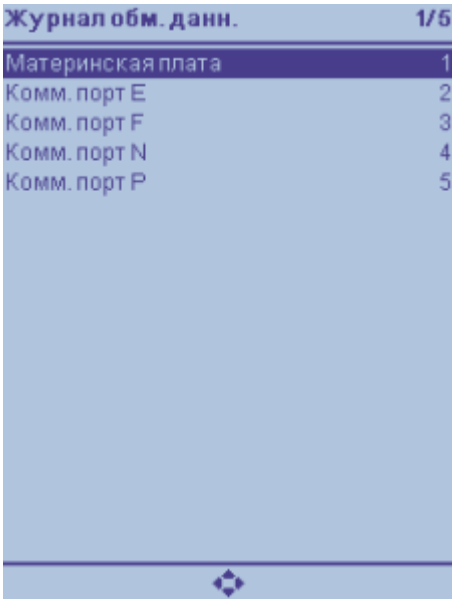


Рисунок 3-15 Просмотр журнала обмена данными устройства через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал обмена данными вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Подробная информация об этом приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Журналы обмена данными нельзя настраивать произвольно. Записи сконфигурированы предварительно.

3.1.5.8 Журнал безопасности

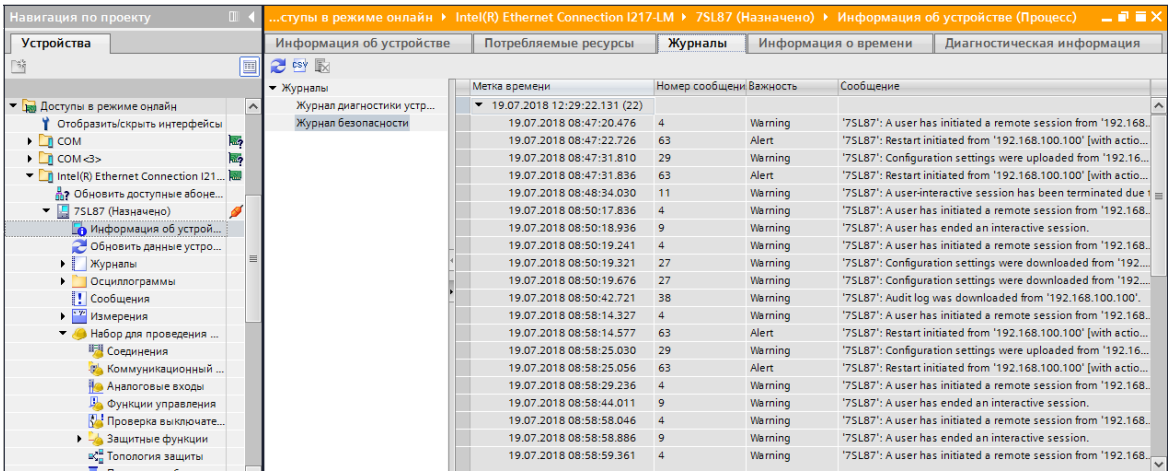
Доступ с ограниченными правами к областям устройства регистрируется в журнале безопасности. Также регистрируются попытки неуспешного или несанкционированного доступа. В журнале безопасности может быть сохранено до 2048 сообщений.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналу безопасности вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта. Устройство должно быть подключено в интерактивном режиме.
  Проект → Онлайн-доступ → Устройство → Информация об устройстве → Вкладка **Журналы** → Журнал безопасности

Вам будет показан статус журнала безопасности, загруженного последним из устройства.

- Перед этим обновите содержимое, щелкнув стрелки обновления в заголовке.



[scsecmld-180816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-16 Считывание сообщений безопасности с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу безопасности из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.
  Главное меню → Тест и диагностика → Журналы → **Журнал безопасности**
- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.

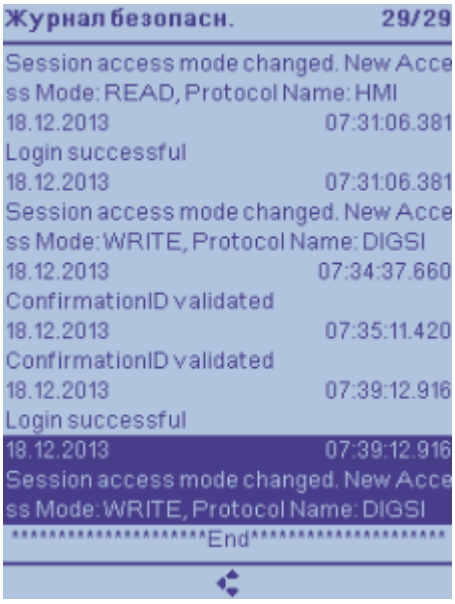


Рисунок 3-17 Просмотр журнала безопасности устройства через рабочую панель на объекте

ПРИМЕЧАНИЕ

- Зарегистрированные сообщения настроены заранее и их нельзя изменить!
- Пользователь не может удалить журнал, организованный в виде циклического буфера!
- Если вы хотите архивировать информацию о безопасности без ее потери, вы должны регулярно считывать содержимое журнала.

3.1.5.9 Журнал диагностики устройства

Конкретные инструкции по выполняемым действиям регистрируются и отображаются в журнале диагностики устройства для следующих элементов:

- Необходимом техническом обслуживании (например, при проверке батареи)
- Обнаружении неисправностей аппаратного обеспечения
- Проблемах совместимости

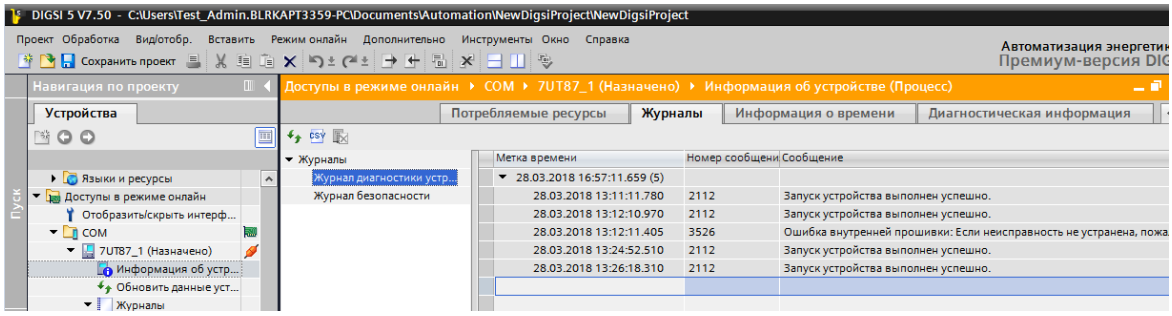
В журнале диагностики устройства можно сохранять до 500 сообщений. При нормальных условиях работы для диагностики достаточно следовать содержимому журнала рабочих сообщений. Особое значение придается журналу диагностики устройства, когда устройство больше не готово к работе из-за неисправности аппаратного обеспечения или проблем с совместимостью, а резервная система активна.

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5 в нормальном режиме работы

- Чтобы получить доступ к журналу диагностики вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Онлайн-доступ → Устройство → Информация об устройстве → Вкладка **Журналы** → Журнал диагностики устройства

Вам будет показан статус журнала диагностики устройства, загруженного последним из устройства.

- Перед этим обновите содержимое, щелкнув стрелки обновления в заголовке.



[scdevdia-180816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-18 Считывание журнала диагностики устройства с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель на рабочем месте в нормальном режиме работы

- Чтобы получить доступ к журналу диагностики из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.
  Главное меню → Тест и диагностика → Журналы → **Журнал диагностики устройства**
- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.

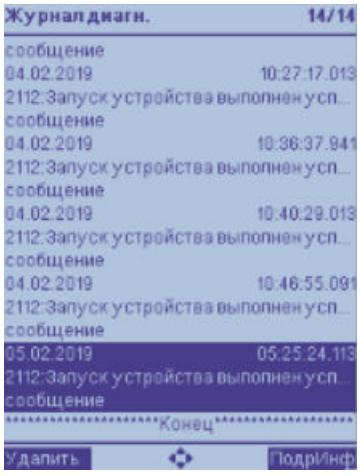


Рисунок 3-19 Просмотр журнала диагностики устройства через рабочую панель на объекте

ПРИМЕЧАНИЕ

- Журнал диагностики устройства нельзя удалить!
- Зарегистрированные сообщения настроены заранее и их нельзя изменить!

3.1.5.10 Журнал пусков двигателей

В журнале пусков двигателей ведется запись данных пускового тока, пускового напряжения и длительности пуска для каждого пуска двигателя. Пусковые ток и напряжение двигателя отображаются как первичные значения. В журнале пусков двигателей можно сохранять до 200 сообщений.

Измерение статистических данных двигателя начинается, когда состояние двигателя меняется на ***Пуск***. Измерение времени запуска двигателя прекращается, как только состояние двигателя меняется на ***Остановка*** или ***Работа***. Информацию о состоянии двигателя получают с помощью функции **Определения состояния двигателя**.

Если состояние двигателя меняется на ***Пуск*** и ток двигателя падает ниже пускового тока в течение 500 мс, запись в журнал пусков двигателя не производится.

Таблица 3-6 Журнал пусков двигателей

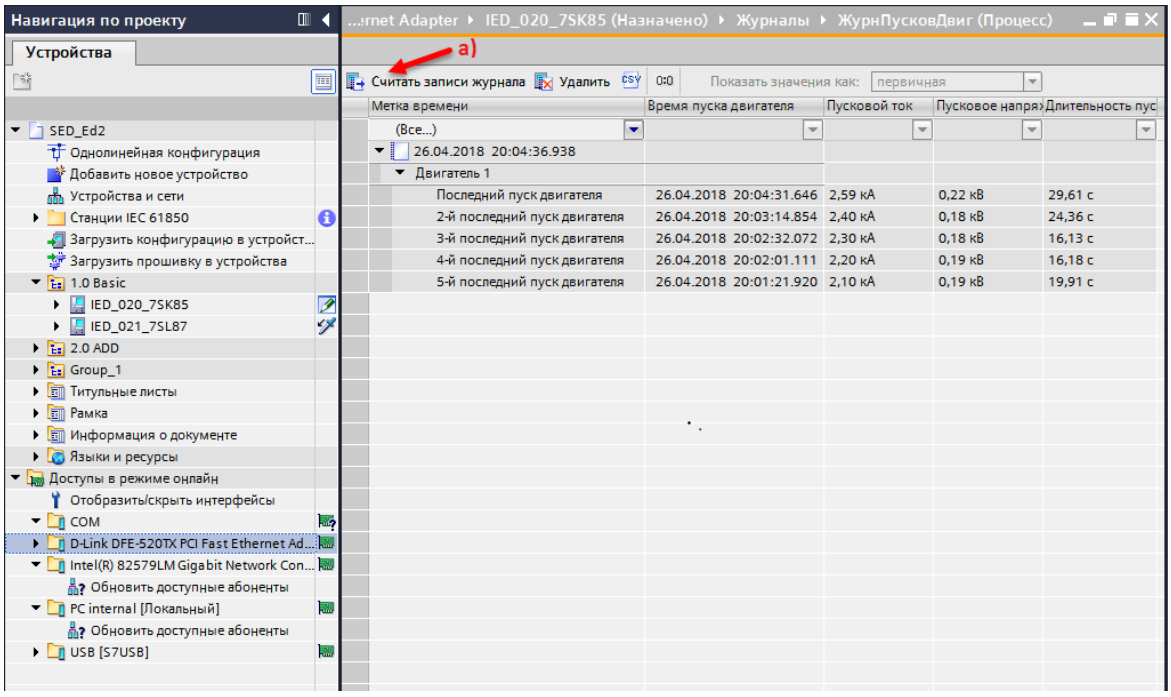
Измеряемые величины		**Первичные**
Длительность пуска	Время пуска двигателя	с
Пусковой ток	Пусковой ток двигателя (первичный)	A (или кA)
Пусковое напряжение	Пусковое напряжение двигателя (первичное)	В (или кВ)

Считывание сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к журналам пусков двигателей своего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Информация об устройстве → Журналы → **Журнал пусков двигателей**

Вам будет показан статус журнала пусков двигателей, загруженного последним из устройства.

- Для обновления журнала (синхронизации с устройством) нажмите кнопку **Считать записи журнала** в заголовке списка сообщений (*Рисунок 3-20* a)).



[scmotmlp-160713-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-20 Считывание журнала пусков двигателей с помощью DIGSI 5

Просмотр сообщений устройства через рабочую панель управления

- Чтобы получить доступ к журналу пусков двигателей из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления.
  Главное меню → Журналы → **Журнал пусков двигателей**
- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.

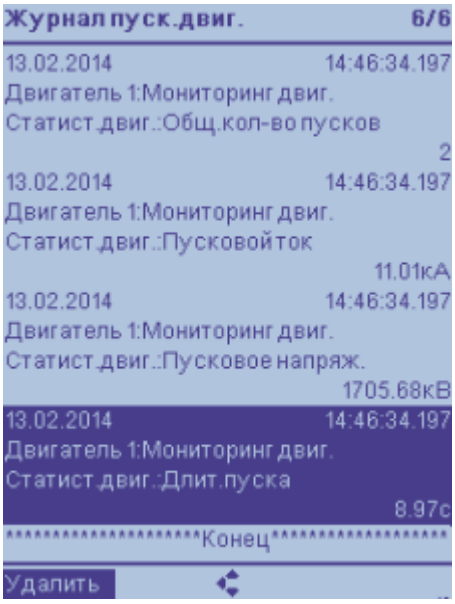


Рисунок 3-21 Просмотр журнала пусков двигателей через рабочую панель на объекте

Возможность удаления

Журнал пусков двигателей вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Подробная информация об этом приведена в главе *3.1.6 Сохранение и удаление журналов*.

Конфигурируемость

Журнал пусков двигателей имеется только в функциональной группе **Двигатель**. Для журнала пусков двигателей нет столбца в ранжировании информации DIGSI. Записи в журнале пусков двигателей предварительно настроены и их нельзя изменить.

3.1.6 Сохранение и удаление журналов

Нет необходимости в удалении журналов во время работы устройства. Если памяти уже недостаточно для записи новых сообщений, самые старые сообщения автоматически удаляются, и вместо них записываются новые. Если же есть необходимость в будущем иметь возможность записи в память новых повреждений, например, после проверки системы, то очистка журнала имеет смысл. Сброс журналов выполняется отдельно для каждого журнала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед удалением содержимого журнала вашего устройства SIPROTEC 5 скопируйте журнал с DIGSI 5 на жесткий диск вашего ПК.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не все журналы вашего устройства SIPROTEC 5 можно удалить. Эти ограничения используются в особенности для журналов, имеющих отношение к безопасности и послепродажного периода (журнал безопасности, журнал диагностики устройства, журнал изменения уставок).

ПРИМЕЧАНИЕ

При удалении журнала повреждений все соответствующие осциллограммы также удаляются. Кроме того, счетчики количества неисправностей и количества осциллограммы сбрасываются на 0. И наоборот, если вы удаляете осциллограммы, содержание журнала неисправностей, включая количество неисправностей, остается.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство выполняет первый запуск, например, после обновления ПО устройства, автоматически удаляются следующие журналы:

- Журнал рабочих сообщений
- Журнал повреждений
- Журнал замыканий на землю
- Журнал изменения уставок
- Журнал пользователя
- Журнал пусков двигателей

Резервное копирование удаляемых журналов осуществляется с помощью DIGSI 5.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в данный момент существует замыкание на землю, то журнал замыканий на землю удалить нельзя.

Удаление журналов с панели управления

- Чтобы получить доступ к выбранному журналу из главного меню, используйте навигационные клавиши на панели управления (например журнал рабочих сообщений):
  Главное меню → Журналы → **Журнал рабочих сообщений**

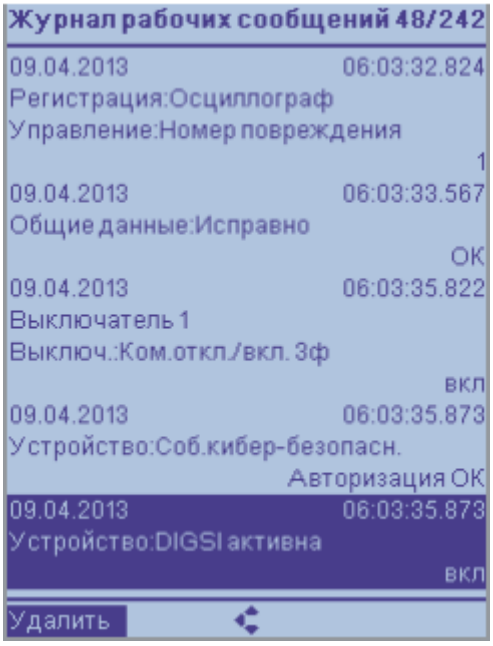


Рисунок 3-22 Удаление журналов через панель управления

- Вы можете перемещаться по списку отображенных сообщений с помощью кнопок навигации (вверх/вниз) на панели управления.
- Опция удаления содержимого журнала находится в нижней левой части экрана. Используйте программные ключи под экраном, чтобы активировать командные запросы. Подтвердите запрос **Удалить**.
- После запроса введите пароль и подтвердите его, нажав **Ввод**.
- После запроса подтвердите действие **Удаление всех записей**, нажав кнопку **OK**.

Считывание журнальных сообщений через ПК с помощью DIGSI 5

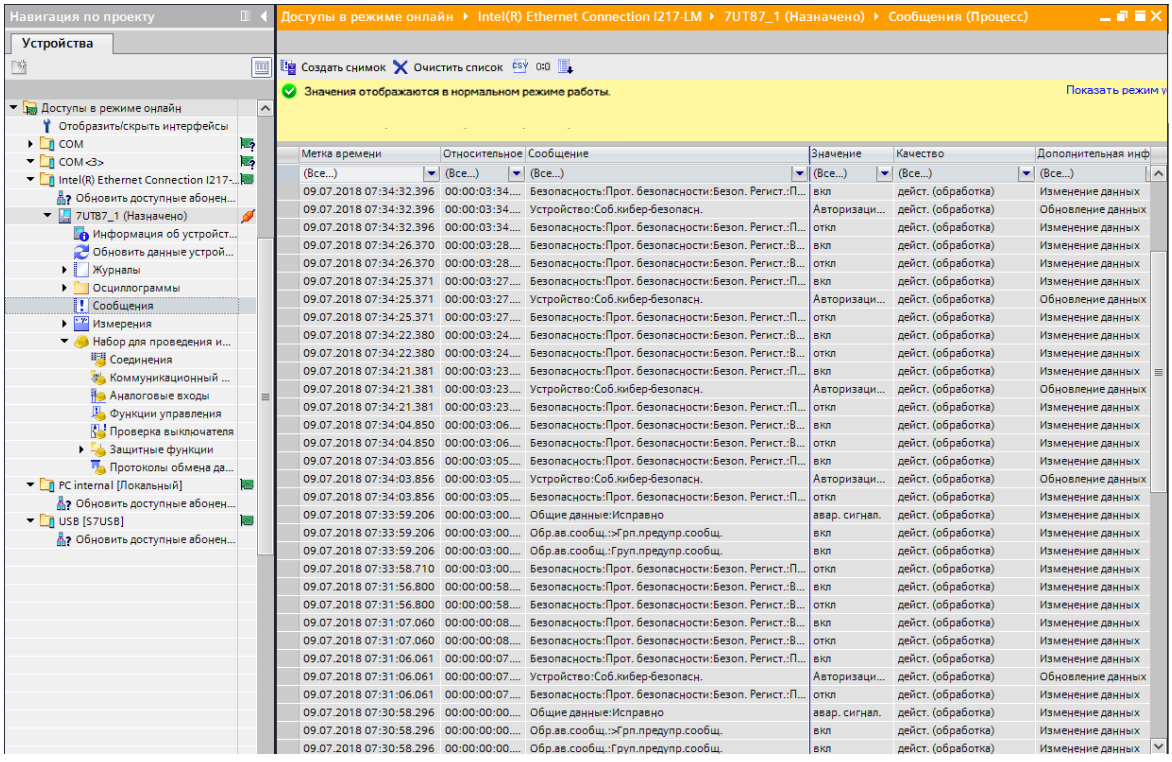
- Чтобы получить доступ к выбранному журналу рабочих сообщений вашего устройства SIPROTEC 5 (например, к журналу рабочих сообщений), используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Данные технологического процесса → Журналы → **Журнал рабочих сообщений**

3.1.7 Окно спонтанных сообщений в DIGSI 5

С помощью DIGSI 5 у вас есть возможность отображать все текущие передаваемые сообщения выбранного устройства в специальном окне сообщений.

Порядок действий

- Вызовите спонтанные сообщения выбранного вами устройства в навигационном окне, используя Доступы в режиме онлайн.
- В адресной строке нажмите **Сообщения**:
  Доступы в режиме онлайн → Интерфейс → Устройство → **Сообщения**
- Возникающие сообщения появятся немедленно без ожидания обновления цикла или инициации обновления меню.



[scspnmld-230211-01, 2, ru_RU]

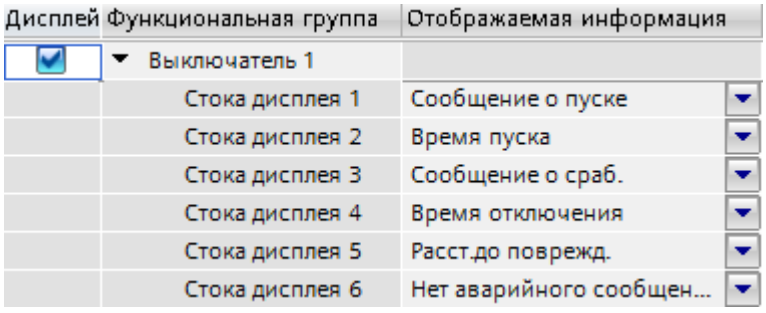
Рисунок 3-23 Отображение спонтанных сообщений устройства в DIGSI 5

3.1.8 Спонтанные сообщения с панели управления

После повреждения самые важные данные о последнем повреждении можно автоматически отобразить на дисплее устройства без других измерений рабочих величин. В зависимости от варианта применения, в устройствах SIPROTEC 5 можно свободно создавать и конфигурировать защищаемые объекты и даже выключатели (возможно использование нескольких экземпляров). В DIGSI 5 в зависимости от применения можно сконфигурировать несколько экранов спонтанных сообщений о повреждениях; каждый отдельный экран назначается для конкретного выключателя. Эти экраны отображаются в устройстве до тех пор, пока они не будут квитированы вручную или не будут сброшены при сбросе светодиодов.

Конфигурация дисплея спонтанных сообщений при повреждении с помощью DIGSI 5

- Чтобы получить доступ к **конфигурации дисплея повреждения** вашего устройства SIPROTEC 5, используйте окно со структурой проекта.
  Проект → Устройство → Дисплеи → **Конфигурация дисплея повреждения**
- В главном окне показаны все сконфигурированные выключатели. Для каждого выключателя предлагается максимум 6 конфигурируемых строк на дисплее. Активация дисплея спонтанных сообщений о повреждении для каждого выключателя происходит при установке отметки в столбце **Дисплей**.
- С помощью параметра **(_:139) Диспл.поврежд.** (Устройство → Параметр → Уставки устройства) вы определяете, следует ли выводить на дисплей спонтанные сообщения о повреждении при каждом пуске устройства или только при пуске, после которого генерируется команда отключения.



[sckonstf-230211-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-24 Конфигурация дисплея спонтанных сообщений о повреждении в устройстве

Для каждой строки дисплея можно выбрать следующие опции:

Таблица 3-7 Обзор опций дисплея

Отображаемая информация	Пояснения
Сообщение о пуске	Отображение информации о первой сработавшей ступени функции при повреждении. Если это необходимо, то выводится дополнительная информация (фазы/земля/направление).
Время пуска	Отображение общего времени пуска при повреждении
Работа	Отображение информации о первой ступени функции, сработавшей при повреждении. Если это необходимо, то выводится дополнительная информация (фазы).
Время отключения	Отображение времени срабатывания с момент начала повреждения (с момента пуска).
Расстояние до места повреждения	Отображение измеренного расстояния до места повреждения.

Квитирование дисплея спонтанных сообщений о повреждении

После повреждений на экране отображается информация по последнему из повреждений. В случае если конфигурация имеет больше одного выключателя, в устройстве могут сохраняться несколько дисплеев повреждений, при этом отображаться будет информация о самом последнем повреждении. Эти экраны отображаются в устройстве до тех пор, пока они не будут квитированы вручную или не будут сброшены при сбросе светодиодов.

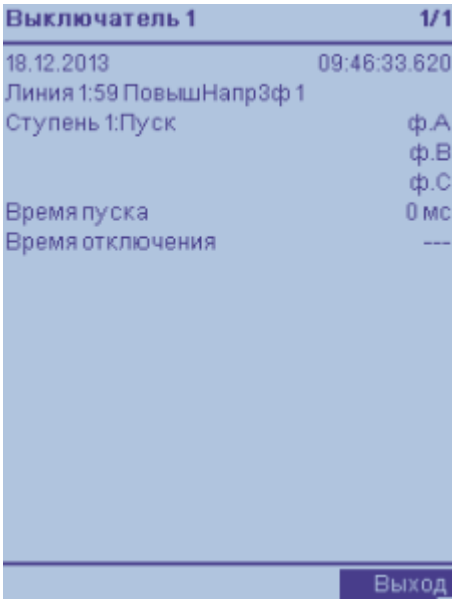


Рисунок 3-25 Дисплеи спонтанных сообщений о повреждении

Способ 1: Ручное квитирование

- Нажмите клавишу **Выход** на основной панели дисплея. Дисплей закроется без возможности вернуться к нему снова. Повторяйте этот шаг, пока не перестанет появляться дисплей спонтанных сообщений о неисправности.
- После квитирования всех дисплеев будет отображаться дисплей с последней перед повреждением информацией.

Способ 2: Квитирование через сброс светодиодов

- Сброс светодиодов (устройства) вызывает сброс всех сохраненных светодиодов и дискретных выходов устройства, а также квитирование сохраненных дисплеев повреждений.

Более подробную информацию о сбросе светодиодов можно найти в главе *3.1.9 Сохраненные сообщения в устройстве SIPROTEC 5*

3.1.9 Сохраненные сообщения в устройстве SIPROTEC 5

На устройстве SIPROTEC 5 сообщения можно настроить как **сохраненные.** Этот тип конфигурации можно использовать для светодиодов, а также для выходных контактов. Сконфигурированный выход (светодиод или контактный выход) остается активированным до тех пор, пока он не будет квитирован. Квитирование осуществляется через:

- Панель оператора
- DIGSI 5
- Дискретный вход
- Протокол АСУ ТП

Конфигурация сохраненных сообщений с помощью DIGSI 5

При **Ранжировании информации** при программировании каждого устройства в DIGSI 5 можно ранжировать дискретные сигналы, среди прочих, на светодиоды или на выходные контакты.

- Чтобы сделать это, нажмите на дереве проекта:
  Проект → Устройство → **Ранжирование информации**
- Нажмите правой кнопкой мыши на поле ранжирования вашего дискретного сообщения в желаемом столбце, относящемся к светодиодам или выходным контактам, в части ранжирования целевых объектов.

Доступны следующие варианты:

Таблица 3-8 Обзор вариантов ранжирования

Варианты ранжирования		**Светодиоды**	**ДВых**	**ДВх**	**Описание**
В	(активен)			X	Сигнал ранжируется как активный при наличии напряжения.
Н	(активен)			X	Сигнал ранжируется как активный при отсутствии напряжения.
Б	(без фикс. сраб.)	X	X		Сигнал ранжируется без фиксации его состояния. Активация и сброс выходных объектов (светодиод, дискретный выход) происходит автоматически через значение дискретного сигнала.
С	(с фикс. сраб.)	X	X		Дискретный сигнал фиксируется функцией защелки при активации выходного элемента (светодиод). Для его сброса должен появится соответствующий сигнал квитирования.
ОФ	(фикс. только откл.)	X			Сообщения о повреждениях сохраняются во время управления выходом (светодиод) в зависимости от параметра **(_:91:139) Диспл.поврежд.**. • Когда повреждение заканчивается с помощью команды отключения, полученной из устройства, то состояние сообщения повреждения остается фиксированным с уставкой ***при отключении***. В случае возврата после пуска без выдачи команды отключения будет отображаться информация, предшествующая повреждению. • Уставка ***при пуске*** сохраняет фактическое состояние сообщения повреждения для включения.
ОС	(фиксация только при отключении)		X		Опция ранжирования ОС (фиксация при отключении) возможна только в том случае, если коммутационным объектом является выключатель. Выход сохраняется с отключением защиты. Контакт остается активированным до момента квитирования. На команды управления это не влияет. Команда управления опрашивается через заданный период опроса команд, пока не будет успешно получено сообщение обратной связи для команды. **Примечание**: Можно реализовать функцию **Блокировка** (ANSI 86) путем сохранения выхода реле с вариантом ранжирования ОС.

3.1.10 Тестовый режим и влияние сообщений на АСУ ТП подстанции

Если устройство находится в тестовом режиме либо активны отдельные его функции, то устройство SIPROTEC 5 маркирует сообщения, отправленные в АСУ ТП подстанции, дополнительным битом тестового режима. Этот бит тестового режима позволяет определить тот факт, что сообщение возникло при работе устройства в тестовом режиме. Таким образом, в нормальном режиме работы на базе таких сообщений будут подавлены необходимые ответные действия устройства.

3.1.11 Сброс сохраненных сообщений функциональной группы

В пределах функциональной группы можно сконфигурировать сообщения отдельных функций как "сохраняемые". Этот тип конфигурации можно использовать для светодиодов, а также для выходных контактов. Сконфигурированный выход (светодиод или контактный выход) остается активированным до тех пор, пока он не будет квитирован.

Функциональные группы функций защиты и выключателя содержат блок **Сброс СИД функциональная группа**. Блок **Сброс ФГ светодиодов** виден только в пункте "Ранжирование сообщений" в соответствующей функциональной группе DIGSI 5. Для сброса светодиодов с запоминанием срабатывания в выбранной функциональной группе можно использовать дискретный входной сигнал *>Сброс светодиодов*. Сконфигурированные выходы (контакты) не сбрасываются.

3.2 Сбор данных измерения

Основной принцип работы

Устройства SIPROTEC 5 оснащены мощными функциями по сбору данных об измеряемых величинах. В дополнение к высокой частоте дискретизации, они имеют высокое разрешение измеряемой величины. Это обеспечивает высокую степень точности измерения в широком динамическом диапазоне. 24-битный сигма/дельта аналого-цифровой преобразователь является ядром сбора данных об измеряемых величинах. Кроме того, функция избыточной дискретизации поддерживает высокое разрешение измеряемой величины. В зависимости от требований отдельного метода измерения, частота дискретизации снижается (**Снижение частоты дискретизации**).

В цифровых системах отклонения от номинальной частоты приводят к дополнительным погрешностям. Чтобы этого избежать, во всех устройствах SIPROTEC 5 используется 2 процесса с разными алгоритмами:

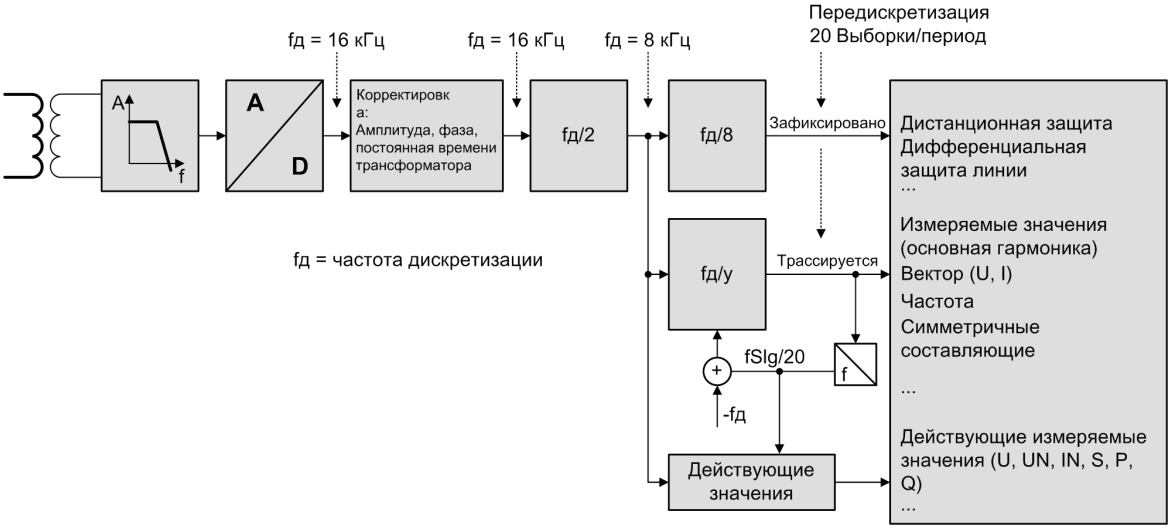
- Отслеживание частоты дискретизации:

  На каналах ввода аналоговых данных циклически производится поиск действительных сигналов. Таким образом определяется фактическая частота энергосистемы, а необходимая частота дискретизации рассчитывается с помощью **алгоритма передискретизации**. Отслеживание эффективно в диапазоне частот от 10 Гц до 80 Гц.

- Фиксированная частота дискретизации – коррекция коэффициентов фильтрации:

  Этот метод работает в ограниченном диапазоне частот ($f_{ном}$ +/- 5 Гц). Определяется частота энергосистемы, после чего коэффициенты фильтрации корректируются в зависимости от степени отклонения частоты.

На следующем рисунке показан принцип распределения дискретных значений (SAV) в цепочке сбора измеряемых величин. *Рисунок 3-26* показывает, каким функциям доступны различные частоты дискретизации. Для ограничения ширины полосы частот входных сигналов ниже по схеме установлен фильтр низких частот (фильтр сглаживания в соответствие с теоремой о дискретном представлении). После дискретизации настраиваются токовые входные каналы. Это означает, что корректируются амплитуда и фаза, а также постоянная времени трансформатора. Компенсация предназначена для того, чтобы блоки зажимов трансформатора тока можно было менять случайным образом между устройствами.



[dwmeserf-250211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-26 Цепочка сбора измеряемых величин

Внутренняя частота дискретизации устройств SIPROTEC 5 фиксирована и составляет 16 кГц (частота дискретизации: 320 выборок за период промышленной частоты 50 Гц). Все входы тока и напряжения оцифрованы. Если амплитуда, фаза, и постоянная времени трансформатора корректируются, частота

дискретизации снижается на 8 кГц (160 выборок за период промышленной частоты 50 Гц). Это основная частота дискретизации, на которую ссылаются различные процессы, такие как запись осциллограмм, действующие измеряемые значения. Для измерения действующих (среднеквадратических) значений окно измеренного значения регулируется по частоте сети. Для многих приложений измерения и защиты достаточно 20 выборок за период (при $f_{ном}$ = 50 Гц: дискретизация каждую 1 мс, при $f_{ном}$ = 60 Гц: дискретизация каждые 0,833 мс). Эта частота дискретизации является адекватным компромиссом между точностью и параллельной обработкой функций (многофункциональность).

Частота 20 выборок за период предоставляется для алгоритмов, выполняемых в функциональных группах, в 2-х вариантах:

- Фиксированный (без повторной дискретизации)
- Передискретизация (приблизительно от 10 Гц до 80 Гц)

В зависимости от алгоритма (см. описание функций) рассматривается соответствующий поток данных. Для выбранных методов измерения используется более высокая частота дискретизации. Более подробная информация по данному вопросу приведена в соответствующем разделе с описанием функции.



ПРИМЕЧАНИЕ

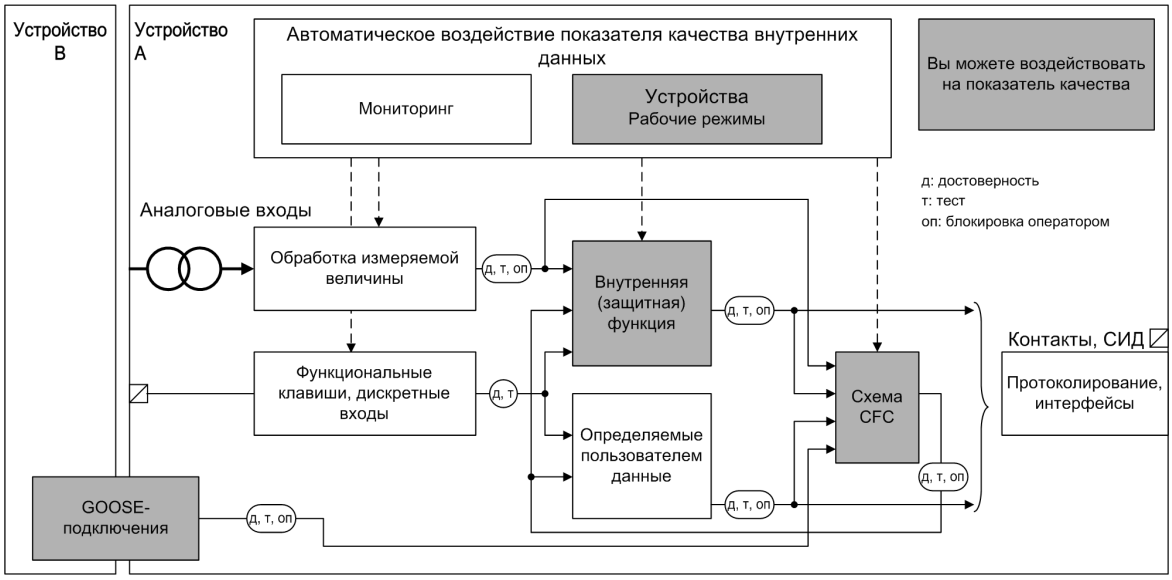
Точки измерения тока и напряжения представлены в **данных энергосистемы** (начальная глава *6.1 Данные энергосистемы*). Каждая точка измерения имеет свои собственные параметры.

3.3 Обработка показателей достоверности

3.3.1 Обзор

Стандарт МЭК 61850 определяет конкретные показатели достоверности для объектов данных (DO), так называемую достоверность. Система SIPROTEC 5 автоматически обрабатывает некоторые из этих показателей достоверности. Чтобы соответствовать разным применениям, вы можете изменить конкретные показатели достоверности, а также и значения объектов данных в зависимости от этих показателей достоверности. С их помощью вы можете обеспечить необходимую функциональность.

На следующем рисунке показана общая организация потока данных в устройстве SIPROTEC 5. На следующем рисунке также показаны точки, обеспечивающие улучшение показателей достоверности. Конструктивные блоки описаны более подробно на следующем рисунке.



[loquali1-090212-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 3-27 Поток данных в устройстве SIPROTEC 5

Поддерживаемые показатели достоверности

Следующие показатели достоверности автоматически обрабатываются в системе SIPROTEC 5.

- **Достоверность** использует значения достоверно или недействительно

  Атрибут качества **Достоверность** показывает, принимается ли (достоверен, недостоверен) передаваемый объект через сообщение GOOSE или не принимается (недостоверен). Состояние **недействительно** на принимающем устройстве можно также подавить путем задания заменяющего значения для непринятого объекта (см. *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE*). Подстановочное значение передается функциям.

  Если устройство получает эти значения, оно заменяется значением *недействительно* и далее обрабатывается как *недействительно*.

  Если указанный признак качества (detailQual) имеет значение *ИСТИНА*, то параметр **Достоверность** устанавливается равным значению *недостоверно*, если это еще не было сделано на стороне отправителя.

- **Проверка** использует значения *ИСТИНА*, *ЛОЖЬ*

  Показатель достоверности **Проверка** указывает принимающему устройству, что объект, полученный через сообщение GOOSE, создается в режиме тестирования, а не в рабочем режиме.

- **ОператорБлокир** использует значения *ИСТИНА*, *ЛОЖЬ*

  Показатель достоверности **ОператорБлокир** показывает, исходит ли объект, передаваемый через сообщение GOOSE, из устройства, которое находится в состоянии *функционального выхода* из системы. Если устройство-отправитель отключено от сети, объект больше не будет приниматься, его состояние расценивается как *недействительно*. Однако поскольку достоверность **ОператорБлокир** была указана на принимающем устройстве, то объект может обрабатываться на принимающей стороне по-разному (см. главу *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE*). На принимающем конце объект может расцениваться как сброшенный сигнал.

- **Источник** использует значения *Процесс*, *замененный*

  Показатель достоверности **Источник** показывает, был ли объект обновлен в передающем устройстве.

  Более подробную информацию можно найти в главе *3.8.2 Блокировка сбора данных и обновление вручную*.

Влияние рабочих режимов на показатели достоверности

Помимо режима нормальной работы, оборудование также поддерживает определенные рабочие режимы, которые влияют на показатели достоверности:

- **Тестовый режим устройства**

  Вы можете переключить устройство в тестовый режим. В этом случае все объекты данных, вырабатываемые в устройстве (показатели состояния и измеренные значения) получают атрибут качества **Проверка** = *ИСТИНА*.

  Схемы CFC также создаются в тестовом режиме, и все выходные данные получают показатели достоверности **Проверка** = *ИСТИНА*.

- **Тестовый режим отдельных функций, ступеней или функциональных блоков**

  Отдельные функции, ступени или функциональные блоки, можно переключать в тестовый режим. В этом случае все объекты данных, вырабатываемые этой функцией, ступенью или функциональным блоком (показатели состояния и измеренные значения) получают атрибут достоверности **Проверка** = *ИСТИНА*.

- **Функциональный выход устройства из системы**

  Если вы исключаете устройство из работы и хотите отключить его от источника питания, вы можете функционально вывести его из системы заранее. Как только устройство функционально выводится из системы, все объекты данных, сгенерированные в устройстве (показатели состояния и измеренные величины), получают атрибут достоверности **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*. Это также используется для выхода из схем CFC.

  Если объекты передаются через сообщение GOOSE, принимающее устройство может оценить показатель достоверности. Принимающее устройство определяет функциональный выход передающего устройства из системы. После отключения передающего устройства, принимающее устройство определяет, что передающее устройство вышло из системы, но оно не имеет неисправностей. Теперь можно автоматически задать принимаемые объекты для определенных условий (см. главу *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE*).

- **Выключение отдельных функций, ступеней или функциональных блоков**

  Вы можете выключить отдельные функции, ступени или функциональные блоки. В этом случае все объекты данных, вырабатываемые этой функцией, ступенью или функциональным блоком (показатели состояния и измеренные значения) получают атрибут **Достоверность** = *недействительно*.

Влияние аппаратного обеспечения на достоверность

Функции контроля отслеживают аппаратное обеспечение устройства (см. главу *8.4 Контроль аппаратных средств устройства*). Если функции контроля определяют неисправность при сборе данных устройства, то все записанные данные будут иметь атрибут достоверности **Достоверность** = *недействительно*.

Влияние автоматических выключателей трансформатора напряжения на достоверность

Если обнаружено отключение выключателя трансформатора напряжения (см. Главу *8.3.3 Автоматический выключатель трансформатора напряжения*), то все записанные данные будут иметь атрибут достоверности **Достоверность** = *недействительно*.

Влияние пользователя на достоверность

Вы можете по-разному влиять на обработку данных и их показатели достоверности. В DIGSI 5 это можно сделать в следующих трех местах:

- В редакторе **Ранжирование информации** для внешних сигналов соединений GOOSE
- На схеме CFC
- В редакторе **Ранжирование информации** дискретных входных сигналов внутренних функций устройства

Следующие главы содержат более подробное описание вариантов этого влияния, а также автоматическую обработку показателей достоверности.

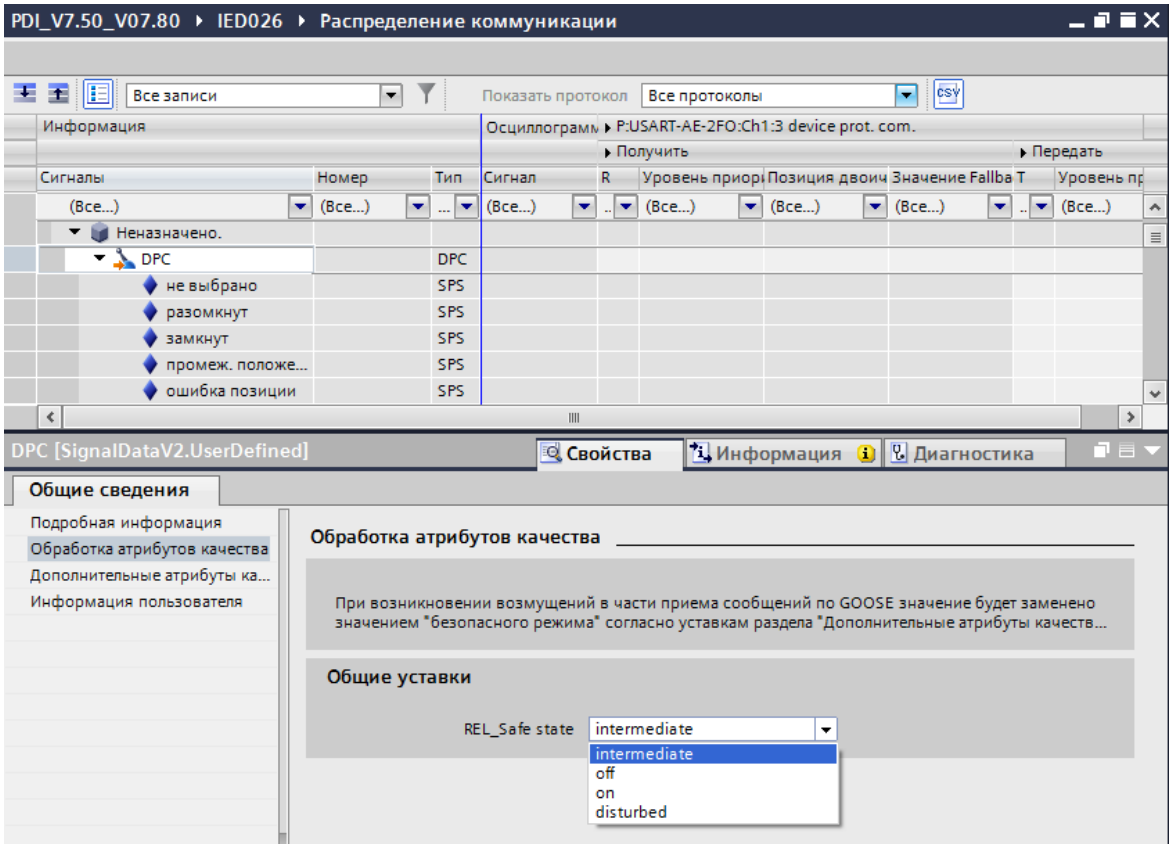
Если соединение GOOSE является источником данных дискретного входного сигнала внутренней функции устройства, вы можете влиять на обработку показателей достоверности в двух местах: в подключении GOOSE и на входном сигнале функции. Это основывается на следующем: Данные GOOSE можно распределять в принимающем устройстве на несколько функций. Параметры соединения GOOSE (влияют) устанавливаются на все функции. Однако, если для разных функций требуются определяемые пользователем параметры, они затем устанавливаются непосредственно на дискретном входном сигнале функции.

3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE

С введением GOOSE Later Binding свойства обработки показателей качества изменились. Информацию о предыдущей обработке показателей качества см. в главе *Предыдущая обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE, Страница 107*.

В редакторе **Ранжирование информации** вы можете влиять на значение данных и показатели достоверности всех типов данных. На следующем рисунке показано возможное влияние на примере типа данных DPC. Все опции задания параметров эффективны на устройстве, принимающем данные.

- В структуре проекта DIGSI 5 дважды щелкните по пункту **Ранжирование информации**.
- Выберите желаемый сигнал в группе **Внешние сигналы** или сигнал функции, активированной через столбец GOOSE.
- Откройте окно **Свойства** и выберите лист **Обработка показателей достоверности**.



[sc_LB_GOOSE_2, 1, ru_RU]

Рисунок 3-28 Опция влияния при соединении объектов с типом данных DPC

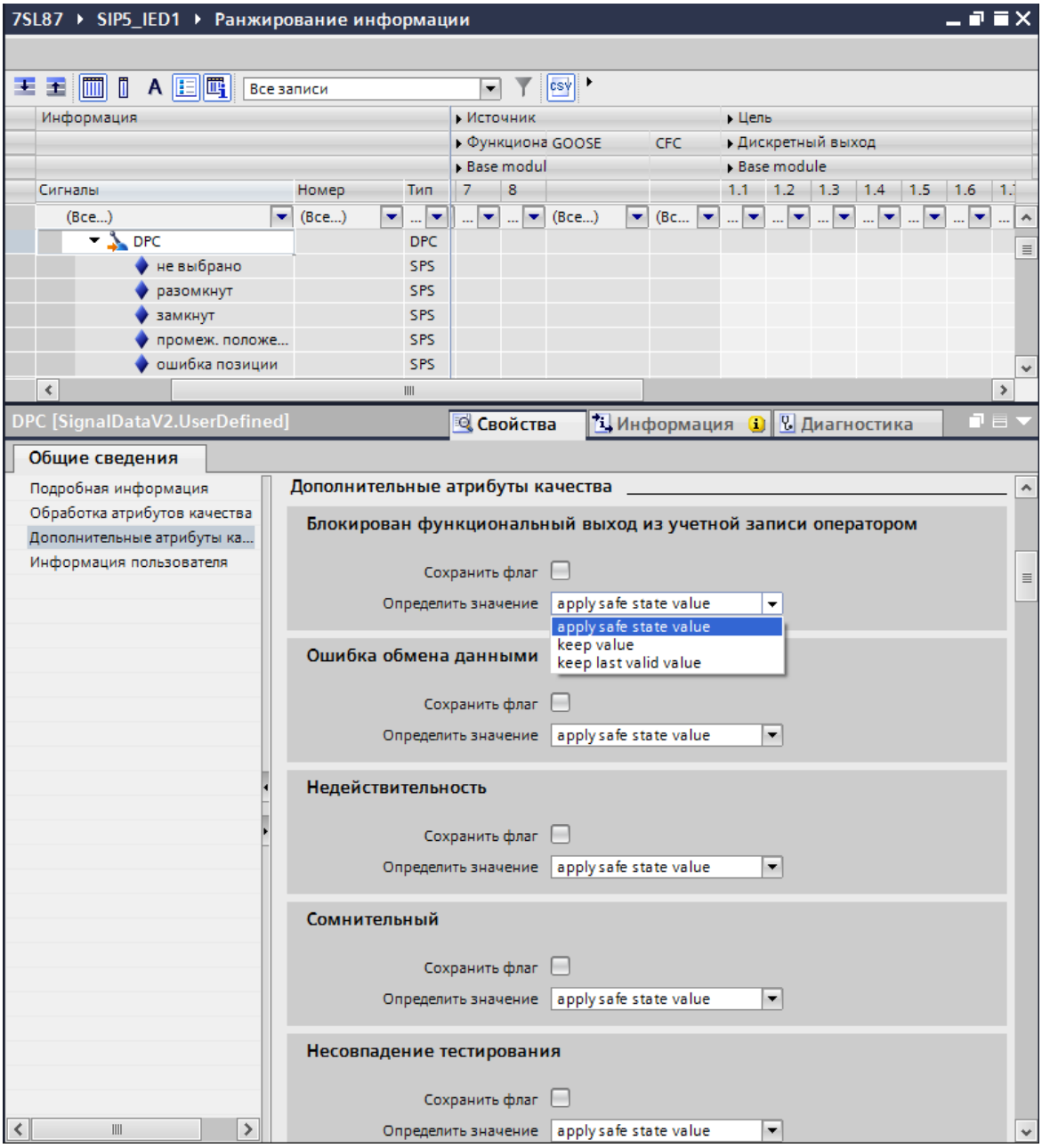
В зависимости от выбранного типа данных объекта система предлагает различные варианты выбора для пункта **Безопасное состояние** в разделе **Общие уставки**. На этом этапе вы выбираете значения безопасного состояния вручную, которые обеспечивают безопасное рабочее состояние в том случае, если будет нарушен доступ к данным по каналу обмена данными.

- Выберите свойство для выбранного объекта данных.

Можно также выбрать **Расширенные показатели достоверности** объекта данных для GOOSE Later Binding.

На следующем рисунке показаны расширенные показатели достоверности на примере типа данных DPC.

- Откройте окно **Свойства** и выберите лист **Расширенные показатели достоверности**.



[sc_LB_GOOSE_1, 1, ru_RU]

Рисунок 3-29 Расширенные показатели достоверности для GOOSE Later Binding

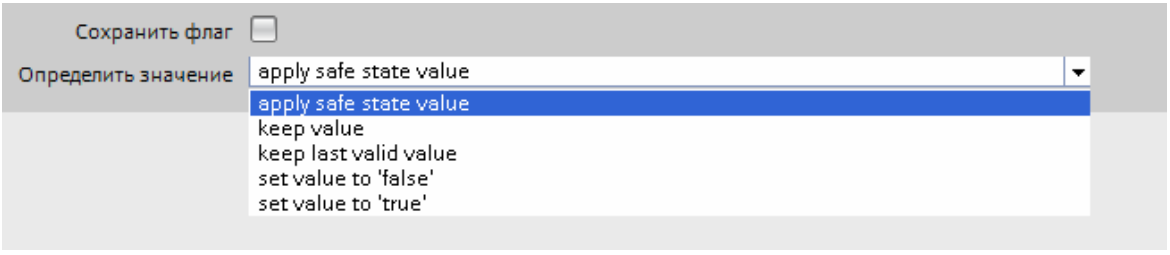
Используя следующие расширенные показатели достоверности, можно фильтровать переданные сообщения GOOSE, проверять и определять их достоверность. Откорректированные, при необходимости, значения передаются на принимающее устройство.

Для тестирования можно выбрать одну из следующих опций уставок в зависимости от типа данных.

Таблица 3-9 Определения значений

Уставка	Описание
Применить значение безопасного состояния	Значение, настроенное в пункте **Безопасное состояние**, передается в качестве действительного в приложение, если происходит нарушение связи.
Сохранять значение	Поврежденный показатель достоверности будет перезаписан *действительным* значением и полученное значение пересылается в качестве действительного в приложение. Если значение не получено, предполагается, что выходное значение находится в безопасном состоянии.
Сохранять последнее действительное значение	Если получен недопустимый показатель достоверности, то последнее действительное значение пересылается в приложение. Если значение еще не получено, предполагается, что выходное значение находится в безопасном состоянии.
Установить значение «Ложь»	Применяется только к логическим объектам обмена данными. Каждый недопустимый показатель достоверности вызывает передачу действительного значения *Ложь* в приложение.
Установить значение «Истина»	Применяется только к логическим объектам обмена данными. Каждый недопустимый показатель достоверности вызывает передачу действительного значения *Истина* в приложение.

Эти уставки **Расширенные показатели достоверности** применимы к перечисленным ниже расширенным показателям достоверности. Выбор может варьироваться в зависимости от типа данных.



[sc_LB_GOOSE_3, 1, ru_RU]

Рисунок 3-30 Определение значения для объекта данных типа SPS

Вы также можете передать показатели достоверности без изменений. Для этого необходимо установить флажок в поле **Сохранить флаг**.

Функциональный выход из системы с блокировкой оператора

Вы установили *Режим работы* передающего устройства в состояние *Устр.отключ.от сист.* = *Истина*. В результате каждое сообщение, выданное функциями, при условии *Устр.отключ.от сист.*, будет передано с данными о достоверности *ОператорБлокир* и **Достоверность** = *хорошо*. Приемник распознает это состояние для данного сообщения и реагирует в соответствии с уставками (*Таблица 3-9*). Другая обработка показателей достоверности может быть выполнена только после того, как вы установили *Режим работы* передающего устройства в состояние *Устр.отключ.от сист.* = *истина*.

Отключение связи

Между передатчиком и приемником, выбранным передатчиком, наблюдается нарушение связи (время, допустимое для обмена данными). Сообщение определяется в соответствии с уставками (*Таблица 3-9*).

Недействительность

Передающее устройство отправляет это сообщение с данными о достоверности **Достоверность** = *недействительно*. Приемник распознает это состояние для данного сообщения и реагирует в соответствии с уставками (*Таблица 3-9*).

Сомнительное

Передающее устройство отправляет это сообщение с данными о достоверности **Достоверность** = *сомнительное*. Приемник распознает это состояние для данного сообщения и реагирует в соответствии с уставками (*Таблица 3-9*).

Несоответствие проверки

Передающее устройство или функция в передающем устройстве, которая выдает это сообщение, находится в тестовом режиме. В результате сообщение передается с данными о достоверности *проверка*. Функциональный блок приемника распознает такое состояние для данного сообщения и реагирует в зависимости от его собственного состояния для тестового режима (указанного в МЭК 61850-7-4 Приложение A) в соответствии с уставками (*Таблица 3-9*).



ПРИМЕЧАНИЕ

Следуйте последовательности тестов. Сначала проверяется **Функциональный выход из системы с блокировкой оператора**. Затем проверяется **Отключение связи** и так далее. Если данный случай признан *активным*, то тестовая цепочка будет отменена с учетом выбранной уставки для активного случая.

В случае **Недействительности** тесты сначала выполняются для случая **Функциональный выход из системы с блокировкой оператора** (не применимо), затем для случая **Отключение связи** (не применимо) и отменяются с учетом выбранного действия для **Недействительности**.

Если сообщение передается в журнал, то при этом также регистрируется ручное обновление значения на основе перечисленных выше условий и с указанием причины обновления вручную. Ручное обновление значения в соответствии с перечисленными выше условиями приводит к изменению функционального блока *Предупреждение об исправности*, переходит до блока *Исправное состояние устройства* (определено в МЭК 61850-7-4).

Сохранять значение

Показатели достоверности и значения, сформированные передатчиком, принимаются без изменений. Пользователь должен выполнять обработку показателей достоверности согласно логической схеме. Выходные сигналы логической схемы, в соответствии с пользовательской обработкой показателей достоверности, могут быть подключены к входам функциональных блоков, как и раньше.

Допустимый диапазон значений данных

В зависимости от типа данных должны использоваться разные значения.

Тип данных	**Допустимый диапазон значений данных**	
ACD, ACT	Срабатывание: общие данные	0 (Ложь), 1 (Истина) (Направленная информация всегда обновляется вручную со статусом *неизвестно*. фA, фB, фC и нейтральные точки обновляются вручную с тем же значением, что и при настройке общего значения.)
BAC, APC	mxVal	Диапазон с плавающей запятой и диапазон значений в соответствии с IEEE 754 (одинарная точность)
BCR	actVal	от -2^{63} до $2^{63} - 1$
CMV	ампл., угол	Диапазон с плавающей запятой и диапазон значений в соответствии с IEEE 754 (одинарная точность)
DPC, DPS	stVal	0, 1, 2, 3 (промежуточное состояние, отключено, включено, неисправное состояние)
INC	stVal	от -2147483648 до 2147483647
INS	stVal	от -2147483648 до 2147483647
ISC, BSC	valWTr.posVal	от -64 до 64
	valWTr.transInd	0 (Ложь), 1 (Истина)

Тип данных	Допустимый диапазон значений данных	
SPC, SPS	stVal	0 (Ложь), 1 (Истина)
MV	ампл	Диапазон с плавающей запятой и диапазон значений в соответствии с IEEE 754 (одинарная точность)

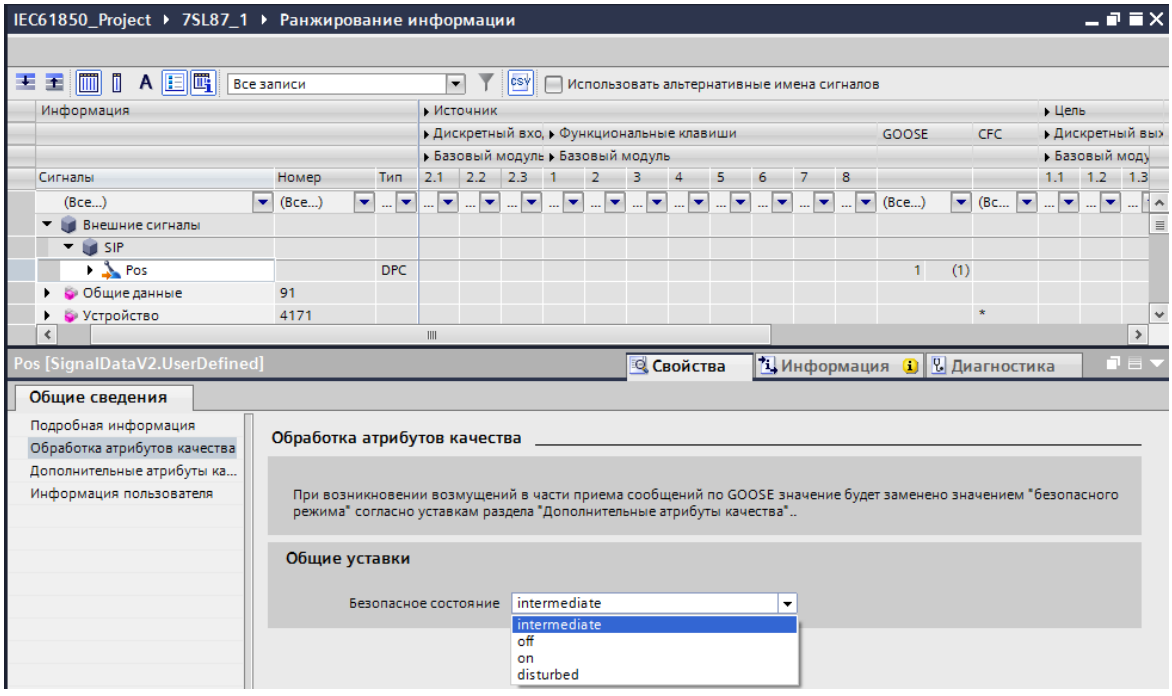
Для типов элементов управления в дополнение к устанавливаемым значениям состояния или измеренным значениям применяются следующие подставляемые значения:

ctlNum	=	0
stSeld	=	Ложь
origin.orIdent	=	Заменено обработкой показателей достоверности
origin.orCat	=	AUTOMATIC_BAY

Предыдущая обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE

В редакторе **Ранжирование информации** вы можете влиять на значение данных и показатели достоверности всех типов данных. На следующем рисунке показано возможное влияние на примере типа данных DPC.

- В структуре проекта DIGSI 5 дважды щелкните по пункту **Ранжирование информации**.
- Выберите желаемый сигнал в группе **Внешние сигналы**.
- Откройте окно **Свойства** и выберите лист **Обработка показателей достоверности**.



[sc_GOOSE values, 1, ru_RU]

Рисунок 3-31 Опция влияния при соединении объектов с типом данных DPC

Опция задания параметров работает на устройстве, принимающем данные.

Показатель достоверности: Достоверность	
Значения достоверности *зарезервировано* и *сомнительно* на принимающем конце заменяются на значение *недействительно*.	
• Флажок не установлен. • Флажок установлен и принято значение **Достоверность** = *хорошо*	Атрибут достоверности и значение данных передаются без изменений.

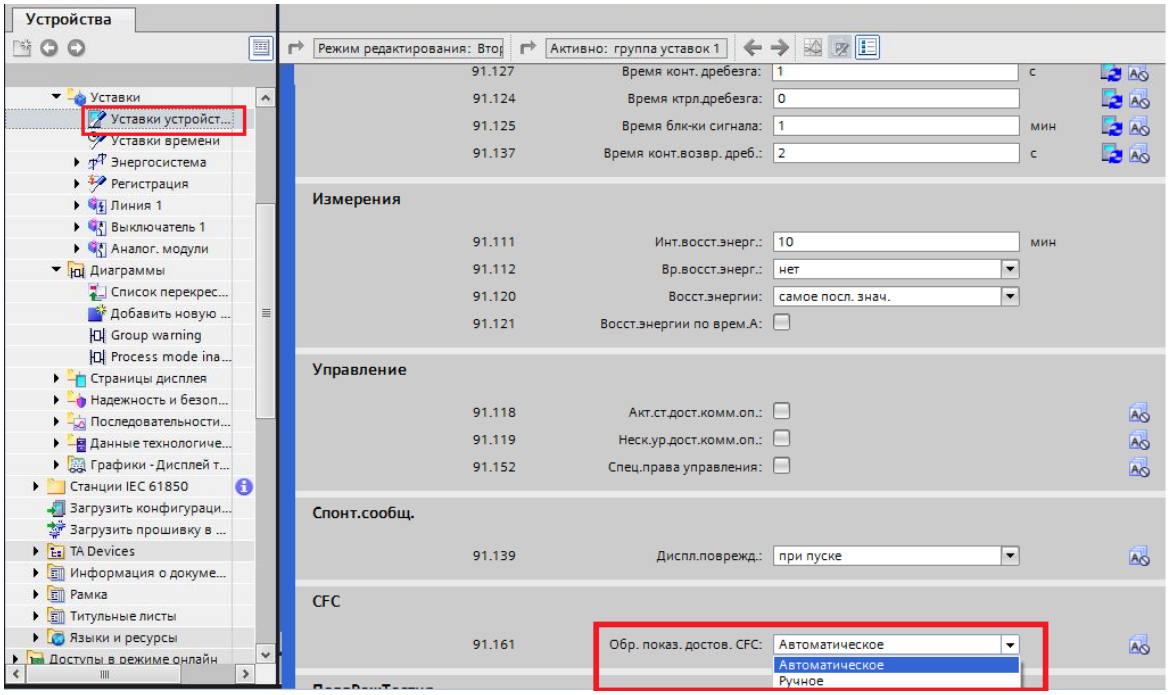
Показатель достоверности: Достоверность	
Флажок установлен, и принимается значение **Достоверность** = *недостоверно* (также используется для значений *зарезервировано* и *сомнительно*).	• Атрибут достоверности устанавливается равным *хорошо* и далее обрабатывается с этим значением. • Значение данных устанавливается для указанного подстановочного значения и обрабатывается далее с этим подстановочным значением.

Показатель достоверности: ОператорБлокир (opBlk)	
• Флажок не установлен. • Флажок устанавливается и принимает признак **ОператорБлокир** = *ЛОЖЬ*	Атрибут ОператорБлокир и данные передаются без изменений.
Флажок устанавливается и принимает признак **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	• Признак ОператорБлокир устанавливается на *ЛОЖЬ* и далее обрабатывается с этим значением. • Значение данных устанавливается для указанного подстановочного значения и обрабатывается далее с этим подстановочным значением.

Взаимодействие значения показателей достоверности и функции ОператорБлокир	
Флажок ОператорБлокир установлен и принимается признак **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	Несмотря на то, установлен флажок проверки достоверности или нет, и несмотря на текущую достоверность, атрибут достоверности устанавливается равным *хорошо*, а также принимается подстановочное значение объектов данных ОператорБлокир. Это означает, что уставки ОператорБлокир перезаписывают настройки Достоверности.
Флажок ОператорБлокир не установлен и принимается признак **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	Признак ОператорБлокир остается установленным и перенаправляется. Если флажок Достоверность установлен, а прием достоверности = *недействительно*, то используется подстановочное значение соответствующего объекта данных. Для постоянной обработки сигналов и влияния на них следует учитывать, что в этой конфигурации подстановочное значение объекта данных устанавливается как Достоверность = *недействительно*, а атрибут достоверности ОператорБлокир еще не установлен.

3.3.3 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели на схемах CFC

В DIGSI 5 можно контролировать обработку показателей достоверности для схем CFC. В дереве проекта вы можете найти блок **CFC** (см. следующий рисунок) в редакторе **Имя устройства** →, **Уставки** → **Уставки устройства**:



[sc quali cfc, 1, ru_RU]

Рисунок 3-32 Влияние обработки показателей достоверности CFC в DIGSI 5

Используя параметр **Обработка показателей достоверности для схемы CFC**, можно выбирать, хотите ли вы влиять на достоверность схем CFC в ***Ручном*** или ***Автоматическом*** (настройки по умолчанию) режиме.

Если вы выбираете ***Ручной***, то показатель достоверности схемы CFC всегда является действительным, независимо от показателей достоверности отдельных сигналов (**Достоверность** = ***хорошо***)!

Будет обработан только показатель достоверности **проверка** для схемы CFC. Если устройство находится в тестовом режиме или задан входной сигнал ТЕСТ из блока CHART_STATE CFC, то показатель достоверности схемы CFC устанавливается равным ***проверка***.

Если выбрать ***Автоматический***, то обработка показателей достоверности схем CFC оказывает влияние следующим образом:

В случае схем CFC необходимо различать основную обработку показателей достоверности и определенные блоки CFC, которые специально назначены для обработки показателей достоверности.

Общая информация об обработке

Большинство блоков CFC не имеют явной обработки показателей достоверности. Для этих блоков необходимо использовать следующие механизмы.

Показатель достоверности: Достоверность
Если принят один *недействительный* сигнал в случае входных данных CFC, тогда состояние **всех** выходных данных CFC также будет установлено равным *недействительно*, если они получены из блоков без явной обработки показателей достоверности. Другими словами, показатели достоверности не обрабатываются последовательно из блока в блок, а выходные данные задаются единовременно. Исключением являются выходные данные CFC, которые исходят из блоков с точной обработкой показателей достоверности (см. следующий раздел).

Показатель достоверности: Проверка	
Схема CFC находится в **нормальном** состоянии.	Входные данные CFC с атрибутом **проверка** = *ИСТИНА* будут проигнорированы. Когда выполняется схема CFC, используются данные, которые применялись до атрибута **проверка** = *ИСТИНА*. Достоверность этого **старого** значения также обрабатывается. Это означает, что на выходной стороне атрибут **проверка** = *ЛОЖЬ*.
Схема CFC находится в состоянии **проверка**[1)].	Если выполняется схема CFC, то признак устанавливается **проверка** = *ИСТИНА* для всех данных, которые имеются на выходе схемы CFC. Это не зависит от того, как были сформированы данные с использованием блоков CFC - с обработкой показателей достоверности или без нее.

[1)]Схема CFC может быть переключена в тестовое состояние путем переключения всего устройства в тестовый режим или установки на входе TEST блока CFC состояния CHART_STATE.

Показатель достоверности: ОператорБлокирован	
Схема CFC находится в **нормальном** состоянии.	В схемах CFC для входящих данных атрибут **ОператорБлокир** игнорируется.
Схема CFC находится в состоянии **функционального отключения от системы**[1)].	В схемах CFC для входящих данных атрибут **ОператорБлокир** игнорируется. Все выходные данные CFC маркируются как функционально отключенные от системы.

[1)] Это состояние возникает только в том случае, если устройство функционально отключено. В этом случае показатели достоверности всех выходов CFC обозначаются как **функционально отключенные**.

Блоки обработки показателей достоверности (Обработка условий)

Первые три блока (x_SPS) обрабатывают показатели достоверности автоматически по заданной логике. Другие блоки используются для выделения показателей достоверности от объекта данных и, после отдельной логической обработки, добавления их обратно.

<table>
<tr><th>Блоки</th><th colspan="3">Описание</th></tr>
<tr><td rowspan="19">OR_SPS

AND_SPS

NEG_SPS</td><td colspan="3">Блоки работают согласно их логике, при этом они также обрабатывают поддерживаемые атрибуты достоверности. В следующих таблицах описана логика с использованием входных значений в зависимости от показателя достоверности Достоверность. Входные значения равны 0 или 1, показатель достоверности Достоверность может иметь значение хорошо (=g) или недействительно (=i).
x = заполнитель для входного значения и показателя достоверности Достоверность</td></tr>
<tr><td colspan="3">OR_SPS</td></tr>
<tr><td>A (Значение, Атрибут)</td><td>B (Значение, Атрибут)</td><td>Q (Значение, Атрибут)</td></tr>
<tr><td>0, i</td><td>0, x</td><td>0, i</td></tr>
<tr><td>0, g</td><td>0, g</td><td>0, g</td></tr>
<tr><td>1, g</td><td>x, x</td><td>1, g</td></tr>
<tr><td>1, i</td><td>0, x</td><td>1, i</td></tr>
<tr><td>1, i</td><td>1, i</td><td>1, i</td></tr>
<tr><td colspan="3">Выходной сигнал принимает логическое значение 1 с атрибутом Достоверность = хорошо, как только минимум 1 входной сигнал будет иметь логическое значение 1 с атрибутом Достоверность = хорошо. Другими словами, входные сигналы рассматриваются в соответствии с операцией ИЛИ и объединяются по операции ИЛИ для бита достоверности со значением недействительно.</td></tr>
<tr><td colspan="3">AND_SPS</td></tr>
<tr><td>A (Значение, Атрибут)</td><td>B (Значение, Атрибут)</td><td>Q (Значение, Атрибут)</td></tr>
<tr><td>0, g</td><td>x, x</td><td>0, g</td></tr>
<tr><td>0, i</td><td>1, x</td><td>0, i</td></tr>
<tr><td>1, i</td><td>1, x</td><td>1, i</td></tr>
<tr><td>1, g</td><td>1, g</td><td>1, g</td></tr>
<tr><td colspan="3">Выходной сигнал принимает логическое значение 0 с атрибутом Достоверность = хорошо, как только минимум 1 входной сигнал будет иметь логическое значение 0 с атрибутом Достоверность = хорошо. Другими словами, входные сигналы рассматриваются в соответствии с операцией И и объединяются по операции ИЛИ для бита достоверности со значением недействительно.</td></tr>
<tr><td colspan="3">NEG_SPS</td></tr>
<tr><td>A (Значение, Атрибут)</td><td>Q (Значение, Атрибут)</td><td></td></tr>
<tr><td>0, i</td><td>1, i</td><td></td></tr>
<tr><td>0, g</td><td>1, g</td><td></td></tr>
<tr><td>1, i</td><td>0, i</td><td></td></tr>
<tr><td>1, g</td><td>0, g</td><td></td></tr>
<tr><td>SPLIT_SPS

SPLIT_DPS

SPLI_XMV</td><td colspan="3">Блоки разделяют значение данных и показатели достоверности объекта данных.
Требование – показатель достоверности доступен на входе. Это тот случай, если блок взаимосвязан с входными данными схемы CFC или связан с подключенным ниже по схеме блоком обработки атрибутов достоверности (x_SPS). В других случаях редактор CFC не позволяет подключить этот блок.</td></tr>
<tr><td>SPLIT_Q</td><td colspan="3">Блок выполняет двоичное разделение показателя достоверности на хорошо, плохо (= недействительно), тест, выкл и ОператорБлокир.
Затем можно отдельно обработать эти 5 атрибутов с помощью бинарной операции. Блок должен подключаться к блоку SPLIT_(DO) ниже по схеме.</td></tr>
</table>

Блоки	Описание
BUILD_Q	Блок всегда вводит двоичное значение для атрибутов *хорошо* и *плохо* (= *недействительно*) в каждую структуру атрибута достоверности. Таким образом, с помощью этого блока атрибуты достоверности *хорошо* и *плохо* (=*недействительно*) могут быть точно определены, например, в виде результата контроля логики. Все другие атрибуты достоверности устанавливаются по умолчанию, например, **проверка** = *ЛОЖЬ*. Если, например, вся схема CFC находится в тестовом состоянии (см.Атрибут достоверности: Проверка при основной обработке), то этот заранее заданный статус можно снова перезаписать на стороне выходных сигналов схемы CFC. Блок нормально подключается к блоку BUILD_(DO) ниже по схеме.
BUILD_ACD **BUILD_ACT** **BUILD_BSC** **BUILD_DPS** **BUILD_ENS** **BUILD_SPS** **BUILD_XMV**	Эти блоки объединяют значения данных и показатели достоверности. Выход блока в основном используется как выход CFC. Как правило, блок BUILD_Q подключается на входе этих блоков.

Схемы CFC работают по стандартной схеме обработки сигналов. Если входной сигнал схемы CFC имеет отметку *недействительно*, то все выходные сигналы схемы CFC также получают отметку *недействительно*. Эта стандартная схема в некоторых вариантах применения нежелательна. Если вы используете стандартные блоки для обработки показателей достоверности, то атрибуты достоверности входных сигналов обрабатываются в схеме CFC.

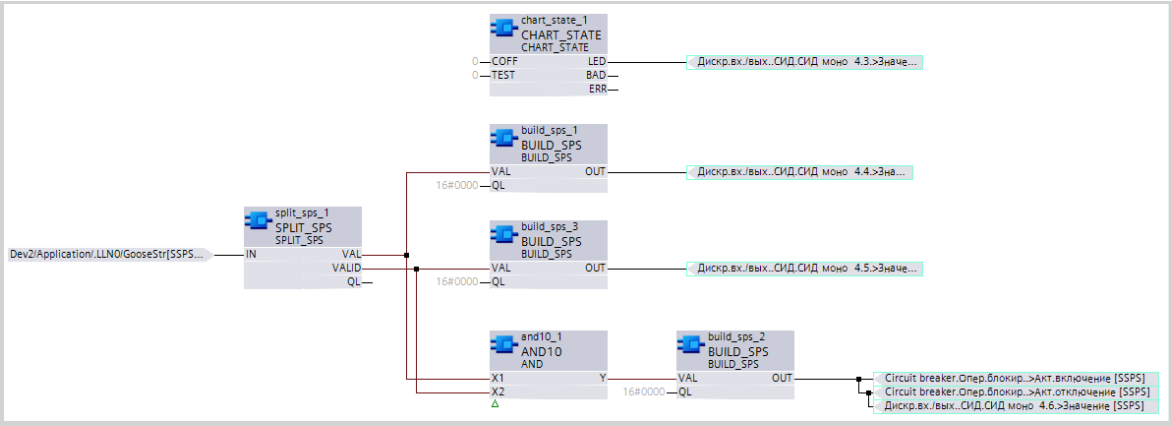
ПРИМЕР: Оперативная блокировка с помощью GOOSE

В примере используются следующие условия:

- Условие оперативной блокировки для оперативной блокировки распределительного устройства хранится в устройстве в виде схемы CFC.
- Удаленное устройство посылает разрешающий сигнал для условия блокировки через телеграмму GOOSE.

Если соединение прервано, то разрешающий сигнал (**GOOSEStr**), поступающий в телеграмму GOOSE, получает отметку *недействительно*. Если схема CFC получает недостоверный входной сигнал, то доступны следующие возможности: До прерывания связи используется последний достоверный сигнал (достоверность = *хорошо*), либо используется подстановочное значение с достоверностью *хорошо* (Истина, Ложь).

Для этого вы должны создать отдельную схему CFC в дополнение к схеме оперативных блокировок распределительного устройства. Используйте логические блоки для обработки показателей достоверности в отдельной схеме CFC. С помощью стандартного блока SPLIT_SPS разделите входной сигнал (тип данных = SPS) на значение данных и информацию о достоверности. Затем вы можете продолжить раздельную обработку этих сигналов в схеме CFC. Используйте данные о достоверности, как входной сигнал для стандартного блока BUILD_SPS, и назначьте сигналу атрибут *хорошо*. В результате вы получите сигналы SPS с маркировкой достоверности *хорошо*. Вы можете использовать это для правильной обработки выдаваемых сообщений. Вы можете обрабатывать разрешающие сигналы с достоверностью *хорошо* в схеме CFC текущих оперативных блокировок. Таким образом, выдаваемый сигнал для коммутационного аппарата, показанный в логике оперативной блокировки, доступен как достоверный результат с отметкой *хорошо*. На следующем рисунке показан пример схемы CFC со стандартными блоками для обработки показателей достоверности:



[sccfcran-220415-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-33 График CFC со стандартными блоками для обработки показателей качества (оперативная блокировка распределительного устройства через GOOSE)

Если вы не хотите преобразовать недостоверный разрешающий сигнал в достоверный, как описано, во время обрыва соединения, вы можете также присвоить разрешающему сигналу определенное значение. Выполните следующее: С помощью стандартного блока SPLIT_SPS разделите входной сигнал (тип данных = SPS) на значение данных и информацию о достоверности. Соедините выход ДОСТОВЕРНОСТЬ стандартного блока SPLIT_SPS со значением входного сигнала (элемент И). Таким образом, с помощью достоверных входных сигналов можно установить значение безопасного состояния. В примере выходному сигналу схемы CFC присваивается значение *ЛОЖЬ*, когда входной сигнал является недостоверным.

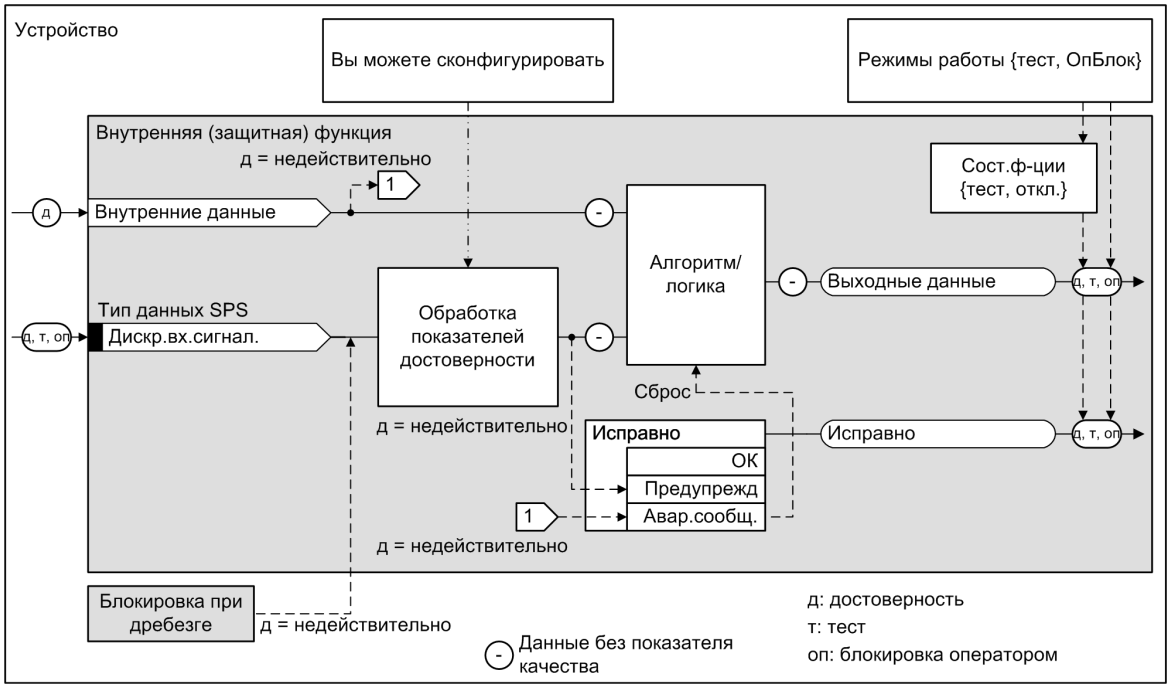
3.3.4 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели с помощью внутренних функций устройства

Рисунок 3-34 дает обзор обработки показателей достоверности данных во внутренней функции устройства.

Функция может принимать внутренние данные или входные данные, ранжируемые пользователем (дискретный входной сигнал или двойные команды). Соответствующие поддерживаемые атрибуты достоверности анализируются функцией на стороне входных сигналов. Атрибуты не обрабатываются специальным алгоритмом / специальной логикой функции. Выходные данные выдаются с достоверностью, которая определятся состоянием функции и режимом работы устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учесть, что срабатывание функции блокировки от дребезга (см. главу *3.8.1 Блокировка при дребезге контактов и фильтрация входных сигналов*) устанавливает соответствующий атрибут **Достоверность** равным значению *недействительно*.



[loquali3-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 3-34 Обзор обработки показателей достоверности внутренней функцией

Внутренние входные данные

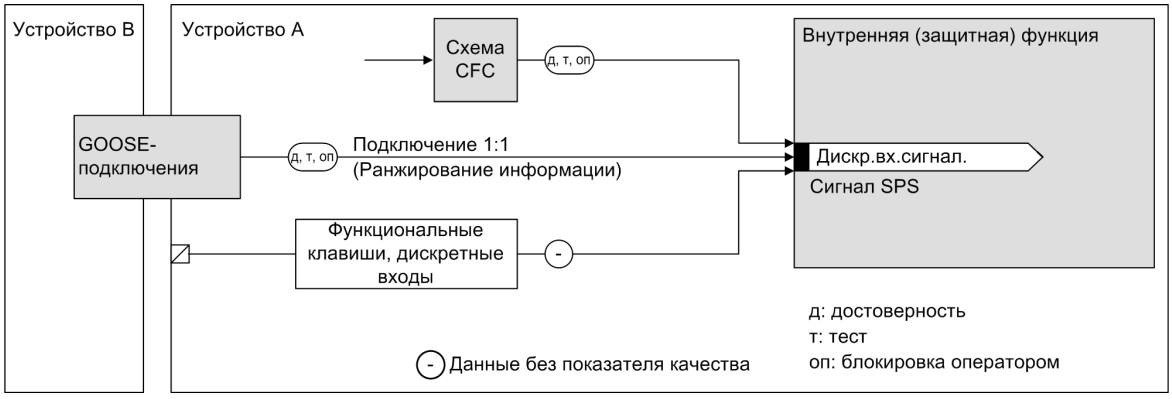
Обработка показателей достоверности осуществляется автоматически для внутренних входных данных.

Поддерживаемые показатели достоверности	Описание
Достоверность	• На принимающем конце внутренние значения могут иметь значения только *недействительно* или *хорошо*. • Для значения *недействительно* работоспособность функции устанавливается равной значению **Аварийный** и функция сбрасывается. Причины недостоверных внутренних данных, например, могут быть следующими: • Выход устройства из рабочего частотного диапазона. • Устройство не откалиброванo. • При контроле АЦП обнаружена ошибка.

Ранжируемые дискретные входные сигналы (Тип данных SPS)

Рисунок 3-35 иллюстрирует возможные источники для подключения дискретного входного сигнала. В зависимости от источника можно установить разные атрибуты достоверности:

- Схема CFC: См. описание в главе *3.3.3 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели на схемах CFC*
- Соединение GOOSE: См. описание в главе *3.3.2 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на полученные значения GOOSE*
- Аппаратное обеспечение устройства: Атрибуты достоверности не устанавливаются и не поддерживаются.



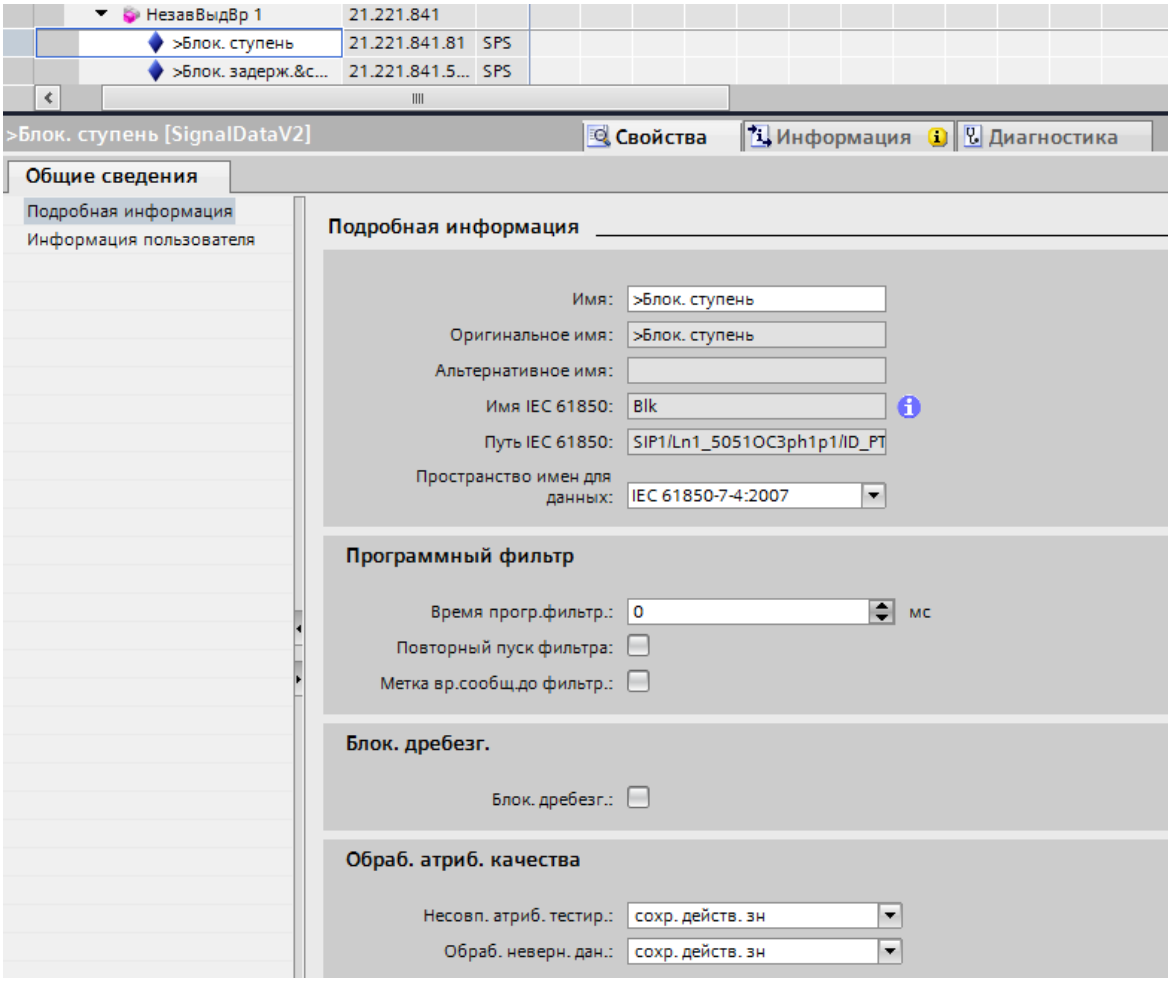
[loquali2-230212-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 3-35 Источники для подключения дискретного входного сигнала

Вы можете влиять на обработку показателей достоверности сигналов этого типа (SPS), см. обзор в *Рисунок 3-34*.

На следующем рисунке показано возможное влияние на дискретный входной сигнал ступени защиты.

- В структуре проекта DIGSI 5 дважды щелкните по пункту **Ранжирование информации**.
- В рабочем поле выберите желаемый дискретный входной сигнал.
- В окне **Свойства** выберите запись **Подробная информация**. Здесь вы можете найти пункт **Обработка показателей достоверности**.



[sceinflu de, 1, ru_RU]

Рисунок 3-36 Опции, влияющие на дискретный входной сигнал (входной сигнал SPS)

Показатель достоверности: Достоверность	
Атрибут **Достоверность** может иметь значения *хорошо* или *недействительно (зарезервировано* и *сомнительно* уже заменены на входе устройства значением *недействительно*).	
Источник входного сигнала имеет атрибут *недействительно*.	Текущее значение сигнала игнорируется. Доступные для выбора варианты: • Дальнейшая обработка последнего достоверного значения данных исходного сигнала (т.е. уставка по умолчанию с несколькими исключениями) • Установить значение для дальнейшей обработки равным **0**. • Установить значение для дальнейшей обработки равным **1**. Эта опция конфигурации необходима для возможности работы при различных вариантах применения. Работоспособность функции переключается на пред-упреждение.
Источник входного сигнала имеет атрибут *хорошо*.	Значение данных источника сигнала обрабатывается и далее.

Показатель достоверности: Проверка	
• Источник входного сигнала и защитная функция находятся в тестовом режиме. • Источник входного сигнала не находится в состоянии тестирования, а обрабатываемая функция – в тестовом состоянии.	Значение данных источника сигнала обрабатывается и далее.
Источник входного сигнала находится в состоянии тестирования, а обрабатываемая функция – в нормальном состоянии.	Значение данных источника сигнала игнорируется. Доступные для выбора варианты: • Дальнейшая обработка последнего допустимого значения данных сигнала до переключения источника в тестовое состояние (т.е. уставка по умолчанию). • Далее обрабатываемое дискретное значение устанавливается равным **0**. • Далее обрабатываемое дискретное значение устанавливается равным **1**. Эта опция конфигурации необходима для возможности работы при различных вариантах применения.

Атрибут достоверности ОператорБлокир
В этом режиме на достоверность повлиять невозможно, это не приведет к реакции в логической схеме

Выходные данные

Показатели достоверности не обрабатываются текущим алгоритмом / логикой функции. Следующая таблица показывает условия, необходимые для установки показателей достоверности выходных сигналов функции.

Причина	**Значение D0**	**Показатель достоверности**	
		После состояния **внутренний** (для систем SIPROTEC 5, например, в части схемы CFC)	На интерфейс МЭК 61850, в буфер
Состояние функции = **Тест** (как результат рабочий режим устройства = **Тест** или функциональный режим = **Тест**)	Без изменений	**Тест** = *ИСТИНА*	**Тест** = *ИСТИНА*
Состояние функции = **Выкл** (как результат рабочий режим устройства = **Выкл**)	Функциональный, соответствующий определению для выключенного состояния	**Достоверность** = *хорошо*	**Достоверность** = *недействительно*
Исправность функции = **Аварийный сигнал** (например, результат недостоверности принимаемых данных)	Функциональный, соответствующий определению для сброса	**Достоверность** = *хорошо*	**Достоверность** = *недействительно*

Причина	**Значение D0**	**Показатель достоверности**	
Рабочий режим устройства = **функционально отключено от системы**	Без изменений	**Достоверность** = *хорошо* **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*	**Достоверность** = *хорошо* **Признак качества** = *старые данные* **ОператорБлокир** = *ИСТИНА*

3.4 Осциллографирование

3.4.1 Обзор функций

Все устройства серии SIPROTEC 5 имеют память аварийных событий, в которой надежно хранятся осциллограммы повреждений. Осциллограмма фиксирует то, что произошло в энергосистеме и реакцию устройства защиты на данные события. Вы можете выгрузить все осциллограммы из устройства для последующего анализа с помощью специальных программных продуктов, например, SIGRA.

Каждая осциллограмма содержит следующие данные:

- Дискретизированные значения аналоговых входных каналов
- Измеренные значения, рассчитанные самим устройством
- Любые дискретные сигналы (например, сигналы пуска и срабатывания функций защиты)

Вы можете произвольно задавать сигналы, которые должны быть зафиксированы на осциллограмме. Кроме того, можно задавать условия пуска, длительность записи и критерий сохранения осциллограммы. Осциллограммы, сохраненные в устройстве, остаются доступными и после потери питания.

3.4.2 Структура функции

Функция **Осциллографирование** является важной функцией устройства. И критерий записи, и измеренные значения, и дискретные сигналы, которые должны быть сохранены, предварительно задаются с помощью шаблонов применения. Вы можете изменить конфигурацию под собственные требования в программе DIGSI 5. Осциллографирование и регистратор аварийных событий управляются одинаково. Это гарантирует, что реальное время, относительное время и нумерация данных о повреждениях будут синхронизированы.

Это означает, что все осциллограммы будут основываться на одинаковой системе реального и относительного времени.

Данные, считываемые с помощью программы DIGSI-PC, сохраняются в формате COMTRADE. Осциллограммы могут быть переданы в систему АСУ ТП подстанции по существующим каналам связи по запросу и в соответствии со стандартами (например, МЭК 61850, МЭК 60870-5-103). Центральное устройство анализирует данные, используя соответствующее программное обеспечение.

3.4.3 Описание функции

Функция **Регистратор повреждений** сохраняет оцифрованные значения, определенные для каждого устройства, всех аналоговых входов, вычисляемых самим устройством величин и дискретных сигналов. Конфигурация, заранее заданная для каждого устройства с помощью шаблонов применения, может быть настроена по вашим требованиям.



ПРИМЕЧАНИЕ

Подробную информацию о выборе и удалении осциллограмм повреждений см. в руководстве по эксплуатации (C53000-G5000-C003).

Память аварийных событий устройства автоматически обновляется для каждой записи. Когда память полностью заполняется, наиболее старая запись автоматически перезаписывается новой. Таким образом, наиболее новые записи всегда надежно сохраняются. Максимальное количество записей равно 128.

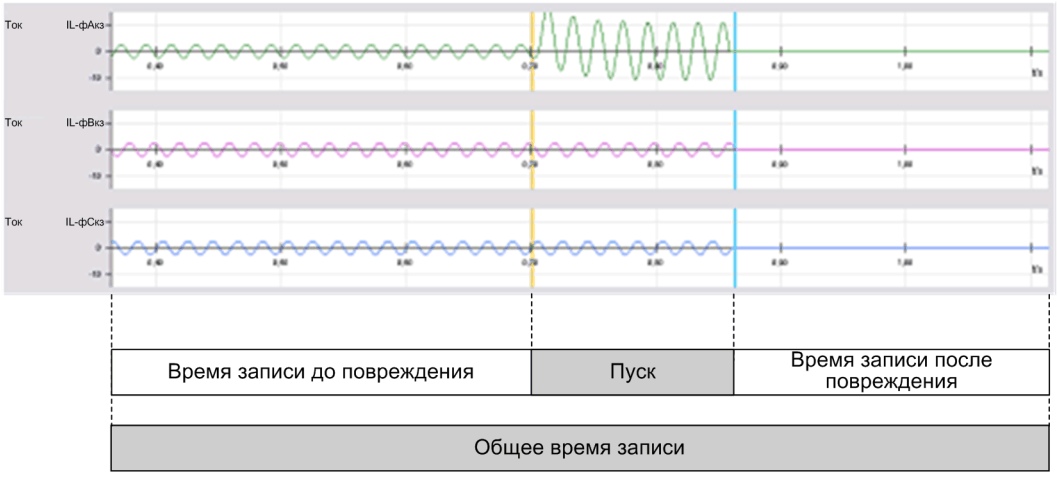
Частота дискретизации

Измерительные каналы аналоговых величин оцифровывают величины с различной частотой дискретизации. Уставка **Частота дискретизации** используется, чтобы задать необходимую частоту дискретизации. Возможные значения данной уставки 1 кГц, 2 кГц, 4 кГц и 8 кГц . Данная уставка влияет

только на осциллографирование и не оказывает влияния на функции защиты или на значения расчетных параметров.

Длительность записи осциллограмм

Общая длительность одной осциллограммы повреждения включает в себя общую продолжительность настраиваемого критерия записи, **Вр.зап.до пуска** и **Вр.зап. после пуска**. Параметры для данных компонентов можно устанавливать отдельно.



[dwsigrar-070813-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-37 Пример осциллографирования

Используя параметр **Осцилл.повреждений**, можно задать критерий старта записи.

Вы можете задать следующие значения:

- ***при пуске***:

  Осциллограмма записывает весь процесс повреждения до возврата. В расчет принимаются результирующие сигналы пуска всех функциональных групп.

- ***при пуске и цикл. АПВ***:

  При активной функции АПВ (внутреннем/внешнем) на осциллограмме записывается повреждение, включая короткие и длинные паузы (циклы АПВ).

- ***определ. пользов.***:

  Путем задания уставки в программе DIGSI 5 задается критерий пуска записи осциллограмм. Также реализован функциональный критерий пуска записи.

Если критерий пуска записи возникает повторно в течение времени пуска или времени после пуска, активная в текущий момент запись продлевается, чтобы включить в себя новое время после пуска.

При частоте дискретизации 8 кГц и записи 24 аналоговых каналов длительность одной осциллограммы повреждения может достигать 20 с.

Максимальная длительность записи может быть ограничена уставкой **Макс.длит.осциллогр.**.

Кроме начала записи осциллограммы при пуске защиты, также имеются следующие возможности пуска записи:

- Внешним сигналом на дискретный вход *>Внешний пуск* (например, от внешнего устройства защиты, не имеющего функции регистрации, путем передачи объекта с помощью GOOSE-сообщения)
- С помощью настраиваемого входного сигнала *>Ручной пуск* можно начать запись тестовой осциллограммы повреждения регулируемой длительности (уставка **Длит.ручн.записи**)

- С помощью DIGSI 5 можно записывать тестовые осциллограммы повреждений с фиксированной длиной 1 с.
- С помощью команды от центрального устройства по существующим каналам связи (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103)

ПРИМЕЧАНИЕ

Если сигнал срабатывания присутствует непрерывно, то осцилограмма повреждения закрывается после истечения времени **`Макс.длит.осциллогр.`** и запись осциллограмм не перезапускается!

Сохранение осциллограмм

Нет необходимости сохранять каждую записываемую осциллограмму. С помощью уставки **`Хранение`** вы задаете, хотите ли вы сохранять осциллограмму, которая начала записываться, или нет. Также можно сохранять данные только тех повреждений, в отношении которых пуск функции защиты также вызвал отключение. При использовании данной уставки внешние повреждения не приведут к записи осциллограмм, замещающих уже записанные осциллограммы.

Настройка сигналов, которые необходимо записать

Все аналоговые входы устройства, которые были настроены (токи и напряжения) записываются как оцифрованные каналы.

Функциональные дискретные сигналы (например, пуск и отключение) и каналы измеряемых значений могут быть индивидуально настроены для записи с помощью матрицы ранжирования в программе DIGSI. Для этого имеется отдельный столбец **Регистратор**.

Вы можете переименовать сигналы в матрице ранжирования информации DIGSI. Вы можете изменить последовательность дискретных сигналов и каналов измеренных значений, которые будут записываться в DIGSI, с помощью параметра **Порядок сигналов**. Подробную информацию об этом можно найти в онлайн-справке DIGSI 5 с версии V07.50 и выше (номер для заказа: C53000-D5040-C001-D).

Измеренные значения рабочих параметров, а также гармоник основных и симметричных составляющих (см. Руководство к оборудованию, разделы *9.3 Рабочие измеряемые величины* и *9.4 Основная гармоника и симметричные составляющие*) вычисляются через каждые 9 периодов (на частоте 50 Гц, т.е. через каждые 180 мс). Однако это может означать, что данные не синхронизированы с оцифрованными сигналами аналоговых каналов. Запись измеренных значений может использоваться для анализа медленно меняющихся процессов.

Нумерация и метки времени

Все сохраненные осциллограммы автоматически нумеруются в порядке возрастания и каждой назначается метка реального времени момента начала записи. Осциллограф регистрирует повреждение в относительном времени. Базовой точкой является момент начала записи. Каждая осциллограмма имеет соответствующий журнал повреждения с тем же номером. Это гарантирует, что осциллограмма может быть сопоставлена с журналом событий.

Память повреждений

Устройство динамически управляет доступной памятью аварийных событий, поэтому всегда доступна максимальная емкость для записи. Когда предел памяти аварийных событий превышен, наиболее старая запись автоматически перезаписывается. Это означает, что наиболее новые записи будут всегда доступны. Частота дискретизации, тип и количество измеряемых величин, которые должны быть записаны, являются важнейшими переменными, когда дело доходит до ограничения длины и количества возможных записей. Параллельно с оцифрованными значениями можно записать до 50 функциональных измеренных значений и до 200 дискретных сигналов. В следующей таблице приведены общие сведения о максимальной продолжительности записи в секундах для различных вариантов подключения устройств защиты.

Таблица 3-10 Максимальная длина всех сохраненных осциллограмм

Примеры схем подключения	**Частота дискретизации 1 кГц**	**Частота дискретизации 2 кГц**	**Частота дискретизации 4 кГц**	**Частота дискретизации 8 кГц**
Присоединение: 4 тока, 6 измеренных значений, 20 дискретных каналов	1365 с	819 с	455 с	241 с
Присоединение: 4 тока, 4 напряжения, 20 дискретных каналов	1125 с	566 с	284 с	142 с
Присоединение: 4 тока, 4 напряжения, 6 измеренных значений, 20 дискретных каналов	890 с	500 с	266 с	137 с
Полуторная схема: 8 токов, 8 напряжений, 6 измеренных значений, 20 дискретных каналов	525 с	281 с	145 с	74

Входные и выходные сигналы

Функция **Регистратор повреждений** предоставляет несколько входных сигналов, обеспечивающих точный запуск, удаление и остановку. Выходные сигналы предоставляют информацию о состоянии функции.

В следующей таблице приведены входные сигналы функции **Регистратор повреждений**:

Имя	**Тип**	**Описание**
Управление: Начать запись	SPC	Начать запись с помощью функциональной кнопки
Управление: Сброс памяти	SPC	Удалить все записи с помощью функциональной кнопки. Номера ошибок сброшены.
Управление: Удалить память	SPC	Удалить все записи с помощью функциональной кнопки. Номера ошибок остаются как есть.
Управление: >Внешний пуск	SPS	Начать запись от внешнего дискретного сигнала, например от команды отключения внешнего устройства защиты. В расчет принимаются выдержки времени до и после срабатывания.
Управление: >Ручной пуск	SPS	Начать запись осциллограммы заданной длительности (уставка **`Длит.ручн.записи`**) от внешнего дискретного сигнала, например вручную с помощью функциональной кнопки или от внешнего дискретного сигнала.

В следующей таблице приведены выходные сигналы функции **Регистратор повреждений**:

Имя	**Тип**	**Описание**
Общее: Режим	ENC	Обратная связь состояния осциллографирования в соответствии с главой *2.3 Управление функциями*
Общее: Режим работы	ENS	
Общее: Режим ожидания	ENS	

Имя	Тип	Описание
Управление: Номер ошибки	INS	Указание номера текущей ошибки делает возможным уникальное распределение записей в буферах сообщения для записанных осциллограмм.
Управление: Запись начата	SPS	Начата запись данных повреждения

3.4.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Осцилл.повреждений

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:130) Осцилл.повреждений** = ***при пуске***

Параметр **Осцилл.повреждений** задает интервал времени, в котором записываются осциллограммы. Общая длительность записи определяется длительностью повреждения плюс сумма уставок **Вр.зап.до пуска**, **Вр.зап. после пуска**, она ограничена максимальной длительностью записи.

Значение параметра	Описание
при пуске	Время осциллографирования определятся общим количеством всех пусков защит. В расчет принимаются результирующие сигналы пуска всех функциональных групп. Примечание: Когда истекает время после пуска, показания функции АПВ не записываются. Развивающиеся КЗ после окончания выдержки времени могут привести к возникновению нового КЗ с собственной осциллограммой.
при пуске и цикл. АПВ	Время осциллографирования определяется общим количеством пусков всех защит, включая короткие и длинные бестоковые паузы (циклы АПВ). Оно включает в себя сигналы пуска всех функциональных групп и время действия запущенных циклов АПВ для всех активных функций повторного включения.
определ. пользов.	Время записи осциллограмм определятся пользователем. Примечание: Вы должны указать все сигналы в матрице ранжирования в программе DIGSI 5, чтобы задать продолжительность записи осциллограмм. Для этого в матрице ранжирования в столбце **Осциллографирование** имеется отдельный столбец **Пуск**. Время записи вычисляется с помощью логического операнда ИЛИ, применяемого ко всем запущенным заданным сигналам.

Параметр: Хранение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:131) Хранение** = ***всегда***

Параметр **Хранение** задает критерий сохранения осциллограммы, запись которой уже началась.

Значение параметра	Описание
всегда	Каждая осциллограмма, запись которой началась, сохраняется.
при отключении	Если во время записи хотя бы одна функция защиты выдаст команду на отключение, любая осциллограмма, которая начала записываться, будет сохранена.

Параметр: Макс.длит.осциллогр.

- Уставка по умолчанию **(_:2761:111) Макс.длит.осциллогр.** = ***5,00 с***

Уставкой **Макс.длит.осциллогр.** вы задаете максимальную длительность записи одной осциллограммы. По истечении заданного времени текущая запись осциллограммы отменяется. Данная уставка просто ограничивает длительность записи осциллограммы. Она не влияет на регистрацию повреждения в журнале аварийных событий.

Параметр: Вр.зап.до пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:112) Вр.зап.до пуска** = ***0,50 с***

Уставкой **Вр.зап.до пуска** задается длительность времени перед пуском для одной осциллограммы. Заданное время доаварийной записи добавляется к текущему критерию записи.

Параметр: Вр.зап. после пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:113) Вр.зап. после пуска** = ***0,50 с***

Уставкой **Вр.зап. после пуска** задается максимальная длительность записи одной осциллограммы после пуска. Заданное время послеаварийной записи добавляется к текущему критерию записи после возврата.

В следующей таблице показано изменение диапазона настройки для **Вр.зап. после пуска** параметра в зависимости от **Частота дискретизации**.

Частота дискретизации	Диапазон уставок для параметра **Вр.зап. после пуска**
8 кГц	от 0,05 с до 4 с
4 кГц	от 0,05 с до 8 с
2 кГц	от 0,05 с до 16 с
1 кГц	от 0,05 с до 24 с

Параметр: Длит.ручн.записи

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:116) Длит.ручн.записи** = ***0,50 с***

Параметр **Длит.ручн.записи** позволяет установить длину записи, если осциллографирование активируется динамически (с пуском по фронту) через отдельный сконфигурированный входной сигнал *>Ручной пуск*.

В этом случае времена доаварийной и послеаварийной записи игнорируются.

Параметр: Частота дискретизации

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:140) Частота дискретизации** = ***8 кГц***

Параметр **Частота дискретизации** позволяет определить частоту дискретизации осциллограмм повреждений, которые вы хотите загрузить через DIGSI 5. Имеется возможность задать этот параметр равным 8 кГц, 4 кГц, 2 кГц и 1 кГц.

Параметр: Част.дскр.зап.МЭК61850

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2761:141) Част.дскр.зап.МЭК61850** = ***8 кГц***

Параметр **Част.дскр.зап.МЭК61850** позволяет определить частоту дискретизации осциллограммы повреждений, которую вы хотите загрузить, используя протокол связи МЭК 61850. Имеется возможность задать этот параметр равным 8 кГц, 4 кГц, 2 кГц и 1 кГц.

Значение этого параметра **Част.дскр.зап.МЭК61850** не может быть больше максимального значения уставки параметра **Частота дискретизации**.

Если размер файла COMTRADE превышает максимально допустимую емкость устройства, первоначальная запись будет обрезана. Обрезанные данные будут удалены.

Параметр: Масштабир.COMTRADE

- Рекомендуемое значение уставки **Масштабир.COMTRADE** = ***Вторичные величины***

Используя параметр **Масштабир.COMTRADE**, можно масштабировать данные осцилограммы повреждения для формата COMTRADE. Возможные значения уставки: ***Первичные величины*** или ***Вторичные величины***.

3.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2731:1	Общие данные:Режим		• вкл • испытание	вкл
Управление				
_:2761:130	Управление:Осцилл.повреждений		• при пуске • при пуске и цикл. АПВ • определ. пользов.	при пуске
_:2761:131	Управление:Хранение		• всегда • при отключении	всегда
_:2761:111	Управление:Макс.длит.осциллогр.		0.20 с до 20.00 с	5.00 с
_:2761:112	Управление:Вр.зап.до пуска		0.05 сдо 4.00 с	0.50 с
_:2761:113	Управление:Вр.зап. после пуска		0.05 сдо 0.50 с	0.50 с
_:2761:116	Управление:Длит.ручн.записи		0.20 с до 20.00 с	0.50 с
_:2761:140	Управление:Частота дискретизации		• 8 кГц • 4 кГц • 2 кГц • 1 кГц	2 кГц
_:2761:141	Управление:Част.дскр.зап. МЭК61850		• 8 кГц • 4 кГц • 2 кГц • 1 кГц	1 кГц
_:2761:128	Управление:Масштабир.COMTRADE		• Первичные величины • Вторичные величины	Вторичные величины

3.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Дискр.вх./вых.			
_:2731:51	Общие данные:Режим(управляемый)	ENC	C
_:2731:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2731:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Дискр.вх./вых.			
_:2761:300	Управление:Пуск осциллографа	SPC	C
_:2761:305	Управление:Сброс памяти	SPC	C
_:2761:306	Управление:Очистка памяти	SPC	C
_:2761:502	Управление:>Внешний пуск	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2761:503	Управление:>Ручной пуск	SPS	I
_:2761:310	Управление:Номер повреждения	INS	O
_:2761:311	Управление:Начато осциллограф.	SPS	O
_:2761:314	Управление:Осциллогр.записана	SPS	O
_:2761:327	Управление:Тмакс уменьшено	SPS	O
_:2761:324	Управление:Журн.повр.заполн	INS	O

3.5 Обмен данными защиты

3.5.1 Обзор

Передача данных защиты включает в себя все функциональные средства, необходимые для обмена данными через защитный интерфейс (ЗащИнт). Он управляет одним или максимум двумя защитными интерфейсами. **Связь между защитами** осуществляется путем конфигурации каналов согласно протоколу.

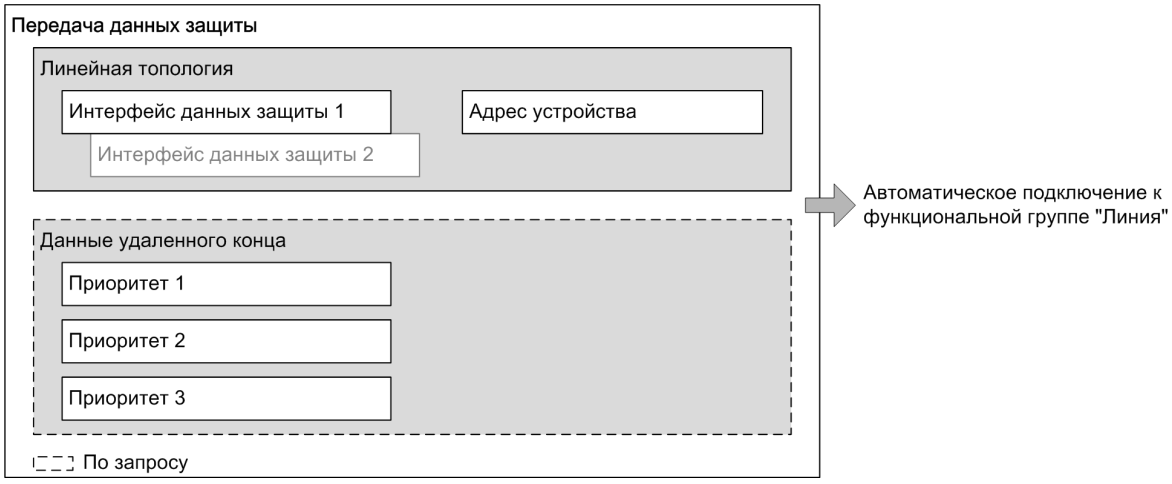
Подробную информацию можно найти в разделе **Интерфейс данных защиты** в главе *3.5.3.1 Обзор функций*.

3.5.2 Структура передачи данных защиты

Следующие функции **Передачи данных защиты** видны при:

- Определение топологии
- Данные удаленного конца

На следующем рисунке показана структура **Обмена данными между защитами**:



[dwstrufg-171012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-38 Структура обмена данными между защитами

Интерфейс функциональной группы "Линия"

Дискретные сигналы, измеряемые величины и другие данные автоматически передаются между группой функций **Передача данных защиты** и **Линия**. Некоторые защитные функции обмениваются данными с другими защитными устройствами через интерфейс защиты. Эти данные определены заранее и их нельзя изменить.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если схема телеуправления должна работать через интерфейс защиты, то необходимо использовать блок приема **ПРМ ЗащИнт#** . Выполните следующее:

- Откройте общую библиотеку DIGSI 5 и создайте экземпляр, например, функции **85-21PC полн.охв**. Функции можно найти в разделе **ФГ Линия** → **Схема телеуправления** → **85-21PC полн.охв**.
- Откройте **Ранжирование информации** в **Дереве проекта** → **Имя устройства**.
- Используйте перетаскивание, чтобы добавить блок приема **ПРМ ЗащИнт#** из общей библиотеки DIGSI 5 в **Ранжирование информации** в разделе **Линия** → **85-21PC полн.охв**. Если блок приема **БлкПрмДискСиг#** уже доступен, тогда **ПРМ ЗащИнт#** удаляет блок приема **БлкПрмДискСиг#** из **Ранжирования информации**.

  Нет необходимости в ранжировании сигналов отправки и приема по отдельности.

Интерфейс функциональной группы двигателя

Дискретные сигналы, измеренные значения и другие данные автоматически передаются между функциональной группой **Передача данных защиты** и **функциональной группой** двигателя.

Данные удаленного конца

Функция **Данные удаленного конца** используется в том случае, если вы ранжируете специализированный сигнал или измеряемую величину на интерфейс защиты. Затем интерфейс защиты обеспечивает передачу и прием таких сигналов. Максимальное количество данных удаленного конца определяется доступной полосой пропускания.

3.5.3 Защитный интерфейс и топология защиты

3.5.3.1 Обзор функций

Функция **Топология защиты и интерфейс защиты** обеспечивает обмен данными между устройствами через синхронную последовательную направленную связь, со скоростью от 64 Кбит/с до 2 Мбит/с. Эти соединения могут быть установлены непосредственно через оптоволокно или с использованием других средств связи, например, по выделенным линиям или через коммуникационные сети.

Следующая информация, важная для работы защитного интерфейса, также передается. Вы не можете изменить эти данные:

- Топологические данные и значения передаются для мониторинга и тестирования линии.

  Результаты отображаются на устройстве или DIGSI 5.
- Для дистанционной защиты и защиты от замыканий на землю передаются данные о защите или дискретные данные схемы телеускорения защиты.
- Синхронизация по времени устройств может осуществляется с помощью защитного интерфейса. В этом случае время будет раздавать то же устройство, которое играет роль мастера в топологии защиты.

Связь постоянно контролируется на предмет ошибок в данных и нарушений связи, а также измеряется временная задержка.

Защитные интерфейсы обычно используются вместе со схемой телеускорения защиты для дистанционной защиты и защиты от замыканий на землю. В системе SIPROTEC 5 можно настраивать защитные интерфейсы во всех устройствах, а затем использовать их в дальнейших защитах. В то же время, любая дискретная информация и измеренные величины могут передаваться между устройствами.

3.5.3.2 Структура функции

Структура функции Интерфейсы защиты устройств находятся в группе функций Интерфейс данных защиты. Устройство имеет 1 или 2 защитных интерфейса с определенными заданными параметрами.

Топология защиты используется для управления параметрами топологии для соответствующих интерфейсов и имеет данные от всех устройств, входящих в топологию.



[dwstruct-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-39 Структура защитного интерфейса в устройстве

Обмен данными между защитам физически реализован через последовательный оптический коммуникационный модуль. Этот модуль может иметь 1 или 2 канала. Обмен данными между защитами осуществляться через разные модули. Это зависит от типа интерфейса и применения. DIGSI 5 используется для настройки 1 или 2 каналов последовательного оптического модуля как интерфейса защиты. Это обеспечивает связь с данными, заданными в **интерфейсе защиты** через этот канал.

3.5.3.3 Описание функции

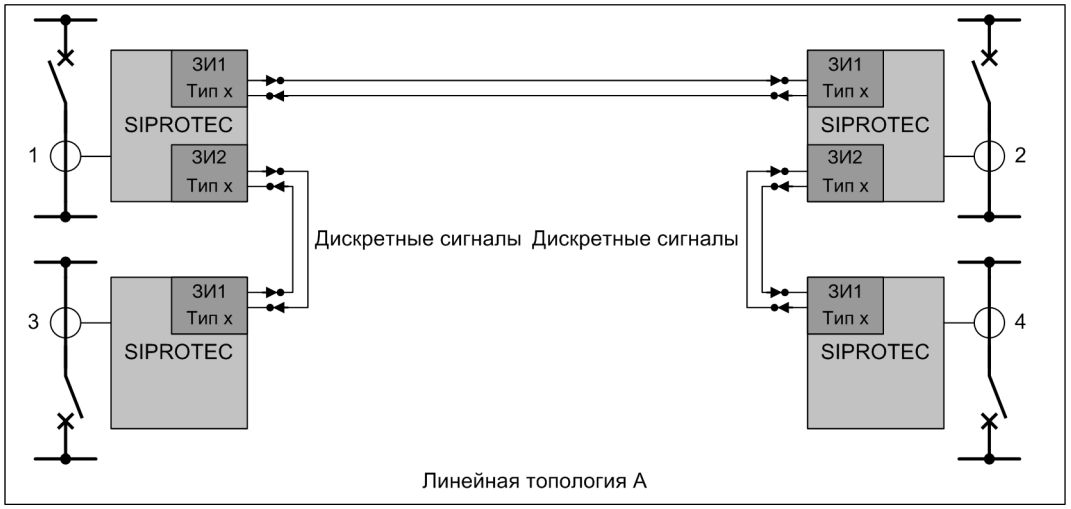
Топология и тип обмена данными защиты

Интерфейсы данных защиты (ИнтЗащ) служат для организации прямой связи между устройствами защиты типа "точка-точка" посредством различных сред передачи данных. Обмен данными может выполняться как в пределах распредустройства, так и между распредустройствами.

Устройства, подключенные друг к другу через интерфейс данных защиты, образуют топологию защиты. См. *Рисунок 3-40*.

Интерфейс обмена данными может быть или типа 1, или типа 2. Если в обмене данными участвуют устройства, имеющие функцию дифференциальной защиты, например 7SD и 7SL, то автоматически создается обмен данными типа 1. Тип 2 предназначен для передачи данных, не связанных с функцией ДЗЛ. Устройство может содержать модули обмена данными защиты только одного типа. Тип 1 и тип 2 — не могут работать вместе в рамках одной функции защиты.

Типы	Описание
Тип 1 Для применения с дифференциальной защитой	Функция дифференциальной защиты представляет собой основное применение средства обмена данными защиты типа 1. Здесь требуется наиболее широкая полоса пропускания, что приводит к тому, что число дополнительных сигналов при передаче данных типа 1 становится меньше. Это становится заметным при скорости обмена данными 64 кбит/с через интерфейс G703.1 или X21. При реализации дифференциальной защиты многоконцевой линии все подключения защит должны быть типа 1. Возможно выполнение защиты линии, имеющей максимум 6 концов. Если функции **Дифференциальная защита** и **Схема телеуправления** должны работать в устройстве параллельно, скорость передачи данных не должна быть меньше 512 кбит/с!
Тип 2 Там, где не применяется дифференциальная защита	При использовании соединения по типу 2 передается значительно больший объем информации, поскольку дифференциальная защита не применяется. Здесь в первую очередь осуществляется передача данных защиты и прочих данных, например, измеряемых величин. С помощью средства обмена данными защиты типа 2 можно подключить максимум 6 устройств различных типов (например, 6MD, 7VK, 7SA и 7SJ).



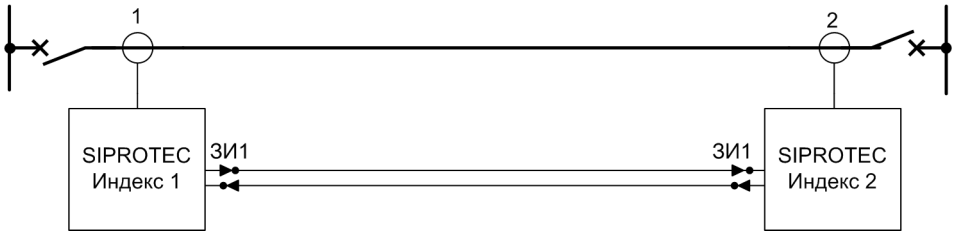
[dwintert-030211-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-40 Обмен данными между 4 устройствами с подключением защит по типу 1 или типу 2 в топологии защиты.

Топология из двух устройств: Простая передача данных или передача с резервированием

В случае топологии из 2 устройств на каждое устройство требуется один порт для интерфейса данных защиты (см. следующий рисунок).

Наиболее часто применяется дифференциальная защита двухконцевой линии (подключение защит по типу 1) или обмен данными между двумя устройствами по типу "точка-точка" (подключение защит по типу 2), применяемый в устройствах защиты линии электропередач.



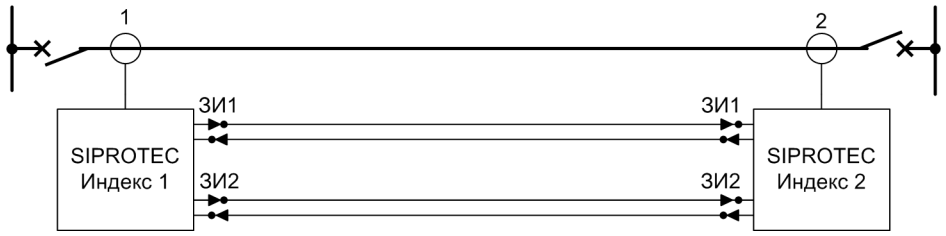
[dwinterf-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-41 Обмен данными между двумя устройствами, каждое из которых имеет порт для интерфейса данных защит

ПРИМЕЧАНИЕ

Индекс описывает последовательную нумерацию устройств в топологии защиты (см. параметр **`Лок.устр.-это устр.`**).

В одно устройство могут встраиваться не более 2 портов для связи защит (см. рис.). Если интерфейс данных защит реализован с использованием 2 портов связи для каждого устройства, участвующего в обмене данными, это обеспечивает 100 % резервирование. Устройства определяют канал связи с наибольшей пропускной способностью (например, оптоволокно) и используют его в качестве основного. При сбое связи система автоматически выполняет переключение на второй канал и работает по нему до тех пор, пока не будет восстановлена связь по первому каналу. Так как канал с более низкой пропускной способностью определяет максимально допустимое количество передаваемой информации, то одна и та же информация передается по обоим каналам в полном объеме. По такому принципу ранжируется связь дифференциальной защиты с резервированием канала связи. Следовательно, оба канала связи защиты в устройстве имеют тип 1.



[dwintera-030211-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-42 Обмен данными между двумя устройствами, каждое из которых имеет 2 канала связи/ резервированный обмен данными

Топология с несколькими устройствами: Кольцевая топология или линейная

Когда используется более двух устройств, связь реализуется посредством линейной или кольцевой топологии. Максимально возможное число устройств – шесть.

Для реализации обмена данными устройства автоматически определяют тип топологии, а также свое положение в топологии. Все устройства, участвующие в обмене данными, должны иметь порты обмена данными одного типа. Если это устройства, имеющие функцию дифференциальной защиты, например, 7SD и 7SL, то автоматически создается обмен данными типа 1. Возможность участвовать во многоконцевой конфигурации обмена данными должна быть предусмотрена кодом заказа. Если в обмене данными участвуют другие устройства, то создается обмен данными типа 2, который может присутствовать один или 2 раза.

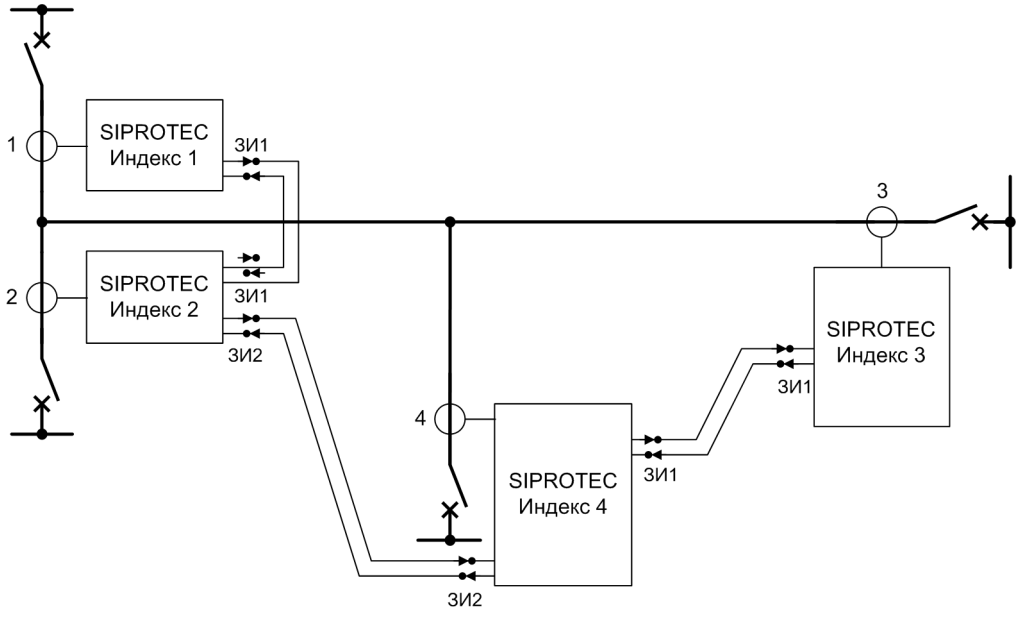
Ниже приведены различия между следующими типами топологий:

- Линейная топология
- Топология "кольцо"

Линейная топология представлена на рисунке, представленном ниже.

В этой топологии порты связи защит должны быть одного типа. Все порты связи в многоконцевой конфигурации дифференциальной защиты принадлежат к типу 1.

Индексация устройств не обязательно должна соответствовать порядку следования в "цепи".



[dwchaint-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-43 4 устройства SIPROTEC в линейной топологии

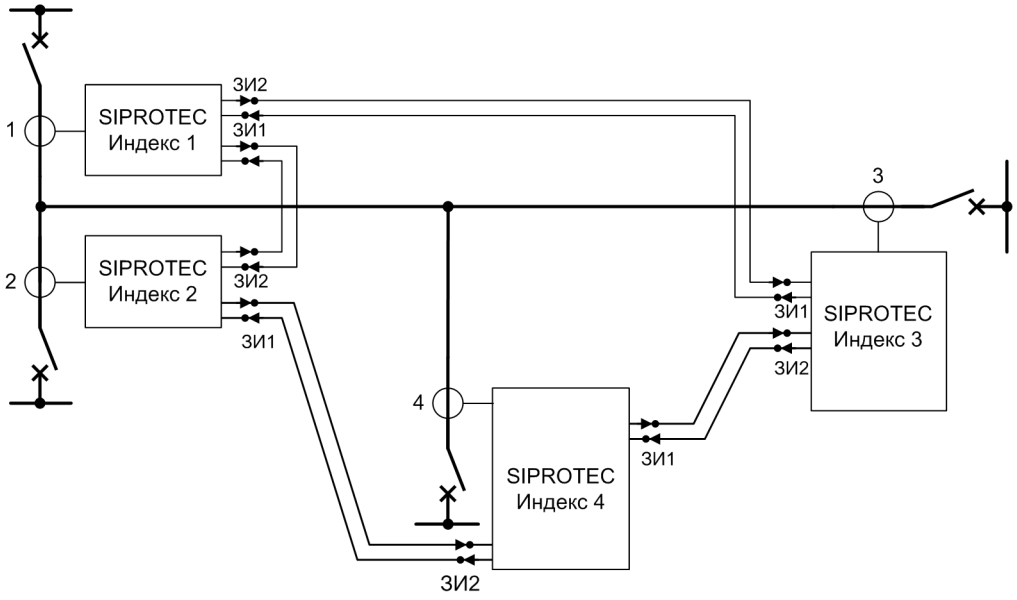
Топология типа "кольцо" представлена на рисунке ниже.

Топология "кольцо" имеет перед линейной топологией преимущество в том, что вся система обмена данными и, например, функция дифференциальной защиты продолжают работать даже при сбое одной из связей или при выводе из работы одного устройства.

Дополнительная информация приведена в главе *3.5.3.5 Настройка комбинации устройств*.

Устройства обнаруживают нарушение канала связи или выход из системы и автоматически переключаются на оставшиеся каналы передачи данных.

На следующих рисунках показан пример дифференциальной защиты четырехконцевой линии при использовании всех интерфейсов защиты типа 1. Типовым применением обмена данными защит по типу 2 является обмен сигналами и измеряемыми величинами между четырьмя устройствами (например, между распределительными устройствами), где подключение может быть выполнено по разным каналам связи. Это применение для устройства передачи данных защит.



[dwringto-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-44 4 устройства SIPROTEC в топологии "кольцо"

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в топологии "кольцо" происходит нарушение связи, то конфигурация продолжает работать по линейной топологии. Кроме того, устройство может выйти из топологии программным способом.

Передача информации интерфейса защиты

За счет передачи информации интерфейса защиты могут передаваться заданные пользователем сигналы и измеренные значения с установленным циклом обновления (приоритеты).

Существует 3 различных приоритета передачи информации:

- **Приоритет 1**: Используйте **Приоритет 1** для передачи сигналов быстродействующих защит. Передача и обновление информации в посылке (телеграмме) выполняется максимум каждые 20 мс.
- **Приоритет 2**: Используйте **Приоритет 2** для передачи быстродействующих однопозиционных или двухпозиционных сообщений. Передача и обновление при этом производится максимум каждые 40 мс.
- **Приоритет 3**: Используйте **Приоритет 3** для всех сигналов, измеренных и вычисленных значений, обновление и передача таких сигналов выполняется максимум каждые 100 мс.

Количество передаваемых и принимаемых сигналов, сообщений и измеренных значений соответствует пропускной способности канала связи. Оставшаяся пропускная способность при использовании дифференциальной защиты (передача по типу 1) ниже, чем при использовании любых других

функций защиты (тип 2). Измеренные значения требуют большей пропускной способности, чем однопозиционные сообщения.

Средства связи

Обмен данными выполняется через прямое оптоволоконное соединение, через коммутируемую сеть или через двухжильные медные проводники. Компания Siemens рекомендует применять прямое оптоволоконное соединение, так как при этом обеспечивается наивысшая скорость передачи данных в 2 Мбит/с, устойчивость к повреждениям в канале передачи, а также наименьшее время передачи. Кроме того, применение оптоволокна позволяет передавать большой объем дополнительной информации по каналу связи дифференциальной защиты, а также выполнять удаленное управление устройствами с помощью DIGSI 5.

Расстояние передачи и доступные каналы передачи определяются с помощью уставок интерфейса защиты. Для подключения к коммутируемым сетям обмена данными через интерфейсы G703.1-, X21- или G703.6 используются внешние коммуникационные конвертеры. Подключение к двухпроводным медным кабелям выполняется также через коммуникационные конвертеры. Например, интерфейс C37.94 со скоростью передачи 2 Мбит/с предполагает прямое оптоволоконное подключение к мультиплексору через соответствующий интерфейс.

В *Таблица 3-11* - *Таблица 3-12* показаны примеры подключений для обмена данными.

В случае реализации прямого соединения, расстояние, на которое может осуществляться передача данных, зависит от типа оптоволокна. Это расстояние может быть увеличено за счет применения внешних ретрансляторов (повторителей).

Легкость адаптации к каналам передачи данных обеспечивается за счет возможности замены модулей связи устройства. В случае применения двойного модуля USART-AE-2FO 820 нм с 2 каналами, в одном модуле могут работать 2 интерфейса защиты.

Указанные модули могут устанавливаться в разъемы E и F базового устройства, а также в разъемы N и P съемных модулей со встроенным источником питания.

При использовании коммуникационных конвертеров подключение устройства к конвертеру выполняется с помощью оптических кабелей.

Таблица 3-11 СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ С ИНТЕРФЕЙСОМ СВЯЗИ ЗАЩИТЫ

СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ	**Тип модуля: USART-AF-1LDFO**	**Тип модуля: USART-AW-2LDFO**	**Тип модуля: USART-AG-1LDFO**	**Тип модуля: USART-AU-2LDFO**	**Тип модуля: USART-AK-1LDFO**	**Тип модуля: USART-AV-2LDFO**	**Тип модуля: USART-AH-1LDFO[4]**	**Тип модуля: USART-AJ-1LDFO[5]**	**Тип модуля: USART-AX-2LDFO[6]**	**Тип модуля: USART-AY-2LDFO[7]**
Физическое подключение										
1 оптический порт, последовательный, 1300 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 24 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм, 4 км – через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм	●									
2 оптических порта, последовательных, 1300 нм, дуплексные с разъемом LC, расстояние 24 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм, 4 км – через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм		●								

4 USART-AH-1LDFO только совместно с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO на противоположной стороне

5 USART-AJ-1LDFO только совместно с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO на противоположной стороне

6 USART-AX-2LDFO только совместно с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO на противоположной стороне

7 USART-AY-2LDFO только совместно с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO на противоположной стороне

СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ	Тип модуля: USART-AF-1LDFO	Тип модуля: USART-AW-2LDFO	Тип модуля: USART-AG-1LDFO	Тип модуля: USART-AU-2LDFO	Тип модуля: USART-AK-1LDFO	Тип модуля: USART-AV-2LDFO	Тип модуля: USART-AH-1LDFO[4]	Тип модуля: USART-AJ-1LDFO[5]	Тип модуля: USART-AX-2LDFO[6]	Тип модуля: USART-AY-2LDFO[7]
Физическое подключение										
1 оптический порт, последовательный, 1300 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 60 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм			●							
2 оптических порта, последовательные, 1300 нм, дуплексные с разъемом LC, расстояние 60 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм				●						
1 оптический порт, последовательный, 1550 нм, дуплексный с разъемом LC, расстояние 100 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм					●					
2 оптических порта, последовательные, 1550 нм, дуплексные с разъемом LC, расстояние 100 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм						●				
1 оптический порт, двунаправленный через одно оптоволокно, 1300/1550 нм (Tx/Rx), симплексный с разъемом LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм							●			
1 оптический порт, двунаправленный через одно оптоволокно, 1550/1300 нм (Tx/Rx), симплексный с разъемом LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм								●		
2 оптических порта, двунаправленные через 1 оптоволокно, 1300/1550 нм (Tx/Rx), симплексные с 2 разъемами LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм									●	
2 оптических порта, двунаправленные через 1 оптоволокно, 1550/1300 нм (Tx/Rx), симплексные с 2 разъемами LC, расстояние 40 км через одномодовое оптоволокно 9/125 мкм										●

4 USART-AH-1LDFO только совместно с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO на противоположной стороне

5 USART-AJ-1LDFO только совместно с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO на противоположной стороне

6 USART-AX-2LDFO только совместно с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO на противоположной стороне

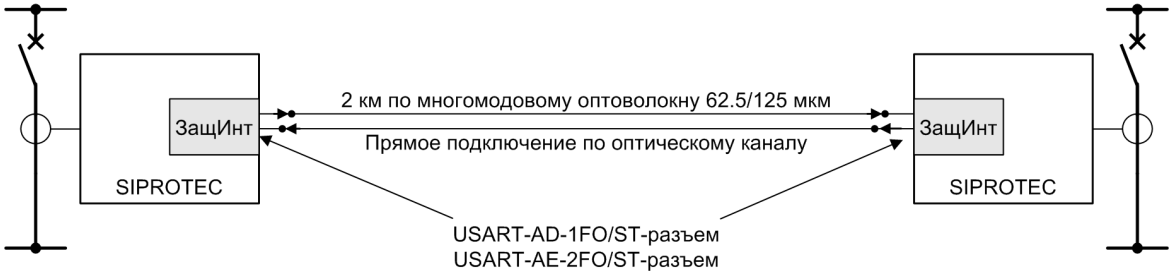
7 USART-AY-2LDFO только совместно с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO на противоположной стороне

Таблица 3-12 СЪЕМНЫЕ МОДУЛИ USART-AD-1FO И USART-AE-2FO

Съемный модуль	**Съемный модуль USART-AD-1FO**	**USART-AE-2FO**
Физическое подключение		
1 оптический последовательный порт, 820 нм, разъем ST, расстояние 1,5 км через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм	●	
2 оптических последовательных порта, 820 нм, разъем ST, расстояние 1,5 км через многомодовое оптоволокно 62,5/125 мкм		●
Применение		
Интерфейс защиты (Синхр. HDLC, IEEE C37.94)	X	X

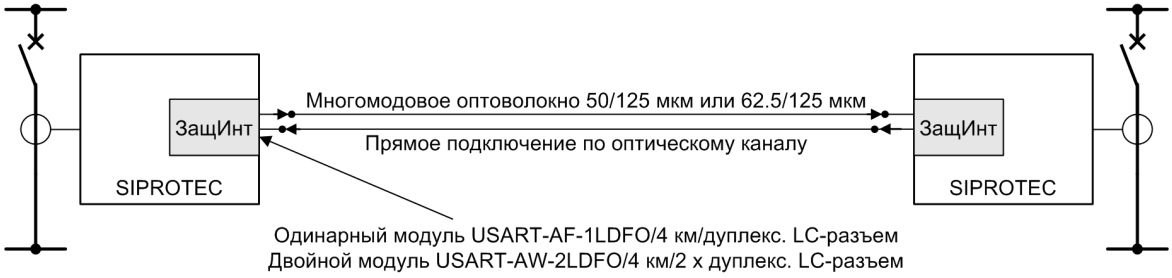
ПРИМЕЧАНИЕ

Съемные модули типа **USART** могут устанавливаться в слотах **E** и **F** базового модуля, а также в слотах **N** и **P** модуля расширения CB202. Они не подходят для использования с портом **M** модуля расширения **CB202**.



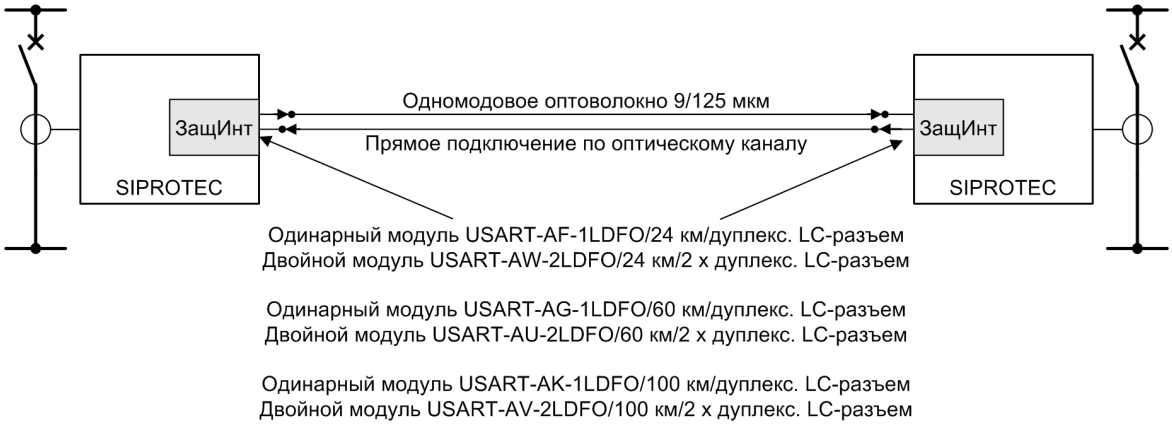
[dwmultim-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-45 Передача данных на малые расстояния от 1,5 до 2 км через многомодовое оптоволокно



[dwmultim-070611-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-46 Передача данных максимум на 4 км через многомодовое оптоволокно

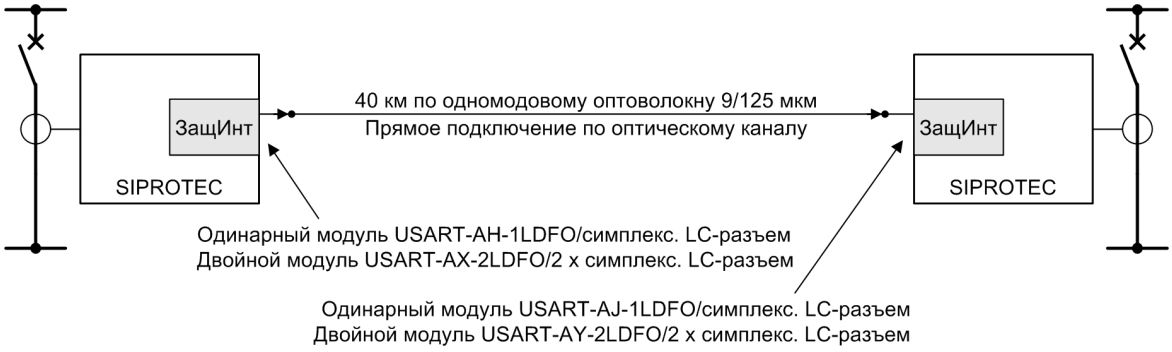


[dwsingle-070611-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-47 Передача данных на разные расстояния через одномодовое оптоволокно

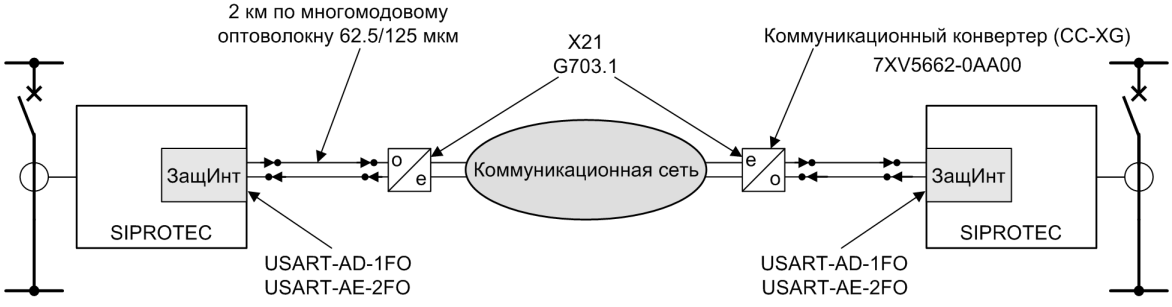
ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы избежать оптической перегрузки на стороне приемника на расстояниях менее 25/50 км, необходимо на одной стороне оптического канала связи в модулях USART-AG, USART-AU, USARTAK и USART-AV использовать аттенюатор 7XV5107-0AA00.



[dwsingle-020513-04.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-48 Подключение через одномодовое оптоволокно

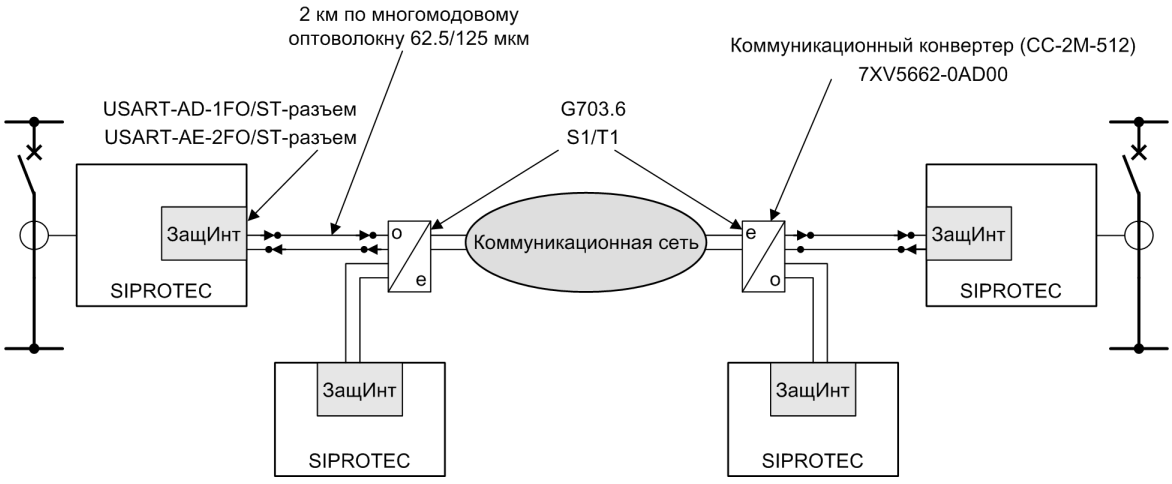


[dwmultim-070611-05.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-49 Обмен данными через сеть обмена данными с использованием интерфейса G703.1

Подключение к мультиплексору выполняется через преобразователь связи с интерфейсом G703.1 (на скорости 64 кбит/с) или интерфейсом X21 (на скорости от 64 кбит/с до 512 кбит/с). Уставки скорости передачи для KU-XG-512 (для X21), KU-XG-256 (для X21), KU-XG-128 (для X21) и KU-XG-64 (для X21 или G703.1) можно установить с помощью параметра **Подключение через**.

Более подробную информацию можно найти в разделе *Таблица 3-13*.

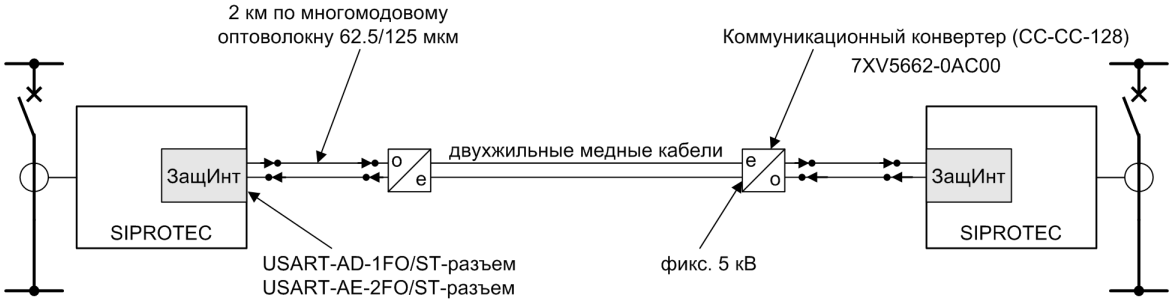


[dwmultim-070611-06.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-50 Обмен данными через сеть обмена данными с использованием интерфейса G703.6

Подключение к мультиплексору выполняется на скорости 512 кбит/с через преобразователь связи с интерфейсом G703.6 (E1 на скорости 2 Мбит/с или T1 на скорости 1,44 Мбит/с). Преобразователь связи оснащен вторым интерфейсом для подключения еще одного интерфейса защиты.

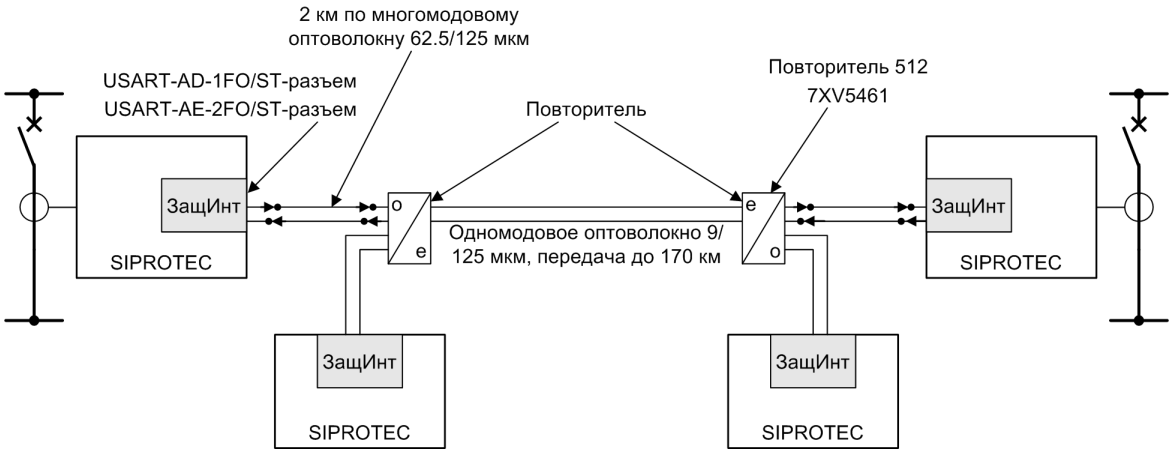
Настройки для обмена с KU-2M-512 при 512 Кб/с выполняются в соответствии с *Таблица 3-13* для параметра **Подключение через**.



[dwmulti7-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-51 Подключение с использованием 2-проводных медных кабелей

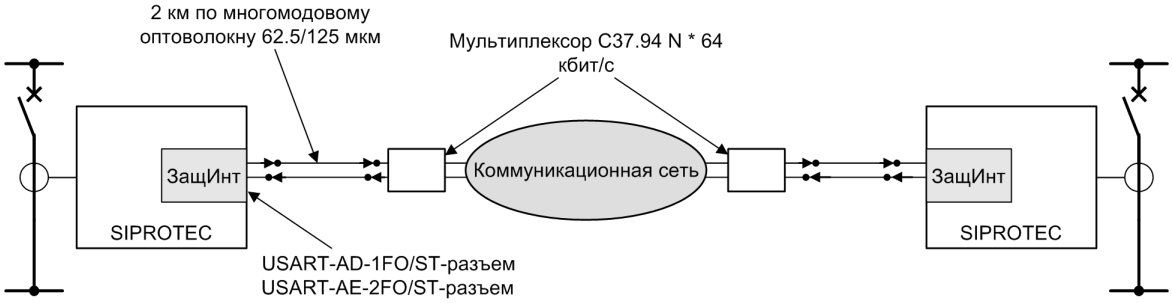
Подключение к коммуникационному конвертеру со встроенной изоляцией на напряжение 5 кВ выполняется на скорости 128 кбит/с (уставка KU-KU-128 в соответствии с *Таблица 3-13*). Возможна реализация изоляции двухпроводного соединения на напряжение 20 кВ с помощью внешнего изолирующего трансформатора 7XR9516.



[dwrepeat-070611-10.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-52 Прямое оптоволоконное подключение через внешний ретранслятор (повторитель)

Ретранслятор имеет интерфейс для подключения дополнительных интерфейсов защит. Подключение к ретранслятору выполняется на скорости 512 кбит/с (уставка ретранслятора 512 в соответствии с *Таблица 3-13*).



[dwmutip8-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-53 Прямое оптоволоконное подключение к мультиплексору с интерфейсом C37.94 N * 64 кбит/с (слоты времени N = 1, 2 или 8)

ПРИМЕЧАНИЕ

Резервирование различных соединений для обмена данными (для топологии "кольцо") требует обязательного разделения устройств, участвующих в обмене данными. Следовательно, следует избегать применения различных каналов передачи данных через одну плату мультиплексора, так как при сбое мультиплексора все каналы связи станут недоступны.

Мониторинг обмена данными

Процесс обмена данными постоянно контролируется устройствами.

Если получено некоторое количество дефектных пакетов данных или пакеты не получены, это рассматривается как **отказ** связи, если превышено время отказа 100 мс (настройку по умолчанию можно изменить). Список измеряемых величин отображается в окне программы DIGSI 5 (число дефектных телеграмм за минуту/час; число переданных и принятых телеграмм за минуту/час, процент дефектных телеграмм за минуту/час). При возникновении сбоев всегда выдается соответствующее сообщение. Если альтернативный канал передачи данных отсутствует (как в кольцевой топологии), то функция защиты, работающая с интерфейсом защиты, не работает, а удаленные сигналы на стороне приемника не обновляются.

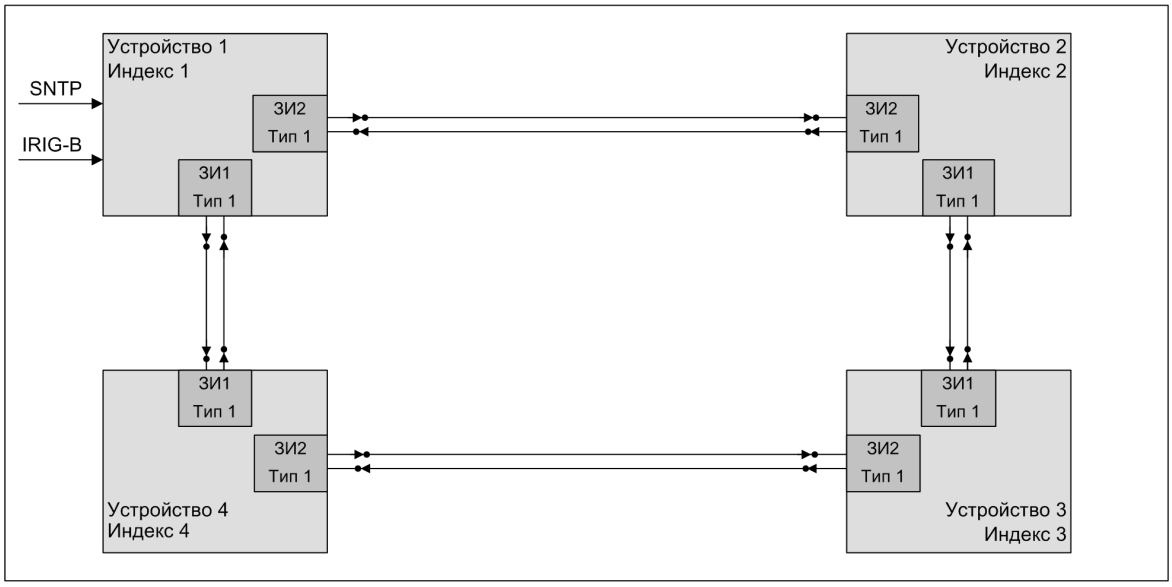
Если связь прерывается на время более, чем задано уставкой **Сообщ.ош.перед.после**, то эта ситуация расценивается как сбой связи. При возникновении сбоев всегда выдается соответствующее сообщение.

Синхронизация времени через интерфейс защиты

Часы всех устройств в топологии могут синхронизироваться относительно друг друга. Точность синхронизации составляет миллисекунду. Синхронизация времени выполняется независимо от функций защиты и используется исключительно для учета времени устройств в топологии интерфейса обмена данными.

Устройство, настраиваемое в параметре **`Адрес устройства 1`**, представляет собой устройство с индексом 1. Это устройство выполняет функцию ведущего синхронизирующего устройства. При исключении ведущего устройства из топологии в качестве источника синхронизации времени будет выступать устройство со следующим порядковым индексом. Главное устройство синхронизации синхронизирует тактовые сигналы других устройств в группе через интерфейсы защиты. Время в главном синхронизирующем устройстве обычно синхронизируется через протокол АСУ ТП подстанции (например, через Ethernet или SNTP) или через IRIG-B. Для любого устройства SIPROTEC может быть задано 2 источника синхронизации времени. В случае повреждения первого источника в ведущем синхронизирующем устройстве система переключается на второй источник. Время (синхронизация) передается другим устройствам данной топологии с точностью до миллисекунды.

Установите интерфейс защиты как первый источник синхронизации в других устройствах в цепи. Таким образом, все события в устройствах, участвующих в обмене информацией по интерфейсу данных защиты, записываются в одно время и синхронизируются по времени даже на разных распределительных устройствах. Это упрощает анализ аварий, так как регистрация осуществляется одновременно на всех устройствах.



[dwtimesy-130212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-54 Синхронизация времени устройств, участвующих в обмене информацией по интерфейсу данных защиты

Рисунок 3-54 показывает, как устройство 1 с индексом 1 синхронизируется с устройствами 2, 3 и 4 через интерфейс защиты. Устройство 1 синхронизируется извне с 2 источниками (IRIG-B и SNTP через Ethernet)

Синхронизация времени при передаче измеренных значений дифференциальной защиты линии с точностью в микросекунду

Измеренные значения дифференциальной защиты линии с разных концов ЛЭП синхронизируются друг с другом с микросекундной точностью через интерфейс защиты. Об успешной синхронизации устройство сообщает посредством сигнала *ЗащИнт синхрониз*.

При появлении проблем со связью возможна некорректная синхронизация измеренных значений. В этом случае сообщение *ЗащИнт синхрониз.* снимается. Дифференциальная защита линии блокируется. Для разблокирования защиты необходимо осуществить сброс синхронизации.

ПРИМЕЧАНИЕ

Сброс синхронизации интерфейса защиты можно выполнить непосредственно на устройстве. Выполните следующее:

Функции устройства > x Устройство защиты связи. > Интерфейс защиты y > Синхронизация сброса.

GPS синхронизация с помощью PPS (секундных импульсов)

Синхронизация времени устройств, подключенных к интерфейсу обмена данных защит, с точностью до 1 мкс (1*10E-06 с) может выполняться с помощью GPS синхронизации, посредством приема секундных импульсов на порту синхронизации времени G для устройств дифференциальной защиты или устройств измерения векторов энергосистемы. В результате этого может быть выполнено измерение и отображение времени передачи в канале связи как в прямом, так и в обратном направлении. Это гарантирует получение максимальной чувствительности во время работы дифференциальной защиты, даже если время передачи несимметрично в сетях связи. Различие времен передачи не имеет значения при передаче данных защит по типу 2.

Действия при отключении устройства

Устройство можно отключить для тестирования защитных функций, проверки системы или отключения присоединения по причинам, связанным с эксплуатацией. Отключенное устройство больше не участвует в топологии защиты и, следовательно, больше не является ее частью. Защитные функции продолжают работать в устройствах на других концах (или конце) защищаемого объекта.

Необходимы следующие условия для успешного отключения устройства:

- Топология защиты не находится в переходном состоянии и устойчиво функционирует.
- Если используется линейная топология, местное устройство маркируется как один из двух мастеров. Все устройства, находящиеся по концам линии связи, в линейной топологии маркируются как мастер.
- Выключатель должен быть отключен, ток не должен протекать.

ПРИМЕЧАНИЕ

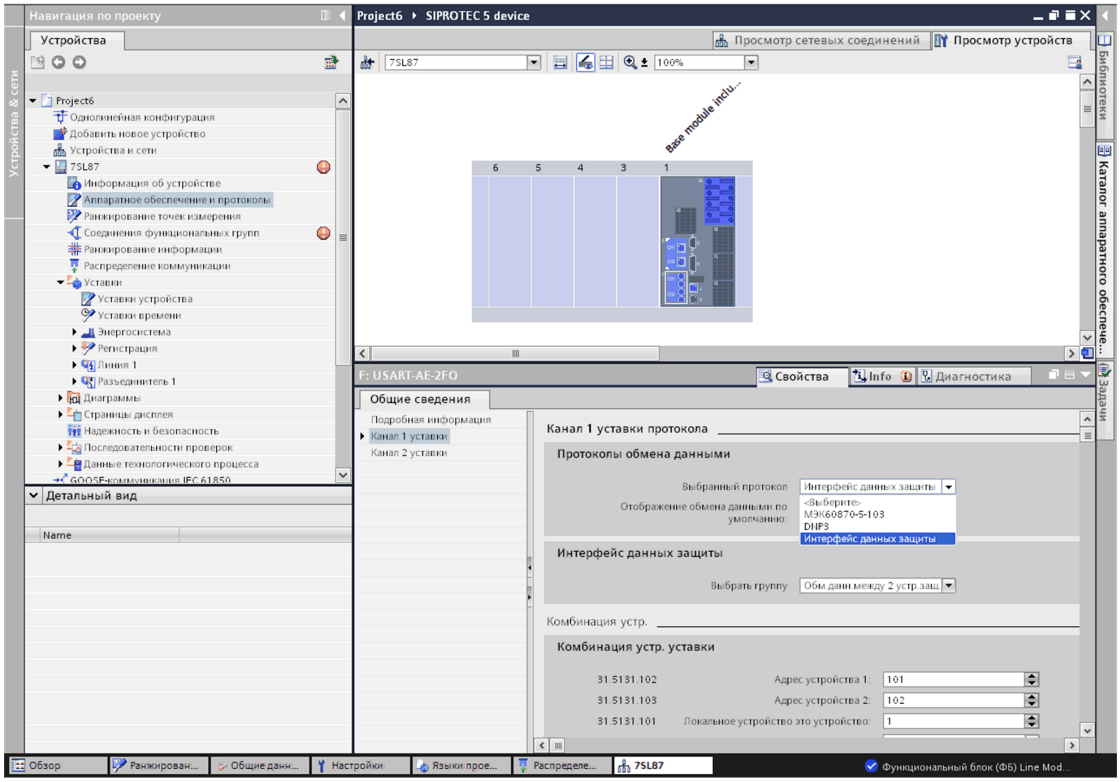
Если одно из этих условий не выполняется, устройство не сможет выйти из топологии.

Более подробную информацию можно найти в главе *3.8.4 Вывод устройства*.

3.5.3.4 Инициализация и настройка интерфейса защиты в DIGSI 5

Если устройство имеет модули, выполните следующее:

- Выберите требуемый модуль связи в окне просмотра устройства, вид сзади.
- Используйте текстовое окно **Протоколы обмена данными** для выбора интерфейса защиты. Появится текстовое окно **Интерфейс данных защиты**.



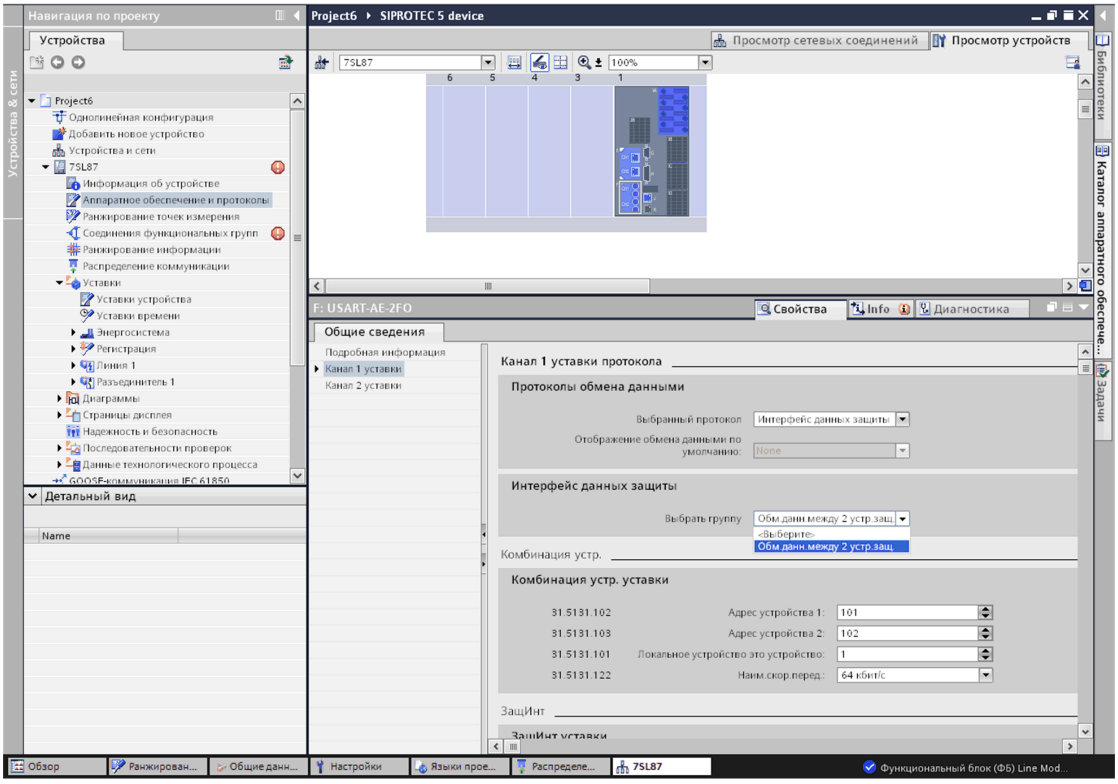
[scconfcp-241110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-55 Выбор протокола связи

- Далее используйте текстовое окно **Выбрать группу** для выбора количества устройств (см. рисунок ниже).

  В зависимости от устройства, выбор конфигурации можно ограничить двумя или тремя устройствами.

  Количество устройств – это обязательная опция в отношении дифференциальной защиты.



[scconfws-241110-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-56 Выбор уставки

ПРИМЕЧАНИЕ

У пользователя есть возможность изменять количество устройств (например, **Обм. данн. между 2 устр. защ.**) в зависимости от кода продукта любым способом в текстовом окне **Выбрать группу**.

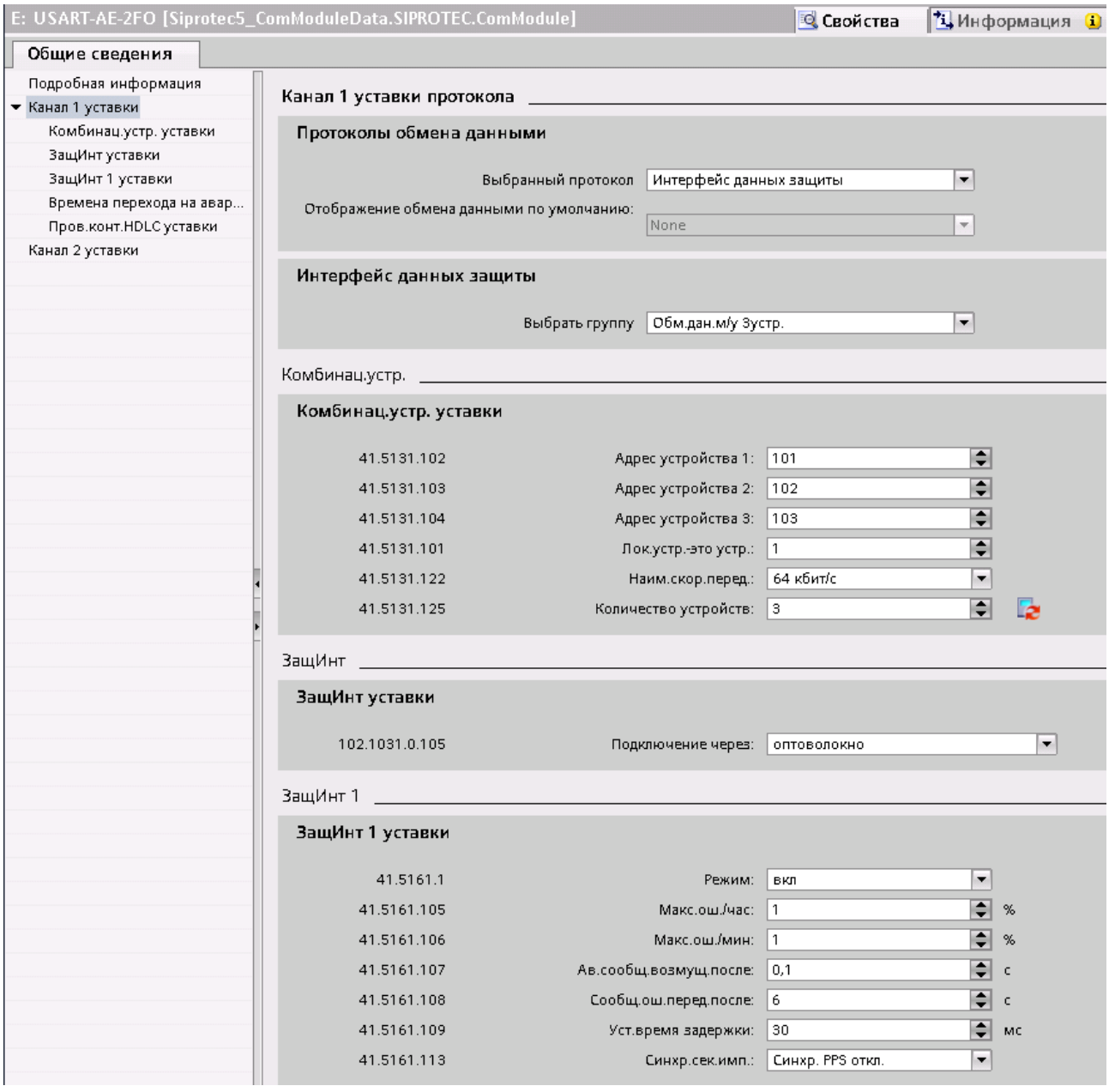
После изменения количества устройств в текстовом окне **Выбрать группу** все предыдущие активированные уставки будут потеряны.

Если в слоте устройства еще не установлен модуль связи, выполните следующее:

- Выберите требуемый модуль связи в окне просмотра устройства, вид сзади.
- Выберите модуль из каталога и перетяните его в канал. Таким образом канал конфигурируется с модулем. Информацию о том, можно ли использовать этот модуль для обмена данными защиты, приложение DIGSI 5 выводит в разделе **Информация об устройстве**.
- Используйте текстовое окно **Протоколы обмена данными** для выбора интерфейса защиты. Появится текстовое окно **Интерфейс данных защиты** (см. *Рисунок 3-55*).
- Далее используйте текстовое окно **Выбрать группу** для выбора количества устройств (например, **Обм. данн. между 2 устр. защ.**) (см. *Рисунок 3-56*).

3.5.3.5 Настройка комбинации устройств

Задайте уставки комбинации устройств и уставки для обмена данными защиты (см. следующий рисунок).



[scconfig-181013-01, 2, ru_RU]

Рисунок 3-57 Инициализация и конфигурирование интерфейса данных защиты

Изменения в канале 1 всегда видны также и на другом канале. Все последующие параметры можно установить отдельно для каждого канала.

Настройка уставок комбинации устройств

- Уставка по умолчанию **(_:5131:102) Адрес устройства 1** = ***101***
- Уставка по умолчанию **(_:5131:103) Адрес устройства 2** = ***102***
- Уставка по умолчанию **(_:5131:104) Адрес устройства 3** = ***103***

- Уставка по умолчанию **(_:5131:105) Адрес устройства 4** = ***104***
- Уставка по умолчанию **(_:5131:106) Адрес устройства 5** = ***105***
- Уставка по умолчанию **(_:5131:107) Адрес устройства 6** = ***106***

Параметры **Адрес устройства 1** до **Адрес устройства 6** можно использовать для назначения адреса каждому устройству. Установите уникальный и точный адрес для каждого устройства.

- Уставка по умолчанию **(_:5131:101) Лок.устр.-это устр.** = ***1***

С помощью параметра **Лок.устр.-это устр.** вы можете выбрать индекс (номер) вашего устройства в топологии. В одной топологии может присутствовать максимум 6 устройств.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ

Имеется топология с двумя устройствами.

Выберите, например, в DIGSI 5 уставку параметра **Адрес устройства 1** со значением ***101*** для устройства 1 и уставку параметра **Адрес устройства 2** со значением ***102*** для устройства 2.

Затем используйте **Лок.устр.-это устр.** параметр для установки индекса локального устройства.

Адреса следует задать одинаково для всех устройств в группе. Для интерфейса защиты во всех устройствах топологии требуется также назначить тот же самый индекс для устройств с уникальным адресом.

- Уставка по умолчанию **(_:5131:122) Наим.скор.перед.** = ***64 кбит/с***

Параметр **Наим.скор.перед.** используется для установки минимально возможной скорости передачи данных в группе устройств. Установите наименьшее значение в каждом устройстве с трехконцевой конфигурацией с двумя оптоволоконными подключениями (2 Мбит/с) и подключением на 64 кбит/с, с наименьшим значением (64 кбит/с). Это значение определяет максимальное количество сигналов и измеряемых величин в группе.

Независимо от значения по умолчанию вы можете также установить следующие скорости в битах:

- ***128 кбит/с***
- ***512 кбит/с***
- ***2048 кбит/с***

ПРИМЕЧАНИЕ

Если между устройствами используются оптические кабели, установите значение равным ***2048 кбит/с***.

- Уставка по умолчанию **(_:5131:125) Количество устройств** = ***6***

С помощью параметра **Количество устройств** вы можете определить количество устройств, фактически подключенных в комбинации устройств в одной топологии. По умолчанию этот параметр установлен на максимальное количество устройств, разрешенных для соответствующей конфигурации.

Параметр **Количество устройств** зависит от конфигурации интерфейса защиты. При настройке интерфейса защиты выберите максимальное количество устройств, присутствующих на последней ступени системы, в текстовом поле **Выбрать конфигурацию**. Если в настоящее время система содержит меньше устройств, чем планируется, установите фактическое количество устройств в комбинации устройств, используя параметр **Количество устройств**. В этой процедуре все настройки, например, ранжирование, созданное для вашей конфигурации, сохраняются.

Если вы хотите работать, например, с каналом защиты 3-х устройств в качестве канала защиты для 2-х устройств, необходимо установить параметр **Количество устройств** = ***2***.

Если вы будете расширять систему позже, установите параметр **Количество устройств** равным числу фактически присутствующих устройств.

Более подробную информацию о конфигурации интерфейса защиты можно найти в главе *3.5.3.4 Инициализация и настройка интерфейса защиты в DIGSI 5* .

ПРИМЕЧАНИЕ

Установите одинаковое количество устройств, используемых во всех устройствах, входящих в состав конфигурации.

3.5.3.6 Выбор подключения

- Уставка по умолчанию **(_:105) Подключение через** = ***оптоволокно***

Параметр **Подключение через** используется для определения скорости передачи данных интерфейса данных защиты. В зависимости от средств передачи данных можно ввести различные фиксированные значения (см. следующую таблицу).

Таблица 3-13 Средство передачи данных

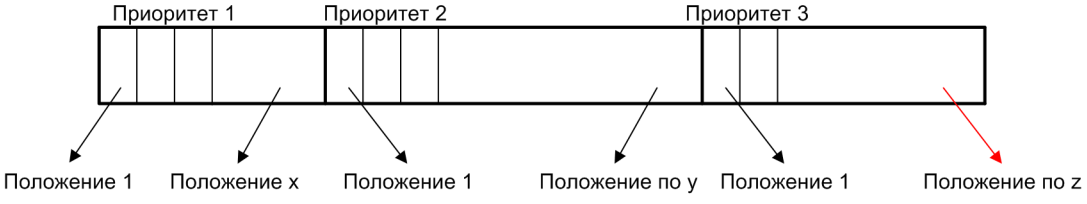
Средство передачи данных	См.	Уставка	Скорость обмена
Оптоволоконные соединения	От *Рисунок 3-45* до *Рисунок 3-48*	***оптоволокно***	2 Мбит/с
коммуникационный конвертер CC-XG-512	*Рисунок 3-49*	***CCXG 512 кбит/с***	512 кбит/с
Коммуникационный конвертер CC-XG-128	*Рисунок 3-49*	***CCXG 128 кбит/с***	128 кбит/с
Коммуникационный конвертер CC-XG-64	*Рисунок 3-49*	***CCXG 64 кбит/с***	64 кбит/с
Ретранслятор 512 (коммуникационный конвертер)	*Рисунок 3-52*	***репитер 512 кбит/с***	512 кбит/с
Коммуникационный конвертер CC-CC-128	*Рисунок 3-51*	***CCPW 128 кбит/с***	128 кбит/с
Коммуникационный конвертер CC-2M-512	*Рисунок 3-50*	***CC2M 512 кбит/с***	512 кбит/с
Мультиплексор с интерфейсом C37.94	*Рисунок 3-53*	***C37.94 1 * 64кбит/с*** ***C37.94 2 * 64кбит/с*** ***C37.94 8 * 64кбит/с***	64 кбит/с 128 кбит/с 512 кбит/с
Другое (свободно назначаемые скорости передачи для прямого соединение по оптоволокну для специализированного применения)		***64 кбит/с*** ***128 кбит/с*** ***512 кбит/с*** ***2048 кбит/с***	64 кбит/с 128 кбит/с 512 кбит/с 2048 кбит/с

3.5.3.7 Ранжирование информации в DIGSI 5

Обмен данными между защитами одного типа формирует топологию.

Для получения подробной информации по этому вопросу см. *3.5.3.3 Описание функции*.

Пакеты данных передаются между устройствами топологии, соединенными через интерфейсы обмена данными защиты. Эти данные можно записывать или считывать с помощью устройств. Это можно использовать для обмена разными сигналами между устройствами. В этом случае для каждого сигнала требуется определенный номер в поле данных.



[dwdatenl-100113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-58 Обмен пакетами данных между устройствами

Пакеты данных делятся на три приоритета, которые также имеют разные скорости передачи и объемы данных.

Следующий основной принцип приемлем для всех сообщений: Передаются только данные. Показатели достоверности (например, *Достоверно*) не передаются автоматически. Если вы хотите передать их (например, для последующей обработки сообщений GOOSE), то они должны передаваться отдельно (например, с помощью CFC). Если передается сигнал с тестовым флагом (из-за того, что его функция находится в тестовом режиме, например), все сигналы маркируются тестовым флагом на приемной стороне. Если связь нарушена, все принятые сигналы маркируются показателем *недействительно*. По желанию можно задать, чтобы значение переходило в состояние безопасности после заданного времени возврата, либо использовалось последнее принятое значение (уставка ***Подхват***). Это можно настроить отдельно для каждого принимаемого сигнала (см. *Таблица 3-17*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сигналов типа **ACT** передается информация только о фазе.

Сообщения, которые представляют собой поля передаваемых данных приоритета 1, передаются с каждой телеграммой. Предпочтительно использовать передачу быстрых сигналов, например, для разрешения телеотключения выключателя. Здесь необходима строго определенная, быстрая передача.

Сигналы приоритета 2 передаются минимум в каждом втором сообщении. Для скорости передачи данных > 256 кбит/с нет разницы между приоритетом 1 и приоритетом 2.

Сигналы приоритета 3 передаются минимум каждые 100 мс. Этот приоритет используется для передачи измеренных или учетных значений. Комплексные значения следует маршрутизировать для передачи отдельно как реальную и мнимую части. Пороги измеряемых величин, которые обеспечивают обновление измеренных значений, устанавливаются централизованно как свойство измеренного значения. Эти пороги измеренных значений используют соответствующую отчетность, например, для передачи через МЭК 61850 в АСУ ТП.

Сообщения, записанные в поле данных x, при приоритете пакетов данных должны ранжироваться на сообщение того же типа в устройстве, считывающем эту информацию. В противном случае они будут неправильно обрабатываться на принимающей стороне. Пакеты данных имеют битовую организацию. Информацию о необходимых битах для каждого типа сигналов см. в *Таблица 3-16*.

В *Таблица 3-14* и *Таблица 3-15* показывается количество областей данных на панели данных по отношению к доступной скорости передачи данных в бодах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **`Наим.скор.перед.`**, который следует установить в каждом устройстве для интерфейсов защиты в топологии, определяет количество областей данных, а также тип топологии.

Если, например, в трехконцевой группе с шинной топологией типа 2 два устройства соединены через прямые оптоволоконные кабели, а 2 устройства — через самый медленный канал 64 кбит/с, то сегмент 64 кбит/с является ограничивающим фактором для всей группы.

Таблица 3-14 Доступные биты — минимальная скорость в бодах в группе 64/128 кбит/с

	Приоритет 1	**Приоритет 2**	**Приоритет 3**
Тип 1	8 бит	24 бит	128 бит
Тип 2	32 бит	64 бит	256 бит

Таблица 3-15 Доступные биты — минимальная скорость в бодах в группе 512/2048 кбит/с

	Приоритет 1	**Приоритет 2**	**Приоритет 3**
Тип 1	48 бит	128 бит	384 бит
Тип 2	96 бит	200 бит	1024 бит

Таблица 3-16 Потребность в битах

Тип сигнала	Размер в битах
SP (однопозиционное сообщение)	1 бит
DP (двухпозиционное сообщение)	2 бит
IN (рассчитанные величины)	32 бит
MW (измеренные величины)[8]	32 бит
ACT	4 бит

Таблица 3-17 Возможные значения возврата

Тип сигнала	Значения возврата
SP (однопозиционное сообщение)	Исходящее, входящее, подхват
DP (двухпозиционное сообщение)	ВКЛ, ВЫКЛ, промежуточное положение, ошибка, подхват
IN (рассчитанные величины)	0, подхват
MW (измеренные значения)	0, подхват
ACT	подхват

ПРИМЕЧАНИЕ

Если канал защиты неисправен, эти величины можно установить на принимающей стороне.

ПРИМЕР

2 устройства подключены с дифференциальной защитой через канал 64 кбит/с. Это топология 1 типа. 8 бит свободно доступны для приоритета 1. Теперь можно ранжировать, например, 4 SPS и 2 DPS:

4 x 1 бит + 2 x 2 бит = 8 бит

ПРИМЕЧАНИЕ

Измеренные значения передаются в первичных величинах.

ПРИМЕР

Для отображения номинального тока в принимающем устройстве

Когда $I_{ном.}$ = 1000 A в передающем устройства и $I_{нагрузки}$ = 200 A, в принимающем устройстве отображается число 200.

Удаленная передача данных: Маршрутизация сообщений и измеренных значений в интерфейс защиты

Передача осуществляется в форме блоков данных, которыми постоянно обмениваются устройства.

Информацию об этом см. в *Рисунок 3-58*.

Сообщение устройства или измеренное значение распределяется в определенную область блока данных.

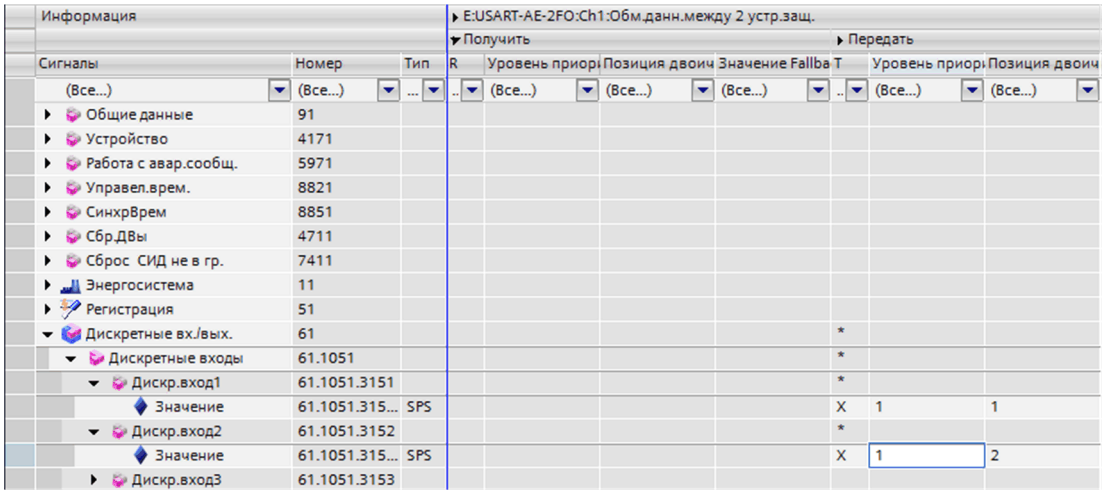
Рисунки *Рисунок 3-59* — *Рисунок 3-62* показывают маршрутизацию для топологии линий связи защитного интерфейса типа 1.

Для передачи сигналов в другие устройства, эти сигналы следует направить в матрицу ранжирования в раздел **Передать**. Дискретные входы 1 и 2 – это однопозиционные сообщения (SPS), и они ранжируются в положении 1 и положении 2 передачи с наивысшим приоритетом (приоритет 1). Например,

8 Предварительно ранжированные комплексные векторы точки измерения

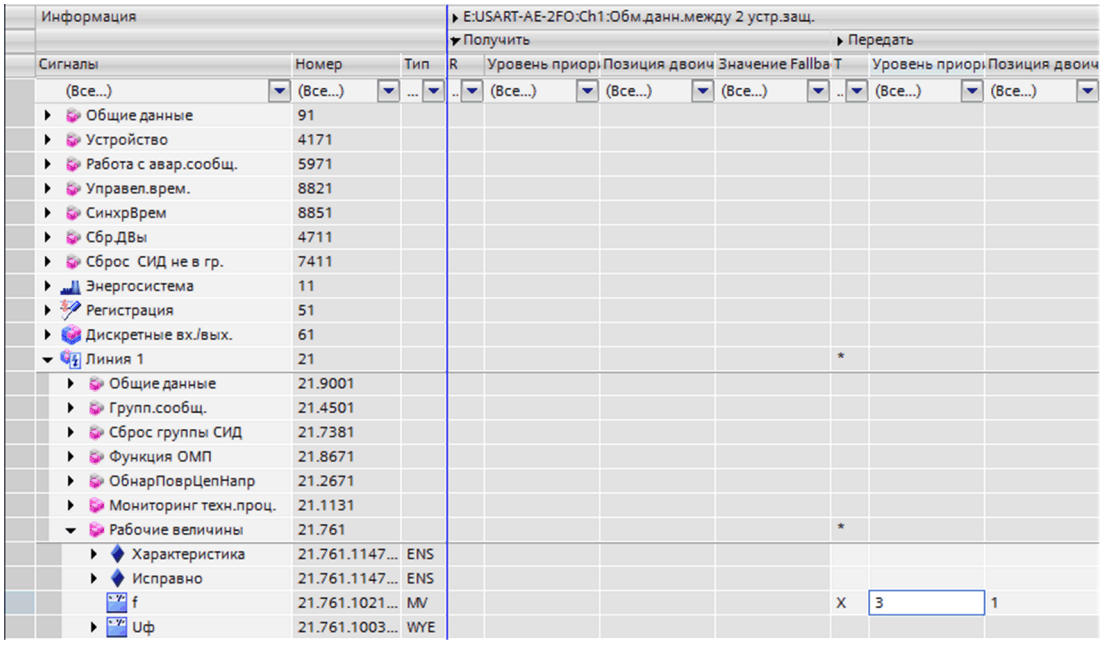
для 64 кбит/с только 8 из этих полей данных доступны для типа 1; они передаются с каждой телеграммой между маршрутами передачи. Сигналы 3 и 4 являются двухпозиционными сообщениями (DPS), например, положение выключателя, которое передается устройством 1. Двухпозиционное сообщение занимает 2 позиции в пакете данных. Кроме того, измеренные значения и расчетные значения передаются с приоритетом 3.

Т.к. измеренное значение или значение учета использует 32 бита, значение 2 начинается на позиции 33. DIGSI 5 показывает следующую доступную позицию.



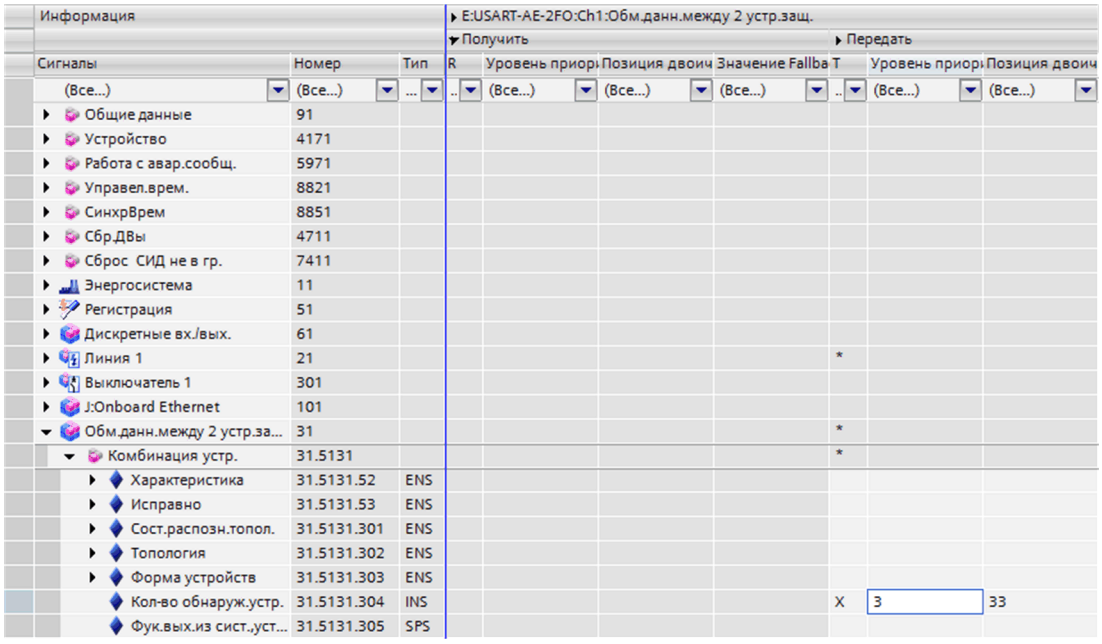
[scransps-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-59 Ранжирование однопозиционных сообщений в интерфейс защиты в устройстве 1



[scrangmw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

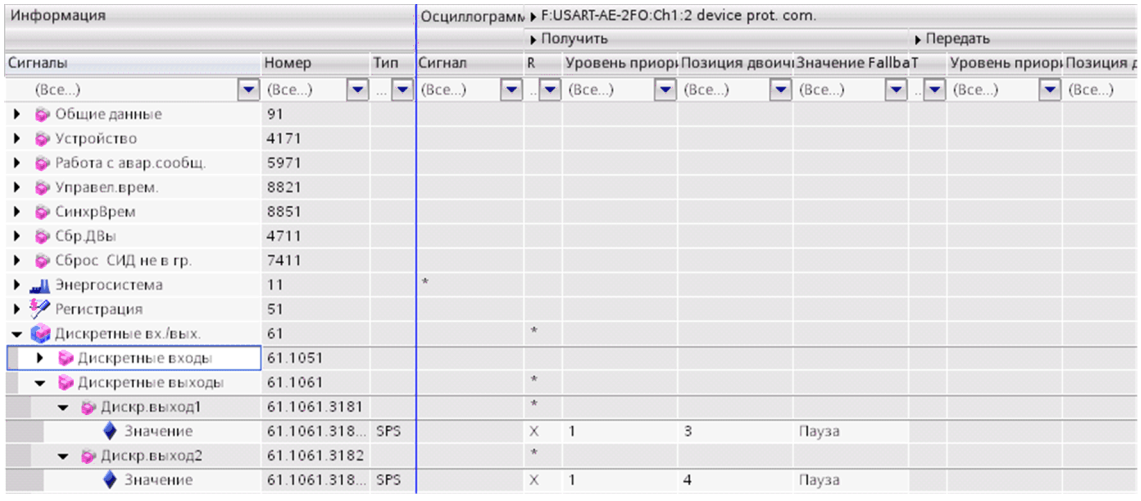
Рисунок 3-60 Ранжирование измеренных значений в интерфейс защиты в устройстве 1



[scrangzw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-61 Ранжирование величин учета в интерфейс защиты в устройстве 1

Это устройство также получает сообщения (в матрице **Получить**). Оно должно быть ранжировано как цель для других устройств (см. следующий рисунок). Дискретные выходы 1 и 2 устройства 1 принимают эту информацию через интерфейс защиты. Это информация с приоритетом 1, которая направляется в другое устройство в позициях 3 и 4 пакета данных. Безопасное состояние определяется в столбце **Резервное значение**. Если связь нарушена, однопозиционное сообщение сбрасывается на ***ожидаемое*** или **исходящее** или это значение сохраняется (***удерживаемое***). Для данных с разными приоритетами можно задать время возврата, по истечении которого произойдет сброс (см. *Рисунок 3-61*) в значение резервирования, чтобы сохранить исходное состояние на небольшое время в случае кратковременных обрывов связи. Эти три времени возврата применяются для всех данных в пределах одного приоритета передачи и задаются как параметры.



[scspsemp-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-62 Ранжирование однопозиционных сообщений (прием) в интерфейс защиты в устройстве 1

Следующий рисунок показывает ранжирование во втором устройстве. Здесь двоичные входы 1 и 2 маршрутизируются с приоритетом 1 в позиции 3 и 4. В устройстве 1 позиции 1 и 2 уже заняты (см. *Рисунок 3-59*). Если вы также направите сигналы в позиции 1 и 2, сигналы устройств объединятся в

соответствующем положении с помощью логической операцией **ИЛИ**. Если измеренные величины или величины учета направляются в те же поля данных, это в результате дает несовместимые значения на приеме, где происходит считывание данных. Как пользователь, вы, следовательно, отвечаете за правильное ранжирование.

Информация			IEC 61850	Осциллограмм	F:USART-AE-2FO:Ch1:Обм.данн.между 2 устр.защ.							
					Получить					Передать		
Сигналы	Номер	Тип	IEC 61850	Сигнал	R	Уровень приор	Позиция двоич	Значение FallbaT		Уровень приор	Позиция двоич	
(Все...)	(Все...)	...	(Все...	(Все...)	..	(Все...)	(Все...)	(Все...)	..	(Все...)	(Все...)	
Общие данные	91											
Устройство	4171											
Работа с авар.сообщ.	5971											
Управел.врем.	8821											
СинхрВрем	8851											
Сбр.ДВы	4711											
Сброс СИД не в гр.	7411											
Энергосистема	11			*								
Регистрация	51											
Дискретные вх./вых.	61								*			
Дискретные входы	61.1051								*			
Дискр.вход1	61.1051.3151								*			
Значение	61.1051.315...	SPS							X	1	3	
Дискр.вход2	61.1051.3152								*			
Значение	61.1051.315...	SPS							X	1	4	
Дискр.вход3	61.1051.3153											

[scbaspsr-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-63 Ранжирование однопозиционных сообщений, передаваемых в интерфейс защиты в устройстве 2

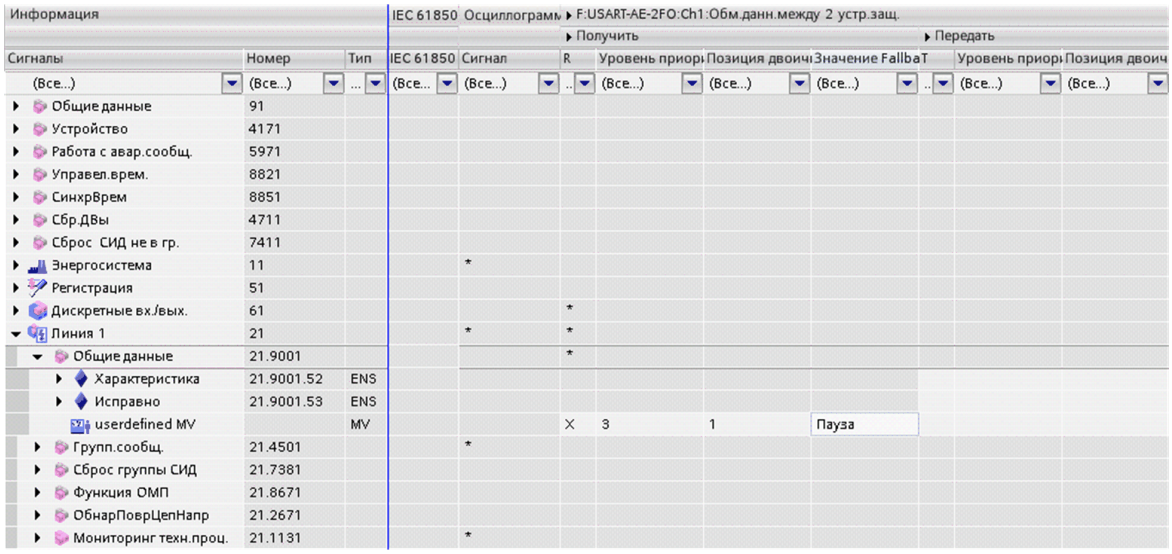
Бинарные выходы 1 и 2 (**Получить**) во втором устройстве соединены с сигналами 1 и 2 приоритета 1 из первого устройства. Это происходит через области данных в позициях 1 и 2 линейки данных, которые передают состояние сообщений. Другие устройства также могут считывать эту информацию и связывать ее со своими внутренними сигналам. Здесь также вводится безопасное состояние, которое устанавливается, когда происходит сбой в канале защитного интерфейса. Это состояние зависит от типа сообщения. В случае однопозиционных сообщений, состояние – это 1 или 0. В случае двухпозиционных сообщений возможны комбинации битов 00, 01, 10 или 11, чтобы непосредственно получить сигнал о неисправности при нарушении передачи данных, например.

Подхват используется для восстановления состояния.

Информация			IEC 61850	Осциллограмм	F:USART-AE-2FO:Ch1:Обм.данн.между 2 устр.защ.							
					Получить					Передать		
Сигналы	Номер	Тип	IEC 61850	Сигнал	R	Уровень приор	Позиция двоич	Значение FallbaT		Уровень приор	Позиция двоич	
(Все...)	(Все...)	...	(Все...	(Все...)	..	(Все...)	(Все...)	(Все...)	..	(Все...)	(Все...)	
Общие данные	91											
Устройство	4171											
Работа с авар.сообщ.	5971											
Управел.врем.	8821											
СинхрВрем	8851											
Сбр.ДВы	4711											
Сброс СИД не в гр.	7411											
Энергосистема	11			*								
Регистрация	51											
Дискретные вх./вых.	61				*							
Дискретные входы	61.1051											
Дискретные выходы	61.1061				*							
Дискр.выход1	61.1061.3181				*							
Значение	61.1061.318...	SPS			X	1	1	Пауза				
Дискр.выход2	61.1061.3182				*							
Значение	61.1061.318...	SPS			X	1	2	Пауза				
Дискр.выход3	61.1061.3183											

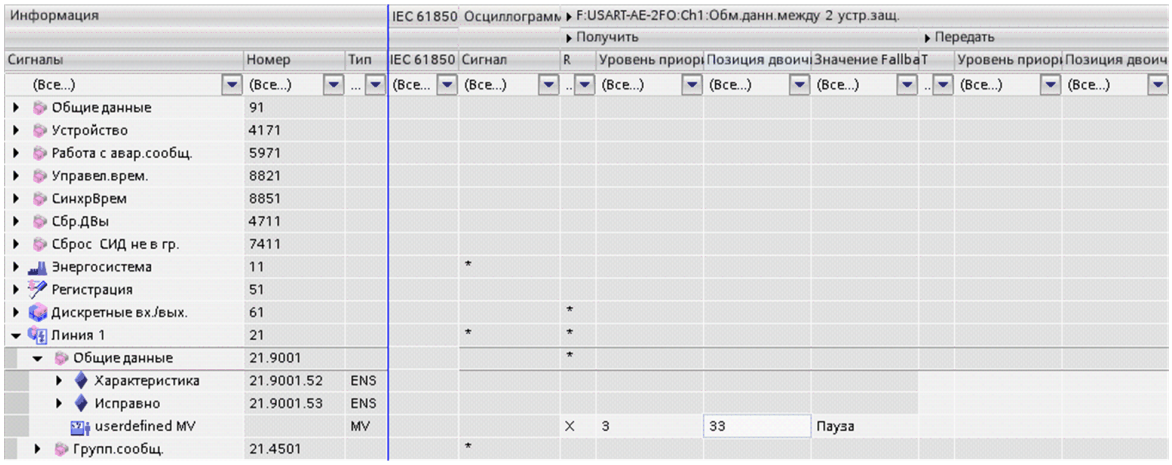
[scbausps-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-64 Ранжирование полученных однопозиционных сообщений в интерфейс защиты в устройстве 2



[scbausmw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-65 Направление полученных измеренных значений на интерфейс защиты в устройстве 2



[scbauszw-021210-01.tif, 1, ru_RU]

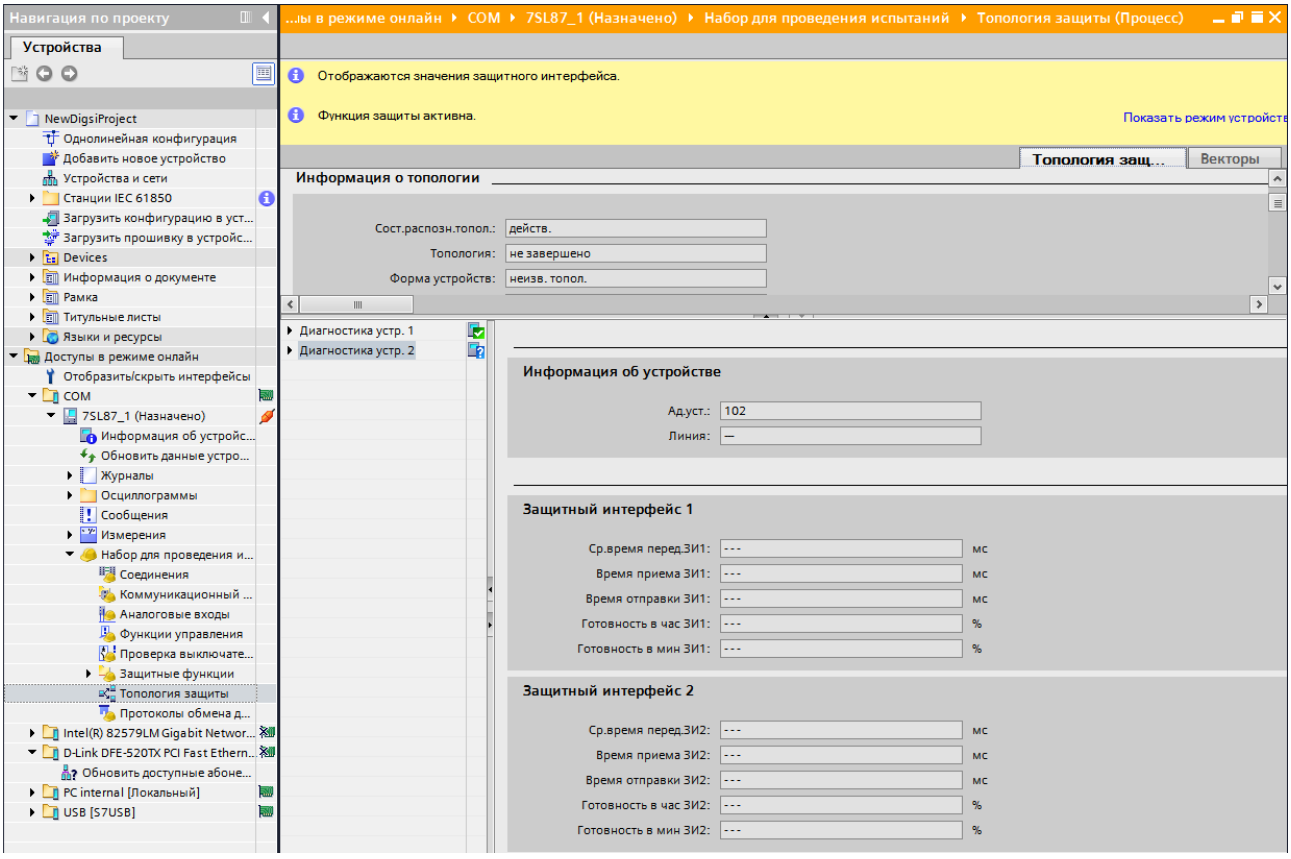
Рисунок 3-66 Ранжирование величин учета в интерфейс защиты в устройстве 2

3.5.3.8 Диагностические измеренные значения интерфейса защиты

Защитный интерфейс устройства в группе предоставляет следующие диагностические данные:

- Адрес устройства в группе
- Положение выключателя (отключен/включен/не определено) (только для интерфейса защиты типа 1)
- Доступность связи защитного интерфейса в течение последней минуты, в процентах
  Доступность связи защитного интерфейса в течение последнего часа, в процентах
- Задержка по времени при передачи и получении сообщений между локальным и соседним устройством

Вы можете найти эти диагностические данные в DIGSI в следующей структуре меню (см. *Рисунок 3-67*):



[sc_diagnose_wskanäle_geräteadresse, 2, ru_RU]

Рисунок 3-67 Диагностические данные канала интерфейса защиты – Адрес устройства

ПРИМЕЧАНИЕ

Для сброса измеренных значений интерфейса защиты непосредственно в устройстве можно использовать следующую процедуру:

Функции устройства > x Устройство защиты связи. > Интерфейс защиты y > Сброс измеренных значений.

Выходные сигналы интерфейса защиты

Каждый отдельный интерфейс защиты предоставляет для ввода в эксплуатацию и диагностирования связи следующие сообщения:

Сообщение	Описание
(_:5161:301) Сост.уровн. 1 и 2	Выходной сигнал содержит сведения о состоянии коммуникационных уровней 1 и 2 (1: физический уровень, 2: канальный уровень). Возможны следующие значения сообщений: • *Initialized*(Инициализировано): Интерфейс защиты не подключен и находится в исходном состоянии. • *Protection interface connected* (Интерфейс защиты подключен): Интерфейс защиты подключен к интерфейсу защиты устройства. • *Protection interface disturbance* (Сбой интерфейса защиты): Интерфейс защиты не получил каких-либо достоверных телеграмм в течение времени, заданного в параметре **(_:5161:107) Твыд ав.сигнала о наруш.**. • *Protection interface failure* (Отказ интерфейса защиты): Интерфейс защиты не получил каких-либо достоверных телеграмм в течение времени, заданного в параметре **(_:5161:108) Твыд ав.сигнала отказа**. • *not present* (не присутствует): Каналу передачи данных не назначен интерфейс защиты.
(_:5161:302) Сост.уровн. 3 и 4	Выходной сигнал содержит сведения о состоянии коммуникационных уровней 3 и 4 (3: сетевой уровень, 4: транспортный уровень). Возможны следующие значения сообщений: • *no error* (нет ошибки): Интерфейс защиты работает правильно. • *Software version incompatible* (Версии программного обеспечения несовместимы): Версии программно-аппаратных средств подключенных устройств несовместимы. Обновите программно-аппаратные средства. • *System mirroring* (Отражение системы): Интерфейсом защиты принимаются свои собственные данные. Проверьте соединение. • *Dev. add. incorrect* (Неправильный адрес устройства): Адрес устройства партнера является неправильным. Проверьте уставки **Адрес устройства 1** по **адрес устройства N** (_:5131:102 и следующий). • *Constell. incorrect* (Неправильная группа): Для устройств заданы разные настройки группы. Проверьте, чтобы уставка **Select constellation** (Выбрать группу) была одинаковой для всех устройств. • *Const. param. incorrect* (Неправильный параметр группы): Убедитесь, что во всех устройствах для параметра **(_:5131:122) Наим.скор.перед.** задана одна и та же уставка.

Сообщение	Описание
	• *Diff. Param. Error* (Ошибка дифференциального параметра): Настройки дифференциальной защиты линии для подключенных устройств несовместимы. Проверьте, установлены ли оба устройства для работы с дифференциальной защитой линии или без такой защиты. Номинальные параметры линии (параметры **(_:9001:101) Номинальный ток** и **(_:9001:102) Номин.напряж.**) должны иметь идентичные значения на обоих концах линии, чтобы рассчитанная внутри (_:9001:103) Ном. полная мощн. была равна на обоих концах. Если в линию установлен трансформатор, необходимо отрегулировать **(_:9001:102) Номин.напряж.** и (_:9001:103) Ном. полная мощн. на обоих концах, чтобы внутренне вычисленное значение параметра **(_:9001:101) Номинальный ток** на обоих концах было равным.

Чтобы облегчить поиск неисправностей, каждым отдельным интерфейсом защиты выводятся следующие дискретные сигналы:

Дискретный выходной сигнал	Описание
(_:5161:303) Обрыв соединения	Сигнал *Обрыв соединения* показывает, что в течение заданного времени (параметр **(_:5161:107) Твыд ав.сигнала о наруш.**) постоянно принимались ошибочные телеграммы или телеграммы отсутствовали. Если выводится сообщение «Connection interrupted» (Соединение прервано), работа неисправного канала интерфейса защиты будет завершена. Это может вызывать блокировку активной дифференциальной защиты, или кольцевая топология может измениться на линейную топологию.
(_:5161:316) Част.ош./мин превыш.	Сигнал *Част.ош./мин превыш.* указывает, что превышена установленная максимальная частота ошибок в минуту (параметр **(_:5161:106) Макс.ош./мин**).
(_:5161:317) Част.ош./час превыш.	Сигнал *Част.ош./час превыш.* указывает, что превышена установленная максимальная частота ошибок в час (параметр **(_:5161:105) Макс.ош./час**).
(_:5161:318) Превыш.выд.времени	Сигнал *Превыш.выд.времени* указывает, что превышено пороговое значение для заданного времени прохождения сигнала (параметр **(_:5161:109) Уст.время задержки**).
(_:5161:319) Выд.врем.отличается	Сигнал *Выд.врем.отличается* указывает на то, что было превышено пороговое значение для асимметричного времени прохождения сигнала. Значение уставки параметра зависит от значения параметра **(_:5161:110) Время Tx и Rx отлич.**.
(_:5161:320) Выд.врем., скачок	Сигнал *Выд.врем., скачок* показывает, что значения времени прохождения данных резко изменились. Это вызвано переключением канала связи в сети передачи данных.
(_:5161:321) ЗащИнт синхрониз.	Сигнал *ЗащИнт синхрониз.* указывает на то, что соединение с интерфейсом защиты синхронизируется с противоположным концом.
(_:5161:340) Потеря телеграммы	Сигнал *Потеря телеграммы* показывает, что ожидаемой телеграмме не удалось достичь конечного пункта или получена поврежденная телеграмма. Если хотите назначить отказы или сбои средств связи другим событиям, временно переместите сигнал *Потеря телеграммы* в рабочий журнал. Это позволит анализировать операции переключения в первичной системе или операции с компонентами сети передачи данных. **Примечание:** Поскольку данный сигнал может появляться довольно часто, рабочий журнал может переполняться. Компания Siemens рекомендует маршрутизировать сигнал только для выяснения причин отказов.

Измеряемые значения интерфейса защиты

Для диагностики связи интерфейса защиты предоставляются следующие измеряемые значения:

Измеренное значение	Описание
(_:5161:308) Tx телегр./час	Телеграммы, отправленные за последний час
(_:5161:309) Rx телегр./час	Телеграммы, полученные за последний час
(_:5161:310) Tx телегр./мин	Телеграммы, отправленные за последнюю минуту
(_:5161:311) Rx телегр./мин	Телеграммы, полученные за последнюю минуту
(_:5161:312) Tx ош./час	Частота ошибок передачи данных за последний час
(_:5161:313) Rx ош./час	Частота ошибок приема данных за последний час
(_:5161:314) Tx ош./мин	Частота ошибок передачи данных за последнюю минуту
(_:5161:315) Rx ош./мин	Частота сбоев приема данных за последнюю минуту
(_:5161:325) Сред.Δt	Среднее время прохождения сигнала (среднее значение времени прохождения в направлении передачи и приема, деленное на 2, без GPS-синхронизации)
(_:5161:326) Прм. Δt	Время прохождения сигнала в направлении приема (с GPS-синхронизацией)
(_:5161:327) Прд. Δt	Время прохождения сигнала в направлении передачи (с GPS-синхронизацией)
(_:5161:334) Пропущ.телегр./мин	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последнюю минуту
(_:5161:335) Пропущ.телегр./час	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последний час
(_:5161:336) Пропущ.телегр./день	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последний день
(_:5161:337) Пропущ.телегр./нед	Количество телеграмм принятых с ошибкой за последнюю неделю
(_:5161:338) Изм.пот./день	Самый длительный сбой приема телеграмм в течение последнего дня
(_:5161:339) Изм.пот./нед	Самый длительный сбой приема телеграмм в течение последней недели



ПРИМЕЧАНИЕ

Измеряемые значения интерфейса защиты можно сбросить непосредственно в устройстве. Выполните следующее:

Функции устройства > x Устройство защиты связи. > Интерфейс защиты y > Сброс измеренных значений.

3.5.3.9 Диагностические данные интерфейса защиты

Диагностические данные канала в DIGSI 5

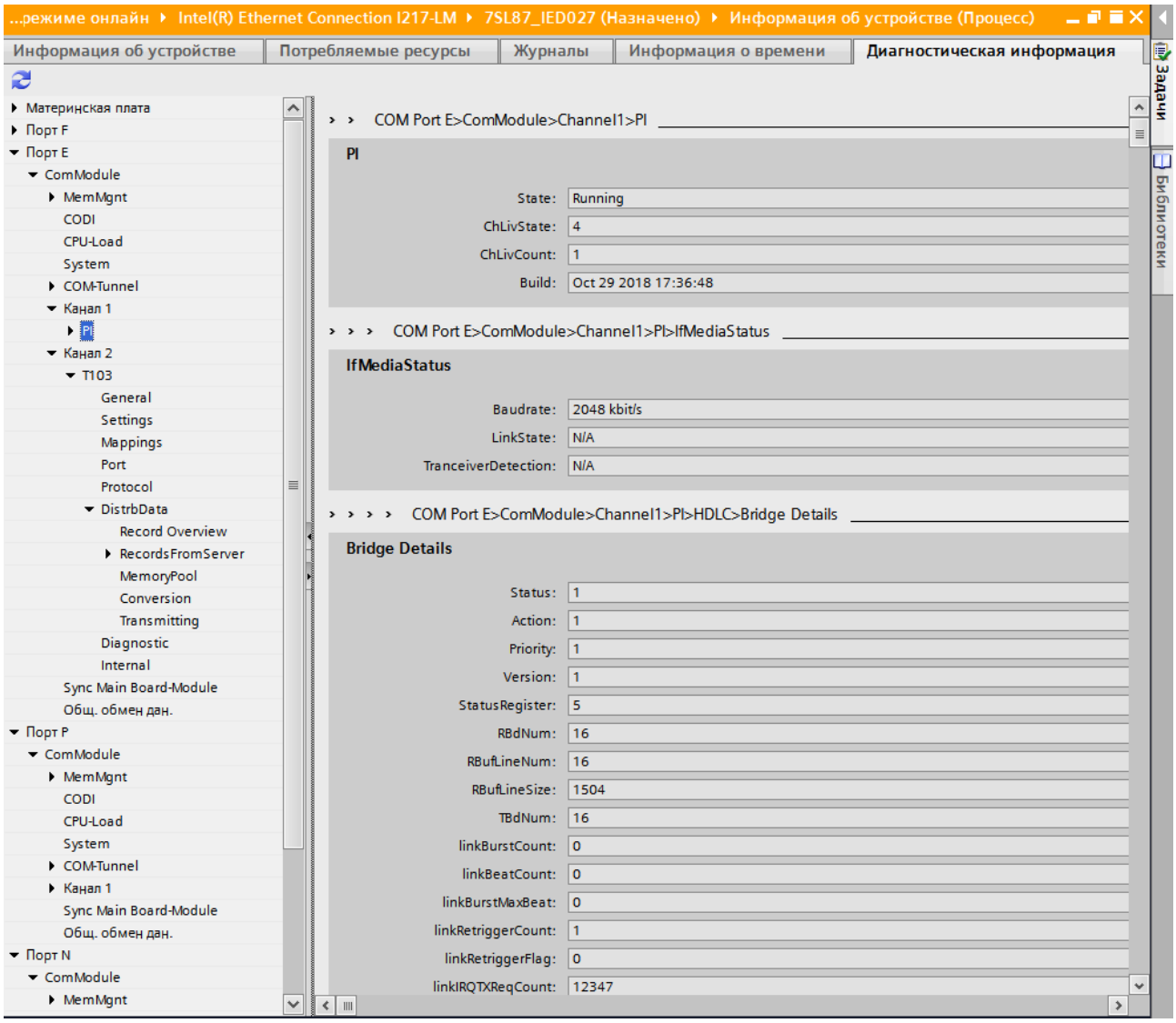
С помощью DIGSI 5 можно получить различные диагностические данные.

Для этого подключитесь к устройству с помощью DIGSI 5 и запросите информацию об устройстве. Диагностическую информацию модулей, каналы которых настроены как защитный интерфейс, можно получить, выбрав слот модуля (например, F) и соответствующий канал (1 или 2). Следующие рисунки содержат подробное описание диагностических данных защитного интерфейса. Диагностические данные особенно полезны, если возникнут ошибки в данных или другие сбои в каналах обмена данными (например, скачки времени передачи данных).

ПРИМЕЧАНИЕ

Диагностические данные можно также считать через меню устройства на его дисплее. Однако в данной главе это не рассматривается.

Следующая таблица дает более подробное описание диагностических данных



[scdiapin-140912-01, 1, ru_RU]

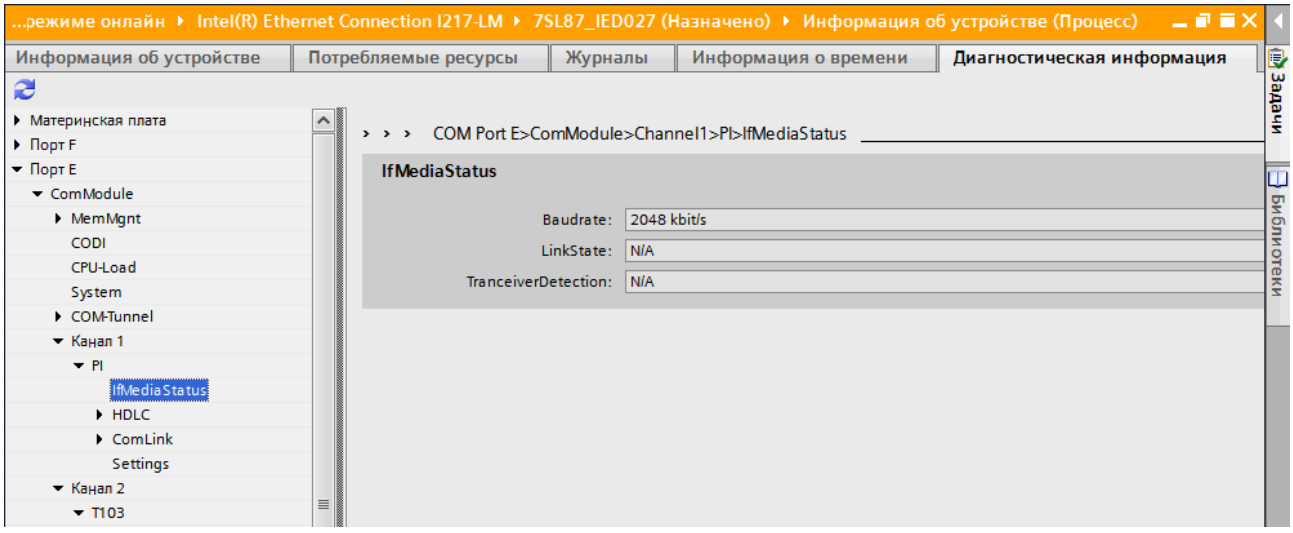
Рисунок 3-68 Диагностические данные канала связи интерфейса защиты

Таблица 3-18 Описание диагностических данных при использовании интерфейса защиты

Тип канала	Имя	Значения	Описание — диагностические данные для журнала интерфейса защиты (ЗИ)
Интерфейсы защиты — журнал	Статус	Исходный, текущий, ошибка	Статус рабочего процесса журнала
Интерфейсы защиты — журнал	Версия	Дата/ время	Дата и время версии журнала

Диагностические данные журнала интерфейса защиты в DIGSI 5

На следующих рисунках и в таблицах описываются отображаемые данные журнала интерфейса защиты.

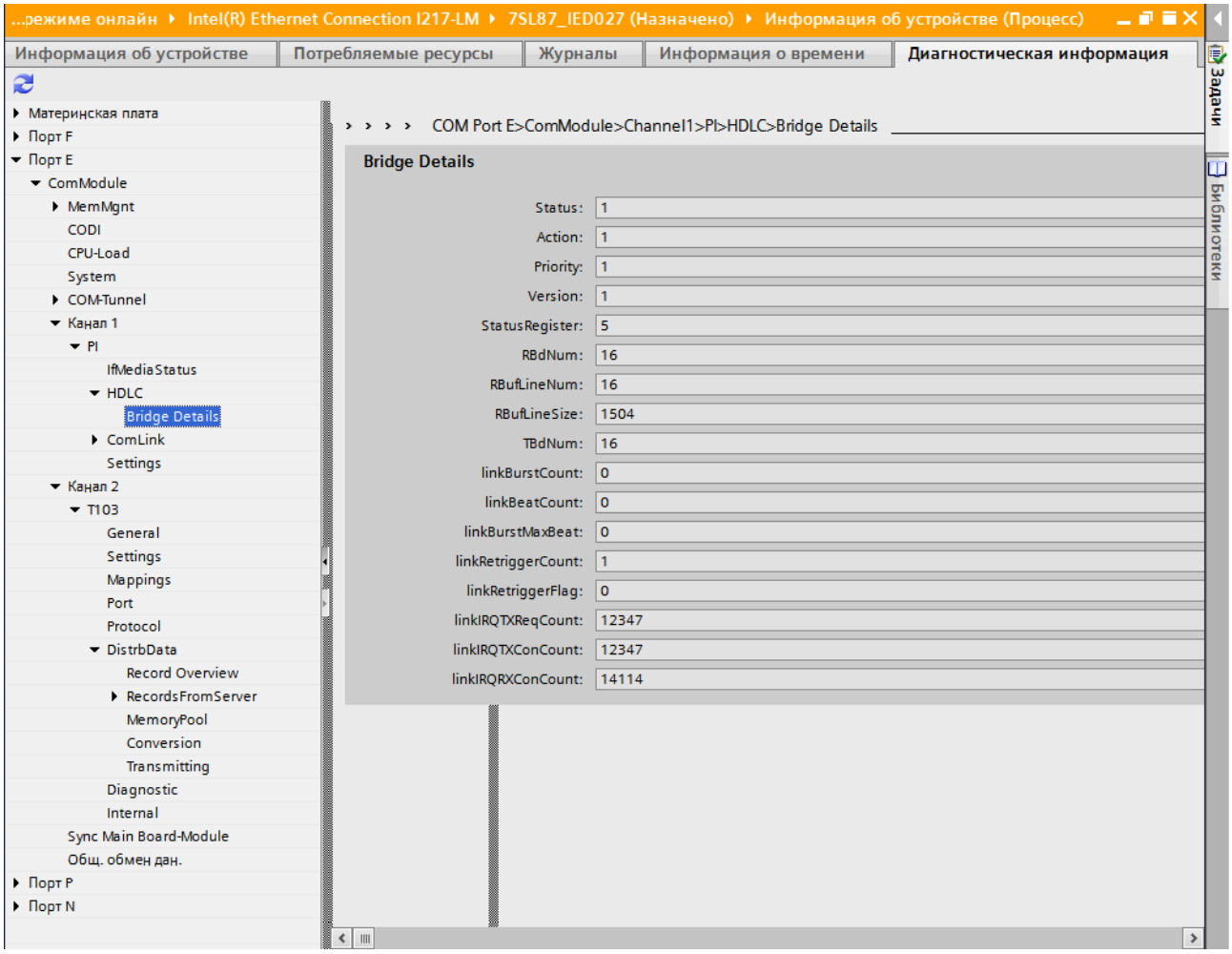


[scdiamed-140912-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-69 Диагностические данные журнала интерфейса защиты — статус устройств связи

Таблица 3-19 Описание диагностических данных при использовании устройств связи

Интерфейсы защиты — тип журнала	**Имя**	**Значения**	**Описание — интерфейс устройств связи (в направлении внешнего интерфейса)**
Статус устройств связи	Скорость	64 кбит/с; 128 кбит/с; 512 кбит/с; 2048 кбит/с; 30 Мбит/с; <неизвестно>	Скорость HDLC: FO: от 64 кбит/с до 2048 кбит/с для модулей USART 820 нм LDFO: 30 Мбит/с для очень удаленных модулей 1300/1500 нм В случае ошибки: <неизвестно>
Статус устройств связи	Статус линии	Н/Д, ВЫШЕ, НИЖЕ	FO: Н/Д (всегда не доступно)
Статус устройств связи	Обнаружение приемопередатчика	Н/Д, НЕ обнаружен приемопередатчик, обнаружен приемопередатчик	FO: Н/Д (всегда не доступно) (НЕ обнаружен приемопередатчик, обнаружен приемопередатчик) В случае ошибки: Н/Д



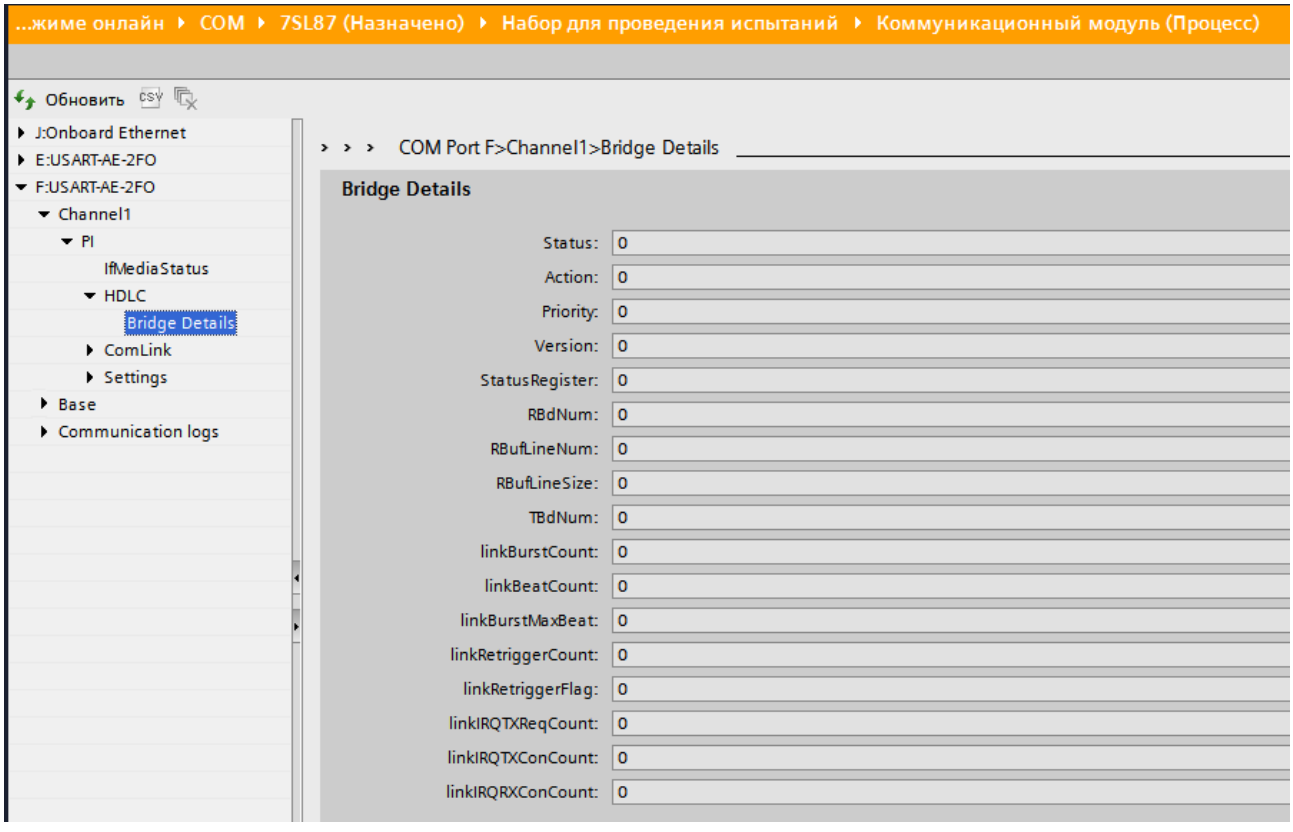
[scdiacom-140912-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-70 Диагностические данные журнала интерфейса защиты — HDLC (журнал — уровень)

Таблица 3-20 Описание диагностических данных журнала интерфейса защиты — HDLC (журнал — уровень)

Интерфейсы защиты — тип журнала	**Имя**	**Значения**	**Описание — Диагностические данные уровня канала HDLC (в направлении внешнего интерфейса)**
HDLC	RXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, OK
HDLC	RXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, OK
HDLC	RXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой
HDLC	RXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой

Интерфейсы защиты — тип журнала	Имя	Значения	Описание — Диагностические данные уровня канала HDLC (в направлении внешнего интерфейса)
HDLC	TXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, OK
HDLC	TXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, OK
HDLC	TXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой
HDLC	TXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
HDLC	Сведения о подузлах моста	Подузлы	Внутренняя специальная диагностика Siemens для поиска неисправностей



[scdiahdl-140912-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-71 Диагностические данные журнала интерфейса защиты — интерфейс COM (Интерфейс внутреннего канала COM между модулем и материнской платой)

Таблица 3-21 Описание диагностических данных интерфейса COM (Интерфейс внутреннего канала COM между модулем и материнской платой)

Интерфейсы защиты — тип журнала	**Имя**	**Значения**	**Описание – диагностические данные уровней интерфейса COM (Интерфейс COM внутреннего канала на материнской плате)**
Интерфейс COM	RXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, ОК
Интерфейс COM	RXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, ОК
Интерфейс COM	RXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	RXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Входящие телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	TXHPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, ОК
Интерфейс COM	TXLPFramesOK	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, ОК
Интерфейс COM	TXHPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, высокий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	TXLPFramesERR	Количество соответствующих кадров (16-разрядный счетчик)	Отправляемые телеграммы, низкий приоритет, с ошибкой
Интерфейс COM	Сведения о подузлах моста	Подузлы	Внутренняя специальная диагностика Siemens для поиска неисправностей

Таблица 3-22 Описание диагностических данных некоторых уставок интерфейса защиты

Интерфейсы защиты — тип журнала	**Имя**	**Значения**	**Описание — значения уставок интерфейса защиты**
Уставки	**Подключение через**	Целое число – отображает внутреннее кодирование варианта уставок	Интерфейс защиты – **Подключение через**
Уставки	**Полоса пропускания ЗащИнт**	Показание скорости в битах	Скорость в битах (бит/с) для сообщений защиты на основе параметра **Подключение через**
Уставки	**PDI Telegram.Overhead (Телеграмма ЗащИнт. Служебные сигналы)**	Отображение битов	Заголовок для каждого сообщения защиты в битах.

3.5.3.10 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Комбинац.устр.				
_:5131:102	Комбинац.устр.:Адрес устройства 1		1 до 65534	101
_:5131:103	Комбинац.устр.:Адрес устройства 2		1 до 65534	102
_:5131:104	Комбинац.устр.:Адрес устройства 3		1 до 65534	103
_:5131:105	Комбинац.устр.:Адрес устройства 4		1 до 65534	104
_:5131:106	Комбинац.устр.:Адрес устройства 5		1 до 65534	105
_:5131:107	Комбинац.устр.:Адрес устройства 6		1 до 65534	106
_:5131:101	Комбинац.устр.:Лок.устр.-это устр.		1 до 6	1
_:5131:122	Комбинац.устр.:Наим.скор.перед.		• 64 кбит/с • 128 кбит/с • 512 кбит/с • 2048 кбит/с	64 кбит/с
_:5131:125	Комбинац.устр.:Количество устройств		2 до 6	6
ЗащИнт 1				
_:5161:1	ЗащИнт 1:Режим		• откл • вкл	вкл
_:5161:105	ЗащИнт 1:Макс.ош./час		0.000 % до 100.000 %	1.000 %
_:5161:106	ЗащИнт 1:Макс.ош./мин		0.000 % до 100.000 %	1.000 %
_:5161:107	ЗащИнт 1:Твыд ав.сигнала о наруш.		0.05 с до 2.00 с	0.10 с
_:5161:108	ЗащИнт 1:Твыд ав.сигнала отказа		0.0 с до 6.0 с	6.0 с
_:5161:109	ЗащИнт 1:Уст.время задержки		0.1 мс до 30.0 мс	30.0 мс
_:5161:110	ЗащИнт 1:Время Tx и Rx отлич.		0.000 мс до 3.000 мс	0.100 мс
_:5161:113	ЗащИнт 1:Синхр.сек.имп.		• телегр. и PPS • телегр. или PPS • Синхр. PPS откл.	Синхр. PPS откл.

3.5.3.11 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Канал 1			
_:307	ЗащИнт:Статус исправности	ENS	O
_:304	ЗащИнт:Канал активен	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Комбинац.устр.			
_:5131:52	Комбинац.устр.:Режим работы	ENS	O
_:5131:53	Комбинац.устр.:Статус исправности	ENS	O
_:5131:301	Комбинац.устр.:Сост.распозн.топол.	ENS	O
_:5131:302	Комбинац.устр.:Топология	ENS	O
_:5131:303	Комбинац.устр.:Форма устройств	ENS	O
_:5131:304	Комбинац.устр.:Кол-во обнаруж.устр.	INS	O
_:5131:305	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.1	SPS	O
_:5131:306	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.2	SPS	O
_:5131:307	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.3	SPS	O
_:5131:309	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.4	SPS	O
_:5131:310	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.5	SPS	O
_:5131:311	Комбинац.устр.:Фнк.вых.сист.устр.6	SPS	O
_:5131:312	Комбинац.устр.:Устр.1 доступно	SPS	O
_:5131:313	Комбинац.устр.:Устр.2 доступно	SPS	O
_:5131:314	Комбинац.устр.:Устр.3 доступно	SPS	O
_:5131:315	Комбинац.устр.:Устр.4 доступно	SPS	O
_:5131:316	Комбинац.устр.:Устр.5 доступно	SPS	O
_:5131:317	Комбинац.устр.:Устр.6 доступно	SPS	O
ЗащИнт 1			
_:5161:81	ЗащИнт 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5161:500	ЗащИнт 1:>Сбр.синхронизации	SPS	I
_:5161:341	ЗащИнт 1:Сброс синхр.	SPC	C
_:5161:342	ЗащИнт 1:Сброс измерений	SPC	C
_:5161:52	ЗащИнт 1:Режим работы	ENS	O
_:5161:53	ЗащИнт 1:Статус исправности	ENS	O
_:5161:301	ЗащИнт 1:Сост.уровн. 1 и 2	ENS	O
_:5161:302	ЗащИнт 1:Сост.уровн. 3 и 4	ENS	O
_:5161:303	ЗащИнт 1:Обрыв соединения	SPS	O
_:5161:316	ЗащИнт 1:Част.ош./мин превыш.	SPS	O
_:5161:317	ЗащИнт 1:Част.ош./час превыш.	SPS	O
_:5161:318	ЗащИнт 1:Превыш.выд.времени	SPS	O
_:5161:319	ЗащИнт 1:Выд.врем.отличается	SPS	O
_:5161:320	ЗащИнт 1:Выд.врем., скачок	SPS	O
_:5161:321	ЗащИнт 1:ЗащИнт синхрониз.	SPS	O
_:5161:340	ЗащИнт 1:Потеря телеграммы	SPS	O
_:5161:308	ЗащИнт 1:Tx телегр./час	MV	O
_:5161:309	ЗащИнт 1:Rx телегр./час	MV	O
_:5161:310	ЗащИнт 1:Tx телегр./мин	MV	O
_:5161:311	ЗащИнт 1:Rx телегр./мин	MV	O
_:5161:312	ЗащИнт 1:Tx ош./час	MV	O
_:5161:313	ЗащИнт 1:Rx ош./час	MV	O
_:5161:314	ЗащИнт 1:Tx ош./мин	MV	O
_:5161:315	ЗащИнт 1:Rx ош./мин	MV	O
_:5161:334	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./мин	MV	O
_:5161:335	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./час	MV	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5161:336	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./день	MV	O
_:5161:337	ЗащИнт 1:Пропущ.телегр./нед	MV	O
_:5161:338	ЗащИнт 1:Изм.пот./день	MV	O
_:5161:339	ЗащИнт 1:Изм.пот./нед	MV	O
_:5161:331	ЗащИнт 1:Пол.д.	MV	O
_:5161:323	ЗащИнт 1:Снх.сек.им.:несим.вр.	SPS	O
_:5161:324	ЗащИнт 1:ЗащИнт снх.сек.имп.	SPS	O
_:5161:325	ЗащИнт 1:Сред.Δt	MV	O
_:5161:326	ЗащИнт 1:Прм. Δt	MV	O
_:5161:327	ЗащИнт 1:Прд. Δt	MV	O
Внешн. Синхр.			
_:9181:500	Внешн. Синхр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:9181:501	Внешн. Синхр.:>Потеря сек.имп.	SPS	I
_:9181:301	Внешн. Синхр.:Потеря сек.имп.	SPS	O
_:9181:302	Внешн. Синхр.:Секундный импульс	SPS	O
Изм.вел.устр.1			
_:1351:6811:300	Изм.вел.устр.1:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6811:301	Изм.вел.устр.1:Выкл.	ENS	O
_:1351:6811:302	Изм.вел.устр.1:Uф	WYE	O
_:1351:6811:303	Изм.вел.устр.1:Iф	WYE	O
Изм.вел.устр.2			
_:1351:6841:300	Изм.вел.устр.2:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6841:301	Изм.вел.устр.2:Выкл.	ENS	O
_:1351:6841:302	Изм.вел.устр.2:Uф	WYE	O
_:1351:6841:303	Изм.вел.устр.2:Iф	WYE	O
Изм.вел.устр.3			
_:1351:6871:300	Изм.вел.устр.3:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6871:301	Изм.вел.устр.3:Выкл.	ENS	O
_:1351:6871:302	Изм.вел.устр.3:Uф	WYE	O
_:1351:6871:303	Изм.вел.устр.3:Iф	WYE	O
Изм.вел.устр.4			
_:1351:6901:300	Изм.вел.устр.4:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6901:301	Изм.вел.устр.4:Выкл.	ENS	O
_:1351:6901:302	Изм.вел.устр.4:Uф	WYE	O
_:1351:6901:303	Изм.вел.устр.4:Iф	WYE	O
Изм.вел.устр.5			
_:1351:6931:300	Изм.вел.устр.5:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6931:301	Изм.вел.устр.5:Выкл.	ENS	O
_:1351:6931:302	Изм.вел.устр.5:Uф	WYE	O
_:1351:6931:303	Изм.вел.устр.5:Iф	WYE	O
Изм.вел.устр.6			
_:1351:6961:300	Изм.вел.устр.6:Ад.уст.	INS	O
_:1351:6961:301	Изм.вел.устр.6:Выкл.	ENS	O
_:1351:6961:302	Изм.вел.устр.6:Uф	WYE	O
_:1351:6961:303	Изм.вел.устр.6:Iф	WYE	O

3.6 Синхронизация даты и времени

3.6.1 Обзор функций

Своевременная запись процессов требует точной синхронизации времени устройств. Встроенная синхронизация даты/времени позволяет расставлять события в точном хронологическом порядке относительно внутреннего времени устройства, используемого для задания меток времени в журналах событий, которые затем передаются в АСУ ТП подстанции или передаются через интерфейс защиты. Модуль часов находится внутри устройства и имеет аварийное аккумуляторное питание. Данный модуль периодически синхронизируется с текущим временем устройства, поэтому правильное время в устройстве доступно и используется даже в случае потери питания. И в тоже время, это позволяет осуществлять аппаратный мониторинг времени устройства.

3.6.2 Структура функции

Встроенная синхронизация даты/времени устройства является функцией диагностики устройства. Уставки и сигналы находятся в следующих меню программы DIGSI и устройства:

Установить дату и время:

- DIGSI: Онлайн доступ -> Интерфейс -> Устройство -> Информация об устройстве -> **Информация о времени**
- Устройство: Главное меню -> Функции устройства -> **Дата и время**

Параметр:

- DIGSI: Проект -> Устройство -> Параметр -> **Уставки времени**

Сообщения:

- DIGSI: Прект -> Устройство -> Ранжирование информации -> **Сохранение внутреннего времени** или **Синхронизация времени**

3.6.3 Описание функции

Каждое устройство серии SIPROTEC 5 имеет внутреннее время и дату. Дата и время также могут быть заданы с помощью панели оператора устройства на объекте или с помощью программы DIGSI 5. Обычно необходимо производить точную регистрацию времени процессов и иметь точную синхронизацию времени всех устройств внутри системы или даже вне ее. Для устройств серии SIPROTEC 5 могут быть заданы источники времени и опции синхронизации.

Настраиваемые опции синхронизации:

- **Нет** (значение по умолчанию)
  Функции устройства, не имеющие какой-либо внешней синхронизации времени. Внутренняя синхронизация времени продолжает работать с помощью аварийного аккумулятора даже при временной потере напряжения питания. Время может быть откорректировано вручную.
- **Телеграмма данных**
  Время синхронизируется с помощью телеграмм по настроенным соответствующим образом интерфейсам связи в соответствии с протоколом МЭК 60870-5-103 или DNP3.
- **Подключение к радиочасам**
  Синхронизация времени происходит при получении телеграмм установки времени от внешнего приемника IRIG-B или DCF77 через интерфейс синхронизации времени устройства.

- **Ethernet**

  Синхронизация времени выполняется с помощью Ethernet-службы SNTP (Простой сетевой протокол синхронизации времени), например, с использованием станций МЭК 61850 или через IEEE 1588. Чтобы быть доступными в качестве опции синхронизации времени, эти протоколы должны быть активированы во время конфигурации интерфейсов Ethernet.

- **Интерфейс защиты**

  Синхронизация времени происходит с помощью интерфейсов защиты, настроенных для вашего устройства SIPROTEC 5. В данном случае ведущее по времени устройство имеет приоритет при синхронизации времени.

Настраиваемые источники времени:

- Для устройств серии SIPROTEC 5 могут рассматриваться два источника времени. Для каждого источника времени может быть выбран тип синхронизации, основываясь на имеющихся вариантах.
- **Источник времени 1** имеет приоритет перед **Источник времени 2**, то есть **Источник времени 2** будет источником синхронизации времени устройства, только если **Источник времени 1** будет неисправен. Если доступен только один источник времени, и он неисправен, то продолжают работать только несинхронизированные внутренние часы. Состояние источников времени отображается.
- Для каждого источника времени имеется возможность задать с помощью уставки **Час.пояс ист.времени 1** (или **Час.пояс ист.времени 2**), если этот источник передает свое время в UTC (универсальное время) или настройки соответствуют местному часовому поясу устройства.



ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что уставки источников времени соответствуют фактической конфигурации аппаратуры устройства SIPROTEC 5. В любом случае, неверные уставки приводят к выдаче сообщений о состоянии источников времени.

Настраиваемый формат даты

Независимо от источника синхронизации времени, внутри устройства сохраняется единообразный формат даты. Следующие опции доступны для привычного в данной местности отображения формата даты:

- День.Месяц.Год: 24.12.2009
- Месяц/День/Год: 12/24/2009
- Год-Месяц-День: 2009-12-24

Учет местных часовых поясов

Внутреннее время устройства ведется в формате универсального времени (UTC). Для отображения меток времени в программе DIGSI и на дисплее устройства, можно определить местный часовой пояс устройства (Параметр «Сдвиг часового пояса для GMT»), включая применимые настройки перехода на летнее время (начало, конец и сдвиг времени). Это позволяет отображать местное время.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Для источников времени, которые передают состояние перехода на летнее время, это будет автоматически учтено при формировании внутреннего времени устройства в формате UTC. Учитывается сдвиг времени при переходе на летнее время, заданный в устройстве (уставка Сдвиг летнего времени). Однако, уставки начала и окончания летнего времени игнорируются при переводе во внутреннее время устройства в формате UTC.
- При активных источниках времени, невозможно задать время с помощью дисплея устройства или программы DIGSI 5. Исключением является задание календарного года для активного протокола времени IRIG-B.

Состояние, контроль и сообщения управления временем

Устройство серии SIPROTEC 5 генерирует сообщения состояния и мониторинга, которые предоставляют важную информацию относительно правильности настройки источника времени и состояния внутреннего управления временем во время включения и работы устройства.

Внутренняя синхронизация времени циклически контролируется. Устройство сообщает о важных процессах синхронизации, состоянии источников времени и обнаруженных ошибках. Время устройства, которое стало недействительным, будет отмечено, чтобы затронутые функции могли перейти в безопасный режим.

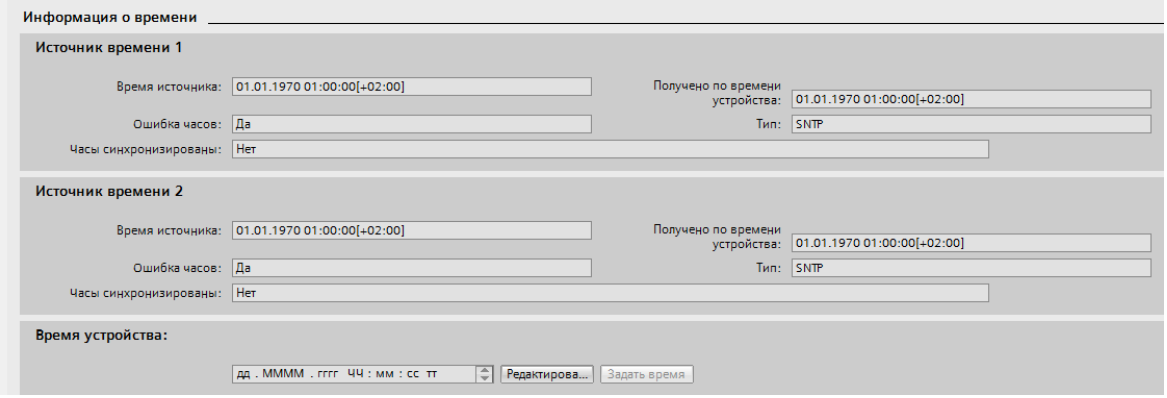
Сообщение	Описание
Устройство: *Неисправность часов*	Данное сообщение указывает на большую разницу между внутренне управляемым временем и временем модуля часов, что недопустимо. Появление сообщения может указывать на дефект модуля часов или на недопустимо большой уход кварца системы. Внутреннее время маркируется, как недействительное.
Управление временем: *Летнее время*	Данное сообщение показывает, выполнен ли переход на летнее время.
Управление временем: *Ручн.установка часов*	Данное сообщение указывает на то, что время в устройстве было задано вручную с помощью местной панели оператора или программы DIGSI 5.
Синхронизация времени: *Сост.ист.времени 1* *Сост.ист.времени 2*	2 этих сообщения указывают на то, что активные источники времени определены, как верные и активные с точки зрения устройства. Если сообщения начинают возникать, то возможно была произведена неверная настройка порта или номеров канала на местной панели оператора.
Синхронизация времени: *Ош.синхр.врем.*	Данное сообщение по истечении заданного времени **Сообщ.ош.после** указывает на то, что синхронизация с использованием внешнего источника времени была завершена с ошибкой.
Синхронизация времени: *Секунда координации*	Данное сообщение указывает на то, что во время временной синхронизации с использованием внешнего приемника GPS (вариант протокола IRIG-B 005 (004) с расширением согласно IEEE C37.118-2005) произошла Секунда координации.
Синхронизация времени: *Синхронизировано*	Данное сообщение указывает на то, что устройство синхронизировано с точностью лучше 1 µc. Сообщение имеет значение только при использовании функции PMU.

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае отсутствия или разрядки аккумулятора устройство запускается без активной внешней синхронизации времени с установленным в устройстве временем 2011-01-01 00:00:00 (UTC).

Программа DIGSI 5 предоставляет компактный обзор состояния синхронизации времени вашего устройства SIPROTEC 5 в режиме онлайн. Все экраны непрерывно обновляются. Вы можете получить доступ к обзору в окне структуры проекта через онлайн доступ.

DIGSI: Онлайн доступ -> Интерфейс -> Устройство -> Информация об устройстве -> **Информация о времени**



[sctimedg-220415, 1, ru_RU]

Рисунок 3-72 Информация о времени в программе DIGSI

Для каждого источника времени отображается следующее:

- Последнее полученное время (с датой)
- Время получения последней полученной телеграммы времени
- Заданный тип источника времени
- Сообщение о бездействии или выходе из строя источника времени
- Синхронизировано ли текущее время в устройстве с источником времени

В нижней части отображается время устройства, которое постоянно обновляется. Если внутреннее время устройства и время источника были синхронны в момент получения телеграммы, оба отображаемых времени одинаковы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Все отображаемые времена (а также источник времени) учитывают местный часовой пояс (часовой пояс и переход на летнее время в устройстве) в виде сдвига относительно времени UTC (универсального времени).

3.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Формат даты

- Уставка по умолчанию **`Формат даты`** = ***`ДД.ММ.ГГГГ`***

Уставкой **`Формат даты`** вы задаете отображение даты в формате, принятом в данном регионе.

Значение параметра	Описание
ДД.ММ.ГГГГ	День.Месяц.Год: Типовое европейское отображение Пример: 24.12.2010
ММ/ДД/ГГГГ	Месяц/День/Год: Типовое отображение США Пример: 12/24/2010
ГГГГ-ММ-ДД	Год-Месяц-День: Типовое китайское отображение Пример: 2010-12-24

Параметр: Час.пояс ист.времени 1, Час.пояс ист.времени 2

- Уставка по умолчанию **Час.пояс ист.времени 1** = ***Местное***, **Час.пояс ист.времени 2** = ***Местное***

Уставками **Час.пояс ист.времени 1** и **Час.пояс ист.времени 2** вы задаете обработку часовых поясов внешнего источника времени.

Значение параметра	Описание
Местное	Местный часовой пояс и переход на летнее время рассматриваются, как часовой пояс относительно времени GMT (время по Гринвичу).
UTC	Формат времени в соответствии с UTC (универсальным временем)

Параметр: Источник времени 1, Источник времени 2

- Уставка по умолчанию **Источник времени 1** = ***нет***, **Источник времени 2** = ***нет***

Уставками **Источник времени 1** и **Источник времени 2** вы можете настроить внешний источник времени. Предварительным условием является соответствие конфигурации аппаратуры и интерфейса связи вашего устройства SIPROTEC 5. Рекомендованный тип выпадает в начале строки при выборе в программе DIGSI 5.

Значение параметра	Описание
нет	Источник времени не настроен.
IRIG-B	Синхронизация времени с помощью внешнего GPS-приемника: Устройства SIPROTEC 5 поддерживают несколько вариантов протокола стандарта IRIG-B. • **IRIG-B 002(003)** Биты сигнала функции управления не заданы. Отсутствующее значение года формируется из текущего времени устройства. В данном случае имеется возможность задать год с помощью онлайн доступа из программы DIGSI 5. • **IRIG-B 006(007)** Биты года не равны 00. Год устанавливается автоматически протоколом времени. • **IRIG-B 005(004) с расширением в соответствии с IEEE C37.118-2005** Если в сигнале времени помимо календарного года задействованы биты других функций управления, устройство учитывает дополнительную информацию о секундах координации, летнем времени, сдвиге времени (часовой пояс, летнее время) и точности времени. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2**: Значение данной уставки не оценивается устройством, так как данный протокол либо передает время в формате UTC (универсальное время), либо, в случае местного времени, задает соответствующий сдвиг относительно времени UTC в каждой телеграмме времени.

Значение параметра	Описание
DCF77	Синхронизация времени с помощью внешнего приемника DCF77 Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***Местное*** Примечание: Существуют также часы, которые генерируют сигнал DCF 77, представляющий время в формате UTC. В этом случае должно быть задано время UTC.
Защ. Инт.	Синхронизация времени происходит с помощью интерфейсов защиты, настроенных для вашего устройства SIPROTEC 5. В данном случае ведущее по времени устройство имеет приоритет при синхронизации времени. Времена передачи сигнала через интерфейс связи защиты вычисляются автоматически. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC*** Ведомое устройство, получающее время ведущего устройства серии SIPROTEC 5, получает его системное время в формате UTC (универсальное время).
SNTP	Синхронизация времени выполняется с помощью Ethernet-службы SNTP (SNTP-сервер или по протоколу МЭК 61850). Устройства серии SIPROTEC 5 поддерживают, как Редакцию 1, так и Редакцию 2 в соответствии с МЭК 61850-7-2. В Редакции 2 логические атрибуты LeapSecondsKnown, ClockFailure, ClockNotSynchronized и значение TimeAccuracy содержатся в каждой метке времени. В Редакции 1 данные сигналы содержат уставки по умолчанию. Таким образом гарантируется совместимость с АСУ ТП подстанции для обоих редакций! Чтобы быть доступной в качестве опции синхронизации времени, служба SNTP должна быть активирована во время конфигурации интерфейсов Ethernet. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC***
МЭК 60870-5-103	Время синхронизируется с помощью телеграмм по настроенным соответствующим образом интерфейсам связи в соответствии с протоколом МЭК 60870-5-103. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***Местное*** Однако, также имеются системы T103, которые передают время в формате UTC.
DNP3	Время синхронизируется с помощью телеграмм по настроенным соответствующим образом интерфейсам связи в соответствии с протоколом DNP3. В процедуре поддерживаются две характеристики: • **Синхронизация времени с UTC** • **Синхронизация времени с местным временем** Состояние перехода на летнее время не передается. Устройством предполагается, что ведущее устройство DNP3 следует правилам, касающимся начала и окончания летнего времени, заданным для устройства. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC*** - это текущая реализация, ***Местное*** относится к более ранним реализациям.

Значение параметра	Описание
IEEE 1588	Время синхронизируется с помощью главного синхронизирующего устройства IEEE 1588. В этом случае устройства SIPROTEC 5 работают только в качестве ведомых часов. IEEE 1588 v2 поддерживается с помощью P2P и на базе Ethernet. Чтобы быть доступной в качестве опции синхронизации времени, служба IEEE 1588 должна быть активирована во время конфигурации интерфейсов Ethernet. Уставка **Час.пояс ист.времени 1** или **Час.пояс ист.времени 2** = ***UTC***.

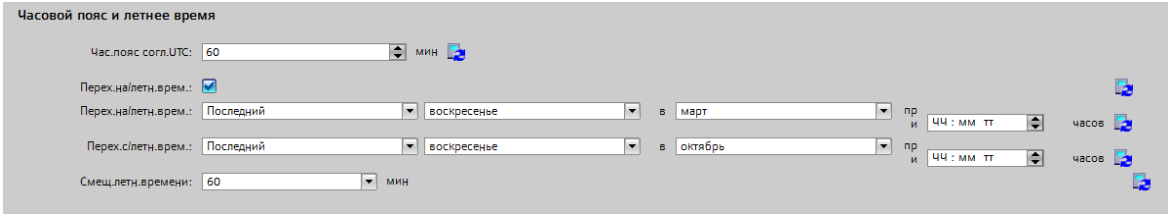
Параметр: Сообщ.ош.после

- Уставка по умолчанию **Сообщ.ош.после** = ***600 с***

Уставкой **Сообщ.ош.после** вы задаете выдержку времени, по истечению которой будет выдан сигнал о неуспешных попытках синхронизации времени с внешним источником времени.

Параметр: Часовой пояс и летнее время

Данный блок уставок содержит все уставки, относящиеся к заданию местного часового пояса и перехода на летнее время вашего устройства SIPROTEC 5. В дополнение к индивидуальным уставкам, задайте основные уставки путем предварительного выбора с помощью кнопок с фиксированными вариантами уставок или поля флажка.



[sctimezo-210415, 1, ru_RU]

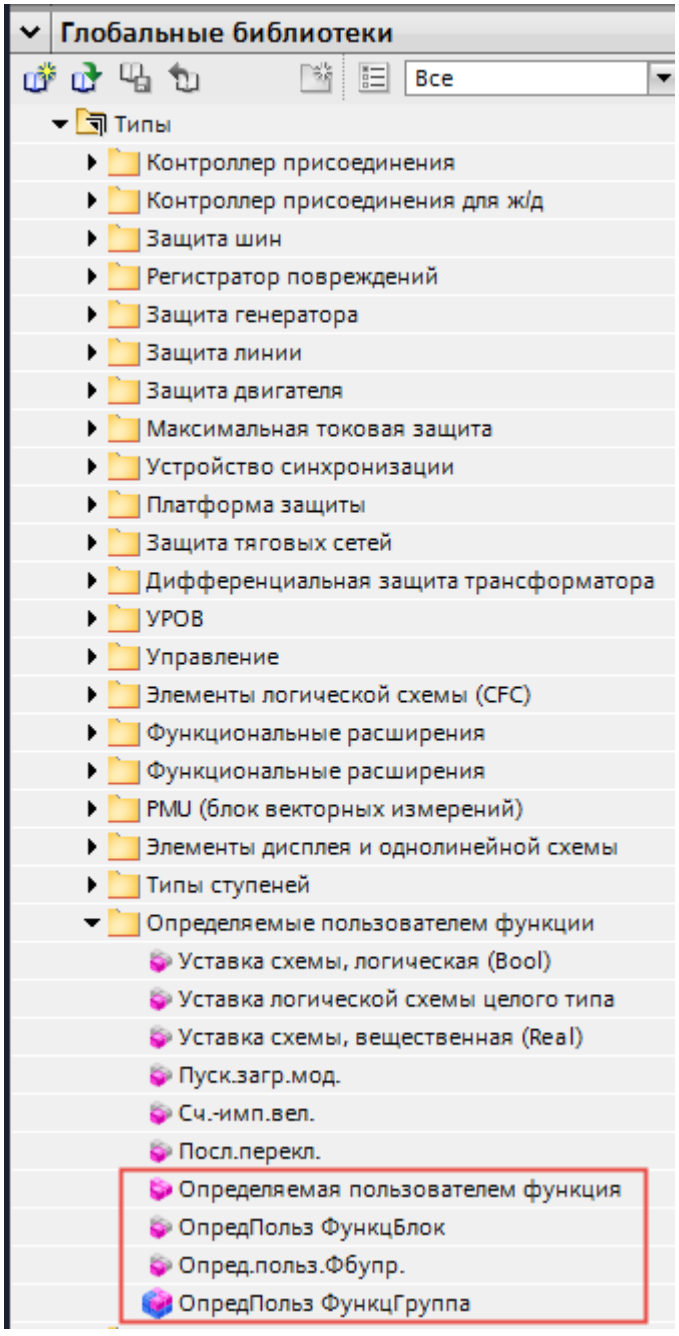
Рисунок 3-73 Уставки часового пояса и перехода на летнее время в программе DIGSI

Кнопка выбора	Описание
Уставки, задающиеся вручную (местный часовой пояс и летнее время)	Данная уставка должна быть выбрана, если необходимо выбрать местный часовой пояс, а также начало и окончание летнего времени для устройства SIPROTEC 5 независимо от настроек ПК. Ввод: **Сдвиг часового пояса относительно времени по Гринвичу** [мин] Выбрать: **Переход на летнее время** [да/нет] с помощью флажка  • Ввод: **Начало летнего времени** [Дата и время] • Ввод: **Окончание летнего времени** [Дата и время] • Ввод: **Смещение времени при переходе на летнее время** [мин] • Уставки по умолчанию приведены на рисунке выше.

3.7 Определяемые пользователем объекты

3.7.1 Обзор

Используя пользовательские функциональные группы и функции, можно группировать определяемые пользователем объекты, например пользовательские функциональные блоки. Доступны 2 пользовательских функциональных блока (см. следующий рисунок).



[scudef_lib, 1, ru_RU]

Рисунок 3-74 Пользовательские объекты в библиотеке DIGSI 5

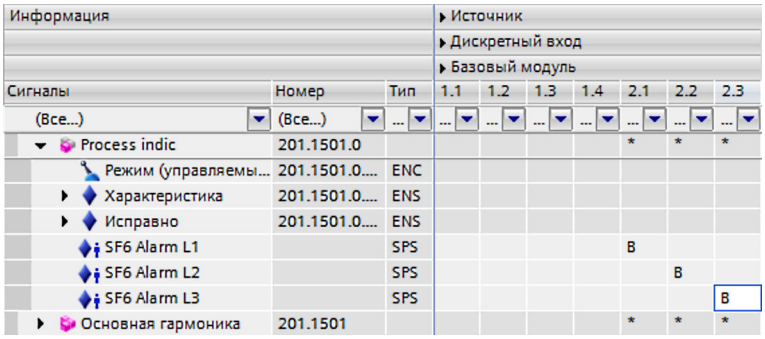
Функциональный блок, определяемый пользователем позволяет добавлять (см. следующий рисунок) однопозиционные сообщения, сообщения пуска и срабатывания (ADC, ACT), одинарные или

двойные команды, команды с контролируемым целым числом, а также измеренные величины. Вы можете назначить группе имя из верхнего уровня (например, **Сообщения технологического процесса** для группы с однопозиционными сообщениями, которые считываются с дискретных входов). Эта функция может быть отключена с помощью режима. Режим ожидания также анализируется или отображается.

Пользовательские функциональные блоки могут быть созданы на самом высоком уровне (наряду с другими функциональными группами), а также внутри функциональных групп и функций.

Кроме того, существует **пользовательский функциональный блок [управление]**. Наряду с вышеупомянутыми возможностями, представленными **пользовательскими функциональными блоками**, этот блок предлагает дополнительные тесты для пользовательских управляющих сигналов, например SPC или DPC.

Они описаны в главе *7.6.1 Обзор функций*.



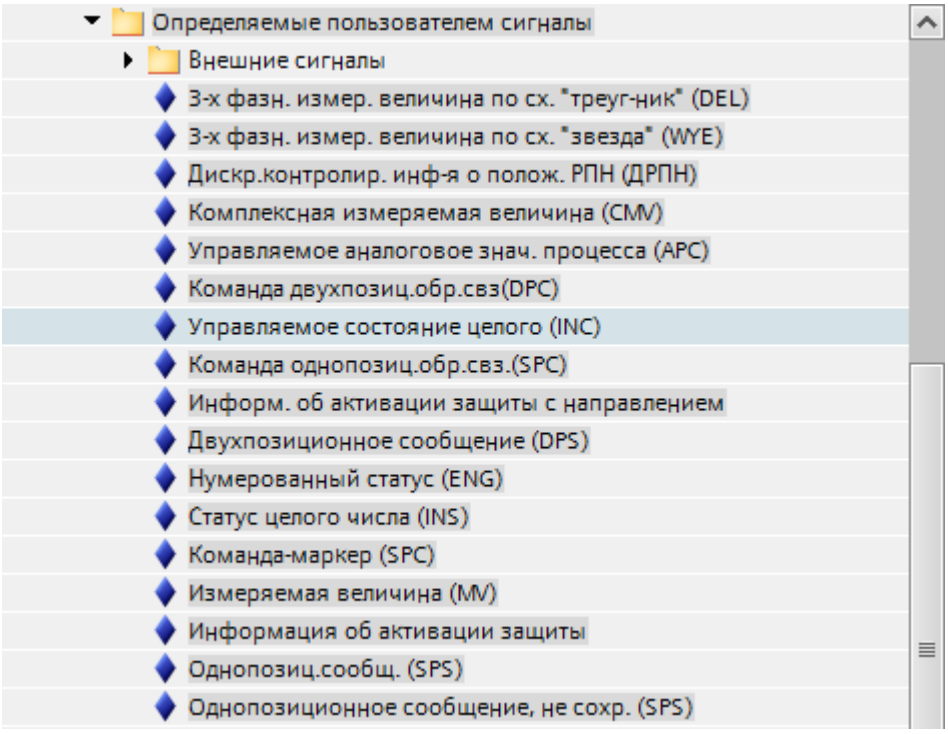
[scbenutz-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-75 Ранжирование информации с включенным пользовательским функциональным блоком: Сообщения технологического процесса и некоторые однопозиционные сообщения

3.7.2 Основные типы данных

Следующие типы данных доступны для заданных пользователем объектов в библиотеке DIGSI 5 в **Определяемые пользователем сигналы**. Кроме того, имеется папка для внешних сигналов (см. главу *3.7.5 Внешние сигналы*).

Определяемые пользователем сигналы



[sc_LB_userdefsig, 1, ru_RU]

Рисунок 3-76 Определяемые пользователем сигналы

Однопозиционное сообщение (Тип SPS: Однопозиционное состояние)

Статус дискретного входного сигнала можно зарегистрировать в форме однопозиционного сообщения или передать как дискретный результат из схемы CFC.

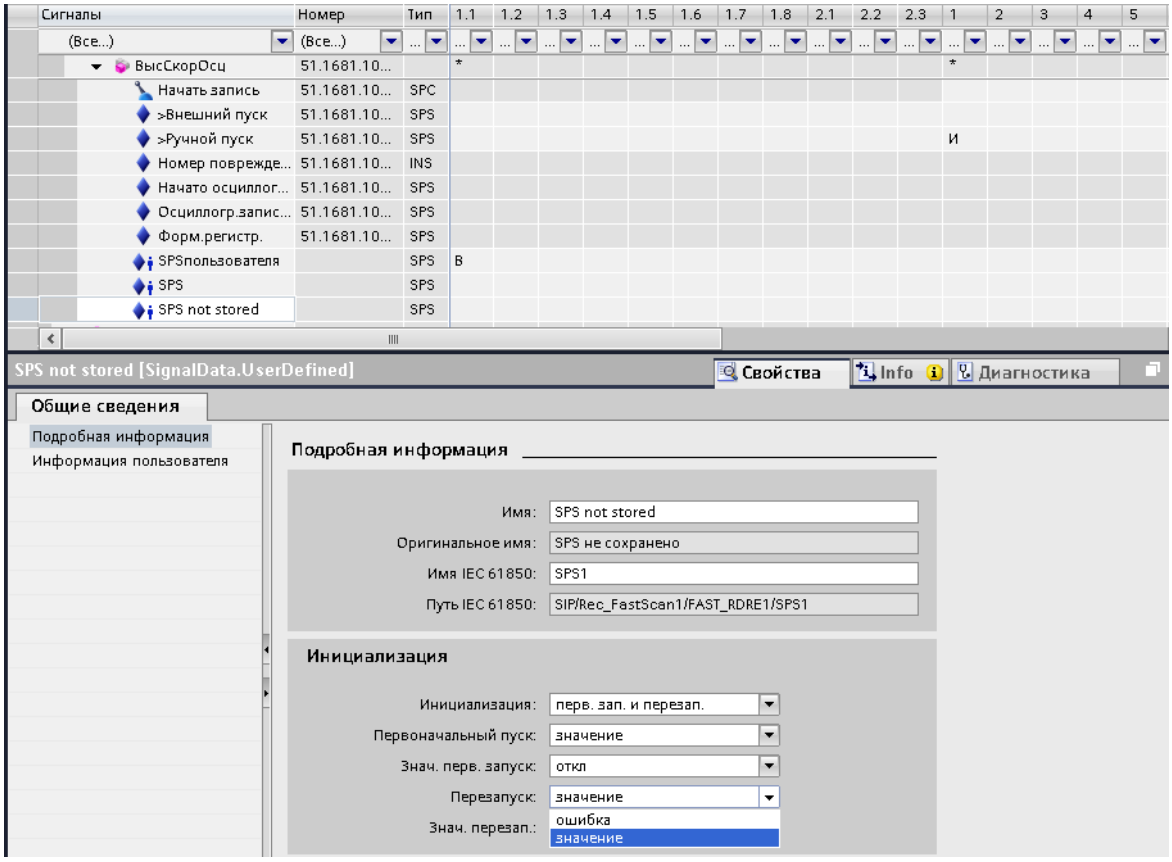
ПРИМЕР

Сбор данных с помощью дискретного входного сигнала, дальнейшая обработка в CFC и/или сигнализация с помощью светодиодов.

Однопозиционное сообщение (тип "Несохраненный SPS": Несохраненный однопозиционный статус)

В отличие от однопозиционных сообщений **SPS** состояние сообщения **Несохраненный SPS** не сохраняется после перезапуска устройства.

Чтобы установить ***Значение*** перейдите в меню**Свойства > Сведения > Инициализация > Перезапуск**.



[scspsfas-140613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-77 Однопозиционное сообщение "Несохраненный SPS" (Пример: Регистратор повреждений 7KE85)

Двухпозиционное сообщение (Тип "DPS": Двухпозиционное состояние)

При использовании двухпозиционного сообщения могут одновременно фиксироваться статусы двух дискретных входов и отображаться в сообщение с 4 возможными состояниями (***ВКЛ.***, ***Промежуточное положение***, ***ВЫКЛ.***, ***Положение неисправности***).

ПРИМЕР

Сбор информации о положении разъединителя или выключателя.

Команда маркировки (Тип SPC, однопозиционная команда)

Этот тип данных можно использовать как команду без обратной связи для простой сигнализации или как внутреннюю переменную (маркер).

Целочисленное значение состояния (Тип INS)

Тип данных **INS** используется для создания целого числа, которое представляет результат CFC.

ПРИМЕР

Например, выходной сигнал блока CFC **ADD_D** можно соединить с типом данных **INS**. Результат можно отобразить на дисплее устройства.

Состояние перечисляемых значений (тип ENS)

Тип данных **ENS** используется для создания перечисляемых значений, которое представляет результат CFC.

Сообщение однопозиционной команды (SPC, однопозиционная команда)

Ее можно использовать для выдачи команды (на одном или нескольких реле, выбираемых при ранжировании сообщений), которые затем отслеживаются с помощью одной обратной связи.

Команда с двухпозиционной обратной связью (DPC, двухпозиционная команда)

Ее можно использовать для выдачи команды (на одном или нескольких реле, выбираемых при ранжировании сообщений), которые затем отслеживаются с помощью двухпозиционного сообщения в качестве обратной связи.

Команда с целым числом (INC, Состояние целочисленного управления)

Ее можно использовать для выдачи команды (на одном или нескольких реле, выбираемых при ранжировании сообщений), которые затем отслеживаются с помощью целого числа в качестве обратной связи.

Комплексное измеренное значение (CMV)

Этот тип данных предоставляет комплексные измеренные величины, которые можно использовать как результат CFC, например.

Измеренные значения (MV)

Этот тип данных предоставляет измеренные величины, которые можно использовать как результат CFC, например.

ПРИМЕЧАНИЕ

Дополнительные типы данных можно найти в других заголовках библиотеки DIGSI 5, а также в соответствующих функциональных блоках. Используются следующие типы данных:

- Счетно-импульсные величины (см. **Определяемые пользователем функции** в библиотеке DIGSI 5)
- Отпайки трансформатора
- Измеренные значения

Фазные измеренные значения (WYE)

Этот тип данных представляет измеренные фазные значения трехфазной системы.

Линейные измеренные значения (DEL, Дельта)

Этот тип данных представляет измеренные линейные значения трехфазной системы.

Информация об активации защиты (ACT)

Этот тип данных используется для функций защиты действующих на **Отключение**. Он доступен в библиотеке для приема информации о защите через интерфейс данных защиты, который может также передавать **Отключение**.

Информация об активации защиты с направлением (ACD)

Этот тип данных используется для функций защиты для **Пуска**. Он доступен в библиотеке для приема информации о защите через интерфейс данных защиты, который может также сообщать **Пуск**. Кроме того, и ACD и ACT можно генерировать и обрабатывать с помощью схем CFC.

3.7.3 Счетно-импульсные величины и значения учета электроэнергии

Счетно-импульсные величины

Счетно-импульсные величины доступны как типы данных **BCR** (значение счетчика измений дискретного сигнала) в библиотеке DIGSI в разделе **Определяемые пользователем функций**.

Описание функций и параметры счетно-импульсных величин можно найти в главе *9.9.1 Описание функции для счетно-импульсных величин* .

Значения учета электроэнергии

Пользователю больше не нужно создавать отдельно значения учета электроэнергии. Они доступны как активная и реактивная мощность для опорных значений с определением направления в каждой функциональной группе **Линия** . Расчет основан на показаниях трансформаторов тока и напряжения, связанных с защищаемым объектом.

Более подробную информацию можно найти в главе *9.8.1 Описание функций величин энергии*.

3.7.4 Дополнительные типы данных:

Следующие типы данных также используются в системе, но они не содержатся в каталоге сообщений общего пользования:

- **ENC** (Управляемое состояние перечисляемых значений)
  Тип данных **ENC** моделирует команду, с помощью которой пользователь может задать ранее установленные значения.
- **SEQ** (Последовательность)
- **BSC** (РПН, управляемый дискретным сигналом, с информацией о положении отпайки)
  Тип данных **BSC** можно, например, использовать для управления РПН трансформатора. Может выдаваться команда **вверх**, **вниз**.

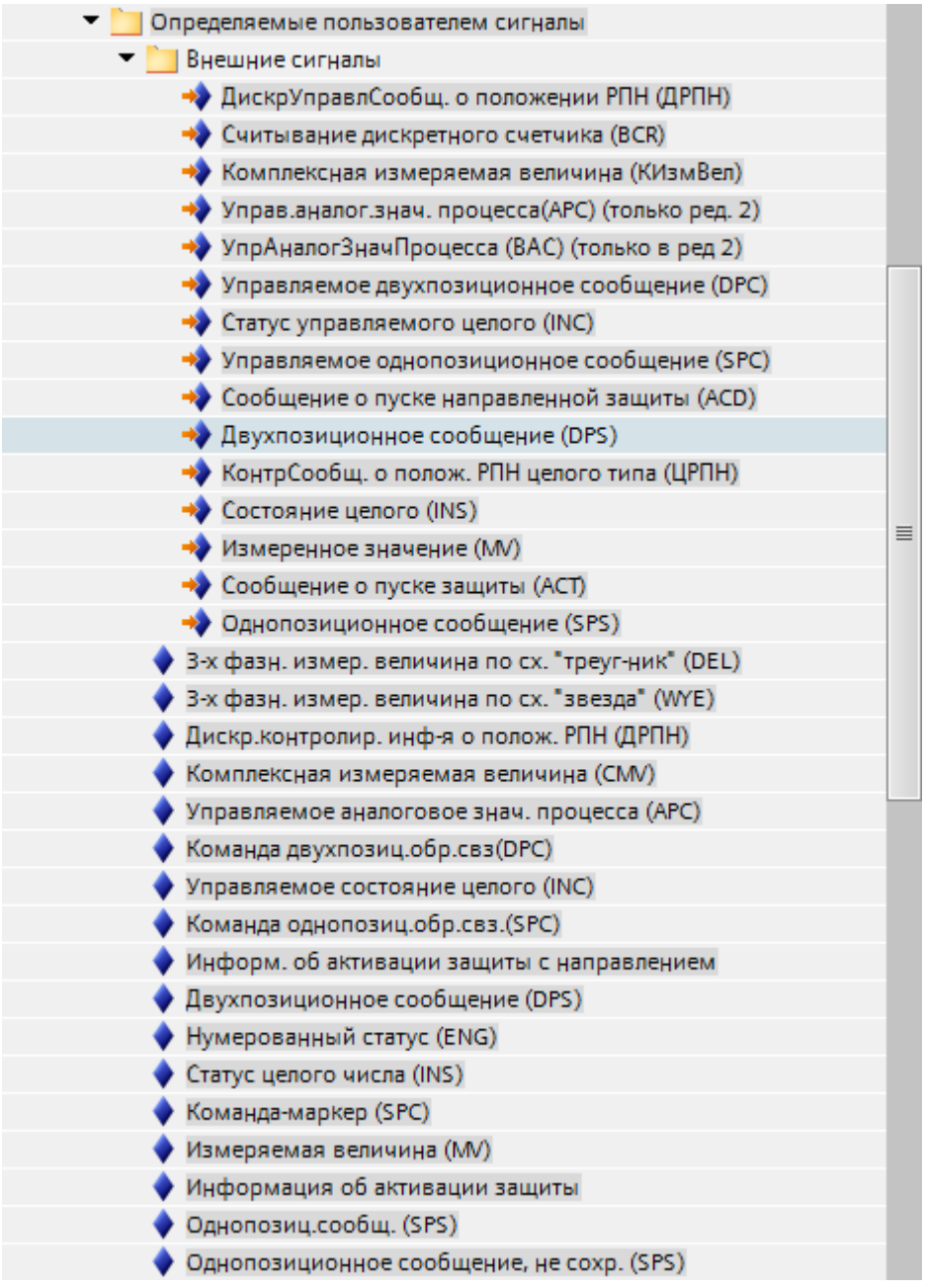


ПРИМЕЧАНИЕ

Элементы **Отпайки трансформатора** находятся в коммутационном элементе **РПН трансформатора**. Когда коммутационный элемент создается в устройстве, положение РПН трансформатора доступно как объект данных типа **BSC** (РПН, управляемый дискретным сигналом, с информацией о положении отпайки).

3.7.5 Внешние сигналы

Пользовательские сигналы разных типов (см. *Рисунок 3-78*) доступны для динамического связывания объектов GOOSE. После создания экземпляра в логическом узле генерируется внешняя ссылка во время экспорта IID и предоставляется системному средству МЭК 61850 (например, Конфигуратор системы) для динамического связывания объектов GOOSE (в соответствии с процедурой Later-Binding, указанной в МЭК 61850-6).



[sc_LB_extsign, 1, ru_RU]

Рисунок 3-78 Внешние сигналы

ПРИМЕЧАНИЕ

См. главу о динамическом связывании объектов GOOSE (GOOSE Later Binding) в онлайн-справке DIGSI. Пользовательские сигналы существуют в виде внешних сигналов и предварительно сконфигурированных входов, которые были активированы через столбец GOOSE.

3.7.6 Списки сообщений

Для функциональных групп, функций и функциональных блоков определены различные уставки и сигналы, которые отображаются в списках уставок и сообщений.

Списки сообщений содержат в себе сигналы. Тип данных сигналов может отличаться. Возможные типы данных: ENS, ACD, ACT, SPS и MV, т.п.

Тип назначается отдельным типам данных. Возможные типы показаны в следующей таблице:

Тип	**Значение**
I	**I**nput – Входной сигнал
O	**O**utput – Выходной сигнал
C	**C**ontrollable – управляющий сигнал

ПРИМЕР:

В качестве примеров в следующей таблице показаны типы некоторых типов данных:

Тип данных	**Тип**
ENS	O
ACD	O
ACT	O
SPS	I или O
SPC	C
MV	O

3.8 Прочие функции

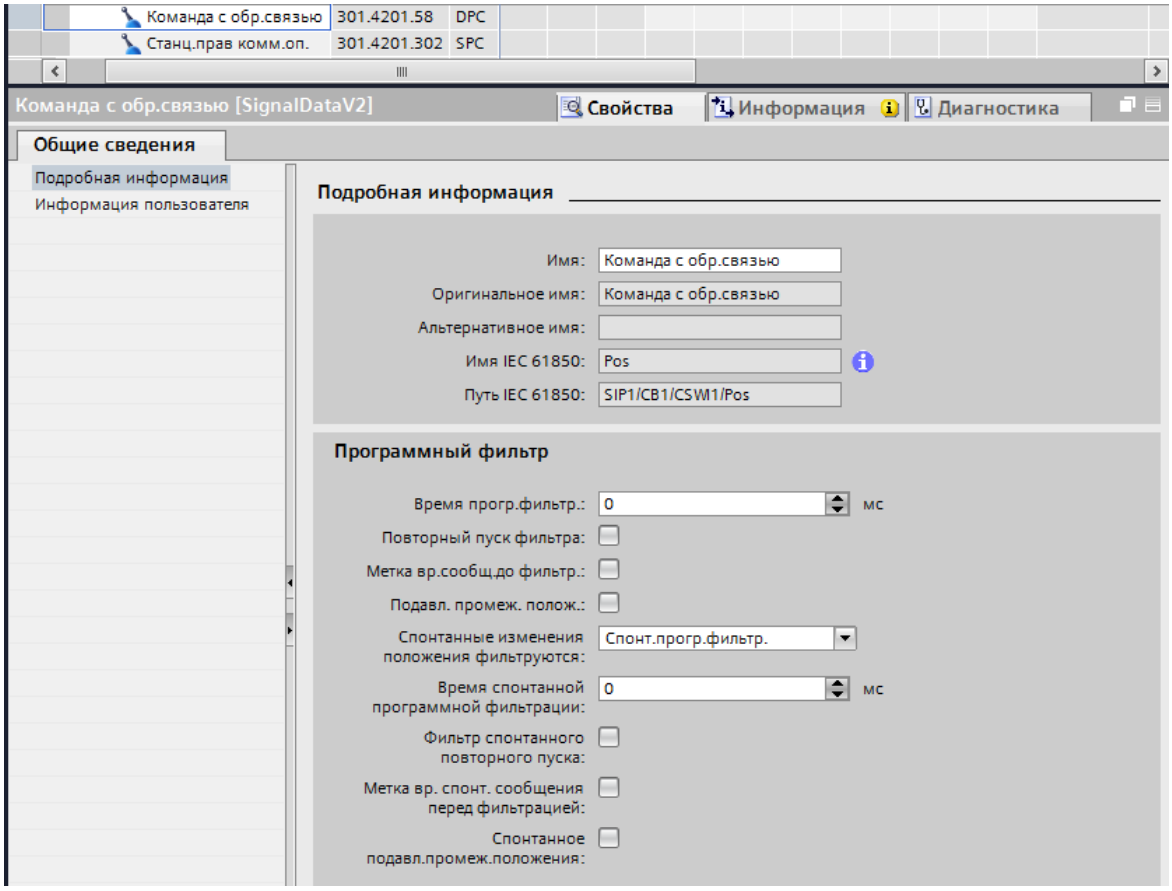
3.8.1 Блокировка при дребезге контактов и фильтрация входных сигналов

Возможна фильтрация входных сигналов для подавления помех на дискретном входе. Блокировка от дребезга может использоваться для предотвращения засорения списка событий постоянно изменяющимися сообщениями. После настраиваемого числа изменений сообщение блокируется на определенный период.

Параметры фильтрации сообщений можно найти в отдельных сигналах. На следующем рисунке показаны уставки на примере регулируемого параметра (положение переключателя автоматического выключателя).

ПРИМЕЧАНИЕ

Для выключателя или разъединителя уставки программного фильтра для спонтанных изменений положения доступны только в функциональном блоке **Управление/Команда с обратной связью**. Эти уставки недоступны в функциональных блоках **Выключатель** или **Разъединитель**, поскольку в этих блоках содержится неотфильтрованная информация о фактическом положении коммутационного аппарата ячейки.



[sclposi-260116, 1, ru_RU]

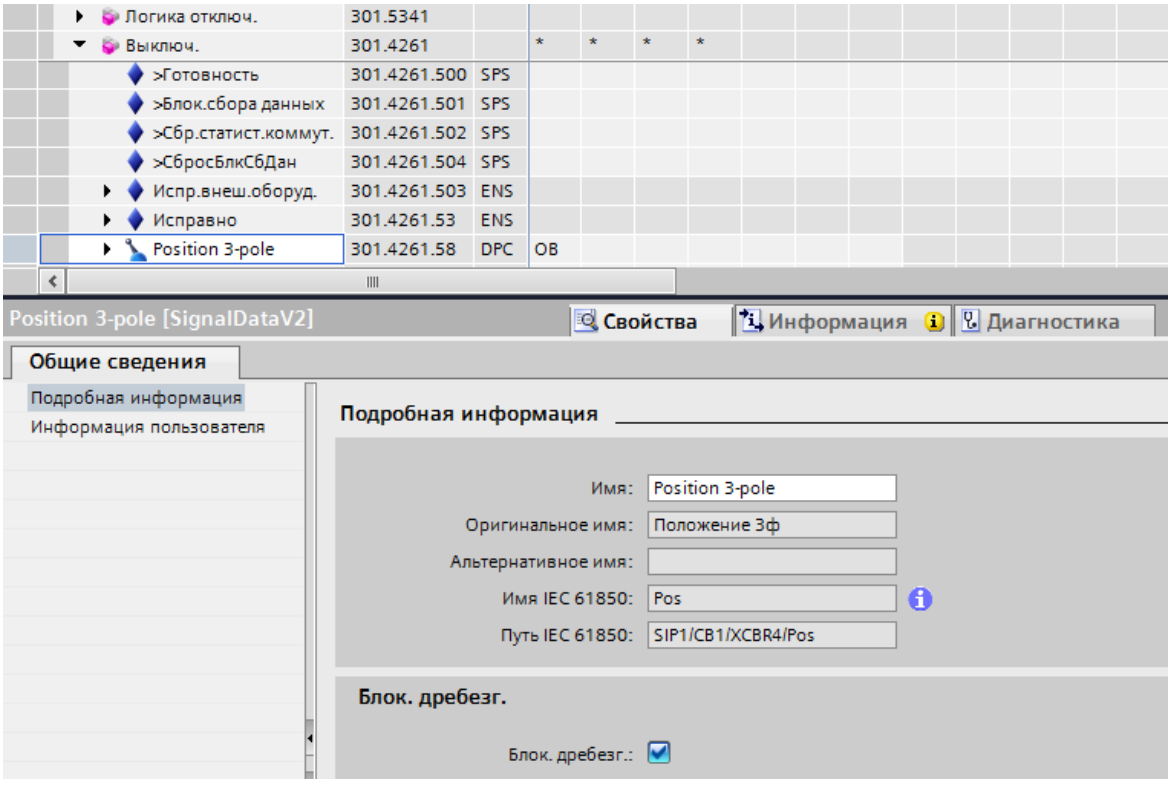
Рисунок 3-79 Уставки для положения автоматического выключателя

Значения параметра **Время программной фильтрации** могут быть заданы в диапазоне от 0 мс до 86400000 мс (1 сутки) с шагом в мс. Флажок **Повторный пуск фильтра** определяет, должен ли программный фильтр перезапускаться путем изменения с 1 на 0 и обратно. При активации флажка **Метка вр.сообщ.до фильтр.** возвращается метка времени, за вычетом заданного времени

программной фильтрации и фиксированного времени аппаратной фильтрации. В этом случае метка времени соответствует фактическому изменению состояния сигнала. Если вы устанавливаете флажок **Подавление промежуточного положения**, то промежуточное положение подавляется на время действия этого программного фильтра.

Параметр **Спонтанные изменения положения фильтруются**, позволяет установить, как следует фильтровать такие изменения положения. Например, спонтанные изменения положения вызваны внешними командами переключения. Если выбрать уставку ***Общий программный фильтр***, то применяются общие уставки для программной фильтрации спонтанных изменений положения и изменений положения, вызванных командой переключения. После этого уставки для спонтанных изменений положения не могут быть отредактированы. Отдельная фильтрация для спонтанных изменений положения активируется с помощью уставки ***Спонтанный программный фильтр*** и вы можете отредактировать эти уставки.

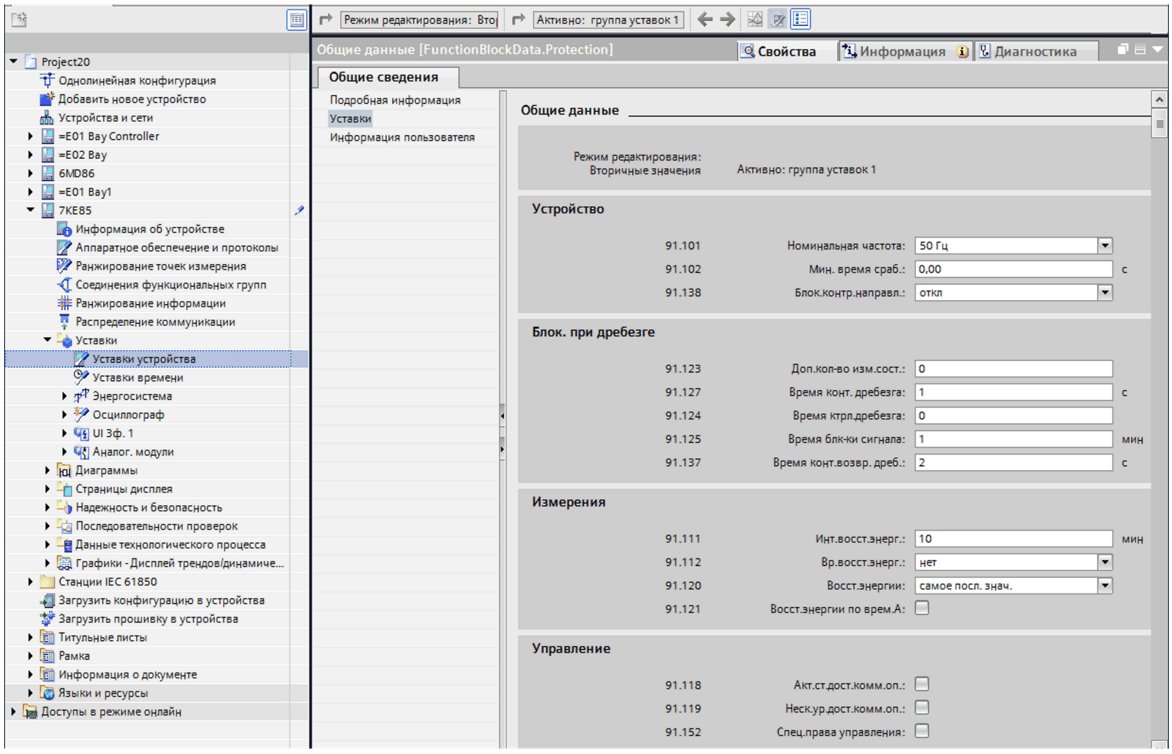
Блокировка при дребезге может быть включена или выключена при задании параметров функционального блока **Выключатель** или **Разъединитель**.



[scflatte-180315, 1, ru_RU]

Рисунок 3-80 Уставки блокировки при дребезге

Настройки функции блокировки при дребезге осуществляется централизованно для всего устройства посредством DIGSI. Доступ к ним можно получить в виде параметров в функциональной группе **Общие данные** (см. следующий рисунок).



[scparafl-291110-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 3-81 Параметры блокировки при дребезге

Ниже приводится описание уставок блокировки при дребезге (см. также *Рисунок 3-82* и *Рисунок 3-83* в примерах, показанных ниже):

- **`Число доп. изменений состояния`**

  Это число указывает, как часто состояние сигнала может переключаться в течение времени тестирования дребезга и времени проверки дребезга. Если это число превышено, сигнал будет блокироваться или будет оставаться блокированным.

  Введите в этом поле значение от 0 до 65535. Если указано значение 0, блокировка при дребезге отключается.

- **`Начальное время тестирования`**

  На протяжении этого времени проверяется количество изменений состояния сигнала. Отсчет этого времени запускается, если блокировка от дребезга сконфигурирована по крайней мере для одного сигнала, и состояние этого сигнала изменяется. Если заданное количество допустимых изменений состояния будет превышено в течение начального времени тестирования, то сигнал временно блокируется, и передается сообщение *Блокировка при дребезге*.

  Введите в это поле число от 1 до 65535. Введенное число соответствует времени в секундах. По истечении установленного времени таймер автоматически сбрасывается (время цикла).

- **`Количество испытаний на дребезг`**

  Это число указывает максимальное количество циклов проверки, которые будут выполняться. Если количество допустимых изменений состояния сигнала остается превышенным в течение начального времени тестирования последнего тестового цикла, сигнал окончательно блокируется. В этом случае после достижения заданного количества выдается дополнительное сообщение *Групповое предупредительное сообщение* (группа **Обработка аварийных сообщений** и группа **Устройство**), помимо сообщения *Блокировка при дребезге*. Перезапуск устройства опять снимает эту блокировку.

  Введите в этом поле значение от 0 до 32767. Кроме того, в поле можно ввести значение Бесконечность (∞).

  Это значение вводится с помощью символов oo.

- **Время ожидания дребезга**

  Если количество допустимых изменений состояния для сигнала превышено в течение начального времени тестирования или последующего времени тестирования, начинается **Время ожидания дребезга**. В течение этого времени этот сигнал временно блокируется, и выдается сообщение *Блокировка при дребезге*. Блокированному входному сигналу назначается показатель достоверности **колебательный**.

  Введите в это поле число от 1 до 65535. Введенное число соответствует времени в минутах. Ввод возможен только в том случае, если число проверок на дребезг не равно 0.

- **Последующее время тестирования**

  В течение этого второго времени тестирования снова проверяется количество изменений состояния сигнала. Отсчет времени начинается, когда истекает время, заданное параметром **Время ожидания дребезга**. Если число изменений состояния находится в допустимых пределах, сигнал разблокируется. В противном случае начинается дополнительное время ожидания, пока не будет достигнуто максимальное количество проверок на дребезг.

  Введите в это поле число от 2 до 65535. Введенное число соответствует времени в секундах. Ввод возможен только в том случае, если число проверок на дребезг не равно 0.

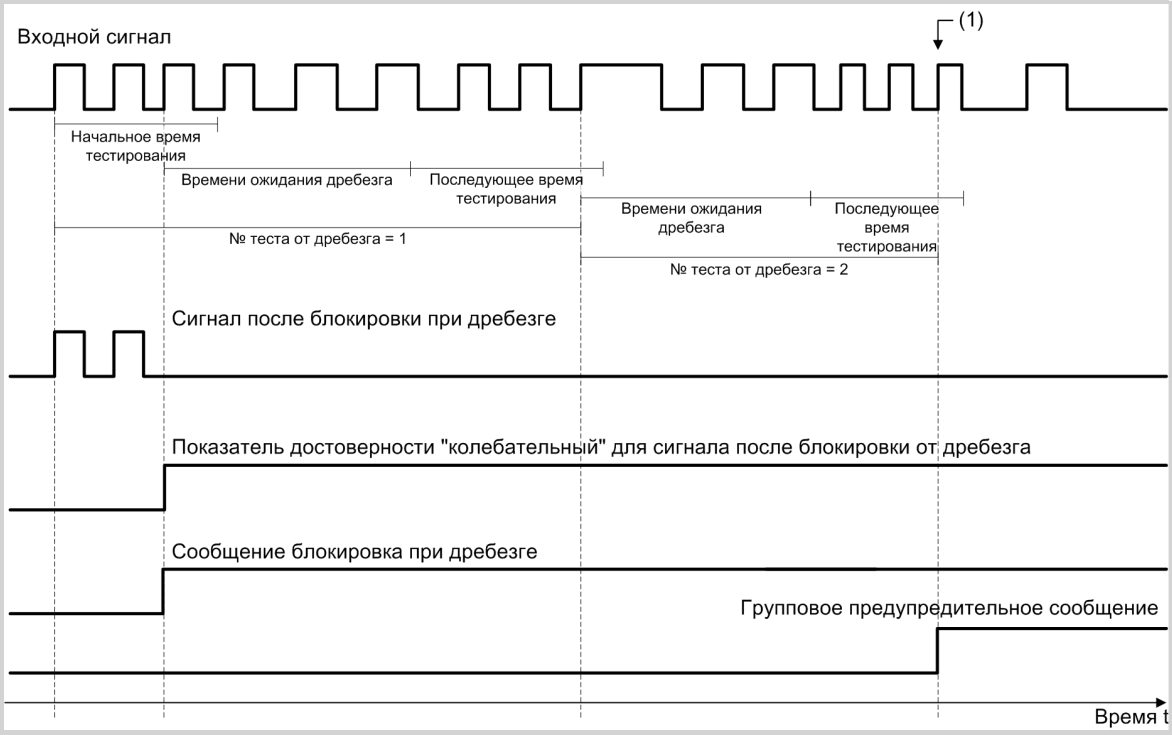
Пример 1: Постоянная блокировка

Параметры блокировки при дребезге устанавливаются следующим образом:

- **Число доп. изменений состояния** = 4
- **Количество испытаний на дребезг** = 2

После более чем четырех изменений состояния в пределах **Начального времени тестирования** входной сигнал устанавливается в исходное состояние путем блокировки дребезга и назначается показатель **колебательный**. Кроме того, в рабочий журнал добавляется соответствующее сообщение. В то же время выдается сообщение *Блокировка при дребезге*. После истечения установленного **Времени ожидания дребезга**, в течение **Последующего времени тестирования** проверяется, продолжает ли дребезжать входной сигнал. Эта проверка повторяется, поскольку в этом примере параметр **Количество испытаний на дребезг** установлено равным 2.

Если во время 2-го **Последующего времени тестирования**, было обнаружено, что количество изменений состояния входного сигнала превышает установленное **Число доп. изменений состояния**, блокировка дребезга обнаруживает постоянное нарушение стабильности сигнала и выдает сообщение *Групповое предупредительное сообщение*. Исходное состояние сигнала постоянно заморожено. Только перезапуск устройства снова удаляет блокировку дребезга.



[dw_chatter-block-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-82 Изменение сигнала во время блокировки дребезга со слишком большим числом изменений состояния сигнала во время второго последующего теста

(1) Начиная с этого момента, входной сигнал постоянно блокируется.

Пример 2: Временная блокировка

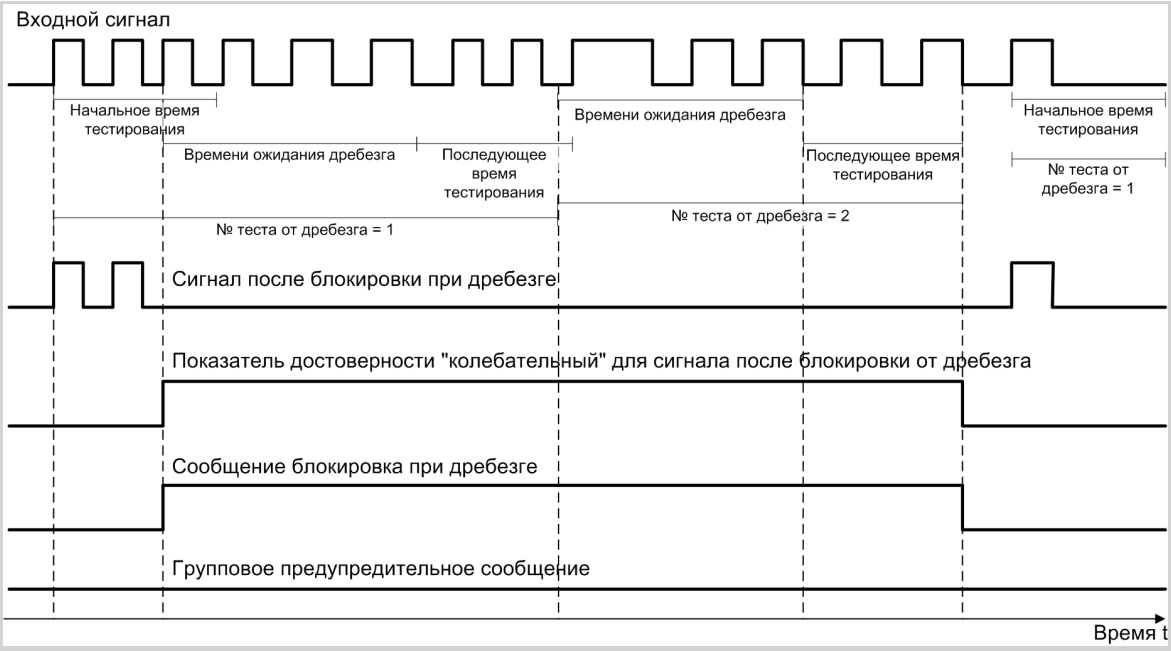
Параметры блокировки при дребезге устанавливаются следующим образом:

- **`Число доп. изменений состояния`** = 4
- **`Количество испытаний на дребезг`** = 2

После более чем четырех изменений состояния в пределах **`Начального времени тестирования`** входной сигнал устанавливается в исходное состояние путем блокировки дребезга и назначается показатель **колебательный**. Кроме того, в рабочий журнал добавляется соответствующее сообщение. В то же время выдается сообщение *Блокировка при дребезге*. После истечения установленного **`Времени ожидания дребезга`**, в течение **`Последующего времени тестирования`** проверяется, продолжает ли дребезжать входной сигнал. Эта проверка повторяется, поскольку в этом примере параметр **`Количество испытаний на дребезг`** установлено равным 2.

Если во время 2-го **`Последующего времени тестирования`**, было обнаружено, что количество изменений состояния входного сигнала находится в пределах установленного **`Числа доп. изменений состояния`**, временная блокировка изменений состояния сигнала удаляется и состояние фактического сигнала сбрасывается.

Показатель достоверности **колебательный** удаляется и сообщение *Блокировка при дребезге* сбрасывается. Поскольку временная блокировка сигнала удалена, *Групповое предупредительное сообщение* не выдается. Испытание на дребезг начинается сначала.



[dw_chatter-block-02, 1, ru_RU]

Рисунок 3-83 Изменение сигнала во время блокировки дребезга с допустимым числом изменений состояния сигнала во время второго последующего теста

3.8.2 Блокировка сбора данных и обновление вручную

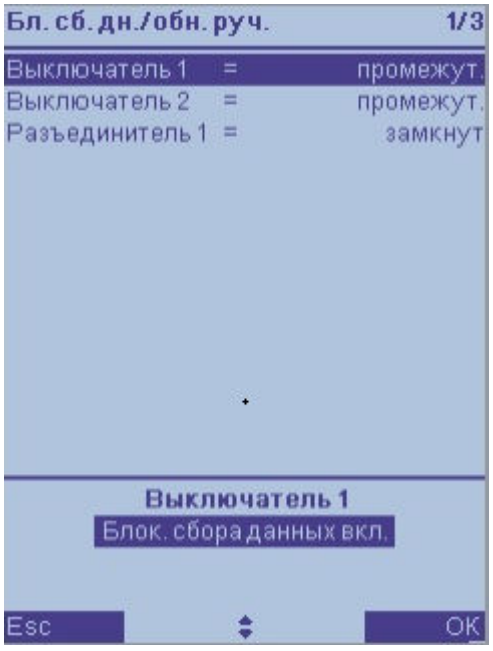
Во время ввода в эксплуатацию, технического обслуживания или тестирования может быть полезным кратковременное подключение логических сигналов и дискретных входов. Эта функция позволяет вручную обновить состояние коммутационного аппарата, не предоставляющего обратной связи должным образом. Перед тем, как это использовать, необходимо включить блокировку сбора данных.

Чтобы установить блокировку сбора данных, выполните следующие действия:

- В **главном меню** на дисплее устройства используйте клавиши навигации, чтобы перейти к пунктам

  Управление→Оборудование→Бл. сб. дн./обн. руч..
- Если доступно несколько коммутационных аппаратов, выберите подходящее устройство (например, выключатель) с помощью клавиш навигации.
- Нажмите программную клавишу **Изменить**.
- Введите код подтверждения (не применимо, если в устройстве используется (RBAC)).
- Подтвердите процесс с помощью программной клавиши **OK** на дисплее.

После ввода ID подтверждения будет включена функция блокировки сбора данных.

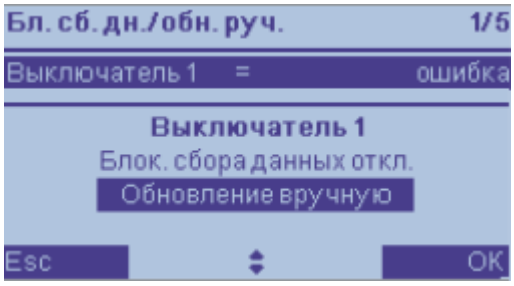


[scerfass-310816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-84 Активизация блокировки сбора данных

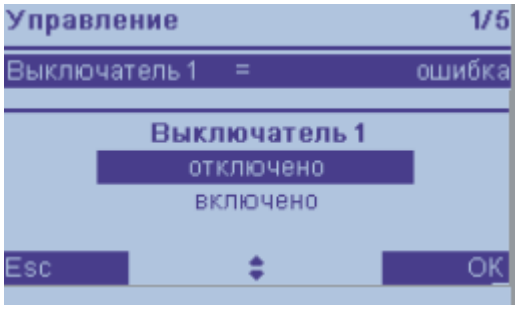
Обновление вручную коммутационного аппарата возможно в том же меню.

- Используя клавиши навигации, выберите **Ручное обновление** (*Рисунок 3-85*).
- С помощью клавиш навигации выберите уставку переключателя для обновления вручную (например, **Выкл**, *Рисунок 3-86*).
- Подтвердите процесс с помощью программной клавиши **OK** на дисплее.



[scstatus-310816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-85 Активация обновления вручную



[scstatu2-310816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-86 Выбор положения

Будет отображено положение коммутационного аппарата, обновленное вручную.



[scstatu3-310816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-87 Положение коммутационного аппарата

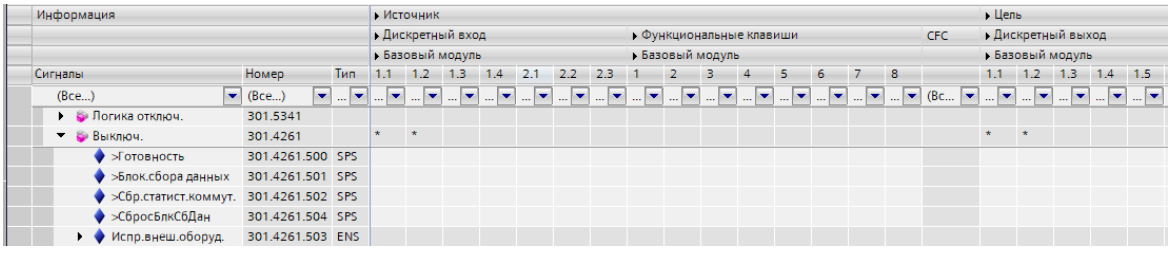
ПРИМЕЧАНИЕ

По соображениям безопасности, обновление вручную возможно только непосредственно через панель на месте эксплуатации устройства, а не через DIGSI 5.

ПРИМЕЧАНИЕ

Настройка блокировки сбора данных и последующее обновление вручную возможны также через системный интерфейс МЭК 61850.

Вы также можете установить блокировку сбора данных с помощью дискретного входа. Если вы хотите перевести присоединение или коммутационный аппарат в режим изменения, можно установить блокировку сбора данных для отдельного или нескольких коммутационных аппаратов с помощью внешнего тумблера. Для этой цели каждый переключатель в функциональном блоке **Коммутационный аппарат** (выключатель или разъединитель) имеет входной сигнал **>Блок.сбора данных**. Этот сигнал можно также задать из CFC.



[scbeerfa-190215, 1, ru_RU]

Рисунок 3-88 Входные сигналы *>Блокировка сбора данных* и *>Сброс блокировки сбора данных и ручное обновление* коммутационного устройства

ПРИМЕЧАНИЕ

Блокировки выполняются при изменениях состояния коммутационного аппарата. Снова удалите вручную блокировку сбора данных. В противном случае изменения положения коммутационного аппарата не обнаруживаются и блокировки являются неэффективными.

Если блокировка сбора данных и положение, обновляемое вручную, устанавливаются с помощью панели управления устройства или системного интерфейса МЭК 61850, эти функции удерживаются, пока блокировка сбора данных не будет отключена вручную. При первоначальном запуске устройства блокировка сбора данных отключена.

За исключением случая перезагрузки блокировка сбора данных и обновляемое вручную положение удерживаются.

Если блокировка сбора данных активизируется через входной сигнал **>Блок.сбора данных**, она удерживается до тех пор, пока активен дискретный вход.

Для установки блокировки сбора данных в коммутационном аппарата возможны следующие источники управляющей команды:

- Панель управления устройства;
- Системный интерфейс МЭК 61850;
- Входной сигнал: **>Блок.сбора данных**

Все источники управляющей команды связываются по логике ИЛИ, т. е. блокировка сбора данных остается установленной до тех пор, пока не будут отключены все источники.

После отключения блокировки сбора данных фактическое положение коммутационного аппарата принимается и отображается на панели управления устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

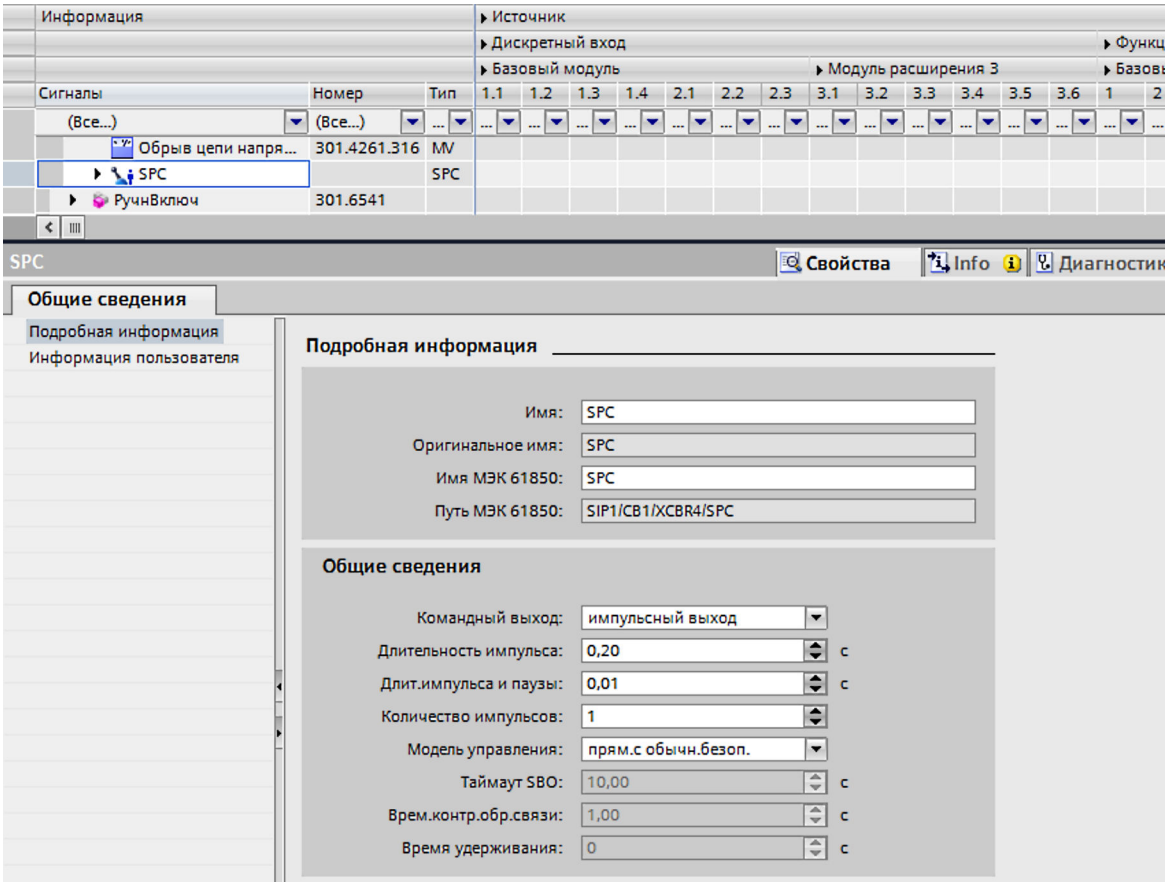
Если блокировка сбора данных активизируется или коммутационный аппарат обновляется вручную в то время, как все устройство или коммутационный аппарат находится в тестовом режиме, эти состояния не сохраняются. После перезагрузки блокировка сбора данных и обновление вручную не сохраняются.

Сброс блокировки сбора данных и ручного обновления для выключателя, разъединителя и переключателя отпаек выполняется с помощью дискретного входа **>СбросБлкСбДан**. При активированном входе уставка блокировки сбора данных и ручного обновления блокируется.

3.8.3 Длительные команды

В дополнение к командам на переключение, которые выдаются в виде импульсов и хранятся для стандартных коммутационных устройств (выключатель, разъединитель), возможны также длительные команды. В этом случае необходимо различать органы управления с режимом работы **Длительный выход** и сохранённый выход сигнала, устойчивый к сбросу.

Можно изменить режим работы средства управления с импульсного на постоянный с помощью параметра **Командный выход**.



[scbefehl-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3-89 Установка типа команды в DIGSI 5

Выберите ***Импульсный выход*** или ***Длительный выход*** в качестве типа командного выхода. В случае, если выбрана длительная команда, параметр Импульсный выход не используется.

3.8.4 Вывод устройства

3.8.4.1 Обзор

В случае функций с несколькими ячейками устройство использует информацию от одного или нескольких других устройств. Для некоторых вариантов применения может потребоваться временный вывод устройства со всеми активными функциями из работы или даже его отключение. К таким вариантам применения относятся, например:

- Техническое обслуживание
- Обновления системы
- Тестирование функций локальной защиты

Функция *Устр.отключ.от сист.* информирует приемные устройства о неизбежном отключении передающих устройств. Для этого последняя действительная принятая информация сохраняется в приемных устройствах и используется для функций с несколькими ячейками.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если необходимо временно вывести устройство из работы, вы должны отключить его от системы. Функции защиты, распределенные на несколько устройств, будут нормально работать с остальными устройствами, только в том случае, если вы отключили устройство.

Вы можете отключить устройство от системы следующим образом:

- Через панель управления на объекте
- Через интерфейс связи, используя элемент управления *Устр.отключ.от сист.* (_:319)
- Через дискретные входы, общий: *>Отк.устр.сети акт.* (_:507) или *>Отк.устр.сети неакт.* (_:508)

Вы можете найти элемент управления и дискретные входы в дереве проектов DIGSI 5 под **Имя устройства→Ранжирование информации** в рабочей области в блоке **Общие данные**.

Во время выхода из работы устройство проверяет, выполнены ли все условия для выхода из системы. Если условия не были выполнены, то выход из системы будет отклонен.

Выход из системы будет отклонен при следующих условиях:

- Устройства обмениваются данными через интерфейс защиты, а выключение устройства приводит к прерыванию связи интерфейса защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Опция, используемая для вывода из работы устройства, сохраняется в рабочем журнале.

Даже если вы выключите устройство после выхода из системы, состояние *Устр.отключ. от сист.* (_:315) будет сохранено.

Если вы хотите восстановить начальное состояние после отключения от системы, необходимо снова войти в систему. Чтобы ввести устройство в работу, необходимо использовать ту же опцию, которая использовалась для выхода из системы. Например, если отключили устройство от системы через дискретные входы, вы должны снова войти в систему через дискретные входы. Аналогичные действия выполняются, если отключили устройство от системы через DIGSI, или через панель управления на объекте.

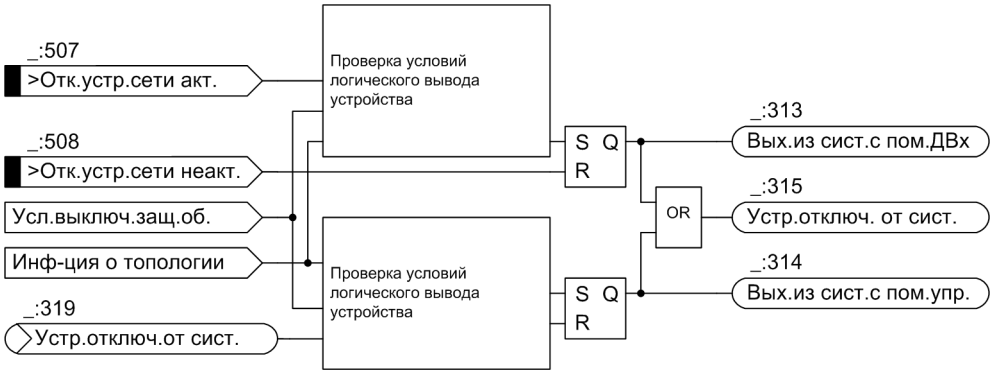
3.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметры отключения устройства от системы

Вы можете отключить устройство от системы следующим образом:

- Через панель управления на объекте
- Через связь с элементом управления *Устр.отключ.от сист.* (_:319)
- Через дискретные входы, общий: *>Отк.устр.сети акт.* (_:507) или *>Отк.устр.сети неакт.* (_:508)

Условия выхода из устройства



[lo functional logoff device, 1, ru_RU]

Рисунок 3-90 Логика логического выхода устройства из системы

Условия для успешного логического вывода устройства из системы обусловлены условиями для каждой активированной функции защиты.

Функциональный выход из системы устройств, имеющих коммуникационные интерфейсы по протоколу МЭК 61850-8-1 (GOOSE)

Если устройства обмениваются данными по протоколу МЭК 61850-8-1 (GOOSE), например, в случае оперативной блокировки подстанции, можно установить в приемном устройстве для каждой принятой точки данных значение этой точки данных, когда передающее устройство выходит из системы. Это значение сохраняется в приемном устройстве до тех пор, пока выход не будет отменен передающим устройством, даже если передатчик и/или приемник будут отключены в указанное время.

Функциональный выход из системы устройств, имеющих защитные интерфейсы

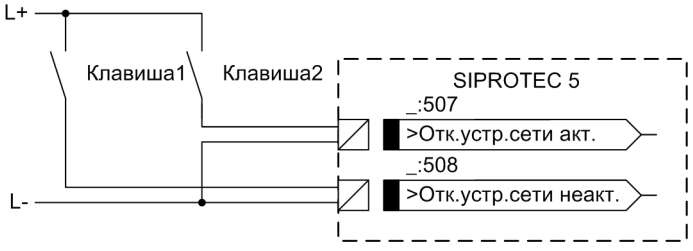
Если устройства взаимодействуют через интерфейс защиты, вы можете выйти из устройства только при соблюдении следующих условий:

- Выход из системы и выключение устройства не должно приводить к прерыванию работы канала защитного интерфейса.
- При последовательной топологии устройство должно располагаться на одном конце цепи связи, так как в противном случае, при выходе устройства из системы и его отключении, прерывается связь защиты.

  По этой причине нельзя отключать устройства, которые не находятся на одном из концов последовательной топологии.

Выход через дискретные входы

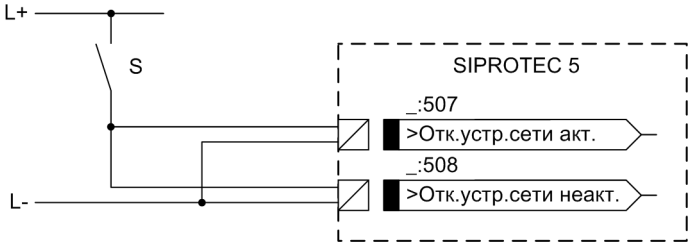
Следующие диаграммы показывают возможные варианты управления дискретными входами. Если вы хотите использовать кнопки, включите их, как показано на следующем рисунке. Используйте кнопку **Клавиша2**, чтобы выйти из устройства; используйте кнопку **Клавиша1**, чтобы снова подключить устройство.



[loextta logoff device, 1, ru_RU]

Рисунок 3-91 Внешнее подключение кнопки для выхода из устройства

Если для управления используется ключ, настройте дискретный вход *>Откл.устр.сети акт.* на уровень ***В (активный с подачей напряжения)*** и дискретный вход *>Откл.устр.сети неакт.* на уровень ***Н (активный без подачи напряжения)***. Если ключ **S** замкнут, устройство отключается.



[loextsx logoff device, 1, ru_RU]

Рисунок 3-92 Внешнее подключение ключа для отключения устройства

Сообщения

Отключенное устройство сообщает о статусе (*(_:315) Устр.отключ. от сист.*) и причине выхода из системы.

Если устройство выведено из системы через дискретные входы, будет выдано сообщение *(_:313) Вых.из сист.с пом.ДВх*.

Если устройство выведено из системы через рабочую панель на объекте, через DIGSI 5 или через интерфейс защиты, будет выдано сообщение *(_:314) Вых.из сист.с пом.упр.*.

Сообщения сохраняются в рабочем журнале.

3.8.4.3 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:507	Общие данные:>Отк.устр.сети акт.	SPS	I
_:508	Общие данные:>Отк.устр.сети неакт.	SPS	I
_:319	Общие данные:Устр.отключ.от сист.	SPC	C
_:313	Общие данные:Вых.из сист.с пом.ДВх	SPS	O
_:314	Общие данные:Вых.из сист.с пом.упр.	SPS	O
_:315	Общие данные:Устр.отключ. от сист.	SPS	O

3.9 Общие указания по заданию порогового значения защитных функций

3.9.1 Обзор

Пороговые значения функций защиты можно задать непосредственно с устройства или с помощью DIGSI 5.

Для определения параметров защиты была реализована инновационная модель.

Вы можете переключать режим редактирования между следующими уставками:

- Первичные
- Вторичные величины
- Проценты

Если изменить вид отображения уставок, DIGSI 5 рассчитывает параметры двух неактивных видов в фоновом режиме. Если вы хотите сохранить, например, перевод во вторичные значения, переключитесь на первичные величины. Настройте все параметры и переключитесь в режим отображения вторичных величин.

Режим редактирования: Первичные

Параметры задаются как первичные значения и, таким образом, непосредственно соответствуют первичной системе. Ручное преобразование во вторичные значения не требуется.

Режим редактирования: Вторичные величины

Параметры соответствуют вторичной стороне трансформатора. Это означает, что параметры должны быть преобразованы. Уставки во вторичных значениях представляют собой обычный вид параметров. При испытаниях вторичными величинами значения пуска можно считывать напрямую.

Режим редактирования: Проценты

Данный тип настройки предпочтителен для электрических машин (генераторов, трансформаторов, двигателей и сборных шин). Значения параметров могут быть стандартизованы независимо от размера машины. Справочные значения для уставок в процентах представляют с собой номинальные значения для функциональных групп, например, номинальное напряжение и номинальный ток или номинальная полная мощность . Таким образом, значения параметров связаны исключительно с первичными уставками. Если используются другие опорные значения, тогда это указывается дополнительно для соответствующей функции защиты в указаниях по применению и вводу уставок.

Если выбираются параметры, может оказаться, что они устанавливаются только в процентах во всех трех видах отображения уставок.

Рекомендации по последовательности ввода уставок

При конфигурации функций защиты Siemens рекомендует следующую процедуру:

- Сначала задайте коэффициенты трансформации трансформаторов. Их можно найти в разделе **Данные энергосистемы**.
- Кроме того, установите опорные параметры для настройки процентов. Эти параметры находятся в функциональной группе , например функциональной группе **Линия** под данными линии .
- После этого задайте параметры функций защиты.

  Если данные трансформатора изменились после завершения задания параметров защиты, останьтесь на листе параметров (например, первичные уставки) и измените данные трансформатора. В фоновом режиме DIGSI 5 получит новые параметры в неактивном виде (например, новые вторичные значения).

В приведенных ниже разделах объясняется на примерах, как изменить коэффициенты трансформатора в DIGSI 5 с помощью соответствующих вариантов.

3.9.2 Изменение коэффициентов трансформации в DIGSI 5

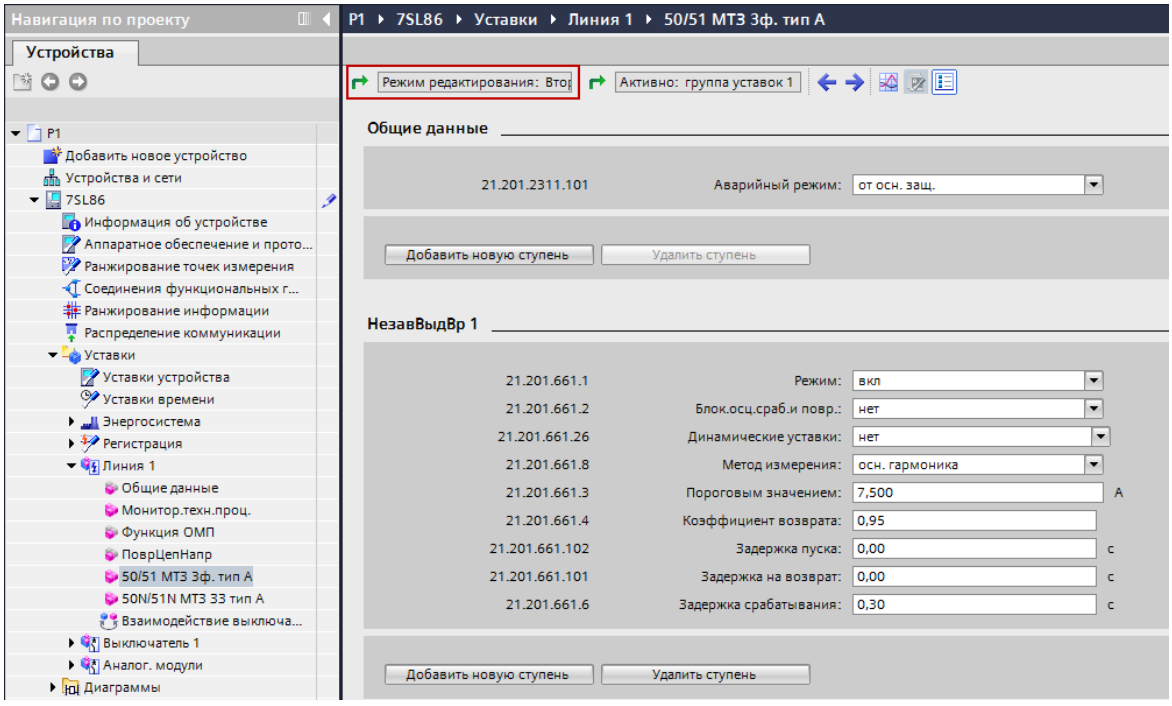
По умолчанию DIGSI 5 работает в режиме редактирования **Вторичные**.

В следующем примере показано, как можно изменить коэффициент трансформации в DIGSI 5, и какое влияние это оказывает на уставки в видах **Первичные** и **Вторичные**. Уставки защиты рассматриваются на примере функции **Максимальная токовая защита**.

Предполагаются следующие данные:

Трансформатор тока:	1000 A/1 A
Значение пуска защиты:	1,5 A

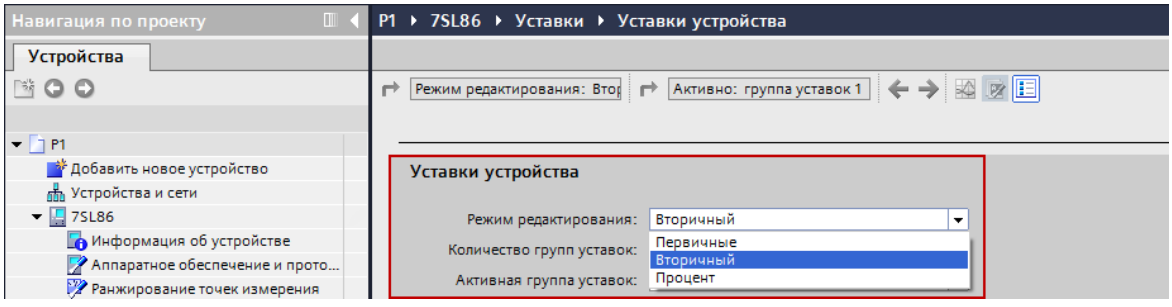
На приведенном ниже рисунке показана уставка защиты функции **Максимальная токовая защита (МТЗ)** во вторичных величинах. Пороговое значение установлено равным 1,5 A.



[scmodsek_1, 1, ru_RU]

Рисунок 3-93 Уставки защиты, отображение активного листа уставок

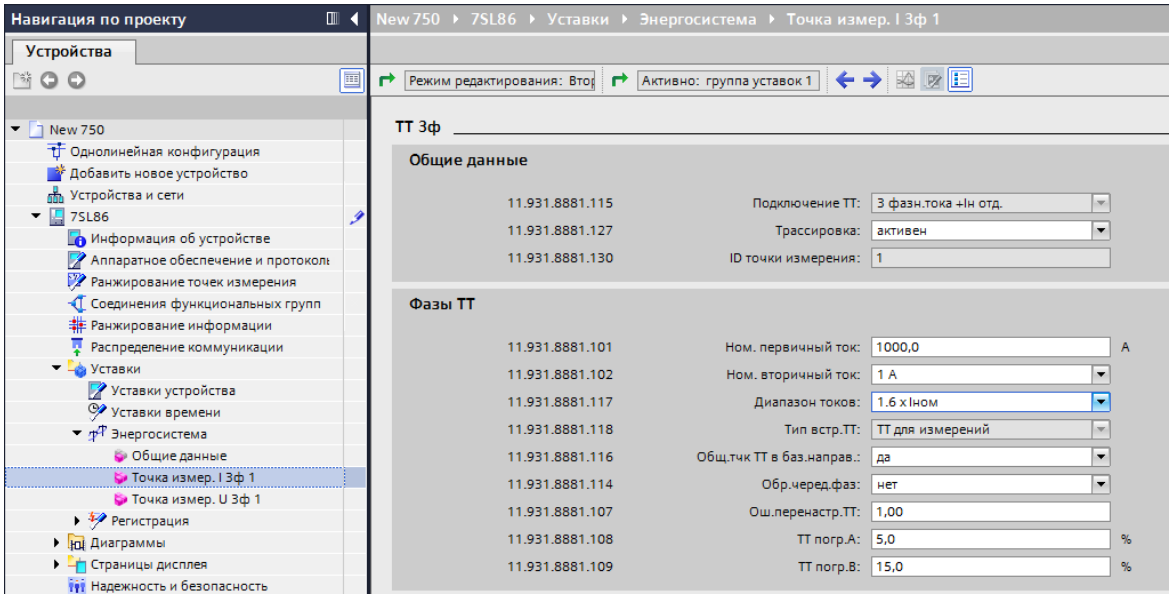
Если щелкнуть зеленую стрелку в верхнем левом углу листа уставок, откроется окно переключения представлений уставок (см. следующий рисунок). Выберите предпочитаемый вид параметров.



[scmodums_2, 1, ru_RU]

Рисунок 3-94 Переключение в требуемое представление уставок

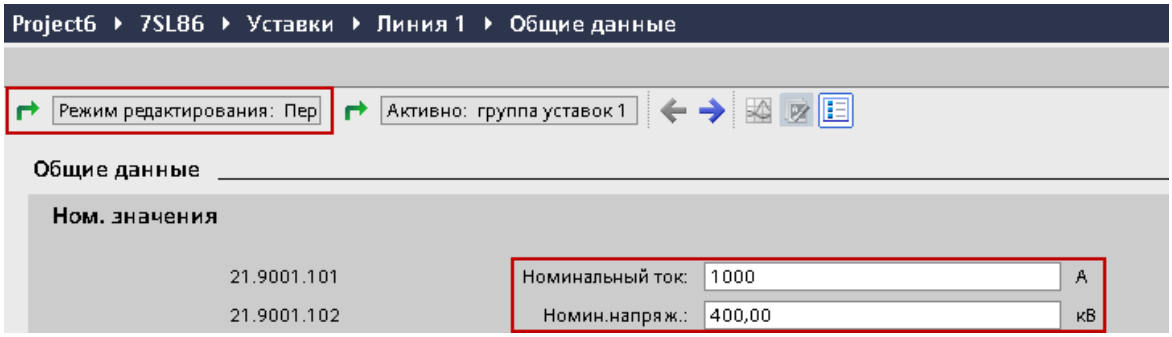
На приведенных ниже рисунках показана последовательность задания уставок в режиме редактирования **Первичные**. Задайте параметры трансформатора тока. В этом примере трансформатор имеет коэффициент трансформации 1000 А/1 А.



[scpwandl_3, 1, ru_RU]

Рисунок 3-95 Лист уставок: Данные трансформатора

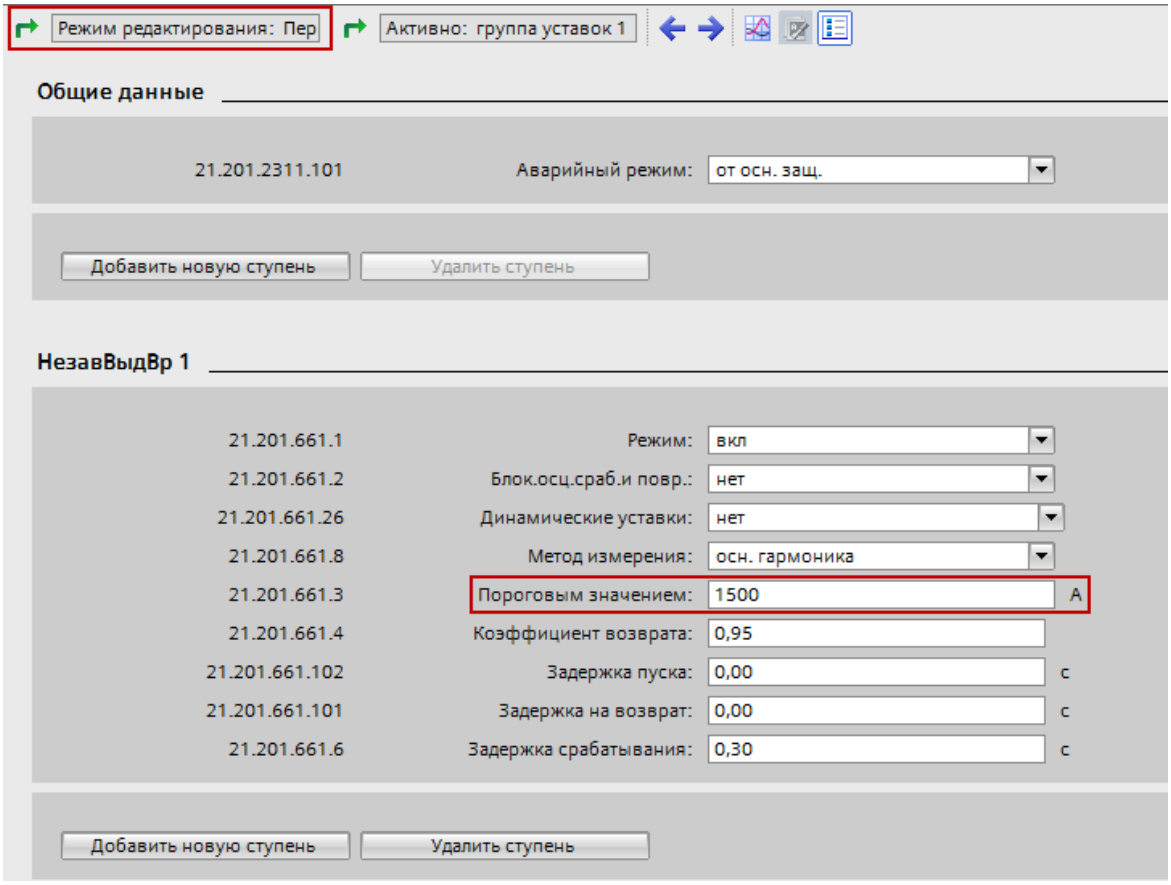
В функциональной группе **Линия** вы устанавливаете данные линии (см. следующий рисунок). Номинальный ток при номинальном напряжении являются базисными значениями для уставок в процентах.



[scproref_4, 1, ru_RU]

Рисунок 3-96 Опорные данные для параметров в процентах

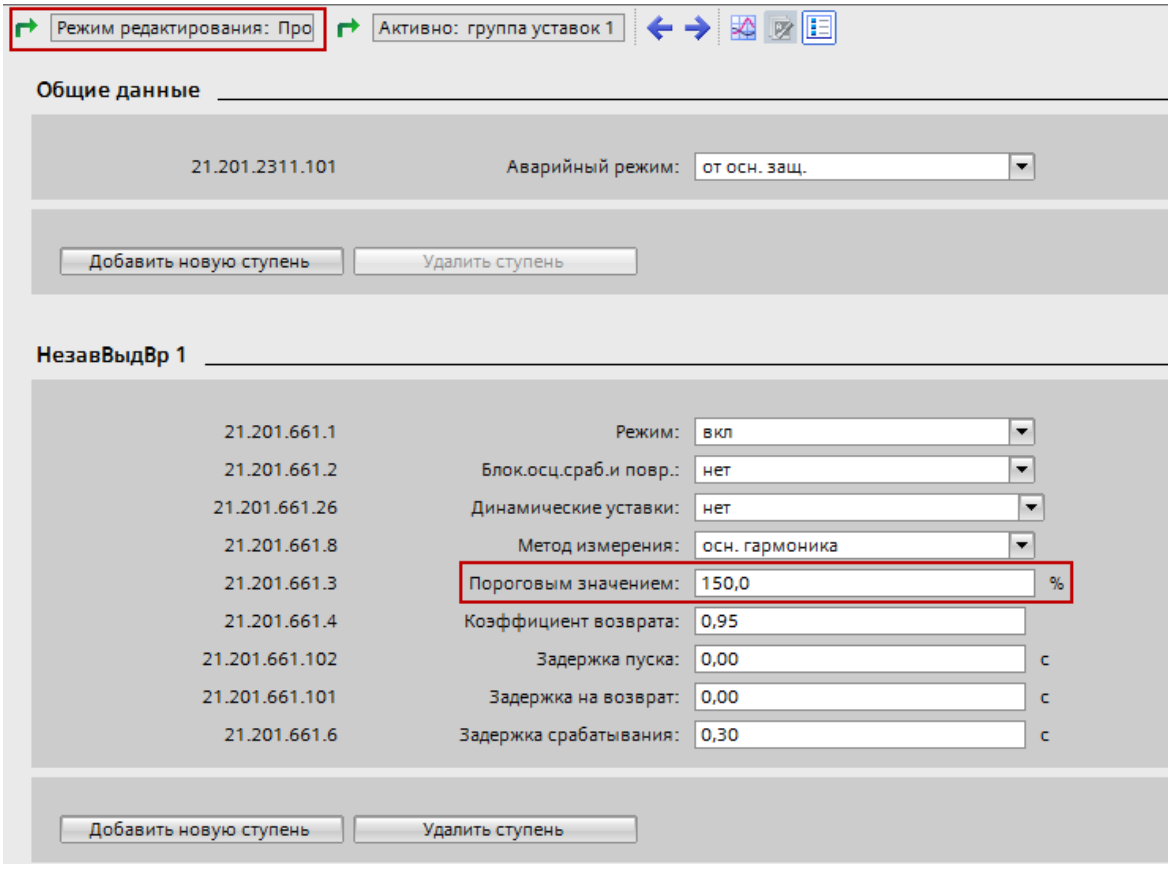
На следующем рисунке показано пороговое значение ступени функции **Максимальная токовая защита (МТЗ)** в первичных величинах, равное 1500 А.



[scumzpri_5, 1, ru_RU]

Рисунок 3-97 Пример порогового значения МТЗ с независимой выдержкой времени (режим редактирования: Первичные)

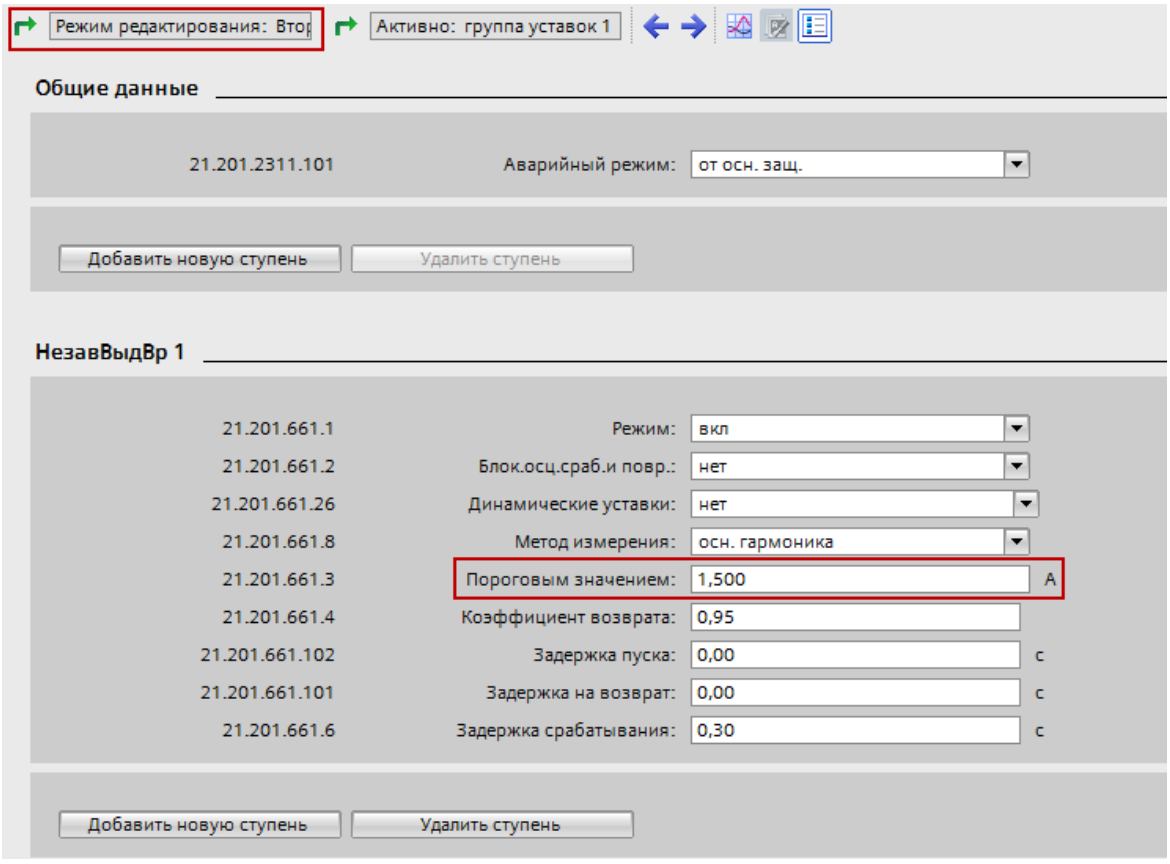
При переходе на отображение в процентах, результат должен принять следующее значение:
1500 A/1000 A · 100 % = 150 %



[scumzpro_6, 1, ru_RU]

Рисунок 3-98 Пример порогового значения МТЗ с независимой выдержкой времени (режим редактирования: Проценты)

При переходе ко вторичным величинам результат должен иметь следующее значение:
1500 A/(1000 A/1 A) = 1,5 A

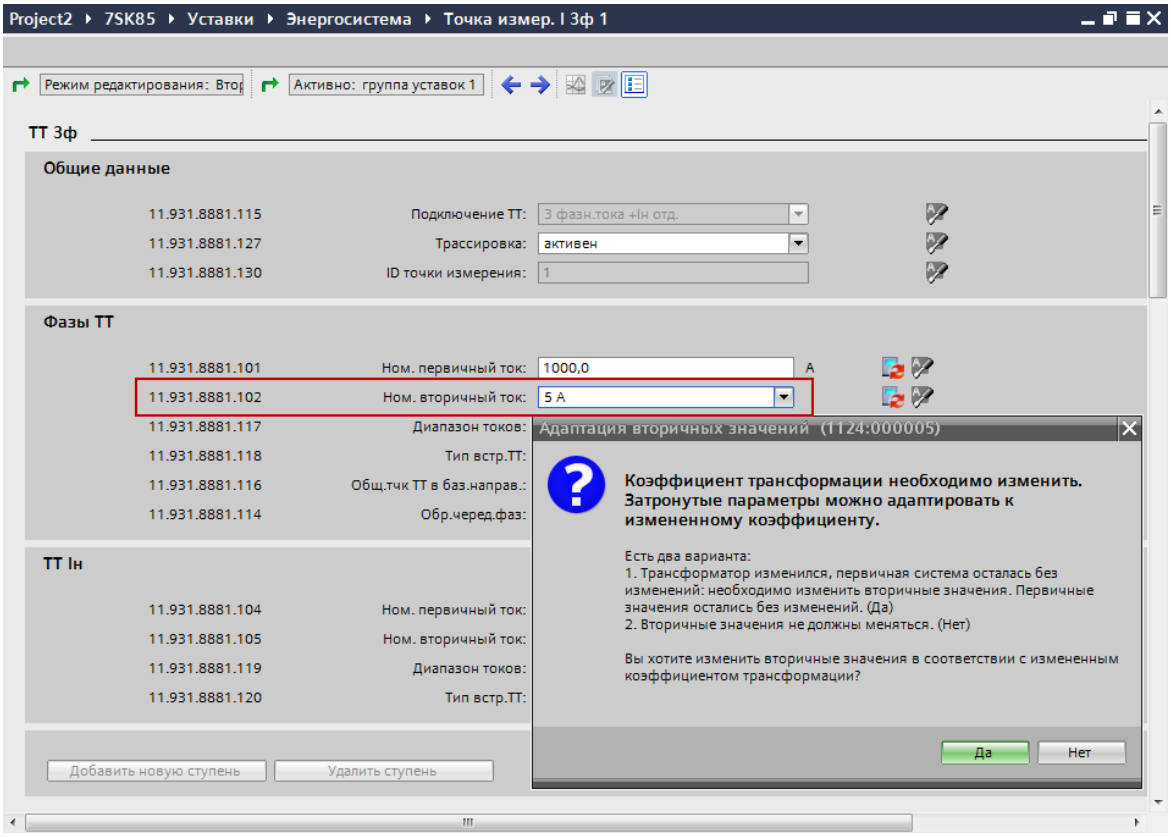


[scumzsek_7, 1, ru_RU]

Рисунок 3-99 Пример порогового значения МТЗ с независимой выдержкой времени (режим редактирования: Вторичные)

Если вы хотите работать только во вторичных величинах, DIGSI 5 поможет вам, если во время этапа проектирования изменится коэффициент ТТ.

Например, коэффициент трансформации ТТ меняется с 1000 A/**1 A** на 1000 A/**5 A**. Измените вторичный номинальный ток трансформатора тока на листе уставок с 1 A на 5 A (режим редактирования: Вторичный) При изменении параметров трансформатора тока появится окно (см. следующий рисунок), которое запросит необходимые действия.

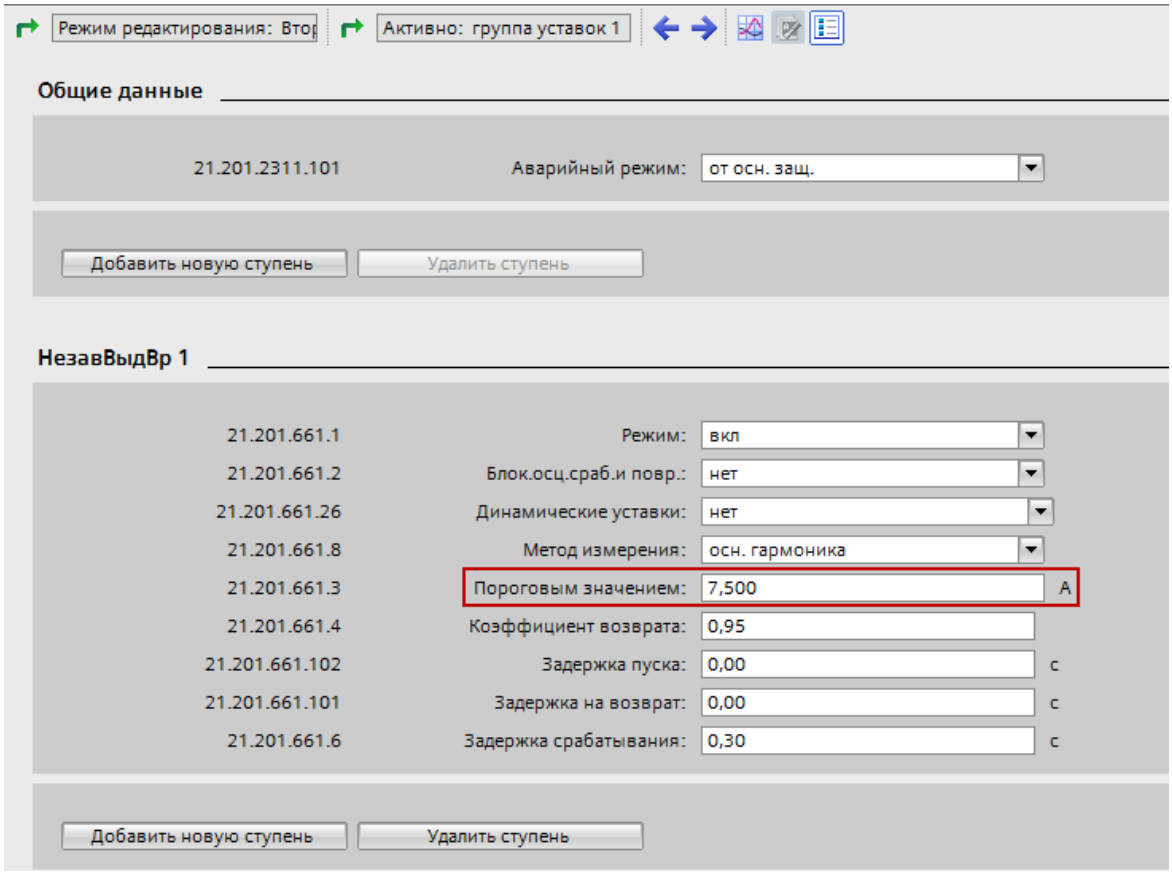


[scfragew_8, 1, ru_RU]

Рисунок 3-100 Запрос после изменения данных параметров трансформатора тока (вид параметров: Вторичные)

Если на вопрос дается ответ **Да**, тогда система DIGSI 5 пересчитывает значения пуска (пороговые значения) в активных вторичных величинах. Для нового вторичного тока в 5 A, новое значение вторичной уставки будет 7,5 A (1,5 A * 5 = 7,5 A). Первичные значения и значения в процентах остаются без изменений.

На следующем рисунке показаны вновь рассчитанные уставки во вторичных величинах.



[scsekneu_9, 1, ru_RU]

Рисунок 3-101 Автоматически рассчитанные вторичные значения после изменений в параметрах трансформатора тока

Если вы уже выставили уставки защиты во вторичных величинах, включив новый коэффициент трансформации в расчет, то необходимо ответить на вопрос **Нет**. В этом случае уставки защиты во вторичных величинах остаются без изменений. DIGSI 5 пересчитывает уставки (пороговые значения) в первичных величинах. В этом примере уставка в первичных величинах равна 300 A (1,5 A * 1000 A/5 A = 300 A).

В примере коэффициент трансформации трансформатора тока изменяется с 1000 A / 1 A на 1000 A / 5 A. В следующей таблице приведены значения пуска, которые пересчитываются системой DIGSI 5 в представлении уставок. Новые значения (выделены жирным шрифтом) зависят от ответа на вопрос (см. *Рисунок 3-100*).

	Ответ на вопрос	
	Да	**Нет**
Уставка во вторичных величинах (активный вид параметров)	**7,5** A	1,5 A
Уставка в первичных величинах (фоновый вид параметров)	1500 A	**300** A

3.9.3 Изменение коэффициента трансформации трансформатора в устройстве

По умолчанию параметрирование и выставление уставок в SIPROTEC производится во вторичных величинах. Так как значения записываются в устройство именно во вторичных величинах.

Если данные трансформатора изменяются непосредственно в устройстве, запрос не выводится, как в DIGSI 5 (см. *Рисунок 3-100*). Вместо этого устройство предполагает, что все уставки вводятся во вторичных величинах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает с протоколом МЭК 61850, установленное значение параметра можно изменить только через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. Если данные трансформатора изменяют непосредственно на самом устройстве, конфигурация МЭК 61850 измеряемых и учитываемых значений может оказаться неверной.

3.10 Уставки устройства

3.10.1 Переключение групп уставок

3.10.1.1 Обзор функций

Для различных применений вы можете сохранить настройки соответствующих функций в так называемых **Группах уставок**, и, если необходимо, переключать их быстро.

В устройстве вы можете сохранить до 8 различных групп уставок. В ходе этого процесса только одна группа уставок активна в данное время. Во время работы вы можете переключаться между этими группами. Источник переключения можно выбрать с помощью параметра.

Вы можете переключать группы уставок с помощью следующих вариантов:

- Через панель оператора непосредственно на устройстве
- Через онлайн-подключение DIGSI к устройству
- Через дискретные входы
- Через соединение для обмена данными с системой автоматизации подстанции.

  Для переключения групп уставок могут быть использованы протоколы связи МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, DNP или Modbus TCP.

Группа уставок включает все переключаемые настройки устройства. За исключением нескольких исключений (например, общие настройки устройства, такие как номинальная частота), все настройки устройства могут быть переключены.

Подробную информацию о группах уставок можно найти в Руководстве по эксплуатации и онлайн-справке DIGSI 5.

3.10.1.2 Структура функции

Структура Функции **переключения между группами уставок** – это функция контроля устройства. Соответственно, настройки и указания на переключение группы уставок можно найти в DIGSI 5 и на панели оператора устройства, под общими настройкам устройства.

Если вы хотите переключить группу уставок, перейдите в DIGSI 5 или на панель оператора устройства, а именно:

- Через структуру проекта в DIGSI 5:

  Проект -> Устройство -> Уставки -> Уставки устройства
- Через панель оператора на устройстве:

  Главное меню → Уставки → Общие → Переключение группы

Указания для переключения группы уставок можно найти в структуре проекта DIGSI 5, под:

Проект → Устройство → Ранжирование информации → Общие

3.10.1.3 Описание функции

Активация

Если вы хотите использовать функцию **переключения между группами уставок**, необходимо сначала задать по крайней мере 2 группы уставок в DIGSI 5 (параметр **Количество групп уставок** > 1). Вы можете настроить максимум 8 групп уставок. Группы уставок, заданные в DIGSI 5, затем загружаются в устройство.

Механизм переключения

При переходе от одной группы уставок к другой, работа устройства не прерывается. С помощью параметра **Активная группа параметров**, вы либо указываете определенную группу настроек, либо разрешаете переключение ***через*** протокол (МЭК 60870-5-103, МЭК 61850) или ***через дискретный вход***.

Переключение с помощью управления

Используя для переключения функцию ***Управление***, можно переключать группы уставок через соединение для обмена данными от системы автоматизации подстанции или через схему логического элемента.

Для переключения группы уставок через соединение для обмена данными могут быть использованы протоколы связи МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, DNP или Modbus TCP.

Для того, чтобы использовать для переключения схему логического элемента, необходимо создать в DIGSI 5 новую схему логического элемента. Создайте схему логического элемента в дереве проекта DIGSI 5 в пункте **Имя устройства → Схемы → Добавить новую схему**. Соедините сигналы, которые будут управлять переключением групп уставок, в схему логического элемента.

Переключение через дискретный вход

Есть 3 соответствующих входных сигнала для переключения с помощью дискретных входов. Эти входные сигналы позволяют выбрать группу уставок с помощью двоичного кода. Если один из 3 сигналов изменяется, представленное отображение сигнала приведет, через 100 мс (время стабилизации), к переходу в соответствующую группу уставок. Если должны быть переключены только две группы уставок, требуется только один двоичный вход. В следующей таблице приведены возможные двоичные коды (BCD) и применимые группы уставок (PG).

Таблица 3-23 Двоичные коды входных сигналов и применимые группы уставок

Код BCD через дискретные входы	PG 1	PG 2	PG 3	PG 4	PG 5	PG 6	PG 7	PG 8
> Разряд 3 выбора PG	0	0	0	0	1	1	1	1
> Разряд 2 выбора PG	0	0	1	1	0	0	1	1
> Разряд 1 выбора PG	0	1	0	1	0	1	0	1

Копирование и сравнение групп уставок

В DIGSI 5 вы можете скопировать или сравнить группы уставок друг с другом.

Если вы хотите скопировать группы уставок, выбрать источник и целевую группу параметров в DIGSI 5 в настройках устройства, а затем запустить процесс копирования. Настройки устройства можно найти в структуре проекта DIGSI 5: Проект → Устройство → Уставки → Уставки устройства.

Если вы хотите сравнить группы уставок, это можно сделать во всех листах (окнах) установки параметров. После этого, в дополнение к активной группе уставок, выберите 2-ю группу уставок для сравнения. Значения активных уставок и сопоставимые значения отображаются рядом друг с другом. Для уставок, которые не могут быть переключены, на дисплее не отображается сопоставимые значения.

Индикация переключений групп уставок

Каждая группа уставок показывает применимое дискретное сообщение, а также его включение и выключение. Процесс переключения групп уставок регистрируется также в журнале изменения настроек.

3.10.1.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Кол-во групп уставок

- Уставка по умолчанию **(_:113) Кол-во групп уставок** = ***1***

С помощью параметра **Кол-во групп уставок** вы можете установить количество доступных групп уставок; также вы можете переключаться меду ними.

Параметр: Актив. группы уставок

- Уставка по умолчанию **(_:114) Актив. группы уставок** = ***группа уставок 1***

С помощью параметра **Актив. группы уставок** необходимо указать группы уставок, которые вы хотите активировать или механизмы, посредством которых переключение допускается. Вы можете

переключаться только между группами уставок, указанными параметром **Кол-во групп уставок**. Значение параметра

Значение параметра	Описание
через управление	Переключение между группами уставок может быть инициировано только через коммуникационный канал связи с системой управления подстанцией или через схему CFC. Для переключения группы уставок через соединение для обмена данными могут быть использованы протоколы связи МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850, DNP или Modbus TCP.
через дискр. вход	Переключение между функциями групп уставок исключительно посредством дискретных входных сигналов подаваемых на переключение групп уставок.
группа уставок 1 ... ***группа уставок 8***	Определяются активные группы уставок. Вы можете определить активные группы уставок в DIGSI 5 или непосредственно на устройстве с помощью панели оператора.

3.10.1.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Изменение гр. уст.				
_:113	Общие данные:Кол-во групп уставок		1 до 8	1
_:114	Общие данные:Актив. группы уставок		• через управление • через дискр. вход • группа уставок 1 • группа уставок 2 • группа уставок 3 • группа уставок 4 • группа уставок 5 • группа уставок 6 • группа уставок 7 • группа уставок 8	группа уставок 1

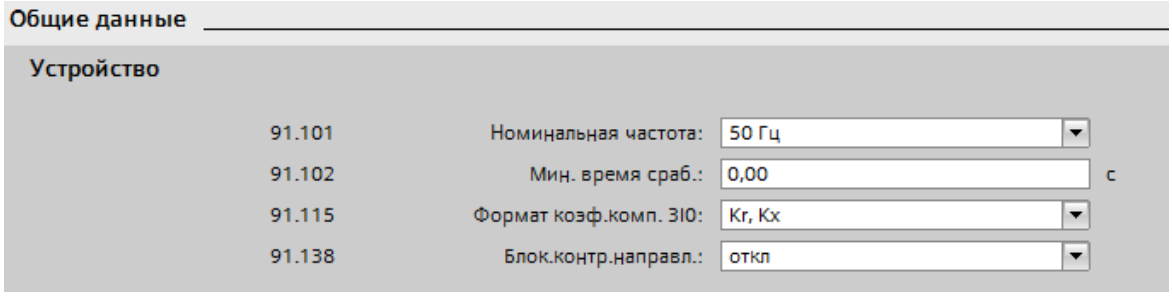
3.10.1.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:500	Общие данные:>Выбор гр.уст. Бит 1	SPS	I
_:501	Общие данные:>Выбор гр.уст. Бит 2	SPS	I
_:502	Общие данные:>Выбор гр.уст. Бит 3	SPS	I
_:300	Общие данные:Акт. группы уставок 1	SPC	C
_:301	Общие данные:Акт. группы уставок 2	SPC	C
_:302	Общие данные:Акт. группы уставок 3	SPC	C
_:303	Общие данные:Акт. группы уставок 4	SPC	C
_:304	Общие данные:Акт. группы уставок 5	SPC	C
_:305	Общие данные:Акт. группы уставок 6	SPC	C
_:306	Общие данные:Акт. группы уставок 7	SPC	C
_:307	Общие данные:Акт. группы уставок 8	SPC	C

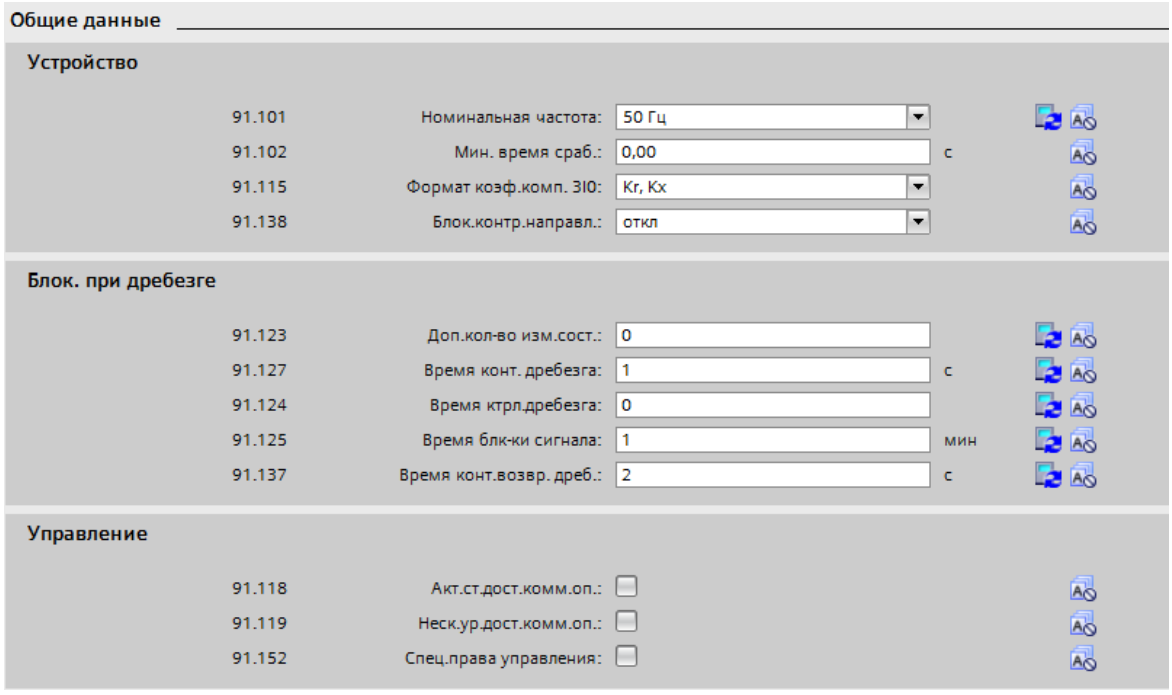
3.10.2 Общие уставки устройства

3.10.2.1 Обзор

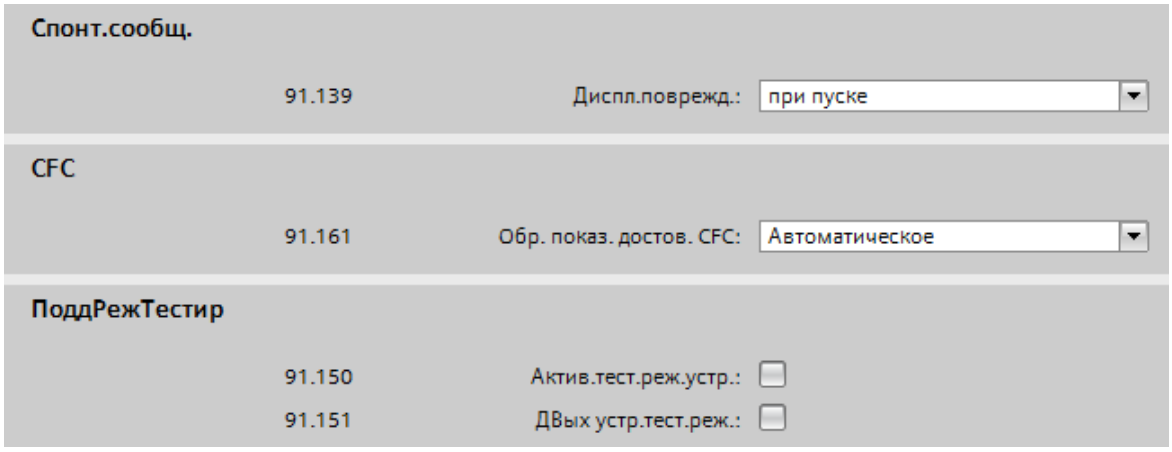
В **Уставках устройства** в DIGSI 5 представлены следующие общие настройки.



[scDeSeDe1-310715-01, 1, ru_RU]



[scDeSeAl-310715-01, 2, ru_RU]



[scDeSeall-260815-01, 1, ru_RU]

Рисунок 3-102 Общие уставки устройства

В следующем списке показаны главы, в которых содержится требуемая информация.
Вы можете найти дополнительную информацию о:

- **Блокировке при дребезге** в главе *3.8.1 Блокировка при дребезге контактов и фильтрация входных сигналов*.
- **Управлении** в главе *7.4 Функции управления*.
- **Спонтанных сообщениях** в главе *3.1.7 Окно спонтанных сообщений в DIGSI 5*.
- **Непрерывной функциональной схеме обработки показателей достоверности** в главе *3.3.3 Обработка показателей достоверности и влияние пользователя на показатели на схемах CFC*.

В разделе **Устройство** вы определяете уставки для устройства, которые действительны для всех функций.

Если **тестовый режим** включен, то сообщения, передаваемые с помощью коммуникационного интерфейса, отмечены дополнительным тестовым битом, если это поддерживается протоколом. С помощью этого тестового бита вы можете определить, что сообщение генерируется в тесте и все или отдельные функции устройства находятся в тестовом режиме. Таким образом те реакции, которые необходимы в нормальном режиме работы в связи с выдачей сообщения, могут быть подавлены в других устройствах, которые получают эти сообщения. Вы также можете разрешить, например, команду отключения для закрытия активированного дискретного выхода для целей тестирования. Siemens рекомендует снова отключить**Тестовый режим** после этапа тестирования.

3.10.2.2 Указания по применению и вводу уставок

Основная часть уставок описана в главах, указанных выше. Кроме того, параметры описаны в разделах **Устройство**, **Изменение уставок**, **Спонтанное сообщение** и **Тестовый режим**.

Параметр: Номинальная частота

- Уставка по умолчанию **(_:101) Номинальная частота** = ***50 Гц***

Параметр **Номинальная частота** позволяет выбрать номинальную частоту системы электропитания.

Параметр: Мин. время сраб.

- Уставка по умолчанию **(_:102) Мин. время сраб.** = ***0,00 с***

Параметр **Мин. время сраб.** определяет минимальную продолжительность времени для команды отключения функций. Команда отключения сохраняется в течение заданного периода.

Параметр: Вр.резерв.комм.прот.

- Уставка по умолчанию **(_:163) Вр.резерв.комм.прот.** = ***120 с***

Параметр **Вр.резерв.комм.прот.** определяет максимальное время резервирования для параметрирования протокола связи устройства. Это означает, что максимальное время, которое может пройти между началом операции параметрирования (выбор группы настроек для редактирования) и его окончанием (подтверждением), соответствует времени **Вр.резерв.комм.прот.**. В противном случае операция параметрирования будет отменена по истечении выдержки времени и изменения будут отклонены. Это значение параметра действует только для устройства.

Параметр: Блок.кан.мониторинг

- Уставка по умолчанию **(_:138) Блок.кан.мониторинг** = ***откл***

Используя параметр **Блок.кан.мониторинг**, можно установить, будет ли выводиться сообщение через системный интерфейс (ы) устройства SIPROTEC 5 или нет.

Если включена блокировка передачи, то никакие сообщения не будут выводиться через системный интерфейс(ы) устройства SIPROTEC 5.

Параметр: Диспл.поврежд.

- Уставка по умолчанию (_:139) Диспл.поврежд. = ***при пуске***

Параметр **Диспл.поврежд.** устанавливает, сохраняются ли спонтанные сообщения, которые указаны в матрице в виде ***NT (условное фиксир)***, с каждым срабатыванием или только тогда, повреждение устраняется отключением выключателя.

Дополнительную информацию о параметрах ранжирования DIGSI 5 см. в главах *3.1.7 Окно спонтанных сообщений в DIGSI 5* и *Таблица 3-8*.

Параметр: Актив.тест.реж.устр.

- Уставка по умолчанию **(_:150) Актив.тест.реж.устр.** = неактивно

Параметр **Актив.тест.реж.устр.** активирует тестовый режим, который добавляет тестовый бит к выходным сообщениям. Если тестовый режим активирован, но тестовый режим релейных выходов не работает, то никакие релейные выходы не активируются функциями защиты.

Параметр: ДВых устр.тест.реж.

- Уставка по умолчанию **(_:151) ДВых устр.тест.реж.** = неактивно

Если активировать параметр **ДВых устр.тест.реж.**, то можно разрешить отключение дискретного выхода для целей тестирования. Таким образом, сообщения будут выводиться во время действия тестового режима устройства, и реле будут активированы или не активированы. Если отдельная функция находится в тестовом режиме, то выводятся только сообщения, а реле не активируются.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство остается в тестовом режиме во время каждого запуска до тех пор, пока вы намеренно не вернете устройство в режим работы. Режим работы можно задать, снова переключив параметр Актив.тест.реж.устр. в неактивное состояние (снять флажок).

3.10.2.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Устройство				
_:101	Общие данные:Номинальная частота		• 50 Гц • 60 Гц	50 Гц

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:102	Общие данные:Мин. время сраб.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:138	Общие данные:Блок.кан.мониторинг		• откл • вкл	откл
Изменение уставки				
_:163	Общие данные:Вр.резерв.комм.прот.		0 с до 65535 с	120 с
Спонт.сообщ.				
_:139	Общие данные:Диспл.поврежд.		• при пуске • при отключении	при пуске
ПоддРежТестир				
_:150	Общие данные:Актив.тест.реж.устр.		• 0 • 1	ложь
_:151	Общие данные:ДВых устр.тест.реж.		• 0 • 1	ложь

3.10.2.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:510	Общие данные:>Тест.реж.введен	SPS	I
_:511	Общие данные:>Тест.реж.выведен	SPS	I
_:507	Общие данные:>Отк.устр.сети акт.	SPS	I
_:508	Общие данные:>Отк.устр.сети неакт.	SPS	I
_:512	Общие данные:>Сброс СИД	SPS	I
_:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:51	Общие данные:Тестовый режим	ENC	C
_:321	Общие данные:Защита введена	SPC	C
_:54	Общие данные:Защита выведена	SPS	O
_:323	Общие данные:Сброс СИД	SPC	C
_:320	Общие данные:СИД сброшены	SPS	O

4 Применения

4.1	Обзор	210
4.2	Шаблоны применения и функциональные возможности для устройства 7UM85	211

4.1 Обзор

Общая библиотека DIGSI 5 предоставляет возможность использования готовых шаблонов применений для стандартных задач. Шаблон применения:

- Позволяет быстро реализовать комплексное решение стандартной задачи;
- Содержит базовую конфигурацию для варианта применения.
- Содержит функции и параметры по умолчанию для конкретного варианта применения.

Рисунок 2-1 в главе *2.1 Реализация функций в устройствах* в качестве примера показана структура шаблона применения.

При использовании шаблона обратите внимание на следующее:

- Скорректируйте шаблон применения для конкретного применения (проверить/скорректировать настройки по умолчанию, удалить/добавить функции). Более подробная информация предста-влена в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.
- Проверьте ранжирование дискретных выходов.
- Проверьте схемы CFC на наличие сообщений групповой сигнализации и групповых сообщений о повреждениях.

Применение устройства 7UM85

Устройство **7UM85** содержит все функции, необходимые для защиты машин, а потому имеет универ-сальную применимость. Основная защитная функция устройства — дифференциальная защита.

В следующих разделах описаны шаблоны применений и максимальный набор функций для устройства **7UM85**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Доступность конкретных уставок и параметров настройки зависит от типа устройства и функций, имеющихся в устройстве!

4.2 Шаблоны применения и функциональные возможности для устройства 7UM85

Шаблоны применения доступны в **DIGSI 5** для приложений устройства **7UM85**. Шаблоны применения содержат базовые конфигурации, необходимые функции и уставки по умолчанию.

Следующие шаблоны применения доступны для устройства **7UM85** в функциональной библиотеке **DIGSI 5**:

- Генератор, базовый 4U 4I
- Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I
- Подключение генератора, базовое 4U 8I
- Подключение генератора, расширенное 8U 16I
- Генератор, большой 8I 7U 4MT

Для загрузки шаблонов применения в устройства необходимо выполнить следующие требования к минимальной конфигурации аппаратного обеспечения:

Шаблоны применения		**Минимальные требования к конфигурации аппаратного обеспечения**
Шаблон 1	Генератор, базовый 4U 4I	Базовый модуль (например, с IO208 или IO202)
Шаблон 2	Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I	Базовый модуль (с IO208) и модуль расширения 1/3 (IO201)
Шаблон 3	Подключение генератора, базовое 4U 8I	Базовый модуль (с IO208) и модуль расширения 1/3 (IO201)
Шаблон 4	Подключение генератора, расширенное 8U 16I	Базовый модуль (с IO208) и модуль расширения 1/3 (IO202)
Шаблон 5	Генератор, большой 8I 7U 4MT	Базовый модуль (с IO208) и модуль расширения 1/3 (IO210)

В следующей таблице показан набор функций и требования функциональных единиц для шаблонов применения для устройства **7UM85**:

Таблица 4-1 Объем функций шаблонов применения для устройства 7UM85

ANSI	**Функция**	**Сокр.**	**Доступное**	**Шаблон 1**	**Шаблон 2**	**Шаблон 3**	**Шаблон 4**	**Шаблон 5**
	Масштабируемость аппаратной части	ВХ/ВЫХ	X	X	X	X	X	X
21	Дистанционная защита	Z<	X				X	X
24	Защита от перевозбуждения	U/f	X	X	X	X	X	X
25	Функция контроля синхронизма, синхронизации	Синх.	X				X	
27	Защита минимального напряжения прямой последовательности	U<	X	X	X			
27	Защита минимального напряжения, 3ф или с любым напряжением	U<	X					
27, 59F DC/50N DC	Защита от постоянного тока/постоянного напряжения	U DC, I DC	X					
27/Q	Защита реактивной мощности с контролем снижения напряжения	Q>/U<	X					
32, 37	Защита по активной/реактивной мощности	P<>, Q<>	X					
32R	Защита от реверса мощности	-P<	X	X	X	X	X	X

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
37	Минимальная токовая защита	I<	X					
38	Контроль температуры	θ>	X					
40	Защита от потери возбуждения	1/xd	X		X	X	X	X
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2>	X					
46	Защита от несимметричной нагрузки	$I2^2$> t>	X	X	X	X	X	X
46	Направленная МТЗ обратной последовательности	I2>, ∠(U2,I2)	X					
47	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	U2>	X					
47	Защита от повышения напряжения обратной последовательности/прямой последовательности	U2/U1>	X					
48	Контроль времени пуска двигателей		X					
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	X		X	X	X	X
49	Защита от тепловой перегрузки, определяемая пользователем характеристика	θ, I^2t	X					
49F	Защита от перегрузки по обмотке возбуждения		X					
49H	Расчет наиболее нагретой точки	θh, I^2t	X					
49R CG	Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды		X					
49S CG	Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды		X					
50/51 TD	Фазная МТЗ	I>	X					
50N/51N TD	МТЗ нулевой последовательности	IN>	X					
50N/51N TD	Максимальная токовая защита, 1ф	IN>	X					
50HS	Быстродействующая МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка)	I>>>	X					
SOTF	Мгновенное отключение при включении на КЗ	SOTF	X					
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от повреждений на землю для систем с резонансно заземленной или изолированной нейтралью	INs>	X					
	Защита от перемежающихся замыканий на землю	IIE>	X					
50GN	Чувствительная защита от замыкания на землю	INs>	X					
51Ns	Ненаправленное чувствительное определение замыкания на землю		X					
50/27	Защита генератора от ошибочного включения в сеть	I>, U<сброс	X					
50BF	УРОВ	LSVS	X				X	X

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
50RS	Защита от многократных включений выключателя	LSRZ	X					
51	Максимальная токовая защита при пуске	I, t пуска	X					
51GN	Защита от паразитного тока по валу	$I_{вала}$>	X					
51V	Максимальная токовая защита, с зависимостью от напряжения	t = f(I,U)	X	X	X	X	X	X
59	Защита от повышения напряжения, 3ф	U>	X	X	X	X	X	X
59	Защита от перенапряжения с напряжением прямой/обратной последовательности, или с любым напряжением	U>	X					
59	Защита от межвиткового замыкания	$U_{вит.}$>	X					
59N/67Ns	Защита статора от замыканий на землю (ненаправленная, направленная)	U0>, ∠ (U0,I0)	X	X	X	X	X	X
27TH/59TH, 59THD	Защита статора от замыканий на землю с третьей гармоникой	U03.H<, >, dU03.H	X			X		
64G	Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)	U0>, 3I0>, ∠, U0, ∠, 3I0	X				X	X
50	Защита ротора от замыканий на землю ($I_{рот33}$>, ф-ция)	$I_{рот33}$>	X	X	X	X		X
64R	Защита ротора от замыканий на землю (R_{33}<, ф-ция)	R_{33}<	X				X	
64F – 1-3 Гц	Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	R_{33}< (1-3 Гц)	X					
66	Запрет повторного пуска двигателя		X					
67	Направленная трехфазная МТЗ	I>, ∠(U,I)	X					
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности, заземл.нейтраль	IN>, ∠(U,I)	X					
67Ns	Направленное чувствительное обнаружение повреждений на землю для систем с дугогасящей катушкой или изолированной нейтралью, вкл. a) U0>, b) cos/sinϕ, c) кратковременно срабатывающий контакт, d) ϕ(U,I), e) полная проводимость	I_{Ns}>, ∠(U/I), W0p, tr>	X					
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	X	X	X	X	X	
78	Защита от асинхронного хода	ΔZ/Δt	X				X	X
81	Защита по частоте f> или f< или Δf/Δt	f>, <	X	X	X	X	X	X
81AF	Защита от аномальной частоты	$f_{диап}$	X					
81R	Защита по скорости изменения частоты	df/dt>, <	X					
86	Блокировка	Блокировка	X	X	X	X	X	X
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI	X			X	X	

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
87N	Ограниченная дифференциальная защита от замыкания на землю (REF)	ΔIN	X					
87M	Дифференциальная защита двигателя	ΔI	X					
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI	X		X		X	X
PMU	Синхронное измерение	PMU	X					
	Измерение параметров синхронных векторов	PMU	X					
AFD	Дуговая защита	ARC	X					
20 мА MT	Блок Ethernet 20 мА		X					
20 мА MS	Блок последовательного интерфейса 20 мА		X					
RTDMT	RTD-блок по Ethernet		X					
RTDMS	Блок RTD, последовательный интерфейс		X					
	Измеряемые величины, стандартная функциональность		X	X	X	X	X	X
	Измеряемые величины, расширенная функциональность: Мин., макс., средн.		X					
	Коммутируемые статистические счетчики		X	X	X	X	X	X
	Проверка выключателя		X	X	X	X	X	X
	Мониторинг состояния выключателя	∑Ix, I^2t, 2P	X					
	Мониторинг износа выключателей		X					
	CFC (стандартный, управление)		X	X	X	X	X	X
	CFC, арифметические функции		X					
	Последовательность переключений		X					
	Обнаружение броска тока намагничивания	$I_{2\text{-й, гарм.}}$	X					
	Внешнее отключение	Внешн. откл.	X					
	Управление		X	X	X	X	X	X
	Аварийный осциллограф аналоговых и дискретных сигналов		X	X	X	X	X	X
	Функция контроля		X	X	X	X	X	X
	Интерфейс данных защиты, последовательный		X					
	Выключатель		X	X	X	X	X	X
	Заземляющий нож/разъединитель		X					
	Переключение		X					
50/27	Защита от непреднамеренного включения	I>, U	X					
50L	Защита от блокировки ротора двигателя	I>L	X					
60	Мониторинг сравнения напряжения	ΔU>	X					
	Защита от скачка вектора	Δφ>	X					
37	Отделение электростанции	-dP	X					

ANSI	Функция	Сокр.	Доступное	Шаблон 1	Шаблон 2	Шаблон 3	Шаблон 4	Шаблон 5
Необходимое количество функциональных единиц				10	95	115	340	240

Шаблоны применения Генератор, базовый 4U 4I

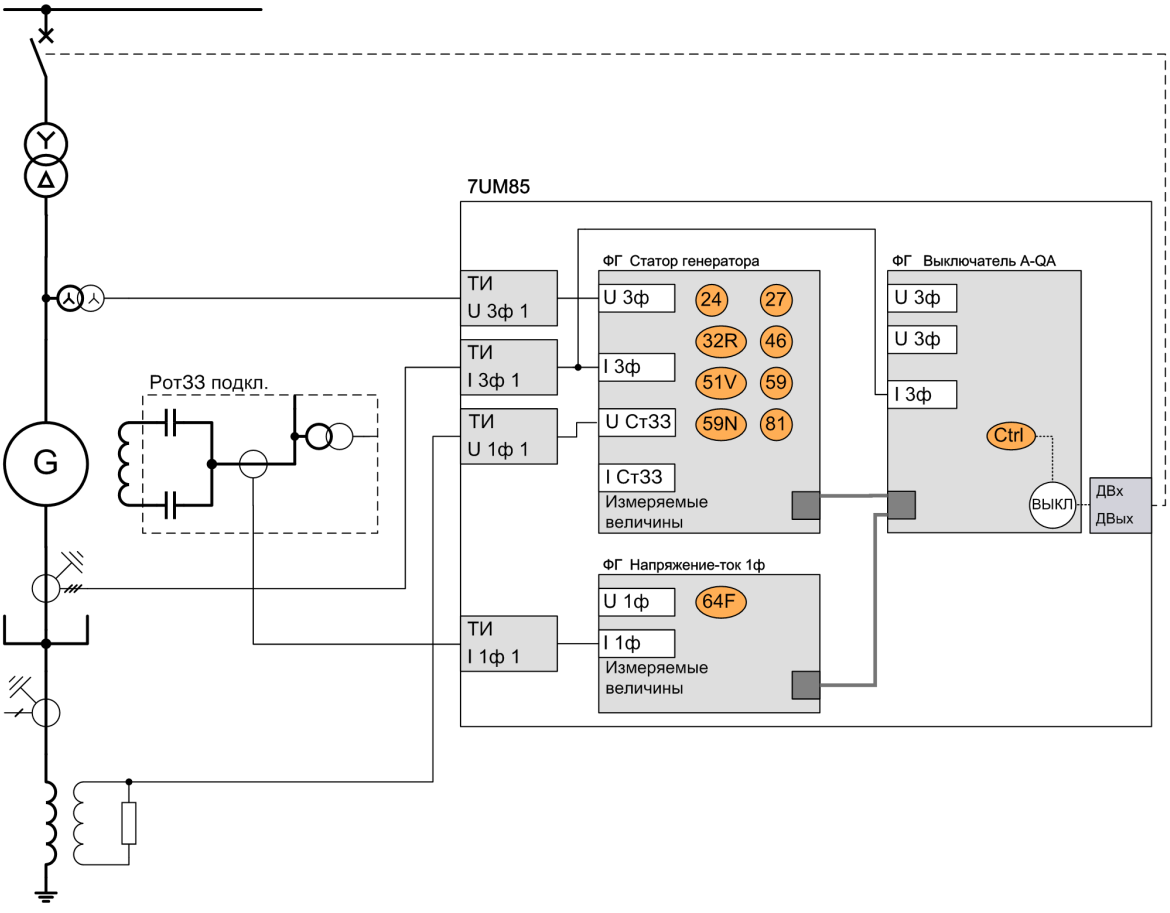
Шаблон применения **Генератор, базовый 4U 4I** представляет основной шаблон применения для устройства 7UM85. Он подходит для применения в небольших силовых установках в блочном соединении. Типовые функции защиты для такого применения устанавливаются на заводе. Вы можете легко установить дополнительные функции или удалить существующие функции.

Если вы хотите создать более крупную, более сложную установку, можно начать с шаблона применения **Генератор, базовый 4U 4I** и добавить другие функциональные группы, точки измерения и функции.

Для этого шаблона приложения вам понадобится класс функциональных единиц 10. Минимальная аппаратная конфигурация требует наличия 4 входов тока и 4 входов напряжения. Обратите внимание, что наличие чувствительного входного тока (I_{Ns}) является обязательным требованием для функции **Защита ротора от замыканий на землю**.

Функция **Замыкание ротора на землю** требует наличия устройства связи 7XR61, а также последовательного резистора 3PP1336. Это также относится ко всем следующим шаблонам применений.

На следующем рисунке показана структура шаблона применения.



[dw_appl template generator basis, 2, ru_RU]

Рисунок 4-1 Шаблоны применения Генератор, базовый 4U 4I

Ранжирование сигналов срабатывания

Таблица 4-2 Шаблоны применения Генератор, базовый 4U 4I

Функция	**Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)**	**Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)**	**Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)**	**Аварийный сигнал BO 1.4**
Защита от перевозбуждения (24)	X	X	X	X
Защита минимального напряжения (27), только 1 ступень				X
Защита от реверса мощности (32R)	X	X		X
Защита от несимметричной нагрузки (46)	X			X
Максимальная токовая защита (51V), с пуском по напряжению	X	X	X	X
Защита от повышения напряжения (59), ступень 1 и 2	X	X		X
Защита статора от замыканий на землю (59N)	X	X	X	X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 1 (51,50 Гц)	X			X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 2 (54,00 Гц)	X	X	X	X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 1 (49,80 Гц)				X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 2 (47,50 Гц)	X			
Защита от понижения частоты (81U), ступень 3 (47,00 Гц)	X	X	X	
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 1				X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 2	X	X	X	

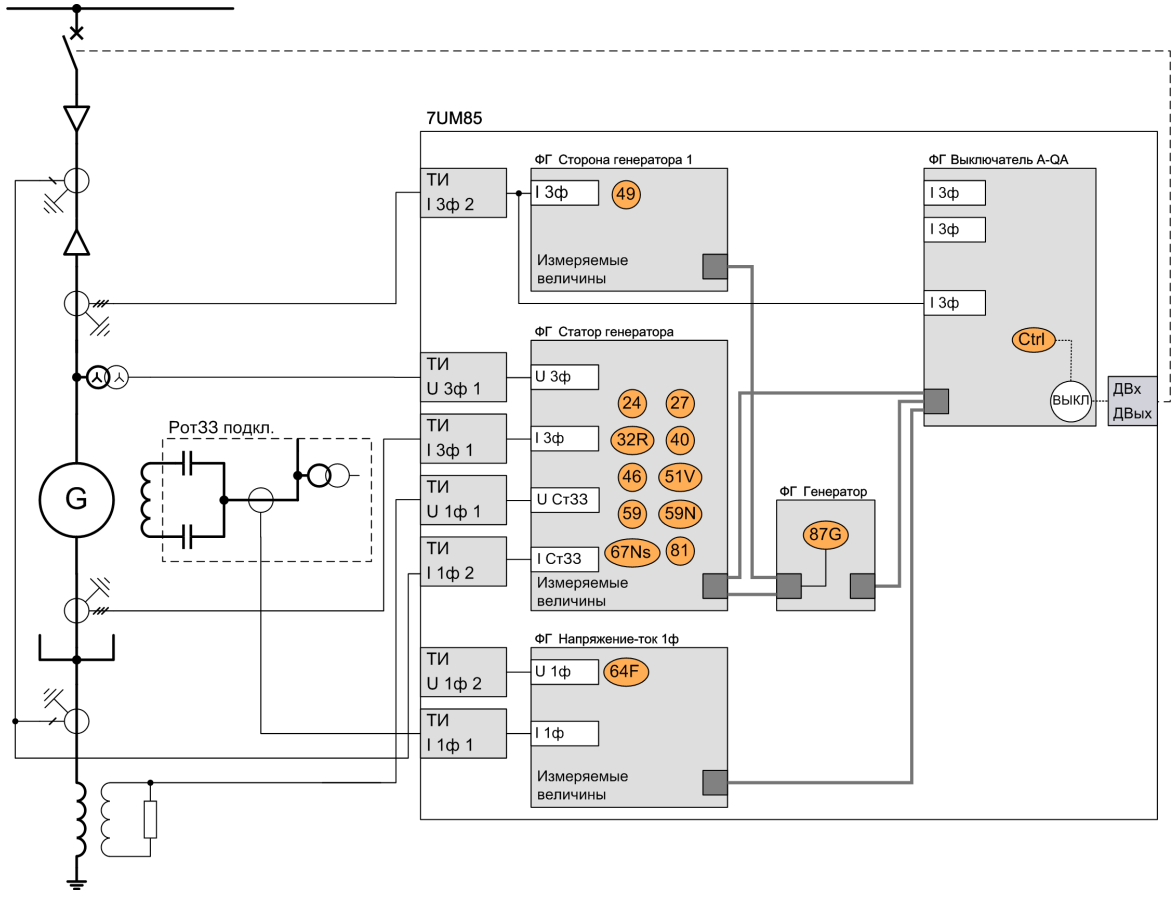
Шаблоны применения Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I

Шаблон применения **Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I** настроен на заводе для применения генераторов подключенных напрямую к сборным шинам. На следующем рисунке показана схема генератора с установленным в нейтрали устройством, увеличивающим ток замыкания на землю. Для избежания ошибочной работы необходимо подключить трансфораторы тока к чувствительной защите от замыкания на землю поперечным соединением (вычитание токов). Другой альтернативой является увеличение тока замыкания на землю с помощью заземляющего трансформатора с активным сопротивлением нагрузки, который устанавливается на шине (см. Приложение, пример подключения *A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока*). При пуске также активируется чувствительная защита от замыкания на землю с контролем напряжения смещения, и ее необходимо заблокировать, когда выключатель генератора включен.

Дифференциальная защита предназначена для защиты от коротких замыканий. По сравнению с шаблоном применения **Генератор, базовый 4U 4I**, в шаблон применения **Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I** добавлена защита от потери возбуждения.

Для этого шаблона применения вам понадобится класс функциональных единиц 95. Минимальная аппаратная конфигурация требует наличия 8 входов тока и 4 входов напряжения. Обратите внимание,

что наличие чувствительного входного тока (I_{Ns}) является обязательным требованием для функций **Защита статора от замыканий на землю** и **Защита ротора от замыканий на землю**.
На следующем рисунке показана структура шаблона применения.



[dw_appl template generator busbar, 2, ru_RU]

Рисунок 4-2 Шаблоны применения Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I

Ранжирование сигналов срабатывания

Таблица 4-3 Шаблоны применения Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I

Функция	**Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)**	**Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)**	**Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)**	**Аварийный сигнал BO 1.4**
Защита от перевозбуждения (24)	X	X	X	X
Защита минимального напряжения (27), только 1 ступень				X
Защита от реверса мощности (32R)	X	X		X
Защита от потери возбуждения (40), характеристика срабатывания 1, 2 и 3	X	X	X	X
Защита от несимметричной нагрузки (46)	X			X
Защита от перегрузки (49)	X			X
Максимальная токовая защита (51V)	X	X	X	X

Функция	Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)	Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)	Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)	Аварийный сигнал BO 1.4
Защита от повышения напряжения (59), ступень 1 и 2	X	X		X
Напряжение смещения функции защиты статора от замыканий на землю (59N) активно при отключенном выключателе (низкий активный) только при пуске		X	X	X
Направленная защита статора от замыканий на землю (67Ns)	X	X	X	X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 1 (51,50 Гц)	X			X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 2 (54,00 Гц)	X	X	X	X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 1 (49,80 Гц)				X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 2 (47,50 Гц)	X			
Защита от понижения частоты (81U), ступень 3 (47,00 Гц)	X	X	X	
Дифференциальная защита генератора (87G)	X	X	X	X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 1				X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 2	X	X	X	

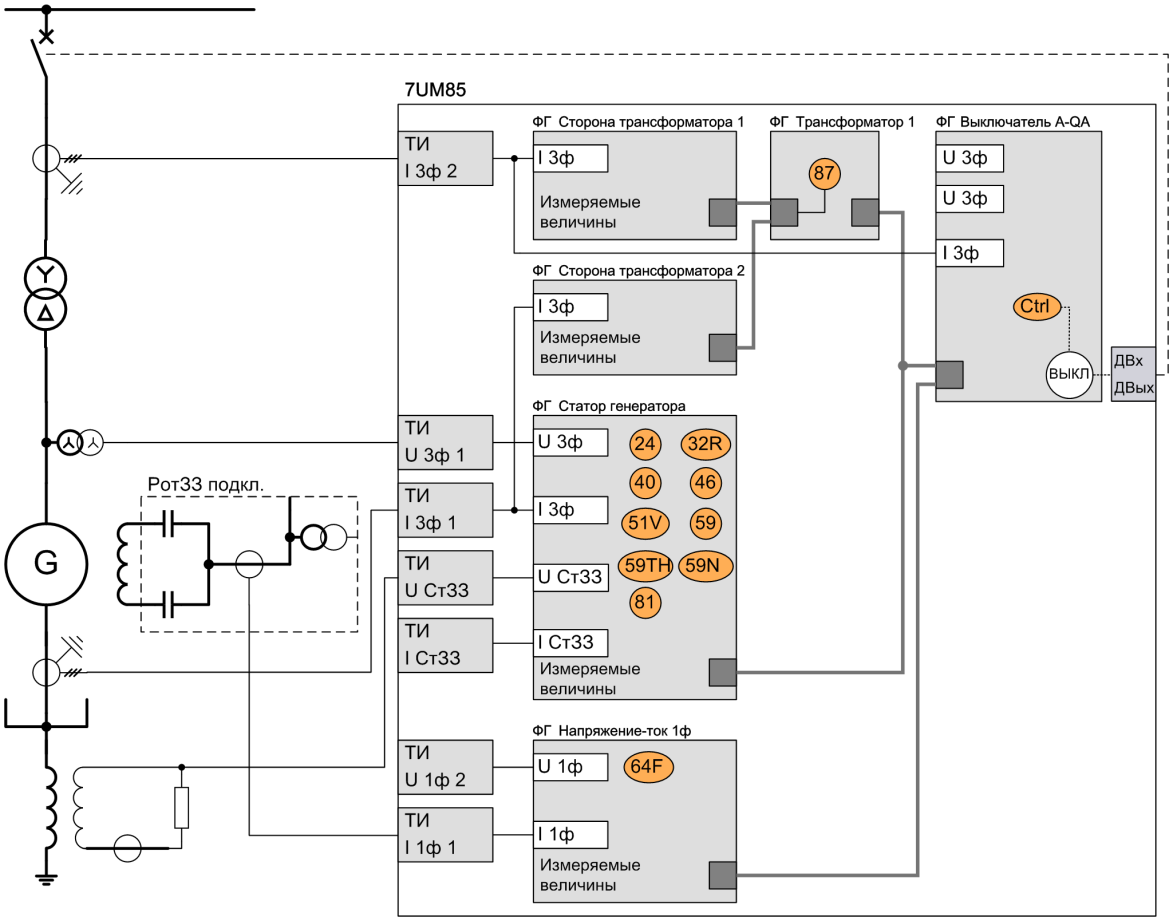
Шаблоны применения Подключение генератора, базовое 4U 8I

Шаблон применения **Подключение генератора, базовое 4U 8I** настроен на заводе для применения генераторов в блочных соединениях. Он используется для генераторов малой или средней мощности, где дифференциальная защита необходима в качестве защиты от короткого замыкания. Это выполнено в шаблоне применения **Подключение генератора, базовое 4U 8I** в виде дифференциальной защиты (через генератор и трансформатор). По этой причине используйте функцию **Дифференциальная защита трансформатора** из библиотеки функций. Остальные функции идентичны шаблону применения **Прямое подключение генератора к сборным шинам 4U 8I**, кроме функции **Защита статора от замыканий на землю**.

Трехфазная версия была выбрана в качестве **Защиты статора от замыканий на землю, 90 %**. Напряжение нулевой последовательности рассчитывается на основе фазных напряжений в качестве критерия защиты. Чтобы защитить всю обмотку статора, в системе предусмотрена функция **Защита от замыканий статора на землю с третьей гармоникой**, которая оценивает напряжение в нейтрали генератора (см. главу *6.9.1 Обзор функций*).

Для этого шаблона применения вам понадобится класс функциональных единиц 115. Минимальная аппаратная конфигурация требует наличия 8 входов тока и 4 входов напряжения. Обратите внимание, что наличие чувствительного входного тока (I_{Ns}) является обязательным требованием для функции **Защита ротора от замыканий на землю**.

На следующем рисунке показана структура шаблона применения.



[dw_appl template generator unit basis, 2, ru_RU]

Рисунок 4-3 Шаблоны применения Подключение генератора, базовое 4U 8I

Ранжирование сигналов срабатывания

Таблица 4-4 Шаблоны применения Подключение генератора, базовое 4U 8I

Функция	Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)	Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)	Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)	Аварийный сигнал BO 1.4
Защита от перевозбуждения (24)	X	X	X	X
Защита от реверса мощности (32R)	X	X		X
Защита от потери возбуждения (40), характеристика срабатывания 1, 2 и 3	X	X	X	X
Защита от несимметричной нагрузки (46)	X			X
Защита от перегрузки (49)	X			X
Максимальная токовая защита (51V), с пуском по напряжению	X	X	X	X
Защита от повышения напряжения (59), ступень 1 и 2	X	X		X

Функция	Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)	Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)	Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)	Аварийный сигнал BO 1.4
Защита статора от замыканий на землю (59N), измерение напряжения смещения	X	X	X	X
Защита статора от замыканий на землю с третьей гармоникой (59TH)	X	X	X	X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 1 (51,50 Гц)	X			X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 2 (54,00 Гц)	X	X	X	X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 1 (49,80 Гц)				X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 2 (47,50 Гц)	X			
Защита от понижения частоты (81U), ступень 3 (47,00 Гц)	X	X	X	
Дифференциальная защита трансформатора (87T)	X	X	X	X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 1				X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 2	X	X	X	

Шаблоны применения Подключение генератора, расширенное 8U 16I

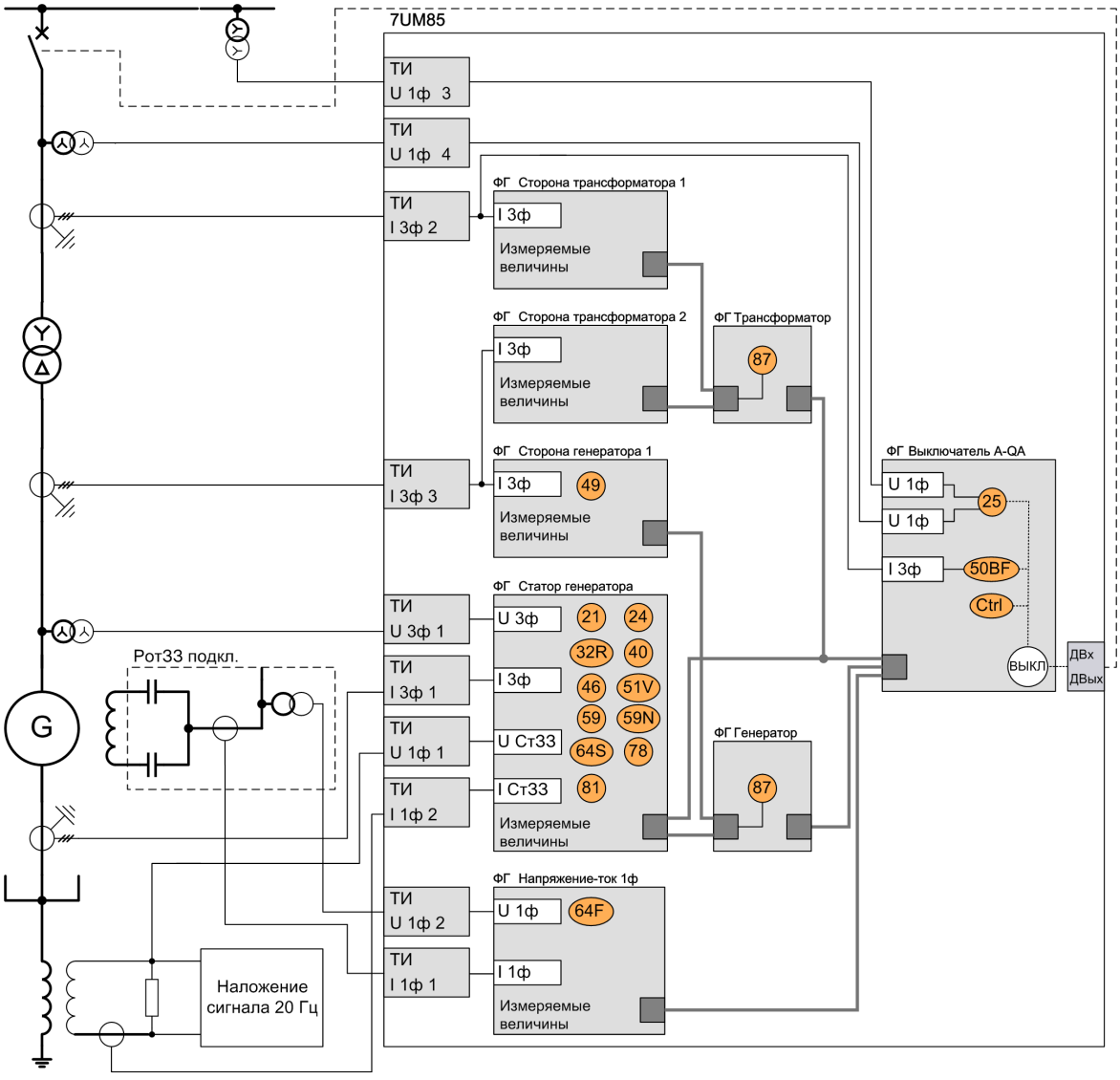
Шаблон применения **Подключение генератора, расширенное 8U 16I** настроен на заводе для применения генераторов большей мощности в блочных соединениях. В шаблоне применения **Подключение генератора, расширенное 8U 16I** для генератора и для трансформатора используется отдельная дифференциальная защита. В случае короткого замыкания вы можете быстрее определить неисправное оборудование (генератор или трансформатор). По этой причине библиотека функций предоставляет функцию **Дифференциальная защита трансформатора**, а также функцию **Дифференциальная защита генератора**, которые связаны с необходимыми функциональными группами. Функция **Дистанционная защита** сконфигурирована в качестве дополнительной резервной защиты. Функция **Дистанционная защита** использует измерения трансформатора и обнаруживает повреждения в энергосистеме.

В дополнение к функции **Защита статора от замыканий на землю 90 %**, выбрана функция **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)**. Эта функция действует в качестве резервной для функции **Защита статора от замыканий на землю, 90 %** и защищает 100 % обмотки статора. Функция **Защита ротора от замыканий на землю** основана на использовании делителя частоты энергосистемы и измерении сопротивления повреждения.

Чтобы защитить энергосистему от качаний мощности, предусмотрена функция **Защита от асинхронного хода**. В функциональной группе **Выключатель** представлена функция **Защита выключателя от повреждения**, а также функция **Контроль синхронизма**, которую можно использовать для включения ручной синхронизации. При использовании этой функции в 1-канальной версии можно обеспечить точное переключение генераторов меньшей мощности в синхронных условиях. Вам потребуется настроить команды включения (подготовлены команды автоматической настройки).

Для этого шаблона применения вам понадобится класс функциональных единиц 340. Минимальная аппаратная конфигурация требует наличия 16 входов тока и 8 входов напряжения. Обратите внимание, что наличие чувствительного входного тока (I_{Ns}) является обязательным требованием для функций **Защита статора от замыканий на землю** и **Защита ротора от замыканий на землю**.

На следующем рисунке показана структура шаблона применения.



[dw_appl template generator unit extended, 2, ru_RU]

Рисунок 4-4 Шаблоны применения Подключение генератора, расширенное 8U 16I

Ранжирование сигналов срабатывания

Таблица 4-5 Шаблоны применения Подключение генератора, расширенное 8U 16I

Функция	Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)	Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)	Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)	Аварийный сигнал BO 1.4
Защита по полному сопротивлению (21) ступень 1	X	X	X	X
Защита от перевозбуждения (24)	X	X	X	X
Защита от реверса мощности (32R)	X	X		X

Функция	Выключатель генератора BO1.1 (через ФГ Выключатель) (Взаимодействие выключателя)	Снятие возбуждения BO1.2 (Ранжирован напрямую)	Быстрая остановка турбины BO1.3 (Ранжирован напрямую)	Аварийный сигнал BO 1.4
Защита от потери возбуждения (40), характеристика срабатывания 1, 2 и 3	X	X	X	X
Защита от несимметричной нагрузки (46)	X			X
Защита от перегрузки (49)	X			X
Максимальная токовая защита (51V), пуск по напряжению = Выкл	X			X
Защита от повышения напряжения (59), ступень 1 и 2	X	X		X
Защита статора от замыканий на землю (59N), рассчитанное напряжение смещения	X	X	X	X
Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц) (64G)	X	X	X	X
Защита от асинхронного хода (78)	X			X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 1 (51,50 Гц)	X			X
Защита от повышения частоты (81O), ступень 2 (54,00 Гц)	X	X	X	X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 1 (49,80 Гц)				X
Защита от понижения частоты (81U), ступень 2 (47,50 Гц)	X			
Защита от понижения частоты (81U), ступень 3 (47,00 Гц)	X	X	X	
Дифференциальная защита генератора (87G)	X	X	X	X
Дифференциальная защита трансформатора (87T)	X	X	X	X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 1				X
Защита ротора от замыканий на землю (64F), ступень защиты по току 2	X	X	X	

Шаблоны применения Генератор, большой 8I 7U 4MT

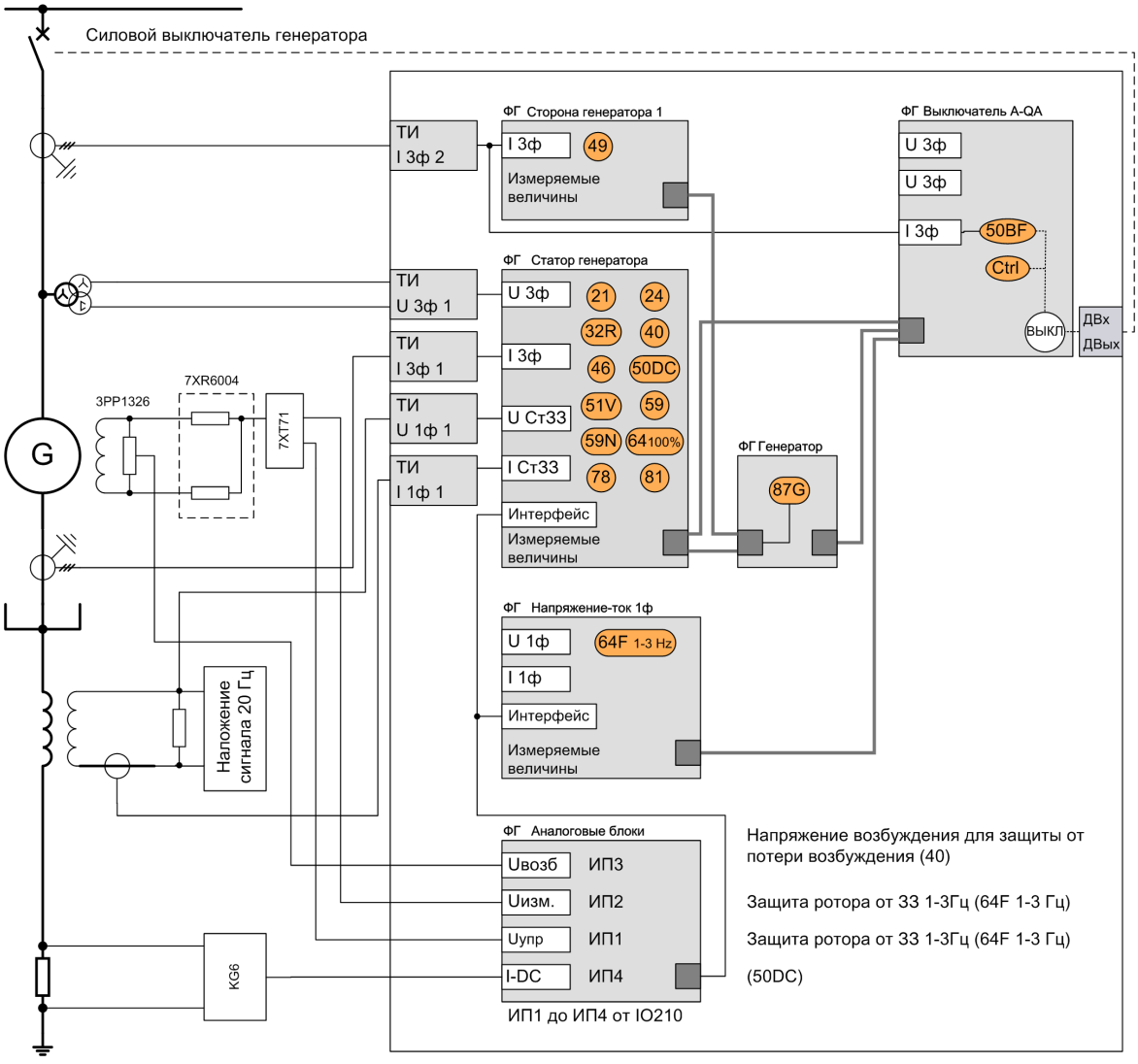
Шаблон применения **Генератор, большой 8I 7U 4MT** предварительно сконфигурирован с помощью выключателя генератора для применения генераторов большой мощности в блочном соединении.

Он включает только защиту генератора и содержит все необходимые функции защиты. Функция **Дифференциальная защита генератора** действует как основная защита от коротких замыканий, в то время как функция **Дистанционная защита** выступает в качестве резервной защиты. В дополнение к функции **Защита статора от замыканий на землю 90 %**, выполнена функция **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)**. Эта функция действует в качестве резервной для функции **Защита статора от замыканий на землю, 90 %** и защищает 100 % обмотки статора. Функция **Защита от потери возбуждения** фиксирует потерю возбуждения и проблемы с регулировкой напряжения. Функция **Защита от асинхронного хода** предназначена для защиты энергосистемы от качаний мощности. Функция **Устройство резервирования при отказе выключателя** может быть использована в функциональной группе **Выключатель**.

По сравнению с шаблоном применения **Подключение генератора, расширенное 8U 16I**, новая функция предусматривает, что в концепцию защиты включены 4 быстродействующих измерительных модулей расширения IO210. В результате напряжение возбуждения может быть измерено напрямую и включено в функцию защиты с функцией **Защита от потери возбуждения**. При этом продолжает использоваться чувствительная функция **Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)**. Сигнал измерения и управления связан с устройством 7UM85 с помощью блока ввода 7XT71 с помощью измерительных трансформаторов (вход 10 В). Функция защиты использует эти сигналы.

Также предусмотрена специальная функция защиты, известная как **Максимальная токовая защита при пуске**. Она необходима в том случае, когда газовые турбины запускаются с использованием преобразователей частоты. В зависимости от того, как сконфигурирован последовательный измерительный преобразователь (7KG6), можно использовать вход напряжения 10 В или токовый вход 20 мА.

Для шаблона применения вам понадобится класс 240 функциональных единиц **Генератор, большой 8I 7U 4MT**. Минимальная аппаратная конфигурация требует наличия 8 входов тока и 7 входов напряжения, а также 4 быстродействующих измерительных входов трансформатора. На следующем рисунке показана структура шаблона применения **Генератор, большой 8I 7U 4MT**.



[dw_appl template generator large, 3, ru_RU]

Рисунок 4-5 Шаблоны применения Генератор, большой 8I 7U 4MT

5 Типы функциональных групп

5.1	Обзор функциональных групп "Дифференциальная защита генератора"	226
5.2	Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита двигателя"	252
5.3	Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита трансформатора"	289
5.4	Тип функциональной группы - "Напряжение 3ф"	311
5.5	Тип функциональной группы - "Напряжение и ток 1ф"	314
5.6	Тип функциональной группы - "Напряжение и ток 3ф"	319
5.7	Тип функциональной группы - "Выключатель"	325
5.8	Тип функциональной группы "Аналоговые блоки"	343
5.9	Мониторинг технологического процесса	383

5.1 Обзор функциональных групп "Дифференциальная защита генератора"

5.1.1 Типы функциональных групп

На следующем рисунке показана структура взаимосвязей типов функциональных групп.



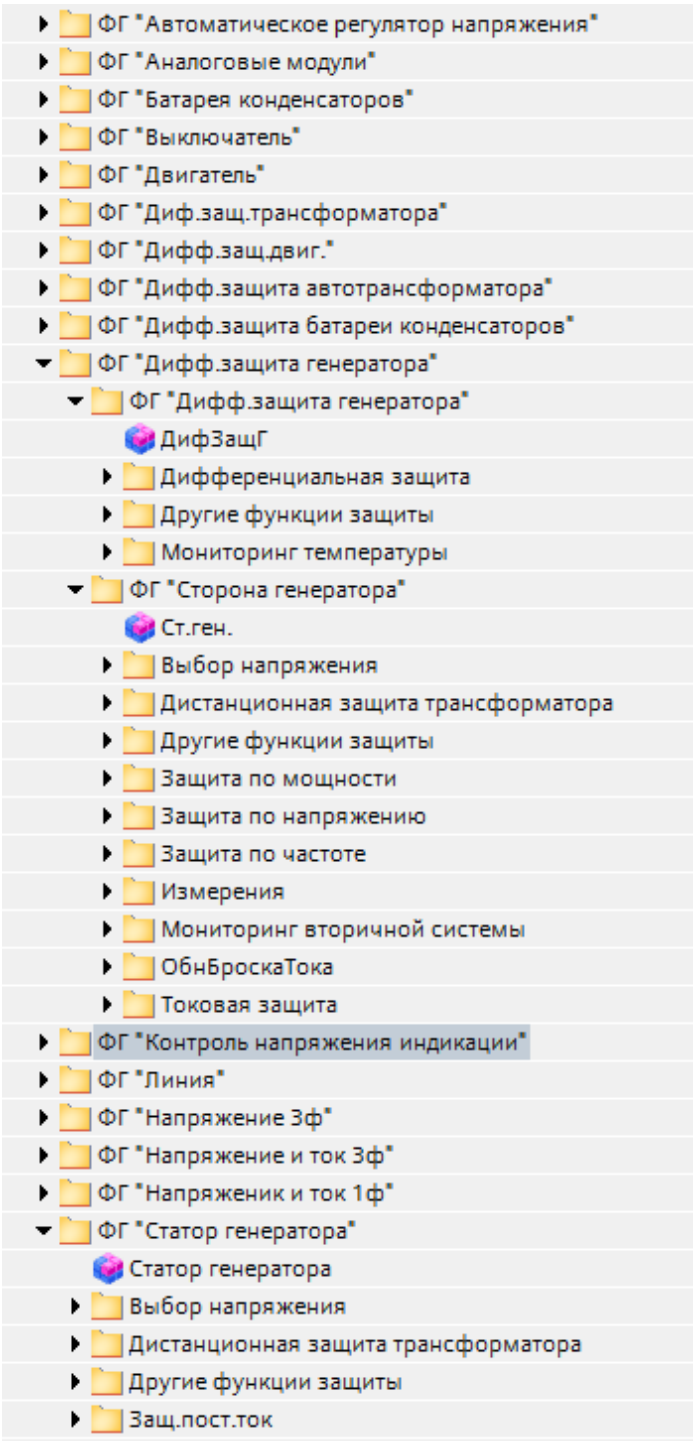
[dw_fg-uebg, 2, ru_RU]

Рисунок 5-1 Типы функциональных групп дифференциальной защиты генератора

Следующие типы групп функций представлены в библиотеке функций в DIGSI 5:

- **Генератор, дифф.**
- **Сторона генератора**
- **Статор генератора**

Выбранный тип функциональной группы **Сторона генератора** сохранен в папке **ФГ Генератор, дифф**. Выбранный тип функциональной группы **Статор генератора** сохранен в папке **ФГ Генератор, дифф**. В папках с функциональными группами, показанных ниже, находятся все функции защиты, которые могут работать внутри соответствующей функциональной группы.



[sc_fg-genub, 2, ru_RU]

Рисунок 5-2 Обзор типов функциональных групп в DIGSI 5

Тип функциональных групп **Генератор, дифф** содержит 2 типа функциональных групп (1 **Статор генератора** и 1 **Сторона генератора** или 2 типа групп **Сторона генератора**).

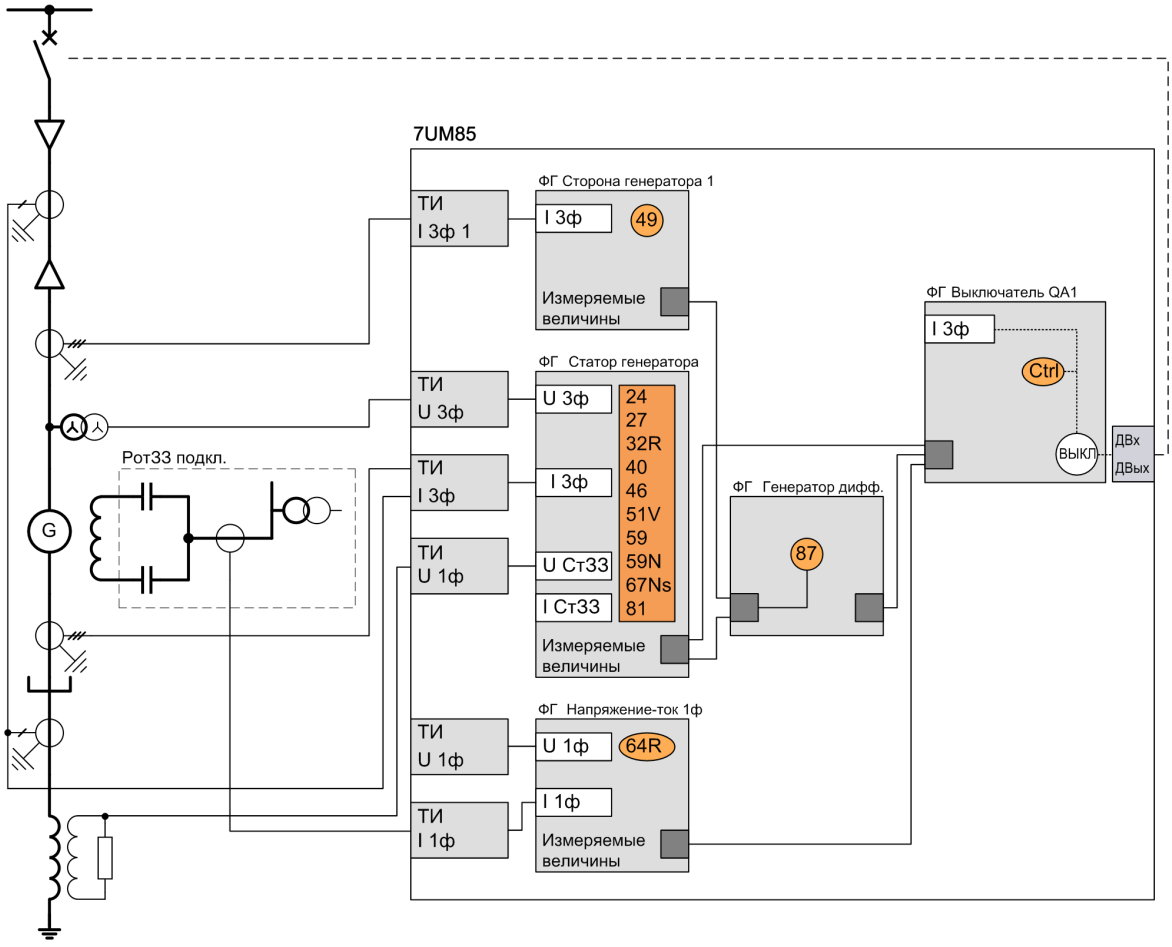
В следующей таблице указано максимальное количество типов функциональных групп, которые могут использоваться для применяемого устройства (7UM85).

Таблица 5-1 Функциональные группы устройства

Устройство	Функциональная группа		
	Статор генератора	**Сторона генератора**	**Генератор, дифф.**
7UM85	Макс. 1 экземпляр	Макс. 4 экземпляра	Макс. 2 экземпляра

Для правильной работы функций дифференциальной защиты генератора необходимо наличие соответствующих соединений между функциональными группами. В перечне отсутствует функциональная группа Выключатель.

Пример применения на следующем рисунке представляет собой один из вариантов использования функциональных групп и их связи.



[dw_gen-diff-stator, 2, ru_RU]

Рисунок 5-3 Пример применения: Защита генератора с использованием дифференциальной защиты

Таблица 5-2 Привязка дифференциальной защиты к сторонам объекта

	Генератор, дифф. 1
	Сторона генератора
Сторона генератора 1	X
Сторона генератора 2 или **Статор генератора 1**	X

Каждая функциональная группа подробнее описывается далее.

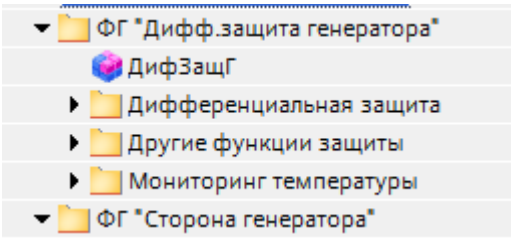
5.1.2 Тип функциональной группы - "Дифференциальная защита генератора"

5.1.2.1 Обзор

Функциональная группа **Генератор, дифф.** содержит функцию дифференциальной защиты и измеренные значения, относящиеся к функциям защиты.

Дополнительная информация приведена в главе *9.1 Обзор функций*.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в библиотеке DIGSI 5. Например, вы можете загрузить функции дифференциальной защиты в функциональную группу **Генератор, дифф**.



[sc_genueb1, 2, ru_RU]

Рисунок 5-4 Функциональная группа «Генератор, дифф» – Объем функции

Дополнительную информацию о добавлении функций в устройство см. в главе *2 Базовая структура функции*. Дополнительную информацию о полной функциональной области шаблонов применения для разных типов устройств см. в главе *4 Применения*.

5.1.2.2 Структура функциональной группы

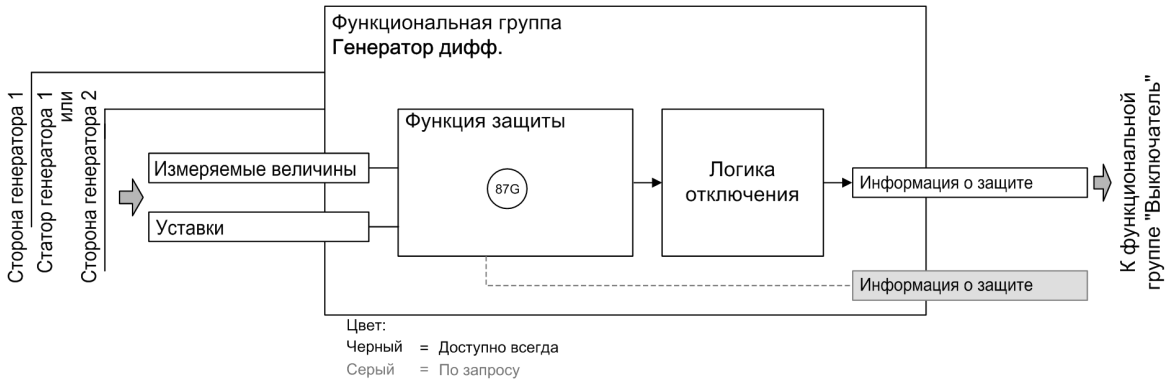
Функциональная группа **Генератор, дифф.** имеет интерфейсы со следующими функциональными группами в соответствии с главой *5.1.2.1 Обзор* :

- Функциональная группа **Сторона генератора**
- Функциональная группа **Статор генератора**
- Функциональная группа **Выключатель**

Функциональная группа **Генератор, дифф.** содержит функциональные блоки:

- Функция защиты (дифференциальная защита, ограниченная защита от замыканий на землю)
- Логика отключения (формирование сообщений о срабатывании)

Для обеспечения защиты функция дифференциальной защиты всегда должна быть доступна в функциональной группе **Генератор, дифф**. Если вы не используете шаблон применения, загрузите функцию дифференциальной защиты из общей библиотеки DIGSI 5.



[dw_fg-gest-290115-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-5 Структура функциональной группы «Генератор, дифф.»

Интерфейс связи с функциональной группой «Выключатель»

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Генератор, дифф.** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональных групп **Выключатель**.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Пользователь может подключить функциональную группу **Генератор, дифф.** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **Генератор, дифф.**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, при срабатывании функций защиты подключенной функциональной группы **Генератор, дифф**

Помимо задания основных параметров для функциональной группы **Генератор, дифф**, необходимо настроить взаимодействие защиты с ФГ **Выключатель**. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Генератор, дифф**.
При этом задается следующее:

- Сигналы срабатывания функций защиты, используемые для формирования команды отключения
- Функции защиты, которые запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, поскольку такое соединение необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.
Более подробную информацию можно найти в главе *2 Базовая структура функции*.

Сброс группы светодиодов

Используйте функцию **Сброс группы СИД**, чтобы сбросить светодиоды с запоминанием для функции в отдельной функциональной группе. Светодиоды, активированные и сохраненные различными функциональными группами, остаются активными.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен через интерфейс **Обмен данными между защитами**. К таким данным могут относиться:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

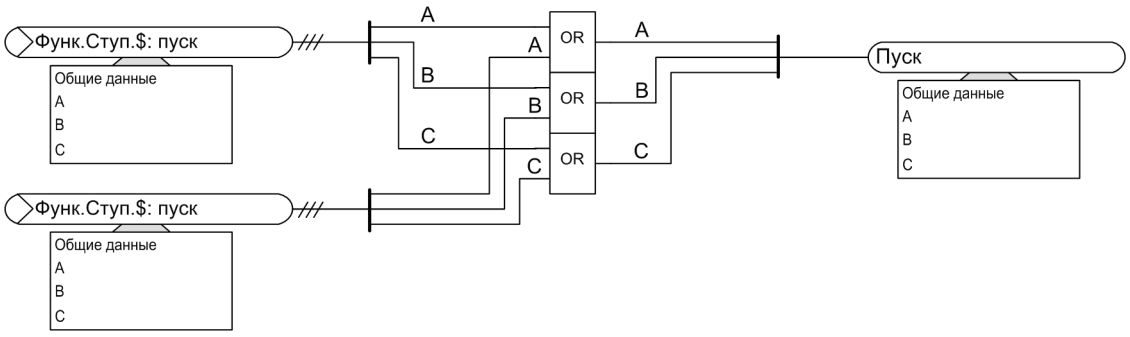
Данные генератора

Данные генератора характеризуют данные защищаемого генератора. Функциональная группа **Генератор, дифф.** получает эти данные от связанных функциональных групп **Статор генератора** и **Сторона генератора**.

Логика формирования групповых сообщений

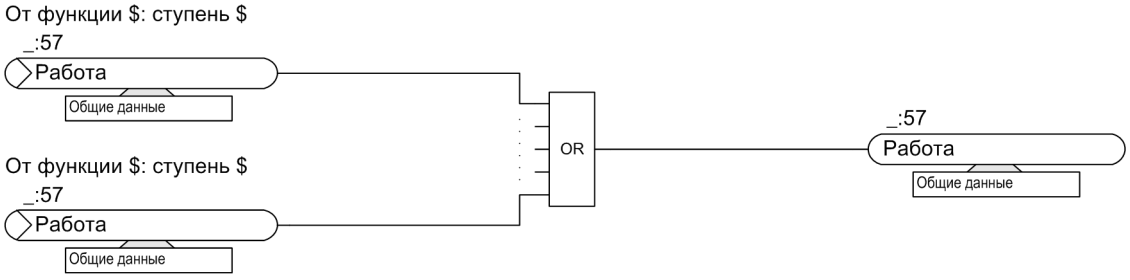
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сообщения пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Генератор, дифф** являются фазоселективными и выводятся в виде групповых сообщений.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-6 Формирование сигнализации о пуске функциональной группы Генератор, дифф.



[lo_geopi1-231013-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-7 Формирование сигнализации об отключении функциональной группы Генератор, дифф.

5.1.2.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:91:149	Общие данные:Нейтраль		• заземленная • изолированная	заземленная

5.1.2.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

5.1.3 Тип функциональной группы - "Сторона генератора"

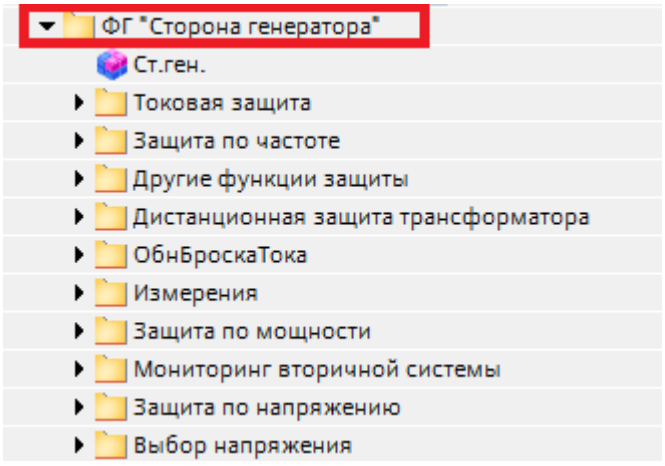
5.1.3.1 Обзор

Функции защиты и контроля, специфичные для устройства, могут работать в функциональной группе **Сторона генератора**. Объем зависит от выбранного типа концепции защиты. Кроме того, ФГ **Сторона генератора** содержит измерительные функции.

Дополнительная информация приведена в главе *9.1 Обзор функций*.

Функциональная группа **Сторона генератора** всегда должна быть связана интерфейсом с функциональной группой **Генератор, дифф**.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в библиотеке DIGSI 5. В зависимости от подключенных точек измерения вы можете загрузить соответствующие функции защиты и контроля в функциональной группе **Сторона генератора**. Функции описаны в разделе *6 Функции защиты и автоматики*.



[sc_genueb2, 2, ru_RU]

Рисунок 5-8 Функциональная группа «Сторона генератора» – Объем функции

Дополнительную информацию о добавлении функций в устройство см. в главе *2 Базовая структура функции*. Дополнительную информацию о полной функциональной области шаблонов применения для разных типов устройств см. в главе *4 Применения*.

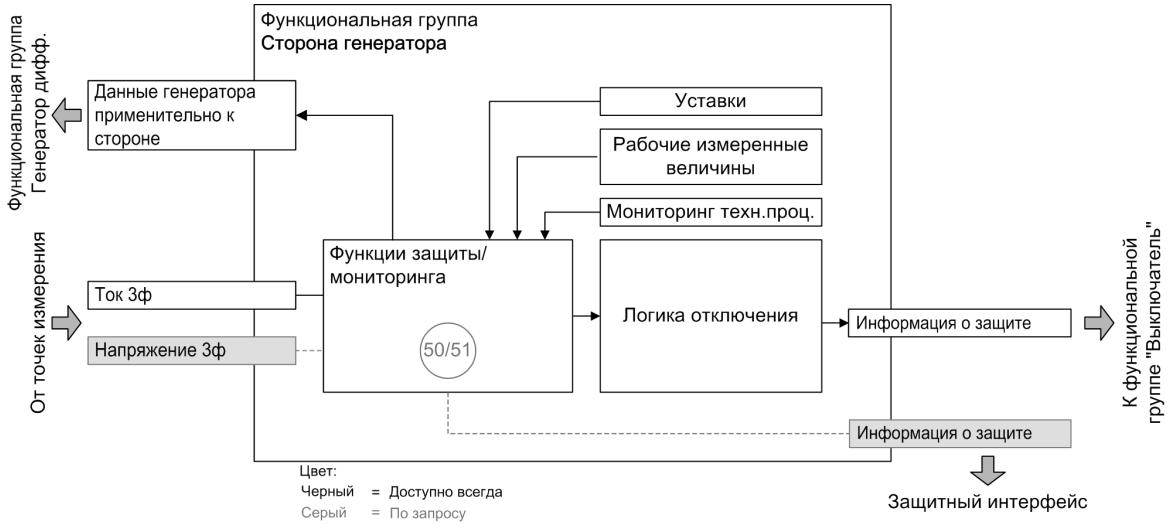
5.1.3.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Сторона генератора** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные генератора в зависимости от стороны
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Групповые сообщения функциональной группы

Данные функциональные блоки являются основными для функциональной группы **Сторона генератора**, они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Сторона генератора**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dw_fg-gesi, 2, ru_RU]

Рисунок 5-9 Структура функциональной группы «Сторона генератора»

Функциональная группа **Сторона генератора** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- Точки измерения
- Функциональная группа **Генератор, дифф.**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Сторона генератора** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения. При использовании базовой конфигурации функциональная группа **Сторона генератора** уже подключена к необходимым точкам измерения.

В случае добавления функций в функциональную группу **Сторона генератора** они автоматически будут получать измеряемые величины от соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробная информация находится в главе «Базовая структура функций».

Функциональная группа **Сторона генератора** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **3-фазный ток**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа соединения трансформатора, возможны следующие варианты подключения: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Сторона генератора** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **3-фазный ток** можно подключить до четырех 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока подключены к интерфейсу **3-фазный ток**, то суммарный ток в функциональной группе **Сторона генератора** зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения. Все функции в ФГ **Сторона генератора** имеют доступ к этим значениям.

- **3-фазное напряжение** (опция):

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

  Подключение интерфейса **U 3ф.** является необязательным. Это подключение необходимо только в случае, если используются защитные функции, требующие измерения напряжения.

Интерфейс связи с функциональной группой «Выключатель»

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Сторона генератора** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональных групп **Выключатель**.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Пользователь может подключить функциональную группу **Сторона генератора** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **Сторона генератора**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, при срабатывании функций защиты подключенной функциональной группы **Сторона генератора**

Помимо задания основных параметров для функциональной группы **Сторона генератора**, необходимо настроить взаимодействие защиты с ФГ **Выключатель**. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Сторона генератора**.

При этом задается следующее:

- Сигналы срабатывания функций защиты, используемые для формирования команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, поскольку такое соединение необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен через интерфейс **Обмен данными между защитами**. К таким данным могут относиться:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

Сброс группы светодиодов

Используйте функцию **Сброс группы СИД**, чтобы сбросить светодиоды с запоминанием для функции в отдельной функциональной группе. Светодиоды, активированные и сохраненные различными функциональными группами, остаются активными.

Мониторинг технологического процесса

Мониторинг технологического процесса всегда присутствует в функциональной группе **Сторона генератора** и не может быть удален. Мониторинг технологического процесса контролирует критерий

протекания тока в функциональной группе **Сторона генератора**: Критерий протекания тока используется для обнаружения размыкания/замыкания **Стороны генератора** с использованием протекающего остаточного тока.

Данная информация доступна для всех функций в функциональной группе **Сторона генератора**.

Описание мониторинга технологического процесса начинается в главе *5.9.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Сторона генератора** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используется только точка измерения тока.

Таблица 5-3 Доступные рабочие измеряемые величины функциональной группы «Сторона генератора»

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеряемый ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_N	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная мощность (полная мощность)	МВТ	–	Активная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	–	Реактивная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная мощность (полная мощность)	МВА	–	Полная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
cos φ	Коэффициент модуля мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	–	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$

Если точка измерения **U 3ф.** была подключена к функциональной группе **Сторона генератора**, будут доступны измерения напряжения и фазы.

Учет электроэнергии не введен по умолчанию. При необходимости пользователь может загрузить эти измерения из общей библиотеки функций DIGSI 5.

В зависимости от используемых функций защиты и контроля, могут быть доступны дополнительные измерительные функции. Значения функций перечислены в **Списке сообщений** соответствующей функции защиты или контроля (см. раздел «Функции защиты и автоматические функции»).

ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции*, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Активная мощность (фазоселективная): P_A, P_B, P_C
- Реактивная мощность (полная): Qсумм
- Реактивная мощность (фазоселективная): Q_A, Q_B, Q_C

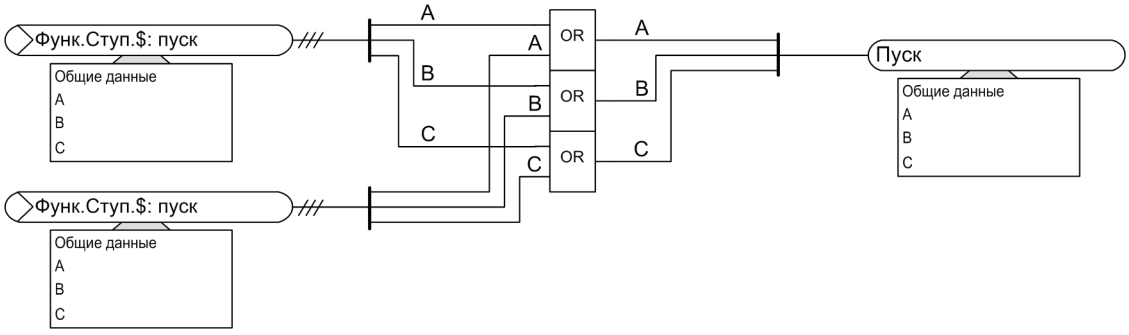
Данные генератора

Данные генератора характеризуют данные защищаемого генератора. Данные соответствующей стороны генератора применяются для всех функций в функциональной группе **Сторона генератора**.

Логика формирования групповых сообщений

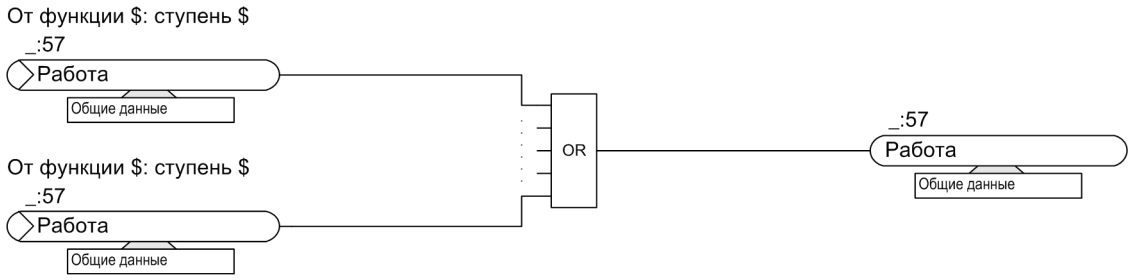
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сообщения пуска и отключения от функций защиты и контроля в функциональной группе **Сторона генератора** являются фазоселективными и выводятся в виде групповых сообщений.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-10 Формирование сообщения пуска от функциональной группы «Сторона генератора»



[lo_geopi1-231013-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-11 Формирование сообщения отключения от функциональной группы «Сторона генератора»

5.1.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Пользователь может подключить функциональную группу **Сторона генератора** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**, в зависимости от встроенной функции защиты. Функциональная группа **Выключатель** непосредственно назначается соответствующему выключателю.

Параметр: `Ном. полная мощн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:103) Ном. полная мощн.`** = ***`46,60 MBA`***

Используя параметр **`Ном. полная мощн.`**, можно установить первичную номинальную полную мощность для защищаемого генератора. Параметр **`Ном. полная мощн.`** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **`Ном. полная мощн.`** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: `Номин.напряж.`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:102) Номин.напряж.`** = ***`11,00 кВ`***

Используя параметр **`Номин.напряж.`**, можно установить первичное номинальное напряжение для защищаемого генератора. Параметр **`Номин.напряж.`** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **`Номин.напряж.`** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: `Номинальный ток`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:101) Номинальный ток`** = ***`1000 A`***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный первичный ток на стороне генератора. Параметр **Номинальный ток** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для получения номинальных токов обмотки на основе номинальных данных защищаемого генератора. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности генератора.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону генератора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 2***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне генератора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = *0*

Параметры с **M I3ф1 исп.т.изм.cID** по **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне генератора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:215) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1**отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для первой назначенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны генератора.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:216) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для первой назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:217) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:218) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:219) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:220) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока заземления для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:221) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для четвертой назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:222) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для четвертой назначенной точки измерения.

5.1.3.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671 :101	Общие данные:Номинальный ток		-1 A до -1 A	0 A
ДанныеДляСт				
_:1781:14611 :130	Другие уставки:Сторона номер		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:1781:14611 :210	Другие уставки:M I3ф1 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :211	Другие уставки:M I3ф2 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :212	Другие уставки:M I3ф3 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :213	Другие уставки:M I3ф4 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :214	Другие уставки:Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID		0 до 100	0
_:1781:14611 :215	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :216	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:1781:14611 :217	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :218	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :219	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :220	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :221	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :222	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :223	Другие уставки:Несогл. ТТ Изм. I 1ф		0.000 до 100.000	0.000

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробная информация о мониторинге технологического процесса (Монитор.техн.проц.) содержится в главе *5.9.2 Структура функции*.

5.1.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671 :103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	46.60 MBA
_:1781:14671 :102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 340.000 В	1100.000 В
Измерения				
_:1781:14611 :158	Другие уставки:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертиро-вано

5.1.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

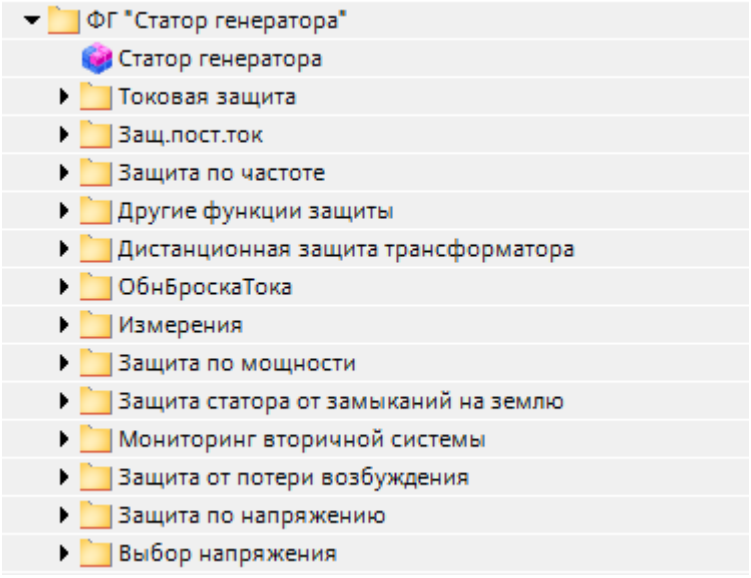
5.1.4 Тип функциональной группы - "Статор генератора"

5.1.4.1 Обзор

Все функции, необходимые для защиты и контроля генератора, работают в функциональной группе **Статор генератора**. Кроме того, функциональная группа **Статор генератора** содержит функции измерения.

Функциональная группа **Статор генератора** может быть связана интерфейсом с функциональной группой **Генератор, дифф**.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в библиотеке DIGSI 5. В зависимости от подключенных точек измерения вы можете загрузить соответствующие функции защиты и контроля в функциональной группе **Статор генератора**. Функции описаны в разделе *6 Функции защиты и автоматики*.



[sc_genueb3, 2, ru_RU]

Рисунок 5-12 Функциональная группа «Статор генератора» - Объем функции

В следующей таблице указано максимальное количество типов функциональных групп, которые могут использоваться для применяемого устройства (7UM85).

Таблица 5-4 Функциональные группы устройства

Устройство	Функциональная группа		
	Статор генератора	Сторона генератора	Генератор, дифф.
7UM85	Макс. 1 экземпляр	Макс. 4 экземпляра	Макс. 2 экземпляра

Дополнительную информацию о встраивании функций в устройство см. в главе *2 Базовая структура функции*.

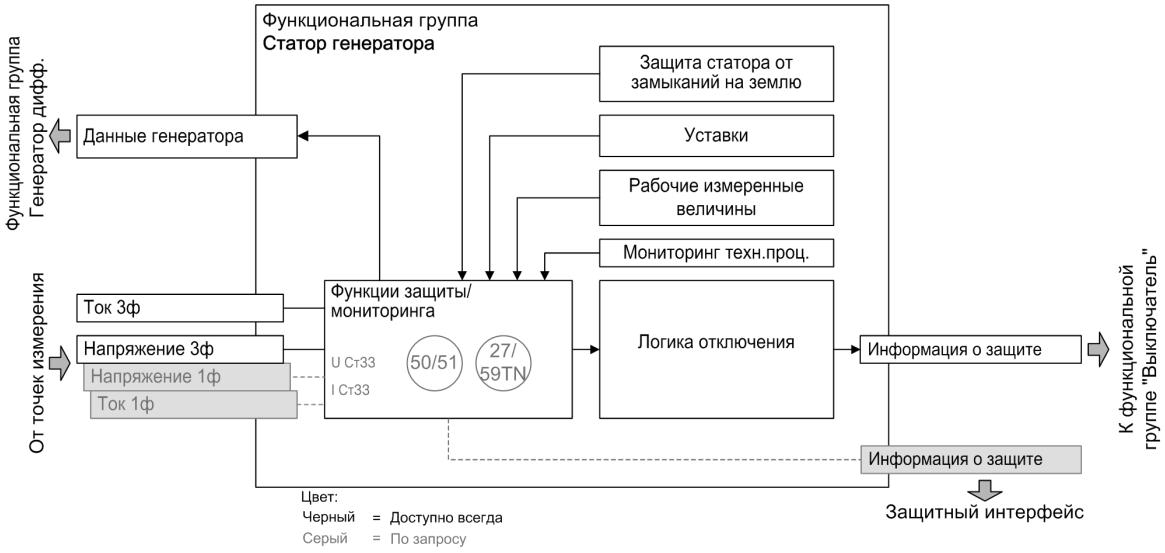
5.1.4.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Статор генератора** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные генератора
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Групповые сообщения функциональной группы

Данные функциональные блоки являются основными для функциональной группы **Статор генератора**, они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Статор генератора**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dw_fg-gnst-290115-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-13 Структура функциональной группы «Статор генератора»

Функциональная группа **Статор генератора** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- Точки измерения
- Функциональная группа **Генератор, дифф.**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Статор генератора** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения. При использовании базовой конфигурации функциональная группа **Статор генератора** уже подключена к необходимым точкам измерения.

В случае добавления функций в функциональную группу **Статор генератора** они автоматически будут получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробная информация находится в главе «Базовая структура функций».

Функциональная группа **Статор генератора** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **3-фазный ток**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа соединения трансформатора, возможны следующие варианты подключения: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Статор генератора** всегда должна быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **3-фазный ток** возможно подключить до четырех 3-фазных точек измерения тока (например, для генераторов с изолированной нейтралью необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока подключены к интерфейсу **3-фазный ток**, то суммарный ток в функциональной группе **Статор генератора** зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения. Все функции в ФГ **Статор генератора** имеют доступ к этим значениям.

- **3-фазное напряжение**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

Интерфейс связи с функциональной группой «Выключатель»

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Статор генератора** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональных групп **Выключатель**.
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Пользователь может подключить функциональную группу **Статор генератора** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **Статор генератора**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, при срабатывании функций защиты подключенной функциональной группы **Статор генератора**

Помимо установки основных параметров для функциональной группы **Статор генератора**, необходимо настроить взаимодействие защиты с ФГ **Выключатель**. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Статор генератора**.

При этом задается следующее:

- Сигналы срабатывания функций защиты, используемые для формирования команды отключения
- Функции защиты, которые запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, поскольку такое соединение необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен через интерфейс **Обмен данными между защитами**. К таким данным могут относиться:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

Сброс группы светодиодов

Используйте функцию **Сброс группы СИД**, чтобы сбросить светодиоды с запоминанием для функции в отдельной функциональной группе. Светодиоды, активированные и сохраненные различными функциональными группами, остаются активными.

Мониторинг технологического процесса

Мониторинг технологического процесса всегда присутствует в функциональной группе **Статор генератора** и не может быть удален.

Описание мониторинга технологического процесса начинается в главе *5.9.2 Структура функции*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Статор генератора** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используется только точка измерения тока.

Таблица 5-5 Доступные рабочие измеряемые величины функциональной группы «Статор генератора»

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеряемый ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_N	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная мощность (полная мощность)	МВТ	–	Активная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	–	Реактивная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная мощность (полная мощность)	МВА	–	Полная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
cos φ	Коэффициент модуля мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	–	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Если точка измерения**U 3ф** была подключена к функциональной группе **Статор генератора**, будут доступны измерения напряжения и фазы.

Учет электроэнергии не введен по умолчанию. При необходимости пользователь может загрузить эти измерения из общей библиотеки функций DIGSI 5.

В зависимости от используемых функций защиты и контроля, могут быть доступны дополнительные измерительные функции. Значения функций перечислены в **Списке сообщений** соответствующей функции защиты или контроля (см. главу *6 Функции защиты и автоматики*).



ПРИМЕЧАНИЕ

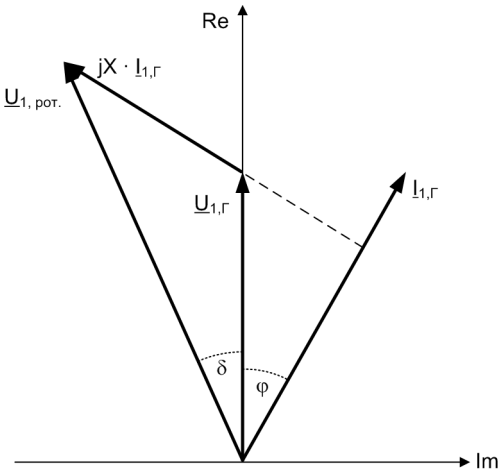
С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции*, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Активная мощность (фазоселективная): P_A, P_B, P_C
- Реактивная мощность (полная): Qсумм
- Реактивная мощность (фазоселективная): Q_A, Q_B, Q_C

Дополнительные измеренные значения

Измеренное значение	Определение	Описание
R1 (сопротивление прямой последовательности) X1 (индуктивное сопротивление прямой последовательности)	$R1 = \mathrm{Re}\left\{\frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}\right\}$ $X1 = \mathrm{Iм}\left\{\frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}\right\}$	Сопротивление прямой последовательности и индуктивное сопротивление прямой последовательности рассчитываются с помощью векторов напряжения $\underline{U}_1$ и тока $\underline{I}_1$ генератора. Эти измеренные значения поддерживают ввод защиты полного сопротивления путем измерения полного сопротивления короткого замыкания трансформатора генератора.
$\varphi_{мощность}$ (сдвиг фаз)	$\varphi = \varphi_{U1} - \varphi_{I1}$	Угол сдвига фаз - это угол между напряжением на клемме генератора и фазным током генератора. • При индуктивной нагрузке угол является положительным. • При емкостной нагрузке угол является отрицательным. Более подробную информацию можно найти в *Рисунок 5-14*.

Измеренное значение	Определение	Описание
$\delta_{ротор}$ (угол выбега ротора)	$\delta = \varphi_{U\text{-ротор}} - \varphi_{U1}$	Угол выбега ротора - это угол между напряжением ротора (внутренняя электродвижущая сила) и напряжением на клемме генератора. Он показывает фазовый сдвиг внутреннего напряжения ротора. Более подробную информацию можно найти в *Рисунок 5-14*.



[dw_syn. phasor_AMV, 1, ru_RU]

Рисунок 5-14 Общая векторная диаграмма синхронного генератора

X в *Рисунок 5-14* имеет разные значения для разных генераторов:

- Для синхронных генераторов с цилиндрическим ротором X означает синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси.
- Для явнополюсных генераторов X означает синхронное реактивное сопротивление по поперечной оси.

Единицы измерения дополнительных измеряемых величин

Измеряемые величины	Единицы измерения			Примечания
	Первичный режим	Вторичный режим	Процентный режим	
R1 (сопротивление прямой последовательности) X1 (индуктивное сопротивление прямой последовательности)	Ом	Ом	–	Во вторичном режиме, при расчете измеренных значений, учитывается отношение TH и TT в точке измерения.
$\varphi_{мощность}$ (сдвиг фаз)	°	°	°	В процентном режиме единицей измерения является °.
$\delta_{ротор}$ (угол выбега ротора)	°	°	°	В процентном режиме единицей измерения является °.

Вы можете найти эти измеренные значения в матрице ранжирования DIGSI, выполнив следующие действия:

- Откройте папку **ФГ Генератор**
- Откройте папку **Общие данные**

Кроме того, дополнительные измеренные значения могут отображаться и ранжироваться в осциллограмме.

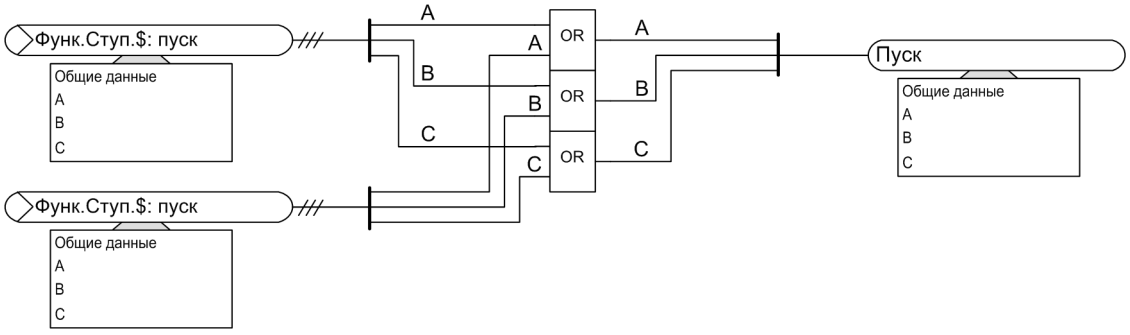
Данные генератора (независимо от стороны)

Данные генератора характеризуют данные защищаемого генератора. Данные соответствующей стороны генератора применяются для всех функций в функциональной группе **Статор генератора**.

Логика формирования групповых сообщений

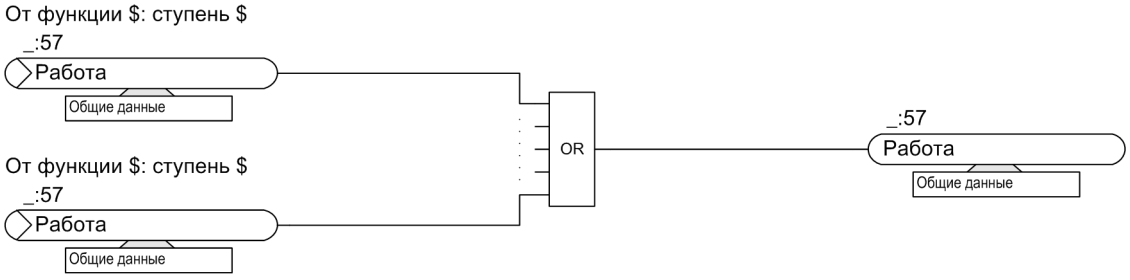
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые сигналы) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сообщения пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Статор генератора** являются фазоселективными и выводятся в виде групповых сообщений.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-15 Формирование сообщения пуска от функциональной группы «Статор генератора»



[lo_geopi1-231013-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-16 Формирование сообщение отключения от функциональной группы «Статор генератора»

5.1.4.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Как правило, функциональная группа **Статор генератора** подключается к 1 функциональной группе **Выключатель**. Функциональная группа **Выключатель** назначена выключателю генератора.

Параметр: `Ном. полная мощн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:103) Ном. полная мощн.`** = ***`46,60 MBA`***

Используя параметр **`Ном. полная мощн.`**, можно установить первичную номинальную полную мощность для защищаемого генератора. Параметр **`Ном. полная мощн.`** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **`Ном. полная мощн.`** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:102) Номин.напряж.** = ***11,00 кВ***

Используя параметр **Номин.напряж.**, можно установить первичное номинальное напряжение для защищаемого генератора. Параметр **Номин.напряж.** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный первичный ток на стороне генератора. Параметр **Номинальный ток** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для получения номинальных токов обмотки на основе номинальных данных защищаемого генератора и его обмоток. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности генератора.

Параметр: Uстат3З подключено к

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:105) Uстат3З подключено к** = ***Нейтр.точка тр-ра***

Используя параметр **Uстат3З подключено к**, вы определяете, будет ли подключена защита статора от замыкания на землю через ***Нейтр.точка тр-ра*** или ***разомкн.треуг.***.

Параметр: Синхр.реакт.сопротивл.

- Уставка по умолчанию **(_:1781:18301:101) Синхр.реакт.сопротивл.** = ***180,0 %***

Используя параметр **Синхр.реакт.сопротивл.**, можно вычислить угол выбега ротора.

- Генераторы с явнополюсными роторами
  Синхронное реактивное сопротивление по поперечной оси используется в качестве уставки параметра **Синхр.реакт.сопротивл.**.
- Синхронные генераторы с цилиндрическим ротором
  Синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси используется в качестве уставки параметра **Синхр.реакт.сопротивл.**.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону генератора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 2***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне генератора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = *0*

Параметры с **M I3ф1 исп.т.изм.cID** по **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне генератора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:215) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1**отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для первой назначенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны генератора.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:216) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для первой назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:217) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:218) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:219) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:220) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока заземления для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:221) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для четвертой назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:222) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для четвертой назначенной точки измерения.

5.1.4.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671 :101	Общие данные:Номинальный ток		1 A до 100000 A	1000 A
ДанныеДляСт				
_:1781:14611 :130	Другие уставки:Сторона номер		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2	не назначено
_:1781:14611 :210	Другие уставки:M I3ф1 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :211	Другие уставки:M I3ф2 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :212	Другие уставки:M I3ф3 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :213	Другие уставки:M I3ф4 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611 :214	Другие уставки:Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID		0 до 100	0
_:1781:14611 :215	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :216	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :217	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :218	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :219	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :220	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:1781:14611 :221	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:1781:14611:222	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн		0.000 до 100.000	0.000

5.1.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	46.60 MBA
_:1781:14671:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 340.000 В	1100.000 В
_:1781:14671:101	Общие данные:Номинальный ток		-1 A до -1 A	0 A
ЗащСтатЗгарм.				
_:1781:14671:105	Общие данные:Uстат33 подключено к		• Нейтр.точка тр-ра • разомкн.треуг. • не подключен	Нейтр.точка тр-ра
Измерения				
_:1781:14611:158	Другие уставки:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано
Доп.изм.велич.				
_:1781:18301:101	Доп.изм.велич.:Синхр. реакт.сопротивл.		30.0 % до 300.0 %	180.0 %

5.1.4.6 Список сообщений

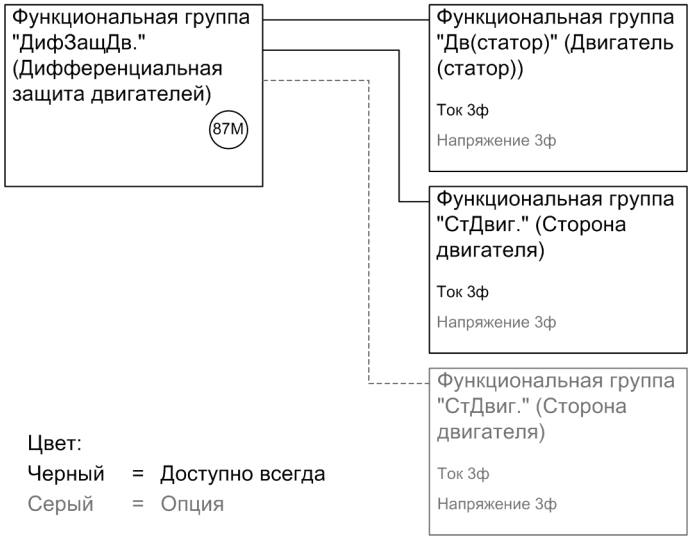
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.2 Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита двигателя"

5.2.1 Типы функциональных групп

Для дифференциальной защиты двигателей используйте функциональную группу **Дв(статор)**. Эта функциональная группа работает аналогично функциональной группе **Двигатель**, она также включает все уставки и интерфейсы, необходимые для дифференциальной защиты.

На следующем рисунке представлена структура взаимосвязей функциональных групп с **дифференциальной защитой двигателя**.



[dwfguebs-040713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-17 Взаимосвязи функциональных групп с дифференциальной защитой двигателя

В библиотеке DIGSI 5 в папке ФГ "ДифЗащДв" представлены следующие функциональные группы: ДифЗащДв

- **Дв(статор)**
- **ДифЗащДв**
- **Сторона двигателя (СтДвиг.)**

Указанные функциональные группы содержатся в папке ФГ **ДифЗащДв**. В папках с функциональными группами находятся функции защиты, которые могут работать внутри соответствующей функциональной группы. В базовой конфигурации, по умолчанию, SIPROTEC содержит одну функциональную группу **ДифЗащДв**, всегда включает 1 функциональную группу **Двигатель (статор)** и до 2 функциональных групп **Сторона двигателя**

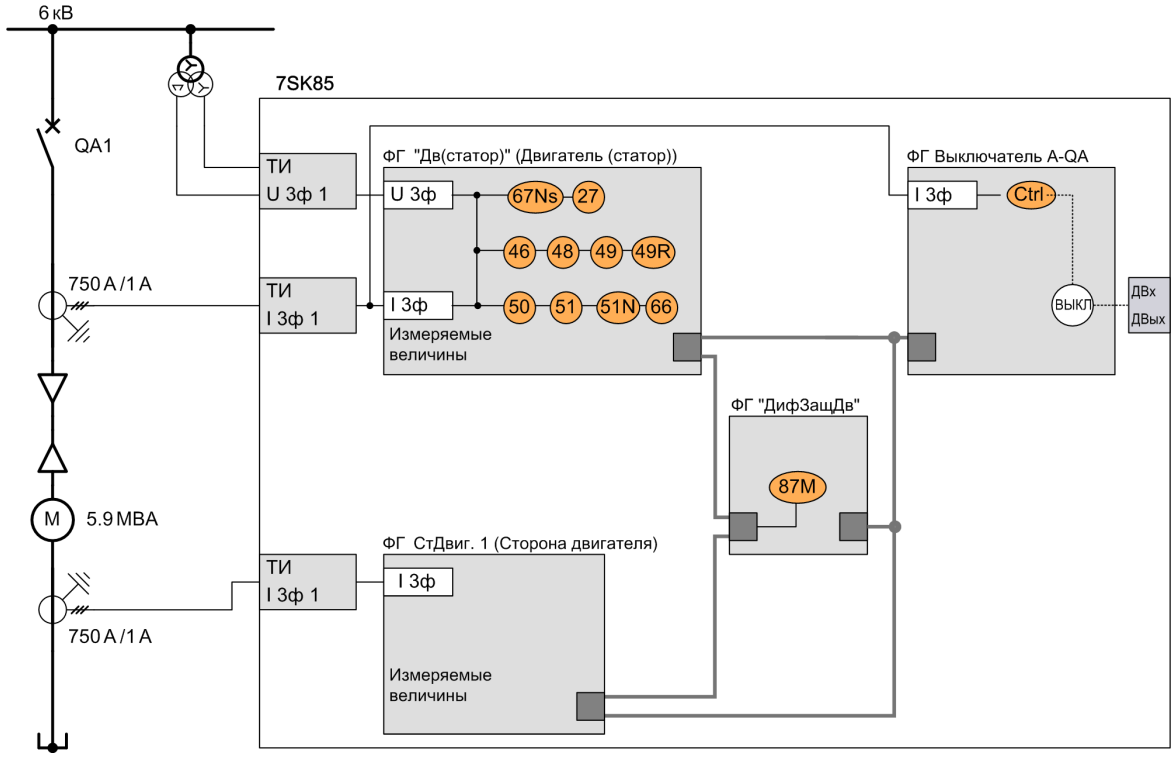
В следующей таблице указано количество функциональных групп, которые могут использоваться в зависимости от типа применяемого устройства (7SK85).

Таблица 5-6 Функциональные группы устройства

Устройство	Функциональная группа		
	ДифЗащДв	**Сторона двигателя (СтДвиг.)**	**Дв(статор)**
7SK85	Макс. 10	Макс. 20	Макс. 20

Для правильной работы функций дифференциальной защиты электродвигателя необходимо наличие соответствующих соединений между функциональными группами. В перечне отсутствует функциональная группа Выключатель.

Пример применения на следующем рисунке представляет собой один из вариантов использования функциональных групп и их связи. На рисунке представлена организация РЗА электродвигателя. Пользователю доступны две функциональные группы, необходимые для сторон электродвигателя, привязанные к соответствующим сторонам электродвигателя, обе они соединены с дифференциальной защитой. Кроме того, на стороне высокого напряжения доступен трансформатор напряжения. Здесь, например, можно контролировать отклонения напряжения и частоты. Требуемые уставки защиты задаются в зависимости от системы.



[dwMotorDiff-Stator-231013, 1, ru_RU]

Рисунок 5-18 Пример соединения функциональных групп для дифференциальной защиты двигателя

Таблица 5-7 Привязка дифференциальной защиты к сторонам объекта

	ДифЗащДв 1
Статор 1 (Дв(статор))	X
Сторона двигателя 1	X

Каждая функциональная группа подробнее описывается далее.

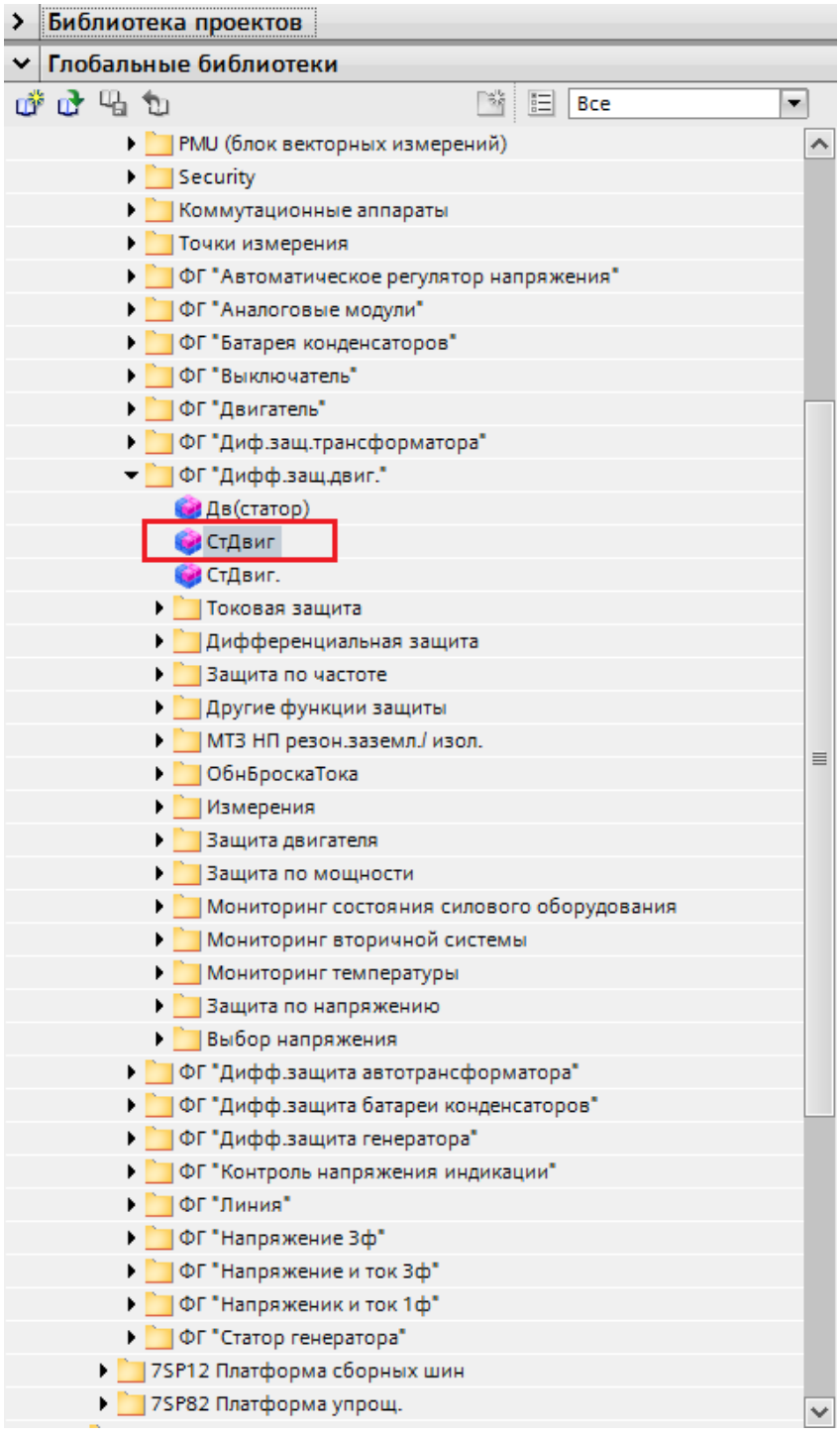
5.2.2 Тип функциональной группы - "Дифференциальная защита двигателя"

5.2.2.1 Обзор

Функциональная группа **ДифЗащДв** содержит функцию дифференциальной защиты и соответствующие измеряемые величины.

Дополнительная информация приведена в главе *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI. В функциональную группу **Дифференциальная защита двигателя** можно загрузить только функцию дифференциальной защиты.



[scfgmsdi-170713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-19 Обзор функций ФГ "ДиффЗащДв"

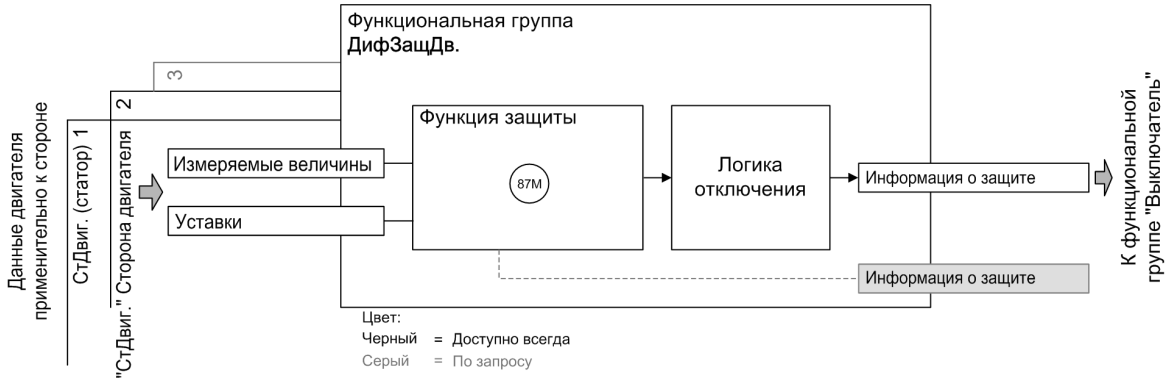
Более подробную информацию о составе функций в устройстве см. в главе *2 Базовая структура функции*.

5.2.2.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **ДифЗащДв** в соответствии с *5.2.2.1 Обзор* имеет интерфейсы с функциональными группами **Сторона двигателя**, **Двигатель (Статор)** и **Выключатель**. Функциональная группа **ДифЗащДв** содержит следующие функциональные блоки:

- Функция защиты (реализация функции дифференциальной защиты).
- Логика отключения (формирование сообщений о срабатывании)

Для обеспечения работоспособности защиты функция дифференциальной защиты должна быть постоянно доступной в функциональной группе **ДифЗащДв**. Если Вы не используете шаблон приложений, то доступна загрузка данной функции из общей библиотеки DIGSI 5.



[dwfgmost-030713-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 5-20 Структура функциональной группы ДифЗащДв

Функциональная группа **ДифЗащДв** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- Функциональная группа **СтДвиг.**
- Функциональная группа **Дв(статор)**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейс связи с функциональной группой «Выключатель»

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **ДифЗащДв** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы **«Выключатель»**
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Пользователь может подключить функциональную группу **ДифЗащДв** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **ДифЗащДв**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, при срабатывании функций защиты подключенной функциональной группы **ДифЗащДв**

Кроме установки основных параметров для функциональной группы **ДифЗащДв**, необходимо настроить взаимодействие защиты с ФГ **Выключатель**. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **ДифЗащДв**.

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, поскольку такое соединение необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Сброс группы светодиодов

С помощью функции **Сброс груп.СИД** вы можете сбросить светодиоды с запоминанием, на которые заранжированы сигналы данной функциональной группы, при этом светодиоды привязанные к сигналам других функциональных групп сохранят свое состояние.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен через интерфейс **Обмен данными между защитами**. К таким данным могут относиться:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

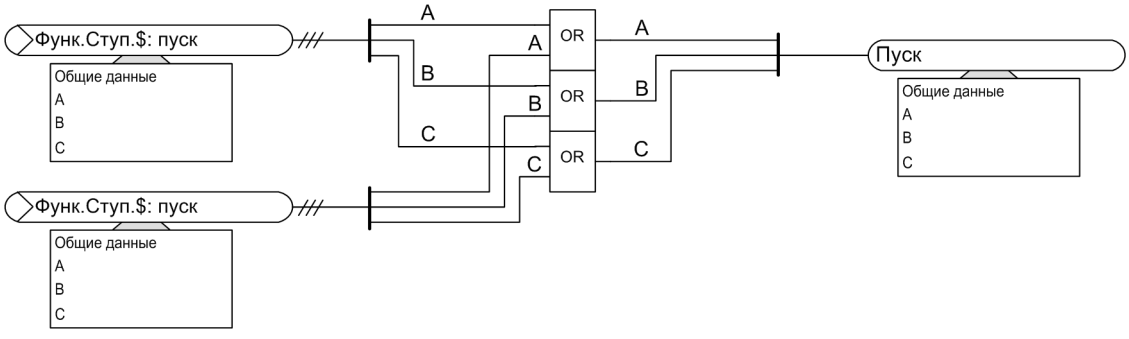
Данные электродвигателя (общие)

Данные электродвигателя характеризуют защищаемый электродвигатель. Показаны данные, относящиеся к дифференциальной защите. Функциональная группа **ДифЗащДв** получает эти данные от групп **Дв(статор)** и **СтДвиг**.

Логика формирования групповых сообщений

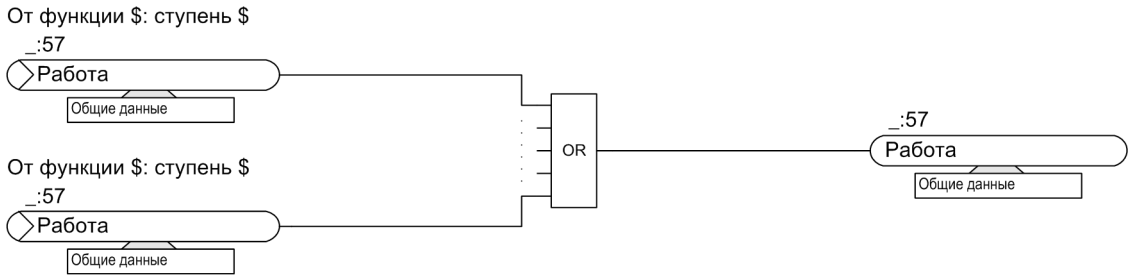
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля функциональной группы **ДифЗащДв** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-21 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы Дифференциальная защита двигателя



[lo_geopi1-231013-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-22 Формирование сигнала пуска функциональной группы Дифференциальная защита двигателя

5.2.2.3 Список сообщений

Информация	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общее: Состояние	ENS	O
_:91:53	Общее: Состояние	ENS	O
Групповое сообщение			
_:4501:55	Групповое сообщение: срабатывание	ACD	O
_:4501:57	Групповое сообщение: сообщение о срабатывании	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сбросить светодиод ФГ: >Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сбросить светодиод ФГ: Сброс СИД	SPS	O

5.2.3 Функциональная группа "СтДвиг." (Сторона двигателя)

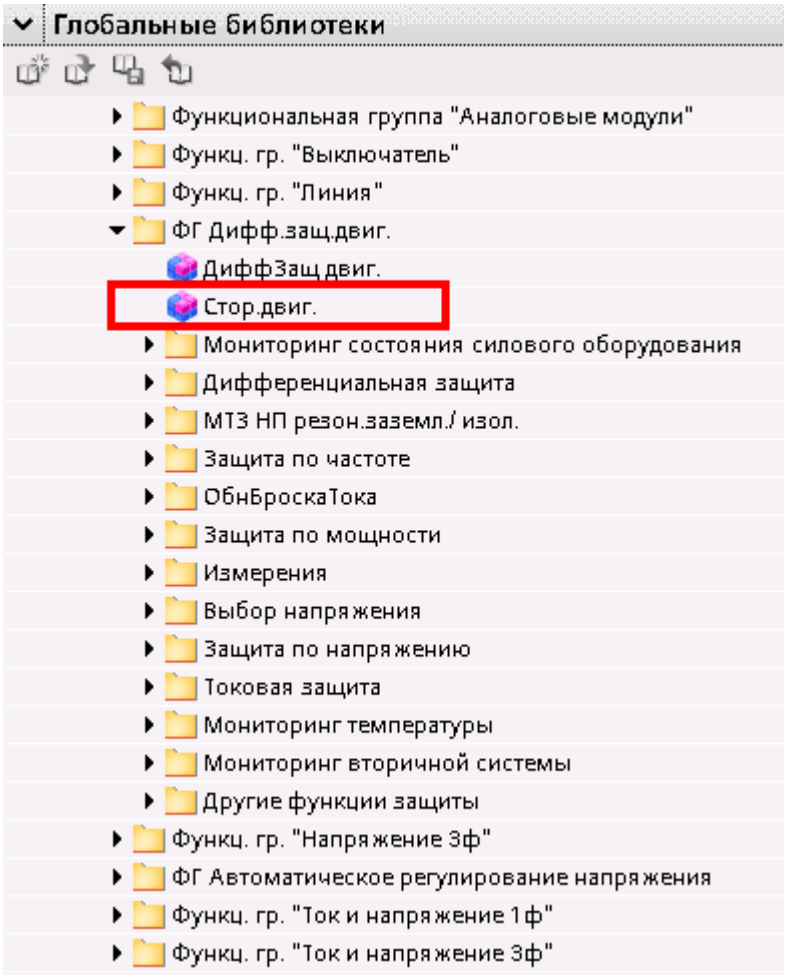
5.2.3.1 Обзор

В функциональной группе **Сторона двигателя** могут использоваться все функции, необходимые для защиты и контроля стороны двигателя. Функциональная группа **Сторона двигателя** также содержит функции измерения.

Дополнительная информация приведена в главе *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*.

Функциональная группа **Сторона двигателя** всегда должна быть связана интерфейсом с функциональной группой **ДиффЗащДв**.

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI 5. В зависимости от подключенных точек измерения в ФГ **Сторона двигателя** возможно загрузить определенные функции защиты и контроля. Функции описаны в разделе *6 Функции защиты и автоматики*.



[scfgmssd-170713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-23 Обзор функций ФГ СтДвиг.

Более подробную информацию о составе функций в устройстве см. в главе *2 Базовая структура функции*.

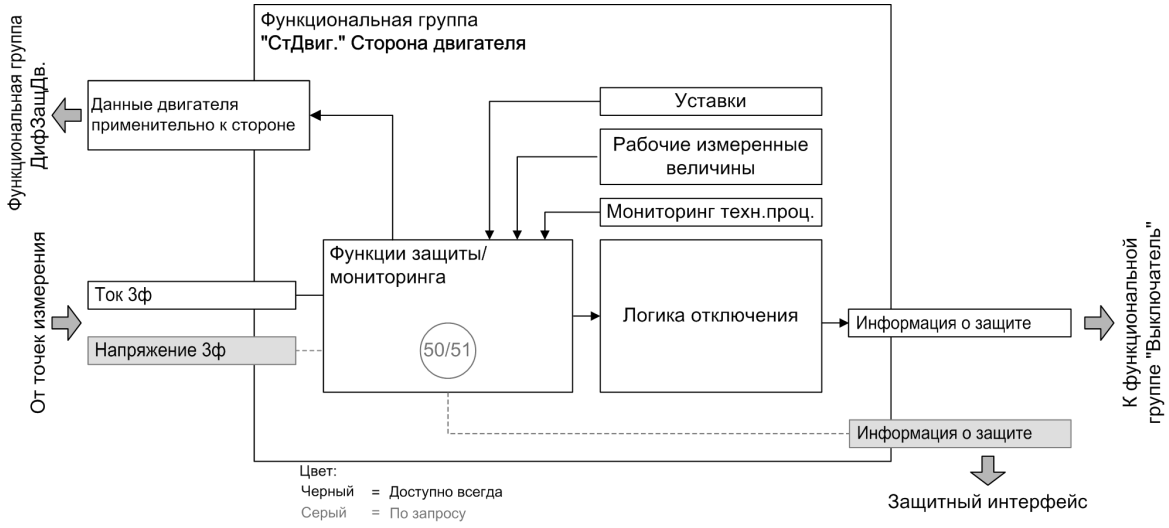
5.2.3.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **сторона двигателя (СтДвиг.)** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные соответствующей стороны электродвигателя
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Групповые сообщения функциональной группы

Данные блоки являются необходимыми для функциональной группы **СтДвиг.** и не могут быть изменены или удалены.

Вы можете загрузить функции защиты и контроля, необходимые для применения в функциональной группе **СтДвиг**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwfgmosi-030713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-24 Структура функциональной группы СтДвиг.

Функциональная группа **СтДвиг.** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Дифференциальная защита двигателя (ДифЗащДв)**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **СтДвиг.** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения. При использовании базовой конфигурации функциональная группа **СтДвиг.** уже подключена к необходимым точкам измерения.

В случае добавления функций в функциональную группу **СтДвиг.**, они автоматически будут получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробную информацию можно найти в главе *2 Базовая структура функции*.

Функциональная группа **Двиг.** поддерживает интерфейсы со следующими точками измерения:

- **`3-фазный ток`**

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$.

  Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **СтДвиг.** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **`3-фазный ток`** можно подключить до **четырех** 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока подключены к интерфейсу **3-фазный ток**, то суммарный ток в функциональной группе **СтДвиг.** зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения. Все функции в ФГ **СтДвиг.** имеют доступ к этим значениям.

- **3-фазное напряжение** (опция):

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

  Подключение интерфейса **U 3ф.** является необязательным. Это подключение необходимо только в случае, если используются защитные функции, требующие измерения напряжения.

Интерфейс связи с функциональной группой «Выключатель»

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Сторона двигателя** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы «Выключатель»
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Пользователь может подключить функциональную группу **Сторона двигателя** к одной или нескольким функциональным группам **Выключатель**. Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели действуют защитные функции функциональной группы **Сторона двигателя (СтДвиг.)**
- Запуск функции **УРОВ**, если она доступна в функциональной группе **Выключатель**, через защитные функции подключенной функциональной группы **СтДвиг.**

Кроме установки основных параметров для функциональной группы **Сторона двигателя**, необходимо настроить взаимодействие защиты с ФГ **Выключатель**. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **СтДвиг**.

При этом задается следующее:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие функции защиты запускают функцию **УРОВ**

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, поскольку такое соединение необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и интерфейсом обмена данными защиты происходит посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

Сброс группы светодиодов

С помощью функции **Сброс груп.СИД** вы можете сбросить светодиоды с запоминанием, на которые заранжированы сигналы данной функциональной группы, при этом светодиоды привязанные к сигналам других функциональных групп сохранят свое состояние.

Мониторинг технологического процесса

Мониторинг технологического процесса всегда присутствует в функциональной группе **СтДвиг.** и не может быть удален. Мониторинг технологического процесса контролирует следующую информацию в функциональной группе **СтДвиг.**:

- Токовый критерий:
  Обнаружение отключенного/включенного состояния стороны электродвигателя на основе анализа величины протекающего тока
- Обнаружение включения:
  Обнаружение включения стороны электродвигателя.
- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна всем функциям, используемым в функциональной группе **СтДвиг**.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **СтДвиг.** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используются только точки измерения тока (без использования точки измерения напряжения).

Таблица 5-8 Измеряемые рабочие величины функциональной группы Сторона двигателя (СтДвиг.)

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеряемый ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_N	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
φ	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная мощность (полная мощность)	МВТ	–	Активная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	–	Реактивная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная мощность (полная мощность)	МВА	–	Полная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Cos φ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	–	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.х} \cdot I_{ном.ф.х}$

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Если точка измерения **U-3фазн.** была подключена к функциональной группе **СтДвиг.**, будут доступны измерения напряжения и фазы.

Учет электроэнергии не введен по умолчанию. При необходимости пользователь может загрузить эти измерения из общей библиотеки функций DIGSI 5.

В зависимости от используемых функций защиты и контроля, могут быть доступны дополнительные измерительные функции. Значения функций перечислены в **Списке сообщений** соответствующей функции защиты или контроля (см. главу *6 Функции защиты и автоматики* и *8 Функции контроля*).

ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Рсумм
- Активная мощность (фазоселективная): P_A, P_B, P_C
- Реактивная мощность (полная): Qсумм
- Реактивная мощность (фазоселективная): Q_A, Q_B и Q_C

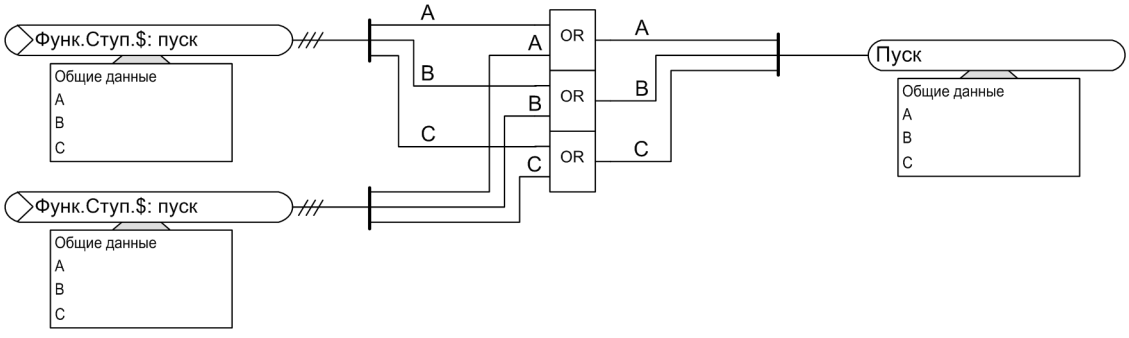
Данные электродвигателя (для соответствующей стороны)

Данные электродвигателя характеризуют защищаемый электродвигатель. Данные соответствующей стороны электродвигателя применяются для всех функций в функциональной группе **СтДвиг**.

Логика формирования групповых сообщений

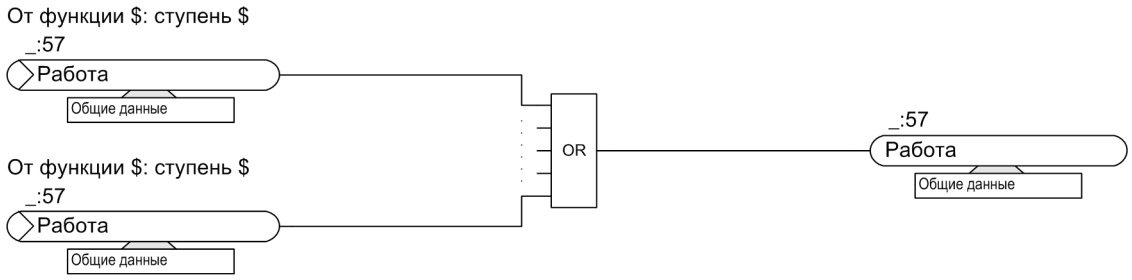
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля функциональной группы **СтДвиг.** объединяются в одну группу сигналов.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-25 Формирование сигнала пуска функциональной группы СтДвиг.



[lo_geopi1-231013-01, 2, ru_RU]

Рисунок 5-26 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы СтДвиг.

5.2.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой Выключатель

Как правило, функциональная группа **СтДвиг.** подключается к 1 функциональной группе **Выключатель**. Но в общем случае для одной стороны может быть назначено несколько **выключателей**.

Параметр: `Ном. полная мощн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:103) Ном. полная мощн.`** = ***`692,82 MBA`***

Используя параметр **`Ном. полная мощн.`**, можно установить номинальное междуфазное напряжение защищаемого двигателя. Параметр **`Ном. полная мощн.`** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **`Ном. полная мощн.`** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: `Ном. напряж. двигателя`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:102) Ном. напряж. двигателя`** = ***`400,00 кВ`***

Используя параметр **`Ном. напряж. двигателя`**, можно установить номинальное междуфазное напряжение защищаемого двигателя. Параметр **`Ном. напряж. двигателя`** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **`Ном. напряж. двигателя`** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу IEC 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: `Ном. ток двигателя`

- Уставка по умолчанию **`(_:1781:14671:101) Ном. ток двигателя`** = ***`1000 A`***

Параметр **`Ном. ток двигателя`** отображает номинальный первичный ток на стороне двигателя. Параметр **`Ном. ток двигателя`** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **`Ном. напряж. двигателя`** и **`Ном. полная мощн.`**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для получения номинальных токов обмотки на основе номинальных данных защищаемого двигателя и его обмоток. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности двигателя.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону двигателя, для которой действительны текущие установки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 3***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне двигателя.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = *0*

Параметры от **M I3ф1 исп.т.изм.cID** до **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне двигателя. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:215) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для первой назначенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны двигателя.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:216) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для первой назначенной точки измерения.

Параметр Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2 отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:217) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:218) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для второй назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:219) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:220) Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:221) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для четвертой назначенной точки измерения.

Параметр: Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:222) Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** = *0,000*

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для четвертой назначенной точки измерения.

5.2.3.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	Условия	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671:101	Ном. ток двигателя		от 1 до 100000 A	1000 A
ДанныеДляСт				
_:1781:14611:130	Сторона номер		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3	не назначено
_:1781:14611:210	M I3ф1 исп.т.изм.clD		от 0 до 100	0
_:1781:14611:211	M I3ф2 исп.т.изм.clD		от 0 до 100	0
_:1781:14611:212	M I3ф3 исп.т.изм.clD		от 0 до 100	0
_:1781:14611:213	M I3ф4 исп.т.изм.clD		от 0 до 100	0
_:1781:14611:215	Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:216	Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:217	Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:218	Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:219	Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:220	Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:221	Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4		от 0,010 до 100,000	0,000
_:1781:14611:222	Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн		от 0,010 до 100,000	0,000

5.2.3.5 Параметр

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:91:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:91:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 272000.000 В	40000.000 В
_:91:101	Общие данные:Номинальный ток		-1 А до -1 А	0 А
ДанныеДляСт				
_:91:149	Общие данные:Нейтраль		• заземленная • изолированная	изолированная
_:91:104	Общие данные:Тип соединения обмотки		• Y (звезда) • D (треугольник) • Z (зигзаг)	Y (звезда)
_:91:100	Общие данные:Номер вект.группы		0 до 11	0
_:91:130	Общие данные:Сторона номер		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:91:210	Общие данные:M I3ф1 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:91:211	Общие данные:M I3ф2 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:91:212	Общие данные:M I3ф3 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:91:213	Общие данные:M I3ф4 исп.т.изм.clD		0 до 100	0
_:91:214	Общие данные:Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID		0 до 100	0
_:91:215	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:91:216	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:91:217	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:91:218	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:91:219	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:91:220	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0		0.000 до 100.000	0.000
_:91:221	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:91:222	Общие данные:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн		0.000 до 100.000	0.000
_:91:223	Общие данные:Несогл. ТТ Изм. I 1ф		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Измерения				
_:91:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.2.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

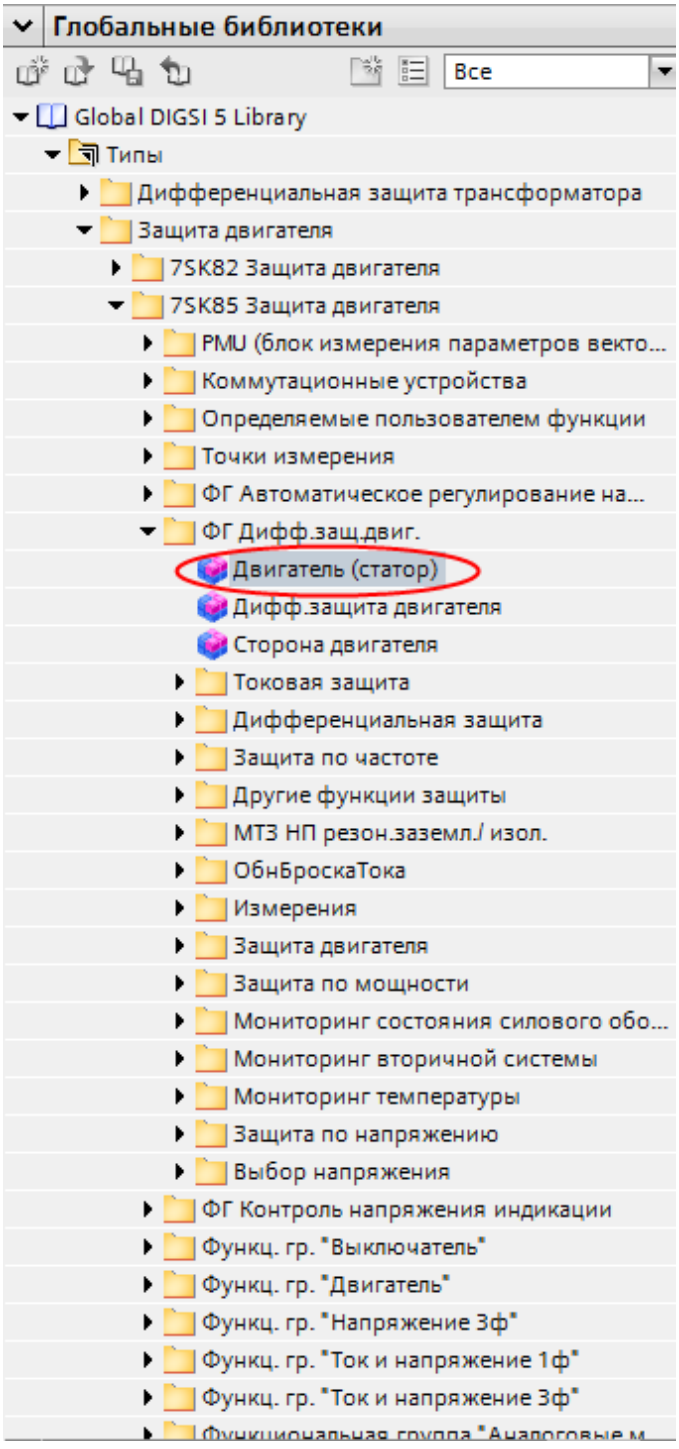
5.2.4 Тип функциональной группы - "Двигатель (статор)"

5.2.4.1 Обзор

Функциональная группа **Дв(статор)** необходима только если для двигателя используется дифференциальная защита. В этом случае функциональная группа **Дв(статор)** заменяет функциональную группу **Двигатель**. То есть все функции, которые необходимы для защиты и контроля двигателя (исключение: дифференциальная защита двигателя), используются в функциональной группе **Двигатель** . Функциональные группы **Дв(статор)** и **Двигатель** являются идентичными,но **Дв(статор)** может использоваться для дифференциальной защиты двигателя (ДифЗащДв).

Функциональная группа **Дв(статор)** обязательно должна быть связана через интерфейс с функциональной группой **ДифЗащДв** .

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI 5. В зависимости от подключенных точек измерения в **Дв(статор)** можно загрузить различные функции защиты и контроля. Описание функций содержится в главе Функции защиты и автоматики.



[scfgmost-170713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-27 Обзор функций для функциональной группы Дв(статор)

Более подробную информацию о составе функций в устройстве можно найти в главе 2.

5.2.4.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Дв(статор)** работает аналогично функциональной группе **Двигатель**. Она содержит дополнительные данные двигателя, относящиеся к дифференциальной защите.

Для получения более подробной информации о функциональной группе **Двигатель** см. руководство по защите двигателя (C53000-G5040-C024).

5.2.4.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Как правило, функциональная группа **Дв(статор)** подключается к 1 функциональной группе **Выключатель**. Но в общем случае для одной стороны может быть назначено несколько **выключателей**.

Параметр: **Ном. полная мощн.**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальное линейное напряжение защищаемого электродвигателя. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: **Ном. напряж. двигателя**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:102) Ном. напряж. двигателя** = ***400,00 kB***

Параметр **Ном. напряж. двигателя** задает первичное номинальное напряжение защищаемого двигателя. Параметр **Ном. напряж. двигателя** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. напряж. двигателя** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: **Ном. ток двигателя**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14671:101) Ном. ток двигателя** = ***1000 A***

Параметр **Ном. ток двигателя** отображает номинальный первичный ток на стороне электродвигателя. Параметр **Ном. ток двигателя** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Ном. напряж. двигателя** и **Ном. полная мощн.**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для получения номинальных токов обмотки на основе номинальных данных защищаемого электродвигателя и его обмоток. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности электродвигателя.

Параметр: **Сторона номер**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону электродвигателя, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 3***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне электродвигателя.

Параметр: **M I3ϕ1 исп.т.изм.cID**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:210) M I3ϕ1 исп.т.изм.cID** = ***0***

Параметры от **M I3ϕ1 исп.т.изм.cID** до **M I3ϕ4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ϕ 1** до **MI3ϕ 4**), привязанные к стороне электродвигателя. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 1**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:215) Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 1** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 1**отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для первой назначенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны двигателя.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 1 3I0**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:216) Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 1 3I0** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 1 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для первой назначенной точки измерения.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 2**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:217) Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 2** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 2** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для второй назначенной точки измерения.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 2 3I0**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:218) Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 2 3I0** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 2 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для второй назначенной точки измерения.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 3**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:219) Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 3** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 3** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 3 3I0**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:220) Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 3 3I0** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I-3ϕ 3 3I0** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока заземления для третьей назначенной точки измерения.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 4**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:221) Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 4** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 4** отображает коэффициент коррекции амплитуды фазных токов для четвертой назначенной точки измерения.

Параметр: **Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 4 Iн**

- Уставка по умолчанию **(_:1781:14611:222) Несогл.ТТ Изм. I 3ϕ 4 Iн** = ***0,000***

Параметр **Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн** отображает коэффициент коррекции амплитуды тока нулевой последовательности для четвертой назначенной точки измерения.

5.2.4.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, приведенные ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и недоступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:1781:14671:101	Общие данные:Ном. ток двигателя		от 1 A до 100 000 A	1000 A
Данные стороны				
_:1781:14611:130	Другие уставки:Сторона номер		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3	не назначено
_:1781:14611:210	Другие уставки:M I3ф1 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611:211	Другие уставки:M I3ф2 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611:212	Другие уставки:M I3ф3 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611:213	Другие уставки:M I3ф4 исп.т.изм.cID		0 до 100	0
_:1781:14611:215	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 1		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:216	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 1 3I0		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:217	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 2		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:218	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 2 3I0		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:219	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 3		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:220	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I-3ф 3 3I0		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:221	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4		0,010 ..100,000	0,000
_:1781:14611:222	Другие уставки:Несогл.ТТ Изм. I 3ф 4 Iн		0,010 ..100,000	0,000

5.2.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:1781:14671:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA
_:1781:14671:102	Общие данные:Ном. напряж. двигателя		0.40 кВ до 800.00 кВ	400.00 кВ

5.2.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы		O
_:91:53	Общие данные:Статус исправности		O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск		O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа		O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД		I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены		O
Тепл.мод.рот.			
_:11161:500	Тепл.мод.рот.:>Сброс тепл.модели		I
_:11161:304	Тепл.мод.рот.:Сброс тепл.модели		O
_:11161:303	Тепл.мод.рот.:Состояние		O
_:11161:302	Тепл.мод.рот.:Θ		O
Обнар.включ.			
_:1711:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен		I
_:1711:4681:300	Обнар.включ.:Включение		O
Обнаруж.пуска			
_:1711:11131:300	Обнаруж.пуска:Состояние		O

5.2.5 Мониторинг двигателя

5.2.5.1 Обзор функций

Функция **Мониторинг двиг.**:

- Определяет включение и отключение выключателя путем контроля тока (**Критерий протекания тока**)
- Определяет включение выключателя при запуске двигателя (**Обнаружение включения**)
- Определяет следующие состояния двигателя: работа, запуск или останов (**Определение состояния двигателя**)
- Определяет повторное подключение сети после продолжительного периода отключения (**Функция обнаружения холодного пуска**)

5.2.5.2 Структура функции

Функция **Мониторинг двиг.** используется в защитной функциональной группе **Двигатель** . Заводская настройка функции **Мониторинг двиг.** включает 1 **Критерий протекания тока**, 1 **Обнаружение включения** и 1 **Определение состояния двигателя**. Эти функциональные блоки не могут быть удалены или загружены из библиотеки DIGSI. 1 Функциональный блок **Функция обнаружения холодного пуска** может быть дополнительно загружен из библиотеки DIGSI.

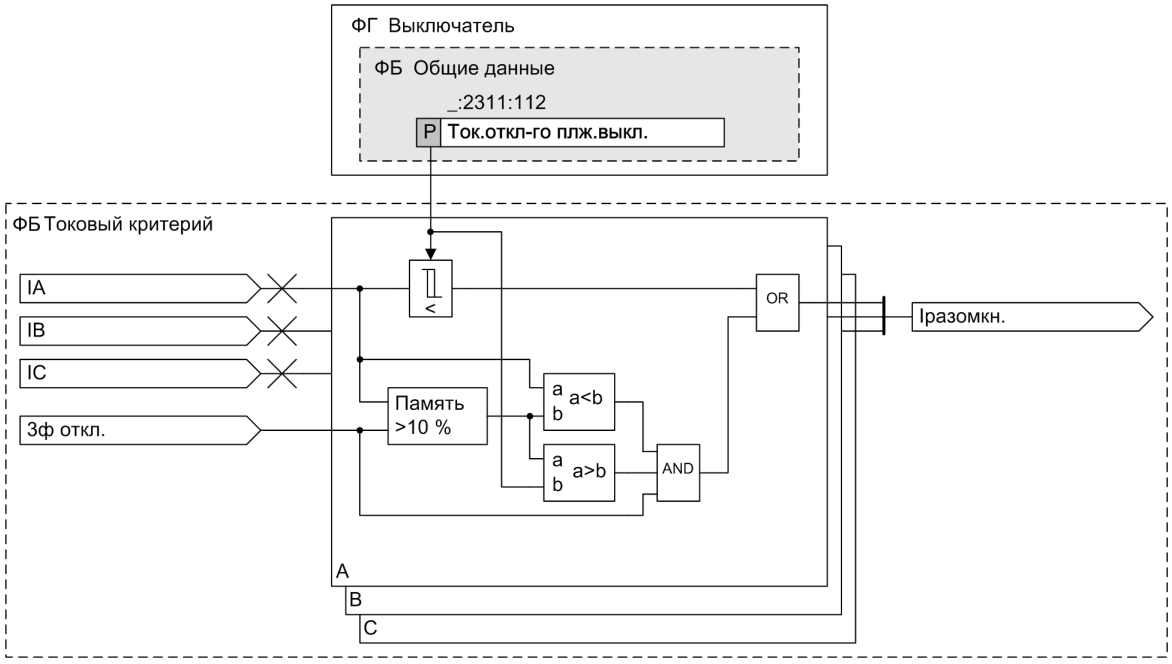


[dwrmotmo-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 5-28 Структура/реализация функции

5.2.5.3 Токовый критерий определения состояния объекта

Логика



[locbprot-230812-23.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-29 Логическая схема функционального блока с Ток.критерий

Сигнал *Iразомкн.* одной фазы генерируется в случае, если выполнено одно из следующих условий:

- Ток в фазе становится меньше уставки **`Ток.уст. откл.плж.выкл.`** Наличие гистерезиса обеспечивает стабилизацию сигнала.
- Ток в фазе становится меньше 10% фазного тока в момент появления команды отключения. Это позволяет быстро определить отключенное состояние даже в случае длительного переходного процесса во вторичных цепях ТТ при больших токах КЗ.

Параметр **`Ток.уст. откл.плж.выкл.`** определяет минимальный ток, при котором выключатель считается отключенными, и соответственно, двигатель. Параметр находится в функциональной группе **Выключатель**. Он участвует в логике определения положения выключателя, а также в логике функции **Мониторинг двиг.** в группе **Двигатель**.

5.2.5.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий)

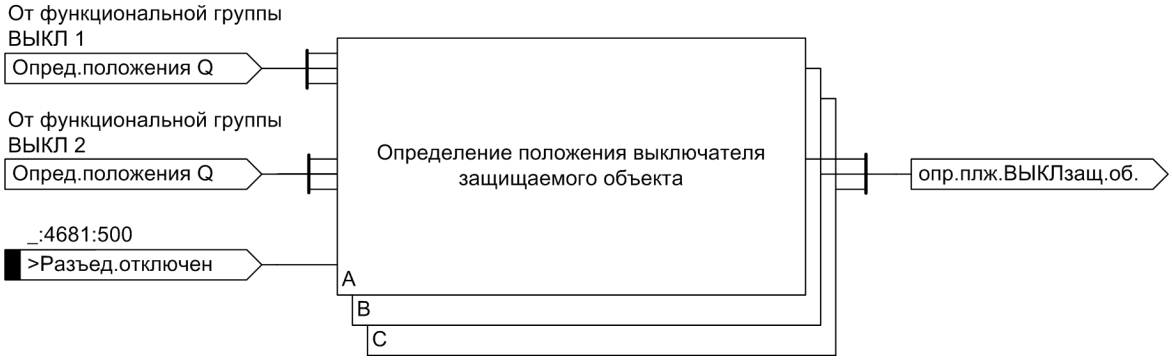
Параметр: `Ток.откл-го плж.выкл.`

Подробное описание настройки параметра **`Ток.откл-го плж.выкл.`** см. в главе *5.7.3 Указания по применению и вводу уставок* для ФГ **Выключатель**.

5.2.5.5 Определения положения выключателя для двигателя

Следующая логика применима для случая, когда коммутационное состояние двигателя (защищаемого объекта) зависит от состояния нескольких выключателей.

Логика



[locbprot-230812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-30 Логическая схема определения состояния выключателя для функционального блока защищаемого объекта

Функциональный блок **Выключ.** в функциональной группе **Выключатель** предоставляет информацию о состоянии выключателя. Если защищаемый объект запитан через 2 выключателя (например, полуторная схема РУ), то состояние защищаемого объекта необходимо определять по положению обоих выключателей. В таком случае состояние выключателя для функционального блока **Защищаемый объект** выполняет связь состояний отдельных выключателей. Данный сигнал предоставляет информацию о *положении выключателя для защищаемого объекта* для других функций, запрашивающих такую информацию. Таковыми могут быть функция **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)** и функциональный блок **Обнаружение холодного пуска** .

Если выполняется одно из следующих 2 условий, сообщение *опр.плж.ВЫКЛзащ.об.* переходит в *Отключено*:

- Все подключенные выключатели находятся в отключенном состоянии.
- Входной сигнал *>Разъед.отключен* активен.

Если выполняются оба нижеприведенные условия, сообщение *опр.плж.ВЫКЛзащ.об.* предполагает состояние *Включено*:

- Хотя бы один подключенный выключатель находится во включенном состоянии.
- Входной сигнал *>Разъед.отключен* не активен.

5.2.5.6 Обнаружение включения

Логика



[loclodet-230812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-31 Логическая схема функционального блока обнаружения включения

Благодаря функциональному блоку **Обнар.включ.** устройство определяет, будет ли подключен защищаемый объект к энергосистеме в случае включения выключателя.

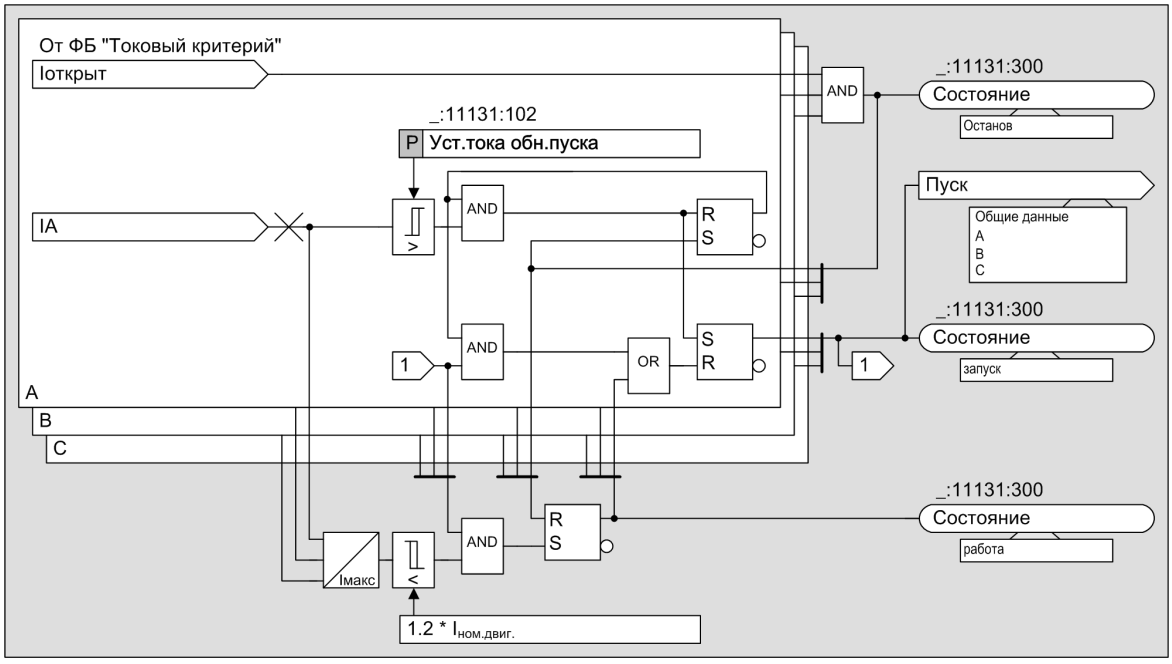
Сообщение *Включение* и внутренний сигнал *Разреш.включения* становятся активными, как только активируется внутренний сигнал *Ручное включение* (полученный от функционального блока **Ручное включение** в функциональной группе **Выключатель**).

После формирования сигнала *Разреш.включения, если включение осуществляется на КЗ* функция **Включ. на КЗ**производит мгновенное отключение.

Для получения дополнительной информации о функции см. главу *6.48.1 Обзор функций* .

5.2.5.7 Определение состояния двигателя

Логика



[lomostde-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-32 Логическая схема функционального блока определения состояния двигателя

Состояние двигателя

Информация о состоянии двигателя используется определенной функцией защиты двигателя, например, функцией **Контроль времени пуска двигателя**. Кроме того, информация доступна для пользователя через сообщение *Состояние*. Функциональный блок **Определение состояния двигателя** определяет следующие состояния двигателя: *запуск*, *работа*, *остановка*.

3 состояния двигателя зависят друг от друга. Если двигатель находится в состоянии *останов*, то оно может измениться только на состояние *запуск*, но не может измениться сразу на состояние *работа*. Если двигатель находится в состоянии *запуск*, то оно может измениться на состояние *работа* или *останов*. Если двигатель находится в состоянии *работа*, то оно может измениться только на состояние *останов*, но не может измениться на состояние *запуск*.

Критерии изменения состояний двигателя:

- Из состояния *останов* в состояние *запуск*

  Если двигатель находится в состоянии *останов*, а максимальный ток всех 3 фаз двигателя больше, чем параметр **Уст.тока обн.пуска**, двигатель переходит в состояние *запуск*.

- Из состояния *запуск* в состояние *работа*

  Если двигатель находится в состоянии *запуск* а максимальный ток всех 3 фаз двигателя меньше, чем 1,2 номинального тока двигателя, но, как минимум, одна фаза включена, двигатель переходит в состояние *работа*.

- Из состояния *запуск* в состояние *останов*

  Если двигатель находится в состоянии *запуск* и все 3 фазы разомкнуты, двигатель переходит в состояние *останов*.

- Из состояния *работа* в состояние *останов*

  Если двигатель находится в состоянии *работа* и все 3 фазы разомкнуты, двигатель переходит в состояние *остановка*.

5.2.5.8 Уставки

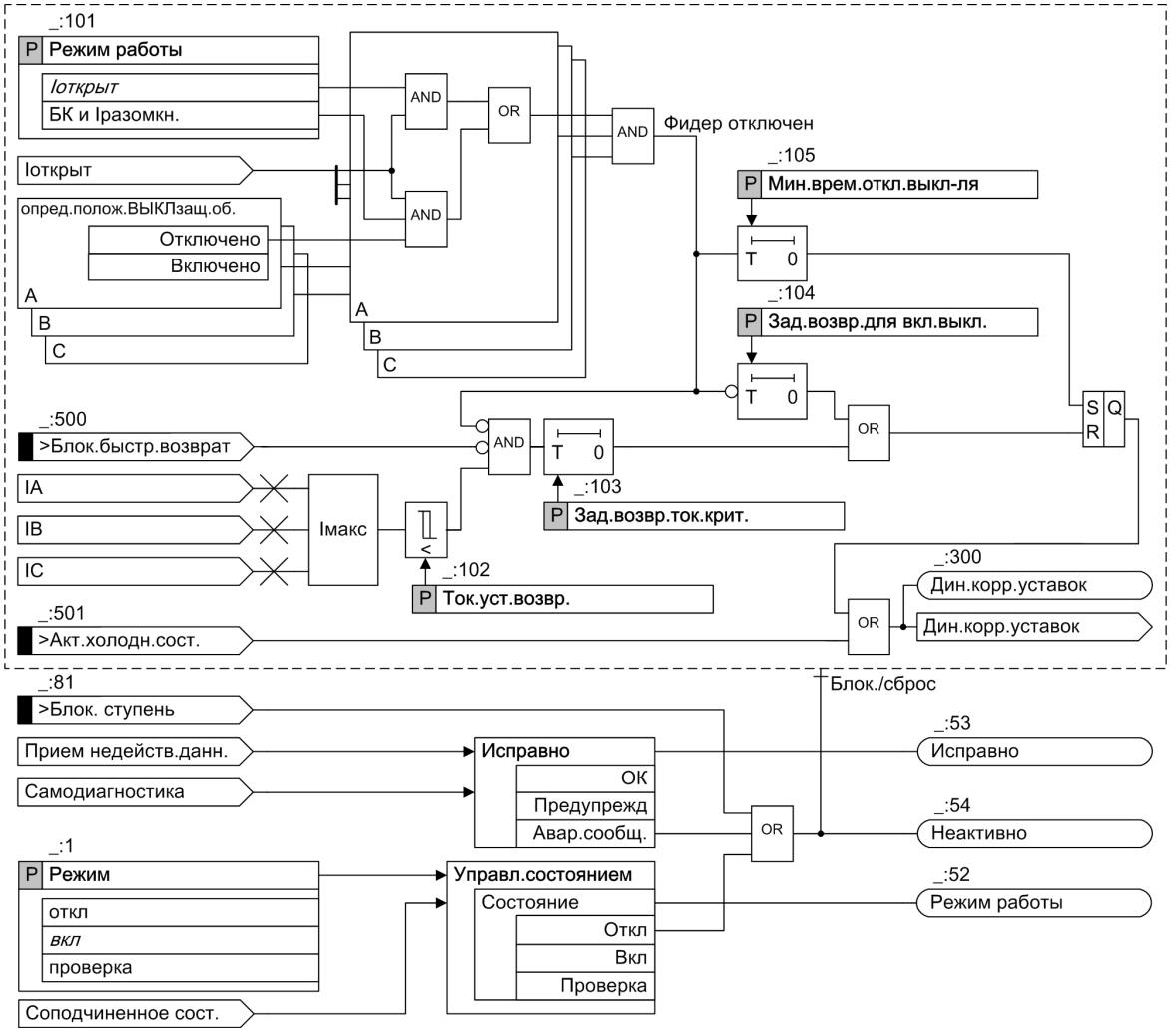
Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обнаруж.пуска				
_:11131:102	Обнаруж.пуска:Уст.тока обн.пуска	1 A при 100 Iном	0.501 A до 20.000 A	5.000 A
		5 A при 100 Iном	2.51 A до 100.00 A	25.00 A
		1 A при 50 Iном	0.501 A до 20.000 A	5.000 A
		5 A при 50 Iном	2.51 A до 100.00 A	25.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.017 A до 1.600 A	5.000 A
		5 A при 16 Iном	0.084 A до 8.000 A	25.000 A

5.2.5.9 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Обнар.включ.			
_:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O
Обнаруж.пуска			
_:11131:300	Обнаруж.пуска:Состояние	ENS	O

5.2.5.10 Функция обнаружения холодного пуска (опция)

Логика



[locolode-230812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-33 Логическая схема функции обнаружения холодного пуска

Функциональный блок **ДинКоррУст** определяет, что истекло заданное время после отключения защищаемого объекта. Если вы хотите подключить защищаемый объект снова, обратите внимание, что есть повышенные требования к нагрузочному току некоторое ограниченное время после подключения. Это время зависит от характера подключаемой нагрузки.

Функциональный блок **ДинКоррУст** обеспечивает то, что различные параметры используются в течение настраиваемого промежутка времени после включения. Например, для параметра **`Мин.врем.откл.выкл-ля`** вы можете увеличить пороговое значение функции защиты или выбрать особенную характеристику.

Если функциональный блок **ДинКоррУст** определяет, что питающая линия отключена, и установленное время параметра **`Мин.врем.откл.выкл-ля`** истекло, появляется сообщение *Дин.корр.уставок*. С помощью сигнала *>Акт.холодн.сост.* вы можете активировать сообщение *Дин.корр.уставок* напрямую.

Сообщение *Дин.корр.уставок* активирует динамические наборы параметров у связанных функций **обнаружения холодного пуска**.

Если **функциональный блок ДинКоррУст** определяет включение объекта и появляются пусковые токи, то запускается отсчет времени параметра **`Зад.возвр.для вкл.выкл.`**. Сообщение

Дин.корр.уставок и активированный набор пусковых параметров деактивируются после истечения этого времени.

Если за время, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.**, ток в фазе падает ниже порогового значения, заданного в параметре **Ток.уст.возвр.**, набор параметров для **функции обнаружения холодного пуска** также деактивируется. То есть, если пусковой ток меньше Ток.уст.возвр. , время действия динамической корректировки уставок, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** для индикации *Дин.корр.уставок*, можно сократить.

5.2.5.11 Примечания по применению и вводу уставок (Обнаружение холодного пуска)

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки и сообщения, описанные в этой главе, доступны, только если используется ФБ **Обнаружение холодного пуска**.

Параметр: Рабочий режим

- Уставка по умолчанию **(_:101) Режим работы** = ***Iоткрыт***

С помощью параметра **Режим работы** вы можете установить критерии для работы ФБ **Обнаружение холодного пуска**.

Значение параметра	Описание
Iоткрыт	Когда ФБ **Токовый критерий** определяет протекание тока, обнаруживается режим включения. Для этого параметра убедитесь в том, что уставка **Ток.откл-го плж.выкл.** задана меньше возможного нагрузочного тока. В противном случае, при любом токе, который превысит значение уставки **Ток.откл-го плж.выкл.**, будет определятся режим включения.
БК и Iразомкн.	Режим включения обнаруживается, если выполняется одно из следующих условий: • Анализ блок-контактов выключателя определяет отключенное состояние блок-контактов по крайней мере в одной фазе. • Критерии протекания тока определяют отключенное состояние выключателя.

Параметр: Ток.уст.возвр.

- Уставка по умолчанию **(_:102) Ток.уст.возвр.** = ***1,00 A***

С помощью параметра **Ток.уст.возвр.** вы задаете величину тока, при которой выходной сигнал *Дин.корр.уставок* деактивируется, когда ток хотя бы в одной фазе падает ниже порогового значения.

Параметр: Зад.возвр.ток.крит.

- Уставка по умолчанию **(_:103) Зад.возвр.ток.крит.** = ***600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.ток.крит.** вы можете установить время, в течение которого действительное значение тока должно быть ниже порога **Ток.уст.возвр.**, чтобы выходной сигнал *Дин.корр.уставок* мог деактивироваться преждевременно.

Параметр: Зад.возвр.для вкл.выкл.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Зад.возвр.для вкл.выкл.** = ***3600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.для вкл.выкл.** вы можете установить время действия для переключения набора динамических параметров в случае обнаружения холодного пуска.

Параметр: Мин.врем.откл.выкл-ля

- Уставка по умолчанию **(_:105) Мин.врем.откл.выкл-ля** = ***3600 с***

С помощью параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** устанавливается время действия динамического набора уставок в случае *Дин.корр.уставок*, когда линия отключена.

5.2.5.12 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДинКоррУст				
_:1	ДинКоррУст:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ДинКоррУст:Режим работы		• Iоткрыт • БК и Iразомкн.	Iоткрыт
_:102	ДинКор-рУст:Ток.уст.возвр.	1 А при 100 Iном	0.030 А до 10.000 А	1.000 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 50.000 А	5.000 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 10.000 А	1.000 А
		5 А при 50 Iном	0.150 А до 50.000 А	5.000 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.000 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	5.000 А
_:103	ДинКор-рУст:Зад.возвр.ток.крит.		1 с до 600 с	600 с
_:104	ДинКор-рУст:Зад.возвр.для вкл.выкл.		1 с до 21600 с	3600 с
_:105	ДинКор-рУст:Мин.врем.откл.выкл-ля		0 с до 21600 с	3600 с

5.2.5.13 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ДинКоррУст			
_:81	ДинКоррУст:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	ДинКоррУст:>Блок.быстр.возврат	SPS	I
_:501	ДинКоррУст:>Акт.холодн.сост.	SPS	I
_:54	ДинКоррУст:Неактивно	SPS	O
_:52	ДинКоррУст:Режим работы	ENS	O
_:53	ДинКоррУст:Статус исправности	ENS	O
_:300	ДинКоррУст:Дин.корр.уставок	SPS	O

5.2.6 Тепловая модель ротора

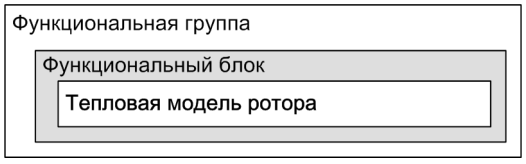
5.2.6.1 Обзор функций

Функциональный блок **Тепл.мод.рот.**:

- Вычисляет температуру ротора двигателя
- Определяет состояние (теплый/холодный) ротора двигателя
- Вычисляет предел для перезапуска ротора двигателя
- Вычисляет время для перезапуска двигателя
- Поддерживает работу таймера для обеспечения температурного равновесия, в течение которого двигателю не разрешается перезапускаться

5.2.6.2 Структура функции

Функциональный блок **Тепл.мод.рот.** используется в функциональной группе **Двигатель** . Функциональный блок настроен заранее и его нельзя удалить. Только 1 функциональный блок **Тепл.мод.рот.** может использоваться в данной функциональной группе.

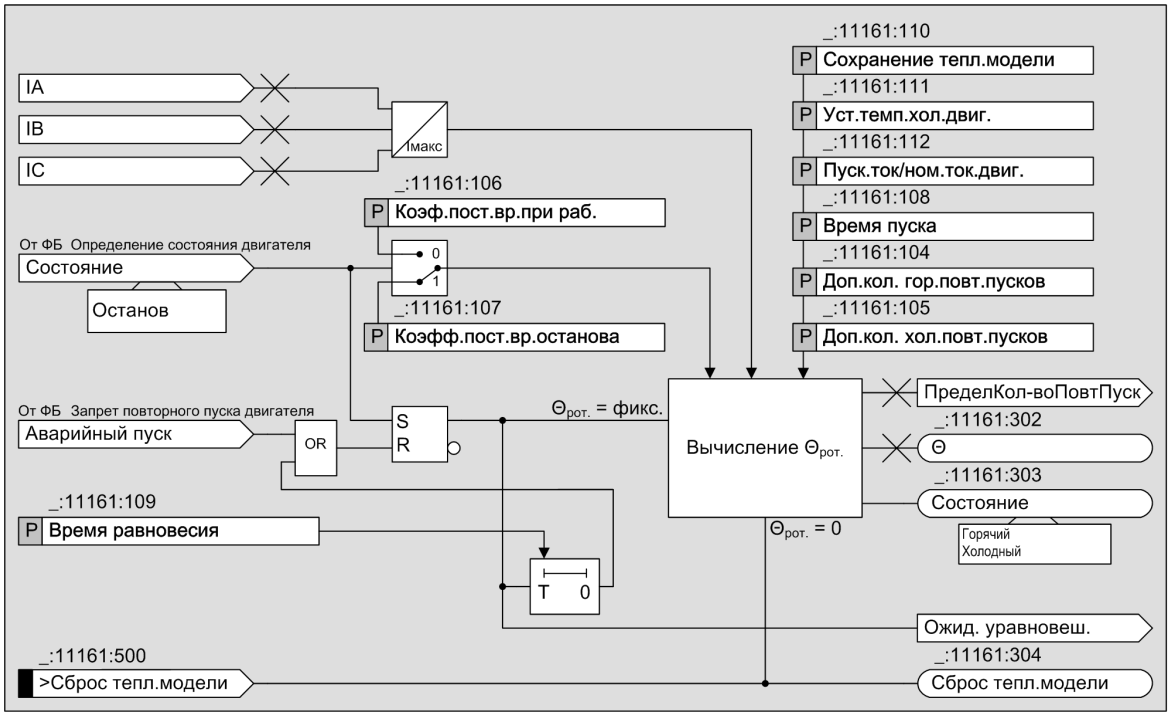


[dwrthere-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 5-34 Структура/реализация функции

5.2.6.3 Описание функции

Логика

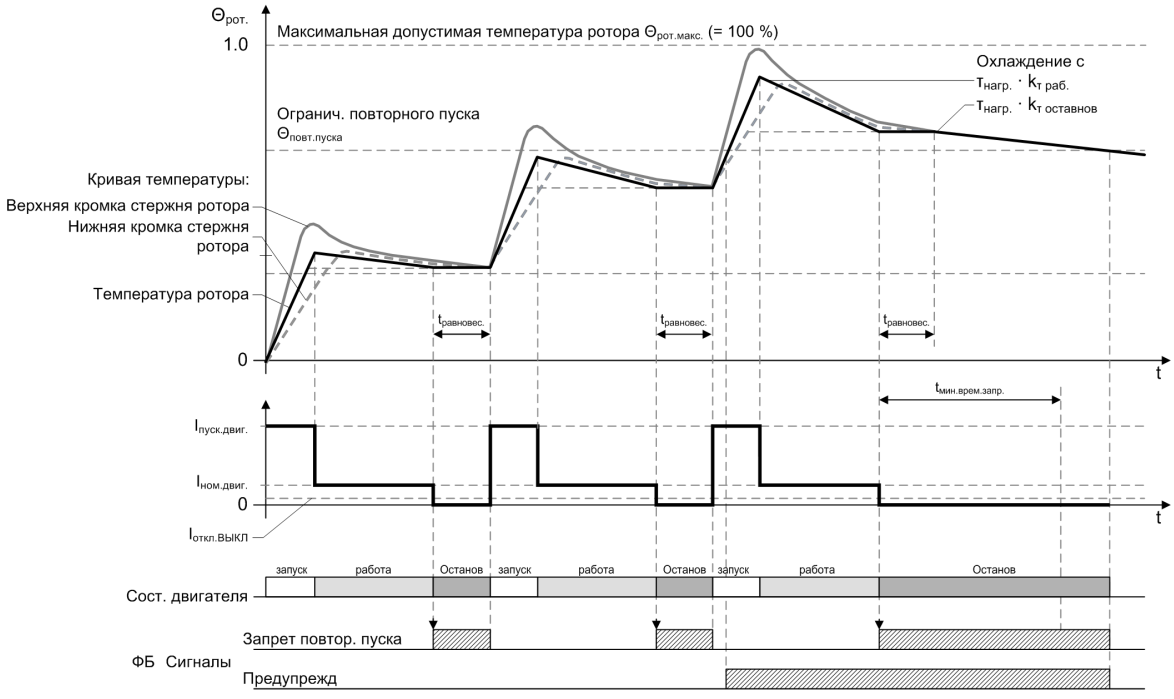


[lotherre-230812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-35 Логическая схема функционального блока "Тепл.мод.рот. "

Температурная зависимость ротора двигателя при попытке повторного пуска двигателя

Несмотря на то, что распределение тепла на стержнях ротора может значительно отличаться во время пуска двигателя, это не влияет на функцию **ЗапрПовтПускаДв** (см. *Рисунок 5-36*). Гораздо важнее определить тепловую модель, после полного пуска двигателя, которая соответствует тепловому состоянию ротора. В *Рисунок 5-36* в качестве примера показаны процессы нагрева, при повторных пусках двигателя (3 пуска в холодном состоянии), а также расчет тепловой модели в устройстве защиты.



[dwprrelo-170812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-36 Температурная зависимость ротора и соответствующая информация при попытке повторного пуска двигателя

Определение температуры ротора

Поскольку ток ротора не может быть измерен напрямую, необходимо использовать ток статора, чтобы сгенерировать тепловую модель ротора. В качестве измеряемых величин используются среднеквадратичные (действующие) значения тока. Температура ротора $\Theta_{Ротор}$ рассчитывается по величине максимального из 3 фазных токов.

Значение Θ, при котором разрешен пуск двигателя ($\Theta_{повт.пуска}$)

На основании указанных параметров двигателя функциональный блок рассчитывает нормализованное предельное значение $\Theta_{повт.\ пуска}$:

$$\Theta_{повт.пуска} = \left(\frac{I_{пуск} \ / \ I_{ном.двиг.}}{k_p} \right)^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{(n_{хол}-1)\cdot t_{пуск}}{\tau_p}} \right)^2 \approx \frac{n_{хол} - 1}{n_{хол}}$$

[forresli-290313-01.tif, 1, ru_RU]

Где:

$\Theta_{повт.пуска}$	Значение Θ, при котором разрешен пуск двигателя
k_p	К-коэффициент ротора, вычисляется внутри

$I_{пуск}/I_{ном.,двиг}$	Относительное значение номинального пускового тока двигателя с использованием номинального тока двигателя в качестве опорного значения (параметр **Пуск.ток/ном.ток.двиг.**)
$I_{ном.,двиг.}$	Номинальный ток двигателя (параметр **Ном. ток двигателя**)
$t_{пуск}$	Максимальное допустимое время пуска (Параметр **Время пуска**)
$\tau_р$	Тепловая постоянная времени ротора, вычисляется устройством
$n_{хол.}$	Максимальное допустимое количество холодных пусков (Параметр **Доп.кол. хол.повт.пусков**)

Если температура ротора Θ превышает значение $Θ_{повт.пуска}$, двигатель не должен быть повторно пущен.

Сообщение *Запрет повтор. пуска* генерируется функцией **ЗапрПовтПускаДв**.

Дополнительные сведения см. в разделе Запрет повторного пуска двигателя.

Время охлаждения ($T_{тепл.}$)

Если температура ротора $Θ_{ротор}$ превышает $Θ_{повт.пуска}$ и двигатель отключен, сообщение *Запрет повтор. пуска* генерируется функциональным блоком **Тепл.ступень** из функции **ЗапрПовтПускаДв**. Оно остается в течение определенного времени, $T_{тепл.}$, пока температура ротора $Θ_{ротор}$ не опустится ниже $Θ_{повт.пуска}$.

Время охлаждения $T_{тепл.}$ рассчитывается следующим образом:

$$T_{тепл.} = k_{Останов} \cdot \tau_L \cdot \ln\left(\frac{\left(\frac{I_{эфф.}}{k_{LN} \cdot I_{ном}}\right) - \theta_{пре}}{\left(\frac{I_{эфф.}}{k_{LN} \cdot I_{ном}}\right) - \theta_{повт.пуска}}\right)$$

[fo_thermal replica, 1, ru_RU]

Где:

$T_{тепл.}$	Время теплового охлаждения
$K_{Останов}$	Увеличение постоянной времени при остановке двигателя (параметр **Коэфф.пост.вр.останова**)
$I_{ном}$	Первичный номинальный ток двигателя (параметр **Ном. ток двигателя**)
$I_{эфф.}$	Максимальное действующее значение измеренного тока 3 фаз
k_{LN}	К-коэффициент приведения измеренного тока к току ротора, вычисляется устройством в относительных единицах $_{номинального\ тока}$ двигателя
$Θ_{пре}$	Температура ротора в состоянии останов, вычисляется устройством
$Θ_{повт.пуска}$	Значение Θ при котором разрешен пуск двигателя, вычисляется устройством
τ_L	Тепловая постоянная времени ротора, вычисляется устройством

Время установления равновесия ($T_{равн.}$)

Каждый раз, когда двигатель выключается, запускается счетчик времени установления равновесия $T_{равн}$. Таймер учитывает различные температурные состояния частей двигателя в момент останова. В это время температуры компонентов ротора будут выравниваться. До момента достижения равновесия температура ротора в соответствии с тепловой моделью не пересчитывается. В процессе установления равновесия ротора двигатель не может быть повторно пущен. Затем производится расчет процесса охлаждения с коэффициентом, определенным с помощью уставки **Коэфф.пост.вр.останова**.

Увеличение постоянной времени ротора при охлаждении

Для того чтобы правильно учесть снижение теплообмена, при останове двигателя с принудительной вентиляцией, постоянная времени ротора при охлаждении может быть увеличена по отношению к

постоянной времени работающего двигателя с помощью коэффициента **Коэфф.пост.вр.останова**. Во время останова двигателя время охлаждения $T_{тепл.}$ моделируется с постоянной времени $\tau_L \cdot k_{Останов}$ (параметр **Коэфф.пост.вр.останова**). Расчет $T_{тепл.}$описан в разделе выше **Время охлаждения ($T_{тепл}$)**.

Состояние ротора

Если расчетная тепловая модель двигателя превышает параметр **Уст.темп.хол.двиг.**, состояние ротора определяется как *горячий*. В противном случае, состояние ротора определяется, как *Холодный*.

Аварийный запуск

Если, по оперативным или чрезвычайным причинам, необходимо запустить двигатель, Запрет повтор. пуска может быть отменен с помощью сигнала *>Аварийный Пуск* (часть функции **ЗапрПовтПускаДв**), таким образом позволяя выполнить новый пуск. В таком случае счетчик времени равновесия сбрасывается и продолжает выполняться расчет температуры ротора $\Theta_{ротор}$, для оценки риска можно контролировать расчетный перегрев ротора.

Сброс тепловой модели

Сброс тепловой модели двигателя до 0 осуществляется при активации *>Сброс тепл.модели*. Это влияет на все защитные функции, использующие тепловую модель.

Поведение в случае потери питания

В зависимости от параметра **Сохранение тепл.модели**, значение тепловой модели может быть сброшено до 0 (**Сохранение тепл.модели** = ***нет***) при потере электропитания, или помещаться в буфер постоянной памяти в циклическом режиме (**Сохранение тепл.модели** = ***да***). Это позволяет сохранять рассчитанные значения температуры ротора при неисправности питания. Во втором случае, когда питание восстанавливается, тепловая модель использует сохраненные значения для расчета и сопоставляет их с текущим состоянием двигателя. По умолчанию значение параметра **Сохранение тепл.модели** равно ***нет***.

5.2.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Доп.кол. гор.повт.пусков, Доп.кол. хол.повт.пусков

- Уставка по умолчанию **(_:104) Доп.кол. гор.повт.пусков** = ***2***
- Уставка по умолчанию **(_:105) Доп.кол. хол.повт.пусков** = ***3***

Количество допустимых запусков в горячем и холодном состоянии можно получить из технических данных двигателя.

Параметр: Уст.темп.хол.двиг.

- Уставка по умолчанию **(_:111) Уст.темп.хол.двиг.** = ***25 %***

Параметр **Уст.темп.хол.двиг.** используется для определения холодного состояния двигателя. Если температура ротора превышает значение уставки **Уст.темп.хол.двиг.**, SIPROTEC считает, что двигатель находится в состоянии *Горячий*. В противном случае двигатель находится в состоянии *Холодный*. Значение уставки **Уст.темп.хол.двиг.** рассчитывается, исходя из допустимого количества пусков в холодном и горячем состоянии, см. пример ниже.

Параметр: Пуск.ток/ном.ток.двиг., Время пуска

- Уставка по умолчанию **(_:112) Пуск.ток/ном.ток.двиг.** = ***4,9***
- Уставка по умолчанию **(_:108) Время пуска** = ***10 с***

Значение пускового тока вводится с помощью параметра **Пуск.ток/ном.ток.двиг.** в относительных единицах, используя номинальный ток двигателя в качестве базового значения. Параметр

Время пуска определяет максимальное допустимое время запуска двигателя. Оба значения можно получить из технических данных двигателя.

Параметр: Коэф.пост.вр.при раб., Коэфф.пост.вр.останова

- Уставка по умолчанию **(_:106) Коэф.пост.вр.при раб.** = ***2,0***
- Уставка по умолчанию **(_:107) Коэфф.пост.вр.останова** = ***5,0***

Для того чтобы учесть снижение теплообмена при остановке двигателя с принудительной вентиляцией, постоянную времени охлаждения при простое двигателя можно задать с помощью отдельного коэффициента **Коэфф.пост.вр.останова**.

Если разница между постоянными времени не будет использоваться (например, для двигателей с внешней вентиляцией), то **Коэфф.пост.вр.останова** должен быть установлен равным 1.

Пока двигатель работает, нагрев моделируется с помощью постоянной времени τ_R, рассчитанной из данных двигателя. Охлаждение вычисляется с помощью постоянной времени τ_R **Коэф.пост.вр.при раб.**. Таким способом функция учитывает, что охлаждение ротора происходит медленнее, чем его нагрев (медленное уравновешивание температур).

Требования производителей двигателя или пользователя определяют уставки постоянных времени во время охлаждения тепловой модели. Если других характеристик не определено, рекомендуется использовать следующие уставки:

Коэф.пост.вр.при раб. = ***2,0***

Коэфф.пост.вр.останова = ***5,0***

Параметр: Время равновесия

- Рекомендуемое значение уставки **(_:109) Время равновесия** = ***1,0 мин***

Опыт показывает, что для времени установления температурного равновесия ротора лучше всего использовать уставку, примерно равную 1 минуте. Siemens рекомендует использовать уставку ***1,0 мин***.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Уставка по умолчанию **Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Установите параметр **Сохранение тепл.модели** равным ***да***, чтобы сохранить все данные в случае сбоя питания. После восстановления питания расчет тепловой модели возобновится, используя сохраненные значения. Установите параметр **Сохранение тепл.модели** равным ***нет***, чтобы сбросить рассчитанные значения перегрева до 0 в случае сбоя питания.

ПРИМЕР

Следующие данные и диаграммы получены из технических данных 3-фазного асинхронного двигателя на 2 МВ с ротором типа "беличья клетка", для определения параметров функции.

В листе технических данных указаны следующие параметры двигателя:

Номинальный ток двигателя	$I_{ном.,двиг.}$ = 430 A
Время запуска	44,0 с при $U_{ном}$
Допустимое количество пусков в холодном состоянии	3
Допустимое количество пусков в горячем состоянии	2

Следующие параметры получены напрямую из вышеупомянутых данных:

Время пуска = ***44 с***

Доп.кол. хол.повт.пусков = *3*

Доп.кол. гор.повт.пусков = *2*

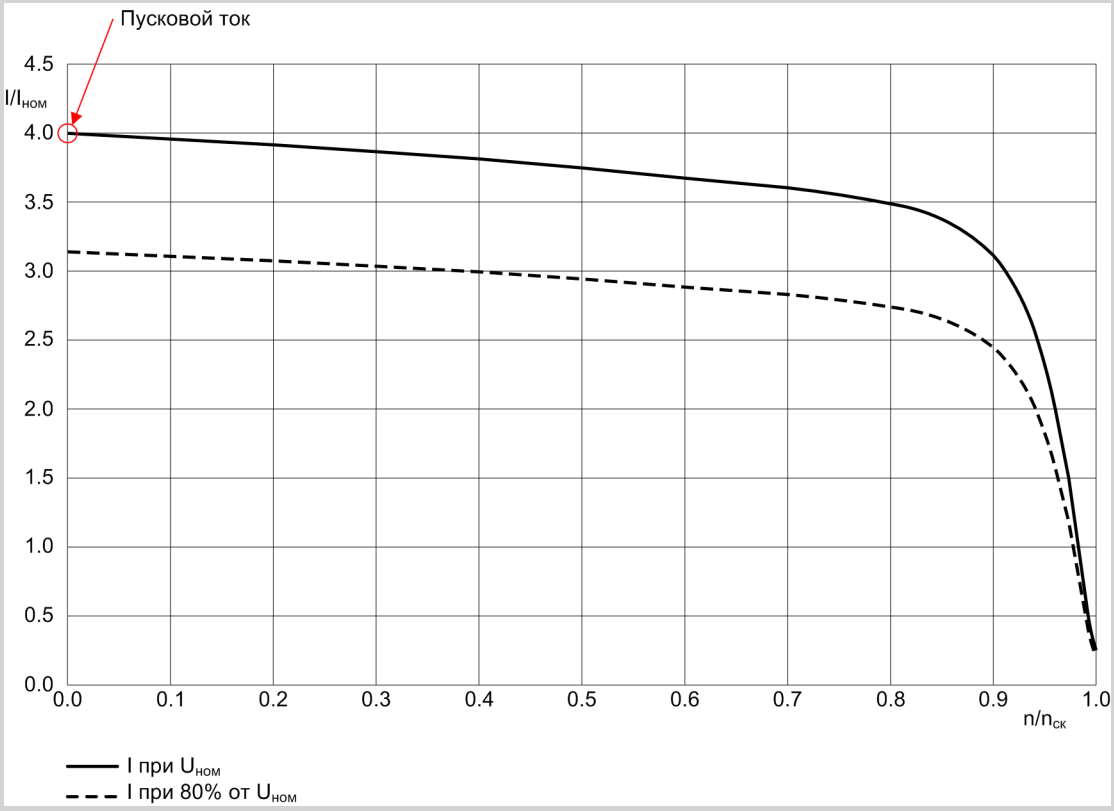
Значение уставки **Уст.темп.хол.двиг.** может быть рассчитано следующим образом:

$$\text{Уст.темп.хол.двиг.} \approx \frac{\text{Доп.кол–во хол.перезап.} - \text{Доп.кол–во гор.перезап.}}{\text{Доп.кол–во хол.перезап.}} \times 100\,\%$$

[fortheco-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Уст.темп.хол.двиг. ≈ (3-2)/3 = 33,3 %. Установите значение параметра **Уст.темп.хол.двиг.** меньше 33 %, то есть 25 %.

Пусковой ток получен из пусковой диаграммы, которая показывает зависимость пускового тока от частоты вращения двигателя:



[dwstarti-270612-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-37 Диаграмма данных пуска

В соответствии с диаграммой данных пуска пусковой ток I = 4 * $I_{ном.,двиг}$. Поскольку пусковой ток представлен в единицах от номинального тока двигателя, параметр **Пуск.ток/ном.ток.двиг.** может быть установлен равным непосредственно:

Пуск.ток/ном.ток.двиг. = ***4***

Если технических данных нет или пользователь не предъявляет никаких конкретных требований, Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию:

Коэф.пост.вр.при раб. = ***2,0***

Коэфф.пост.вр.останова = ***5,0***

Тепловые процессы в различных режимах работы

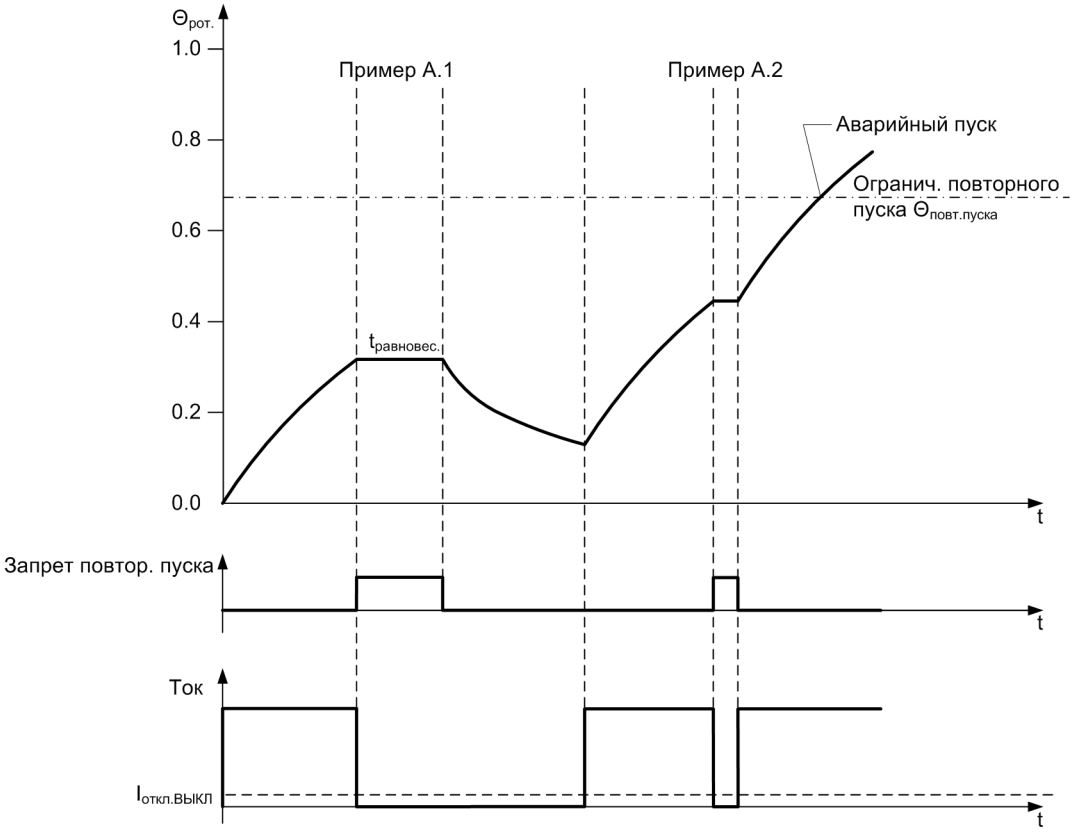
Для лучшего понимания вышеизложенных соображений далее будет рассмотрено несколько возможных условий работы в двух различных областях эксплуатации. Уставки, приведенные выше, следует использовать с учетом 3 попыток запуска в холодном состоянии и 2 в горячем, что дает предельное значение повторного пуска, равное 66,7 %.

A) Ниже теплового предела повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$

- При нормальном пуске двигателя температура, рассчитанная в соответствие с тепловой моделью, находится ниже допустимого теплового предела повторного пуска двигателя $\Theta_{перезапуска}$. Затем произ-

водится остановка двигателя. Остановка двигателя запускает счетчик времени установления теплового равновесия $T_{равн.}$(Время равновесия) и приводит к появлению сообщения *Запрет повтор. пуска*. Когда Время равновесия закончится, сообщение *Запрет повтор. пуска* исчезнет. В течение времени равновесия расчет температуры останавливается, текущее значение сохраняется (см. *Рисунок 5-38*, Пример A.1). После истечения времени равновесия тепловая модель переходит в режим охлаждения.

- Следующий нормальный пуск приводит к тому, что температура двигателя, рассчитанная в соответствии с тепловой моделью, остается значительно ниже допустимого теплового предела повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$. Затем двигатель останавливается и запускается с помощью функции аварийного пуска, не дожидаясь, пока закончится время равновесия. Счетчик Время равновесия сбрасывается, тепловая модель выдает сообщение *Запрет повтор. пуска* (см. *Рисунок 5-38*, пример A.2).



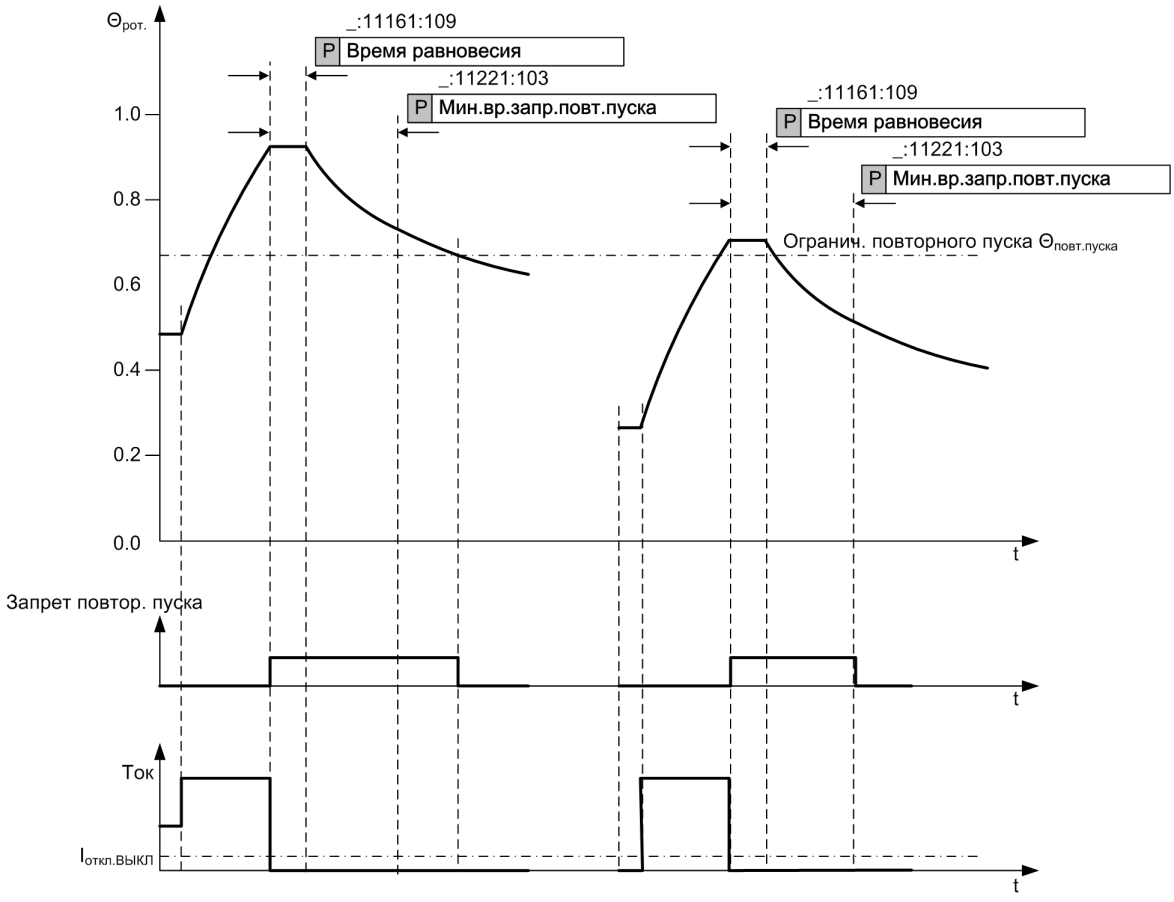
[dwstarta-230812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-38 Запуск в соответствии с примерами A.1 и A.2

B) Выше предела повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$

- В результате пуска тепловая модель двигателя значительно превышает предел повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$ и двигатель останавливается. Запускаются счетчики Мин.вр.запр.повт.пуска и Время равновесия, появляется сообщение *Запрет повтор. пуска*. Тепловое охлаждение до значения ниже предела повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$ занимает больше времени, чем Мин.вр.запр.повт.пуска и Время равновесия, поэтому время, прошедшее до того момента, пока температура упадет ниже предела, позволяющего повторный пуск $\Theta_{перезапуска}$, является решающим фактором для возврата сообщения *Запрет повтор. пуска*. В течение времени установления равновесия (Время равновесия) расчет температуры останавливается, текущее значение сохраняется (см. *Рисунок 5-39*, Пример B.1).

- В результате пуска тепловая модель двигателя немного превышает предел повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$ и двигатель останавливается. Запускаются счетчики Мин.вр.запр.повт.пуска и Время равновесия, появляется сообщение *Запрет повтор. пуска*. Несмотря на то, что температура быстро опускается ниже предела повторного пуска $\Theta_{перезапуска}$, сообщение *Запрет повтор. пуска* остается до тех пор, пока не истечет Мин.вр.запр.повт.пуска и Время равновесия (см. *Рисунок 5-39*, Пример B.2).



[dwstartb-230812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-39 Запуск в соответствии с примерами B.1 и B.2

5.2.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Тепл.мод.рот.				
_:104	Тепл.мод.рот.:Доп.кол. гор.повт.пусков		1 до 4	2
_:105	Тепл.мод.рот.:Доп.кол. хол.повт.пусков		2 до 6	3
_:106	Тепл.мод.рот.:Коэф.по ст.вр.при раб.		0.2 до 100.0	2.0
_:107	Тепл.мод.рот.:Коэфф.п ост.вр.останова		0.2 до 100.0	5.0
_:108	Тепл.мод.рот.:Время пуска		3 с до 320 с	10 с
_:109	Тепл.мод.рот.:Время равновесия		0.0 мин до 320.0 мин	1.0 мин
_:110	Тепл.мод.рот.:Сохра-нение тепл.модели		• нет • да	нет
_:111	Тепл.мод.рот.:Уст.темп. хол.двиг.		0 % до 100 %	25 %
_:112	Тепл.мод.рот.:Пуск.ток/ ном.ток.двиг.		1.1 до 20.0	4.9

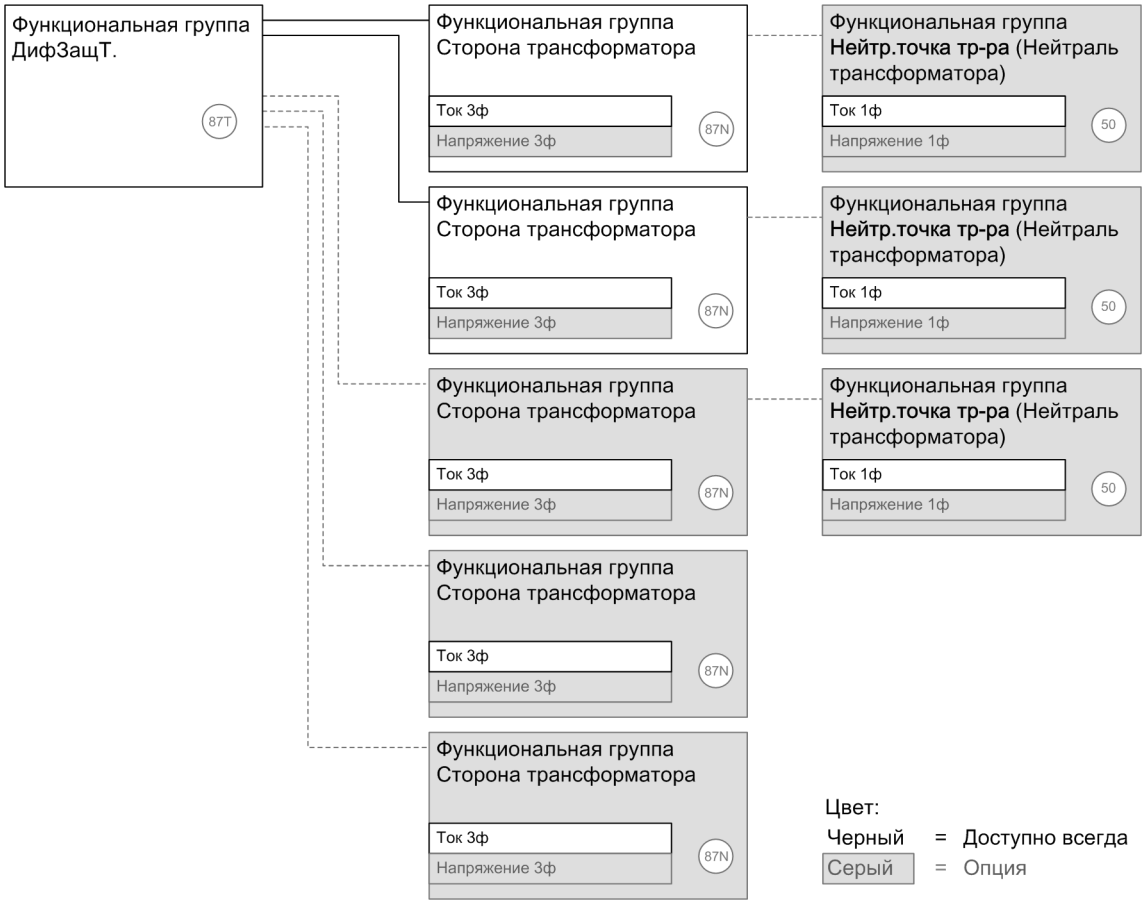
5.2.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Тепл.мод.рот.			
_:500	Тепл.мод.рот.:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:304	Тепл.мод.рот.:Сброс тепл.модели	SPS	O
_:303	Тепл.мод.рот.:Состояние	ENS	O
_:302	Тепл.мод.рот.:Θ	MV	O

5.3 Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита трансформатора"

5.3.1 Типы функциональных групп

На следующем рисунке можно увидеть структуру взаимосвязей различных типов функциональных групп.



[dwfguebt-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-40 Типы функциональных групп дифф. защиты трансформатора

В глобальной библиотеке DIGSI 5 представлены следующие функциональные группы:

- **ДифЗащТ. (Дифференциальная защита трансформатора)**
- **Сторона трансформатора**
- **Нейтр.точка тр-ра** (нейтраль трансформатора)

Указанные функциональные группы содержатся в папке ФГ **"ДифЗащТ."**. В папках с функциональными группами находятся функции защиты, которые могут работать внутри соответствующей функциональной группы. Для функциональной группы **ДифЗащТ.** всегда предусмотрены 2 функциональные группы **Сторона трансформатора**. Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** при необходимости может быть привязана к функциональной группе **Сторона трансформатора**.

В следующей таблице указано количество функциональных групп, которые возможно использовать в зависимости от типа применяемого устройства .

Таблица 5-9 Функциональные группы устройства

Устройство	Функциональная группа		
	Дифф. Защита трансформатора	**Сторона трансформатора**	**Функциональная группа Нейтр.точка тр-ра**
7UM85	Макс. 2	Макс. 6	Макс. 2

Для правильной работы функций защиты автотрасформатора необходимо наличие соответствующих соединений между функциональными группами. В *Таблица 5-10* представлен пример допустимых соединений между функциональными группами. В перечне отсутствует функциональная группа Выключатель.

Функциональная группа **Сторона трансформатора** всегда должна быть соединена с функциональной группой **ДифЗащТ**. В зависимости от конкретных условий применения может понадобиться подключение группы **Нейтр.точка тр-ра** к функциональной группе **Сторона трансформатора**. Такое подключение необходимо, например, в случае применения ограниченной защиты от замыканий на землю или при использовании тока нейтрали в схеме продольной дифференциальной защиты (коррекция тока нулевой последовательности). В некоторых случаях требуется передача сигналов от функциональной группы **Нейтральная точка трансформатора** группе **Дифф. трансф**. К таким случаям относится, например, необходимость передачи сигнала обнаружения броска тока намагничивания, который используется для блокировки 1-фазной МТЗ, работающей с небольшой выдержкой времени.

Таблица 5-10 Привязка дифференциальной защиты к сторонам объекта

Обмотка	Дифф. Защита трансформатора 1	Сторона трансформатора 1	Сторона трансформатора 2
	Сторона (2 ... 5)	**ФГ Нейтр.точка тр-ра (0 ... 1)**	**ФГ Нейтр.точка тр-ра (0 ... 1)**
Трансформатор, сторона 1	X	–	–
Сторона трансформатора 2	X	–	–
Трансформатор, сторона 3 [9]	X	–	–
Трансформатор, сторона 4 [10]	X	–	–
Трансформатор, сторона 5 [11]	X	–	–
Нейтр.точка тр-ра 1	–	X	–
Нейтр.точка тр-ра 2	–	–	X

Каждая функциональная группа подробнее описывается далее.

5.3.2 Обзор функциональной группы "Дифференциальная защита трансформатора"

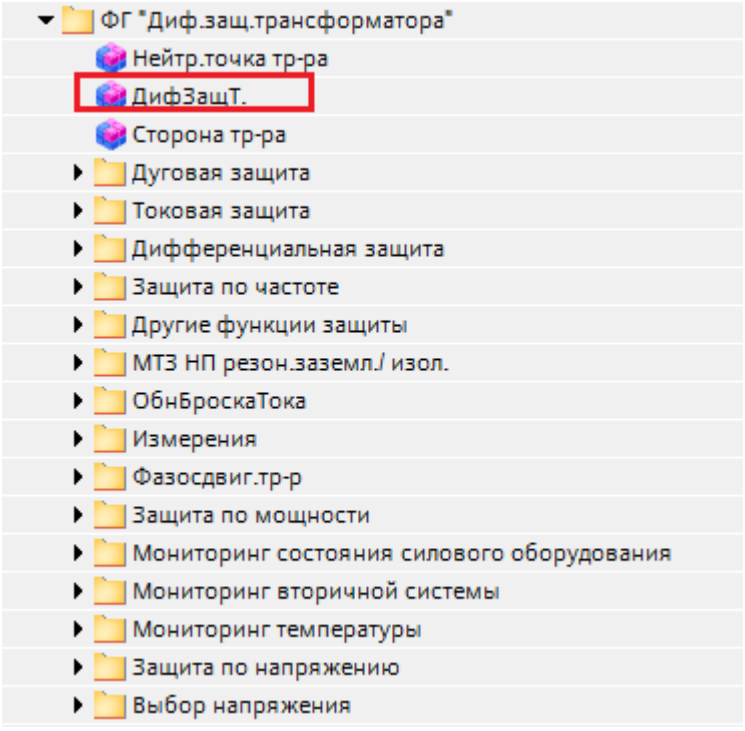
5.3.2.1 Обзор

ДифЗащТ. содержит функцию дифференциальной защиты и соответствующие измеряемые величины.

Дополнительная информация приведена в главе *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*.

9 В зависимости от используемого устройства и условий применения
10 В зависимости от используемого устройства и условий применения
11 В зависимости от используемого устройства и условий применения

Функциональные группы и папки соответствующих функций защиты для всех типов устройств представлены в общей библиотеке DIGSI. Функция дифференциальной защиты может быть загружена только в функциональную группу **ДифЗащТ**.



[scfgttdiff-270215-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-41 Функциональная Группа ДифЗащТ. – набор функций для устройства типа 7UM85

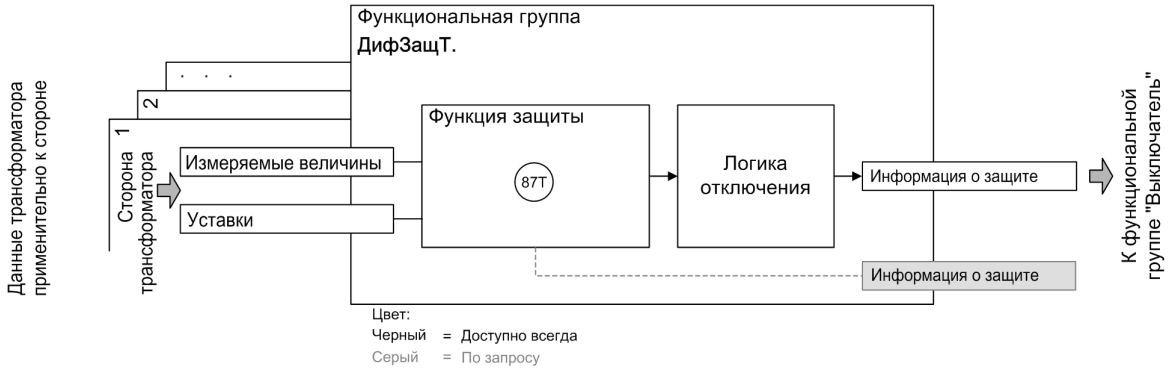
Более подробная информация относительно включения функций в устройстве приводится в разделе *2 Базовая структура функции*. За более подробной информацией о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройства обратитесь к главе *4 Применения*.

5.3.2.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Дифференциальная защита трансформатора** согласно *Рисунок 5-42* связывается с функциональными группами **Сторона трансформатора** и **Выключатель**. Функциональная группа **ДифЗащТ.** содержит следующие функциональные блоки:

- Функция защиты (реализация функции дифференциальной защиты).
- Логика отключения (формирование сообщений о срабатывании)

Для гарантированного выполнения защитных функций функционирование дифференциальной защиты всегда должно описываться в функциональной группе **ДифЗащТ.**. Если Вы не используете шаблон приложений, то доступна загрузка данной функции из общей библиотеки DIGSI 5.



[dwpwrtrf-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-42 Структура функциональной группы Дифференциальная защита трансформатора

Функциональная группа **ДифЗащТ.** предусматривает следующие интерфейсы с другими функциональными группами:

- Функциональная группа **Сторона трансформатора**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейс связи с функциональной группой Сторона трансформатора

Функциональная группа **ДифЗащТ.** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с функциональной группой **Сторона трансформатора**. Кроме того, здесь передаются необходимые параметры.

В случае использования прикладного шаблона функциональная группа **ДифЗащТ.** связывается с нужными точками измерения.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **ДифЗащТ.** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы «Выключатель»
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **ДифЗащТ.** подключается к одной или нескольким функциональным группам Выключатель. Это подключение определяет следующие данные:

- Какой из выключателей активируется функциями защиты функциональной группы **ДифЗащТ.**
- Запуск функции **УРОВ** (если имеется в функциональной группе "Выключатель") с помощью функций защиты подключенной функциональной группы защиты **ДифЗащТ.**

Помимо общей привязки функциональной группы защиты **ДифЗащТ.** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести конфигурацию интерфейса для определенных функций. Ввод параметров производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействия выключателя** в функц. группе **ДифЗащТ.**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда подается команда на отключение?
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**?

При использовании соответствующего шаблона применения функциональные группы соединены друг с другом, поскольку такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен любой необходимой информацией между устройствами может быть осуществлен через интерфейс **Обмен данными между защитами**. К таким данным могут относиться:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

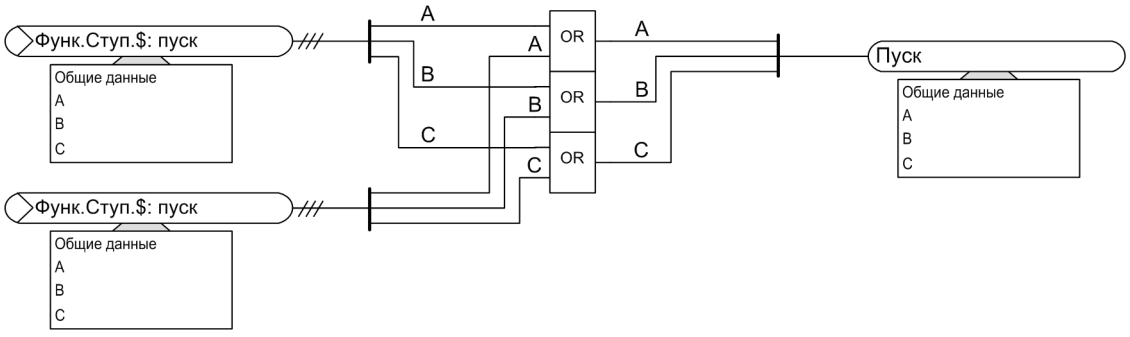
Данные трансформатора (для соответствующей стороны)

Данные трансформатора (для соответствующей стороны) характеризуют защищаемый трансформатор. Функциональная группа **ДифЗащТ.** получает указанные данные от связанной функциональной группы **Сторона трансформатора**.

Логика формирования групповых сообщений

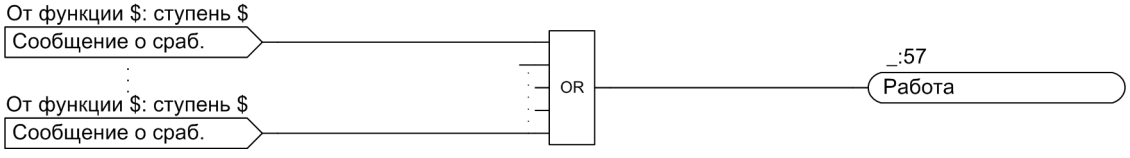
Выходная логика функциональной группы обрабатывает сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля раздельно: в логике пуска и выходной логике соответственно. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сигналы пуска и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **ДифЗащТ.** объединяются пофазно и формируют групповое сообщение на выходе.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-43 Формирование сигнализации о пуске функциональной группы ДифЗащТ.



[loauslin-150211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 5-44 Формирование сигнализации о срабатывании функциональной группы ДифЗащТ.

5.3.2.3 Список сообщений

Информация	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общая			
_:91:52	Общее: Состояние	ENS	O
_:91:53	Общее: Состояние	ENS	O

Информация	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групповое сообщение			
_:4501:55	Групповое сообщение: срабатывание	ACD	O
_:4501:57	Групповое сообщение: сообщение о срабатывании	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сбросить светодиод ФГ: >Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сбросить светодиод ФГ: Сброс СИД	SPS	O

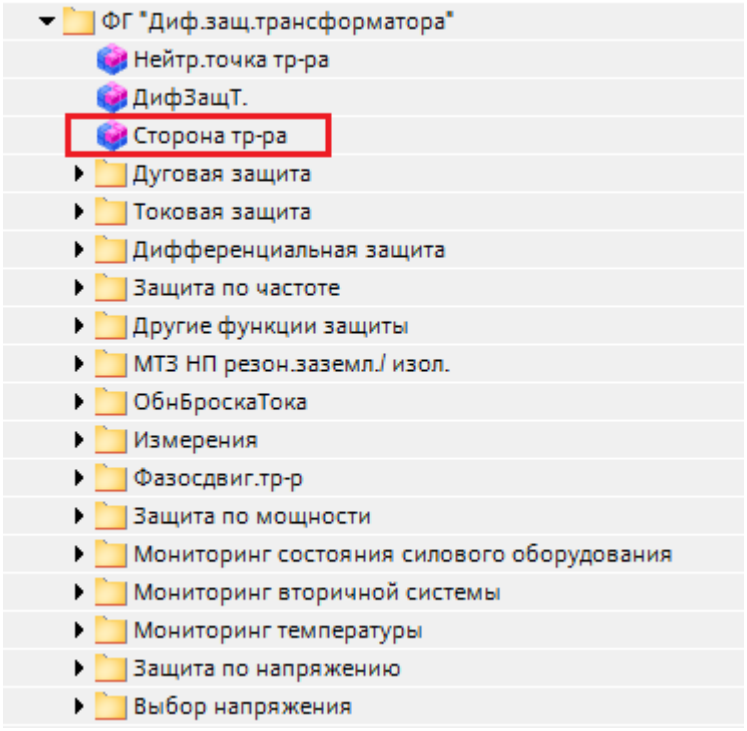
5.3.3 Тип функциональной группы - "Сторона трансформатора"

5.3.3.1 Обзор

В функциональной группе **Сторона трансформатора** могут использоваться все функции, необходимые для защиты и контроля стороны трансформатора. Функциональная группа **Сторона трансформатора** также содержит функции измерения. Дополнительная информация приведена в главе *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*.

Функциональная группа **Сторона трансформатора** всегда должна быть соединена с функциональной группой **Трансформатор**.

Функциональная группа **Сторона трансформатора** и папка с соответствующими функциями защиты находятся внутри папки каждого типа устройств в общей библиотеке DIGSI 5. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Сторона трансформатора** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Наиболее часто встречаемые применения конфигурируются при помощи шаблонов применения. Функции описаны в разделе *6 Функции защиты и автоматики*.



[scfgttsit-270215-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-45 Функциональная группа Сторона трансформатора: набор функций для устройства типа 7UM85

Более подробная информация относительно включения функций в устройстве приводится в разделе *2 Базовая структура функции*. За более подробной информацией о полном составе функций типового проекта для различных типов устройства обратитесь к главе *4 Применения*.

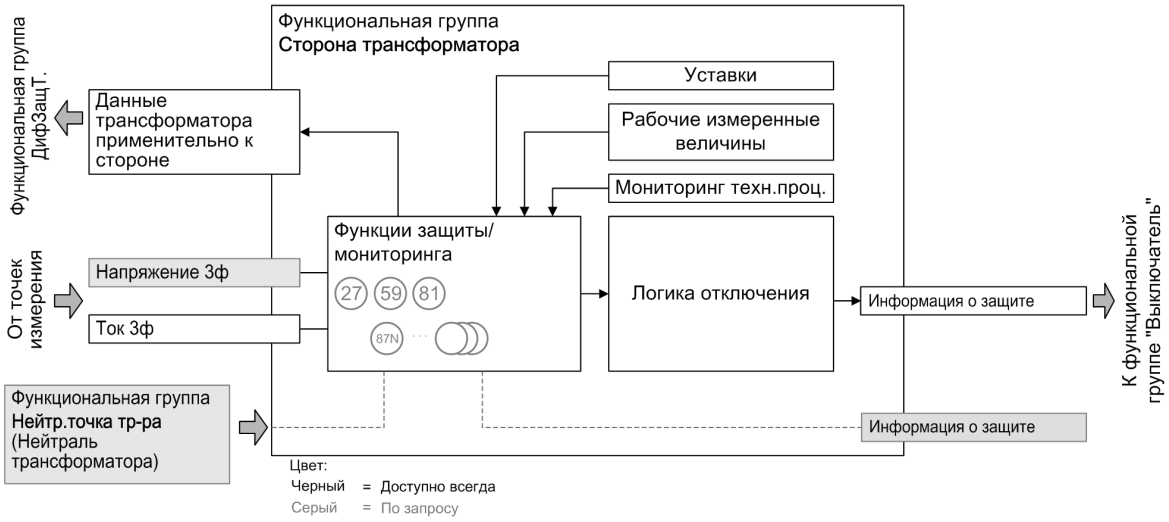
5.3.3.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Сторона трансформатора** всегда содержит следующие функциональные блоки:

- Данные трансформатора соответствующей стороны
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки являются основными для функциональной группы **Сторона трансформатора**, они не могут быть выгружены или удалены.

Функции защиты и контроля, необходимые для применения, можно загрузить из функциональной группы **Сторона трансформатора**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwpwrsid-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-46 Структура функциональной группы "Сторона трансформатора"

Функциональная группа **Сторона трансформатора** имеет следующие интерфейсы связи с другими функциональными группами:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- Функциональная группа **ДифЗащТ.**
- Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Сторона трансформатора** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

При использовании шаблона применения функциональная группа **Сторона трансформатора** уже подключена к необходимым точкам измерения.

В случае добавления функций в функциональную группу **Сторона трансформатора**, они автоматически будут получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то

DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробную информацию можно найти в главе *2 Базовая структура функции*.

Функциональная группа **Сторона трансформатора** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **`3-фазное напряжение`** (опция):

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Предусмотрены различные варианты подключения трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

- **`3-фазный ток`**:

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа, возможны следующие варианты подключения трансформатора: I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$.

  Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Сторона трансформатора** должна всегда быть привязана к **Точке измерения I-3ф**.

  К интерфейсу **`3-фазный ток`** можно подключить до **четырех** 3-фазных точек измерения тока (например, для полуторной схемы распределительного устройства необходимо использовать две 3-фазные точки измерения тока). Если 2 точки измерения тока подключены к интерфейсу **3-фазный ток**, то суммарный ток в функциональной группе **Сторона трансформатора** зависит от измеряемых значений в обеих точках измерения. Все функции функциональной группы **Сторона трансформатора** имеют доступ к этим значениям полного тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Другие интерфейсы могут быть подключены только к одной точке измерения!

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Сторона трансформатора** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы «Выключатель»
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Сторона трансформатора** подключается к одной или нескольким функциональным группам "Выключатель". Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции функциональной группы **Сторона трансформатора**
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе "выключатель") через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Сторона трансформатора**

Помимо общей привязки группы защитных функций **Трансформатор** к функциональным группам Выключатель, предусмотрена также возможность ввести более подробную конфигурацию для некоторых функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Сторона трансформатора**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда подается команда на отключение?
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**?

При использовании соответствующего шаблона применения функциональные группы соединены друг с другом, поскольку такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функ-

ционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и интерфейсом обмена данными защиты происходит посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

Данные трансформатора соответствующей стороны

Данные трансформатора характеризуют защищаемую сторону трансформатора. Данные стороны трансформатора применяются для всех функций в функциональной группе **Сторона трансформатора**.

Мониторинг технологического процесса

Мониторинг технологического процесса всегда присутствует в функциональной группе **Сторона трансформатора** и не может быть удален. Мониторинг технологического процесса контролирует следующую информацию в функциональной группе **Сторона трансформатора**:

- Токовый критерий:
  Обнаружение отключенного/включенного состояния трансформатора на основе анализа величины протекающего тока.
- Обнаружение включения:
  Обнаружение включения стороны трансформатора.
- Обнаружение холодного пуска (опция):

Данная информация доступна функциям, используемым в функциональной группе **Сторона трансформатора**.

Описание мониторинга технологического процесса начинается в главе *5.9 Мониторинг технологического процесса*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Сторона трансформатора** и не могут быть удалены. При использовании 3-фазной точки измерения напряжения объем рабочих измеряемых величин представлен в следующей таблице. Первые 3 строки относятся к случаям, когда используются только точки измерения тока (без использования точки измерения напряжения).

Таблица 5-11 Доступные рабочие измеряемые величины функциональной группы "Сторона трансформатора"

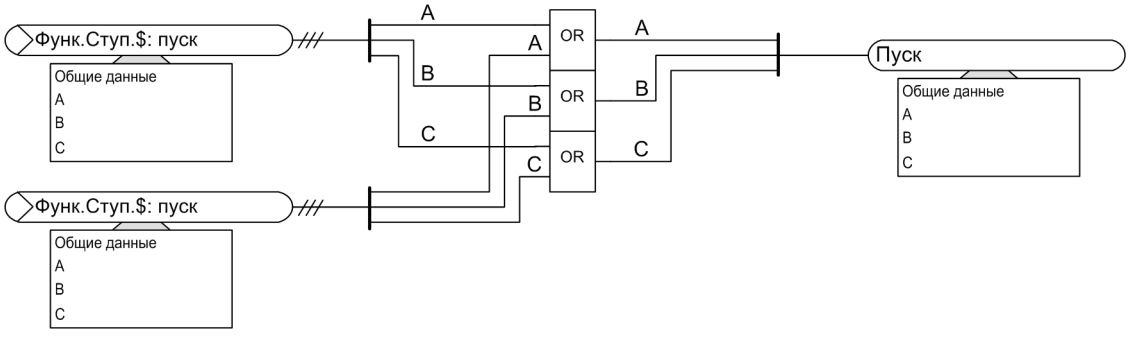
Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеряемый ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
U_0	Расчетное напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_N	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
φ	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
P	Активная мощность (полная мощность)	МВТ	–	Активная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Q	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	–	Реактивная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
S	Полная мощность (полная мощность)	МВА	–	Полная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Cos φ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	–	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	–	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	–	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Логика формирования групповых сообщений

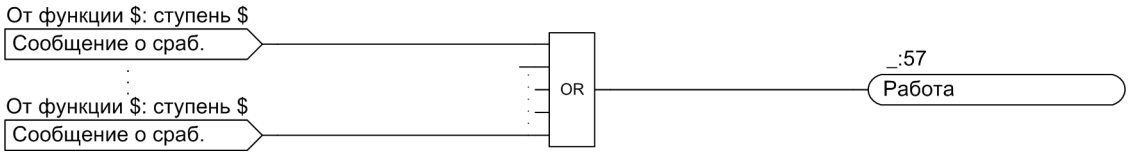
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля функциональной группы **Сторона трансформатора** выполняются пофазно и подаются на выход как групповые сообщения.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-47 Формирование сигнала пуска функциональной группы Сторона трансформатора



[loauslin-150211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 5-48 Формирование сигнала срабатывания функциональной группы Сторона трансформатора

5.3.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Необходимость подключения к соответствующей ФГ **Выключатель** зависит от используемых функций защиты и определения выключателей, на которые должны воздействовать указанные функции.

Дополнительная информация приведена в главе *2 Базовая структура функции*.

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:91:103) Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальную первичную полную мощность защищаемого трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

У трансформаторов с числом обмоток более 2, обмотки могут иметь различные номинальные полные мощности. При этом следует задавать в качестве номинальной мощность обмотки, относящейся к рассматриваемой стороне.

Параметр **Ном. полная мощн.** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:91:102) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:91:101) Номинальный ток** = ***1000 A***

Параметр **Номинальный ток** отображает номинальный ток стороны трансформатора. Параметр **Номинальный ток** имеет важное значение для основной функции защиты устройства. Значение уставки формируется из параметров **Номин.напряж.** и **Ном. полная мощн.**.

Параметр: Нейтраль

- Уставка по умолчанию **(_:91:149) Нейтраль** = ***заземленная***

При помощи параметра **Нейтраль** определяется заземление нейтрали: ***заземленная*** или ***изолированная***. Если нейтраль заземлена через токоограничивающий резистор (низкоомное заземление) или через дугогасящую катушку (высокоомное заземление), то следует задавать уставку ***заземленная***. В случае, если в зоне защиты находится заземляющий реактор или ограничитель перенапряжения между нейтралью и землей, то следует также задавать уставку ***заземленная***.

Параметр: Тип соединения обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:91:104) Тип соединения обмотки** = ***Y (звезда)***

При помощи параметра **Тип соединения обмотки** задается ***Y (звезда)*** для подключения автотрансформатора по схеме "звезда". Другие варианты уставок – это ***D (треугольник)*** для соединения обмотки по схеме треугольника и ***Z (зигзаг)*** для соединения обмотки зигзагом. Параметр **Тип соединения обмотки** имеет большое значение для основной функции защиты устройства.

Параметр: Номер векг.группы

- Уставка по умолчанию **(_:91:163) Номер векг.группы** = ***0***

При помощи параметра **Номер векг.группы** определяется символ для соединения обмоток защищаемого трансформатора. Можно задать любую возможную **Номер векг.группы** от 0 до 11, при условии, что это возможно, например, для Yy, Dd и Dz возможны только четные цифры, для Yd, Yz и Dy возможны только нечетные цифры. Параметр **Номер векг.группы** имеет большое значение для основной функции защиты устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устройство защиты на основе номинальных данных трансформатора и его обмоток автоматически вычисляет коэффициент коррекции токов, требуемый для номинального тока обмотки. Преобразование токов осуществляется таким образом, что уставка срабатывания защиты всегда приводится к номинальной полной мощности трансформатора.

Параметр: Сторона номер

- Уставка по умолчанию **(_:91:130) Сторона номер** = ***не назначено***

Параметр **Сторона номер** отображает сторону трансформатора, для которой действительны текущие уставки. Номер стороны (от ***Сторона 1*** до ***Сторона 5***) автоматически отображается при подключении к соответствующей стороне трансформатора.

Параметр: M I3ф1 исп.т.изм.cID

- Уставка по умолчанию **(_:91:210) M I3ф1 исп.т.изм.cID** = ***0***

Параметры от **M I3ф1 исп.т.изм.cID** до **M I3ф4 исп.т.изм.cID** отображают 3-фазные точки измерений (от **MI3ф 1** до **MI3ф 4**), привязанные к стороне трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: Изм.I1ф исп.тчк.измер.c ID

- Уставка по умолчанию **(_:91:214) Изм.I1ф исп.тчк.измер.c ID** = ***0***

Параметр **Изм.I1ф исп.тчк.измер.c ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена со стороной трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1

- Уставка по умолчанию **(_:91:215) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1** отображает коэффициент масштабирования амплитуды фазных токов для первой назначенной точки измерения. Данный коэффициент рассчитывается как отношение первичного номинального тока ТТ к номинальному току стороны трансформатора.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:216) Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 1-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2

- Уставка по умолчанию **(_:91:217) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 2-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:218) Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 2-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3

- Уставка по умолчанию **(_:91:219) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 3-й подключенной точки измерения. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:220) Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 3-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4

- Уставка по умолчанию **(_:91:221) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4** отображает коэффициент амплитудной коррекции фазных токов 4-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN

- Уставка по умолчанию **(_:91:222) Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN** отображает коэффициент амплитудной коррекции токов нулевой последовательности 4-й подключенной точки измерения.

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-1ф

- Уставка по умолчанию **(_:91:223) Коэффициент масштабирования M I-1ф** = *0,000*

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-1ф** показывает коэффициент амплитудной коррекции тока нейтрали трансформатора.

5.3.3.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:91:101	Общий:номинальный ток		от 1 до 100000 A	1000 A
Данные стороны				
_:91:130	Общее: номер стороны		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:91:210	Общее: MI3ф 1 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:211	Общее: MI3ф 2 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:212	Общее: MI3ф 3 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:213	Общее: MI3ф 4 использует точки измерения Идентификатор		от 0 до 100	0
_:91:214	Общее: M I-1ф использует ID точки измерения		от 0 до 100	0
_:91:215	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:216	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 1 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:217	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:218	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 2 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:219	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:220	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 3 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:221	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4		от 0,010 до 100,000	0,000

Адрес	Параметры	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:91:222	Общее: Коэффициент масштабирования M I-3ф 4 IN		от 0,010 до 100,000	0,000
_:91:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		от 0,010 до 100,000	0,000



ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию о мониторинге технологического процесса можно найти в разделе *5.9 Мониторинг технологического процесса*.

5.3.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:91:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		0.20 MBA до 5000.00 MBA	692.82 MBA
_:91:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.300 В до 340.000 В	40000.000 В
ДанныеДляСт				
_:91:149	Общие данные:Нейтраль		• заземленная • изолированная	заземленная
_:91:104	Общие данные:Тип соединения обмотки		• Y (звезда) • D (треугольник) • Z (зигзаг)	Y (звезда)
_:91:163	Общие данные:Номер векг.группы		• 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10 • 11 • спец.	0
Измерения				
_:91:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.3.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:91:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:91:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.3.4 Тип функциональной группы - "Нейтральная точка трансформатора"

5.3.4.1 Обзор

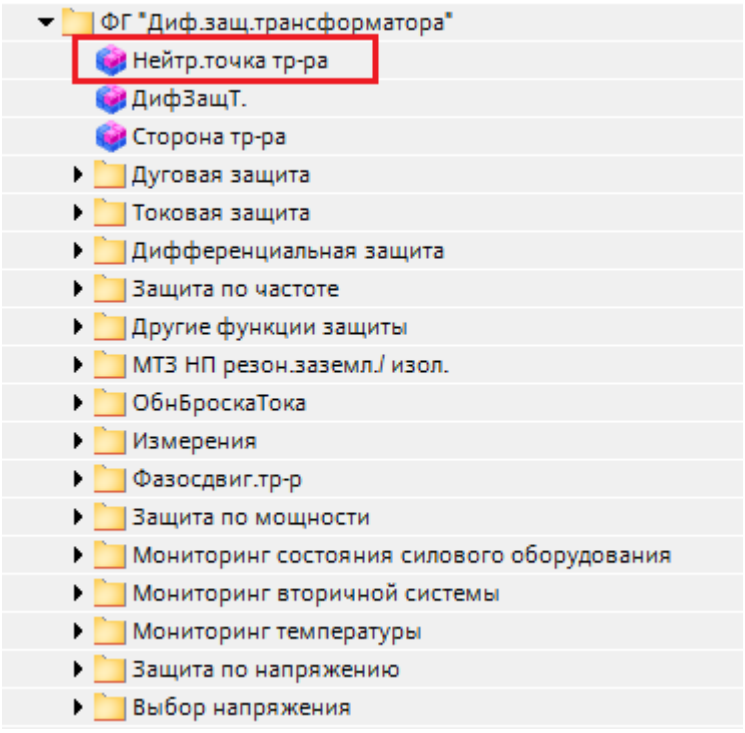
В функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** используются все необходимые функции для защиты и контроля трансформатора, связанные с контролем тока в нейтрали. Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** также содержит функции измерения. Дополнительная информация приведена в главе *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*.



ПРИМЕЧАНИЕ

Трансформатор и ограниченная защита от замыканий на землю не работают с чувствительными трансформаторами тока нулевой последовательности. Чувствительные трансформаторы тока слишком быстро достигают насыщения и генерируют неверные дифференциальные токи.

В общей библиотеке DIGSI 5 можно найти функциональную группу **Нейтр.точка тр-ра** для каждого типа устройства, а также папку с соответствующими защитными функциями. В зависимости от подключенных точек измерения в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** возможно загрузить различные функции защиты и контроля. Здесь вы можете только загрузить функции контроля 1-фазного тока или 1-фазного напряжения по выбору. Функции описаны в разделе *6 Функции защиты и автоматики*.



[scfgttstp-270215-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-49 Функциональная группа Нейтр.точка тр-ра – набор функций для устройства типа 7UM85

Более подробная информация относительно включения функций в устройстве приводится в разделе *2 Базовая структура функции*. За более подробной информацией о полном составе функций типового проекта для различных типов устройства обратитесь к главе *4 Применения*.

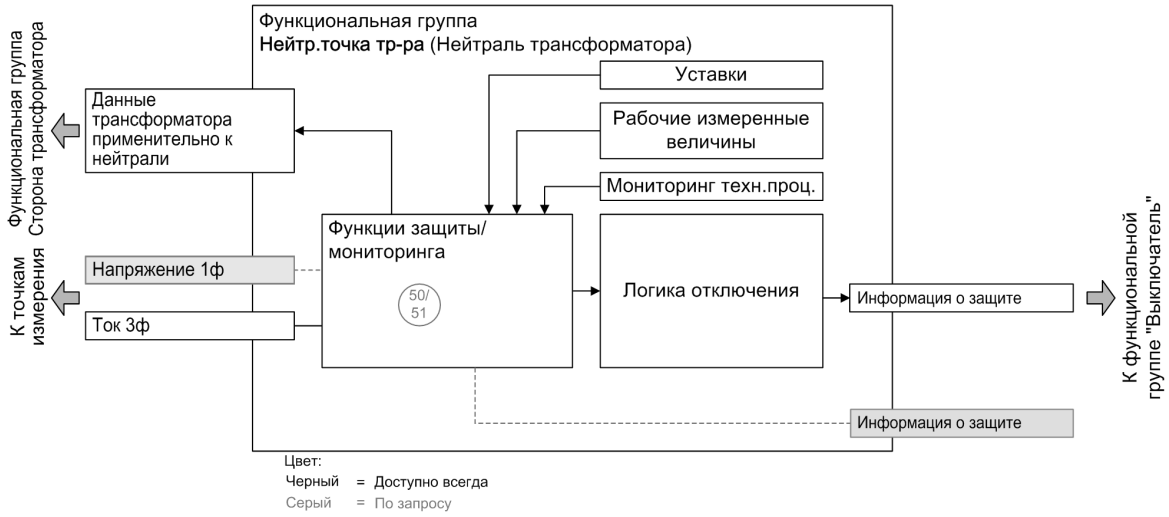
5.3.4.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** всегда включает в себя следующие функциональные блоки:

- Данные трансформатора применительно к нейтрали
- Рабочие измеряемые величины
- Выходная логика функциональной группы

Данные блоки обязательны в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра**, поэтому они не могут быть выгружены или удалены.

Вы можете загрузить функции защиты и контроля, необходимые для применения из функциональной группы **Нейтр.точка тр-ра**. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.



[dwpwrstp-161012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-50 Структура функции Функциональная группа Нейтр.точка тр-ра

Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** содержит интерфейсы для перехода в следующие функциональные группы:

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**
- **Сторона трансформатора**

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов связи с точками измерения.

В случае использования прикладного шаблона функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** связывается с нужными точками измерения.

При добавлении функций в функциональную группу **Нейтр.точка тр-ра** они будут автоматически получать измеряемые величины с соответствующих точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**.

Более подробную информацию можно найти в главе *2 Базовая структура функции*.

Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** имеет интерфейсы связи со следующими точками измерения:

- **`1-фазное напряжение`** (опция):

  Данный интерфейс отображает величины измеренного однофазного напряжения. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

  Если вы хотите протестировать или изменить соединение между напряжениями и **Точкой измерения U-1ф**, дважды щелкните по пункту **Ранжирование точек измерения** в структуре проекта DIGSI 5 → **7UM85** (название устройства).

  Дополнительные сведения см. в описании Данные энергосистемы, начиная с главы *6.1 Данные энергосистемы*.

  Необходимо подключить интерфейс **`1-фазное напряжение`** к **Точке измерения U-1ф** только в том случае, если функции в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** работают с этим измерением.

- **`1-фазный ток`**:

  Данный интерфейс отображает величину тока в одной фазе. В зависимости от типа подключения трансформатора это, например I_x. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** должна всегда быть связана с группой **Точка измерения I-1ф**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете подключить интерфейс **`1-фазный ток`** максимум к **одной** 1-фазной точке измерения тока.

Все функции в ФГ **Сторона трансформатора** имеют доступ к этим значениям.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы обратитесь к функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** и выберете функцию **1ф МТЗ**, то информация о броске тока намагничивания берется из соответствующей группы **Сторона трансформатора**.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Нейтр.точка тр-ра** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**. При этом выполняется обмен следующей информацией:

- Сигналы пуска и срабатывания функции защиты в направлении функциональной группы «Выключатель»
- Информация о состоянии выключателя в направлении функциональных групп защиты.

Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** подключается к одной или нескольким функциональным группам "Выключатель". Данная привязка определяет следующее:

- На какие выключатели воздействуют защитные функции функциональной группы **Нейтр.точка тр-ра**.
- Запуск функции **УРОВ** (если она доступна в функциональной группе "выключатель") через защитные функции подключенной защитной функциональной группы **Нейтр.точка тр-ра**

Помимо общей привязки функциональной группы защиты **Нейтр.точка тр-ра** к функциональным группам выключателя, пользователь может ввести подробную конфигурацию интерфейса для определенных функций. Указанная подробная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра**.

При этом задается следующее:

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты включены, когда подается команда на отключение?
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**?

При использовании соответствующего шаблона применения функциональные группы соединены друг с другом, поскольку такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**. Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Интерфейс обмена данными между защитами (необязательная опция)

Обмен всей необходимой информацией между функциональной группой защиты и интерфейсом обмена данными защиты происходит посредством связи с интерфейсом **Обмена данными защиты**. К такой информации относятся:

- Дискретные сигналы.
- Измеряемые величины
- Комплексные данные

Более подробную информацию можно найти в главе *3.5 Обмен данными защиты*.

Данные трансформатора применительно к нейтрали

Данные трансформатора определяют необходимость защиты нейтрали трансформатора. Данные трансформатора применяются для всех функций в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра**.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** и не могут быть удалены.

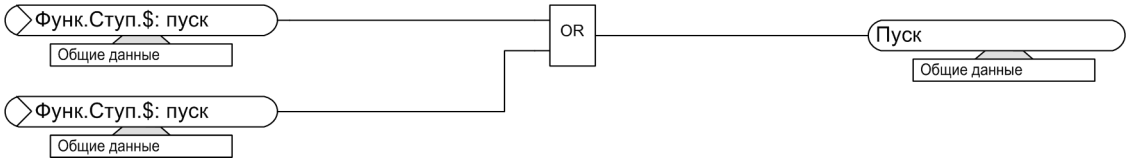
Таблица 5-12 Рабочие измеряемые величины функциональной группы Нейтр.точка тр-ра

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I	Ток нейтрали	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
B	Напряжение	кВ	B	Номинальное рабочее напряжение первичной системы

Логика формирования групповых сообщений

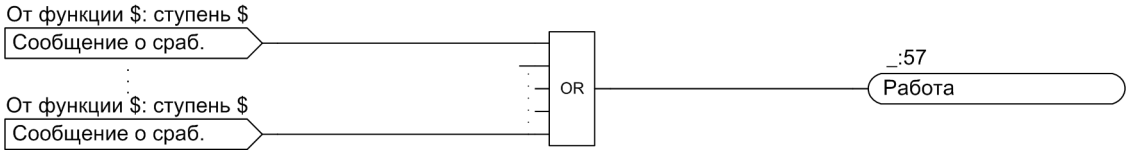
Функциональный блок групповых сообщений отвечает за формирование групповых сигналов пуска и отключения защиты и функций контроля в функциональной группе. Логика формирования групповых сигналов представлена на рисунке ниже. Логика срабатывания и выходная логика определяют сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

Сигналы срабатывания и отключения функций защиты и контроля в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** объединяются пофазно и на выходе формируют групповое сообщение.



[loanrstp-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-51 Формирование сигнализации о пуске функциональной группы Нейтр.точка тр-ра



[loauslin-150211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 5-52 Формирование сигнализации о срабатывании функциональной группы Нейтр.точка тр-ра

5.3.4.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Номинальный ток (защищенный от записи)

- Уставка по умолчанию **(_9421:104) Номинальный ток** = ***1000 A***

При помощи параметра **Номинальный ток** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номинальный ток** может соответствовать следующим переменным:

- Номинальный ток подключенной стороны трансформатора
- Номинальный ток соответствующей стороны подключенного автотрансформатора

Параметр **Номинальный ток** не может быть изменен.

Параметр: Номин.напряж. (защищенный от записи)

- Уставка по умолчанию **(_9421:105) Номинальное напряжение** = ***400,00 кВ***

При помощи параметра **Номин.напряж.** задается первичное номинальное напряжение защищаемого трансформатора. Параметр **Номин.напряж.** может соответствовать следующим переменным:

- Номинальное напряжение подключенной стороны трансформатора
- Номинальное напряжение соответствующей стороны подключенного автотрансформатора

Параметр **Номин.напряж.** не может быть изменен.

Параметр: Номинальная полная мощность

- Уставка по умолчанию **(_:9421:103) Номинальная полная мощность** = ***692,82 MBA***

Параметр **Номинальная полная мощность** рассчитывается через параметры **Номинальное напряжение** и **Номинальный ток**. Если значения тока и напряжения доступны, данное значение только отображается на дисплее и не может быть изменено.

Параметр: Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID

- Уставка по умолчанию **(_:9421:214) Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID** = ***0***

Параметр **Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID** показывает, какая однофазная точка измерения соединена с нейтралью трансформатора. Каждой точке измерения назначается уникальный ID. Параметр:

Параметр: Коэффициент масштабирования M I-1ф

- Уставка по умолчанию **(_:9421:223) Коэффициент масштабирования M I-1ф** = ***0,000***

Параметр **Коэффициент масштабирования M I-1ф** показывает коэффициент амплитудной коррекции тока нейтрали трансформатора.

5.3.4.4 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые ниже, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	C	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Номинальные значения				
_:9421:103	Общие: Номинальная полная мощность		от 0,20 MBA до 5000.00 MBA	692,82 MBA
_:9421:104	Общее: Номинальный ток		от 1 A до 100000 A	1000 A
_:9421:105	Общее: Номинальное напряжение		от 0,20 кВ до 1200,00 кВ	400 кВ
Данные стороны				
_:9421:214	Общее: M I1ф использует ID точки измерения		от 0 до 100	0
_:9421:223	Общее: Коэффициент масштабирования M I-1ф		0.010 to 100.000	0.000

5.3.4.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

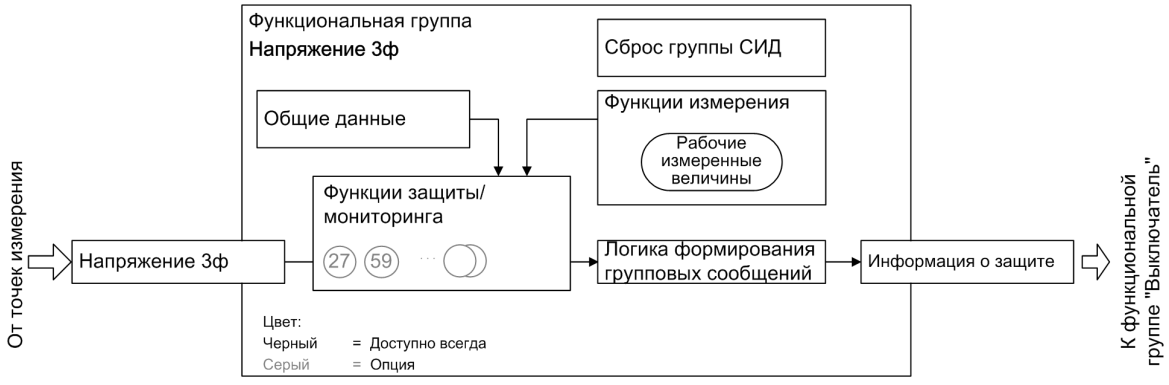
5.4 Тип функциональной группы - "Напряжение 3ф"

5.4.1 Обзор

В функциональной группе **Напряжение 3ф** можно использовать все функции защиты и контроля защищаемого объекта или оборудования, которые позволяют выполнять измерения трехфазного напряжения. Функциональная группа также содержит рабочие измерения для защищаемого объекта или оборудования (см. раздел *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*). Применимыми функциями, например, являются функции защиты по напряжению или защиты по частоте.

5.4.2 Структура функциональной группы

У функциональной группы **Напряжение 3ф** есть интерфейс для точек измерения и функциональной группы **Выключателя**.

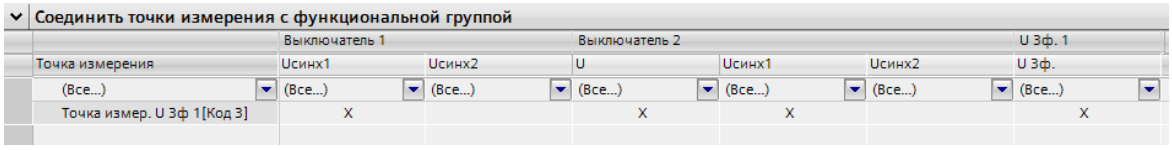


[dw3spann-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 5-53 Структура функциональной группы "Напряжение 3ф"

Интерфейс точек измерения

Функциональная группа **Напряжение 3ф** соединяется с точками измерения напряжения через интерфейсы для точек измерения. Ранжирование можно выполнить только в DIGSI в **Дереве проекта** → **Соединения функциональной группы**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.



[sc3span1-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-54 Подключение точек измерения к функциональной группе "Напряжение 3ф"

Функции, добавленные к функциональной группе **Напряжение 3ф**, соединяются с точками измерения тока и напряжения автоматически.

С помощью этого интерфейса можно подключить несколько точек измерения. Дополнительная информация приведена в главе *6.72 Выбор точки измерения напряжения*.

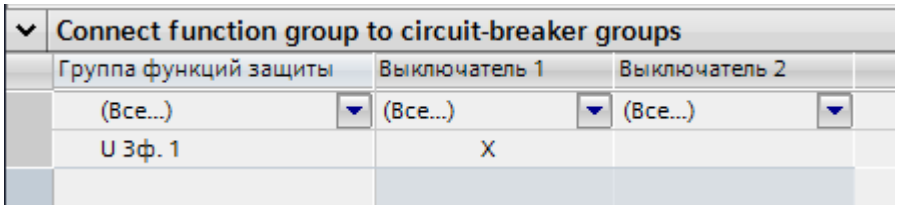
Измеряемые величины из системы 3-фаз. напряжения подаются через интерфейс **`U 3ф.`**. В зависимости от типа трансформаторных соединений, это могут быть, например, U_A, U_B, U_C, U_3. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Напряжение 3ф** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**.

В этом примере обмен сообщениями пуска и рабочими сообщениями функций защиты выполняется в направлении функциональной группы «Выключатель».

Необходимо соединить функциональную группу **Напряжение 3ф** и функциональную группу **Выключатель**. Это назначение может быть выполнено в DIGSI только через функциональную группу **Дерево проекта** → **Соединить**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.



[sc3span2-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-55 Соединение функциональной группы "Напряжение/ток 3ф" и функциональной группы "Выключатель"

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины всегда присутствуют в функциональной группе **Напряжение 3ф** и не могут быть удалены.

В следующей таблице указаны рабочие измеряемые величины функциональной группы **Напряжение 3ф**:

Таблица 5-13 Рабочие измеряемые величины функциональной группы "Напряжение 3ф"

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейное (междуфазное) напряжение	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
U_0	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
U_H	Напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота

5.4.3 Указания по применению и вводу уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

Перед созданием защитных функций в функциональной группе вы сначала должны подключить эти функции к соответствующей функциональной группе **Выключатель**.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:9421:102) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Используя уставку **Номин.напряж.**, можно задать первичное номинальное напряжение. Данный параметр **Номин.напряж.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

5.4.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9421:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ

5.4.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сбросить светодиод ФГ			
_:4741:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:4741:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O

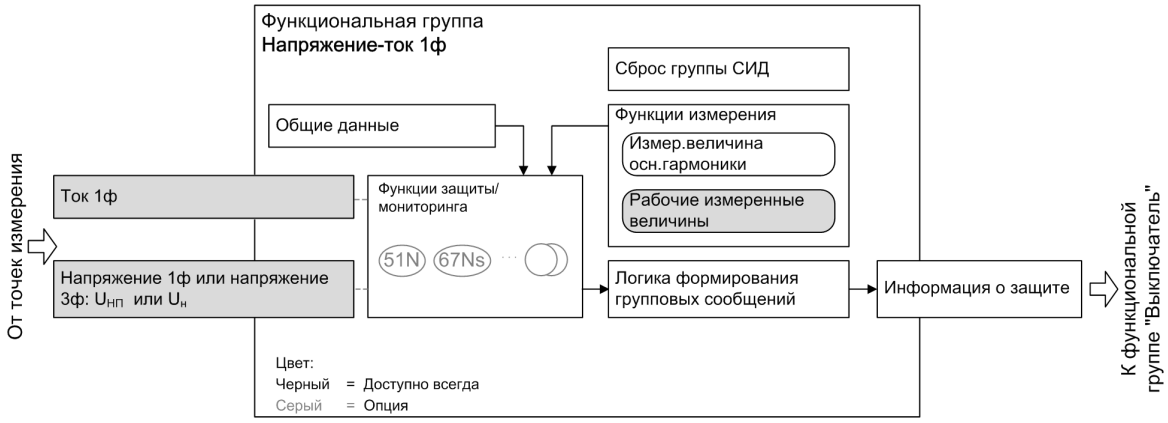
5.5 Тип функциональной группы - "Напряжение и ток 1ф"

5.5.1 Обзор

В функциональной группе **Напряжение-ток 1ф** можно использовать все функции защиты и контроля защищаемого объекта или оборудования, которые позволяют выполнять измерение однофазного тока и напряжения или измерение напряжения нулевой последовательности на базе измерения 3-фазного напряжения. Функциональная группа содержит также рабочие измерения для защищаемого объекта или оборудования (см. раздел *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*).

5.5.2 Структура функциональной группы

У функциональной группы **Напряжение-ток 1ф** есть интерфейс для точек измерения и функциональной группы **Выключатель**.



[dw1spstr-040117-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 5-56 Структура функциональной группы Напряжение-ток 1ф

Интерфейс точек измерения

Функциональная группа **Напряжение-ток 1ф** соединяется с точками измерения напряжения и тока через интерфейсы точек измерения. Хотя бы одна точка измерения должна быть подключена. Подключение других точек не обязательно. Ранжирование можно выполнить только в DIGSI в **Дереве проекта** → **Соединения функциональной группы**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице.

Функциональная группа имеет интерфейс со следующими точками измерения:

- **1-фазный ток**:

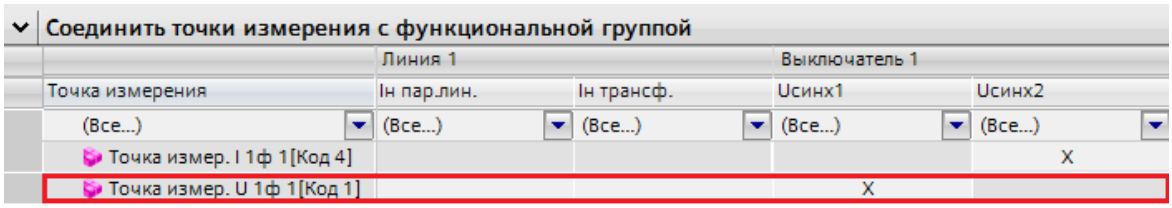
  Данный интерфейс предоставляет измеренные значения однофазного тока.

  К интерфейсу **I 1ф** можно подключить только точку измерения однофазного тока.

- **Напряжение, 1-фазное** или **Напряжение, 3-фазное**

  Можно подключить интерфейс напряжения функциональной группы **Напряжение-ток, 1-фаза** к 1-фазной или 3-фазной точке измерения. Вычисленное напряжение или измеренное напряжение нулевой последовательности доступны для соединения с трехфазной точкой измерения. Фазные напряжения недоступны в функциональной группе **Напряжение-ток, 1-ф**. Вы можете использовать оба типа соединений одновременно.

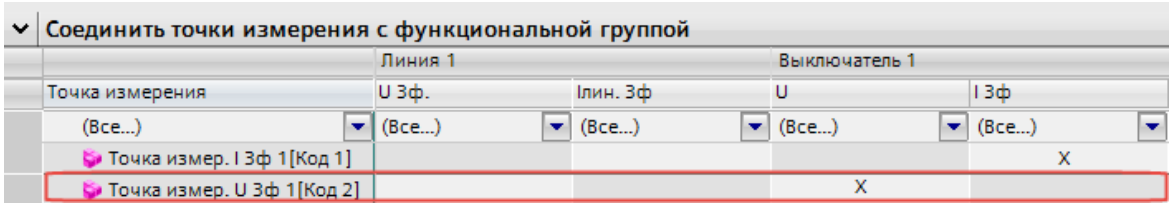
  Настройка точек измерения однофазного напряжения выполняется через интерфейс напряжения (см. следующий рисунок).



[scVI1ph_V1ph, 1, ru_RU]

Рисунок 5-57 Подключение точек измерения к функциональной группе Напряжение-ток 1ф

Напряжение нулевой последовательности, вычисленное из системы трехфазного напряжения или измеренного напряжения нулевой последовательности, предоставляется через интерфейс напряжения (см. рисунок ниже).



[scVI1ph_V3ph, 1, ru_RU]

Рисунок 5-58 Подключение точек измерения 3-фазного напряжения и 1-фазного тока к функциональной группе Напряжение-ток 1ф

Вы можете подключить интерфейс напряжения функциональной группы **Напряжение-ток 1ф** к одной точке измерения 3-фазного напряжения. Система поддерживает 3 типа соединения точки измерения напряжения. При разных типах соединений тип входа напряжения для функций в функциональной группе **Напряжение-ток 1ф** также будет меняться.

В следующей таблице показаны свойства входа напряжения для функциональной группы **Напряжение-ток 1ф**, в зависимости от типа соединения.

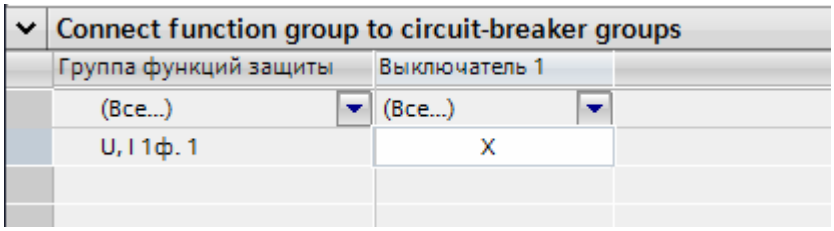
Тип соединения точки измерения 3-фазного напряжения	**Вход напряжения**
3 фазные напряжения	Напряжение нулевой последовательности рассчитывается из фазных напряжений и используется в качестве входа напряжения для всех функций.
3 фазные напряжения + UN	Напряжение нулевой последовательности UN преобразуется в напряжение, эквивалентное напряжению нулевой последовательности. Это преобразованное напряжение используется в качестве входа напряжения для функций.
3 линейные напряжения + UN	

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Напряжение-ток 1ф** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**.

В этом примере обмен сообщениями пуска и рабочими сообщениями функций защиты выполняется в направлении функциональной группы «Выключатель».

Необходимо соединить функциональную группу **Напряжение-ток 1ф** и функциональную группу **Выключатель**. Ранжирование можно выполнить только в DIGSI в **Дереве проекта** → **Соединения функциональной группы**. Чтобы соединить интерфейсы, отметьте крестиком пересечение строки и столбца в матрице. Если интерфейс не подключен, то функции работают в качестве функций контроля в функциональной группе **Напряжение-ток 1ф**.



[sc1stspc-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-59 Соединение функциональной группы Напряжение-ток 1ф и функциональной группы Выключатель

Составляющие основной гармоники

Основные компоненты всегда присутствуют в функциональной группе **Напряжение-ток 1ф** и не могут быть удалены.

В следующей таблице показаны основные компоненты функциональной группы **Напряжение-ток 1ф**:

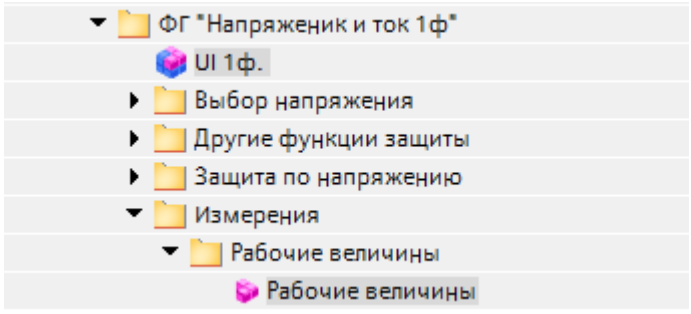
Таблица 5-14 Основные компоненты функциональной группы Напряжение-ток 1ф

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I	1-фазный ток	A	A	Параметр **Номинальный рабочий ток**
U^{12}	1-фазное напряжение	кВ	В	Параметр **Номинальное рабочее напряжение**
$U_0{}^{13}$	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Параметр **Номинальное рабочее напряжение** /√3
$U_N{}^{14}$	Измеренное напряжение НП	кВ	В	Параметр **Номинальное рабочее напряжение** /√3

Параметры **Номинальный рабочий ток** и **Номинальное рабочее напряжение** можно найти в функциональном блоке **Общие данные** функциональной группы **Напряжение-ток 1ф**.

Рабочие измеряемые величины

Функциональная группа **Напряжение-ток 1ф** не содержит предварительно сконфигурированных рабочих измеряемых величин. Их можно создать в функциональной группе или удалить из нее. Рабочие измеряемые величины можно найти в библиотеке DIGSI, в папке **ФГ Напряжение-ток 1ф** в разделе **Измерения → Рабочие величины**.



[scui1pom, 1, ru_RU]

Рисунок 5-60 Рабочие измеряемые величины

12 Однофазное напряжение U отображается только в том случае, если оно подключено к точке измерения однофазного напряжения.

13 Напряжение нулевой последовательности U0 видно только в том случае, если оно подключено к точке измерения трехфазного напряжения с типом соединения 3-фазного напряжения.

14 Измеренное напряжение НП UN видно только в том случае, если оно подключено к точке измерения трехфазного напряжения с соединением типа 3-фазное напряжение фаза-земля + UN или 3-фазное линейное напряжение + UN.

Таблица 5-15 Рабочие измеряемые значения функциональной группы Напряжение-ток 1ф

Измеряемые величины		Первичные	Вторичные величины	% относительно
I	1-фазный ток	A	A	Параметр **Номинальный рабочий ток**
U^{15}	1-фазное напряжение	кВ	В	Параметр **Номинальное рабочее напряжение**
U_N^{16}	Напряжение смещения	кВ	В	Параметр **Номинальное рабочее напряжение**/√3
U_0^{17}	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Параметр **Номинальное рабочее напряжение**/√3
f	Частота	Гц	Гц	Параметр **Номинальная частота**
P	Активная мощность	МВТ	ВТ	Параметр **Номинальная полная мощность**
Q	Реактивная мощность	МВАр	ВАр	Параметр **Номинальная полная мощность**

Параметры **Номинальный рабочий ток**, **Номинальное рабочее напряжение** и **Номинальная полная мощность** можно найти в функциональном блоке **Общие данные** функциональной группы **Напряжение-ток 1ф**. Параметр **Номинальная частота** можно найти в функциональном блоке **Общие данные** функциональной группы **Уставки устройства**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Частоту можно рассчитать по измеренному значению напряжения или тока.

Активная и реактивная мощность отображаются только в том случае, если напряжение и однофазный ток подключены к функциональной группе. Если подключенное напряжение является фазным напряжением (UA, UB, UC) или любым напряжением Ux, отображаются только специфические значения мощности. В противном случае отображение значения мощности недоступно.

5.5.3 Уставки, защищенные от записи

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9421:103	Общие данные:Ном. полная мощн.		-1.00 MBA до -1.00 MBA	0.00 MBA
Данные энергосис.				
_:9421:214	Общие данные:Изм.I1ф исп.тчк.измер.с ID		0 до 100	0
_:9421:223	Общие данные:Несогл. ТТ Изм. I 1ф		0.00 до 100.00	0.00

15 U отображается только в том случае, если оно подключено к точке измерения однофазного напряжения.

16 UN отображается только в том случае, если оно подключено к точке измерения трехфазного напряжения типа 3-ф-напр. фаза-земля + UN или линейное 3-ф-напр. + UN.

17 U0 отображается только в том случае, если оно подключено к точке измерения трехфазного напряжения типа 3-ф-напр. фаза-земля + UN.

5.5.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9421:101	Общие данные:Номинальный ток		1 A до 100000 A	1000 A
_:9421:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Измерения				
_:9421:150	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано

5.5.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9421:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9421:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:13381:500	Сброс груп.СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:13381:320	Сброс груп.СИД:СИД сброшены	SPS	O

5.6 Тип функциональной группы - "Напряжение и ток 3ф"

5.6.1 Обзор

Все функции защиты и контроля защищаемого объекта или оборудования, которые позволяют выполнять измерения трехфазного тока и напряжения, можно использовать в функциональной группе **Напряжение-ток, 3ф**. Функциональная группа также содержит рабочие измерения для защищаемого объекта или оборудования (см. раздел *9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы*).

Функциональную группу **Напряжение-ток, 3ф** можно найти для каждого типа устройств в Глобальной библиотеке DIGSI 5. Все функции защиты и контроля, которые можно использовать для этого типа функциональной группы, представлены в функциональной группе **Напряжение-ток, 3ф**. Эти функции описаны в главе *6 Функции защиты и автоматики*.

Дополнительную информацию о добавлении функций в устройство см. в главе *2 Базовая структура функции*. Информация о полном составе функций шаблонов применения для различных типов устройств представлена в главе *4 Применения*.

5.6.2 Структура функциональной группы

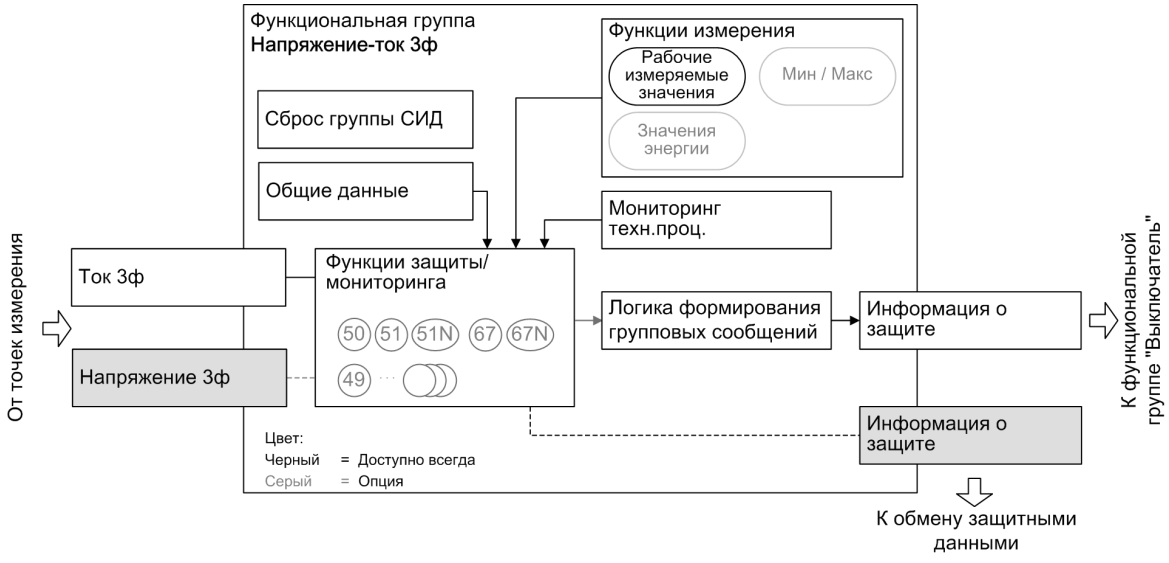
Функциональная группа всегда состоит из следующих блоков:

- Данные защищаемого объекта / оборудования (функц. блок общих данных)
- Рабочие измеряемые величины
- Мониторинг технологического процесса
- Выходная логика функциональной группы
- Сброс группы СИД

Данные блоки являются основными для функциональной группы, и они не могут быть выгружены или удалены.

Можно загрузить функции защиты и контроля, которые требуются для вашего применения в функциональной группе. Эти функции доступны в общей библиотеке DIGSI 5. Ненужные функции могут быть удалены из функциональной группы.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы **Напряжение-ток 3ф**:



[dwfgui3p-301112-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 5-61 Структура функциональной группы Напряжение-ток 3ф

Функциональная группа имеет интерфейсы с

- **Точки измерения**
- Функциональная группа **Выключатель**

Интерфейс точек измерения

Функциональная группа получает необходимые измеряемые величины с помощью интерфейсов с точками измерения. Если вы используете шаблон применения, то функциональная группа уже подключена к необходимым точкам измерения. Если вы добавляете функции в функциональную группу, то они автоматически будут получать измеряемые величины с нужных точек измерения. Если вы добавляете защитные функции в функциональную группу, но необходимая точка измерения не подключена, то DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Конфигурирование точек измерения в DIGSI 5 выполняется в редакторе **Соединение функциональных групп**. Более подробную информацию можно найти в главе *2 Базовая структура функции*.

Функциональная группа имеет интерфейсы со следующими точками измерения:

- **3-фазное напряжение**

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры системы трехфазного напряжения. Возможны различные типы соединений трансформатора. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа всегда должна иметь соединение с точкой измерения **U 3 ф**.

  С помощью этого интерфейса можно подключить несколько точек измерения. Дополнительная информация приведена в главе *6.72 Выбор точки измерения напряжения*.

  Если вы хотите протестировать или изменить соединение между напряжениями и точкой измерения трехфазного напряжения, то дважды щелкните по пункту дерева проекта в DIGSI 5 **(Имя устройства) Ранжирование точек измерения** (тип подключения = три фазных напряжения). Дополнительные сведения см. в описании данных энергосистемы, начиная с главы *6.1 Данные энергосистемы*.

- **3-фазный ток**

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. В зависимости от типа соединения трансформаторов, это, например, I_A, I_B, I_C, I_N или $3I_0$. Все значения, которые можно рассчитать на основании измеренных параметров, также поступают через этот интерфейс. Функциональная группа всегда должна иметь соединение с точкой измерения **I 3ф**.

  Вы можете подключить интерфейс **Ток 3ф** максимум к **четырем** трехфазным точкам измерения тока (например, для полуторной схемы соединения). Если к интерфейсу **Ток 3ф** подключено 2 точки измерения тока, суммарный ток также определяется на основе измеренных значений в обеих точках измерения в функциональной группе. Все функции в функциональной группе имеют доступ к данным значениям.

Интерфейс связи с функциональной группой "Выключатель"

Обмен всеми необходимыми данными между функциональной группой **Напряжение-ток 3ф** и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейс функциональной группы **Выключатель**.

Данные включают в себя, например, сообщения о пуске и срабатывании функций защиты, посылаемые в направлении функциональной группы **«Выключатель»** и, например, информацию о состоянии выключателя, посылаемую в направлении групп функций защиты.

Функциональная группа **Напряжение-ток 3ф** подключается к одной или нескольким функциональным группам выключателя. Данное подключение определяет:

- Какой(ие) выключатель(ли) активируется(ются) защитными функциями функциональной группы защиты
- Пуск функции УРОВ (если она имеется в функциональной группе Выключатель) от функций защит подключенной функциональной группы защиты
- Пуск функции АПВ (АПВ, если она доступна в функциональной группе Выключатель) через защитные функции подключенной функциональной группы защиты

Помимо общей привязки функциональной группы защиты к функциональным группам Выключатель, также имеется возможность более полной отдельной настройки определенных функциональных возможностей. Детальная настройка производится в DIGSI 5 с использованием редактора **Взаимодействие выключателя** в функциональной группе защит.

При подробной настройке вы задаете:

- Какие сигналы срабатывания функций защиты идут на формирование команды отключения
- Какие из защитных функций активируют функцию АПВ.
- Какие функции защиты запускают функцию УРОВ

При использовании шаблона применения функциональные группы уже соединены друг с другом, поскольку такое соединение абсолютно необходимо для обеспечения правильного функционирования. Соединение можно изменить в DIGSI 5 при помощи редактора **Соединение функциональных групп**.

Данные защищаемого объекта / оборудования (функц. блок общих данных)

Номинальное напряжение и номинальный ток, а также режим работы нейтрали защищаемого объекта или оборудования определяются здесь. Эти данные применяются для всех функций функциональной группы **Напряжение-ток 3ф**.

Данные оборудования

Номинальное напряжение и номинальный ток, а также режим работы нейтрали объекта или оборудования определяются здесь. Эти данные применяются для всех функций функциональной группы **Напряжение-ток 3ф**.

Сброс группы светодиодов

С помощью функции **Сброс груп.СИД** вы можете сбросить светодиоды с запоминанием, на которые заранжированы сигналы данной функциональной группы, при этом светодиоды привязанные к сигналам других функциональных групп сохранят свое состояние.

Более подробную информацию можно найти в главе *3.1.11 Сброс сохраненных сообщений функциональной группы*.

Мониторинг технологического процесса

Мониторинг технологического процесса всегда присутствует в функциональной группе **Напряжение-ток 3ф** и не может быть удален.

Мониторинг технологического процесса предоставляет следующую информацию в функциональную группу **Напряжение-ток 3ф**:

- Токовый критерий:
  Обнаружение отключенного/включенного состояния защищаемого объекта/оборудования на основе критерия протекания тока
- Обнаружение включения:
  Обнаружение включения защищаемого объекта/оборудования.
- Обнаружение холодного пуска (опция, только для устройств защиты):

Эти данные применяются для всех функций функциональной группы **Напряжение-ток 3ф**.

Описание мониторинга технологического процесса начинается в главе *5.9 Мониторинг технологического процесса*.

Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые значения всегда присутствуют в функциональной группе **Напряжение-ток 3ф** и не могут быть удалены.

В следующей таблице показаны рабочие измеряемые значения функциональной группы **Напряжение-ток 3ф**:

Таблица 5-16 Рабочие измеряемые значения функциональной группы Напряжение-ток 3ф

Измеряемые величины		**Первичные**	**Вторичные величины**	**% относительно**
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
3I0	Расчетный ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
I_N	Ток нейтраль-фаза	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
I_{NS}	Чувствительный ток на землю	A	мА	Номинальный первичный рабочий ток
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
U_0	Напряжение нулевой последовательности	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
U_H	Напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/√3
f	Частота	Гц	Гц	Номинальная частота
$P_{сумм}$	Активная мощность (полная мощность)	МВТ	ВТ	Активная мощность первичных значений $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	ВАр	Реактивная мощность первичных значений $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Полная мощность (полная мощность)	МВА	ВА	Полная мощность первичных значений $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Cos φ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100% соответствует cos φ = 1
P_A, P_B, P_C	Активная мощность в фазе	МВТ	ВТ	Активная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
Q_A, Q_B, Q_C	Реактивная мощность в фазе	МВАр	ВАр	Реактивная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$
S_A, S_B, S_C	Полная мощность в фазе	МВА	ВА	Полная мощность фазы $U_{ном.ф.x} \cdot I_{ном.ф.x}$

Рабочие измеряемые величины более подробно описаны в главе *9.3 Рабочие измеряемые величины*.

Расчет мощности, энергии и других статистических величин (ФБ «Общие данные»)

Следующие направленные значения, вычисляемые в рабочих измеряемых значениях, определяются положительно в направлении защищаемого объекта.

- Мощность
- Коэффициент мощности
- Энергия
- Минимальные, максимальные величины
- Средние величины

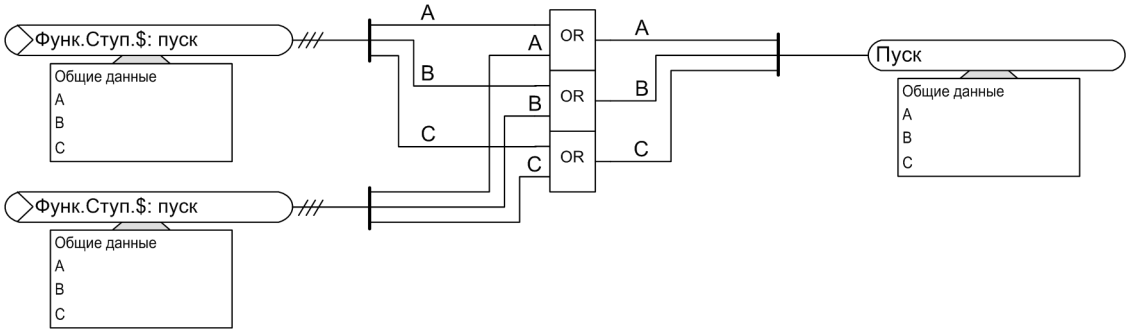
При помощи параметра **`Знак P, Q`** можно инвертировать знак этих рабочих измеряемых величин, так что направление мощности от линии к сборным шинам будет отображаться положительным.

Более подробная информация по данному вопросу приведена в разделе *9.1 Обзор функций*.

Логика формирования групповых сообщений

Выходная логика функциональной группы обрабатывает сигналы пуска и срабатывания функций защиты и контроля, которые доступны в функциональной группе раздельно, в логике пуска и выходной логике соответственно. Логика срабатывания быстро формирует комплексные сообщения (групповые) в функциональной группе. Данные групповые сообщения передаются через интерфейс **Взаимодействие выключателя** функциональной группе **Выключатель**.

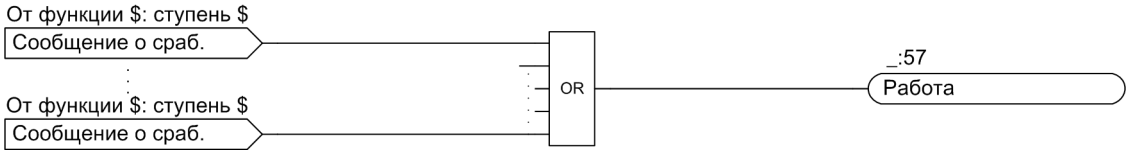
Сигналы пуска функций защиты и контроля в функциональной группе **Напряжение-ток 3ф** объединяются на основе выбора фазы и выводятся как групповое сообщение.



[lo_anrlin, 3, ru_RU]

Рисунок 5-62 Создание сообщения о пуске для функциональной группы «Напряжение-ток 3ф»

Сигналы отключения из функций защиты и контроля в функциональной группе **Напряжение-ток 3ф** всегда приводят к 3-фазному отключению устройства.



[loauslin-150211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 5-63 Создание сообщения о срабатывании для функциональной группы «Напряжение-ток 3ф»

5.6.3 Уставки, защищенные от записи

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию (_:103) **Ном. полная мощн.** = ***692,82 MBA***

Используя параметр **Ном. полная мощн.**, можно установить номинальное линейное напряжение защищаемого автотрансформатора. Параметр **Ном. полная мощн.** имеет большое значение для основной функции защиты устройства. Данный параметр **Ном. полная мощн.** является базисной величиной для значений, измеряемых в процентах, и уставок, задаваемых в процентах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение уставки параметра необходимо изменять только через DIGSI 5, а не непосредственно в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Уставки, перечисляемые далее, используются для облегчения процесса конфигурирования функциональных групп. Они рассчитываются на основе других уставок и не доступны для изменения напрямую.

Адрес	Параметры	С	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Сетевые данные				
_:103	Общие: номинальная полная мощность		от 0,20 MBA до 5000,00 MBA	692,82 MBA



ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию о мониторинге технологического процесса можно найти в разделе *5.9 Мониторинг технологического процесса*.

5.6.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ном. значения				
_:9451:101	Общие данные:Номи-нальный ток		1 A до 100000 A	1000 A
_:9451:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Данные энергосис.				
_:9451:149	Общие данные:Заземл.нейтр.эн.сист.		• заземленная • ззмл. ч/токоогр. реакт. • изолированная	заземленная
Измерения				
_:9451:158	Общие данные:Знак P, Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертиро-вано

5.6.5 Список сообщений

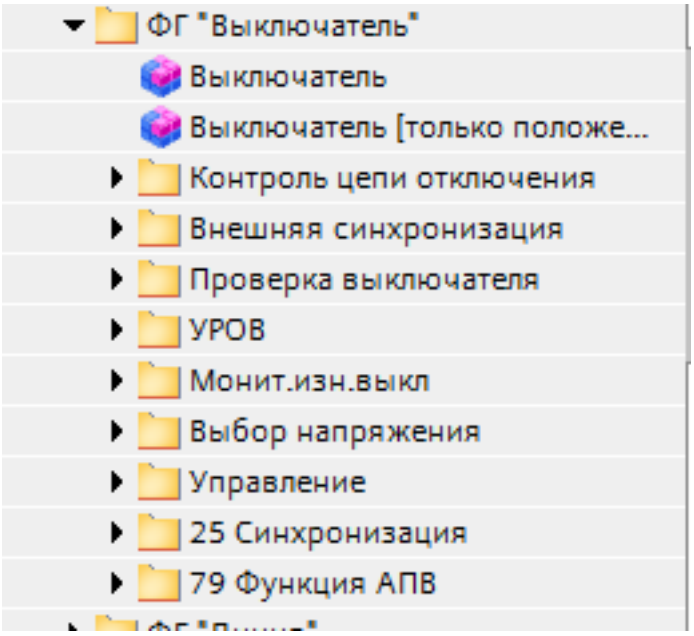
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:9451:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:9451:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Сброс груп.СИД			
_:7381:500	Сброс группы СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:7381:320	Сброс группы СИД:СИД сброшены	SPS	O
Обнар.включ.			
_:1131:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:1131:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.7 Тип функциональной группы - "Выключатель"

5.7.1 Обзор

Функциональная группа **Выключатель** объединяет все пользовательские функции, которые относятся к выключателю.

Вы можете найти функциональную группу **Выключатель** для каждого типа устройства в функциональной библиотеке DIGSI 5. Функциональная группа **Выключатель** содержит все функции защиты, управления и контроля, которые вы можете использовать для данного типа устройства. На следующем рисунке показан список функций как пример в группе **Выключатель**.



[sccb2typ-120116, 1, ru_RU]

Рисунок 5-64 Функциональная группа Выключатель – пример объема функции

ФГ "Выключатель" содержит 2 различных типа выключателей:

- Выключатель
- Выключатель [только положение]

Первый тип выключателя применяется для управления выключателем и как дополнительный блок основных функций защиты.

Выключатель [только положение] используется только для определения положения выключателя. Этот тип можно использовать для моделирования выключателей, для которых необходимо только получать информацию об их положении, но не управлять ими при помощи устройства SIPROTEC 5.

Доступные функции описаны в главах *6 Функции защиты и автоматики* и *7 Функции управления*.

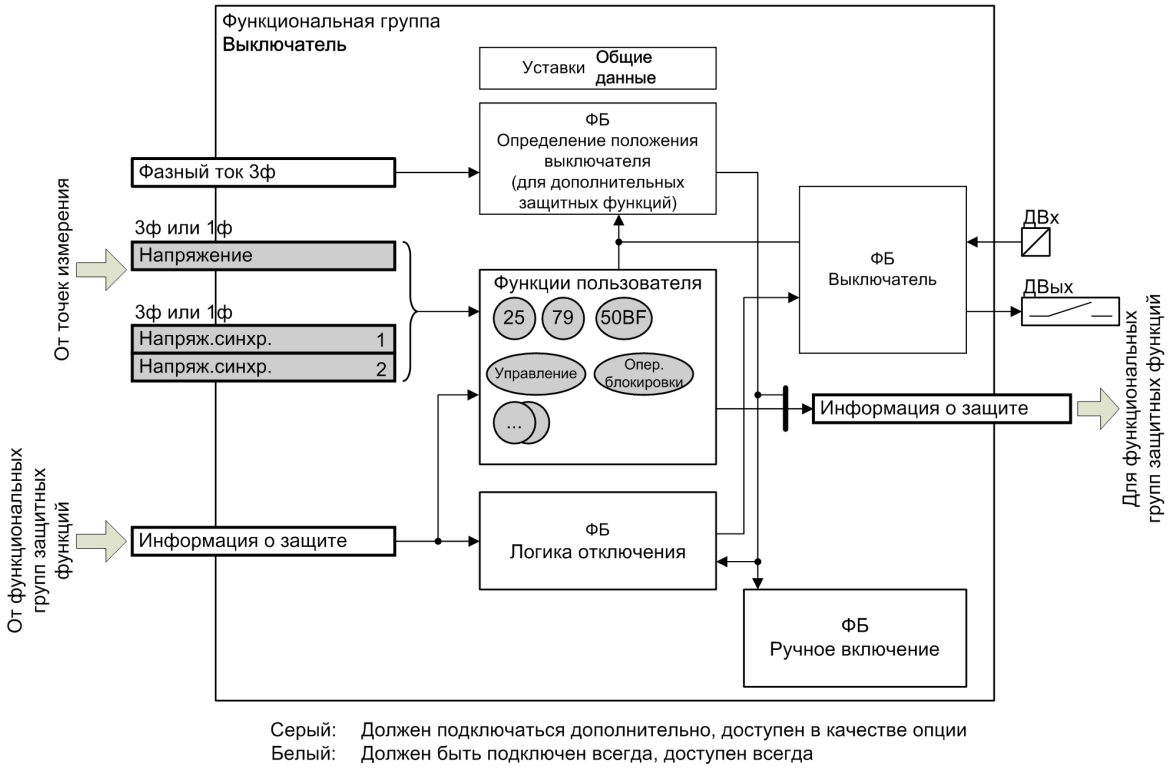
5.7.2 Структура функциональной группы

Помимо пользовательских функций, данная группа **Выключатель** содержит определенный функциональный набор, который является основным и используется в общих целях, поэтому он не может быть выгружен или удален:

- Логика отключения от защиты
- Отображение физического выключателя
- Определение положения выключателя для функций защиты

- Определение ручного включения
- Общие уставки

Структура функциональной группы **Выключатель** показана на следующем рисунке. Отдельные функциональные блоки на рисунке описаны в следующих главах.



[dwfgstru-080812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-65 Структура функциональной группы "Выключатель"

Функциональная группа **Выключатель** имеет следующие позиции:

- Точки измерения
- Группы защитных функций (например, группа защитных функций **Линия**)

Интерфейсы точек измерения

Функциональная группа содержит измеренные значения, необходимые для точек измерения, ассоциирующихся с данной функциональной группой.

При использовании шаблона применения функциональная группа связывается с точкой измерения 3-фазного тока линии, так как данное подключение является важным. В зависимости от того, какие функции используются, может понадобиться подключение дополнительных точек измерения в функциональной группе. Конфигурация производится с использованием редактора **Соединения функциональных групп** в DIGSI 5. Более подробную информацию по этому вопросу можно найти в разделе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Если в функциональной группе применяется пользовательская функция, например синхронизация, но при этом необходимая точка измерения не подключена, DIGSI 5 сообщает о несовместимости. Данная несовместимость сопровождается сигналом об отсутствии подключения точки измерения.

Функциональная группа **Выключатель** имеет интерфейс со следующими точками измерения:

- **`3 фазный ток линии`**

  Данный интерфейс отображает измеряемые параметры 3-х фазной энергосистемы. Функциональная группа должна быть всегда связана с данной точкой измерения.

- **Напряжение**

  Данный интерфейс отображает величины измерения трехфазного или однофазного напряжения. В зависимости от способа подключения трансформаторов в системе 3-х фазного напряжения этими величинами являются, например, U_A, U_B, U_C линии присоединения.

  Связь с соответствующей точкой измерения необходима только при задействовании пользовательской функции, которая требует величин измерения системы 3-фазного напряжения, например при использовании функции **Синхронизация** или **АПВ**.

- **Напряж. синхрон. 1, напряж. синхрон. 2**

  Данный интерфейс отображает однофазное напряжение синхронизации (например, напряжение шин с однофазным подключением) или 3-х фазное напряжение синхронизации (например, напряжение шин с 3-х фазным подключением).

  Связь с соответствующей точкой измерения необходима только при использовании синхронизации.

Интерфейс для групп защитных функций

Обмен всеми необходимыми данными между функциональными группами защиты и функциональной группой **Выключатель** производится через интерфейсы функциональной группы **Выключатель**. Данные включают в себя, например, сообщения о пуске и срабатывании функций защиты, посылаемые в направлении функциональной группы «Выключатель» и, например, информацию о состоянии выключателя, посылаемую в направлении групп функций защиты.

При использовании шаблона применения функциональные группы соединяются друг с другом, так как данная связь способна обеспечить правильное функционирование. Используемый интерфейс связи можно изменить при помощи редактора **Соединения функциональных групп** в DIGSI 5.

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Если данная связь отсутствует, DIGSI 5 сообщает о несовместимости.

Помимо основных параметров группы защитных функций или функциональных групп выключатель, Вы можете конфигурировать каждую функцию подробно.

- Какие из сообщений о срабатывании функций защиты учитываются, когда подается команда на отключение?
- Какие из защитных функций активируют функцию **АПВ**?
- Какие из защитных функций активируют функцию **УРОВ**?

Более подробную информацию можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.

5.7.3 Указания по применению и вводу уставок

Интерфейс точек измерения

С помощью данного интерфейса происходит конфигурирование 3-х фазной энергосистемы. В противном случае DIGSI 5 передает сообщение о несовместимости.

При использовании функции **Синхронизация** точки измерения, которые соотносятся с напряжением U1 и U2 синхронизируемых элементов энергосистемы, должны быть связаны.

Более подробную информацию можно найти в главе *7.5 Функция контроля синхронизма*.

Функция **АПВ** обеспечивает дополнительные функции **КОН линии** и **Уменьшенная бестоковая пауза**. Данные вспомогательные функции требуют измерения трехфазного напряжения. Если Вы хотите использовать данные вспомогательные функции, точка измерения 3-х фазной системы напряжений должна быть соединена с интерфейсом функциональной группы **Напряжение**. Данная связь необходима при использовании функции **АПВ с адаптивной бестоковой паузой**.

Интерфейс для групп защитных функций

Группа защитных функций **Линия** связана с двумя включателями (2 функциональных группы **Выключатель**), соединенными по полуторной схеме.

Параметр: Опорный ток для величин в %

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Номинальный раб.ток** = ***1000 A***

С помощью параметра **Номинальный раб.ток** вы устанавливаете первичный ток, который служит в качестве опорного для всех токовых величин в функциональной группе "Выключатель", выраженных в %. Он применяется как для рабочих измеренных величин, так и для значений уставок в %.

Здесь вводится номинальное значение первичного тока защищаемого объекта (например, линии).

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение параметра необходимо изменять через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Опорное напряжение для величин в %

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Ном. напряжение** = ***400 кВ***

С помощью параметра **Ном. напряжение** можно установить первичное напряжение, которое служит в качестве опорного для всех величин напряжения в функциональной группе Выключатель, выраженных в %. Он применяется как для рабочих измеренных величин, так и для значений уставок в %.

Здесь вводится номинальное значение первичного напряжения защищаемого объекта (например, линии).

Если устройство работает по протоколу МЭК 61850, то значение параметра необходимо изменять через DIGSI 5, а не напрямую в устройстве. При изменении значения уставки непосредственно на самом устройстве конфигурация рассчитываемых величин МЭК 61850 может оказаться неверной.

Параметр: Пороговый ток отключенного выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.** = ***0,10 A***

С помощью параметра **Ток.откл-го плж.выкл.** вы определяете величину тока (порог), ниже которой полюс выключателя или выключатель определятся как отключенный.

Установите параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** таким образом, чтобы измеренное значение тока при отключенном полюсе выключателя было бы ниже установленного значения. При исключении наведенных токов (например, из-за индукции) выведенной линии вы можете установить вторичное значение с более высокой степенью чувствительности, например ***0,05 A***.

При отсутствии специальных требований Siemens рекомендует оставить вторичное значение уставки ***0,10 A***.

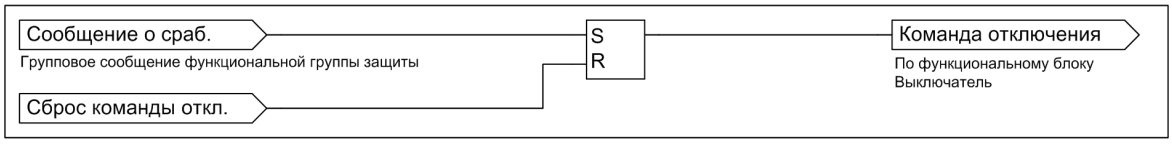
5.7.4 Логика отключения

5.7.4.1 Описание функции

Функциональный блок **Логика отключения** получает рабочие сообщения группы защитных функций или групп защитных функций о срабатывании и подает команду отключения от защиты, которая передается функциональному блоку **Выключатель**.

Функциональный блок **Выключатель** формирует сигнал отключения выключателя (см. *5.7.5 Выключатель*). Важную роль здесь также играет время выдачи команды.

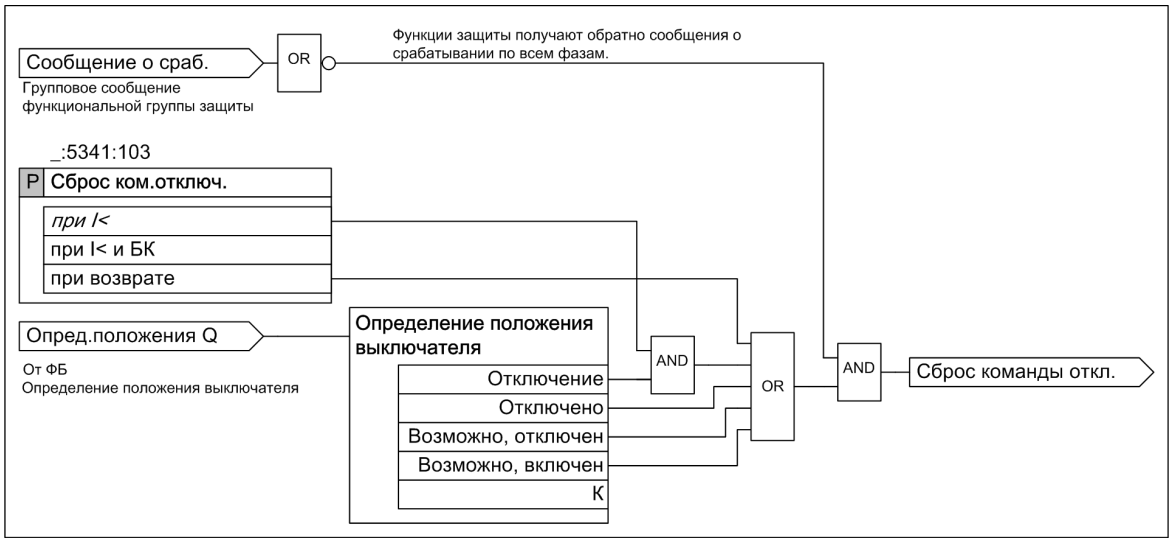
Логика отключения также решает, когда прерывается команда отключения от защиты (см. *Рисунок 5-67*).



[loausbef-140113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-66 Команда отключения

Прерывание команды отключения



[lobefe3p-140113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-67 Прерывание команды отключения

Выданная команда отключения сохраняется (см. *Рисунок 5-66*).

Вы можете определить критерий сброса команды отключения с помощью уставки **Сброс ком.отключ.**.

- **при возврате**

  Команда отключения прерывается, если функция, которая выдала такую команду, прерывает сообщение о срабатывании. Это обычно происходит при возврате функции защиты. Прерывание команды отключения происходит независимо от проверки состояния выключателя.

- **при I<**

- **при I< и БК**

  С этими критериями состояние выключателя также принимается во внимание как следующий критерий в дополнение к возврату функции отключения (сообщение о срабатывании прерывается командой). Вы можете выбрать, как определяется состояние: по току (**при I<**) или по току в сочетании с блок-контактами выключателя (**при I< и БК**). Характеристики предлагаемых уставок отличаются только в контроле состояния выключателя. Если выключатель находится в состоянии **отключение**, команда отключения прерывается в случае выбора **при I<** и не прерывается в случае выбора **при I< и БК**. Состояние **отключение** обнаруживается, когда от блок-контактов выключателя по-прежнему поступает информация о том, что выключатель включен, а отключение обнаруживается по снижению уровня тока.

  При I< и БК отключенное положение выключателя определяется по факту снижения тока ниже уставки Ток.откл-го плж.выкл. и положению блок-контактов.

  Информация о состоянии выключателя предоставляется функциональным блоком **Определение положения выключателя** (см. *5.7.6 Распознавание положения выключателя для дополнительных функций защиты*). Определение различных положений также описывается в этой главе.

5.7.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Сброс команды отключения

- Рекомендуемая уставка **(_:5341:103) Сброс ком.отключ.** = ***при I<***

Значение параметра	Описание
при I<	С этой уставкой сброс команды отключения происходит тогда, когда отсутствует ток при условии возврата функции отключения. Самым важным фактором распознавания отключенного выключателя является снижение тока ниже значения, заданного параметром **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.**.
при I< и БК	Для этой уставки необходимо не только отсутствие тока, но и блок-контакт выключателя должен просигнализировать о том, что выключатель отключился. Данная уставка предполагает, что уставка блок-контакта ранжирована на дискретный вход (более подробная информация приведена в *5.7.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации*).
при возврате	Вы можете выбрать уставку для специальных применений, в которых команда отключения не приводит к полному прерыванию тока в каждом режиме. Если происходит возврат пустившейся функции защиты, то в этом случае команда отключения сбрасывается. Данная уставка полезна тогда, когда ток нагрузки в системе не может прерываться в ходе испытания защитного устройства и испытательный ток подается параллельно с током нагрузки.

5.7.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Логика отключ.				
_:103	Логика отключ.:Сброс ком.отключ.		• при I< • при I< и БК • при возврате	при I<

5.7.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Логика отключ.			
_:300	Логика отключ.:Сообщ.отключ.	ACT	O

5.7.5 Выключатель

5.7.5.1 Обзор

Функциональный блок **Выключатель** представляет физический коммутационный аппарат, предусмотренный в устройстве SIPROTEC 5.

Основными задачами этого функционального блока являются эксплуатация выключателя и сбор информации о положении блок-контактов выключателя и прочей информации о выключателе.

Функциональный блок **Выключатель** предоставляет следующие данные:

- Допустимое число коммутаций
- Ток отключения, разрываемое напряжение, частота при коммутации
- Суммарный ток отключения

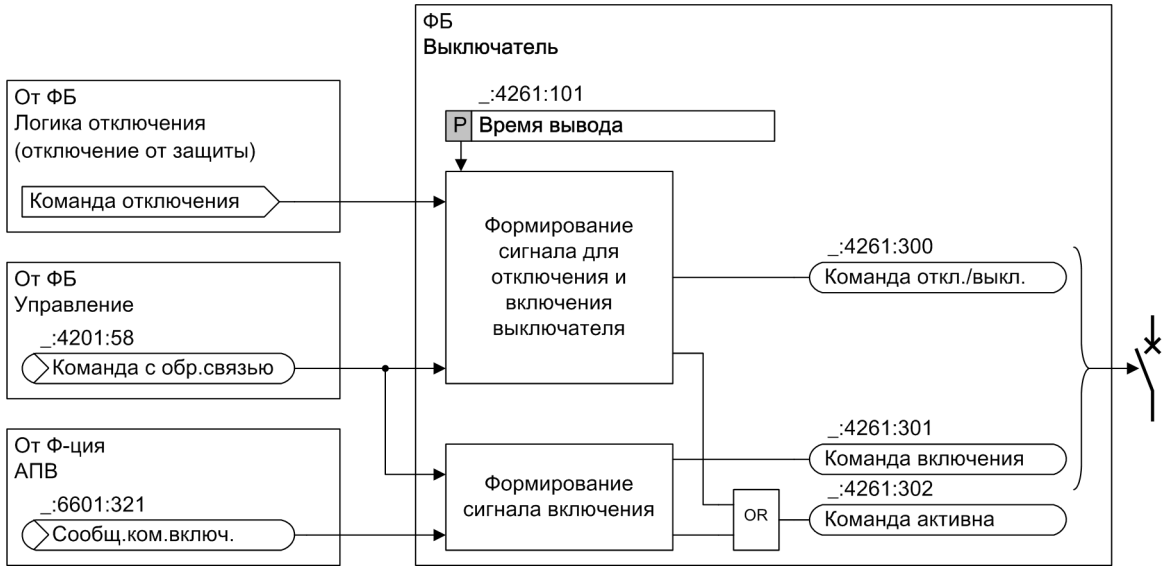
5.7.5.2 Аварийное отключение, оперативное отключение и включение выключателя

Действия с выключателями

- Отключение выключателя в результате действия команды защиты
- Отключение (размыкание) выключателя в результате операций управления
- Включение выключателя в результате АПВ или операций управления

Отключение всегда является результатом действия защитной функции. Сообщения о срабатывании отдельных функций защиты объединены в функциональном блоке **Логика отключения**. Генерация команды срабатывания в этой логике вызывает срабатывание в функциональном блоке **Выключ.**.

Для управления выключателем Функциональный блок **Выключ.** формирует выходные сигналы, которые необходимо подключить к дискретным выходам устройства (см. *Таблица 5-17*).



[loausssc-090211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-68 Срабатывание, отключение и включение выключателя

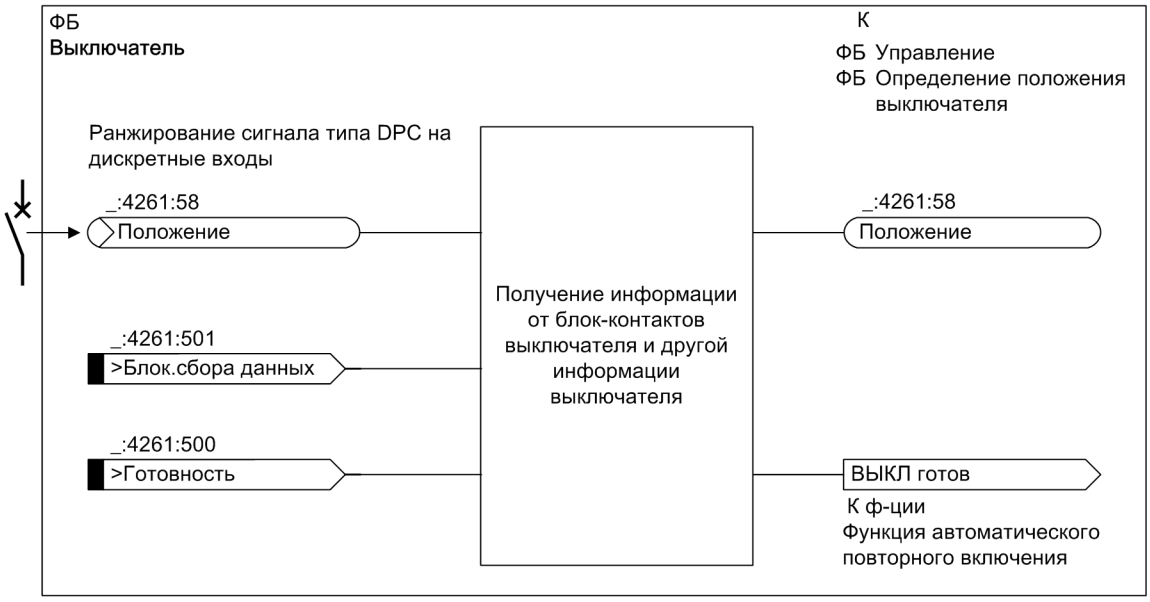
Таблица 5-17 Описание исходящих сигналов

Сигнал	Описание	Варианты ранжирования
Команда откл./выкл.	Этот сигнал выполняет все операции отключения от защит и оперативные отключения. Параметр **Время вывода** влияет на сигнал. Сигнал удерживается на протяжении этого периода, со следующими исключениями: • При отключении от функций управления: Сигнал сбрасывается до истечения таймера Время вывода, если блок-контакты сообщают, что выключатель отключен до завершения отсчета таймера Время вывода. • Только в случае отключения от защиты: Сигнал остается активным, пока активна команда срабатывания после истечения таймера Время вывода (см. также *5.7.4.1 Описание функции*). • В случае отключения от защиты: При включенной опции ранжирования **Отключение с фиксацией**, сигнал остается активным, пока не будет возвращен вручную. Это применимо только для отключения от защиты.	• Без фиксации • Отключение с фиксацией
Команда включения	Этот сигнал выполняет все операции включения. Параметр **Время вывода** влияет на сигнал. Сигнал удерживается на протяжении уставки Время вывода, со следующими исключениями: Сигнал сбрасывается до истечения таймера Время вывода, если блок-контакты сообщают, что выключатель включен до завершения отсчета таймера Время вывода.	Нормальное ранжирование
Команда активна	Этот сигнал активен, пока одному из дискретных выходов назначены сигналы **Команда откл./выкл.** и **Команда включения** и одна из указанных команд выполняется.	Нормальное ранжирование

5.7.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации

Для определения положения выключателя функциональный блок **Выключатель** предоставляет сигналы положения (см. следующий рисунок).

Эти сигналы имеют тип **Двухпозиционный сигнал** (DPC). Двухпозиционный сигнал можно ранжировать на 2 дискретных входа таким образом, чтобы надежно определять положение включенного и отключенного выключателя.



[loerfass-101210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-69 Сбор данных о положении выключателя

Сигнал	Тип	Описание
Положение	DPC	Определение положения выключателя Положение **3ф выключатель отключен** и/или положение **3ф выключатель включен** можно получить соединением с 1 или 2 дискретными входами.

Сигналы необходимо ранжировать на дискретный вход, подключенный с помощью блок-контактов выключателя. Сигналы **отключено** и **включено** не обязательно ранжировать параллельно. Преимущество параллельного ранжирования в том, что его можно использовать для определения промежуточного положения или неисправности. С другой стороны, это невозможно в случае, если ранжирован только один сигнал.

Сигналы с блок-контактов выключателя о положении **включено** и **отключено** формируют следующие сообщения (см. следующую таблицу). В дальнейшем эта информация обрабатывается функциональными блоками **Определение положения выключателя** и **Управление**.

Сообщение	Тип	Описание
Выкл.	SPS	Положение выключателя - **отключен**.
Вкл.	SPS	Положение выключателя - **включен**.
Промежуточное положение	SPS	Положение выключателя в **промежуточном положении**.
Ошибка положения	SPS	Положение выключателя в **неисправном положении**.
Не выбрано	SPS	Выключатель **не выбран** для операции управления.

Другие входящие сигналы:

Сигнал	Тип	Описание
>Блок.сбора данных	SPS	Используется для активации блокировки сбора данных блок-контактов выключателя (см. раздел Прочие функции *3.8.3 Длительные команды*, содержащий описание блокировки сбора данных).
>СбросБлкСбДан	SPS	Используется для сброса блокировки сбора данных и ручного обновления выключателя. При активированном входе уставка блокировки сбора данных и слежения блокируется.

Сигнал	Тип	Описание
>Готовность	SPS	Активный сигнал указывает, что выключатель готов для выполнения **цикла ОТКЛ-ВКЛ-ОТКЛ**. Сигнал остается активным, пока выключатель не может выполнить отключение. Сигнал используется в функциях **АПВ** и **Тест выключателя**.

Другой выходной сигнал:

Испр.внеш.оборуд.	SPS	Его можно использовать для обозначения исправности выключателя. Для этого необходимо собрать информацию о неисправности выключателя через дискретный вход. Эта информация о неисправности поможет установить соответствующее состояние сигнала **Испр.внеш.оборуд.** с помощью схемы CFC (с использованием блока **BUILD_ENS**). Сигнал не действует на исправное состояние функционального блока.

5.7.5.4 Окончательное отключение, Подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя

Окончательное отключение

Окончательное отключение всегда происходит, если функция **Автоматическое повторное включение (АПВ)** не выполнила повторное включение после отключения от защиты. Следовательно, это случай, когда автоматическое повторное включение отсутствует или ОАПВ выведено.

Подавление аварийной сигнализации при отключения выключателя

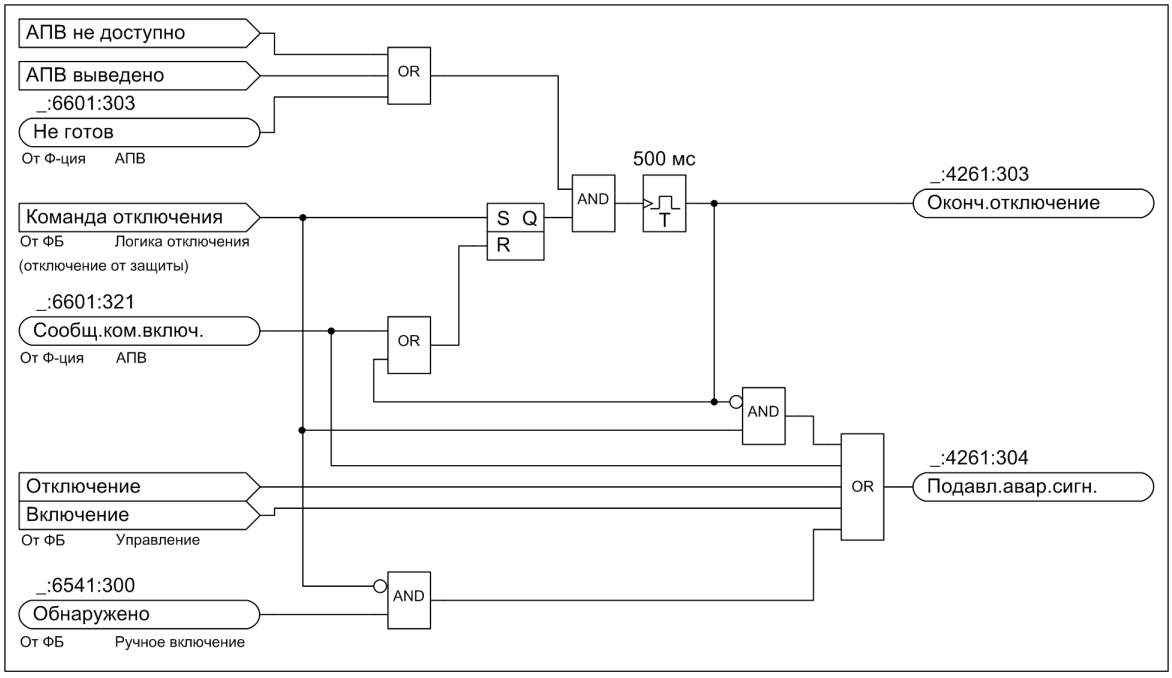
В определенных системах пользователю может понадобиться активировать сигнал тревоги (например, звуковой сигнал) при отключении выключателя. Этот сигнал тревоги не появляется, если выключатель включается после АПВ или при включении или отключении от функции управления. Сигнал тревоги формируется только в случае аварийного отключения.

В зависимости от того, как генерируется аварийная сигнализация (например, вызвана быстродействующим контактом выключателя), сигнал **Подавл.авар.сигн.** можно использовать для подавления аварийной сигнализации.

Сигнал генерируется, если:

- Окончательное отключение защиты отсутствует
- Функция автоматического повторного включения выполняет включение
- Внутренней функцией управления выполняется включение или отключение выключателя
- Внешнее включение обнаружено функцией **Ручное вкл.**

Для получения более подробной информации о её использовании обратитесь к Разделу *5.7.7.2 Указания по применению и вводу уставок*.

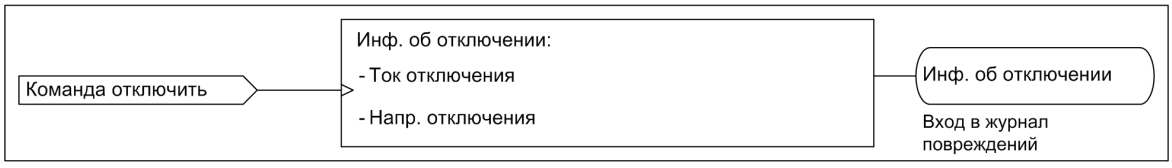


[lounterd-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-70 Окончательное отключение, подавление аварийной сигнализации при отключении выключателя

5.7.5.5 Сообщения отключения и включения

Когда выдается команда на отключение или размыкание, то информация об отключении, показанная на следующем рисунке, сохраняется в журнале повреждений.



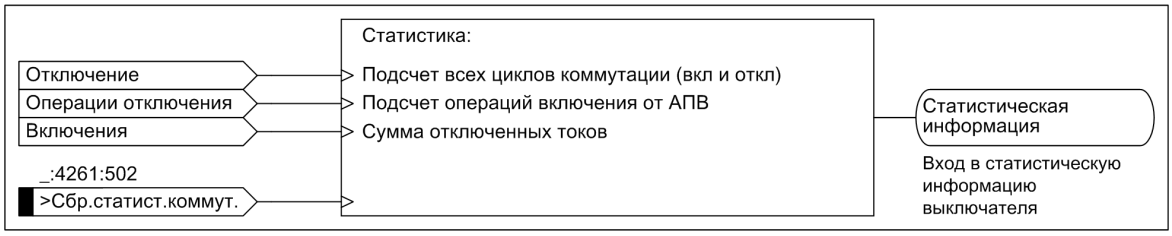
[loausloe-081210-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-71 Информация об отключении

Следующая статистическая информация сохраняется для выключателя:

- Число циклов переключения:
  Учитываются все операции срабатывания, отключения и включения.
- Количество операций включения для функции автоматического повторного включения
- Общий разрываемый ток

Статистическую информацию можно отдельно настроить и сбросить с помощью функций управления устройства. Существует также возможность сбросить все значения при помощи сигнала на дискретном входе **>Сбр.статист.коммут.**.



[lo_statistics information circuit-breaker, 2, ru_RU]

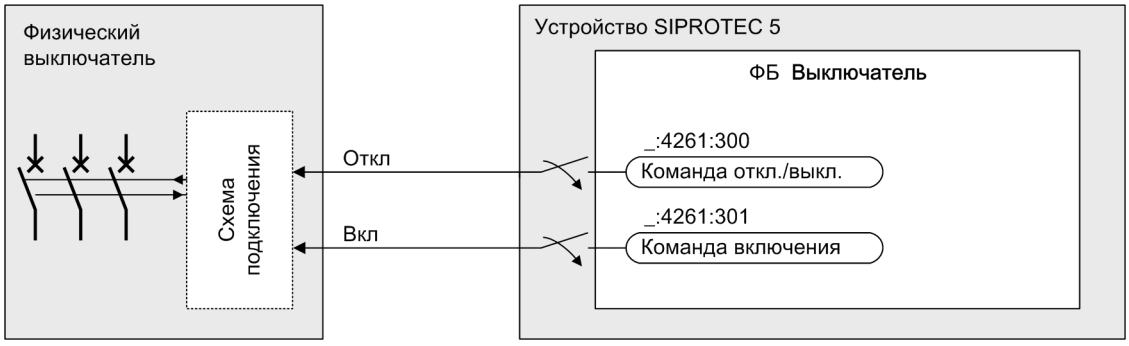
Рисунок 5-72 Статистическая информация о выключателе

5.7.5.6 Указания по применению и вводу уставок

Ранжирование для активации выключателя

Рисунок 5-73 отображает необходимое ранжирование:

- Устройство может выполнять 3-фазное отключение (через устройство защиты).
- Устройство может выполнять 3-фазное отключение (через функцию управления).
- Устройство может выполнять 3-фазное включение (от АПВ или функцию управления).



[loansteu-230311-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-73 Подключение выключателя к устройству защиты

Путем ранжирования сигналов **`Команда откл./выкл.`** к 1 или 2 дискретным выходам можно управлять выключателем с 1, 1,5, и 2 полюсов выключателя. Более подробное описание можно найти в главе *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя*.

ПРИМЕЧАНИЕ

Не путайте эти 1-полюсн, 1,5-полюсн и 2-полюсн схемы управления выключателем с 1-фазным или 3-фазным отключением выключателя.

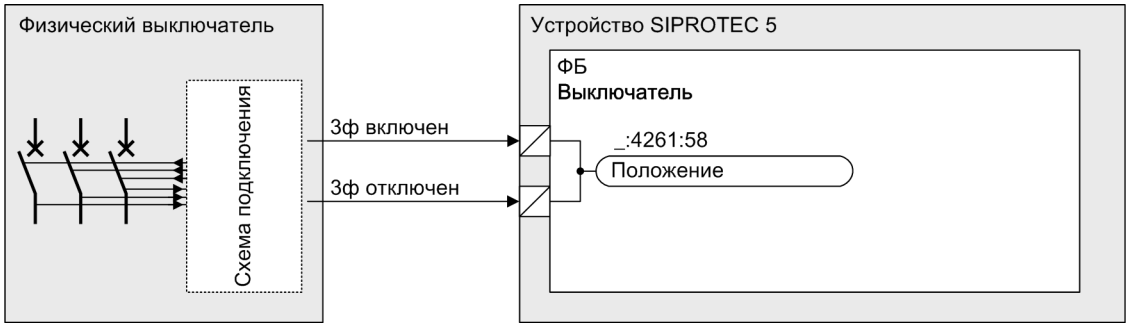
Ранжирование для анализа положения выключателя

Для определенных функций устройства необходимо определять положение выключателя по его блок-контактам. Например:

- Функциональный блок **Определение положения выключателя**
- Функция **УРОВ**
- Функциональный блок **Управление**

Сигналы от блок-контактов следует подключить к устройству защиты.

Siemens рекомендует сбор информации *Выключатель 3-фазно отключен* и *Выключатель 3-фазно включен* через блок-контакты. Это оптимальная конфигурация для функций управления. Для защитных функций достаточно собрать информацию всего об одном из 2 положений выключателя.



[loauswer-230311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-74 Рекомендуемый способ подключения блок-контактов выключателя к SIPROTEC для реализации функций защиты и управления

На следующей схеме показано рекомендованное ранжирование, где **B** обозначает **активен под напряжением**.

Информация			Источник						
			Дискретный вход						
			Базовый модуль						
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...	...	...
Положение 3ф	301.4261.58	DPC	BB	OB					

[scpolg3p-230311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-75 Ранжирование для сбора данных о положении выключателя через 2 блок-контакта

Устройство также может работать без анализа блок-контактов выключателя, т.е. ранжирование блок-контактов не обязательно. Впрочем, это требование для функций управления.

Параметр: Время вывода

- Уставка по умолчанию **(_:101) Время вывода** = ***0,10 c***

Уставка **Время вывода** действует на сигналы отключения и включения выключателя.

ОСТОРОЖНО!

Не следует задавать слишком короткую выдержку времени.

Если пользователь задаст слишком короткую выдержку времени, то существует вероятность, что контакты устройства разорвут цепь управления до окончания процесса переключения выключателя. При этом происходит выгорание контактов устройства.

✧ Установите такую выдержку времени, при которой выключатель гарантированно завершит процесс переключения (**отключение** или **включение**) после управляющего воздействия.

Параметр: Инд.велич.отключения

- Уставка по умолчанию **(_:105) Инд.велич.отключения** = ***всегда***

Параметр **Инд.велич.отключения** позволяет определить, должны ли отображаться измеренные значения, если выключатель размыкается по команде функции управления.

Значение параметра	Описание
всегда	При выборе этой уставки измеренные значения фиксируются, если выключатель размыкается с помощью функции управления или команды отключения функции защиты.
при отключении	При выборе этой уставки измеренные значения фиксируются, если выключатель размыкается с помощью команды отключения функции защиты.

Измеряемые величины

Если функция защиты отключает выключатель, то в журнале сообщений о повреждениях сохраняются следующие измеренные значения.

- *Разрыв.ток ф.A*
- *Разрыв.ток ф.B*
- *Разрыв.ток ф.C*
- *Отключ.ток 3I0/IN*
- *Обрыв цепи напр.ф.A*
- *Обрыв цепи напр.ф.B*
- *Обрыв цепи напр.ф.C*

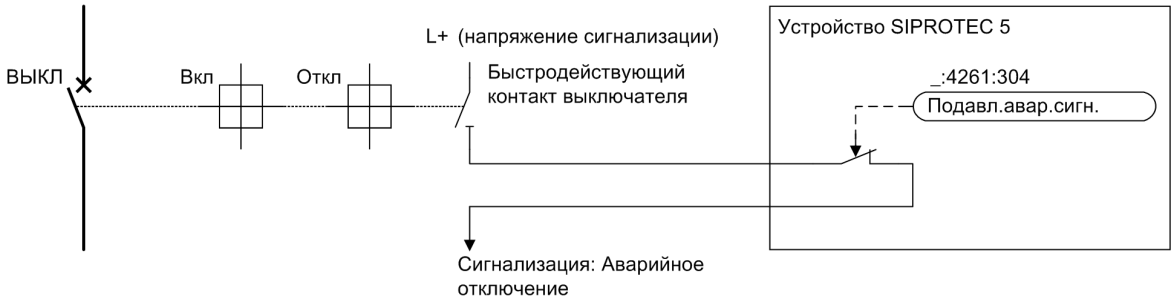
Измеренное значение *Отключ.ток 3I0/IN* представляет собой ток нейтрали. В зависимости от типа соединения **Точка измерения I 3ф**, подключенной к функциональной группе **Выключатель**, ток нейтрали различается следующим образом:

Тип подключения Точка измер. I 3ф	Ток нейтрали
Трехфазное повреждение	Расчетный ток нулевой последовательности $3I_0$
3 фазн.тока +IN 3-ф. + IN отд. 3-ф., 2-ф. трансформатор + IN отд. 2-ф., 2-ф. трансформатор + IN отд.	Измеренный ток нейтрали I_N

Выходной сигнал: Подавление сообщения

Если на присоединении не предусматривается автоматического повторного включения каждая команда отключения от защиты является окончательной. Использование функции автоматического повторного включения вызывает аварийное сообщение при приеме от выключателя кратковременного сигнала отключения (для этого должен использоваться специальный контакт выключателя) только в том случае, если отключение выключателя окончательное (см. подробнее на следующем рисунке). Аналогично, аварийное сообщение не выдается при операциях переключения от функций управления.

Для этого последовательно в цепь сигнализации аварийного отключения следует установить нормально-замкнутый контакт SIPROTEC с ранжированным на него сигналом подавления аварийного сообщения (выходной сигнал **Подавл.авар.сигн.**). В состоянии покоя и при отключенном устройстве этот контакт постоянно замкнут. Для этого необходимо ранжировать нормально замкнутый выходной контакт. Контакт размыкается, когда становится активным выходной сигнал **Подавл.авар.сигн.**, так что операция переключения или отключения не вызывает появление аварийной сигнализации (см. более подробную информацию в логике в *5.7.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации*).



[loschalt-081210-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-76 Запрет сигнализации аварийного отключения выключателя

5.7.6 Распознавание положения выключателя для дополнительных функций защиты

5.7.6.1 Обзор

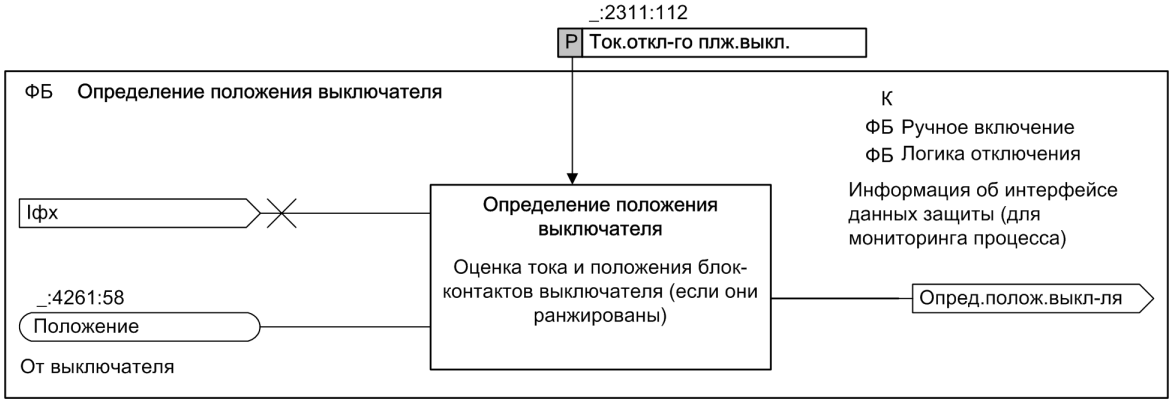
Данный функциональный блок определяет положение выключателя по оценке состояния блок-контактов выключателя и протеканию тока.

Данная информация необходима для следующих дополнительных защитных функций:

- Логика отключения (см.)
- Определение ручного включения (см. *5.7.7.1 Описание функции*)
- Мониторинг технологического процесса (Монитор.техн.проц.) (см.)

Его использование описано в соответствующих разделах.

Системой управления данная информация не используется. Система управления оценивает состояние блок-контактов выключателя.



[lozust3p-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-77 Обзор функции определения положения выключателя (Опр.плж.выкл.)

На основании связи между информацией от блок-контактов и протекающего тока для выключателя могут рассматриваться следующие положения:

Определения положения выключателя для защищаемого объекта	**Описание**
Отключен	Фаза выключателя однозначно определятся как **Отключено** по обоим критериям.
Включен	Фаза выключателя однозначно определятся как **Включено** по обоим критериям.

Определения положения выключателя для защищаемого объекта	Описание
Возможно отключено, **Возможно включено**	Эти состояния могут возникнуть, если информация не является полной из-за ранжирования блок-контактов и состояние не может быть достоверно определено. Эти **неопределенные состояния** оцениваются определенными функциями по-разному.
Отключение	Это динамическое состояние, которое возникает, пока команда отключения активна, а блок-контакт все еще замкнут, когда установлено, что значение тока упало ниже порогового значения, так как критерии протекания тока определяются быстрее, чем может быть разомкнут блок-контакт.

5.7.7 Определение ручного включения (для функций АПВ и мониторинга технологического процесса)

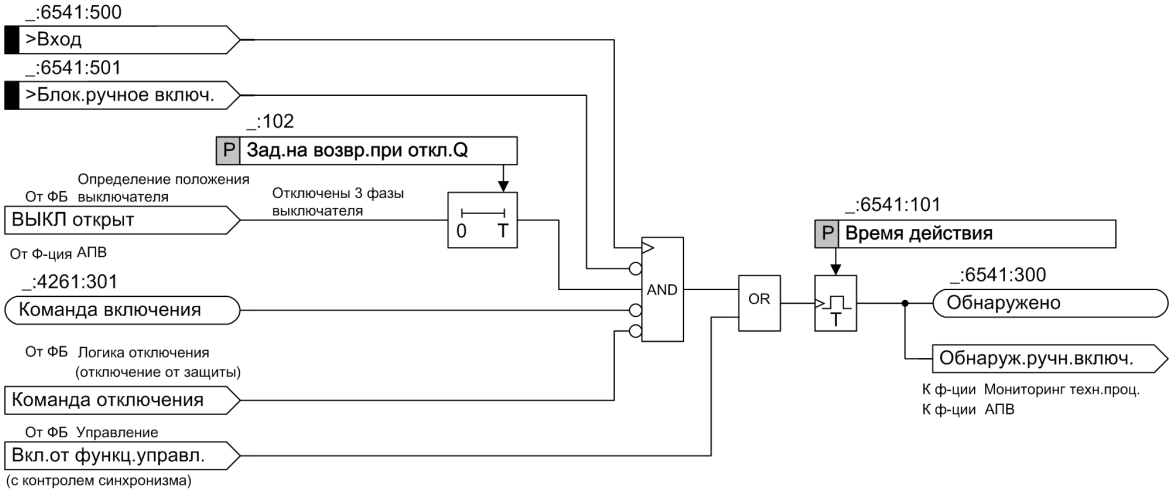
5.7.7.1 Описание функции

Определение ручного включения (для функций АПВ и мониторинга технологического процесса)

Функциональный блок Ручное включениие (**РучнВключ**) обнаруживает любое включение присоединения, выполненное вручную. Эта информация используется в , **Автоматическое повторное включение (АПВ)** и **мониторинг технологического процесса** (с группами функций защиты).

Более подробная информация приведена в разделах АПВ и Мониторинг технологического процесса.

На следующем рисунке представлена логическая схема функции обнаружения ручного включения.



[lohand3p-101210-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 5-78 Логика обнаружения ручного включения

Определение ручного включения от внешнего источника команды

Команда внешнего ручного включения передается в устройство через входной сигнал **>Вход**. Данный сигнал может быть ранжирован на вход, который может подключаться непосредственно к цепи, идущей на ЭМВ выключателя. По этой причине обнаружение ручного включения блокируется, если есть команда на включение от функции АПВ. Обнаружение ручного включения через входной сигнал **>Вход** также блокируется, если включен выключатель или активировано отключение от защиты.

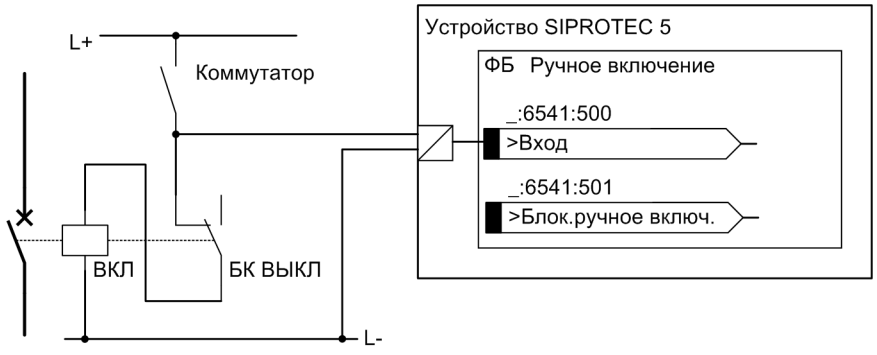
Определение ручного включения от внутренней команды терминала

Ручное включение определятся во всех случаях, если команда включения инициируется внутренней функцией управления устройством. Это возможно, так как функция управления самостоятельно выполняет проверки оперативных блокировок и достоверности.

5.7.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Входные сигналы: >Вход, >Блокировка ручного включения

На практике входной сигнал **>Вход** ранжируется непосредственно в цепь, идущую на ЭМВ выключателя (см. рисунок ниже).



[losteuer-150113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-79 Подключение входного сигнала к цепи, идущей на ЭМВ выключателя

Каждое включение выключателя регистрируется в технологическом процессе. Таким образом, обнаруженная ручная команда включения подавляется от внутренней функции АПВ устройства.

Если необходимо использовать внешние команды на включение (включение выключателя другими устройствами), которые не предполагают работы функции обнаружения ручного включения (например, через внешнее АПВ), выполнить это можно двумя способами:

- Входной сигнал заводится так, чтобы не активироваться в случае получения внешней команды на включение.
- Для обнаружения ручного включения внешняя команда на включение подключена к блокирующему входу **>Блок.ручное включ.**.

Параметр: Время действия

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Время действия** = ***300 мс***

Чтобы гарантировать независимость от ручной активации входного сигнала, функция обнаружения продлевается на определенный промежуток времени параметром **Время действия**.

Siemens рекомендует установить время действия равным ***300 мс***.

Параметр: Зад.на возвр.при откл.Q

- Уставка по умолчанию **(_:102) Зад.на возвр.при откл.Q** = ***0 мс***

Параметр **Зад.на возвр.при откл.Q** может поддерживать эффективность внутреннего сообщения *Выключатель отключен* в течение заданного времени. Если входной сигнал **>Вход** становится активным после внешней команды ручного включения, выводится сообщение *(_:300) Обнаружено* в течение всего времени, пока активна выдержка времени на возврат.

5.7.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
РучнВключ				
_:101	РучнВключ:Время действия		0.01 с до 60.00 с	0.30 с
_:102	РучнВключ:Зад.на возвр.при откл.Q		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

5.7.7.4 Список сообщений

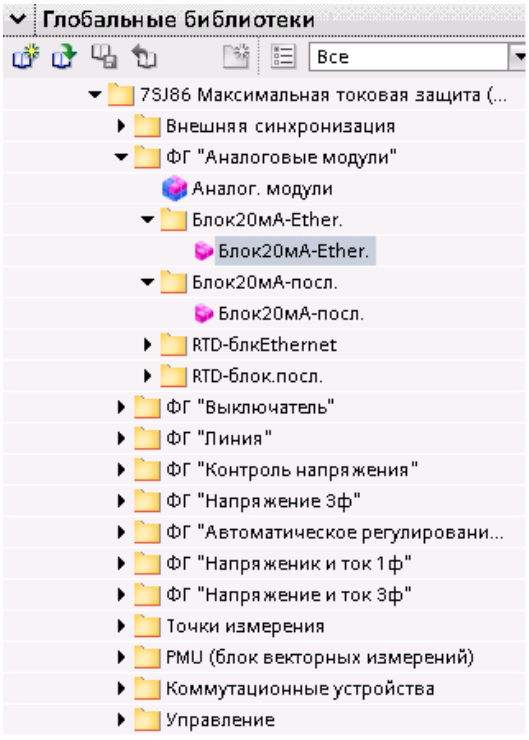
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РучнВключ			
_:6541:501	РучнВключ:>Блок.ручное включ.	SPS	I
_:6541:500	РучнВключ:>Вход	SPS	I
_:6541:300	РучнВключ:Обнаружено	SPS	O

5.8 Тип функциональной группы "Аналоговые блоки"

5.8.1 Обзор

Функциональная группа **Аналоговые блоки** используется для составления структуры аналоговых модулей и для коммуникации с ними. Аналоговые блоки — это внешние устройства, такие как температурные датчики (RTD-блоки) или аналоговые съемные модули, например модули измерительных преобразователей.

Вы можете найти функциональную группу **Аналоговые блоки** для многих типов устройств в общей библиотеке DIGSI 5.



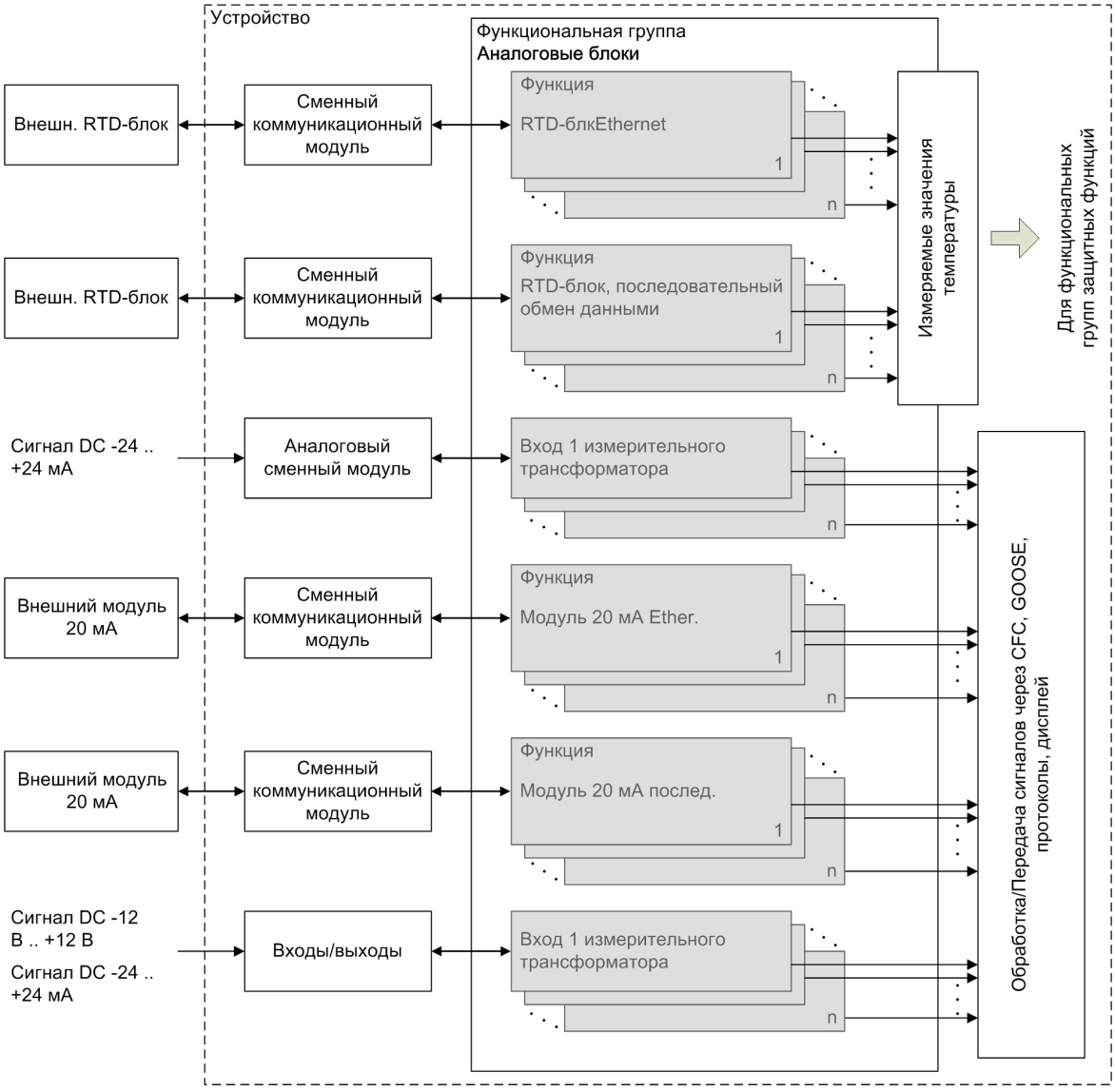
[sc20maee-250816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-80 Функциональная группа "Аналоговые блоки" в DIGSI

5.8.2 Структура функциональной группы

Если в устройстве имеется измерительный преобразователь, то он автоматически отображается в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Если один или более RTD-блоков подключаются к устройству, то вы должны загрузить одну или более функции **RTD-блок Ethernet** или **RTD-блок послед.** из общей библиотеки DIGSI, чтобы добавить RTD-блоки в структуру.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы.



[dwstrthe, 2, ru_RU]

Рисунок 5-81 Структура функциональной группы "Аналоговые блоки"

Серый: Подключен опционально, доступен опционально

Белый: Всегда подключен, всегда доступен

Функциональная группа **Аналоговые блоки** имеет интерфейс для передачи данных защитным функциям. Функциональная группа **Аналоговые блоки** выдает значения измеренной температуры, которые поступают от внешних RTD-блоков . Эти значения измеренной температуры доступны для всех групп защитных функций, в которых задействована функция мониторинга температуры.

Функция **RTD-блок Ether.** не предустанавливается производителем. Одновременно могут работать максимум 20 экземпляров функции.

Функция **RTD-блок послед.** структурно настраивается точно таким же способом, что и функция **RTD-блок Ether**.

5.8.3 Блок Ethernet 20 мА

5.8.3.1 Обзор

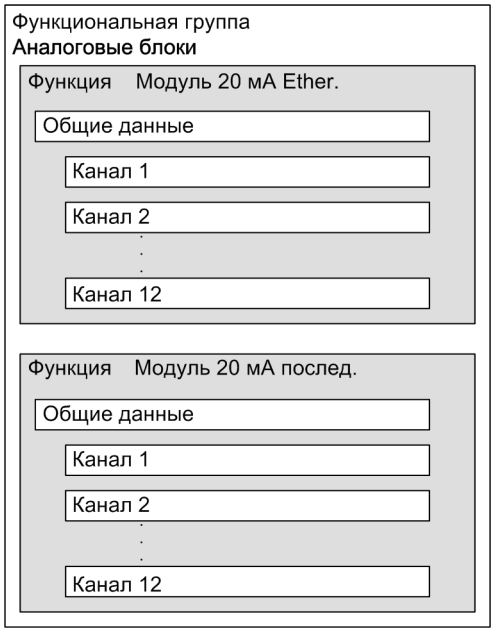
Функция **Блок Ether. 20 мА**:

- Взаимодействует последовательно с блоком на 20 мА через протокол ведомого устройства ПрВедУстрПосл (SUP) и записывает значения, измеряемые блоком на 20 мА.
- Преобразует измеряемые значения блока на 20 мА в медленно изменяющиеся метки процесса, такие как температура и давление газа.
- Делает доступными метки процесса для CFC, GOOSE, протоколов и экрана устройства.
- Отслеживает взаимодействие с блоком на 20 мА.

5.8.3.2 Структура функции

Функция **Блок Ether. на 20 мА** может работать только в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Одновременно могут работать максимум 4 функции. Каждый экземпляр содержит 12 предварительно сконфигурированных функциональных блоков каналов.

Функция **Блок Ether. на 20 мА** содержит входные и выходные каналы, которые могут быть сконфигурированы независимо друг от друга.

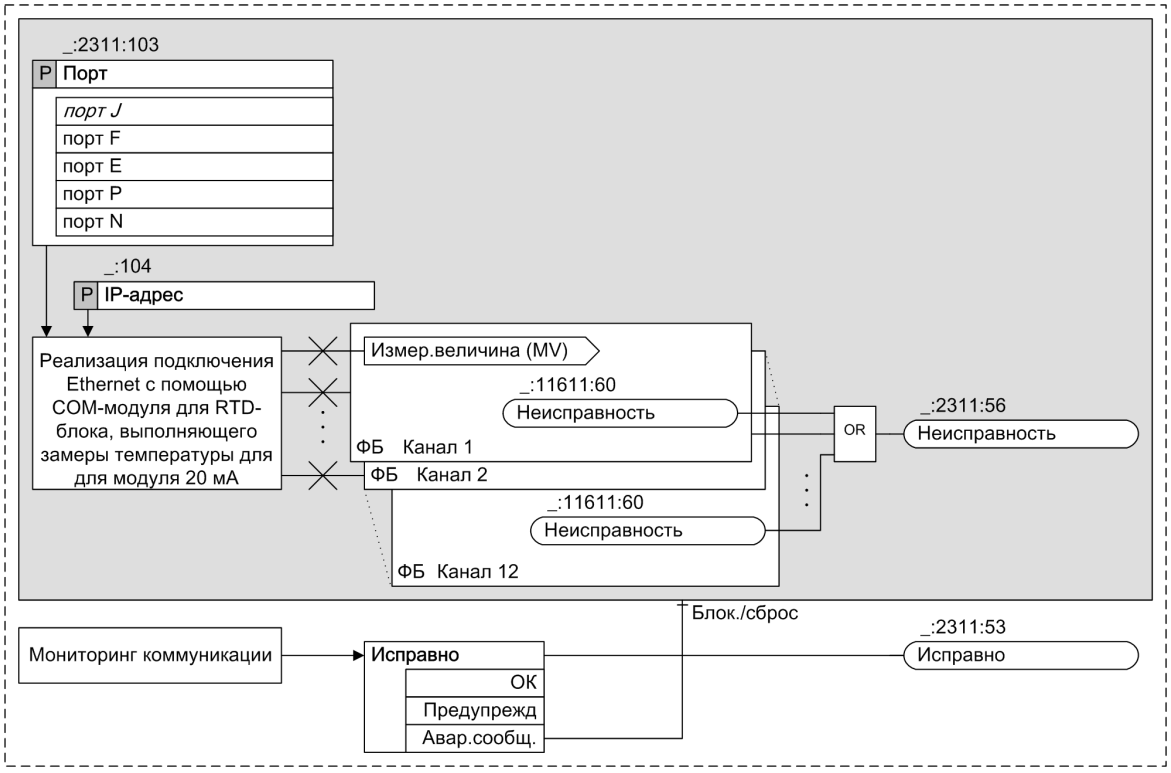


[dwstrfn2-150113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-82 Структура функции

5.8.3.3 Взаимодействие с блоком Ethernet 20 мА

Логика



[lo20mtcp-150113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-83 Логика функции "Блок Ethernet 20 мА"

Связь с блоком 20 мА

Функция используется для связи с блоком 20 мА, подключенным через Ethernet. Когда подключение функции к внешнему блоку 20 мА через интерфейс Ethernet успешно установлено, блок 20 мА передает измеряемые значения всех подключенных каналов в функцию **Блок Ether. 20 мА**. Для успешной установки подключения следует задать параметры связи.

Более подробную информацию вы найдете в главе *5.8.3.4 Указания по применению и вводу уставок* .

Поддерживается измерительный блок **7XV5674** на 20 мА.

Сигнализация об ошибке

Следующая таблица содержит список условий, при которых состояние *Статус исправности* переходит в состояние "Аварийное сообщение" или "Предупреждение".

Таблица 5-18 Сигнализация об ошибке

Описание ошибок	Статус исправности
Функция **Блок Ethernet 20 мА** не может установить связь с коммуникационным модулем.	Авар.сообщ.
Функция **Блок Ethernet 20 мА** передает настройки протокола TCP в коммуникационный модуль, который должен подключиться к блоку 20 мА по протоколу последовательной связи. При этом этот коммуникационный модуль не устанавливает подключение к блоку 20 мА.	Авар.сообщ.
Связь между коммуникационным модулем и блоком 20 мА приводит к сообщению о тайм-ауте.	Предупреждение

Описание ошибок	Статус исправности
Коммуникационный модуль больше не получает данные от блока 20 мА в течение 9 с.	Предупреждение

Сигнал *Неисправность* подается как только один из функциональных блоков каналов сообщает о неисправности.

5.8.3.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***порт J***

Настройка **Порт** используется для определения порта, подключающего блок на 20 мА к устройству SIPROTEC 5.

Параметр: IP-адрес

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) IP-адрес** = ***10.16.60.1***

С помощью уставок **IP-адрес** вы задаете IP-адрес блока на 20 мА, подключаемого к коммуникационному модулю через протокол TCP. Необходимо назначить каждому блоку на 20 мА уникальный IP-адрес. Устанавливаемый IP-адрес зависит от конфигурации вашей сети. Вы можете установить любой действительный адрес IPv4, который не будет конфликтовать с другими IP-адресами в сети. Сначала установите IP-адрес для блока **7XV5674** на 20 мА. Затем установите **IP-адрес** для коммуникационного модуля равным этому же адресу.

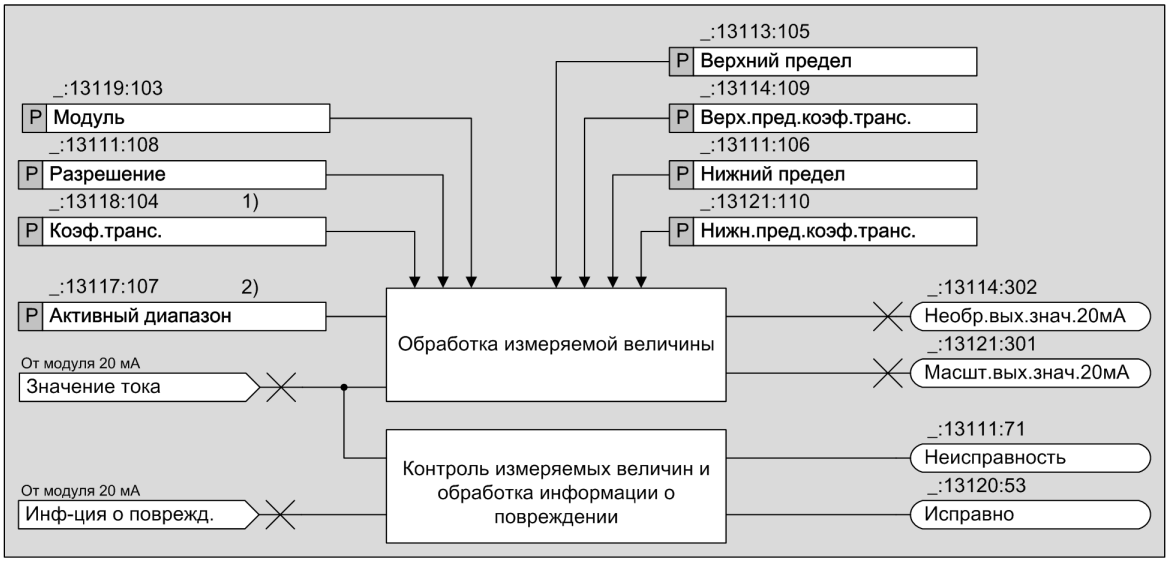
Уставки блока на 20 мА

Блок **7XV5674**на 20 мА устанавливается с помощью веб-браузера на переносном компьютере через его интерфейс Ethernet. Настройте ***Modbus TCP*** в качестве протокола шины/режима работы.

Подробная информация по настройкам содержится в руководстве на 7XV5674, которое прилагается к блоку на 20 мА. Кроме того, доступны дополнительные документы на сайте технической поддержки SIPROTEC *http://www.energy.siemens.com*.

5.8.3.5 Канал на 20 мА

Логика



[lo20mcha-160113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-84 Блок-схема функции "Канал на 20 мА"

(1) Если для настройки **Активный диапазон** установлено значение ***тест***, настройка **Коэффициент преобразования** не отображается.

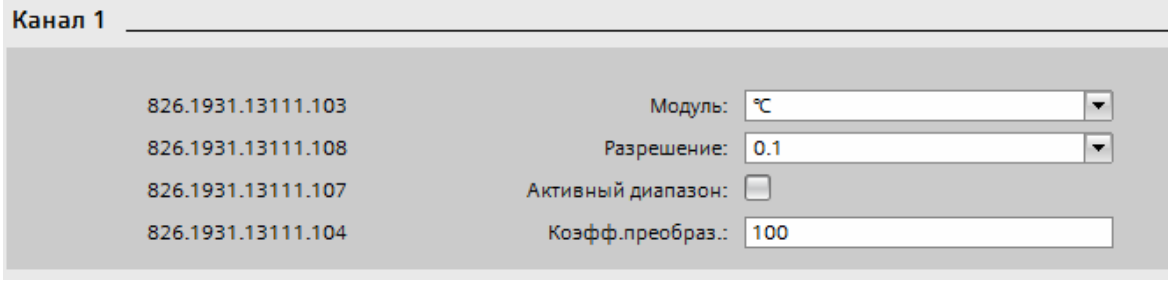
(2) Если настройка **Активный диапазон** установлена в значение ***ложь***, настройки **Верхний предел**, **Верхний предел коэффициента преобразования**, **Нижний предел** и **Коэффициент преобразования** не отображаются.

Расчет измеряемого значения

Функция **Канал на 20 мА** обрабатывает одиночный сигнал тока 20 мА, подаваемый соответствующим каналом блока на 20 мА. Измеряемое значение тока в диапазоне 20 мА преобразуется в правильные физические величины, такие как температура и давление. В каждом функциональном блоке на 20 мА (Ethernet и последовательная связь) всегда существует 12 канальных функциональных блоков на 20 мА, даже если с блоком на 20 мА соединено меньшее число каналов. Вычисляемые значения доступны для дальнейшей обработки с помощью CFC, GOOSE, протоколов и изображения экрана.

Обработка измеряемого значения

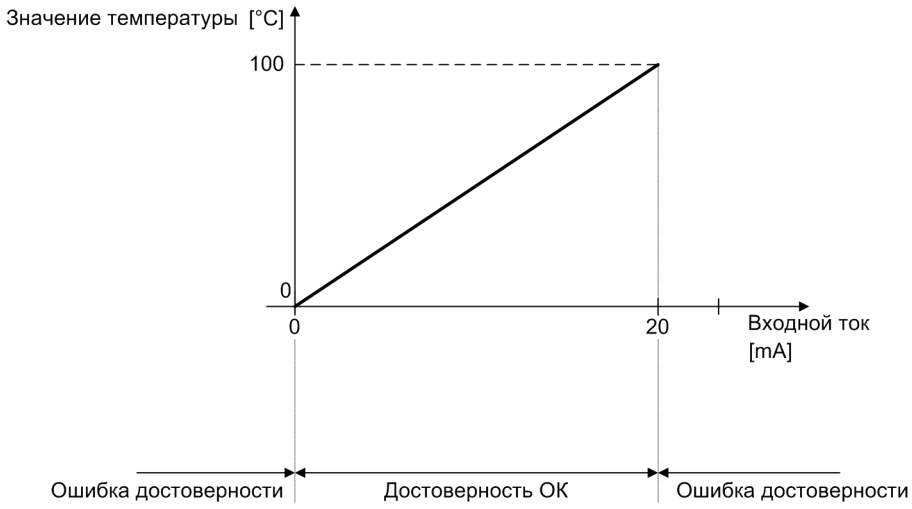
Обычно блок на 20 мА передает значение, которое представляет физическую величину, например температуру или давление. Следовательно, устройство может иметь характеристику, которая отображает физическую величину на значение в диапазоне 20 мА. Если параметр **Активный диапазон** не активирован (нет знака "x" в поле выбора), функция работает в диапазоне от 0 до 20 мА. Если активное значение на входе блока на 20 мА меньше 0 мА или больше 20 мА, измеренное значение идентифицируется как недопустимое. Задание диапазона для масштабируемого значения берется из диапазона использования от 0 мА до 20 мА. Пример показан на следующем рисунке.



[sckanumw-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-85 Настройки для примера 1

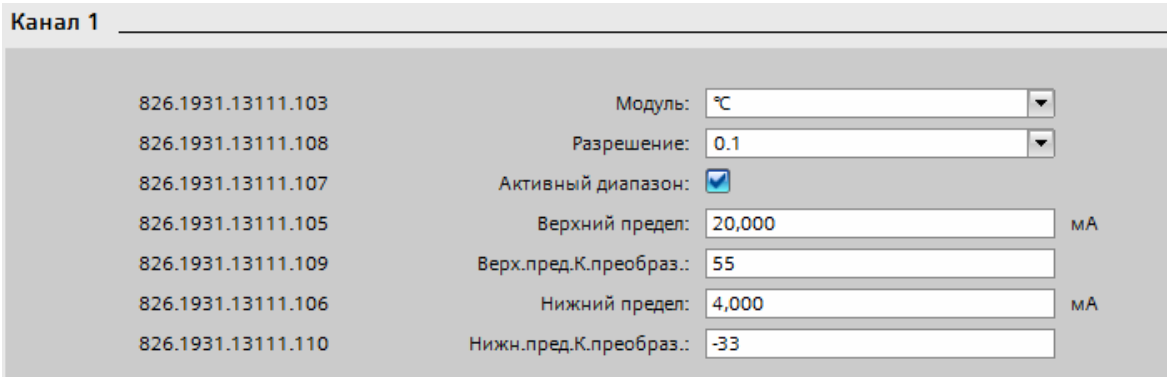
В этом примере измеренное значение 0 мА соответствует температуре 0 °C, а измеренное значение 20 мА соответствует температуре 100 °C. Так что введите **Модуль** = ***°C*** и **Коэф.транс.** = ***100***. Для значения температуры можно выбрать разрешение (разряд десятичной дроби); в качестве разряда десятичной дроби выберите **Разрешение** = ***0.1***.



[dwknges3-020513-01.tif, 1, ru_RU]

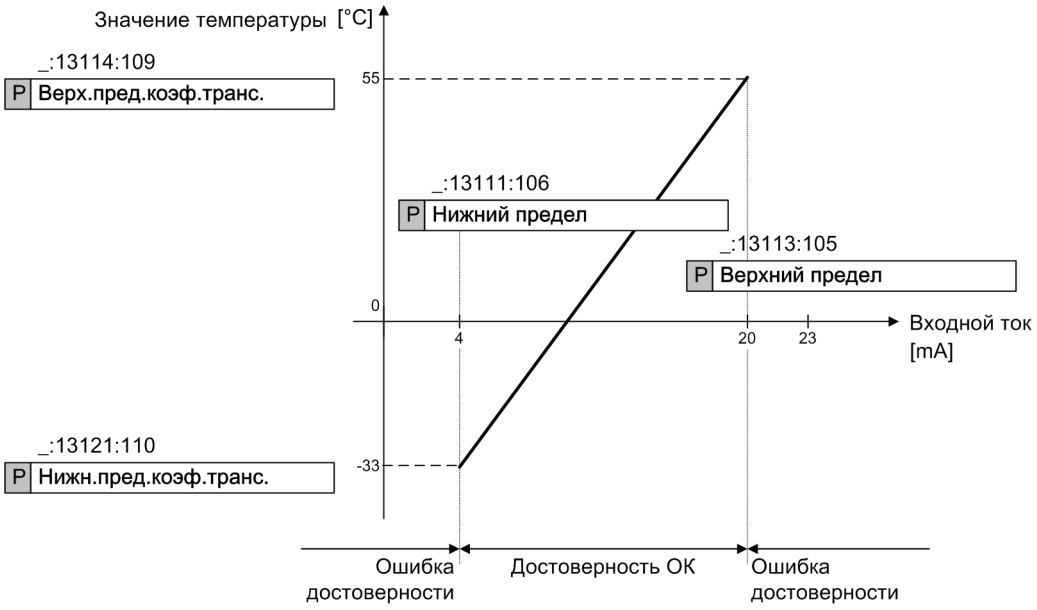
Рисунок 5-86 Характеристика 20 мА входа (пример 1)

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.**. Уставки **Верхний предел** и **Нижний предел** показывают диапазон входного тока в мА. Параметр **Верх.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Параметр **Нижн.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**. Уставка диапазона для масштабируемого значения соответствует доступному диапазону между **Нижний предел** и **Верхний предел** (см. следующий рисунок).



[sckanumf-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-87 Настройки для примера 2



[dwknges2-020513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-88 Характеристика блока на 20 мА (пример 2)

В этом примере выбирается уставка **Активный диапазон**. Уставка **Верхний предел** равна 20 мА, уставка **Нижний предел** равна 4 мА. Уставка **Верх.пред.коэф.транс.** равна 55, уставка **Нижн.пред.коэф.транс.** равна -33. Если входной ток меньше 4 или больше 20 мА, показатель достоверности масштабированного измеренного значения в этом примере является недопустимым.

Каждый канал на 20 мА предоставляет доступ к масштабированному измеренному значению в Матрице ранжирования (в примерах это значения температуры) и к исходном измеренному значению тока в мА для дальнейшей обработки.

Значения блока на 20 мА могут выводиться на экран и обрабатываться в схемах CFC.

Действия при обнаружении ошибок

Если входное значение тока определяется неверно, показатель достоверности для выходного значения устанавливается равным *недействительно*. Статус исправно и статус дефекта принимают состояния, отображаемые в таблице.

Таблица 5-19 Действия при обнаружении ошибок

Описание ошибок	Статус исправности	Статус ошибки
Входное значение лежит вне заданных пределов	OK	Да
Канал не подключен	OK	Нет

5.8.3.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Модуль

- Уставка по умолчанию **(_:13111:103) Модуль** = ***°C***

Параметр **Модуль** используется, чтобы указать, в каких физических единицах измерения представляются измеряемые величины. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Коэф.транс.

- Уставка по умолчанию **(_:13111:104) Коэф.транс.** = ***100***

Параметр **Коэф.транс.** позволяет задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Разрешение

- Уставка по умолчанию **(_:13111:108) Разрешение** = ***0.1***

Параметр **Разрешение** используется, чтобы задать разрешение измеряемой величины.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:13111:107) Активный диапазон** = ***Ложь***

Если параметр **Активный диапазон** не активирован (нет знака "x" в поле выбора), функция работает в диапазоне от -24 до +24 мА. Задание диапазона для величины коэффициента масштабирования берется из доступного диапазона от -20 мА до +20 мА.

Если активировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.**, **Нижний предел** и **Нижн.пред.коэф.транс.**.

Параметр: Верхний предел, Нижний предел, Верх.пред.коэф.транс. и Нижн.пред.коэф.транс.

- Уставка по умолчанию **(_:13111:105) Верхний предел** = ***20,000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:109) Верх.пред.коэф.транс.** = ***100***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:106) Нижний предел** = ***4,000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:110) Нижн.пред.коэф.транс.** = ***100***

Если активировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.**. Параметр **Верх.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Параметр **Нижн.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.

В следующей таблице уставок и сведений показан только 1 из 12 каналов, поскольку возможности настройки 12 каналов не отличаются.

5.8.3.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Канал 1				
_:13111:103	Канал 1:Модуль		• % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • В • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт	м

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
			• Вт/с • Вт*час	
_:13111:108	Канал 1:Разрешение		• 1 • 0.1 • 0.01 • 0.001	0.1
_:13111:107	Канал 1:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:13111:104	Канал 1:Коэф.транс.		1 до 1000000	100
_:13111:105	Канал 1:Верхний предел		0.00 мА до 20.00 мА	20.00 мА
_:13111:109	Канал 1:Верх.пред.коэф.транс.		-1000000 до 1000000	100
_:13111:106	Канал 1:Нижний предел		0.00 мА до 20.00 мА	4.00 мА
_:13111:110	Канал 1:Нижн.пред.коэф.транс.		-1000000 до 1000000	100

5.8.3.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Канал 1			
_:13111:53	Канал 1:Статус исправности	ENS	O
_:13111:71	Канал 1:Неисправность	SPS	O
_:13111:301	Канал 1:Масшт.вых.знач.20мА	MV	O
_:13111:302	Канал 1:Необр.вых.знач.20мА	MV	O

5.8.4 Последовательный блок 20 мА

5.8.4.1 Обзор

Функция **Блок с послед. интерфейсом на 20 мА**:

- Предоставляет связь по последовательному интерфейсу с блоком на 20 мА по протоколу Modbus и записывает значения, измеряемые блоком на 20 мА.
- Преобразует измеряемые значения блока на 20 мА в медленно изменяющиеся технологические переменные, такие как температура и давление газа.
- Делает доступными записанные метки процесса для CFC, GOOSE, протоколов и экрана устройства.
- Отслеживает взаимодействие с блоком на 20 мА.

Функция **Блок с последовательным интерфейсом на 20 мА** организована так же, как функция **Блок Ethernet на 20 мА**. Режим работы также является идентичным. Единственная разница состоит в том, что измеряемые значения передаются в коммуникационный модуль через последовательное соединение вместо подключения Ethernet.

Дополнительная информация приводится в Главе *5.8.3.2 Структура функции*.

5.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***Порт J***

С помощью уставки **Порт** вы задаете слот для коммуникационного модуля, который будет использоваться для соединения с внешним блоком на 20 мА.

Параметр: Номер канала

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Номер канала** = ***1***

Последовательный коммуникационный модуль опционально использует 2 канала. С помощью уставки **Номер канала** вы задаете номер канала (1 или 2), через который блок на 20 мА подключается к устройству. Входы коммуникационного модуля помечены номерами каналов.

Параметр: Адрес ведомого устр.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Адрес ведомого устр.** = ***1***

Используйте уставку **Адрес ведомого устр.**, чтобы определить адрес блока на 20 мА. Если только один блок на 20 мА подключается к последовательной шине, можно использовать значение по умолчанию *1*. Установите такой же адрес устройства, как и для блока на 20 мА. Адрес устройства важен, чтобы различать несколько блоков на 20 мА, которые подключены к последовательной шине. Установите уникальный адрес для каждого блока на 20 мА, например 1, 2 и 3 при подключении трех блоков на 20 мА. На каждом блоке на 20 мА установите уставку **Адрес ведомого устр.** в трех функциях **Блок с последовательным интерфейсом на 20 мА** один и тот же адрес для каждого устройства.

Параметр: Модуль

- Уставка по умолчанию **(_:13111:103) Модуль** = ***°C***

Параметр **Модуль** используется, чтобы указать, в каких физических единицах измерения представляются измеряемые величины. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Коэф.транс.

- Уставка по умолчанию **(_:13111:104) Коэф.транс.** = ***100***

Параметр **Коэф.транс.** позволяет задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Разрешение

- Уставка по умолчанию **(_:13111:108) Разрешение** = ***0.1***

Параметр **Разрешение** используется, чтобы задать разрешение измеряемой величины.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:13111:107) Активный диапазон** = ***Ложь***

Если параметр **Активный диапазон** не активирован (не установлен флажок "x"), функция работает в диапазоне от 0 до 20 мА. Задание диапазона для масштабируемого значения берется из диапазона использования от 0 мА до 20 мА.

Если активировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.**, **Нижний предел** и **Нижн.пред.коэф.транс.**.

Параметр: Верхний предел, Нижний предел, Верх.пред.коэф.транс. и Нижн.пред.коэф.транс.

- Уставка по умолчанию **(_:13111:105) Верхний предел** = ***20 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:109) Верх.пред.коэф.транс.** = ***100***

- Уставка по умолчанию **(_:13111:106) Нижний предел** = ***4 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:13111:110) Нижн.пред.коэф.транс.** = ***100***

Если активировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.**. Параметр **Верх.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Параметр **Нижн.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению параметра **Нижний предел**.

В следующей таблице уставок и сведений показан только 1 из 12 каналов, поскольку возможности настройки 12 каналов не отличаются.

5.8.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J
_:2311:105	Общие данные:Номер канала		1 до 2	1
_:2311:106	Общие данные:Адрес ведомого устр.		1 до 247	1

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Канал 1				
_:13111:103	Канал 1:Модуль		• % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • B • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт	м

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
			• Вт/с • Вт*час	
_:13111:108	Канал 1:Разрешение		• 1 • 0.1 • 0.01 • 0.001	0.1
_:13111:107	Канал 1:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:13111:104	Канал 1:Коэф.транс.		1 до 1000000	100
_:13111:105	Канал 1:Верхний предел		0.00 мА до 20.00 мА	20.00 мА
_:13111:109	Канал 1:Верх.пред.коэф.транс.		-1000000 до 1000000	100
_:13111:106	Канал 1:Нижний предел		0.00 мА до 20.00 мА	4.00 мА
_:13111:110	Канал 1:Нижн.пред.коэф.транс.		-1000000 до 1000000	100

5.8.4.4 Список сообщений

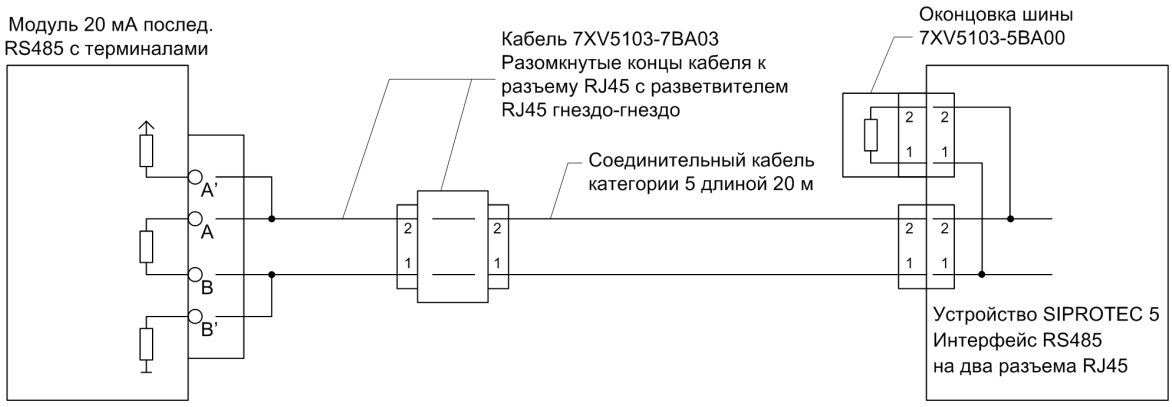
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Канал 1			
_:13111:53	Канал 1:Статус исправности	ENS	O
_:13111:71	Канал 1:Неисправность	SPS	O
_:13111:301	Канал 1:Масшт.вых.знач.20мА	MV	O
_:13111:302	Канал 1:Необр.вых.знач.20мА	MV	O

5.8.5 Обмен данными с блоком 20 мА

5.8.5.1 Использование блока с последовательным интерфейсом 20 мА

Соединение линий передачи данных

Рисунок 5-89 показывает, как подключить блок на 20 мА к устройству SIPROTEC 5. Обратите внимание, что контакт 1 разъема RJ45 соединяется с RTD-B, а контакт 2 — с RTD-A.

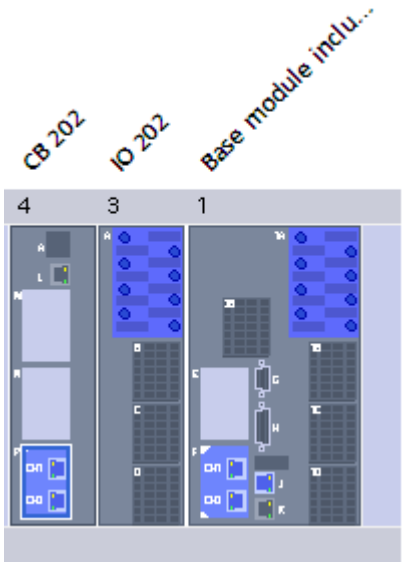


[dwve20au-150213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-89 Подключение блока на 20 мА к устройству SIPROTEC 5

Добавление модуля USART

Необходимо добавить USART-модуль USART-AB-1EL или USART-AC-2EL в устройство в DIGSI. Модуль USART следует устанавливать на одном из мест подключения для модулей связи в основной модуль или в модуль расширения CB202 (см. следующий рисунок).

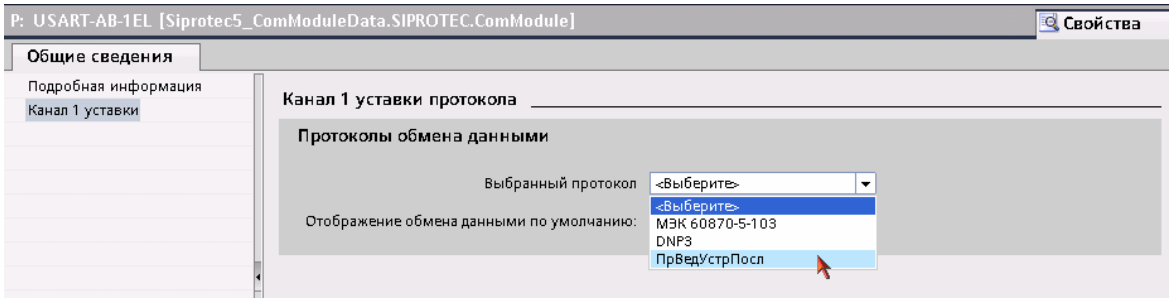


[sc20ser3-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-90 Место установки модуля USART

Выбор протокола ПрВедУстрПосл

Выберите последовательный протокол ведомого устройства (ПрВедУстрПосл) на подчиненном устройстве. Этот протокол отвечает за связь между устройством SIPROTEC 5 и блоком на 20 мА.



[sc_auser4, 1, ru_RU]

Рисунок 5-91 Выбор протокола ПрВедУстрПосл

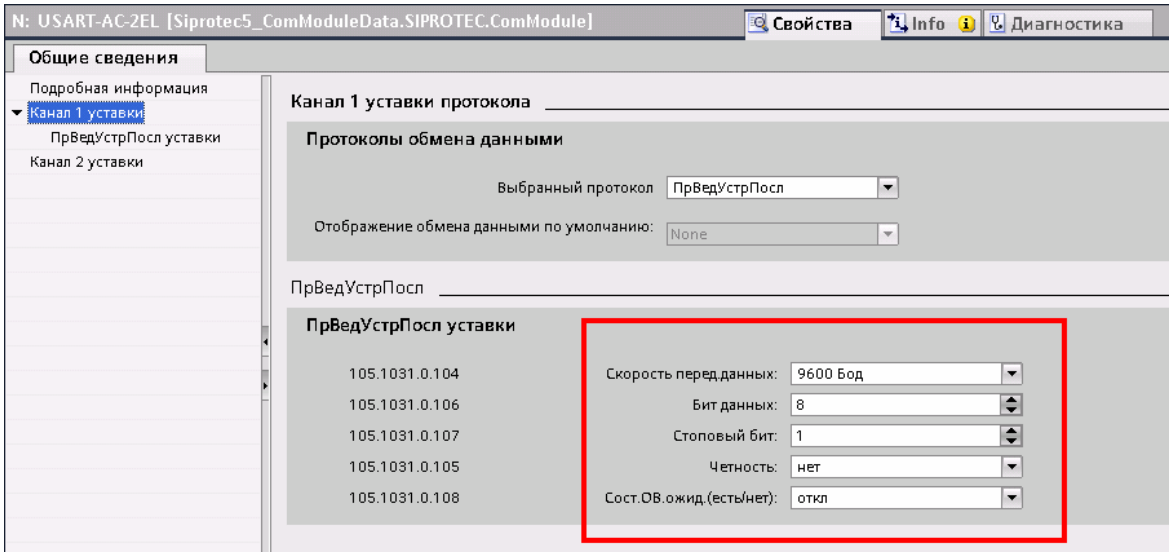
Параметры связи

Выполните настройку параметров связи для соответствующих последовательных каналов. Для этого используйте уставки по умолчанию, задаваемые блоком на 20 мА. Обычно вы должны только адаптировать параметры устройства SIPROTEC 5 к параметрам блока на 20 мА. Убедитесь, что устанавливаемые значения одинаковы на обоих устройствах. Уставки для параметра **`Сост.ОВ.ожид. (вкл./выкл.)`**: не уместны для интерфейса RS485.



ПРИМЕЧАНИЕ

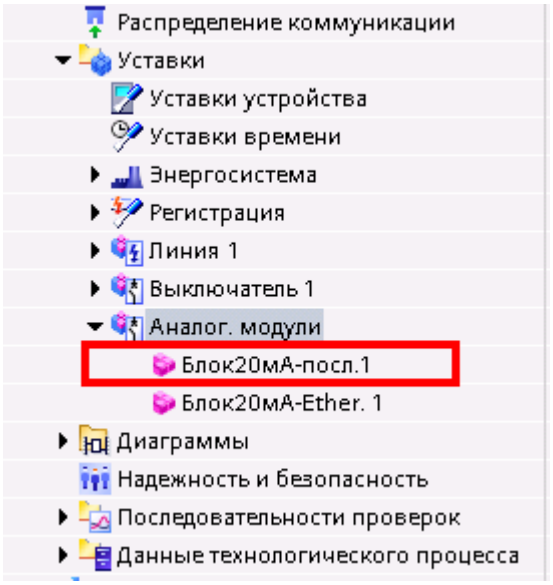
Драйвер для модуля USART и протокола ПрВедУстрПосл не установлен как стандартный при первом использовании этого интерфейса (после обновления прошивки).



[sc_auser5, 1, ru_RU]

Рисунок 5-92 Задание уставок связи

При выборе протокола ПрВедУстрПосл для блока на 20 мА система DIGSI автоматически добавляет функциональную группу **Аналоговые блоки** в конфигурацию устройства. Теперь можно вставить функцию **Блок с последовательным интерфейсом 1 на 20 мА** (см. следующий рисунок).



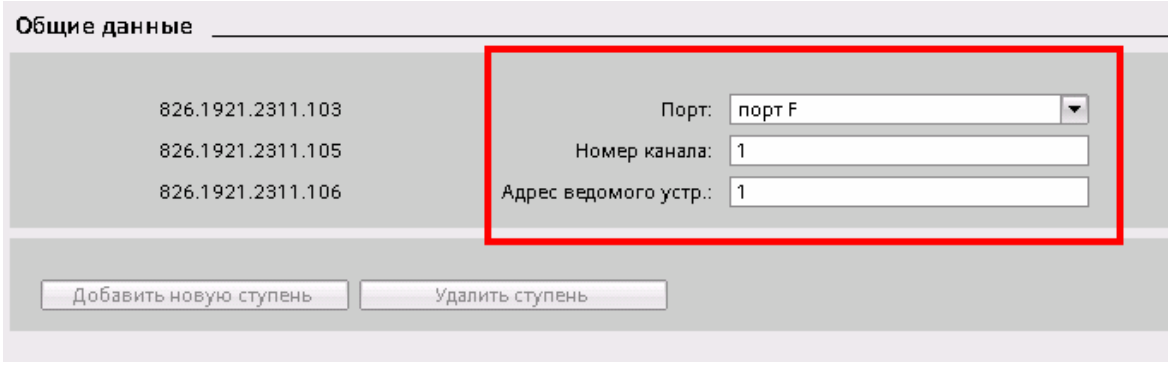
[sc20ser6-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-93 Добавление функции "Блок с последовательным интерфейсом 1 на 20 мА"

Затем установите номер канала, по которому выполняется протокол ПрВедУстрПосл. Кроме того, установите адрес ведомого блока на 20 мА. Этот адрес следует установить с тем же значением в блоке на 20 мА (см. следующий рисунок).

Для первого использования блока на 20 мА на нем должна быть установлена следующая конфигурация устройства:

- Протокол шины: Реж.
- Адрес устройства: 1
- Скорость в бодах: 9600
- Четность: нет



[scauser7-220114-01-DE, 1, ru_RU]

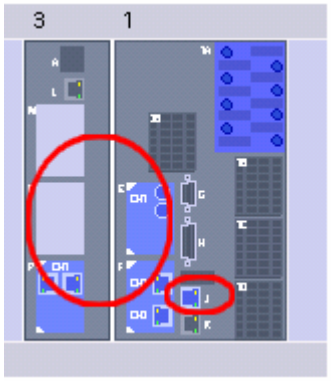
Рисунок 5-94 Уставки порта, номера канала и адреса устройства

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию в устройство.

5.8.5.2 Использование блока Ethernet на 20 мА

Конфигурация устройства

В DIGSI добавьте в конфигурацию устройства модуль Ethernet в соответствующий слот. *Рисунок 5-95* показывает возможные слоты в базовом модуле или в модуле расширения CB 202. В альтернативном варианте можно также использовать порт J встроенного интерфейса Ethernet.

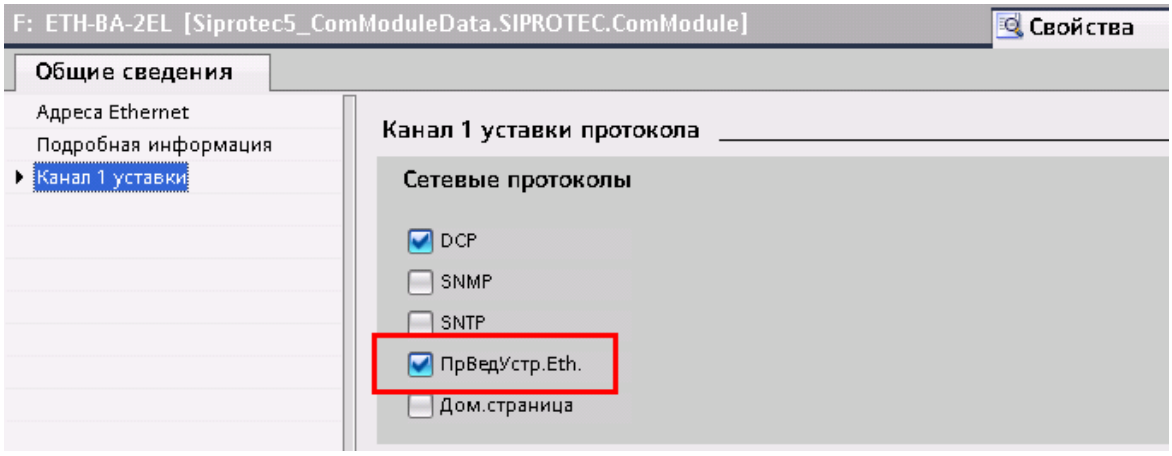


[scautcp1-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-95 Подключение модуля Ethernet

Параметры связи

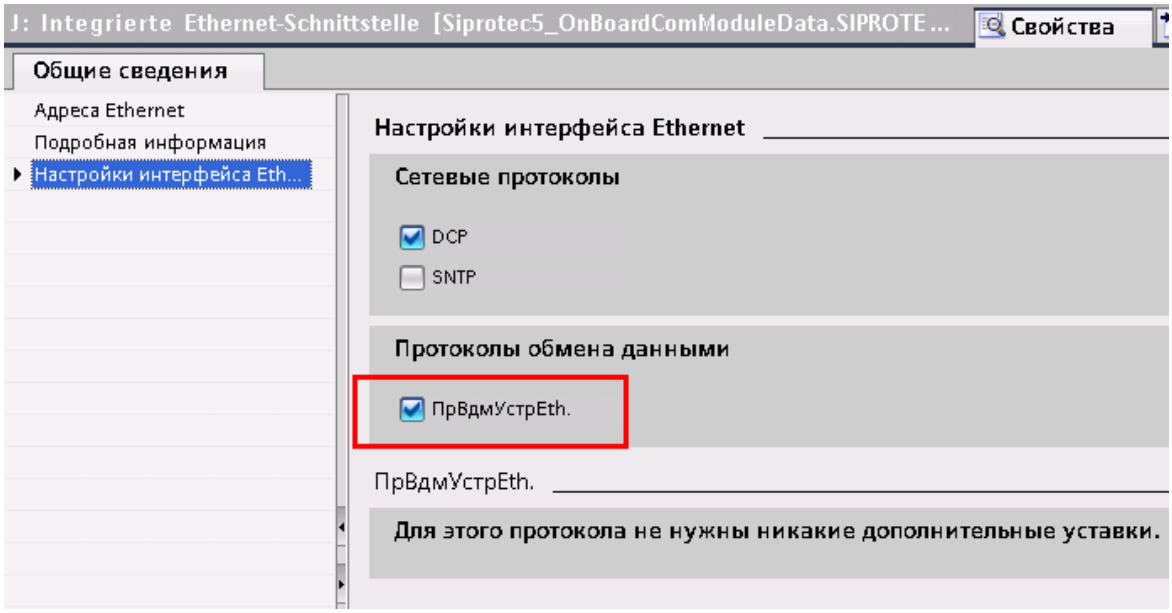
Активизируйте Ethernet-протокол последовательный протокол ведомого устройства (ПрВедУстрПосл) для модуля Ethernet.



[sc_autcp2, 1, ru_RU]

Рисунок 5-96 Активация протокола

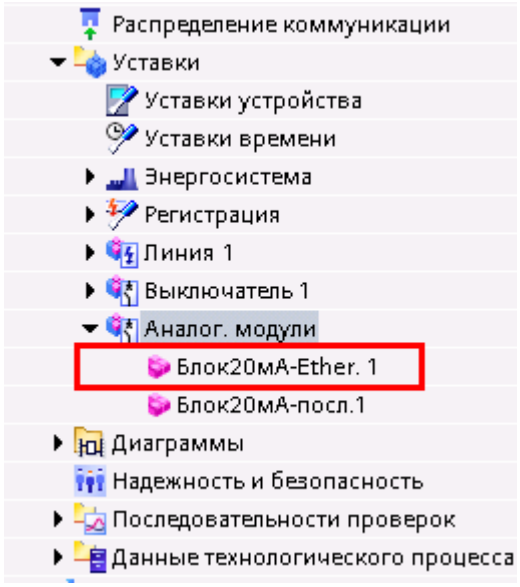
Этот протокол также доступен для порта J встроенного интерфейса Ethernet базового модуля (см. следующий рисунок).



[sc_autcp3, 1, ru_RU]

Рисунок 5-97 Выбор протокола

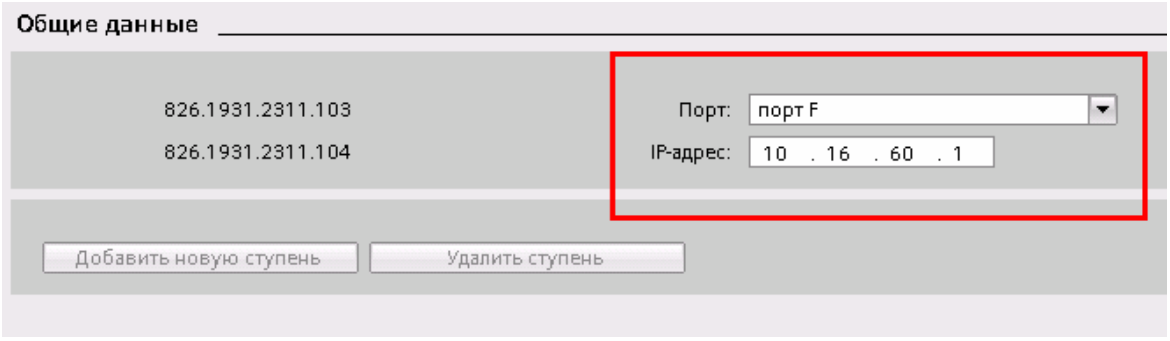
Если выбран протокол ПрВедУстрПосл для блока на 20 мА, DIGSI автоматически добавит группу функций **Аналоговые блоки** и функцию **Блок Ethernet на 20 мА** в конфигурацию устройства (см. следующий рисунок).



[sc20tcp4-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-98 Вставка функции "Блок Ethernet на 20 мА" 1

Установите порт, через который используется протокол ПрВедУстрПосл. Кроме того, установите IP-адрес блока на 20 мА (см. следующий рисунок). Этот адрес следует установить с тем же значением в блоке на 20 мА.



[sc_autcp5, 1, ru_RU]

Рисунок 5-99 Задание порта и IP-адреса

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию в устройство.

5.8.6 Блок измерительного преобразователя U/I с быстродействующими входами

5.8.6.1 Обзор

Быстродействующий аналоговый измерительный преобразователь обрабатывает значения напряжения (от -10 В до +10 В), а также значения тока (от -20 мА до 20 мА).

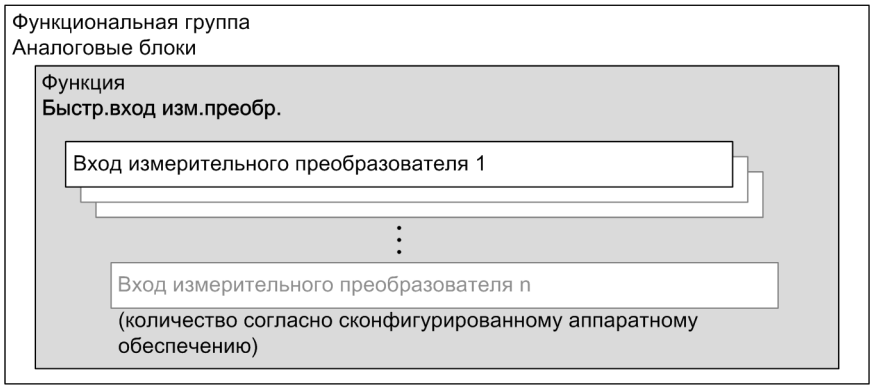
Функция **Быстр. вход МТ**:

- Предоставляет оцифрованные значения для записи в осциллограмму (максимальная частота дискретизации для всех других устройств SIPROTEC 5 - составляет 8 кГц). Зарегистрированная частота дискретизации зависит от настройки функции осциллографа.
- Вычисленные измеренные значения из выборок. Эти измеренные значения были выведены из средних арифметических значений. Диапазон измерения для расчета средних значений настраивается в интервале от 10 мс до 100 мс.
- Преобразует измеренные значения тока или напряжения в технологические данные, например, температуру, давление газа и т.д.
- Предоставляет записанные технологические данные для дальнейшей обработки осциллографом, CFC и в GOOSE-приложениях для передачи по коммуникационным протоколам и для визуализации

Быстродействующие входы измерительного преобразователя расположены на модуле IO212 с 8 входами (опционально входы тока или напряжения) и модуле IO210 с 4 входами (опционально входы тока или напряжениями).

5.8.6.2 Структура функции

Функция **Быстр. вход изм.преобр. (МТ)** работает в функциональной группе **Аналоговые блоки** и содержит количество доступных входов измерительного преобразователя, в зависимости от конфигурации оборудования. Вы можете настроить эти каналы, независимо друг от друга, в качестве входов тока или напряжения.



[dw_mu-structure, 1, ru_RU]

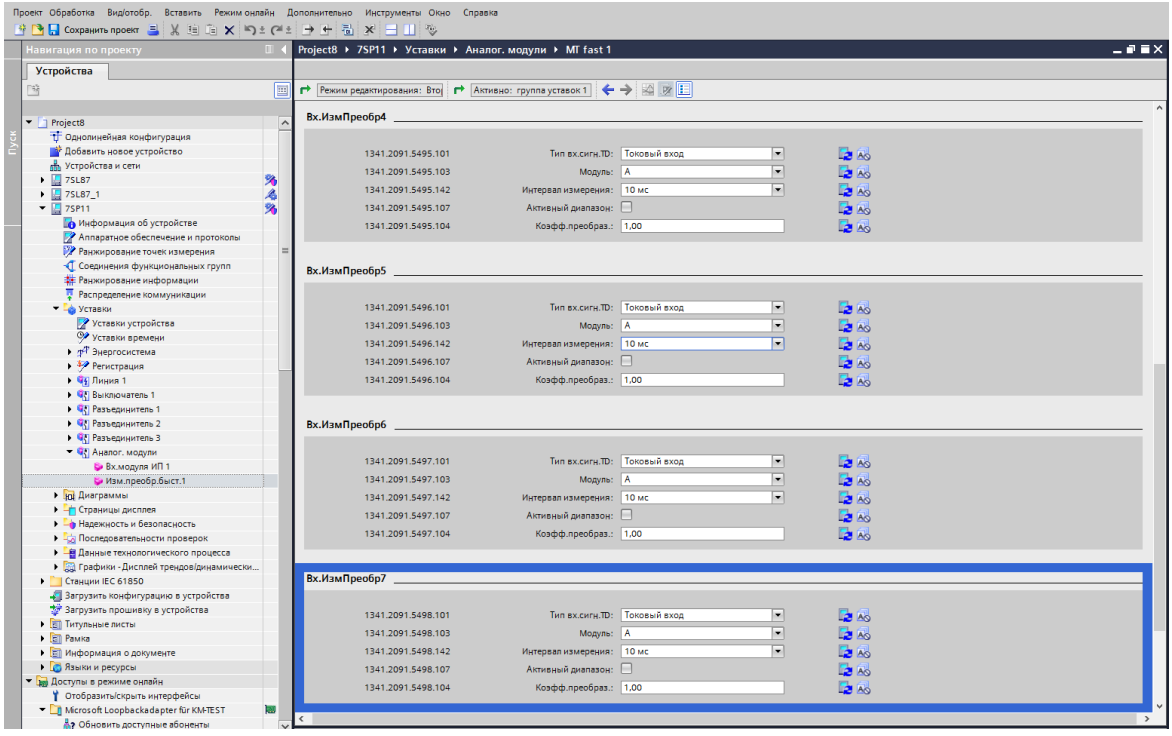
Рисунок 5-100 Структура/реализация функции

5.8.6.3 Описание функции

После того как вы создали экземпляр функции **Быстр. вход MT**, она будет видна в дереве проекта в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Функциональную группу **Аналоговые блоки** можно найти в DIGSI, в папке **Уставки**.

Если открыть подкаталог **Быстр. вход MT**, можно попасть на лист настроек для соответствующего ввода (более подробную информацию см. в Указаниях по применению и вводу уставок).

Аппаратное обеспечение сконструировано таким образом, чтобы на каждом входе можно было обрабатывать ток или напряжение. Используйте соответствующие клеммы (см. Руководство по аппаратным средствам). Настройте вход в соответствии с выбранным соединением (параметр **`Тип вх.сигн.TD`**). Параметр **`Интервал измерения`** устанавливает диапазон измерения, с помощью которого определяется среднее арифметическое значение. А параметр **`Интервал измерения`** позволяет определять скорость измерения для входа. Например, уставка 100 мс означает, что измеренное значение обновляется каждые 100 мс.



[scmuio212, 1, ru_RU]

Рисунок 5-101 Параметры каналов измерительного преобразователя.

Быстродействующие каналы измерительного преобразователя могут быть сконфигурированы в качестве входов тока или напряжения. Кроме того, их функция соответствует основной функции каналов на 20 мА (см. главу *5.8.3.5 Канал на 20 мА*).

5.8.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Тип вх.сигн.TD

- Уставка по умолчанию **(_:101) Тип вх.сигн.TD** = ***Токовый вход***

ПараметрТип вх.сигн.TD определяет, будет ли входной канал измерительного преобразователя работать в качестве ***Токовый вход*** или ***Вход напряжения***.

Убедитесь, что выбранный канал также правильно подключен (см. Руководство по аппаратным средствам, Модуль входов и выходов IO212).

Параметр: Модуль

- Уставка по умолчанию **(_:103) Модуль** = ***A***

Параметр **Модуль** устанавливает физическую единицу измерения для измеренных значений. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Интервал измерения

- Уставка по умолчанию **(_:142) Интервал измерения** = ***10 мс***

Параметр **Интервал измерения** позволяет установить окно измерения, которое используется для определения среднего арифметического значений из выборок. В случае медленно меняющихся сигналов Siemens рекомендует установить верхнее значение равным 100 мс. При этом значении, новое, текущее измеренное значение будет предоставляться через каждые 100 мс для дальнейшей обработки.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:107) Активный диапазон** = ***Ложь***

Если вы не активируете параметр **Активный диапазон**, функция принимает диапазон от -20 мА до +20 мА или от -10 В до +10 В. Затем уставка диапазона для масштабированного значения допускает диапазон использования от -20 мА до +20 мА или от -10 В до + 10 В.

Если активировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел, Верх.пред.коэф.транс.Нижний предел** и **Нижн.пред.коэф.транс.**.

Обратите внимание, что эта настройка активируется, при необходимости, путем установки соответствующей галочки в DIGSI (см. *Рисунок 5-101*).

Параметр: Коэф.транс.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Коэф.транс.** = ***1,00***

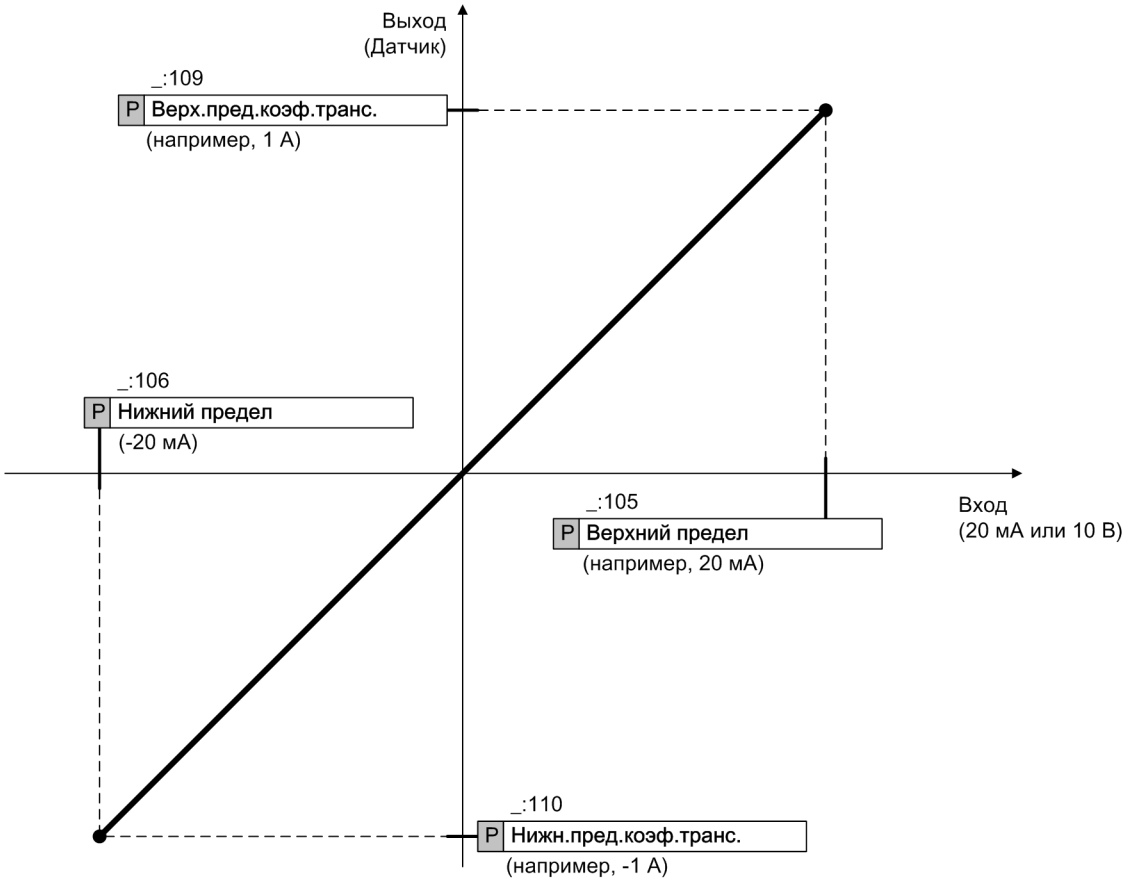
Параметр **Коэф.транс.** позволяет вам задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Верхний предел, Верх.пред.коэф.транс., Нижний предел и Нижн.пред.коэф.транс.

С помощью следующих параметров вы устанавливаете масштабирование измеряемых переменных. Таким образом, вы можете масштабировать в зависимости от требуемого применения:

- Уставка по умолчанию **Верхний предел** = ***20,00 мА***
- Уставка по умолчанию **Верх.пред.коэф.транс.** = ***1,00***
- Уставка по умолчанию **Нижний предел** = ***-20,00 мА***
- Уставка по умолчанию **Нижн.пред.коэф.транс.** = ***1,00***

С помощью этих параметров уставки вы выбираете рабочий диапазон измерительного преобразователя, а также преобразуете значения, переданные в датчик. Согласуйте рабочий диапазон измерительного преобразователя с преобразователем датчика. Используя свободную масштабируемость системы, можно обеспечить соответствие различным требованиям. На следующем рисунке показаны параметры настройки в общем виде.

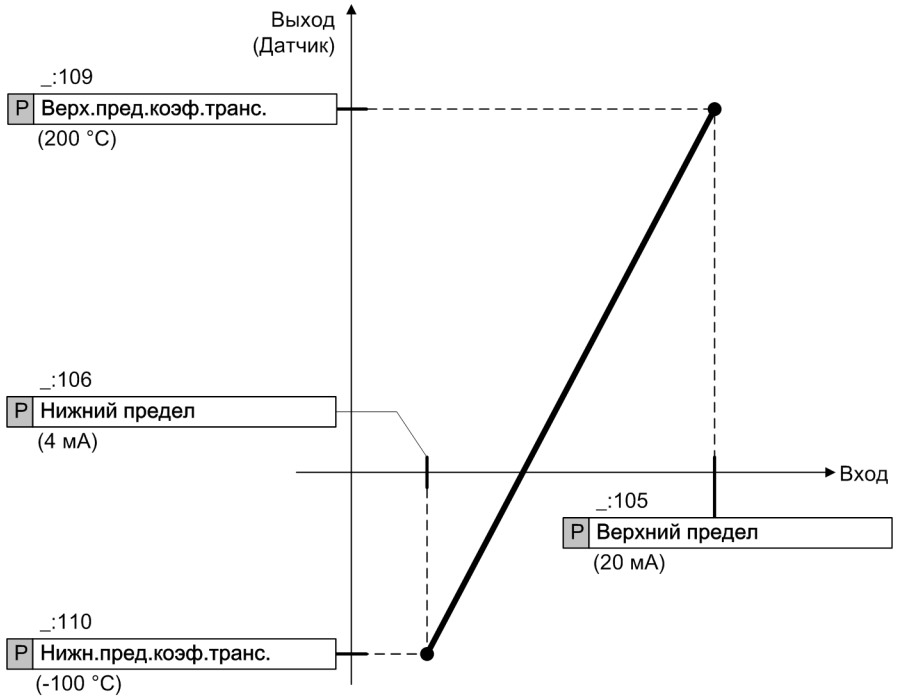


[dw_measured-value-scaling, 1, ru_RU]

Рисунок 5-102 Принцип масштабирования

Настройки для примера 1:

В качестве передатчика используется измерительный преобразователь, передающий сигнал тока от 4 мА до 20 мА. Величины токов значительно ниже 4 мА указывают на отказ передатчика; значения около 0 мА указывают на обрыв провода. К передатчику прикрепляется датчик, определяющий температуру. Верхнее значение соответствует 200 °C, а нижнее соответствует -100 °C. Это дает следующую характеристику. В соответствии с заданной характеристикой функция вычисляет значение датчика из измеренного тока. Коэффициенты линейного уравнения (наклон и точка проекции) вычисляются, исходя из заданного порогового значения, и определяются значения датчика. Подаваемый ток 9,333 мА соответствует температуре 0 °C.



[dw_measuring-transducer-characteristic, 1, ru_RU]

Рисунок 5-103 Характеристика для примера 1

ПРИМЕЧАНИЕ

Аппаратное обеспечение измерительного преобразователя было спроектировано таким образом, чтобы можно было передавать и анализировать измеренные значения с использованием диапазона настройки (**Верхний предел** или**Нижний предел**). Поэтому при необходимости возможны специальные варианты применения. Пределы составляют прибл. +20 мА и -20 мА или +10 В и -10 В.

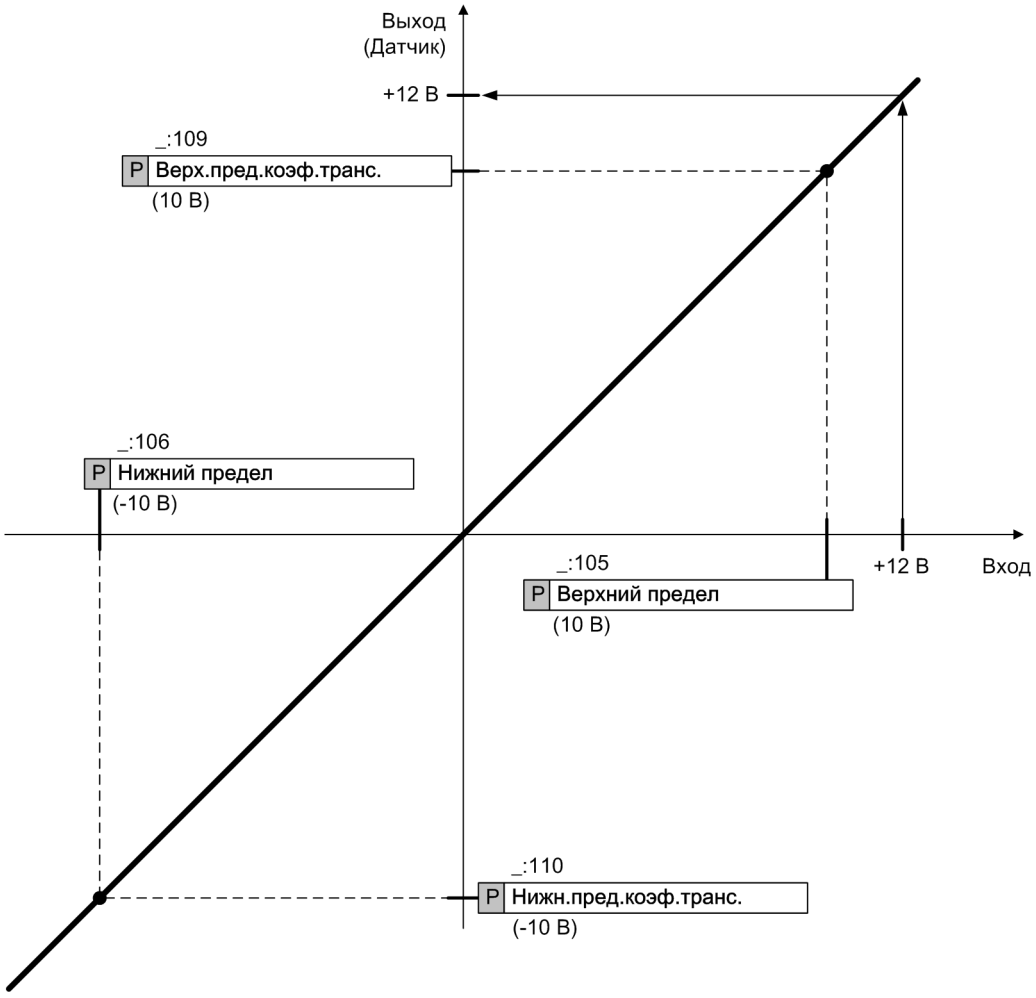
Настройки для примера 2:

Для специальных применений передатчик выдает максимум ±12 В. Это напряжение должно передаваться соответственно как напряжение датчика.

Задайте параметры следующим образом:

- **Верхний предел** = ***10,00 В***
- **Верх.пред.коэф.транс.** = ***10,00 В***
- **Нижний предел** = ***-10,00 В***
- **Нижн.пред.коэф.транс.** = ***-10,00 В***

При такой уставке сигнал 12 В передается в качестве измеренного значения 12 В (см. следующий рисунок).



[dw_measuring-transducer-setting, 1, ru_RU]

Рисунок 5-104 Уставки с отображением входного сигнала величиной более 10 В

5.8.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Изм.преобр.быст.#				
_:101	Вх.ИзмПреобр#:Тип вх.сигн.TD		• Вход напряжения • Токовый вход	Токовый вход

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	Вх.ИзмПреобр#:Модуль		• % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • В • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт • Вт/с • Вт*час	A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:142	Вх.ИзмПреобр#:Интервал измерения		• 10 мс • 20 мс • 40 мс • 60 мс • 80 мс • 100 мс	10 мс
_:107	Вх.ИзмПреобр#:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:104	Вх.ИзмПреобр#:Коэф.транс.		-1000000.00 до 1000000.00	1.00
_:105	Вх.ИзмПреобр#:Верхний предел		-20.00 м Адо 20.00 мА	5.00 мА
_:109	Вх.ИзмПреобр#:Верх.пред.коэф.транс.		-1000000.00 до 1000000.00	1.00
_:106	Вх.ИзмПреобр#:Нижний предел		-20.00 м Адо 20.00 мА	4.00 мА
_:110	Вх.ИзмПреобр#:Нижн. пред.коэф.транс.		-1000000.00 до 1000000.00	1.00

5.8.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Вх.ИзмПреобр#			
_:302	Вх.ИзмПреобр#:TD измер.вел.масшт.	MV	O
_:306	Вх.ИзмПреобр#:TD знач.выборки	SAV	O

5.8.7 RTD-блок по Ethernet

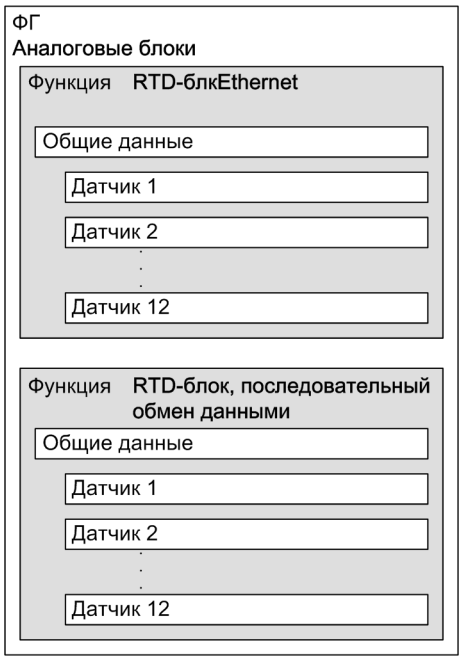
5.8.7.1 Обзор

Функция **RTD-блока Ethernet**:

- Связывается с внешним блоком RTD через протокол ведомого устройства (SUP) и регистрирует измеренные температуры от RTD-блока.
- Предоставляет зарегистрированные значения температуры для функции мониторинга температуры.
- Контролирует связь с блоком RTD.

5.8.7.2 Структура функции

Функция **RTD-блок Ethernet** может работать только в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Одновременно могут работать максимум 20 функций. Каждая функция содержит датчики, предварительно сконфигурированные в 12 функциональных блоков.

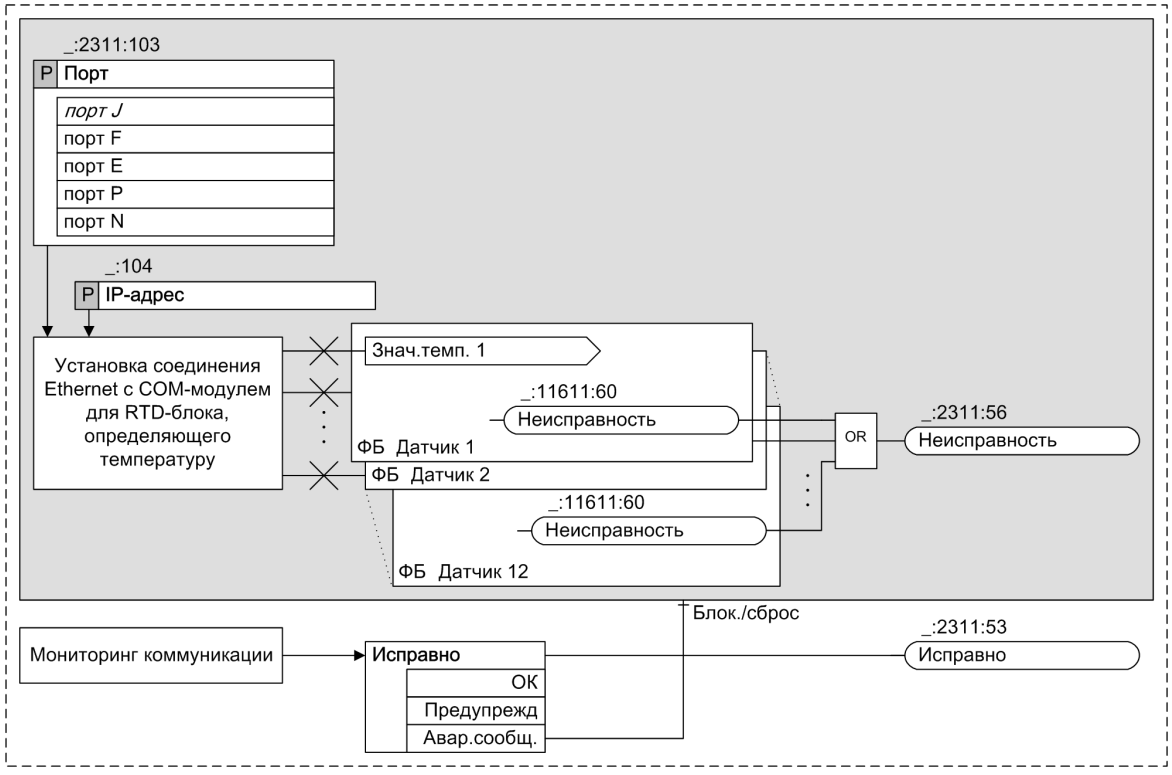


[dwstrfnc-291112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-105 Структура функции

5.8.7.3 Связь с RTD-блоком

Логика



[lortdtcp-311012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-106 Логическая схема RTD-блока Ethernet Функция

Связь с RTD-блоком

Функция используется для связи с RTD-блоком, подключенным через подключение Ethernet. Если подключение функции к внешнему RTD-блоку успешно устанавливается через интерфейс Ethernet, то RTD-блок передает температуры от всех подключенных датчиков в функцию **RTD-блок Ethernet**. Чтобы обеспечить успешное подключение, следует задать специальные уставки связи, см. главу *5.8.7.4 Указания по применению и вводу уставок*.

Блок RTD **Ziehl TR1200 IP** поддерживает только подключение Ethernet 10 Мбит/с. Поэтому прямое подключение к коммуникационному модулю 100 Мбит/с невозможно. Поэтому вы должны подключить блок RTD к коммуникационному модулю через коммутатор 10/100 Мбит/с, который автоматически распознает скорость передачи данных и изменяет ее должным образом. Дополнительные сведения содержатся в заметках по применению и настройке, см. главу *5.8.7.4 Указания по применению и вводу уставок*.

Ответный сигнал об ошибке

Следующая таблица содержит список условий, при которых состояние *Статус исправности* переходит в состояние "Аварийное сообщение" или "Предупреждение".

Таблица 5-20 Ответный сигнал об ошибке

Описание ошибок	Статус исправности
Функция **RTD-блок Ethernet** не может установить связь с коммуникационным модулем.	Аварийное сообщение
Связь между коммуникационным модулем и RTD-блоком приводит к возникновению тайм-аута.	Предупреждение
В течение 9 с коммуникационный модуль больше не получал данные от RTD-блока.	Предупреждение

Предупредительный сигнал *Неисправность* подается как только один из функциональных блоков датчика сигнализирует о неисправности.

5.8.7.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***порт J***

Используйте параметр **Порт**, чтобы определить, через какой порт внешний RTD-блок связывается с устройством SIPROTEC 5.

Если вы хотите подключить внешний RTD-блок через встроенный интерфейс Ethernet, установите параметр **Порт** = ***Порт J***. Если вы хотите подключить внешний RTD-блок через сменный модуль Ethernet, установите параметр равным **Порт** = ***Порт F***, ***Порт E***, ***Порт P*** или ***Порт N***.

Вы можете непосредственно подключить блок RTD к устройству через внутренний 10-Мбитный Ethernet порт J. Если блок RTD у вас работает через другой порт 100-Мбитного модуля связи, вам следует подключить коммутатор 10/100 Мбит, который будет адаптировать скорость передачи должным образом.

Параметр: IP-адрес

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) IP-адрес** = ***10.16.60.1***

С помощью параметра **IP-адрес** вы задаете IP-адрес блока RTD, подключаемого к коммуникационному модулю через протокол TCP. Для каждого RTD-блока следует назначать уникальный IP-адрес. Устанавливаемый IP-адрес зависит от конфигурации вашей сети. Вы можете установить любой действительный адрес IPv4, который не будет конфликтовать с другими IP-адресами в сети. Сначала установите IP-адрес для RTD-блока **Ziehl TR1200 IP**. Затем установите параметр **IP-адрес** для коммуникационного модуля равным этому же адресу.

Уставки на RTD-блоке

Параметры RTD-блока **Ziehl TR1200 IP** устанавливаются с помощью клавиш на передней панели или в Веб-браузере компьютера через интерфейс Ethernet. Установите тип связи с датчиками (3-проводное соединение или значение сопротивления для 2-проводного соединения), режим ожидания реле обнаружения неисправности, а также настройки интерфейса IP.

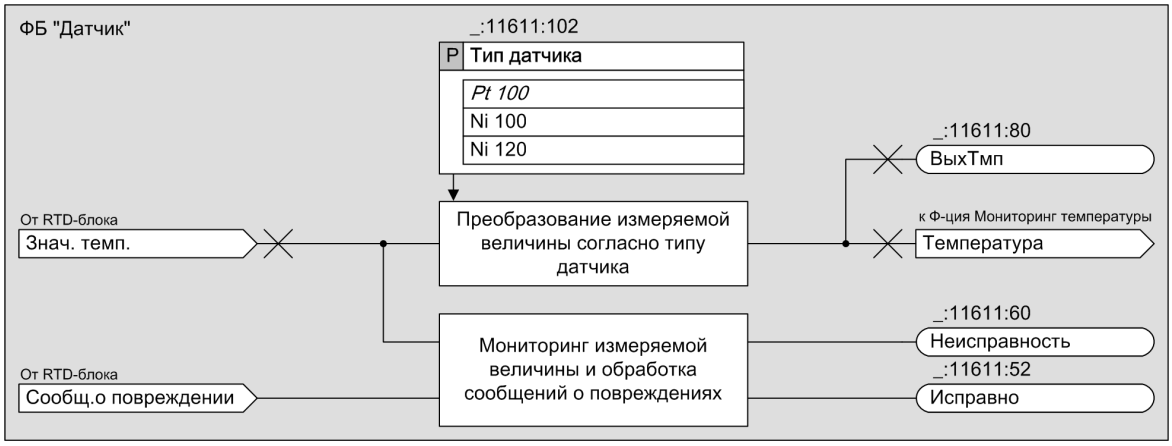
Блокировку кода следует отключить при параметрировании. Это можно сделать с помощью клавиш на передней панели блока RTD. Блокировка кода по умолчанию **отключена** в состоянии поставки и имеет ПИН **504**.

Подробная информация об уставках приведена в руководстве пользователя TR1200 IP, которое поставляется вместе с блоком RTD. Информацию по SIPROTEC можно загрузить с сайта (http://www.siprotec.de) **Accessories -> 7XV5662-xAD**.

Для подключения Ethernet к устройству SIPROTEC 5, взаимодействующему с RTD-блоком TR1200 IP через **протокол SUP** (протокол ведомого устройства), уставка **`Modbus TCP`** должна быть активирована в RTD-блоке. Вы можете активировать протокол Modbus TCP, используя функциональные клавиши в пункте меню **TcP - mod** или в веб-браузере на вкладке **Конфиг. TCP/UDP**. Уставки **RTD** (протокол RTD) и **Порт UDP** здесь не применяются. Порт TCP Modbus постоянно установлен равным 502 и не может быть изменен.

5.8.7.5 Датчик температуры

Логика



[lotmpval-311012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-107 Логическая схема функционального блока Датчик температуры

Значение измеряемой температуры

Функциональный блок **Датчик температуры** обрабатывает одно значение измеряемой температуры от RTD-блока для назначенного датчика. В каждой функции RTD-блока всегда доступны 12 функциональных блоков датчика температуры (как через Ethernet, так и через последовательный порт), даже если к RTD-блоку подключено меньше датчиков.

Поддерживаются различные типы датчиков температуры: датчики Pt100, Ni100 и Ni120. Функциональный блок получает информацию о типе подключенного датчика с помощью параметра **`Тип датчика`**.

Функциональный блок в виде выходной переменной выдает значение измеряемой температуры в °C или °F. Значение измеряемой температуры доступно как рабочая измеренная величина и контролируется функцией **Контроль температуры**.

Действия при обнаружении ошибок

Если значение измеренной величины определено неверно, показатель достоверности значения измеряемой температуры устанавливается равным *недействительно*. Статусы Исправно (Статус исправности) и Ошибка (Статус ошибки) устанавливаются в соответствии со следующей таблицей:

Таблица 5-21 Действия при обнаружении ошибок

Описание ошибок	Статус исправности	Статус ошибки
КЗ в цепи подключения или в датчике	Аварийный сигнал	Да
Обрыв в цепи подключения или в датчике	Аварийный сигнал	Да
Значение измеряемой температуры находится за пределами действительного диапазона измерений, указанного в технических данных. Действительный диапазон значений измерения зависит от типа датчика.	Аварийный сигнал	Да
Датчик не подключен	OK	Нет

5.8.7.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Тип датчика

- Уставка по умолчанию **(_:11611:102) Тип датчика** = ***Pt 100***

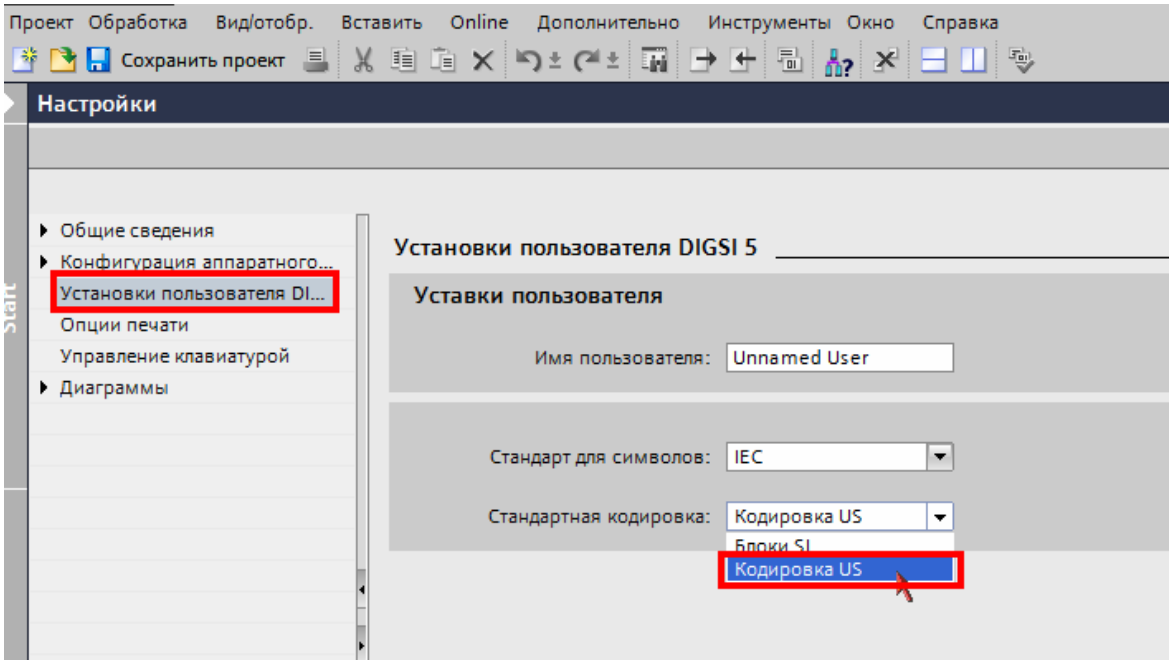
Параметр **Тип датчика** используется для уставки используемого датчика. Можно выбрать между ***Pt 100***, ***Ni 100*** и ***Ni 120***.

Параметр: Единицы измерения температуры

Для изменения просмотра и анализа измеряемых значений температуры с °C на °F, адаптируйте соответствующим образом пользовательские настройки, заданные по умолчанию, в DIGSI.

Выполните следующее:

- В DIGSI выберите пункт меню **Дополнительно** --> **Настройки**.
- В окне **Настройки** выберите пункт меню **Установки пользователя DIGSI 5**.
- Для парамтра **Стандартная кодировка** измените уставку системы единиц с *Блоки SI* (Единицы СИ) на *Кодировка US* (Единицы США).



[scfahrht-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-108 Изменение стандартной системы отображения измерений с градусов °C на градусы °F

В следующей таблице уставок и параметров показан только 1 из 12 датчиков, поскольку возможности настройки 12 датчиков не отличаются.

5.8.7.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J
Датчик 1				
_:11611:102	Датчик 1:Тип датчика		• Pt 100 • Ni 100 • Ni 120	Pt 100

5.8.7.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Датчик 1			
_:11611:52	Датчик 1:Статус исправности	ENS	O
_:11611:60	Датчик 1:Неисправность	SPS	O
_:11611:80	Датчик 1:ВыхТмп	MV	O

5.8.8 RTD-блок, последовательный

5.8.8.1 Обзор

Функция **RTD-блок послед.**:

- Связывается с внешним RTD-блоком через последовательный интерфейс с помощью протокола ведомого устройства ПрВедУстрПосл (SUP) и регистрирует измеренные показания температуры от RTD-блока.
- Предоставляет полученные значения температуры для функции контроля температуры.
- Контролирует связь с блоком RTD.

Функция **RTD-блок послед.** структурно настраивается точно таким же способом, что и функция **RTD-блок Ethernet**. Режим работы также не отличается (см. *5.8.7.3 Связь с RTD-блоком*).

5.8.8.2 Указания по применению и настройке

Параметр: Порт

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Порт** = ***F***

С помощью параметра **Порт** вы определяете слот коммуникационного модуля, который будет использоваться для подключения внешнего RTD-блока.

Если вы хотите подключить внешний RTD-блок к сменному модулю Ethernet, установите параметр **Порт** = ***Порт F***, ***Порт E***, ***Порт P***, или ***положение сменного модуля***.

Параметр: Номер канала

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Номер канала** = ***1***

Последовательный коммуникационный модуль опционально использует 2 канала. С помощью уставок **Номер канала** вы определяете номер канала (1 или 2), через который RTD-блок подключается к устройству. Входы коммуникационного модуля помечены номерами каналов.

Параметр: Адрес ведомого устр.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Адрес ведомого устр.** = ***1***

Используйте параметр **Адрес ведомого устр.**, чтобы определить адрес RTD-блока. Если только один RTD-блок подключается к последовательной шине, можно использовать значение по умолчанию *1*. Этот же адрес устройства должен быть установлен на RTD-блоке. Адрес устройства важен, так как позволяет различать несколько RTD-блоков, подключенных к последовательной шине. Установите уникальный адрес устройства (например, 1, 2 и 3, когда подключаются 3 RTD-блока) для каждого RTD-устройства и один и тот же адрес для параметра **Адрес ведомого устр.** в трех функциях **RTD-блок с последовательным интерфейсом**.

В следующей таблице уставок и параметров показан только 1 из 12 датчиков, поскольку возможности настройки 12 датчиков не отличаются.

5.8.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Порт		• порт E • порт F • порт J • порт N • порт P	порт J

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:105	Общие данные:Номер канала		1 до 2	1
_:2311:106	Общие данные:Адрес ведомого устр.		1 до 247	1
Датчик 1				
_:11611:102	Датчик 1:Тип датчика		• Pt 100 • Ni 100 • Ni 120	Pt 100

5.8.8.4 Список сообщений

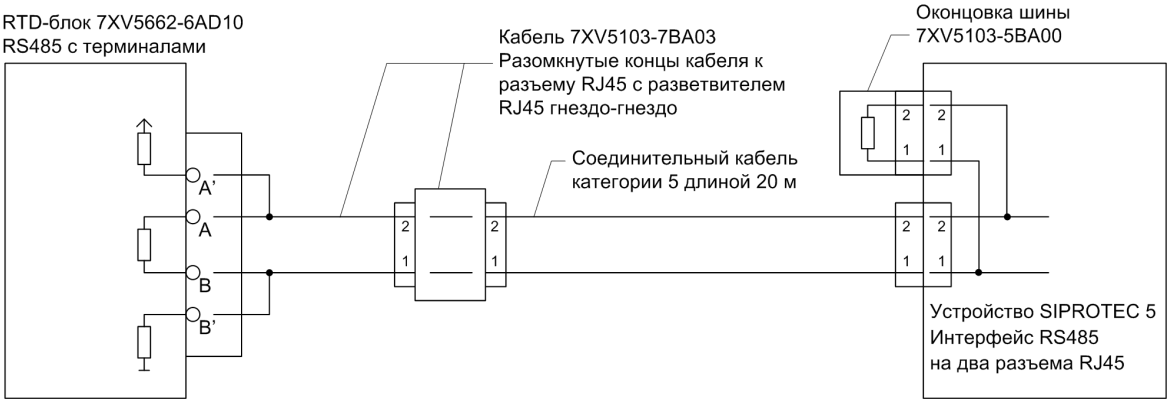
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:2311:56	Общие данные:Неисправность	SPS	O
Датчик 1			
_:11611:52	Датчик 1:Статус исправности	ENS	O
_:11611:60	Датчик 1:Неисправность	SPS	O
_:11611:80	Датчик 1:ВыхТмп	MV	O

5.8.9 Обмен данными с RTD-блоком

5.8.9.1 Интеграция последовательного RTD-блока (Ziehl TR1200)

Соединение коммуникационных линий

На *Рисунок 5-109* показано, как подключить RTD-блок к устройству SIPROTEC 5. Обратите внимание, что контакт 1 разъема RJ45 соединяется с RTD-B, а контакт 2 — с RTD-A.



[dwverbau-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-109 Подключение RTD-блока к устройству SIPROTEC 5

Добавление модуля USART

Добавьте USART-модуль USART-AB-1EL или USART-AC-2EL в устройство в DIGSI. Модуль USART следует устанавливать на одном из мест подключения для модулей связи в основной модуль или в модуль расширения CB202 (см. следующий рисунок).

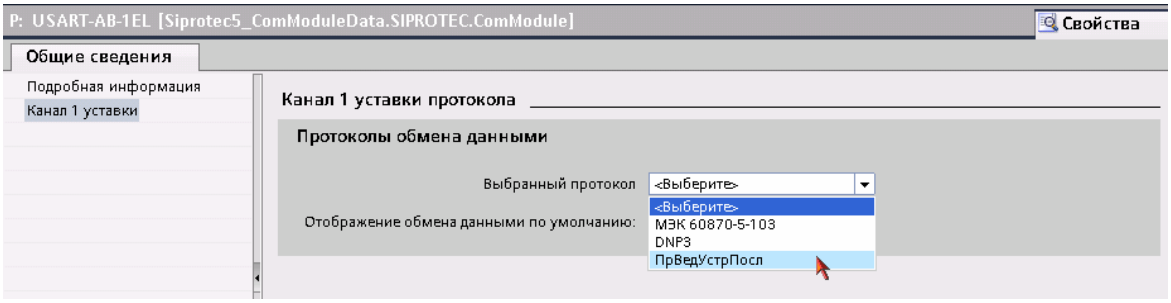


[scauser3-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-110 Место установки модуля USART

Выбор протокола SUP

Протокол связи с ведомым устройством ПрВедУстрПосл (SUP). Этот протокол отвечает за связь между устройством SIPROTEC 5 и RTD-блоком.



[sc_auser4, 1, ru_RU]

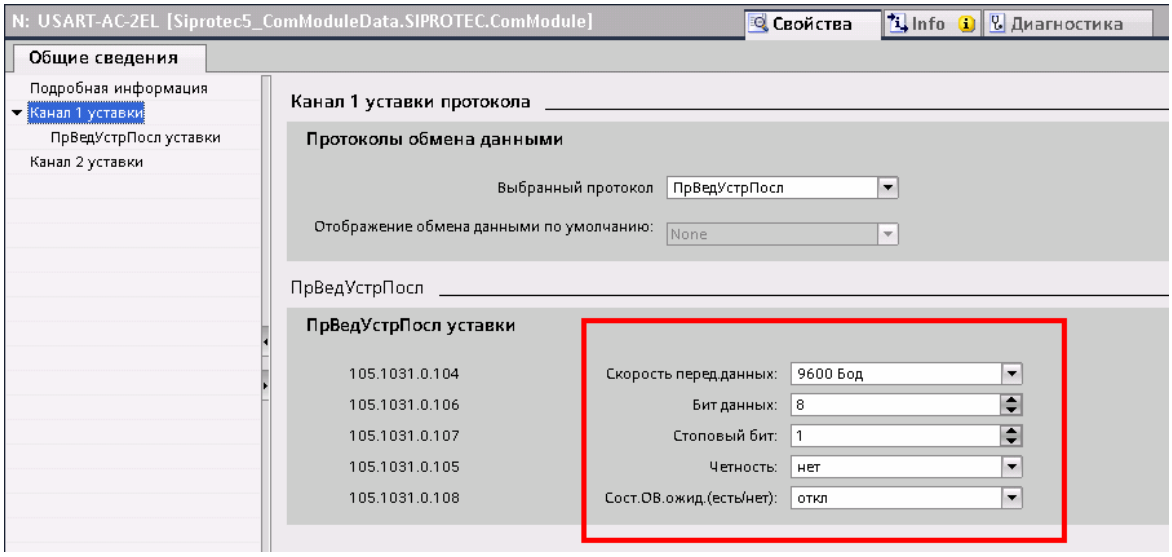
Рисунок 5-111 Выбор протокола SUP

Параметры связи

Выполните настройку параметров связи для соответствующих последовательных каналов. Для этого используйте уставки по умолчанию, указанные в RTD-блоке. Обычно вы должны только адаптировать параметры устройства SIPROTEC 5 к параметрам RTD-блока. Убедитесь, что устанавливаемые значения одинаковы на обоих устройствах. Уставки для параметра **`Сост.ОВ.ожид. (вкл./ выкл.)`**: не актуальны для интерфейса RS485.

ПРИМЕЧАНИЕ

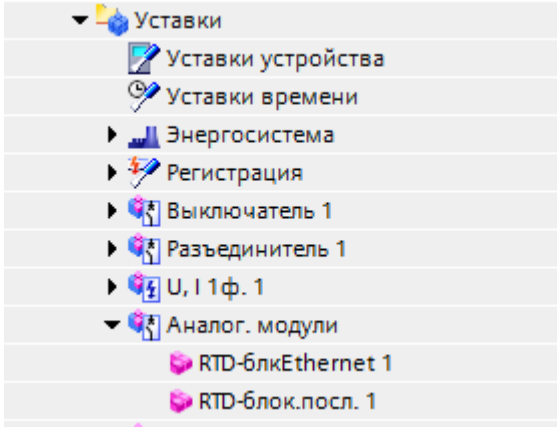
Драйвер для модуля USART и протокола SUP не установлен как стандартный при первом использовании этого интерфейса (после обновления прошивки).



[sc_auser5, 1, ru_RU]

Рисунок 5-112 Задание уставок связи

При выборе протокола ПрВедУстрПосл для RTD-блока система DIGSI автоматически добавляет функциональную группу **Аналоговые блоки** в конфигурацию устройства пользователя. Теперь можно создать экземпляр функции **RTD-блок с последовательным интерфейсом 1** (см. следующий рисунок).



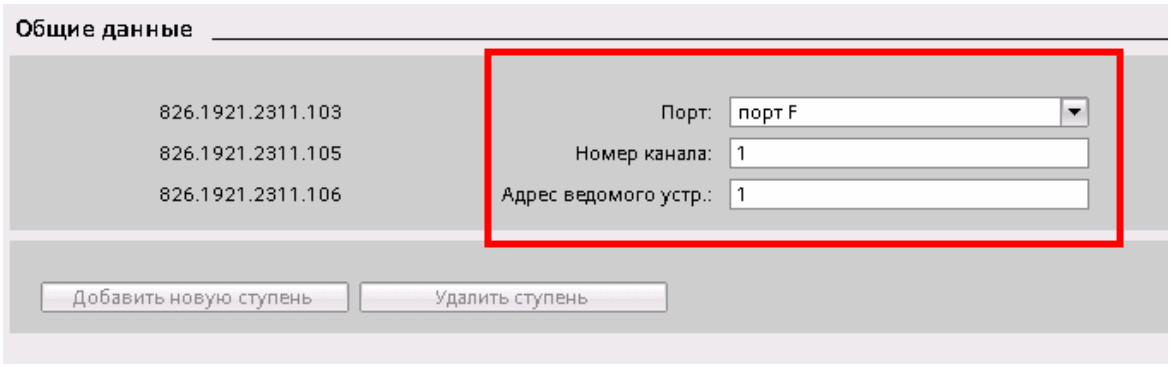
[scauser6-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-113 Экземпляр аналогового блока

Теперь установите номер канала, по которому работает протокол ПрВедУстрПосл. Кроме того, установите адрес ведомого RTD-блока. Этот адрес следует установить с тем же значением в RTD-блоке (см. следующий рисунок).

Следует выполнить установку следующей конфигурации устройства на RTD-блоке TR1200, когда RTD-блок используется впервые:

- Протокол шины: Реж.
- Адрес устройства: 1
- Скорость в бодах: 9600
- Четность: нет



[scauser7-220114-01-DE, 1, ru_RU]

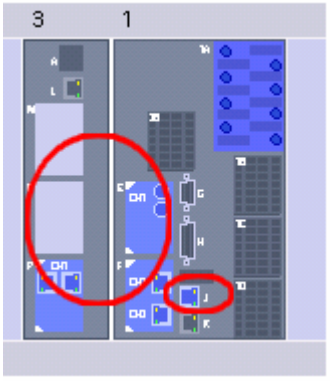
Рисунок 5-114 Уставки порта, номера канала и адреса ведомого устройства

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию устройства.

5.8.9.2 Интеграция RTD-блока Ethernet (TR1200 IP)

Конфигурация устройства

В ПО DIGSI добавьте в разделе конфигурации устройства модуль Ethernet в соответствующий слот. *Рисунок 5-115* показывает возможные слоты в базовом модуле или в модуле расширения CB 202. Можно также использовать порт J встроенного интерфейса Ethernet.

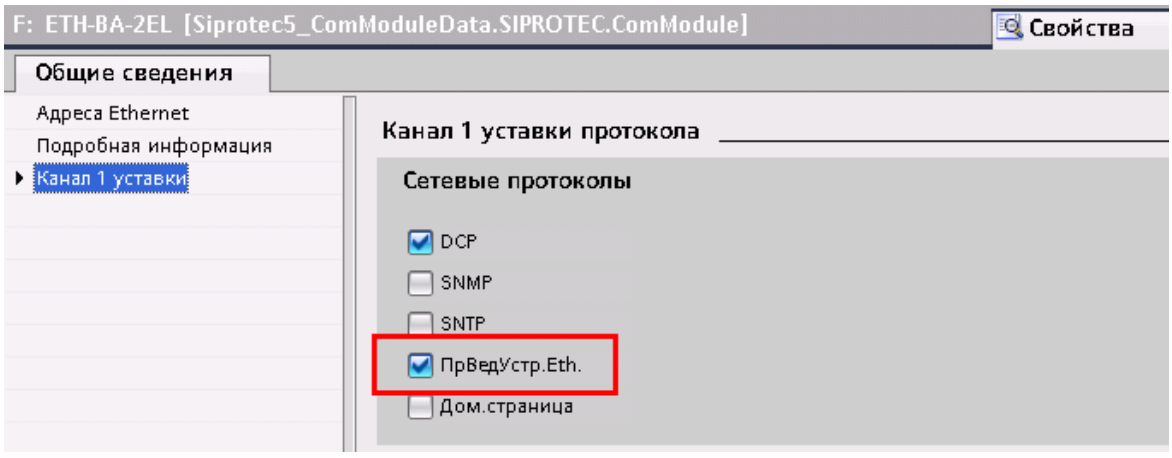


[scautcp1-220114-01-DE, 1, ru_RU]

Рисунок 5-115 Подключение модуля Ethernet

Параметры связи

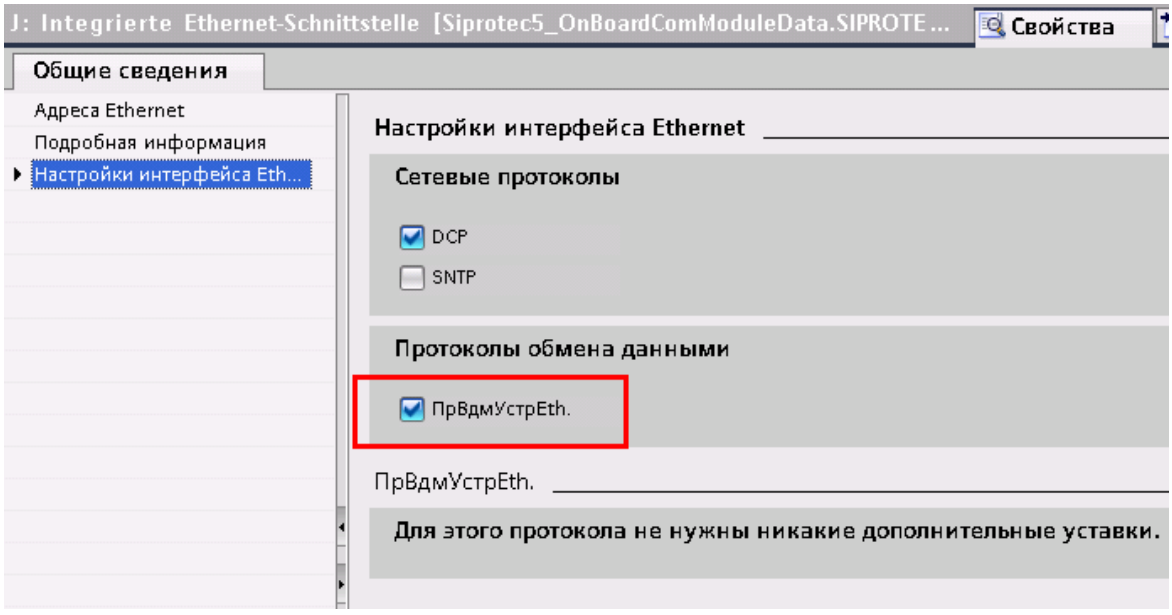
Активизируйте Ethernet-протокол ПрВедУстр.Eth. (SUP) для модуля Ethernet.



[sc_autcp2, 1, ru_RU]

Рисунок 5-116 Активация протокола SUP Ethernet

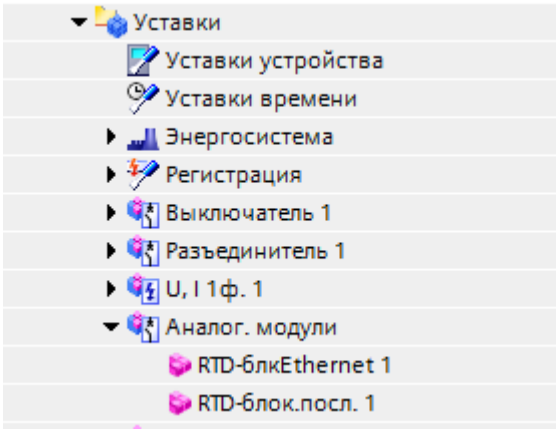
Этот протокол также доступен для порта J встроенного интерфейса Ethernet базового модуля (см. следующий рисунок).



[sc_autcp3, 1, ru_RU]

Рисунок 5-117 Активация протокола SUP Ethernet (базовый модуль)

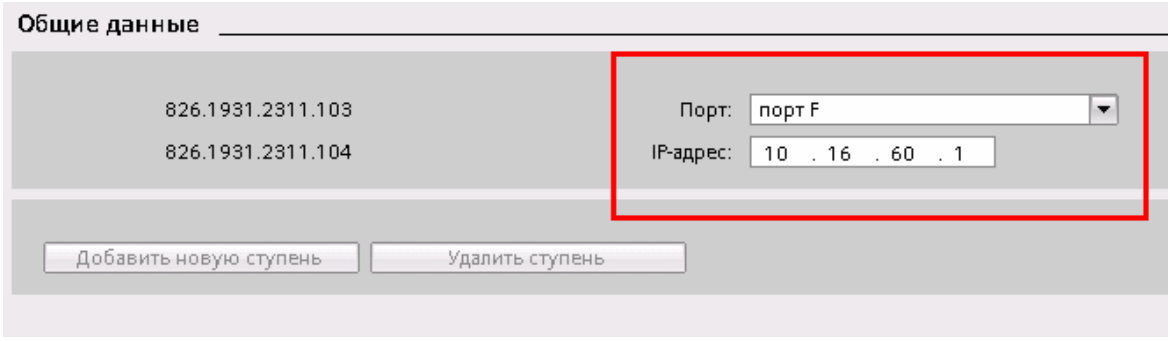
Если выбран протокол SUP для RTD-блока, DIGSI автоматически добавляет функциональную группу **Аналоговые блоки** и функцию **RTD-блок Ethernet** в конфигурацию устройства (см. следующий рисунок).



[scauser6-190214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 5-118 Экземпляр аналогового блока

Выберите порт, через который выполняется протокол SUP. Кроме того, введите IP-адрес RTD-блока (см. следующий рисунок). Этот адрес следует установить с тем же значением в RTD-блоке.



[sc_autcp5, 1, ru_RU]

Рисунок 5-119 Задание порта и IP-адреса

Как финальный шаг, загрузите конфигурацию устройства.

5.8.9.3 Моделирование температуры без датчиков

Подключите резистор к клеммам датчика RTD-блока. Используя этот резистор, смоделируйте постоянную температуру. Значение сопротивления резистора должно быть в пределах от 50 Ом до 200 Ом.

Если вы хотите смоделировать изменяемую температуру, подключите реостат максимум 470 Ом вместо фиксированного резистора.

5.9 Мониторинг технологического процесса

5.9.1 Обзор функций

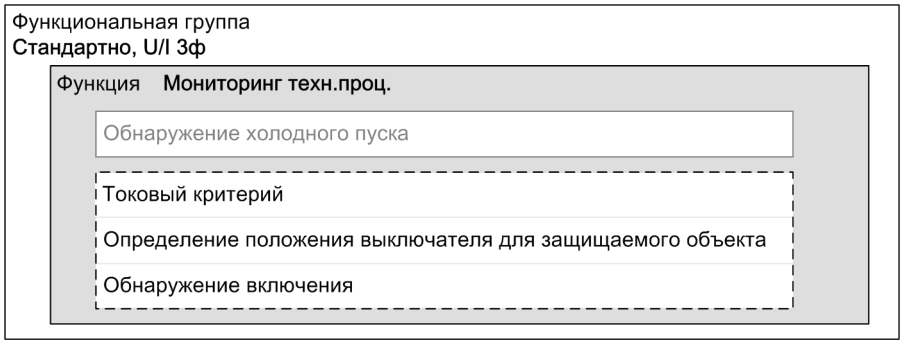
Все функциональные группы, имеющие функции с зависимостью от состояния защищаемого объекта, включают функцию мониторинга технологического процесса. Функция мониторинга технологического процесса распознает текущее состояние защищаемого объекта.

5.9.2 Структура функции

Функция **Монитор.техн.проц.** используется в группе защитных функций **Стандартная функциональность U/I 3-фазы**.

Функция **мониторинга технологического процесса (Монитор.техн.проц.)** обеспечивается производителем следующими функциональными блоками:

- Обнаружение холодного пуска (опция)
- Токовый критерий
- Определения положения выключателя для защищаемого объекта
- Обнаружение включения

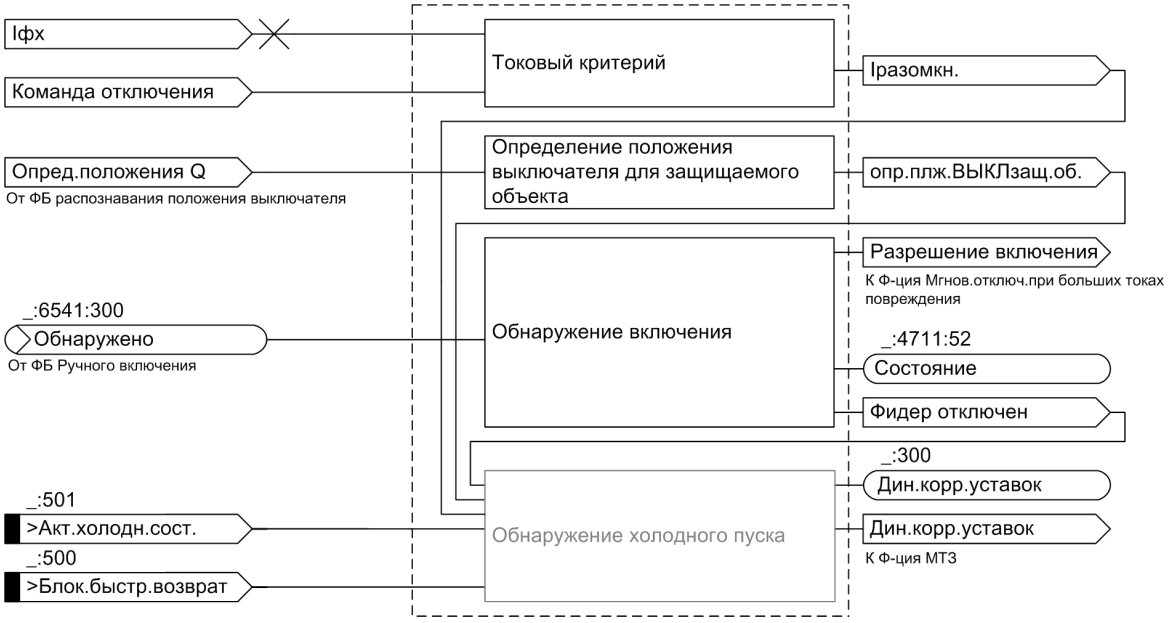


[dwpro3pt-061212-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-120 Структура/реализация функции

При необходимости можно активировать функцию обнаружения холодного пуска. Все остальные этапы мониторинга технологического процесса постоянно работают в фоновом режиме и не отображаются в DIGSI.

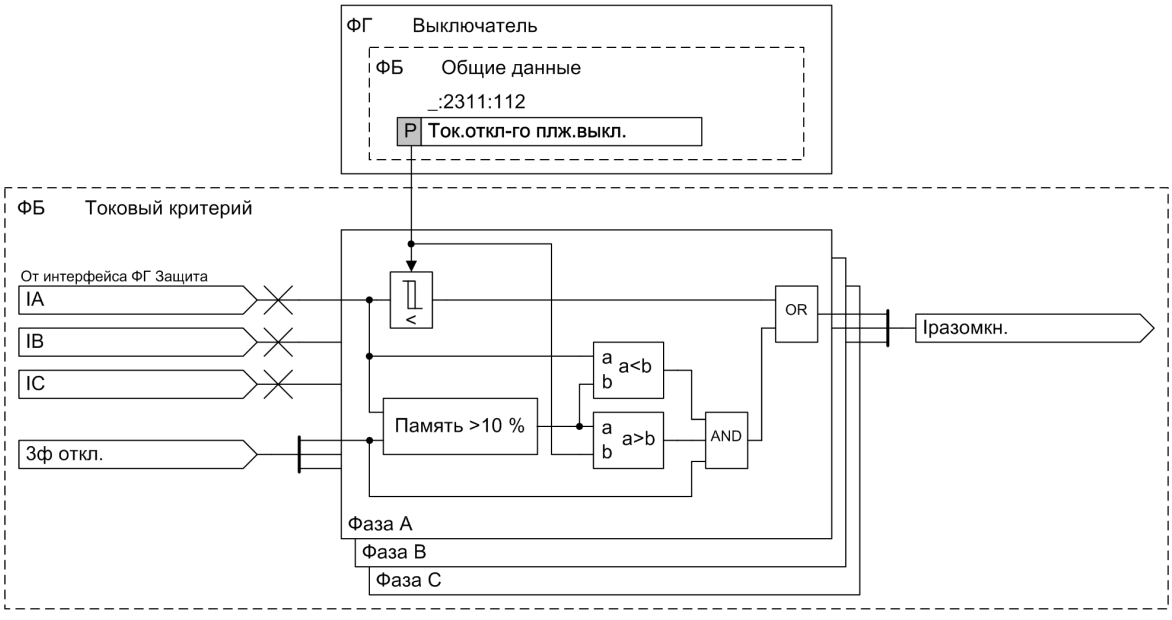
Взаимосвязи отдельных функциональных блоков показаны на следующем рисунке.



[lopro3pt-171012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-121 Логическая схема функции Мониторинг технологического процесса

5.9.3 Критерий протекания тока



[loproikr-011112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-122 Логическая схема функционального блока с токовый критерием

Фазные токи передаются через интерфейс в функциональную группу защиты.

Сигнал **I разомкн.** одной фазы генерируется в случае, если выполнено одно из следующих условий:

- Фазный ток оказывается меньше уставки параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**. Наличие гистерезиса обеспечивает стабилизацию сигнала.
- Соответствующий фазный ток (например, **I A**) оказывается меньше 10% фазного тока в момент появления команды отключения. Если ток не падает после задержки из-за влияния трансформатора тока, отключенную фазу можно быстро обнаружить даже после повреждения с большим током на линии.

С помощью параметра **Ток.откл-го плж.выкл.** определяется минимальный ток в качестве критерия отключенной линии. Параметр находится в функциональной группе **Выключатель**. Он действует и в функциональной группе **Выключатель**, например, для определения положения выключателя, и также для контроля процесса в группе защитных функций.

Если функциональная группа защиты со встроенным контролем процесса подключена к нескольким ФГ **Выключатели**, то параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** будет представлен в каждой ФГ **Выключатель**. Используется наименьшее значение параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**.

5.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Токовый критерий)

Параметр: Ток.откл-го плж.выкл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:112) Ток.откл-го плж.выкл.** = ***0,100 A***

Параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** используется для определения минимального тока (порога), протекающего через выключатель, как критерий для задания отключенного присоединения.

Задайте параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** таким образом, чтобы при отключении присоединения измеряемый ток становился бы меньше значения **Ток.откл-го плж.выкл.**. В случае превышения порогового значения дополнительно применяется гистерезис.

Если паразитные токи, например, наводимые, исключаются при отключении присоединения, увеличьте чувствительность для параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**.

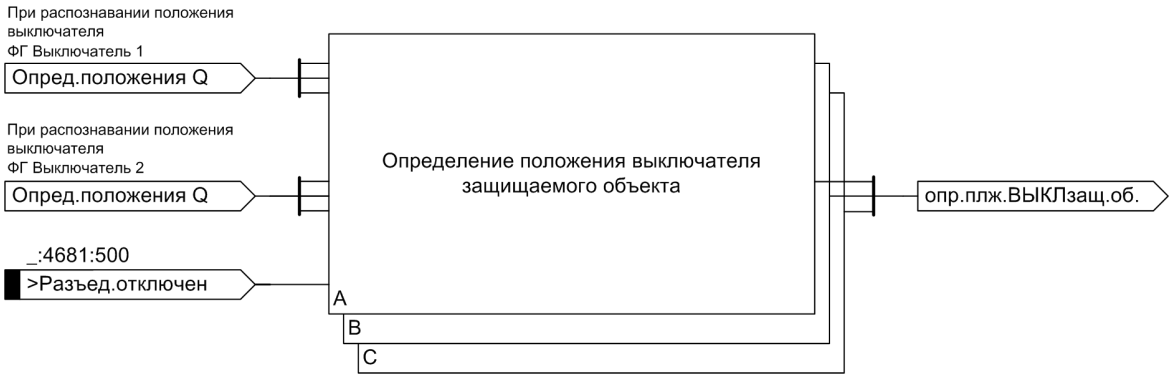
Siemens рекомендует использовать уставку ***0,100 A***.

5.9.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Уставки выкл				
_:2311:112	Общие данные:Ток.откл-го плж.выкл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:2311:136	Общие данные:Реж.раб.УРОВ		• разбалансирование • Запрос I>	разбалансирование

5.9.6 Определения положения выключателя защищаемого объекта

Логика



[loprolsz-140611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 5-123 Логическая схема определения положения выключателя для функционального блока защищаемого объекта

Функция определения положения выключателя в функциональной группе **Выключатель** (CB) выдает информацию о положении выключателя с использованием внутреннего сигнала *Состояние CB для защищенного объек*.

Если питание на защищаемый объект подается через 2 выключателя (B) (например, полуторная схема), тогда положение выключателя защищаемого объекта должно определяться с помощью обоих выключателей. В этом случае функциональный блок **Определение положения выключателя защищаемого объекта** выполняет связь положения отдельных выключателей. Соединение обеспечивает выдачу внутреннего сигнала *опр.плж.ВЫКЛзащ.об.* в другие функциональные блоки контроля процесса и другие функции, например, **Отключение при слабом питании** и **Эхо-функция для схемы телеуправления** в одной и той же функциональной группе.

Если выполняется одно из следующих 2 условий, сигнал *опр.плж.ВЫКЛзащ.об.* переходит в состояние ***Отключено***:

- Все подключенные выключатели находятся в положении ***Отключено***.
- Вход **>Разъед.отключен** активен.

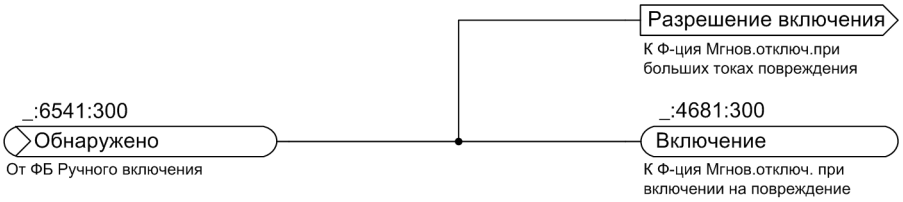
Если выполняются 2 следующих условия, то сигнал *опр.плж.ВЫКЛзащ.об.* переходит в состояние ***Замкнут***:

- Хотя бы один подключенный выключатель сигнализирует о внутреннем состоянии ***Замкнут***.
- Вход **>Разъед.отключен** не активен.

5.9.7 Обнаружение включения

Обнаружение включения обеспечивает немедленное срабатывание выбранных защитных функций или ступеней защиты при включении на короткое замыкание или уменьшение чувствительности защиты. Функция обнаружения включения определяет, включен ли защищаемый объект.

Логика



[loein6md-171012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-124 Логика обнаружения включения

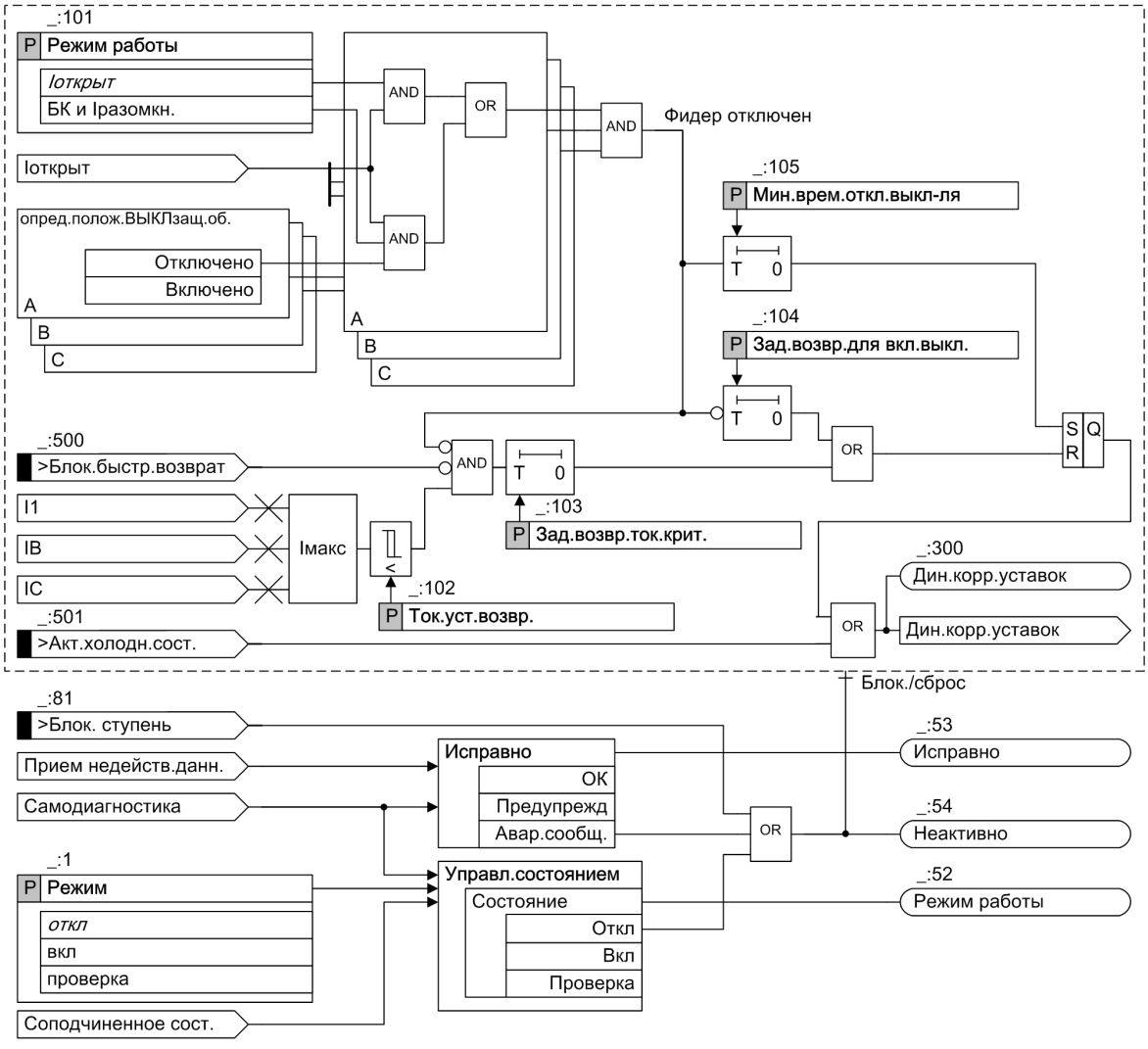
Для применяемого входного дискретного сигнала **(_:4681:500) >Разъед.отключенОбнаружено** (от функционального блока РучнВключ) сообщение **(_:4681:300) ВключениеВключение** всегда активно.

5.9.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Обнар.включ.			
_:4681:500	Обнар.включ.:>Разъед.отключен	SPS	I
_:4681:300	Обнар.включ.:Включение	SPS	O

5.9.9 Функция обнаружения холодного пуска (опция)

Логика



[loprocls-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 5-125 Логическая схема блока функции обнаружения холодного пуска

Блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет, что истекло заданное время после отключения линии или защищаемого объекта. Если защищаемый объект подключается снова, то следует иметь в виду, что повышенные требования к нагрузочному току вводятся на заданное время. Это время зависит от характера подключаемой нагрузки.

Блок функции **обнаружения холодного пуска** обеспечивает то, что различные параметры используются в течение настраиваемого промежутка времени после включения. Например, для параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** вы можете увеличить пороговое значение функции защиты или выбрать особенную характеристику.

Если блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет, что питающая линия отключена, и установленное время параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** истекло, появляется индикация **>Акт.холодн.сост.** .

С помощью сообщения **>Акт.холодн.сост.** вы можете активировать набор параметров функции **обнаружения холодного пуска**. С помощью дискретного входного сигнала **>Акт.холодн.сост.** вы можете также активировать сообщение **>Акт.холодн.сост.** напрямую.

Если блок функции **обнаружения холодного пуска** определяет включение питающей линии и появляются соответствующие токи нагрузки, он запускает отсчет времени, заданного в параметре **Зад.возвр.для вкл.выкл.**. Сообщение **>Акт.холодн.сост.** и активированный набор параметров деактивируются после истечения этого времени.

Если за время, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** , ток в фазе падает ниже порогового значения, заданного в параметре **Ток.уст.возвр.**, набор параметров для **функции обнаружения холодного пуска** также деактивируется. В результате, если нагрузочный ток очень низкий, время действия, заданное в параметре **Зад.возвр.ток.крит.** для индикации **>Акт.холодн.сост.** , можно сократить.

5.9.10 Примечания по применению и вводу уставок (функция обнаружения холодного пуска)



ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки и сообщения, описанные в этой главе, доступны, только если используется блок функции **обнаружения холодного пуска**.

Параметр: Режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:101) Режим работы** = ***Iоткрыт***

С помощью параметра **Режим работы** вы можете установить критерии для работы блока обнаружения холодного пуска.

Значение параметра	Описание
Iоткрыт	Когда блоком функции Критерий протекания тока обнаруживается отключенное состояние линии, принимается решение о пуске данной функции. Для такой уставки убедитесь, что параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** установлен на значение ниже возможного нагрузочного тока. Если параметр Ток. уст. откл. плж. выкл. установлен выше нагрузочного тока, то постоянно определяется отключенное состояние линии, и каждый ток КЗ, превышающий параметр **Ток.откл-го плж.выкл.**, будет инициировать сигнал о включении.
БК и Iразомкн.	Включение обнаруживается, если выполняется одно из следующих условий: • Анализ выключателя определяет условие отключения по изменению положения по крайней мере в одной фазе. • Критерии протекания тока определяют условие отключения выключателя.

Параметр: Пороговый ток возврата

- Уставка по умолчанию **(_:102) Ток.уст.возвр.** = ***1.00 A***

С помощью параметра **Ток.уст.возвр.** вы задаете величину тока, при которой выходной сигнал **Дин.корр.уставок** деактивируется, когда ток хотя бы в одной фазе падает ниже порогового значения.

Параметр: Критерий тока задержки возврата

- Уставка по умолчанию **(_:103) Зад.возвр.ток.крит.** = ***600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.ток.крит.** вы можете установить время, в течение которого действительное значение тока должно быть ниже порога **Ток.уст.возвр.**, чтобы выходной сигнал **Дин.корр.уставок** не деактивировался преждевременно.

Параметр: Задержка возврата включенного выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:104) Зад.возвр.для вкл.выкл.** = ***3600 c***

С помощью параметра **Зад.возвр.для вкл.выкл.** устанавливают время действия для переключения набора динамических параметров в случае обнаружения холодного пуска.

Параметр: Минимальное время отключения выключателя

- Уставка по умолчанию **(_:105) Мин.врем.откл.выкл-ля** = ***3600 c***

С помощью параметра **Мин.врем.откл.выкл-ля** устанавливается время действия динамического набора уставок в случае **определения холодного пуска**, когда линия отключена.

5.9.11 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДинКоррУст				
_:1	ДинКоррУст:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ДинКоррУст:Режим работы		• Iоткрыт • БК и Iразомкн.	Iоткрыт
_:102	ДинКор-рУст:Ток.уст.возвр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:103	ДинКор-рУст:Зад.возвр.ток.крит.		1сдо600 с	600с
_:104	ДинКор-рУст:Зад.возвр.для вкл.выкл.		1 с до 21600 с	3600 с
_:105	ДинКор-рУст:Мин.врем.откл.выкл-ля		0 с до 21600 с	3600 с

5.9.12 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ДинКоррУст			
_:81	ДинКоррУст:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	ДинКоррУст:>Блок.быстр.возврат	SPS	I
_:501	ДинКоррУст:>Акт.холодн.сост.	SPS	I
_:54	ДинКоррУст:Неактивно	SPS	O
_:52	ДинКоррУст:Режим работы	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:53	ДинКоррУст:Статус исправности	ENS	O
_:300	ДинКоррУст:Дин.корр.уставок	SPS	O

6 Функции защиты и автоматики

6.1	Данные энергосистемы	395
6.2	Дифференциальная защита генератора	411
6.3	Дифференциальная защита трансформатора	442
6.4	Дифференциальная защита от замыканий на землю	493
6.5	Дифференциальная защита двигателя	513
6.6	Дистанционная защита по полному сопротивлению	541
6.7	Защита статора от замыканий на землю 90%	560
6.8	Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)	587
6.9	Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике	604
6.10	Фазная максимальная токовая защита	623
6.11	Направленная фазная МТЗ	658
6.12	Максимальная токовая защита нулевой последовательности	694
6.13	Направленная токовая защита нулевой последовательности	731
6.14	Максимальная токовая защита, 1ф	776
6.15	Фазная МТЗ с зависимостью от напряжения	799
6.16	Максимальная токовая защита при пуске	820
6.17	Групповые сообщения от функций МТЗ	827
6.18	Ненаправленная защита от перемежающегося замыкания на землю	828
6.19	Чувствительное обнаружение замыкания на землю	837
6.20	Минимальная токовая защита	904
6.21	Защита от повышения 3-фазного напряжения	909
6.22	Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения	917
6.23	Защита от повышения напряжения прямой последовательности	925
6.24	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	929
6.25	Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП	937
6.26	Защита от повышения напряжения	944
6.27	Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения	950
6.28	Защита минимального напряжения прямой последовательности	968
6.29	Защита минимального напряжения	976
6.30	Схема защиты по реактивной мощности с контролем снижения напряжения	983
6.31	Защита от скачка вектора	992
6.32	Защита по постоянному току/напряжению	1000
6.33	Защита по частоте f>	1010

6.34	Защита от снижения частоты	1016
6.35	Защита по скорости изменения частоты	1022
6.36	Защита от ненормальной частоты	1028
6.37	Обратное чередование фаз	1039
6.38	Мгновенное отключение при включении на повреждение	1046
6.39	Автоматическая частотная разгрузка	1049
6.40	Защита от перевозбуждения	1061
6.41	Защита от потери возбуждения	1071
6.42	Защита ротора от замыканий на землю ($I_{Rз}$>, fn)	1096
6.43	Защита ротора от замыканий на землю ($R_з$<, fn)	1103
6.44	Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	1111
6.45	Внешнее отключение с пофазным пуском	1123
6.46	Защита от выпадения из синхронизма (асинхронного хода)	1126
6.47	Обнаружение броска тока намагничивания	1139
6.48	Мгновенное отключение при больших токах	1146
6.49	Контроль времени пуска двигателя	1151
6.50	Блокировка повторного пуска двигателя	1162
6.51	Общая защита по мощности, 3ф.	1174
6.52	Функция отделения электростанции	1185
6.53	Защита обратной последовательности	1198
6.54	Направленная защита обратной последовательности	1208
6.55	Защита от несимметричной нагрузки	1219
6.56	Защита от блокировки ротора	1226
6.57	Защита от реверса мощности	1232
6.58	Токовая защита вала	1241
6.59	Защита от непреднамеренного возбуждения	1248
6.60	Защита от межвитковых замыканий	1255
6.61	УРОВ	1260
6.62	Защита от дуговых перекрытий выключателя	1279
6.63	Защита от тепловой перегрузки 3ф - расширенные функции	1289
6.64	Защита от тепловой перегрузки 1-фазная	1302
6.65	Защита ротора от тепловой перегрузки	1313
6.66	Защита от тепловой перегрузки, характеристика, определяемая пользователем	1315
6.67	Защита от перегрузки обмотки возбуждения	1327
6.68	Защита от тепловой перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды	1336
6.69	Защита от тепловой перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды	1352
6.70	Мониторинг температуры	1368
6.71	Расчета точек нагрева	1379
6.72	Выбор точки измерения напряжения	1390
6.73	Дуговая защита	1393

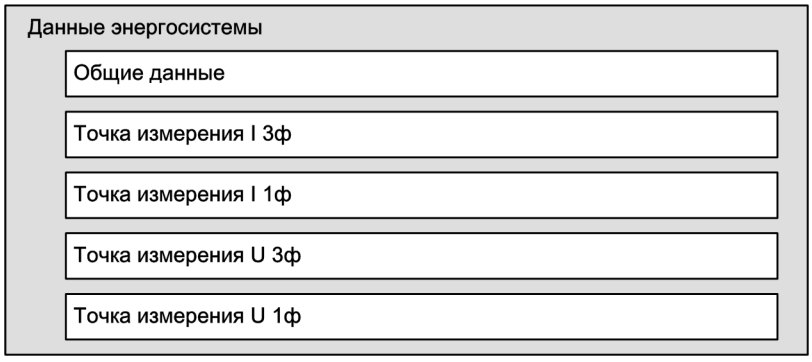
6.1 Данные энергосистемы

6.1.1 Обзор

Данные энергосистемы присутствуют в каждом устройстве SIPROTEC 5 и их нельзя удалить. Вы найдете эти параметры в DIGSI **Параметр** → **Данные энергосистемы**.

6.1.2 Структура данных энергосистемы

Структура **Данные энергосистемы** содержит блок **Общие данные** и **Точки измерения** устройства. На следующем рисунке показана структура функциональной группы **Данные энергосистемы**.



[dwandata-180912-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-1 Структура данных энергосистемы

Для того, чтобы добавить эти функции для конкретного применения, устройству необходимы некоторые данные об энергосистеме. Необходимые настройки можно найти в данных энергосистемы в пунктах **Общие данные** и **Точки измерения**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробную информацию об уставках функций контроля можно найти в главе *8.3 Контроль вторичной системы*.

Тип и количество необходимых точек измерения зависят от применения. Возможные точки измерения:

- Трехфазное напряжение (точка измерения U 3-ф)
- Трехфазный ток (точка измерения I 3-ф)
- Однофазное напряжение (точка измерения U 1-ф)
- Однофазный ток (точка измерения I 1-ф)

Точки измерения имеют связь со следующими функциональными группами, для которых необходимы измеренные значения напряжения и/или тока в энергосистеме.

Точки измерения имеют связь со следующими группами функций:

- Трансформатор
- Автотрансформатор
- Выключатель

6.1.3 Задание уставок и примечания по вводу общих уставок

Параметр: Чередование фаз

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Чередование фаз** = ***ABC***

Параметр **Чередование фаз** используется для задания последовательности фаз (***ABC***) или (***ACB***). Данный параметр используется для устройства SIPROTEC 5 в целом.

Для параметрирования используется функция **Общие данные** в данных энергосистемы.

Более подробная информация об обратном чередовании фаз приводится в главе *6.37 Обратное чередование фаз*.

6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U 3ф)

Далее описаны уставки точки измерения напряжения **Точка измерения U 3ф** (3-фазное напряжение). Для **Точка измерения U 1ф** используется только часть рассмотренных далее уставок. Описание уставок справедливо также для **Точки измерения U 1ф**.

Параметр: Ном. перв. напряжение

- Уставка по умолчанию **(_:8911:101) Ном. перв. напряжение** = ***400 кВ***

Параметр **Ном. перв. напряжение** используется для задания первичного номинального напряжения ТН.

Параметр: Ном. втор. напряжение

- Уставка по умолчанию **(_:8911:102) Ном. втор. напряжение** = ***100 В***

Параметр **Ном. втор. напряжение** используется для задания вторичного номинального напряжения ТН.

Параметр: Коэфф.согл.Uф/UN

- Уставка по умолчанию **(_:8911:103) Коэфф.согл.Uф/UN** = ***1,73***

Используя параметр **Коэфф.согл.Uф/UN**, можно задать отношение между расчетным и измеренным напряжением нулевой последовательности. Разные коэффициенты трансформаторов напряжения являются причиной для отклонения (см. *Рисунок 6-2*).

Параметр **Коэфф.согл.Uф/UN** равен отношению $3U_{0\ втор}/U_{N\ втор}$

где

$U_{0\ втор}$	Расчетное напряжение нулевой последовательности
$U_{N\ втор}$	Измеренное напряжение нулевой последовательности

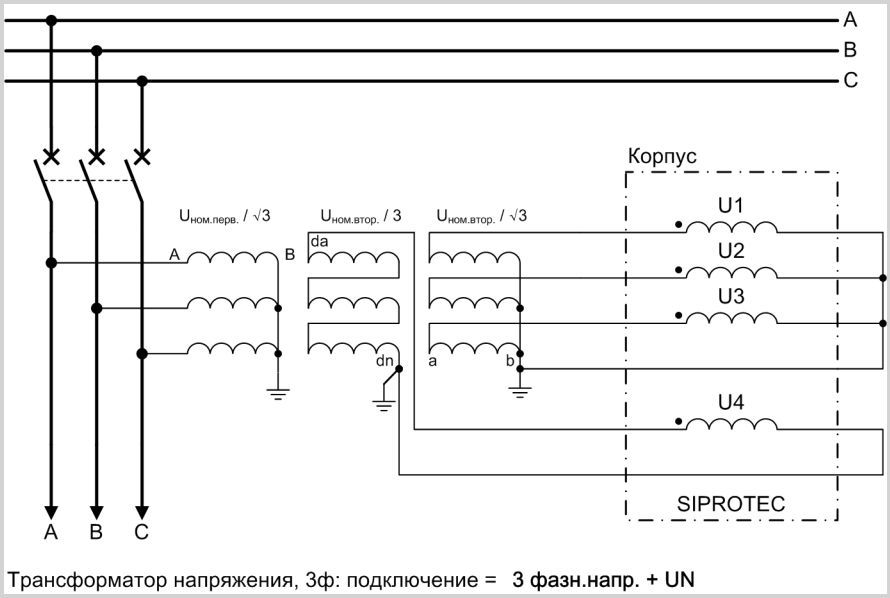
Расчетное напряжение нулевой последовательности рассчитывается на основе фазных напряжений. Измеренной напряжение нулевой последовательности измеряется на обмотке трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник. Для однофазных трансформаторов измеренное напряжение измеряется в нейтральной точке генератора или трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Измеренное напряжение $U_{N\ втор}$ преобразуется в устройстве в напряжение нулевой последовательности следующим образом:

$$U_{0\ втор.} = U_{ном.втор.} \cdot \frac{Коэфф.\,согл.\,Uф/UN}{3}$$

ПРИМЕР 1:



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр. + UN

[dw_bsp1uwdl_anpassfaktor, 2, ru_RU]

Рисунок 6-2 3-фазный трансформатор напряжения: Соединение = 3-фазное напряжение + UN

Если в качестве типа соединения трансформатора напряжения выбрано ***3 фазн.напр. + UN*** (параметр **Подключение TH**) и входное напряжение U4 соединено с обмоткой трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник (da/dn), то **Коэфф.согл.Uф/UN** представляет:

При изменении нейтральной точки в соответствии с *Рисунок 6-2* это приводит к следующим значениям:

- Расчетное вторичное напряжение нулевой последовательности $U_{0\ втор}$ равно вторичному фазному напряжению. Выражено в виде номинального напряжения вторичной обмотки трансформатора, $U_{ном.втор.}/\sqrt{3}$.
- Измеренное напряжение на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, равно сумме падений напряжения на 3 сторонах. Выражено в виде отношения сторон, в результате $U_{N,втор.} = 3\ U_{ном.втор.}/3$.

Рассчитайте параметр **Коэфф.согл.Uф/UN** следующим образом:

$$\text{Коэффициент согласования } \frac{Uф}{UN} = \frac{3 \cdot U_{0\ втор.}}{U_{N\ втор.}} = \frac{3 \cdot \frac{U_{ном\ втор.}}{\sqrt{3}}}{3 \cdot \frac{U_{ном\ втор.}}{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} = 1.73$$

[fo_bsp1, 2, ru_RU]

Установите **Коэфф.согл.Uф/UN** = ***1,73***.

В **примере 1** $U_{ном.втор.}$, фазное напряжение и вторичное напряжение на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, идентичны. Если эти напряжения имеют разные значения, используйте в расчете фактические числовые значения.

ПРИМЕР 2:

Напряжения между фазой и землей	$U_{ном.\ втор.}$ = 100 В
Обмотка, соединенная в разомкнутый треугольник (например, заземляющий трансформатор в защите генератора)	$U_{ном.\ втор.}$ = 500 В Вход напряжения устройства предназначен для непрерывной работы при напряжении 230 Uмакс. Таким образом, напряжение на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник (500 В), уменьшается в соотношении 5:2, с использованием омического делителя. Для вычисления коэффициента совпадения используется вторичное напряжение 200 В.

Рассчитайте параметр **Коэфф.согл.Uф/UN** следующим образом:

$$\text{коэфф.согл.}\frac{Uф}{UN} = \frac{3 \cdot U_{0\ втор.}}{U_{N\ втор.}} = \frac{3 \cdot \frac{U_{ном.втор.}}{\sqrt{3}}}{3 \cdot \frac{U_{ном.втор.}}{3}} = \frac{3 \cdot \frac{100\ В}{\sqrt{3}}}{3 \cdot \frac{200\ В}{3}} = \frac{3}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$$

[fo_bsp2, 1, ru_RU]

Установите **Коэфф.согл.Uф/UN** = ***0,866***.

Интерпретация результата:

Напряжение нулевой последовательности рассчитывается на основе фазного напряжения 57,73 В (= 100 В/√3). Измеренное напряжение нулевой последовательности равно 200 В. Вычисленный коэффициент выравнивания равен 0,866. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности внутри устройства:

$$U_{0\ втор.} = U_{ном.втор.} \cdot \frac{\text{Коэфф.согл.}\ Uф/UN}{3} = 200\ В \cdot \frac{0.866}{3} = 57.73\ В$$

[fo_umrechnung2, 2, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Во время проведения теста замыкания на землю можно проверить установленный коэффициент выравнивания, для этого необходимо сравнить рабочие измеряемые величины. Рабочие измеряемые величины включают рассчитанное напряжение нулевой последовательности $U_{0\ втор}$ и измеренное напряжение $U_{N\ втор}$. Выполните расчет следующим образом:

$$\text{Коэфф.согл.}\frac{Uф}{UN} = \frac{3 \cdot U_{0\ втов.}}{U_{N\ втов.}}$$

Параметр **Коэфф.согл.Uф/UN** имеет большое значение для следующих функций устройства.

- Защита от повышения напряжения для напряжения нулевой последовательности/измеренного напряжения
- Контроль измеренного значения
- Масштабирование неправильных и измеренных значений

Параметр: Подключение TH

- Уставка по умолчанию **(_:8911:104) Подключение TH** = ***3 фазн.напр. + UN***

Параметр **Подключение TH** показывает тип подключения трансформатора напряжения для точки измерения 3-фазного напряжения. Параметр можно найти в дереве проекта DIGSI 5 в пункте меню **Имя устройства** → **Параметр** → **Данные энергосистемы** → **Точка измерения U 3ф**. Тип подключения TH невозможно изменить в данных энергосистемы.

Тип подключения трансформатора напряжения можно изменить только в разделе ранжирования точек измерения в DIGSI 5. В **Наименование устройства** → **Ранжирование точек измерения** → **Точки измерения напряжения** выберите желаемый тип подключения в **Типе подключения**. Возможны следующие типы подключения:

- ***3 фазн.напр. + UN***
- ***3 фазн.напр.***
- ***3 лин.напр. + UN***
- ***3 лин.напряж.***
- ***2 лин.напр. + UN***
- ***2 лин.напряж.***

В зависимости от выбранного типа подключения необходимо назначить измеряемые величины на соответствующие клеммы точки измерения напряжения в DIGSI 5. Примеры подключений для трансформаторов напряжения можно найти в главе *A.9 Примеры подключения трансформаторов напряжения для модульных устройств*. Примеры подключений облегчают выбор типа подключения.

Параметр: Обр.черед.фаз

- Уставка по умолчанию **(_:8911:106) Обр.черед.фаз** = ***нет***

Параметр **Обр.черед.фаз** предназначен для специальных применений, например, ГАЭС (см. главу *6.37 Обратное чередование фаз*). Эта уставка по умолчанию может быть сохранена для использования в защитах энергосистем.

Параметр: Трассировка

- Уставка по умолчанию **(_:8911:111) Трассировка** = ***активен***

Параметр **Трассировка** определяет, следует ли использовать каналы измерения этих точек измерения для определения частоты дискретизации.

Частота дискретизации устройства регулируется по частоте сети. Устройство выбирает канал измерения, через который определяется частота дискретизации. Предпочтительно, чтобы это был канал измерения напряжения. Контролируется достоверность сигнала (минимальный уровень, диапазон частот). Если эти значения не достоверны, устройство переключается на другой канал (и т.д.). При подключении к каналу, система автоматически включается снова в этот канал, если канал напряжения снова доступен.

Значение параметра	Описание
активен	Если будет установлен параметр **Трассировка** = ***активен***, то точка измерения будет включена при определении частоты дискретизации. По возможности следует учитывать только трехфазные точки измерения. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. **Примечание:** Обратите внимание, что во время отслеживания частоты дискретизации все устройство настроено на определенную частоту дискретизации. Это означает, что все каналы точек измерения работают с заданной главной частотой дискретизации. Пожалуйста, учитывайте это при работе устройства.
не активен	Если каналы точки измерения не учитываются для определения частоты дискретизации, выберите задаваемое значение ***не активен***.

Параметр: Коррекция амплитуды

- Уставка по умолчанию **(_:3811:103) Коррекция амплитуды** = ***1,000***

При использовании параметра **Коррекция амплитуды** для входа по напряжению выполняется амплитудная коррекция. Это позволяет вам скорректировать погрешность первичного трансформатора тока отдельно для каждой фазы. Для очень точных измерений может потребоваться коррекция амплитуды.

Используйте эталонное измерение для определения значения уставки (например, трансформатор с высокой точностью измерения напряжения). Если первичная коррекция не нужна, оставьте уставки по умолчанию.



ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Коррекция амплитуды** не имеет ничего общего с внутренней регулировкой входной цепи.

6.1.5 Задание уставок и примечания по вводу параметров точек измерения 3-фазного тока (I 3ф)

В следующем примере описываются уставки для точек измерения силы тока **Точка измерения I 3ф** (3-фазный ток). Для **Точка измерения I 1ф** используется только часть рассмотренных далее уставок. Описание уставок справедливо также для **Точка измерения I 1ф**.

Параметр: Подключение ТТ

- Уставка по умолчанию **(_:8881:115) Подключение ТТ** = ***3 фазн.тока +IN отд.***

Параметр **Подключение ТТ** показывает тип подключения трансформатора тока для точки измерения 3-фазного тока. Параметр можно найти в DIGSI 5 в дереве проекта в пункте меню **Наименование устройства** → **Параметр** → **Данные энергосистемы** → **Точка измерения I 3ф**. Тип подключения трансформатора тока невозможно изменить в данных энергосистемы.

Тип подключения трансформатора тока можно изменить только в разделе ранжирования точек измерения в DIGSI 5. В **Наименование устройства** → **Ранжирование точек измерения** → **Точки измерения тока** выберите желаемый тип подключения в Типе подключения. Возможны следующие типы подключения:

- ***3 фазн.тока +IN отд.***
- ***3 фазн.тока +IN***
- ***3 фазн.тока***
- ***3ф, 2 первичных ТТ***
- ***3ф,2 перв.ТТ+IN отд.***

В зависимости от выбранного типа подключения необходимо назначить измеряемые величины на соответствующие клеммы точки измерения тока в DIGSI 5. Примеры подключения трансформаторов тока см. в главе *A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока*. Примеры подключений облегчают выбор типа подключения.

Параметр: Трассировка

- Уставка по умолчанию **(_:8881:127) Трассировка** = ***активен***

С помощью параметра **Трассировка** можно указать, хотите ли вы работать с функцией ручного обновления частоты дискретизации.

Значение параметра	Описание
активен	Если будет установлен параметр **Трассировка** = ***активен***, то точка измерения будет включена при определении частоты дискретизации. По возможности следует учитывать только трехфазные точки измерения. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. **Примечание:** Следует учитывать, что при ручном обновлении частоты дискретизации все функции устройства будут использовать данную частоту. Необходимо помнить, что все каналы всех точек измерения работают с заданной главной частотой дискретизации. Пожалуйста, учитывайте это при работе устройства.
не активен	Если каналы точки измерения не учитываются для определения частоты дискретизации, выберите задаваемое значение ***не активен***.

Параметр: Ном. первичный ток

- Уставка по умолчанию **(_:8881:101) Ном. первичный ток** = ***1000 A***

С помощью параметра **Ном. первичный ток** устанавливается первичный номинальный ток трансформатора тока.

Параметр: Ном. вторичный ток

- Уставка по умолчанию **(_:8881:102) Ном. вторичный ток** = ***1 A***

С помощью параметра **Ном. вторичный ток** устанавливается активное номинальное значение вторичного тока для трансформатора тока.

Параметр: Диапазон токов

- Уставка по умолчанию **(_:8881:117) Диапазон токов** = ***100 x Iном***

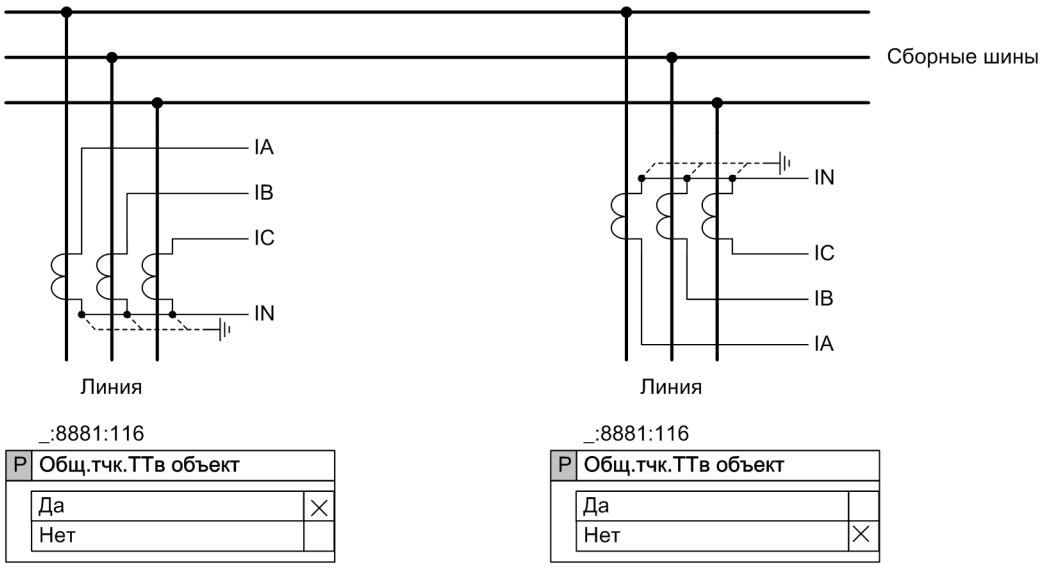
Параметр **Диапазон токов** позволяет задать динамический диапазон для входного тока. Сохраните уставку по умолчанию для применений защиты энергосистем. Значение уставки чувствительного измерения тока и входа измерения тока равно 1,6 x $I_{ном}$.

Параметр: Общ.тчк.ТТв объект

- Уставка по умолчанию **(_:8881:116) Общ.тчк.ТТв объект** = ***да***

Параметр **Общ.тчк.ТТв объект** используется для задания направления нейтральной точки трансформатора тока (см. следующий рисунок). Если общая точка трансформатора тока расположена со стороны защищаемого объекта (например, направление линии, кабеля, трансформатора). Уставка параметра устанавливается в виде ***да*** (по умолчанию).

При переключении параметра направление фазных токов и основного тока IN или IN отд. изменяется внутри устройства.



[dwpolstromwdl-251013, 1, ru_RU]

Рисунок 6-3 Полярность трансформаторов тока

Параметр: Обр.черед.фаз

- Уставка по умолчанию **(_:8881:114) Обр.черед.фаз** = ***нет***

Параметр **Обр.черед.фаз** предназначен для специальных применений, например, ГАЭС (см. главу *6.37 Обратное чередование фаз*). Эта уставка по умолчанию может быть сохранена для использования в защитах энергосистем.

Параметр: Порог изм-ия погреш.ТТ

- Уставка по умолчанию **(_:8881:107) Порог изм-ия погреш.ТТ** = ***1,00***

Параметр **Порог изм-ия погреш.ТТ** имеет значение только для функций дифференциальной защиты линии. Параметр **Порог изм-ия погреш.ТТ** определяет переходную область погрешности трансформатора от минимального до максимального тока.

Параметр: ТТ погр.А

- Уставка по умолчанию **(_:8881:108) ТТ погр.А** = ***5,0***

Параметр **ТТ погр.А** позволяет задать погрешность трансформатора тока при номинальном токе плюс коэффициент надежности.

Параметр: ТТ погр.В

- Уставка по умолчанию **(_:8881:109) ТТ погр.В** = ***15,0***

Параметр **ТТ погр.В** позволяет задать погрешность трансформатора тока при номинальной кратности тока плюс коэффициент надежности. Это число с буквой P в данных трансформатора.

Параметр: Коррекция амплитуды

- Уставка по умолчанию **(_:3841:103) Коррекция амплитуды** = ***1,000***

При помощи параметра **Коррекция амплитуды** регулируется амплитуда (коррекция амплитуды) для токового входа. Это позволяет вам скорректировать погрешность первичного трансформатора тока отдельно для каждой фазы. Коррекция амплитуды может потребоваться для очень точных измерений. Используйте эталонное измерение для определения значения уставки (например, трансформатор с высокой точностью измерения напряжения). Если первичная коррекция не нужна, оставьте уставки по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Коррекция амплитуды** не имеет ничего общего с внутренней регулировкой входной цепи.

Примечание по передаваемым данным

Сообщения для вращающегося поля тока и информацию по ручному обновлению можно найти в разделе **Ранжирование информации** в **Энергосистема → Общие данные** в DIGSI 5. Этот показатель *Част.сист.вне диап.* показывает, что рабочий частотный диапазон превышен. Частота находится вне диапазона (от 10 до 80 Гц) или входные сигналы слишком малы для ручного обновления. Если такое произошло, система переключается на частоту обновления, которая соответствует номинальной частоте.

Более того, доступны 2 дополнительных измеренных значения частоты. Измеренное значение *fсист* показывает действительную системную частоту, а измеренное значение *ftpacc* отображает текущую уставку частоты дискретизации. Siemens рекомендует ранжирование как измеренных значений, так и канала для регистрации неисправностей.

6.1.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Чередование фаз		• ABC • ACB	ABC
Общие данные				
_:8911:101	ТН 3ф:Ном. перв. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:8911:102	ТН 3ф:Ном. втор. напряжение		80 В до 230 В	100 В
_:8911:103	ТН 3ф:Коэфф.согл.Uф/UN		0.10 до 9.99	1.73
_:8911:104	ТН 3ф:Подключение ТН		• не назначено • 3 фазн.напр. + UN • 3 фазн.напр. • 3 лин.напр. + UN • 3 лин.напряж. • 2 лин.напр. + UN • 2 лин.напряж.	3 фазн.напр. + UN
_:8911:106	ТН 3ф:Обр.черед.фаз		• нет • AC • BC • AB	нет
_:8911:111	ТН 3ф:Трассировка		• не активен • активен	активен
_:8911:130	ТН 3ф:ID точки измерения		0 до 100	0
ТН 1				
_:3811:103	ТН 1:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3811:108	TH 1:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
TH 2				
_:3812:103	TH 2:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3812:108	TH 2:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
TH 3				
_:3813:103	TH 3:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3813:108	TH 3:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	
TH 4				
_:3814:103	TH 4:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3814:108	TH 4:Фаза		• U A • U B • U C • U AB • U BC • U CA • Uн • Ux	

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСимм U				
_:2521:1	КонтрСимм U :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2521:101	КонтрСимм U :Порог. знач. запуска		0.300 В до 170.000 В	50.000 В
_:2521:102	КонтрСимм U :Порог. знач. мин./макс.		0.58 до 0.95	0.75
_:2521:6	КонтрСимм U :Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрЧерФаз U				
_:2581:1	КонтрЧерФаз U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2581:6	КонтрЧерФаз U:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрСум U				
_:2461:1	КонтрСум U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2461:3	КонтрСум U:Пороговое значение		0.300 В до 170.000 В	43.300 В
_:2461:6	КонтрСум U:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
Автомат TH				
_:2641:101	Автомат TH:Время срабатывания		0.00 с до 0.03 с	0.00 с
Общие данные				
_:8881:115	TT 3ф:Подключение TT		• не назначено • 3 фазн.тока +IN • 3 фазн.тока • 3 фазн.тока +IN отд. • 3ф, 2 первичных TT • 3ф,2 перв.TT+IN отд.	3 фазн.тока +IN отд.
_:8881:127	TT 3ф:Трассировка		• не активен • активен	активен
_:8881:130	TT 3ф:ID точки измерения		0 до 100	0
Фазы TT				
_:8881:101	TT 3ф:Ном. первичный ток		1.0 A до 100000.0 A	1000.0 A
_:8881:102	TT 3ф:Ном. вторичный ток		• 1 A • 5 A	1 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8881:117	ТТ 3ф:Диапазон токов		• 1.6 x Iном • 100 x Iном	100 x Iном
_:8881:118	ТТ 3ф:Тип встр.ТТ		• ТТ для защиты • ТТ для измерений	ТТ для защиты
_:8881:116	ТТ 3ф:Общ.тчк.ТТв объект		• нет • да	да
_:8881:114	ТТ 3ф:Обр.черед.фаз		• нет • AC • BC • AB	нет
TT Iн				
_:8881:104	ТТ 3ф:Ном. первичный ток		1.0 A до 100000.0 A	1000.0 A
_:8881:105	ТТ 3ф:Ном. вторичный ток		• 1 A • 5 A	1 A
_:8881:119	ТТ 3ф:Диапазон токов		• 100 x Iном	100 x Iном
_:8881:120	ТТ 3ф:Тип встр.ТТ		• ТТ для защиты • ТТ для измерений	ТТ для защиты
TT 1				
_:3841:103	ТТ 1:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3841:117	ТТ 1:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
TT 2				
_:3842:103	ТТ 2:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3842:117	ТТ 2:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
TT 3				
_:3843:103	ТТ 3:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3843:117	ТТ 3:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
ТТ 4				
_:3844:103	ТТ 4:Коррекция амплитуды		0.010 до 10.000	1.000
_:3844:117	ТТ 4:Фаза		• I A • I B • I C • Iн • Iн чувств • Ix	
КонтрСимм I				
_:2491:1	КонтрСимм I :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2491:101	КонтрСимм I :Порог. знач. запуска	1 A при 100 Iном	0.030 A до 90.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 450.000 A	2.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 45.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 225.000 A	2.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.440 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 7.200 A	2.500 A
_:2491:102	КонтрСимм I :Порог. знач. мин./макс.		0.10 до 0.95	0.50
_:2491:6	КонтрСимм I :Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрЧерФаз I				
_:2551:1	КонтрЧерФаз I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2551:6	КонтрЧерФаз I:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрСум I				
_:2431:1	КонтрСум I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2431:102	КонтрСум I:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 5.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 25.000 A	0.500 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 0.160 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 0.800 A	0.500 A
_:2431:101	КонтрСум I:Коэфф. наклона		0.00 до 0.95	0.10
_:2431:6	КонтрСум I:Задержка срабатывания		0.00 с до 100.00 с	5.00 с
КонтрАЦП Сум I				
_:2401:1	КонтрАЦП Сум I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

6.1.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Обратное черед.фаз	SPS	I
_:2311:501	Общие данные:>Инвертировать фазы	SPS	I
Общие данные			
_:2311:319	Общие данные:Черед.фаз ABC	SPS	O
_:2311:320	Общие данные:Черед.фаз ACB	SPS	O
_:2311:321	Общие данные:Част.сист.вне диап.	SPS	O
_:2311:322	Общие данные:fсист	MV	O
_:2311:323	Общие данные:fтрасс	MV	O
Общие данные			
_:8911:315	ТН 3ф:Фазы AB инвертир.	SPS	O
_:8911:316	ТН 3ф:Фазы BC инвертир.	SPS	O
_:8911:317	ТН 3ф:Фазы AC инвертир.	SPS	O
ТН 1			
_:3811:300	ТН 1:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
ТН 2			
_:3812:300	ТН 2:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
ТН 3			
_:3813:300	ТН 3:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
ТН 4			
_:3814:300	ТН 4:Дискр.знач.напряж.	SAV	O
КонтрСимм U			
_:2521:82	КонтрСимм U :>Блок. функцию	SPS	I
_:2521:54	КонтрСимм U :Неактивно	SPS	O
_:2521:52	КонтрСимм U :Режим работы	ENS	O
_:2521:53	КонтрСимм U :Статус исправности	ENS	O
_:2521:71	КонтрСимм U :Неисправность	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрЧерФаз U			
_:2581:82	КонтрЧерФаз U:>Блок. функцию	SPS	I
_:2581:54	КонтрЧерФаз U:Неактивно	SPS	O
_:2581:52	КонтрЧерФаз U:Режим работы	ENS	O
_:2581:53	КонтрЧерФаз U:Статус исправности	ENS	O
_:2581:71	КонтрЧерФаз U:Неисправность	SPS	O
КонтрСум U			
_:2461:82	КонтрСум U:>Блок. функцию	SPS	I
_:2461:54	КонтрСум U:Неактивно	SPS	O
_:2461:52	КонтрСум U:Режим работы	ENS	O
_:2461:53	КонтрСум U:Статус исправности	ENS	O
_:2461:71	КонтрСум U:Неисправность	SPS	O
НезавВыдВр 1			
_:2641:500	Автомат TH:>Открыт	SPS	I
Общие данные			
_:8881:319	ТТ 3ф:Фазы AB инвертир.	SPS	O
_:8881:320	ТТ 3ф:Фазы BC инвертир.	SPS	O
_:8881:321	ТТ 3ф:Фазы AC инвертир.	SPS	O
ТТ 1			
_:3841:300	ТТ 1:Дискр.знач.тока	SAV	O
ТТ 2			
_:3842:300	ТТ 2:Дискр.знач.тока	SAV	O
ТТ 3			
_:3843:300	ТТ 3:Дискр.знач.тока	SAV	O
ТТ 4			
_:3844:300	ТТ 4:Дискр.знач.тока	SAV	O
КонтрСимм I			
_:2491:82	КонтрСимм I :>Блок. функцию	SPS	I
_:2491:54	КонтрСимм I :Неактивно	SPS	O
_:2491:52	КонтрСимм I :Режим работы	ENS	O
_:2491:53	КонтрСимм I :Статус исправности	ENS	O
_:2491:71	КонтрСимм I :Неисправность	SPS	O
КонтрЧерФаз I			
_:2551:82	КонтрЧерФаз I:>Блок. функцию	SPS	I
_:2551:54	КонтрЧерФаз I:Неактивно	SPS	O
_:2551:52	КонтрЧерФаз I:Режим работы	ENS	O
_:2551:53	КонтрЧерФаз I:Статус исправности	ENS	O
_:2551:71	КонтрЧерФаз I:Неисправность	SPS	O
КонтрСум I			
_:2431:82	КонтрСум I:>Блок. функцию	SPS	I
_:2431:54	КонтрСум I:Неактивно	SPS	O
_:2431:52	КонтрСум I:Режим работы	ENS	O
_:2431:53	КонтрСум I:Статус исправности	ENS	O
_:2431:71	КонтрСум I:Неисправность	SPS	O
КонтрАЦП Сум I			
_:2401:82	КонтрАЦП Сум I:>Блок. функцию	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2401:54	КонтрАЦП Сум I:Неактивно	SPS	O
_:2401:52	КонтрАЦП Сум I:Режим работы	ENS	O
_:2401:53	КонтрАЦП Сум I:Статус исправности	ENS	O
_:2401:71	КонтрАЦП Сум I:Неисправность	SPS	O

6.2 Дифференциальная защита генератора

6.2.1 Обзор функций

Функция **Дифференциальная защита генератора** (ANSI 87G):

- Обнаружение коротких замыканий в генераторах
- Обнаруживает замыкания на землю в генераторах с заземленной нейтралью (типично для низкого напряжения)
- Отстроена от внешних повреждений, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока, благодаря использованию специальных алгоритмов обнаружения насыщения трансформаторов тока.
- Надежно срабатывает при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами, благодаря наличию дополнительной быстродействующей ступени (дифференциальной отсечки)

6.2.2 Структура функции

Функция **Дифференциальная защита генератора** используется в защитной функциональной группе **Дифференциальная защита генератора**. Функция зависит от применения в соответствующем шаблоне применения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время конфигурирования.

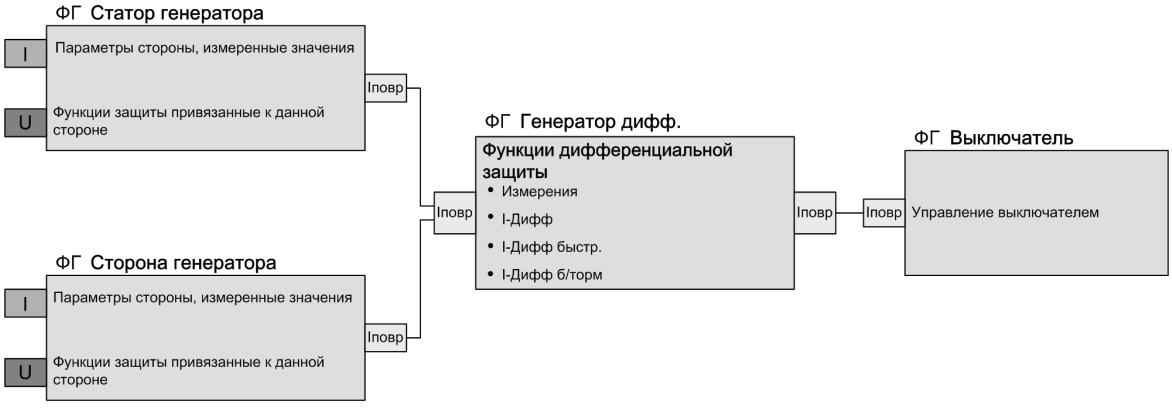
Функция **Дифференциальная защита генератора** состоит из двух ступеней: I-ДИФФ и I-ДИФФ быстр. Кроме того, доступна ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм. Вы можете выбрать эту отключающую ступень из каталога функций и скопировать ее в функцию **Дифференциальная защита генератора**. Данные ступени могут быть заблокированы, а также их можно независимо ввести или вывести из работы.

В функциональных группах **Сторона генератора** и **Статор генератора**:

- Выставляются уставки защиты соответствующей стороны трансформатора.
- Выполняются необходимые вычисления для соответствующей стороны трансформатора.
- Вся информация (уставки, обнаруженные токи) передается в ФГ **Генератор дифф.**

Защитные функции, относящиеся к стороне (например, защита от перегрузки, защита от превышения тока и т.п.), могут работать в ФГ **Сторона генератора**.

Большинство стандартных функций защиты генератора расположены в функциональной группе **Статор генератора**. Они работают со стороной точки нейтрали трансформаторов тока.



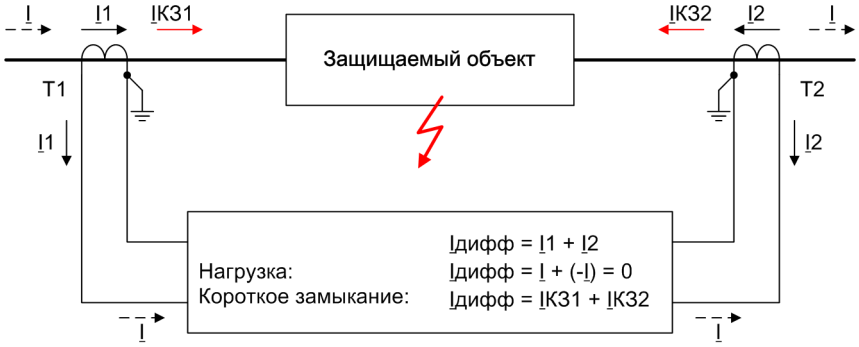
[dw_generator diff emedding, 3, ru_RU]

Рисунок 6-4 Реализация функции

6.2.3 Описание функции

Принцип работы дифференциальной защиты

Дифференциальная защита основана на принципе сравнения токов (первый закон Кирхгофа). При сравнении токов используется тот факт, что в нормальном режиме работы по обеим сторонам защищаемого объекта протекает одинаковый ток (пунктирная линия на *Рисунок 6-5*). Этот ток втекает с одной стороны рассматриваемой зоны и вытекает с другой стороны. Разность токов является четким показателем наличия повреждения в пределах защищаемого объекта. Вычисление разности токов зависит от их направления. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное. Дифференциальный ток вычисляется путем векторного сложения.



[dwprin2s-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-5 Принцип действия дифференциальной защиты на примере двухстороннего защищаемого объекта

Для корректной работы требуется указать дополнительные параметры. Назначение этих дополнительных параметров описано в главе *Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ, Страница 416*.

Торможение защиты

Протекание значительных сквозных токов через защищаемый объект в случае внешнего повреждения при различной степени насыщения ТТ **T1** и **T2** (*Рисунок 6-5*) вызывает появление дифференциального тока $I_{дифф}$. Если значение данного тока превысит значение соответствующей уставки срабатывания, то, несмотря на отсутствие внутреннего повреждения, защита выдаст команду на отключение. Для предотвращения излишнего срабатывания защиты в таких случаях применяется торможение по току ($I_{торм}$), чем и обусловлена применяемая форма пусковой характеристики $I_{дифф} = f(I_{торм})$.

В качестве тормозного тока выбирается наибольший ток из доступных точек измерения.

При использовании 2 точек измерения справедливо следующее:

Дифференциальный ток (ток отключения):

$I_{дифф} = (\underline{I}_1 + \underline{I}_2)$

Тормозной ток:

$I_{торм} = Макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|)$

При использовании более 2 точек измерения тормозной ток определяется с учетом всех измеренных токов. Применение данного способа вычисления тормозного тока обеспечивает правильную работу защиты в случае внутреннего повреждения при использовании более 2 точек измерения и с различными условиями подпитки места повреждения.

$I_{торм} = макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2| ; ... |\underline{I}_n|)$

Для пояснения принципа торможения дифференциальной защиты необходимо рассмотреть 3 ключевых режима ее работы с идеализированным токораспределением:

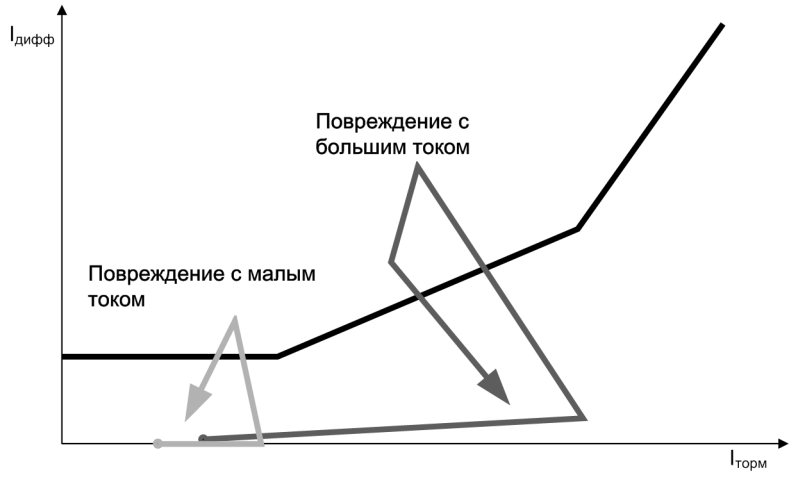
- Большой сквозной ток КЗ в случае отсутствия повреждения или при внешнем повреждении:
  $\underline{I}_1$ втекает в защищаемую зону, $\underline{I}_2$ вытекает из защищаемой зоны, следовательно, в соответствии с принятыми допущениями $\underline{I}_2 = -\underline{I}_1$;
  То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 - \underline{I}_1| = 0$
  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$
  Дифференциальный ток отсутствует ($I_{дифф} = 0$); тормозной ток ($I_{торм}$) равен сквозному току.
- Внутреннее повреждение, подпитываемое с двух сторон одинаковыми токами:
  Тогда $\underline{I}_2 = \underline{I}_1$; То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$;
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2; = |\underline{I}_1| + |\underline{I}_1| = 2 \cdot |\underline{I}_1|$
  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$
  Уставка срабатывания ($I_{дифф}$) вдвое больше тока КЗ и тормозного тока ($I_{торм}$).
- Внутреннее повреждение, подпитываемое только с одной стороны:
  Тогда $\underline{I}_2 = 0$
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + 0| = |\underline{I}_1|$
  $I_{торм} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1|$
  Уставка срабатывания ($I_{дифф}$) и тормозной ток ($I_{торм}$) равны и соответствуют току КЗ.

Дополнительная стабилизация при внешних коротких замыканиях

При внешнем коротком замыкании, сопровождающимся протеканием больших сквозных токов, возможно насыщение ТТ. Насыщение ТТ может в большей или меньшей степени влиять на измерения тока в точках измерения, что приводит к возникновению дифференциального тока. Точка, соответствующая данному дифференциальному току, может попадать в область срабатывания рабочей характеристики защиты, что в свою очередь (при отсутствии специальных мер) может привести к излишнему отключению защищаемого объекта. Возможны 2 основных варианта развития событий (см. *Рисунок 6-6*):

- Внешнее повреждение, сопровождающееся большим током КЗ.
  Сначала ток, протекающий с двух сторон защищаемого объекта, приводит к появлению большого тормозного тока. Затем ТТ входит в режим насыщения, что приводит к появлению дифференциального тока $I_{дифф}$, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты. Одновременно с этим тормозной ток $I_{торм}$ снижается. После того как ТТ выходят из режима насыщения дифференциальный ток снижается и выходит из области срабатывания рабочей характеристики.
- Внешнее повреждение, сопровождающееся малым током.
  ТТ могут входить в режим насыщения также и при протекании малых сквозных токов с длительно затухающей апериодической составляющей (включение трансформаторов, двигателей). Данный режим характеризуется изменением фазового угла тока. В таком случае также возможно появление дифференциального тока, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты.

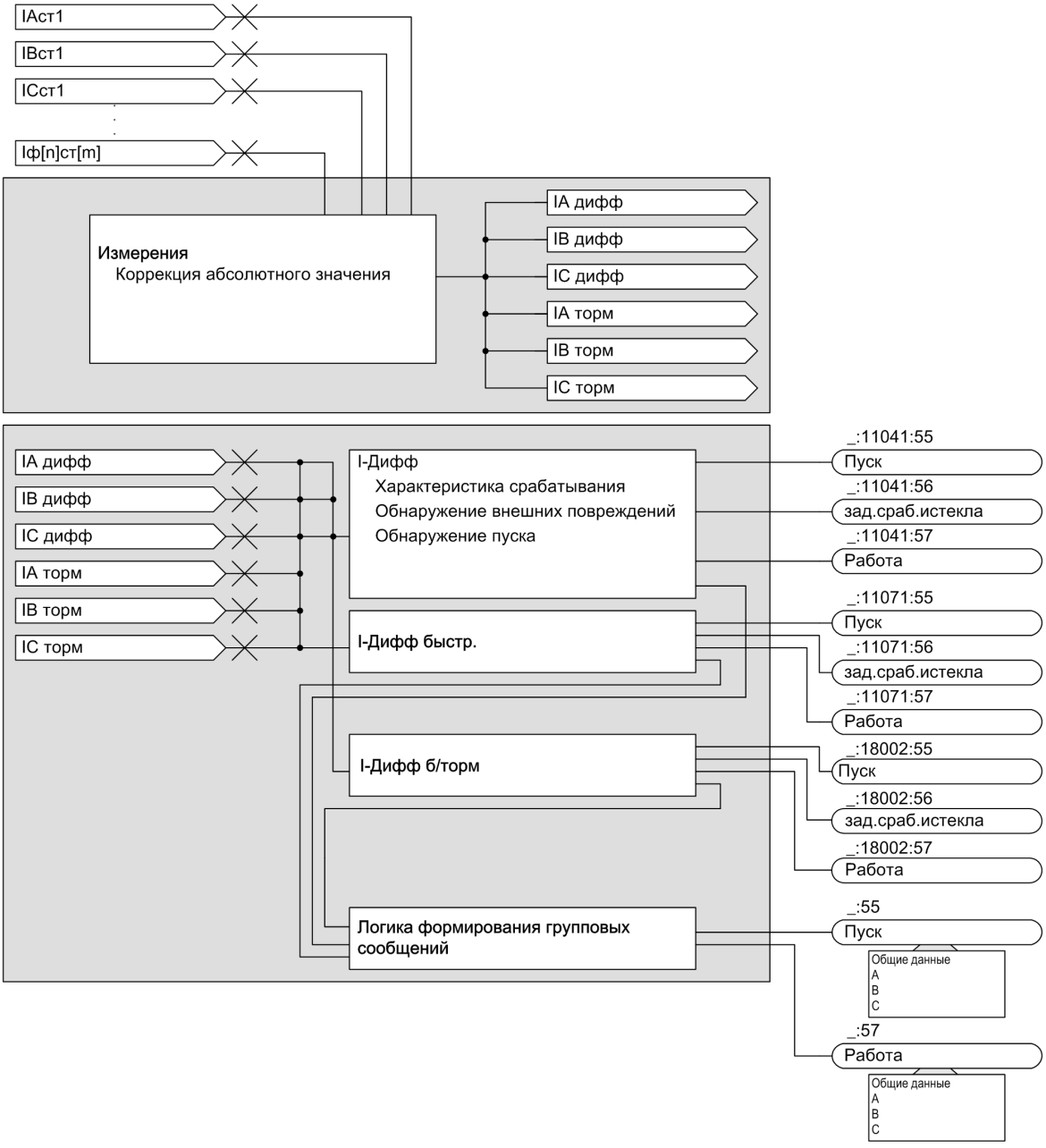
Специальные алгоритмы определения насыщения ТТ позволяют обнаружить описанные выше режимы работы и временно заблокировать работу дифференциальной защиты.



[dwislauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-6 Траектория движения рабочей точки при внешнем повреждении и временном насыщении ТТ с одной из сторон защищаемого объекта

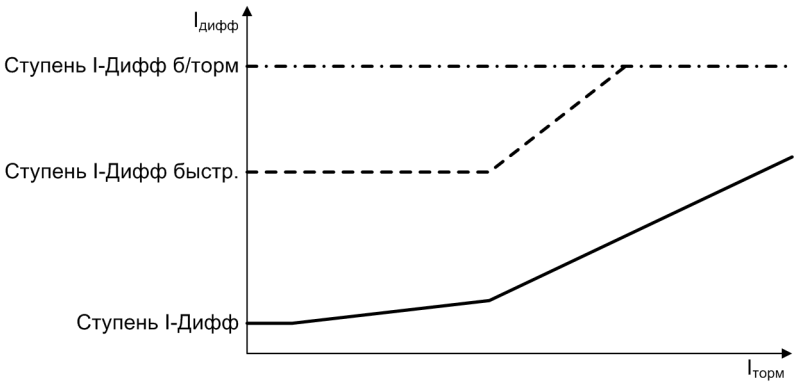
Логика работы



[lomesmgr-190713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-7 Логическая схема функции дифференциальной защиты

Взаимодействие ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм, I-ДИФФ быстр. и I-ДИФФ ступеней отключения показано на следующей характеристике срабатывания.



[dw_charac_function_trans-dif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-8 Характеристика срабатывания функции дифференциальной защиты

Обработка измеренных величин

Амплитудная коррекция измеренных величин

Т. к. первичный номинальный ток ТТ не всегда удается подобрать точно в соответствии с номинальным током защищаемого объекта, функцией дифференциальной защиты выполняется приведение измеренных величин к номинальным параметрам защищаемого объекта. Данное преобразование осуществляется на каждом интервале дискретизации (т. е. для мгновенных значений). Функция дифференциальной защиты обрабатывает 20 выборок измеренных значений за период промышленной частоты. Дополнительно используются серии оцифрованных значений. Высокая точность измерений достигается во всем диапазоне допустимых частот от 10 до 80 Гц.

Отключающая ступень I-дифф быстр работает без выделения частоты, что обеспечивает быстроту срабатывания при низких частотах.

Амплитудная коррекция измеренных величин осуществляется в соответствии со следующей формулой:

$$i^{*}_{фх} = k\, i_{фх}$$

$$\text{где } k = \frac{I_{ТТ\ ном.перв,Sx}}{I_{ном.\ об.\ Sx}} = \frac{I_{ТТ\ ном.\ перв,Sx}}{\frac{S_{ном.\ баз.}}{U_{ном.\ Sx}\sqrt{3}}}$$

[fobetr07-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$i_{фх}$*	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C).
$i_{фх}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C).
k	Коэффициент коррекции для точки измерений.
$I_{ТТном.перв,Sx}$	Первичный номинальный ток трансформатора тока в точке измерений.
$I_{ном,\ об,Sx}$	Первичный номинальный ток защищаемого объекта
$S_{ном,баз.}$	Базисная мощность (максимальная номинальная полная мощность защищаемого объекта).
$U_{ном,баз.}$	Номинальное напряжение соответствующей стороны (точки измерений) защищаемого объекта.

Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ

Дифференциальный ток для каждой фазы вычисляется из измеряемых токов на основе мгновенных значений (см. раздел Обработка измеренных величин). За **положительное принимается направление тока к защищаемому объекту**. Составляющая основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{дифф}$) вычисляется посредством фильтра Фурье (интервал фильтрации = 1 период (20 мгновенных значений)).

В качестве тормозного используется ток, полученный от той точки измерений, где он имеет наибольшее действующее значение. В случае если ток в точке измерений, используемый в качестве тормозного тока, исчезнет вследствие насыщения ТТ, то в процессе выполнения вычислений автоматически осуществится переключение на другую точку измерения с наибольшим измеряемым током.

$$i_{\text{дифф, фх}} = \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{\text{фх, ТТИ}} \rightarrow I_{\text{дифф, фх}} = \text{FIR}(i_{\text{дифф, фх}})$$

$$I_{\text{фх, ТТИ}} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} i^{*2}_{\text{фх, ТТИ}}(k)}$$

$$I_{\text{торм, фх}} = \underset{m=1}{\overset{N}{\text{МАКС}}}\, I_{\text{фх, ТТИ}}$$

[fogrds16-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C).
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения.
N	Количество точек измерения
n	Количество выборок за период (n = 20).
FIR	Фильтр Фурье.
МАКС.	Определение максимального значения

Характеристика пуска

На *Рисунок 6-9* показана характеристика срабатывания дифференциальной защиты. Отрезок **a** характеристики представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (уставка **Пороговое значение**) и учитывает наличие постоянного тока небаланса (дифференциального тока), появляющегося, например, из-за токов намагничивания.

Участок характеристики **b** (параметры **Пересеч.1 Iторм** и **Наклон 1**) учитывает погрешности ТТ, возникающие в нормальных условиях работы.

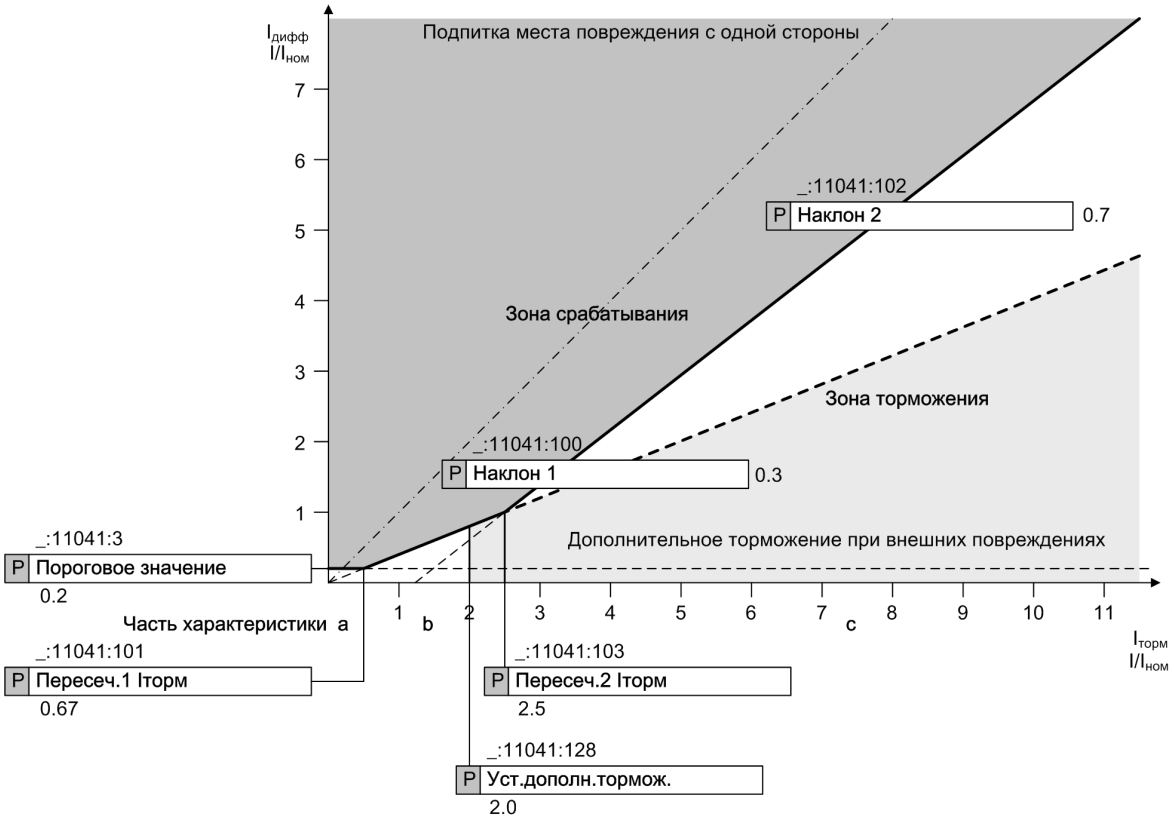
Данные погрешности могут быть вызваны:

- Погрешностями ТТ и входных трансформаторов устройства.
- Наличием РПН

Участок кривой характеристики **c** (параметры **Пересеч.2 Iторм** и **Наклон 2**) обеспечивает отстройку дифференциальной защиты от внешних КЗ, сопровождающихся большими токами, вызывающими насыщение ТТ. В данном диапазоне возможно насыщение ТТ, вызванное протеканием больших сквозных токов при внешнем повреждении, что может привести к появлению большого дифференциального тока.

Для предотвращения работы защиты при внешних повреждениях, сопровождающихся насыщением трансформатора тока, применяется **дополнительное торможение при внешних повреждениях**. Если рабочая точка сначала располагается в диапазоне дополнительного торможения, а затем пересекает кривую срабатывания, то срабатывание дифференциальной защиты блокируется на заданное время.

Зона дополнительного торможения задается параметрами**Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-9 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты.

Возврат защиты происходит в том случае, если рабочая точка находится ниже смещенной характеристики срабатывания с учетом коэффициента возврата, равного 0,7.

Обнаружение внешних повреждений

Надежный алгоритм обнаружения внешних повреждений, сопровождающихся насыщением ТТ, основан на анализе изменения положения рабочей точки по тормозной характеристике. Основные функции детектора внешних повреждений:

- **Блокировка защиты при однозначном определении наличия внешнего повреждения, сопровождающегося большими токами**

  Непосредственно после момента возникновения повреждения осуществляется пофазный контроль дифференциального и тормозного токов (положение рабочей точки на тормозной характеристике). Для обеспечения надежного обнаружения режима насыщения в случае малых интервалов времени, на протяжении которых ТТ находится в ненасыщенном состоянии, применяется метод анализа отношений конечных разностей мгновенных значений.

  Если оценка тормозного тока превысит значение параметра **`Уст.дополн.тормож.`** и ожидаемые значения дифференциальных токов всех фаз будут одновременно находиться в зоне дополнительного торможения (параметр **`Наклон 1`**) (*Рисунок 6-9*) то детектор активируется и выдается сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ*. При этом дифференциальная защита блокируется.

  При устранении внешнего повреждения дополнительное торможение выводится из работы. Дополнительное торможение (0,7) снимается, если действующее значение тормозного тока станет меньше **`Уст.дополн.тормож.`** (*Рисунок 6-9*). При этом сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.х* так же снимается.

  Если в случае насыщения ТТ дифференциальный ток выйдет за пределы **`Наклон 1`** (т. е. появится ток, достаточный для пуска защиты), то блокировка будет продлена на ограниченное время (параметр: **`Время дополн.торм.`**).

  При появлении сигнала *Блок.обнар.внешн.КЗ* возможно выполнить блокировку защиты для остальных фаз при помощи параметра **`Вр.перекр.блк.доп.торм.`**. Использование данной перекрестной блокировки необходимо в случае, когда насыщение ТТ может вызвать появление дифференциального тока в других фазах, обусловленного применением функции коррекции векторной группы.

- **Снятие блокировки при переходе внешнего повреждения во внутреннее повреждение**

  Внутреннее повреждение может возникнуть как следствие внешнего повреждения. Возникновение такого внутреннего повреждения должно быть обнаружено, а блокировка дифференциальной защиты снята. Наиболее тяжелым случаем является повреждение, сопровождающееся насыщением ТТ. Функция обнаружения насыщения ТТ анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. В случае работы ТТ в режиме насыщения указанные мгновенные значения не превышают соответствующую уставку на протяжении интервала времени, когда ТТ находятся в ненасыщенном состоянии. Если же данная уставка превышается постоянно, и защита находится в состоянии пуска, то принимается решение о наличии внутреннего повреждения. При использовании перекрестной блокировки дифференциальные токи других фаз контролируются аналогичным образом.

  Блокировка защиты снимается и сообщение *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.х* сбрасывается.

Обнаружение апериодической составляющей

Внешние повреждения, сопровождающиеся малыми сквозными токами с большой апериодической составляющей, также могут вызвать попадание рабочей точки в область срабатывания. В таких случаях рабочая точка не попадает в диапазон дополнительного торможения.

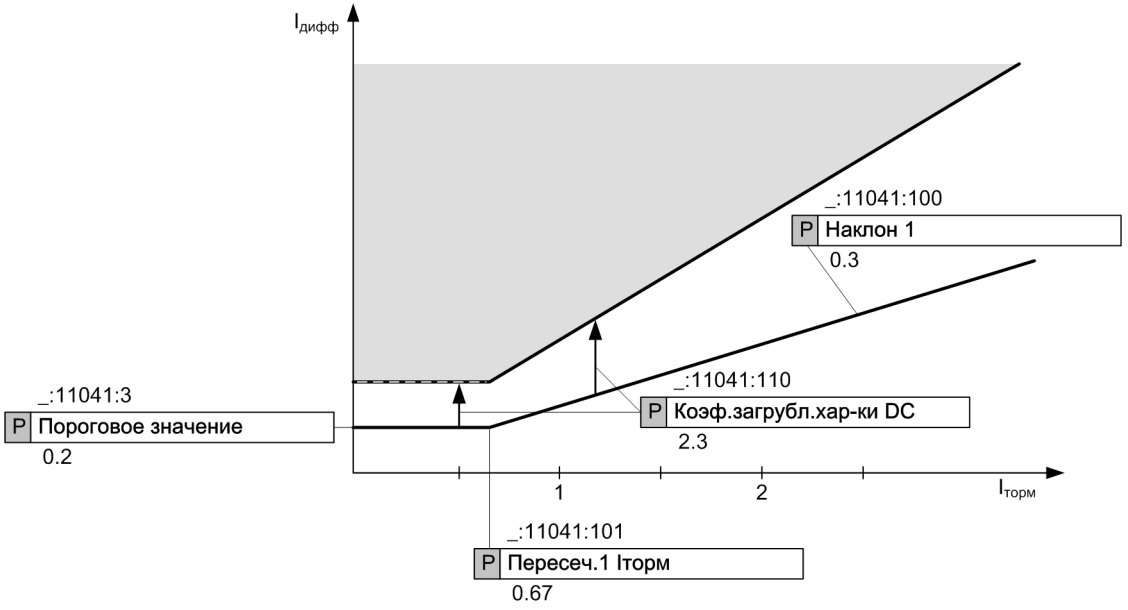
Для предотвращения излишних срабатываний защиты выполняется следующее:

- Контролируется скачок тормозного тока $I_{торм.ф.x}$.
- При обнаружении скачка тормозного тока рассчитывается апериодическая составляющая с задержкой времени в 1 период от измеренного мгновенного значения тормозного тока (наибольшего из токов, измеренных во всех точках измерения) $i_{торм.ф.x} = i_{ф.x,Mm}$. Результатом вычислений является ток $I_{торм.DC,ф.x}$. Данный ток сравнивается с тормозным током $I_{торм.ф.x}$, и контролируется его превышение внутреннего порогового значения.

- Дифференциальный ток всех 3 фаз $I_{дифф,ф.ф.x}$ должен быть ниже кривой характеристики возврата (пусковая характеристика с коэффициентом 0,7).
- Если первые три вычисленных точки дают положительный результат, то кривая срабатывания поднимается на коэффициент **Коэфф.загрубл.хар-ки** (по умолчанию имеет значение ***2,3***). При этом увеличиваются только уставка срабатывания и наклон 1 (см. *Рисунок 6-10*). Выдается сигнал *Загрубл.хар-ки (DC)*. Если произведение коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки** и уставки **Наклон 1** превышает **0,85**, то уставка параметра **Наклон 1** будет ограничена значением 0,85.
- В качестве дополнительного критерия контролируется наличие сигнала *Пуск* (внутреннее повреждение) или сигнала действия дополнительного торможения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* (внешнее повреждение, сопровождающееся большим сквозным током). При наличии одного из двух указанных сигналов пусковая характеристика не поднимается. Появление сигнала пуска защиты после того, как пусковая характеристика уже была поднята, не приводит к ее обратному смещению вниз. Пуск защиты при обнаружении апериодической составляющей происходит только в том случае, если рабочая точка выходит за пределы поднятой пусковой характеристики.

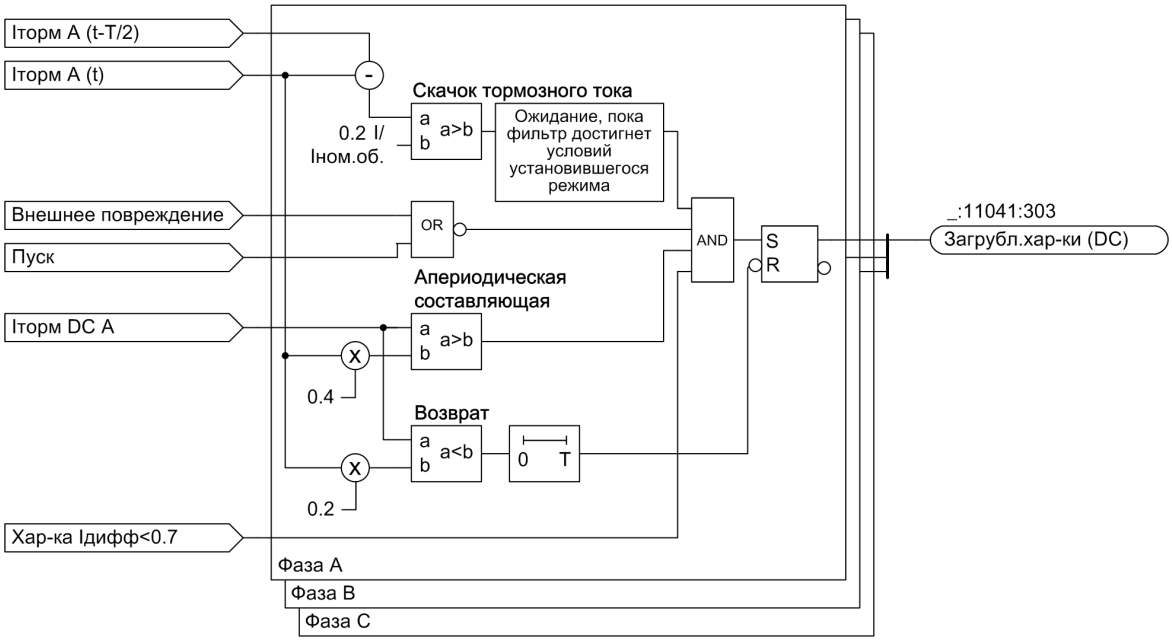
Если значение апериодической составляющей $I_{торм.DCф.x}$ становится ниже внутренней уставки возврата, то начинается отсчет выдержки времени на возврат, определяемой следующим образом:

Предполагается, что процессы размагничивания и перемагничивания трансформатора длятся одинаково долго. Намагниченность максимальна в момент времени, когда достигается внутренний порог возврата. Время измеряется от начала распознавания апериодической составляющей до тех пор, пока не будет достигнута внутренняя уставка возврата. К этому времени добавляется 5 периодов для определения задержки на возврат. По истечении данной выдержки времени пусковая характеристика возвращается в первоначальное положение. В *Рисунок 6-11* показана общая логическая схема защиты.



[dwdcerkn-201112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-10 Повышение тормозной характеристики при обнаружении апериодической составляющей.



[lodcerkn-170712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-11 Логическая схема работы функции обнаружения апериодической составляющей.

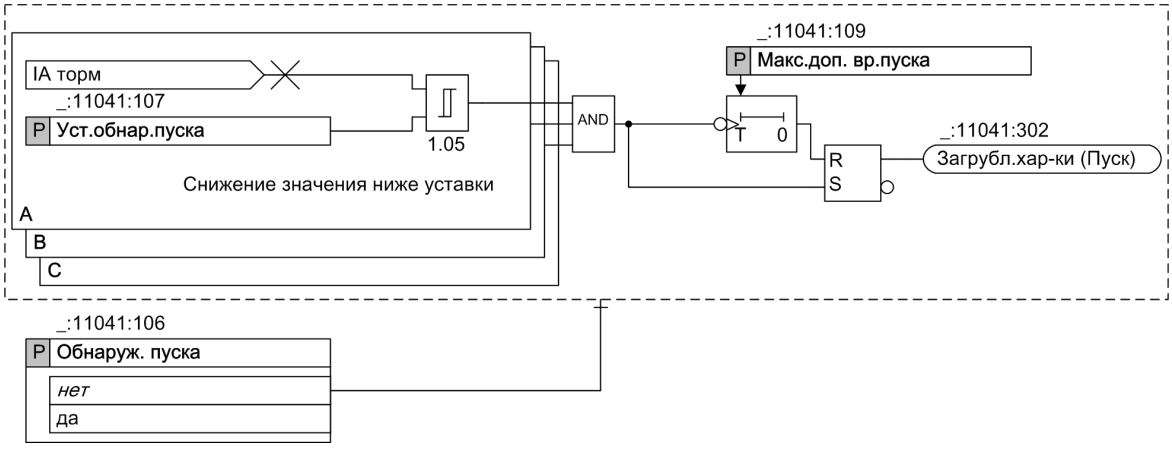
Обнаружение пуска

Функция обнаружение пуска особенно полезна в случае двигателей. В отличие от броска тока намагничивания трансформатора, бросок тока в двигателях для дифференциальной защиты является сквозным. Появление дифференциального тока возможно в случае, если ТТ при включении имеют различную остаточную намагниченность, и, следовательно, работают на различных участках характеристики намагничивания. Указанный дифференциальный ток имеет небольшое значение, однако при достаточно малой уставке срабатывания дифференциальной защиты он может привести к ее ложному срабатыванию.

Пуск двигателя для генераторов также может привести к более высоким токам. Используя функцию обнаружения пуска, можно сделать защиту менее чувствительной в течение определенного периода времени и избежать перегрузки. В результате вы достигаете эффекта, сопоставимого с функцией обнаружения апериодической составляющей.

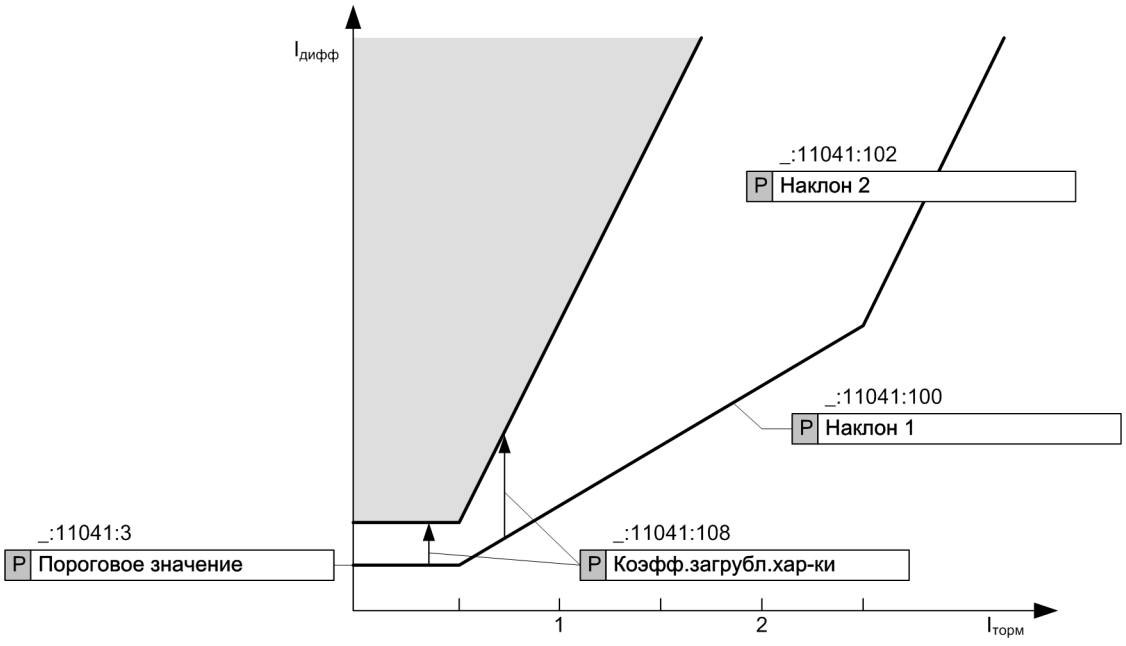
Для предотвращения ложного действия защиты при постановке оборудования под напряжение возможно использовать функцию увеличения уставки срабатывания при включении. Уставка пуска увеличивается, как только тормозной ток во всех фазах станет меньше задаваемой уставки **`Уст.обнар.пуска`**. При этом уставки **`Пороговое значение`** и **`Наклон 1`** увеличиваются на заданное значение с учетом коэффициента, задаваемого параметром **`Коэфф.загрубл.хар-ки`**. Однако в данном случае значение параметра **`Наклон 1`** не может превышать 0,85.

Если параметр **`Уст.обнар.пуска`** превышен, происходит возврат пуска и активируется отсчет времени (параметр: **`Макс.доп. вр.пуска`**). По истечению этого времени характеристика срабатывания, увеличенная для всех фаз, сбрасывается до исходного значения. *Рисунок 6-12* показывает логическую схему обнаружения запуска и *Рисунок 6-13* увеличение характеристики.



[loanlauf-170712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-12 Логика обнаружения пуска



[dwanlken-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-13 Поднятие тормозной характеристики при работе функции определения пуска

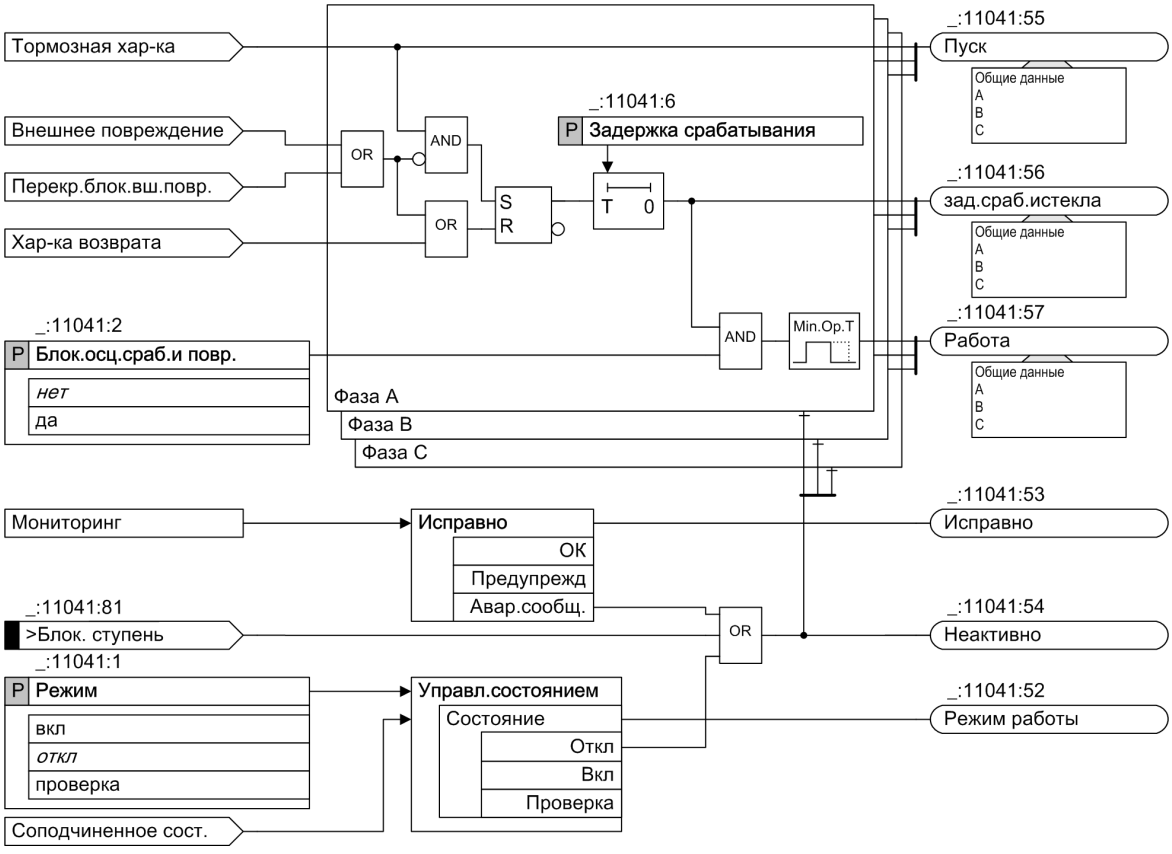
Логика отключения функции дифференциальной защиты I-ДИФФ

На *Рисунок 6-14* показана логическая схема отключения. Если рабочая точка пересекает рабочую характеристику (см. *Рисунок 6-9*), происходит пуск. Выдача сигнала отключения может быть заблокирована другими функциями.

Блокирование возможно при использовании следующих переменных:

- Обнаружение внешних повреждений, которые при насыщении ТТ могут распознаваться как внутренние повреждения.

Дополнительно, в случае блокировки при обнаружении *внешнего повреждения* вводится в действие механизм **перекрестной блокировки**.



[loausmid-190713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-14 Логика отключения I-ДИФФ

Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр.

В дополнение к функции дифференциальной защиты I-ДИФФ доступна функция I-ДИФФ быстр. Основная задача данной функции состоит в быстром отключении внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты контролирует насыщение ТТ и отстроена от внешних повреждений (интеграция в устройствах по схеме "полтора выключателя на присоединение").

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

- Измерение мгновенных значений
- Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка значений выборки разности тока - $i_{-дифф}$ и тока торможения $i_{торм}(t)$. При этом для токов (i*) осуществляется коррекция по абсолютному значению и коррекция векторной группы. За положительное значение принимается направление тока к узлу. В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения.

$$i_{дифф,фх}(t) = \left| \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{фх,ТИm}(t) \right|$$

$$i_{торм,фх}(t) = \underset{m=1}{\overset{N}{МАКС}} \left| i^{*}_{фх,ТИm}(t) \right|$$

[fomome27-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C).
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения.
N	Количество точек измерения

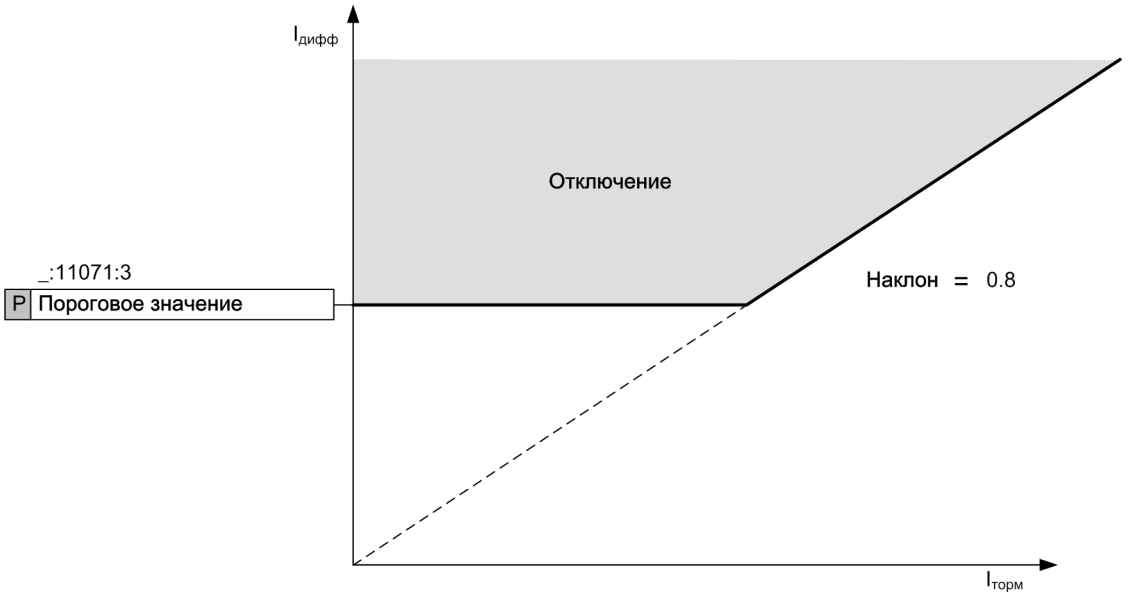
Для отстройки от внешних повреждений, сопровождающихся насыщением ТТ, анализируется величина тормозного тока.

На *Рисунок 6-15* представлена кривая срабатывания. Уставка параметра **Пороговое значение** выбирается таким образом, чтобы она была больше максимально возможного сквозного тока повреждения. Наклон характеристики имеет фиксированное значение 0,8.

В алгоритме выполняется обработка следующих условий:

- Условие 1: Непрерывно контролируется скорость изменения тормозного тока $di_{торм}(t)/dt$ и сравнивается с внутренним пороговым значением.
- Условие 2: Определяется соотношение между дифференциальным и тормозным токами (в соответствии с уравнением **наклонного** участка характеристики в *Рисунок 6-15*): $i_{дифф}(t) > 0{,}8 \cdot i_{торм.}(t)$.
- Условие 3: После этого путем сравнения определяется превышение дифференциальным током уставки **Пороговое значение**.

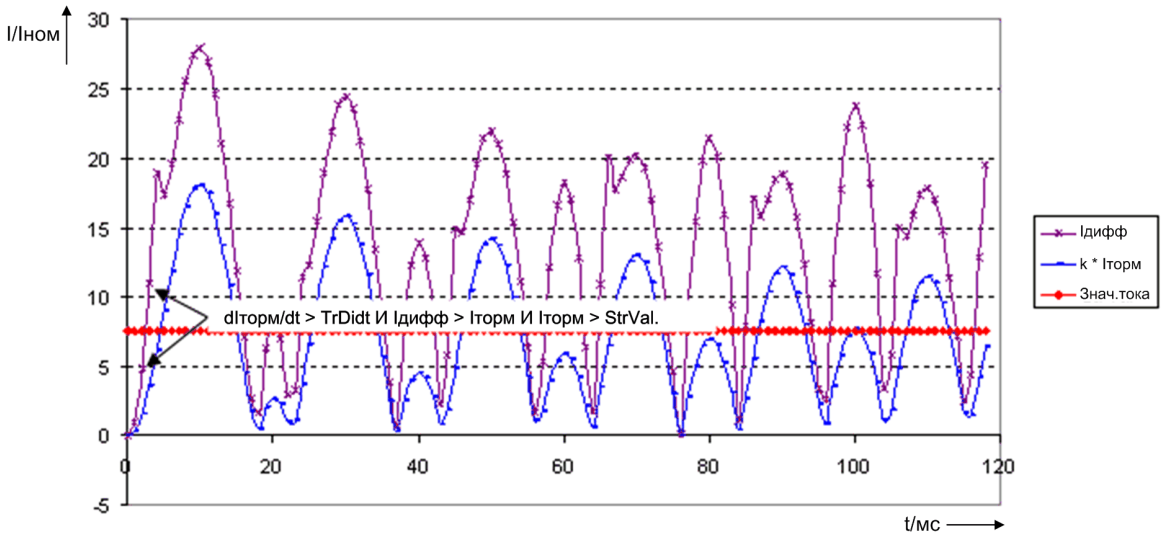
При выполнении всех описанных выше условий мгновенно выдается сигнал на отключение. В случае, если 1-е условие выполнено, а второе – нет, функция блокируется на 300 мс.



[dwidfast-300114-01.tif, 1, ru_RU]

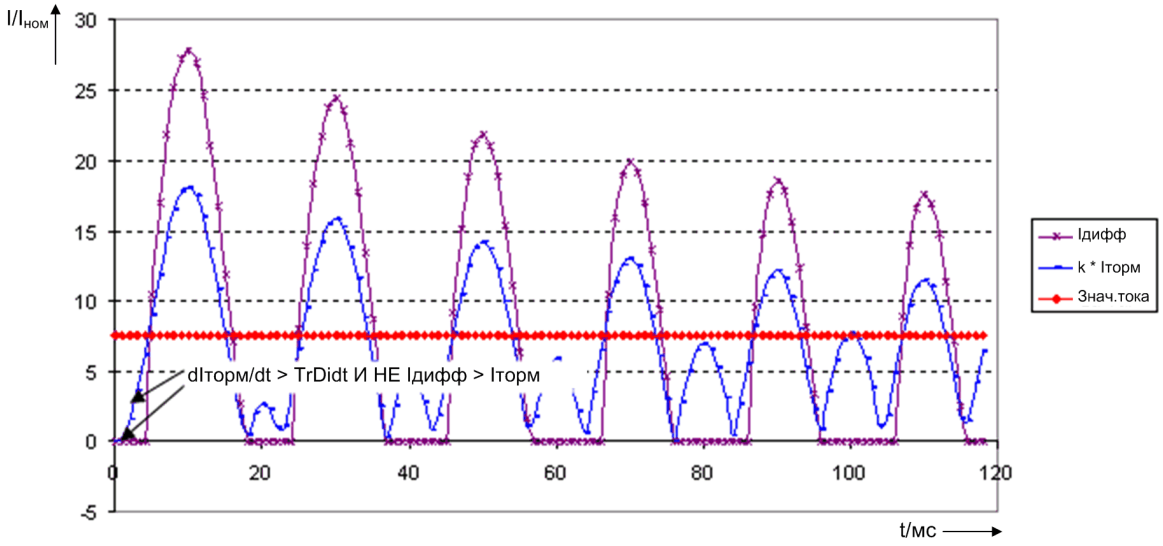
Рисунок 6-15 Характеристика срабатывания I-ДИФФ быстр.

На следующих рисунках приведены кривые токов для случаев внешнего и внутреннего повреждений. При внутреннем повреждении (*Рисунок 6-16*) дифференциальный ток возрастает быстрее тормозного тока. Сигнал на отключение выдается после измерения нескольких мгновенных значений. При внешнем повреждении дифференциальный ток появляется только после того, как ТТ войдут в режим насыщения. Однако информация о токах является достоверной на протяжении нескольких миллисекунд после возникновения повреждения. В соответствии с *Рисунок 6-18* тормозной ток больше дифференциального тока, но поскольку 2-е условие не выполняется, защитная функция блокируется.



[dwinnfel-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-16 Кривые токов при внутреннем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ (k = 0,65)



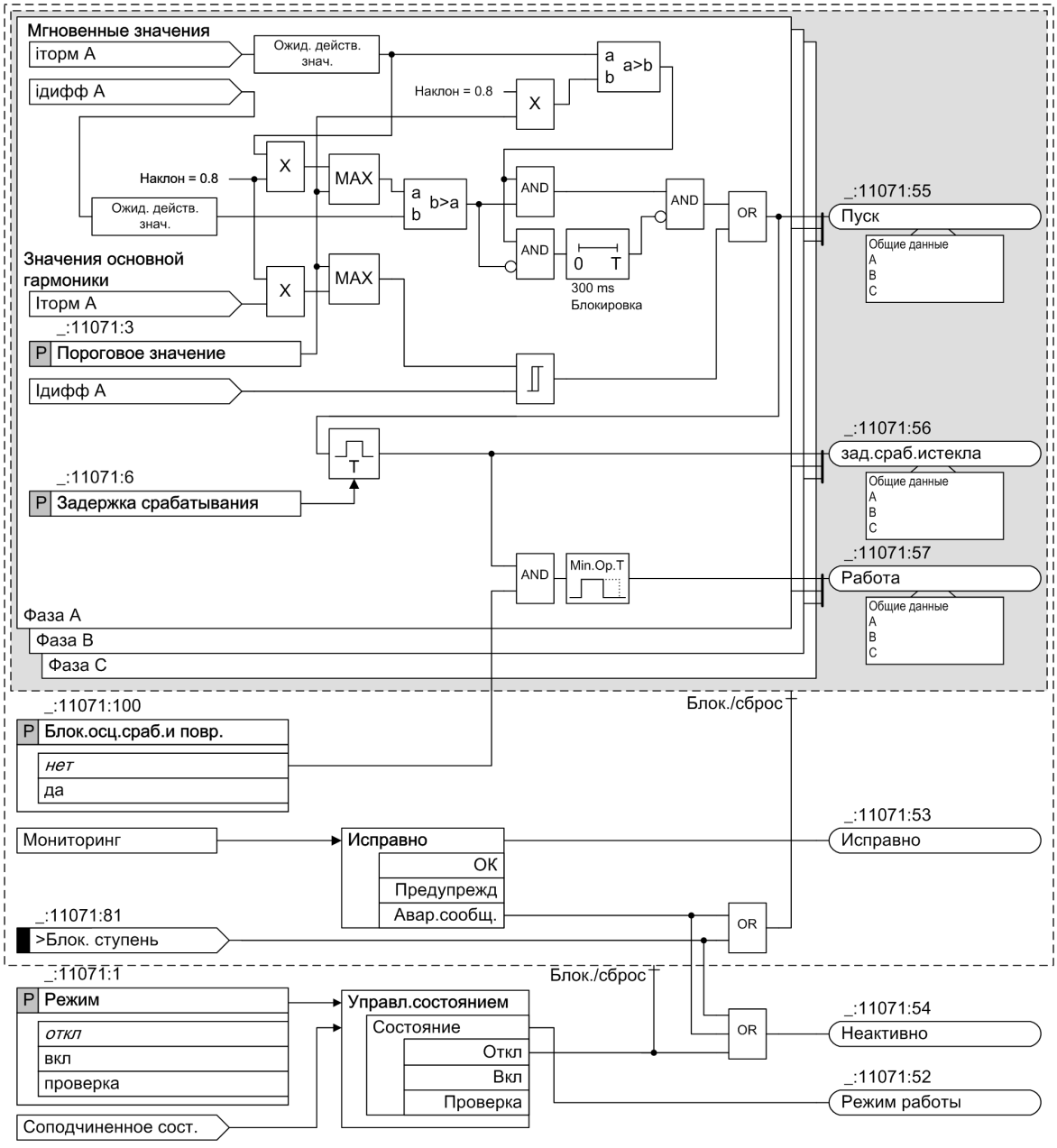
[dwextfel-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-17 Кривые токов при внешнем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ (k = 0,65)

Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение составляющих основной гармоники выполняется с временной задержкой параллельно измерению мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для метода I-ДИФФ. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ и величины тормозного тока $I_{торм}$ (максимального из всех измеренных токов в точках измерения) в соответствии с тормозной характеристикой *Рисунок 6-15*.

На *Рисунок 6-18* показана общая логическая схема защиты.



[loidfast-151012-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-18 Логика функции дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр.

Функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм.

В дополнение к функции дифференциальной защиты I-ДИФФ и функции I-ДИФФ быстр. доступна функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм. Основная задача данной функции состоит в очень быстром отключении внутренних КЗ, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты отстроена от насыщения ТТ.

Повреждения, сопровождающиеся большими токами в диапазоне защиты, всегда могут быть мгновенно отключены без учета тормозных токов, если по величине тока определяется, что внешнее повреждение не задействовано. В случае защищаемых объектов с большим внутренним продольным полным сопротивлением (трансформатор, генератор, реактор) может быть обнаружен ток, который никогда не будет превышен протекающим током короткого замыкания.

Например, для трансформатора (первичное) значение равно:

$$\frac{1}{u_{КЗ\ транс.}} \cdot I_{н\ транс.}$$

[fo_Idiff-error, 1, ru_RU]

Ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм также действует в том случае, если, например, из-за насыщения трансформатора тока при наличии большой апериодической составляющей в токе короткого замыкания возникает вторая гармоника. Обнаружение пускового тока может интерпретировать это как ток при включении.

Ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм работает как с составляющими основной гармоники дифференциальной защиты, так и с мгновенным значением.

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

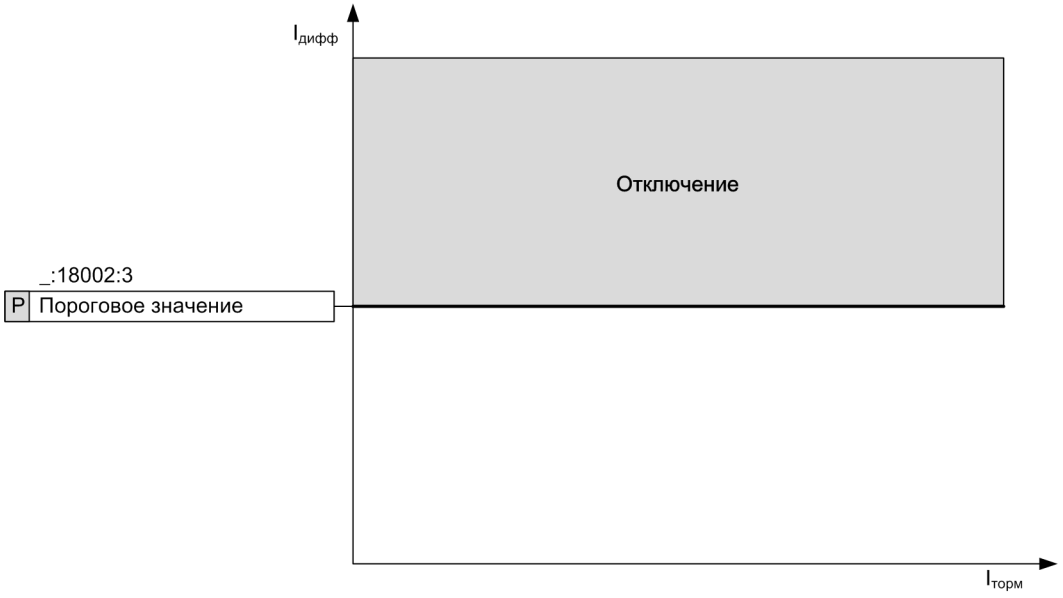
- Измерение мгновенных значений
- Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка значений выборки разности тока - $i\text{-}_{дифф}(t)$. При этом для токов (i*) осуществляется коррекция по абсолютному значению и коррекция векторной группы.

Измерение на основе алгоритма Фурье

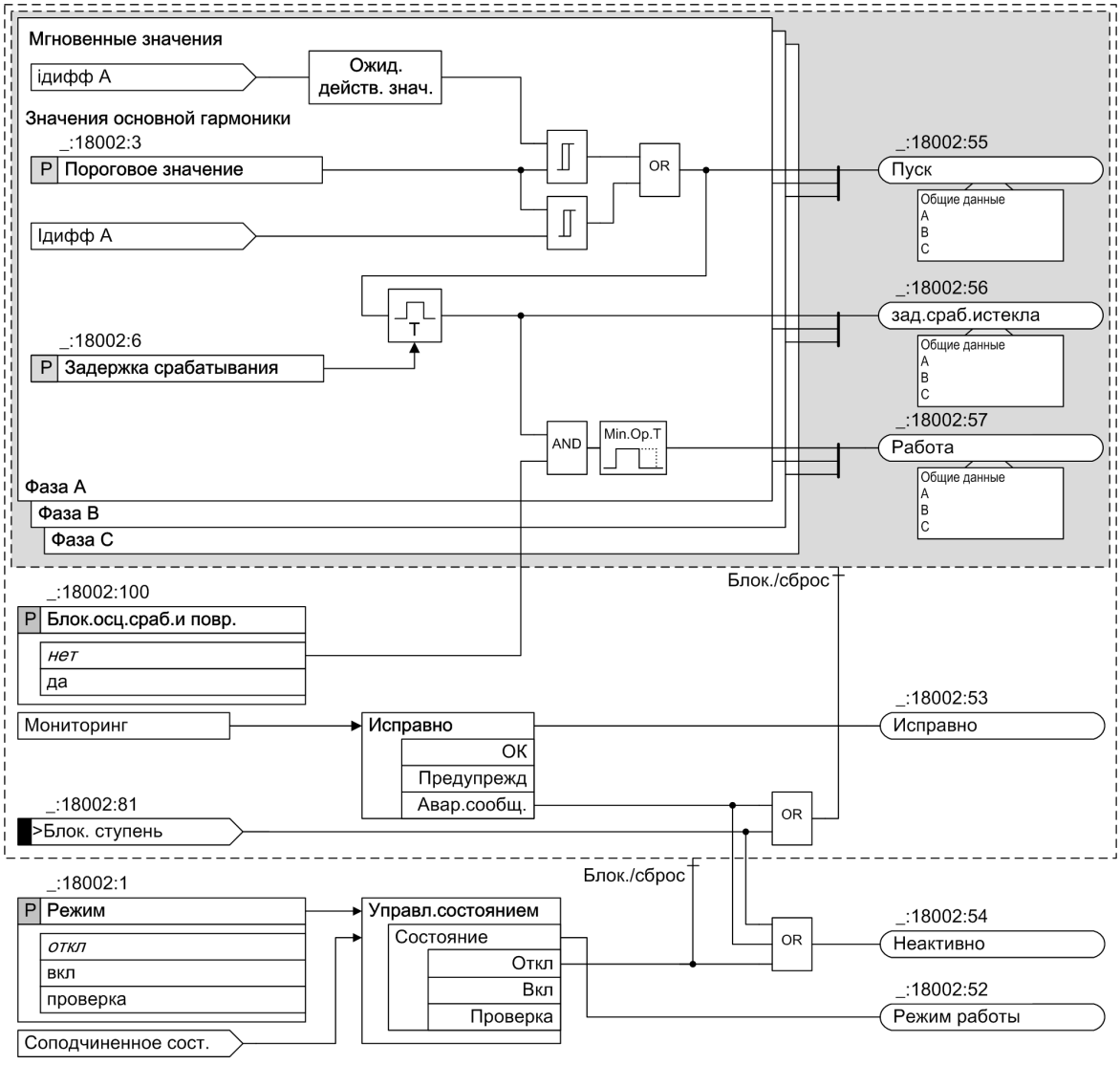
Измерение составляющих основной гармоники выполняется с временной задержкой параллельно измерению мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для метода I-ДИФФ. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ в соответствии с кривой срабатывания *Рисунок 6-19*.



[dwidffunres-100117-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-19 Характеристика срабатывания ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм

На *Рисунок 6-20* показана общая логическая схема защиты.

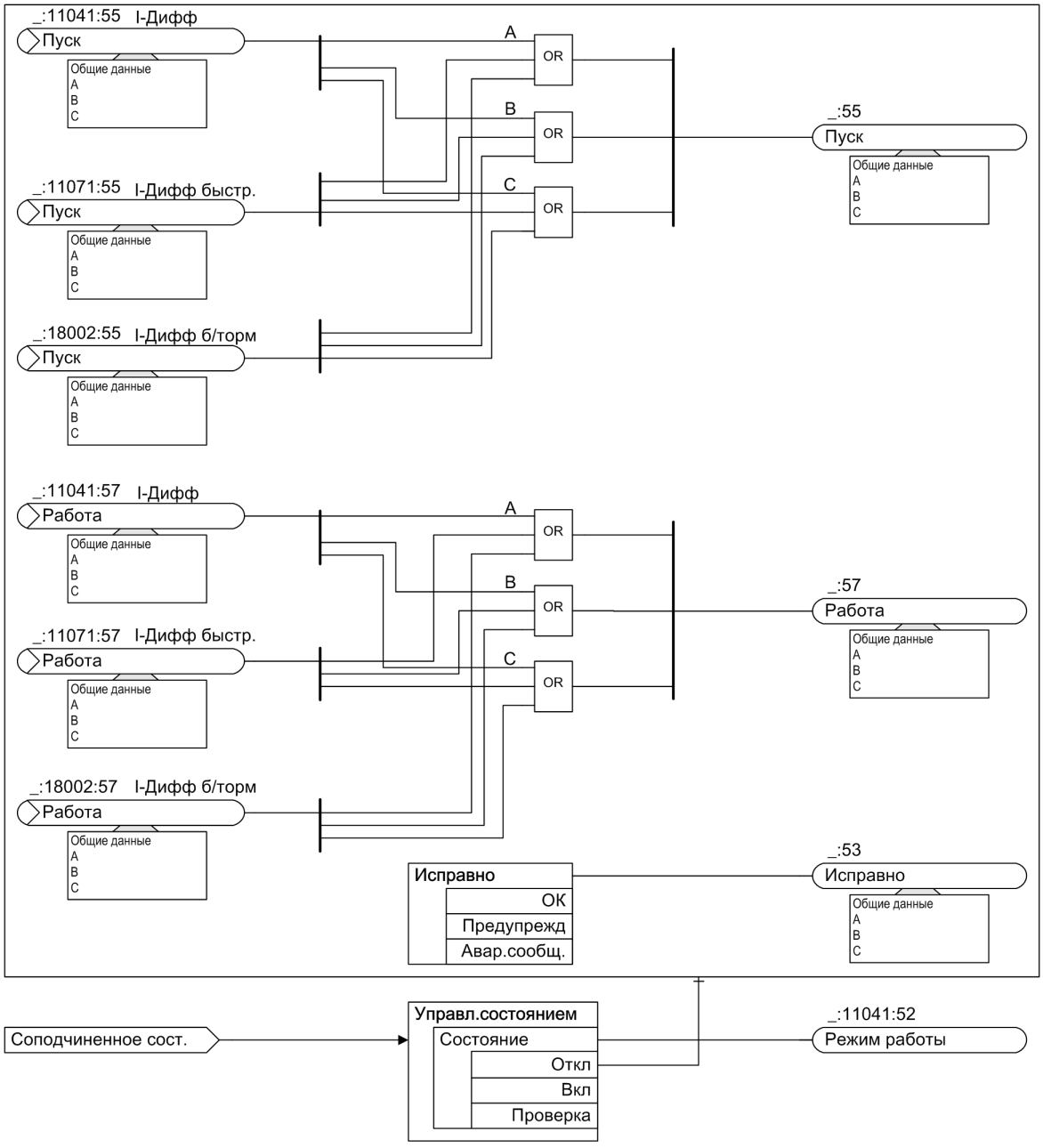


[loidffunres-100117-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-20 Логика ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм

Логика срабатывания дифференциальной защиты

Общий сигнал отключения формируется при срабатывании ступеней I-ДИФФ, I-ДИФФ быстр. и I-ДИФФ б/торм. Соответствующая логика показана в *Рисунок 6-21*.



[logesamt-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-21 Общая логика срабатывания

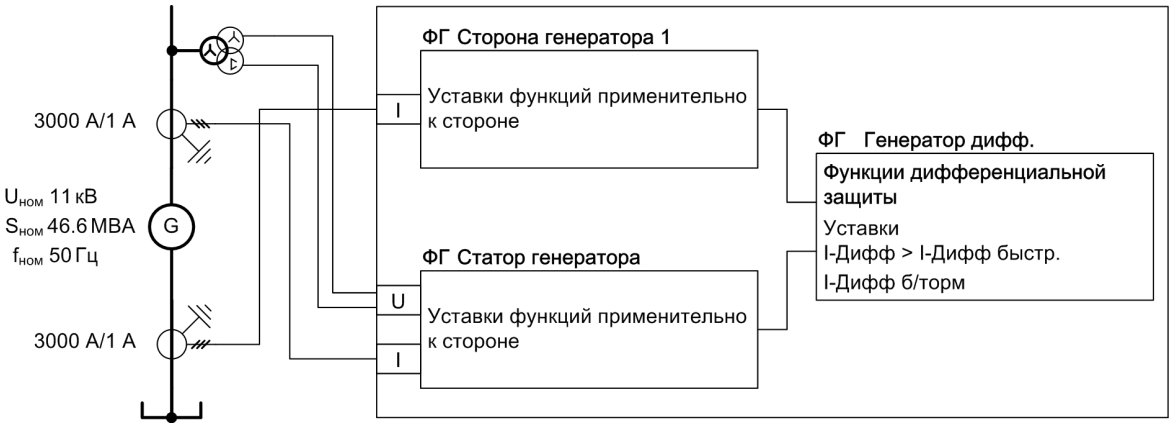
Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий

Возникновение повреждения регистрируется при каждом запуске защиты. При этом создается протокол регистрации повреждений и начинается запись аварийного события. Процесс сохранения записи аварийного события настраивается соответствующей уставкой (см. *3.4.3 Описание функции*). Поскольку сигналы пуска и срабатывания для дифференциальной защиты возникают одновременно, поэтому регистрация может осуществляться как по пуску, так и по срабатыванию. Для обеспечения осциллографирования в случае возникновения внешних повреждений, при которых рабочая точка находится выше пусковой характеристики, осциллограф запускается при появлении сигнала блоки-

ровки при внешних повреждениях или при появлении сигнала загрубления тормозной характеристики в случае срабатывания функции обнаружения апериодической составляющей. Это позволяет проанализировать режим работы ТТ при внешних повреждениях.

6.2.4 Указания по применению и вводу уставок

В этой главе приведены сведения об уставках, необходимые для определения требуемых параметров настройки в случае типового применения защиты генератора. На *Рисунок 6-22* показан типовой вариант защиты генератора. Защита предназначена для минимизации повреждения генератора в случае короткого замыкания. Поэтому дифференциальная защита генератора также имеет смысл для менее мощных генераторов (<5 МВА).

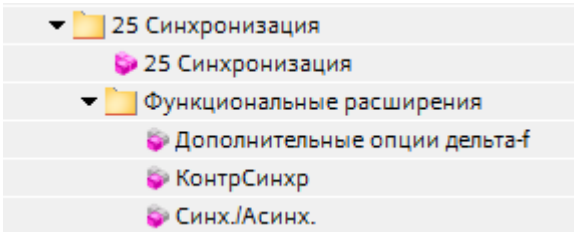


[dw_generator diff connection example, 3, ru_RU]

Рисунок 6-22 Пример подключения

Пример подключения относится к конфигурации 7UM85. Точки измерения трехфазного тока подключены к функциональным группам **Сторона генератора 1** и **Статор генератора**. Функция дифференциальной защиты работает в функциональной группе **Дифференциальная защита генератора**.

На следующем рисунке показано соединение точек измерения в DIGSI 5, а также соединение функциональных групп.



[sc_generator_diff_switch_Digsi, 1, ru_RU]

Рисунок 6-23 Внутренние связи в DIGSI 5

Функциональные группы Сторона генератора и Статор генератора

Выполните следующие настройки в функциональных группах **Сторона генератора** и **Статор генератора**: Они необходимы для масштабирования токов и обработки дифференциальной защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

Данные в примере представлены для следующих трансформаторов тока: 3000 A/1 A

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:14671:103) Ном. полная мощн.** = ***46,60 MBA***.

  При помощи данного параметра задается **Ном. полная мощн.** генератора. Для одного генератора значение уставки для обеих групп функций (сторон) одинаково.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:14671:102) Номин.напряж.** = ***11 кВ***

  При помощи данного параметра задается **Номин.напряж.** генератора. В этом примере номинальное напряжение составляет 11 кВ. Уставка является одинаковой для обеих функциональных групп.

Функциональная группа Генератор, дифф.

В функциональной группе **Генератор, дифф** для функции I-дифф устанавливаются следующие параметры:

Параметр: Пороговое значение (параметры настройки характеристики срабатывания)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:3) Пороговое значение** = ***0,2 I/Iном.,об.***

При помощи данного параметра задается уставка пуска по дифференциальному току. Указанный ток является полным током повреждения независимо от того, как он распределяется между сторонами защищаемого объекта. Уставка срабатывания задается в относительных единицах (приводится к номинальному току защищаемого объекта). Уставка по умолчанию, составляющая ***0,2 I/Iном.об.***, в большинстве случаев обеспечивает требуемую чувствительность защиты, а также позволяет осуществить отстройку от возможного тока небаланса.

Параметр: Пересеч.1 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:101) Пересеч.1 Iторм** = ***0,67 I/Iном.об.***

В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения. Если даже при протекании малых токов возможны большие погрешности ТТ, рекомендуется задавать данную уставку равной половине номинального тока.

Параметр: Наклон 1

- Уставка по умолчанию **(_:11041:100) Наклон 1** = ***0,3***

При помощи параметра **Наклон 1** задается наклон тормозной характеристики, что предотвращает излишнюю работу дифференциальной защиты в случае возникновения погрешностей ТТ (статических и динамических) при внешнем повреждении, сопровождающемся малыми токами. В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, равное ***0,3***.



ПРИМЕЧАНИЕ

Способ торможения отличается от используемого в устройствах SIPROTEC 4 (7UT6x, 7UM62). По этой причине следует выбирать большее значение наклона (см. также *6.2.3 Описание функции*).

Параметр: Пересеч.2 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:103) Пересеч.2 Iторм** = ***2,5 I/Iном.об.***

Параметр **Пересеч.2 Iторм** определяет значение тормозного тока, с которого начинается **Наклон 2**. Уставку по умолчанию ***2,5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

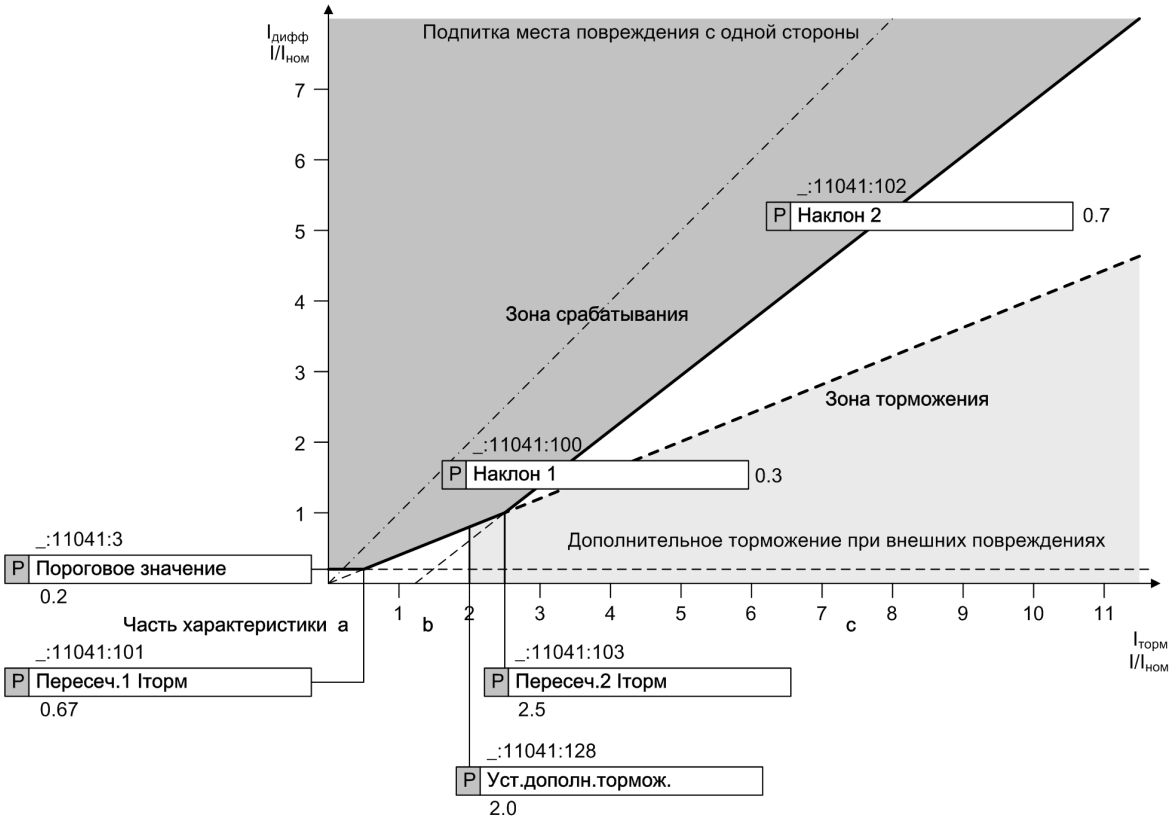
Параметр: Наклон 2

- Уставка по умолчанию **(_:11041:102) Наклон 2** = ***0,7***

При помощи параметра **Наклон 2** задается наклон второго наклонного участка пусковой характеристики, что предотвращает излишнюю работу защиты в случае возникновения больших погрешностей ТТ (например, вследствие насыщения) при внешнем повреждении, сопровождающемся большими токами. В большинстве случаев достаточным будет значение уставки, большее или равное удвоенному значению уставки параметра **Наклон 1**. В качестве уставки по умолчанию было выбрано значение ***0,7***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если при больших сквозных токах возможны погрешности ТТ, задайте для параметра **Наклон 2** более высокое значение.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-24 Характеристика срабатывания с уставками по умолчанию

Параметр: Обнаруж. пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:106) Обнаруж. пуска** = ***да***

Если генератор подключается к шинам, к которым также подключены двигатели, Siemens рекомендует активировать функцию обнаружения пуска для защиты генераторов, поскольку пусковые токи двигателя могут влиять на характер трансформации трансформаторов тока. В этом случае задайте параметр **Обнаруж. пуска** равным ***да***.

Параметр: Уст.обнар.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:107) Уст.обнар.пуска** = ***0,1 I/Iном.об.***

При снижении тормозного тока ниже данной уставки происходит увеличение тормозной характеристики (при условии, что функция обнаружения пуска введена в работу). Если это требуется условиями эксплуатации, увеличьте значение по умолчанию параметра ***0,1 I/Iном,об***. Отрегулируйте параметр **Уст.обнар.пуска** по более низкому пределу нагрузки (возможный порядок величины, например, ***0,4 I/Iном,об***).

Параметр: Коэфф.загрубл.хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:11041:108) Коэфф.загрубл.хар-ки** = *1,0*

При применении функции обнаружения пуска данную уставку по умолчанию можно изменить. В большинстве случаев возможно использование уставки 2,0.

Параметр: Макс.доп. вр.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:109) Макс.доп. вр.пуска** = *5,0 с*

Данная уставка должна быть больше, чем максимально допустимое время пуска подключенного двигателя. Указанное время пуска приводится в технических данных двигателей (например, время **заблокированного ротора**). Для предотвращения ложного срабатывания дифференциальной защиты уставка должна выбираться несколько большей допустимого времени пуска (с коэффициентом 1,2 или выше). Для электродвигателя в этом примере время пуска 6,5 с предполагалось при номинальном напряжении 90 % и номинальном крутящем моменте. Значение настройки должно быть больше 1,2 * 6,5 с = 7,8 с Siemens рекомендует установить значение 10 с.

Параметр: Коэф.загрубл.хар-ки DC (Обнаружение апериодической составляющей)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:110) Коэф.загрубл.хар-ки DC** = *2,0*

Функция обнаружения апериодической составляющей всегда активна. Наличие апериодической составляющей даже при протекании малых токов может вызывать погрешности работы ТТ (например, угловую погрешность). Для отстройки от таких режимов уставки параметров **Пороговое значение** и **Наклон 1** автоматически увеличиваются в соответствии с заданным коэффициентом. Уставка по умолчанию, равная 2,0, в большинстве случаев является вполне приемлемой.

Обнаружение внешних повреждений

На *Рисунок 6-24* представлен диапазон **Дополнительное торможение при внешнем повреждении**. Диапазон описан параметрами **Пороговое значение дополнительного торможения** и **Наклон 1**. При внешнем повреждении рабочая точка может выйти за пределы зоны дополнительного торможения и войти в зону срабатывания защиты. При помощи описанных далее параметров возможно задать временную блокировку защиты в таких случаях.

Параметр: Уст.дополн.тормож.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:128) Уст.дополн.тормож.** = *2,0*

Уставка **Уст.дополн.тормож.** позволяет вам задавать значение пуска функции дополнительного торможения. Рекомендуется использовать значение уставки, равное 2. Зона дополнительного торможения ограничена параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.

Параметр: Время дополн.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:129) Время дополн.торм.** = *0,3 с*

Уставка задается исходя из времени срабатывания защит смежных присоединений. Также необходимо учитывать время отключения выключателя. Рассматриваемая уставка вычисляется следующим образом:

$t_{Z\ торм.} \geq t_{сраб,внеш\ защита} + t_{сраб,выключатель}$

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Однако ее следует задавать в соответствии с конкретными условиями применения. Задание уставки 0 выводит из работы функцию обнаружения внешних повреждений.

Параметр: Вр.перекр.блк.доп.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:130) Вр.перекр.блк.доп.торм.** = *0,3 с*

Дополнительное торможение действует независимо в каждой из фаз. Однако эта функция может быть расширена для блокировки всех фаз. Поэтому Siemens рекомендует вводить функцию перекрестной

блокировки путем задания соответствующей выдержки времени. Данная выдержка времени должна равняться времени действия дополнительного торможения.

Ступень защиты I-ДИФФ быстр.

Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *6.2.3 Описание функции*). Следовательно, данная ступень должна быть постоянно введена в работу.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11041:3) Пороговое значение** = ***6 I/Iном.об.***

Если в генераторе имеются внутренние повреждения при одновременной работе в сети, вы можете принять направление протекания тока как от генератора, так и от сети. Если существует внешнее повреждение, ток течет только от генератора. Сверхпереходная реактивность и последующее переходное реактивное сопротивление по продольной оси начинают действовать после возникновения повреждения. Если предполагается, что трансформаторы почти идентичны и насыщение наступает не сразу, можно использовать переходное реактивное сопротивление по продольной оси для оценки максимального тока повреждения. Конструкция трансформатора тока основана на этом токе короткого замыкания.

При описанном предположении (насыщение не является одинаковым) вы настраиваете ступень через переходный ток короткого замыкания.

Iдифф быстр > 1,1/xd' · $I_{ном, генератор}$

Значения для xd' в диапазоне от 0,15 до 0,35 дают в результате значения уставок приблизительно от 3 $I_{ном, генератор}$ до 7 $I_{ном, генератор}$.

Пример:

Переходное реактивное сопротивление по продольной оси xd' (насыщ.) = 0,19

Это дает переходной ток 1,1/0,19 · $I_{ном, генератор}$ = 5,79 $I_{ном, генератор}$ = 5,79 $I_{ном,об}$

Для параметра **(_:11041:3) Пороговое значение** можно использовать уставку по умолчанию, равную ***6 I/Iном,об***.

Ступень защиты I-ДИФФ б/торм.

Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *Функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм., Страница 426*).

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:18002:3) Пороговое значение** = ***10,0 I/Iном,об***

Используйте описание ступени защиты I-ДИФФ быстр (*Ступень защиты I-ДИФФ быстр., Страница 434*) для задания уставки.

6.2.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:100	Общие данные:измер.ток НП стор.1		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:101	Общие данные:измер.ток НП стор.2		• нет • да	нет
_:2311:102	Общие данные:измер.ток НП стор.3		• нет • да	нет
_:2311:103	Общие данные:измер.ток НП стор.4		• нет • да	нет
_:2311:104	Общие данные:измер.ток НП стор.5		• нет • да	нет
_:2311:181	Общие данные:измер.ток НП общ.обм.		• нет • с ТТ 1ф • с ТТ 3ф	нет
_:2311:182	Общие данные:измер.ток НП обм.НН		• нет • да	нет
_:2311:105	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:106	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:107	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:108	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:109	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:110	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:111	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:112	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:113	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:114	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:115	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:116	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:117	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:118	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:119	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:120	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:121	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:122	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:123	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:124	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:125	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 1		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:126	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 2		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:127	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 3		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:128	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 4		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:129	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:183	Общие данные:Несогл.ТТ Изм.1ф		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:130	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:131	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М3ф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:132	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 МЗф 3 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:133	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 МЗф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:134	Общие данные:Несогл.ТТ ст.1 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:176	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 МЗф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:135	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 МЗф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:136	Общие данные:Несогл.ТТ ст2 МТЗф 3н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:137	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 МЗф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:177	Общие данные:Несогл.ТТ ст.2 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:138	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 МЗф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:139	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 МЗф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:140	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 МЗф 3 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:141	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 МЗф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:178	Общие данные:Несогл.ТТ ст.3 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:142	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 МЗф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:143	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 МЗф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:144	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 МЗф 3 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:145	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 МЗф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:179	Общие данные:Несогл.ТТ ст.4 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:146	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 1 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:147	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 2 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:148	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 3 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:149	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М3ф 4 н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:180	Общие данные:Несогл.ТТ ст.5 М1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:184	Общие данные:Несогл.ТТ Изм.1ф н/т		0.000 до 100.000	0.000
_:2311:191	Общие данные:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:2311:151	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:152	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:153	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:154	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:155	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М1ф		0 до 100	0
_:2311:156	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:157	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:158	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:159	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:160	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М1ф		0 до 100	0
_:2311:161	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 1		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:162	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:163	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:164	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:165	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М1ф		0 до 100	0
_:2311:166	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:167	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:168	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:169	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:170	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М1ф		0 до 100	0
_:2311:171	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:172	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:173	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:174	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:175	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 М1ф		0 до 100	0
_:2311:185	Общие данные:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0
_:2311:187	Общие данные:Исп.полож.РПН		• нет • да	да
Общие данные				
_:11041:1	I-Дифф:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11041:2	I-Дифф:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11041:6	I-Дифф:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Хар-ка сраб.				
_:11041:3	I-Дифф:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:11041:100	I-Дифф:Наклон 1		0.00 до 0.80	0.30
_:11041:101	I-Дифф:Пересеч.1 Iторм		0.00 I/Iном.об. до 5.00 I/Iном.об.	0.67 I/Iном.об.
_:11041:102	I-Дифф:Наклон 2		0.25 до 0.95	0.70

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11041:103	I-Дифф:Пересеч.2 Iторм		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.50 I/Iном.об.
Обнаруж. пуска				
_:11041:106	I-Дифф:Обнаруж. пуска		• нет • да	да
_:11041:107	I-Дифф:Уст.обнар.пуска		0.1 I/Iном.об. до 2.0 I/Iном.об.	0.1 I/Iном.об.
_:11041:108	I-Дифф:Коэфф.загрубл. хар-ки		1.0 до 5.0	2.0
_:11041:109	I-Дифф:Макс.доп. вр.пуска		0.1 с до 180.0 с	5.0 с
Обн. апер. сост.				
_:11041:110	I-Дифф:Коэф.загрубл.хар-ки DC		1.0 до 5.0	2.3
Обнар. внеш. повр.				
_:11041:128	I-Дифф:Уст.дополн.тормож.		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.00 I/Iном.об.
_:11041:129	I-Дифф:Время дополн.торм.		0.00 с до 5.00 с; ∞	0.30 с
_:11041:130	I-Дифф:Вр.перекр.блк.доп.торм.		0.00 с до 2.00 с; ∞	0.30 с
I-Дифф быстр.				
_:11071:1	I-Дифф быстр.:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11071:3	I-Дифф быстр.:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	7.5 I/Iном.об.
_:11071:6	I-Дифф быстр.:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:11071:100	I-Дифф быстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
ОШ-Дифф б/торм				
_:18002:1	ОШ-Дифф б/торм:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:18002:3	ОШ-Дифф б/торм:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	10.0 I/Iном.об.
_:18002:6	ОШ-Дифф б/торм:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:18002:100	ОШ-Дифф б/торм:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

6.2.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Idифф	WYE	O
_:2311:301	Общие данные:Iторм	WYE	O
_:2311:311	Общие данные:Idифф ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:312	Общие данные:Idифф ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:313	Общие данные:Idифф ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:314	Общие данные:Iторм ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:315	Общие данные:Iторм ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:316	Общие данные:Iторм ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:317	Общие данные:Адапт.настр.неакт.	SPS	O
I-Дифф			
_:11041:81	I-Дифф:>Блок. ступень	SPS	I
_:11041:54	I-Дифф:Неактивно	SPS	O
_:11041:52	I-Дифф:Режим работы	ENS	O
_:11041:53	I-Дифф:Статус исправности	ENS	O
_:11041:55	I-Дифф:Пуск	ACD	O
_:11041:56	I-Дифф:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11041:57	I-Дифф:Работа	ACT	O
_:11041:301	I-Дифф:Наклон 1	MV	O
_:11041:302	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (Пуск)	SPS	O
_:11041:303	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (DC)	SPS	O
_:11041:312	I-Дифф:Блок.обнар.внешн.КЗ	ACT	O
_:11041:313	I-Дифф:Перекр.блок.внешн.КЗ	SPS	O
I-Дифф быстр.			
_:11071:81	I-Дифф быстр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:11071:54	I-Дифф быстр.:Неактивно	SPS	O
_:11071:52	I-Дифф быстр.:Режим работы	ENS	O
_:11071:53	I-Дифф быстр.:Статус исправности	ENS	O
_:11071:55	I-Дифф быстр.:Пуск	ACD	O
_:11071:57	I-Дифф быстр.:Работа	ACT	O
_:11071:56	I-Дифф быстр.:зад.сраб.истекла	ACT	O
ОШ-Дифф б/торм			
_:18002:81	ОШ-Дифф б/торм:>Блок. ступень	SPS	I
_:18002:54	ОШ-Дифф б/торм:Неактивно	SPS	O
_:18002:52	ОШ-Дифф б/торм:Режим работы	ENS	O
_:18002:53	ОШ-Дифф б/торм:Статус исправности	ENS	O
_:18002:55	ОШ-Дифф б/торм:Пуск	ACD	O
_:18002:57	ОШ-Дифф б/торм:Работа	ACT	O
_:18002:56	ОШ-Дифф б/торм:зад.сраб.истекла	ACT	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.3 Дифференциальная защита трансформатора

6.3.1 Обзор функций

Дифференциальная защита трансформатора (ANSI 87T):

- Обеспечивает защиту от многофазных повреждений и замыканий на землю трансформаторов, реакторов, коротких линий электропередачи, генераторов и электродвигателей.
- Обеспечивает защиту блоков генератор-трансформатор, трансформатор-реактор, трансформатор-реактор в нейтрали.
- Имеет возможность отстройки от бросков тока намагничивания и режима перенасыщения.
- Отстроена от внешних повреждений, сопровождающихся насыщением трансформаторов тока, благодаря использованию специальных алгоритмов обнаружения насыщения трансформаторов тока
- Надежно срабатывает при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами, благодаря наличию дополнительной быстродействующей ступени (дифференциальной отсечки)

В зависимости от используемого типа устройства может обеспечивать защиту оборудования различной конфигурации. Устройство 7UM85 защищает двухобмоточный трансформатор или автотрансформатор. .

6.3.2 Структура функции

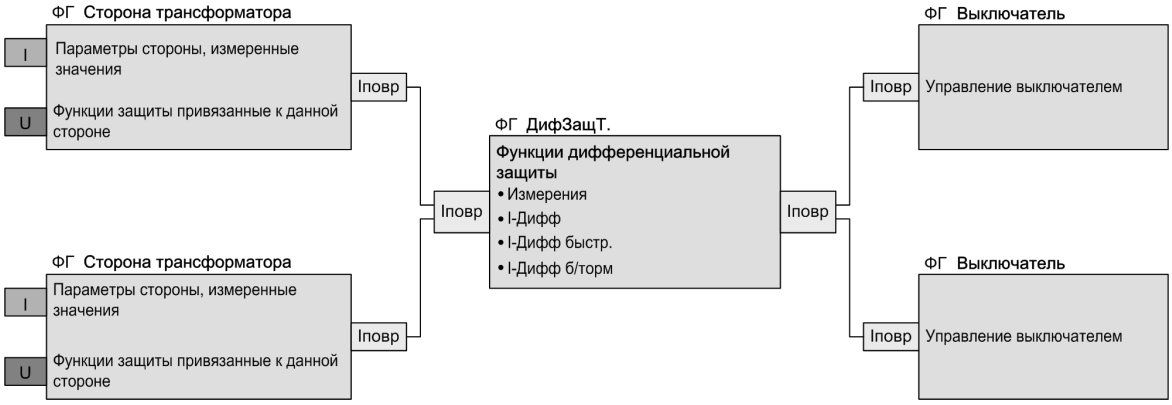
Функция **Дифференциальная защита трансформатора** используется в функциональной группе **Трансформатор** или **Автотрансформатор**. Функция зависит от применения в соответствующем шаблоне применения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время конфигурирования.

Функция **Дифференциальная защита трансформатора** состоит из двух ступеней: I-ДИФФ и I-ДИФФ быстр. Кроме того, доступна ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм. Вы можете выбрать эту отключающую ступень из каталога функций и скопировать ее в функцию **Дифференциальная защита трансформатора**. Данные ступени могут быть заблокированы, а также их можно независимо ввести или вывести из работы.

В ФГ **Сторона трансформатора** выполняются следующие действия:

- Принимаются уставки защиты соответствующей стороны трансформатора.
- Выполняются необходимые вычисления для соответствующей стороны.
- Вся информация (уставки, измеренные токи) передается в ФГ **Трансформатор**.
- Принятие необходимых уставок для адаптации дифференциальной защиты к текущей настройке РПН.

Защитные функции, относящиеся к какой-либо стороне трансформатора, например, ограниченная защита от замыканий на землю, защита от перегрузки, максимальная токовая защита и др., могут выполняться в соответствующей функциональной группе **Сторона трансформатора**.



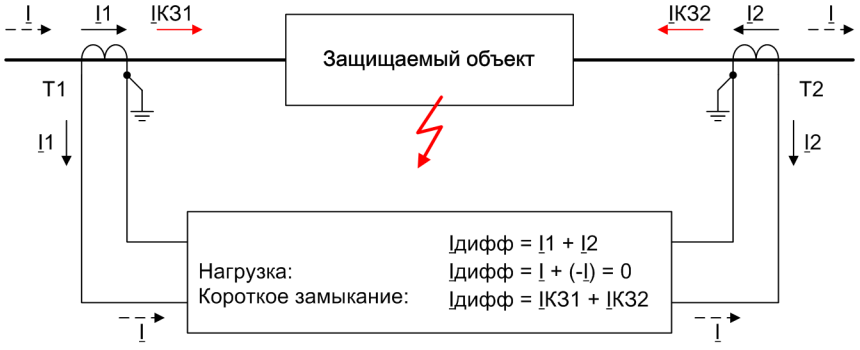
[dweinbfk-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-25 Структура/реализация функции

6.3.3 Описание функции

6.3.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты

Принцип работы дифференциальной защиты основан на сравнении токов (относящихся к определенному узлу в соответствии с законом Кирхгоффа и с учетом коэффициента трансформации трансформатора). При сравнении токов используется тот факт, что в нормальном режиме работы по обеим сторонам защищаемого объекта протекает одинаковый ток (пунктирная линия на *Рисунок 6-26*). Этот ток втекает с одной стороны рассматриваемой зоны и вытекает с другой стороны. Разность токов является четким показателем наличия повреждения в пределах защищаемого объекта. Разность токов вычисляется путем определения их направления. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное. Дифференциальный ток вычисляется путем векторного сложения.



[dwprin2s-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-26 Принцип действия дифференциальной защиты на примере двухстороннего защищаемого объекта

Для корректной работы требуется указать дополнительные параметры. Реализация этих дополнительных функций описана в главе *6.3.3.6 Функция дифференциальной защиты (I-ДИФФ)*.

Торможение защиты

Протекание значительных сквозных токов через защищаемый объект в случае внешнего повреждения при различной степени насыщения ТТ **W1** и **W2** (*Рисунок 6-26*) вызывает появление дифференциального тока $I_{дифф}$. Если значение данного тока превысит значение соответствующей уставки срабатывания, то, несмотря на отсутствие внутреннего повреждения, защита выдаст команду на отключение. В таких случаях для предотвращения излишних срабатываний защиты применяется торможение по току $I_{торм}$, которое определяет форму пусковой характеристики $I\text{-}_{дифф} = f(I_{торм})$.

В качестве тормозного тока выбирается наибольший ток из двух или более точек измерения.

При использовании 2 точек измерения справедливо следующее:

Дифференциальный ток (ток отключения):

$I_{дифф} = (\underline{I}_1 + \underline{I}_2)$

Тормозной ток:

$I_{торм.} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|)$

При использовании более 2 точек измерения тормозной ток определяется с учетом всех измеренных токов. Применение данного способа вычисления тормозного тока обеспечивает правильную работу защиты в случае внутреннего повреждения при использовании более 2 точек измерения и с различными условиями подпитки места повреждения.

$I_{торм.} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2| ; ... |\underline{I}_n|)$

Для пояснения принципа торможения дифференциальной защиты необходимо рассмотреть 3 ключевых режима ее работы с идеализированным токораспределением:

- Большой сквозной ток в случае отсутствия повреждения или внешнем КЗ:

  $\underline{I}_1$ втекает в защищаемую зону, $\underline{I}_2$ вытекает из защищаемой зоны, следовательно, в соответствии с данным ранее определением $\underline{I}_2 = -\underline{I}_1$;

  То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 - \underline{I}_1| = 0$

  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$

  Дифференциальный ток отсутствует ($I_{дифф} = 0$); тормозной ток ($I_{торм}$) равен сквозному току.

- Внутреннее повреждение, подпитываемое с двух сторон одинаковыми токами:

  Тогда $\underline{I}_2 = \underline{I}_1$; То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$;

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + \underline{I}_1| = 2 \cdot |\underline{I}_1|$

  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$

  Величина отключения ($I\text{-}_{дифф}$) вдвое больше тока КЗ и тормозного тока ($I_{торм}$).

- Внутреннее повреждение, подпитываемое только с одной стороны:

  Тогда $\underline{I}_2 = 0$

  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + 0| = |\underline{I}_1|$

  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1|$

  Величина отключения ($I_{дифф}$) и тормозной ток ($I_{торм}$) равны и соответствуют току КЗ.

Дополнительное торможение при внешних КЗ

При внешнем КЗ, сопровождающемся протеканием больших сквозных токов, возможно насыщение ТТ. Насыщение ТТ может в большей или меньшей степени влиять на измерения тока в точках измерения, что приводит к возникновению дифференциального тока. Точка, соответствующая данному дифференциальному току, может временно попадать в область срабатывания рабочей характеристики защиты, что в свою очередь (при отсутствии специальных мер) может привести к нежелательному отключению защищаемого объекта. В соответствии с *Рисунок 6-27* предусмотрено 2 основных варианта развития событий:

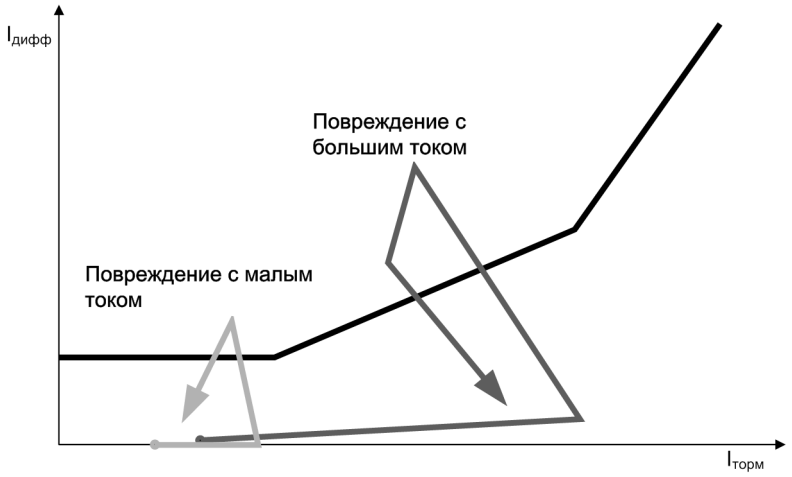
- Внешнее повреждение, сопровождающееся большим током КЗ.

  Сначала ток, протекающий с двух сторон защищаемого объекта, приводит к появлению большого тормозного тока. Затем ТТ входит в режим насыщения, что приводит к появлению дифференциального тока $I_{дифф}$, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты. Одновременно с этим происходит снижение тормозного тока $I_{торм}$. После того как ТТ выходят из режима насыщения дифференциальный ток снижается и выходит из области срабатывания тормозной характеристики.

- Внешнее повреждение, сопровождающееся малым током.

  ТТ могут входить в режим насыщения также и при протекании малых сквозных токов с длительно затухающей апериодической составляющей (включение трансформаторов, двигателей). Данный режим характеризуется изменением фазового угла тока. В таком случае также возможно появление дифференциального тока, достаточного для попадания в область срабатывания тормозной характеристики защиты.

Специальные алгоритмы определения насыщения ТТ позволяют обнаружить описанные выше режимы работы и временно заблокировать работу дифференциальной защиты.

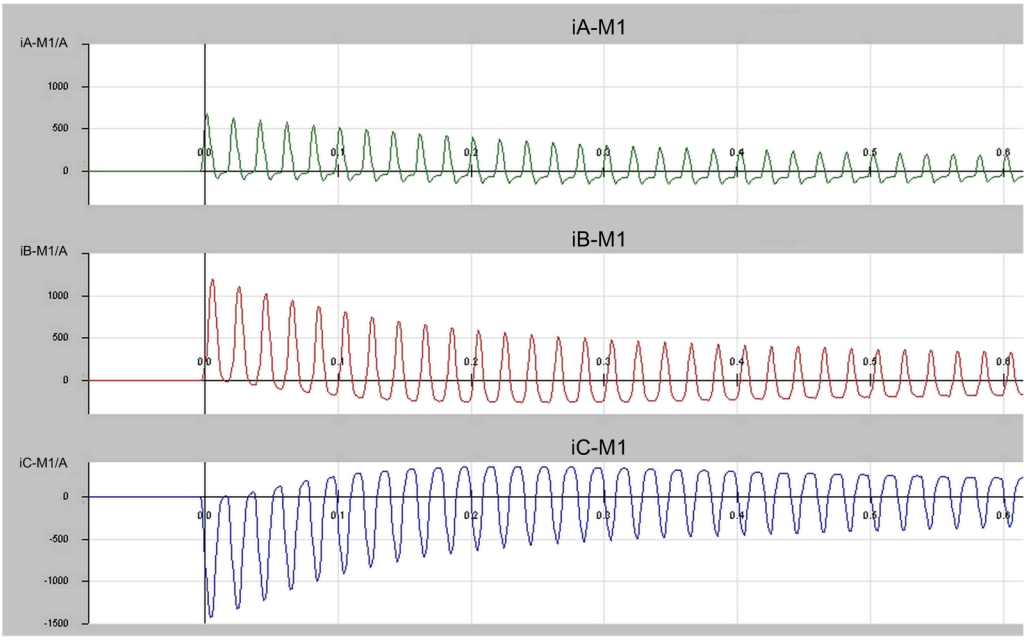


[dwislauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-27 Траектория движения рабочей точки при внешнем повреждении и временном насыщении ТТ с одной из сторон защищаемого объекта.

Торможение при броске тока намагничивания и перевозбуждении

При включении трансформатора под напряжение наблюдается бросок тока намагничивания, содержащий значительную апериодическую составляющую. Бросок тока намагничивания появляется во всех фазах и приводит к возникновению дифференциального тока. Для мощных трансформаторов затухание апериодической составляющей может длиться до нескольких секунд. На следующем рисунке приведены характерные кривые броска тока намагничивания.



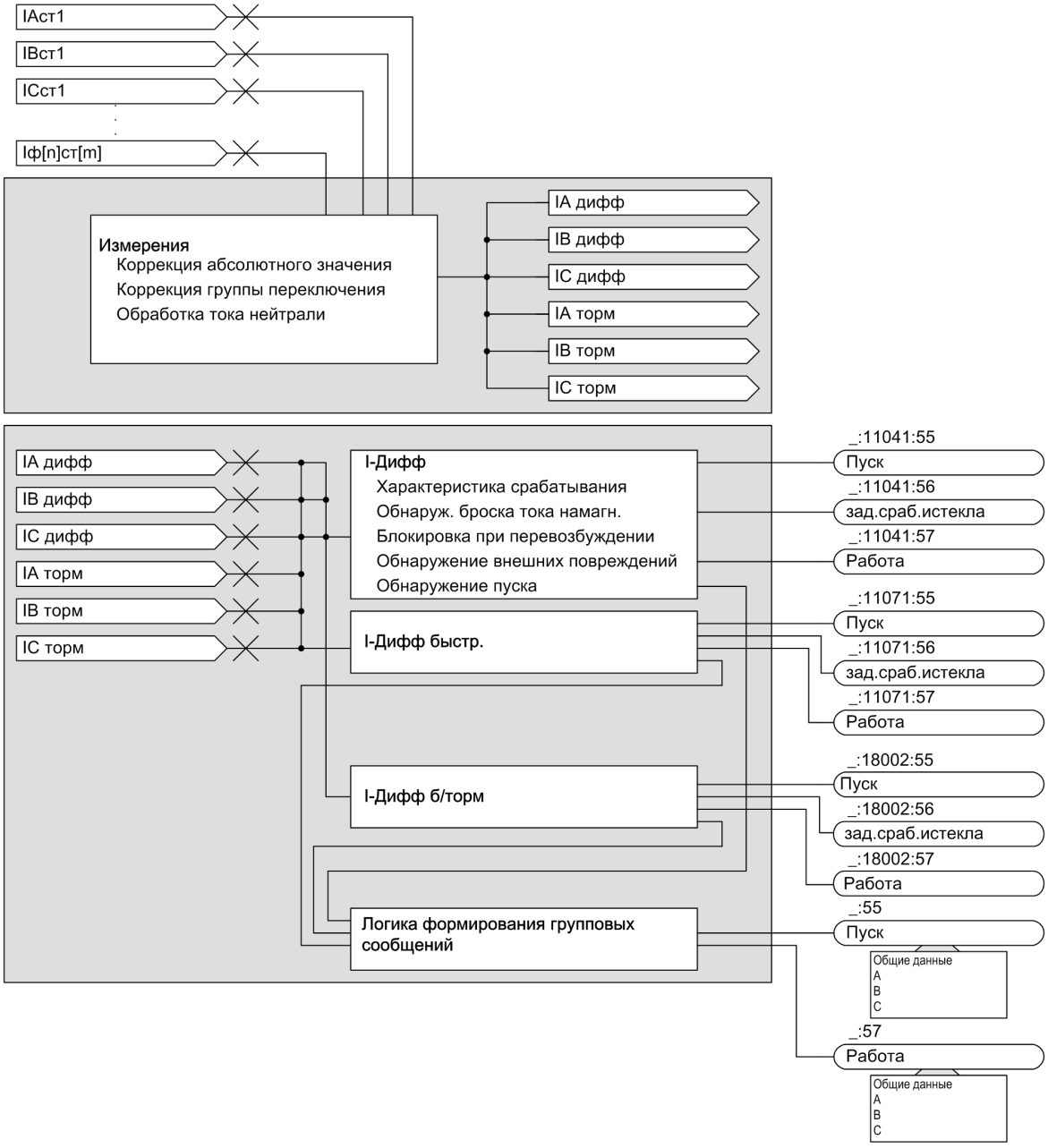
[dwscreen-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-28 Типовые графики броска тока намагничивания.

Работа трансформатора на повышенном напряжении может привести к тому, что трансформатор войдет в режим работы на нелинейной части характеристики намагничивания. Это приводит к увеличению тока намагничивания и, следовательно, к появлению повышенного дифференциального тока, что может стать причиной ложного срабатывания защиты.

Поэтому для блокировки работы дифференциальной защиты при постановке трансформатора под напряжение и его перевозбуждении используются специальные функции.

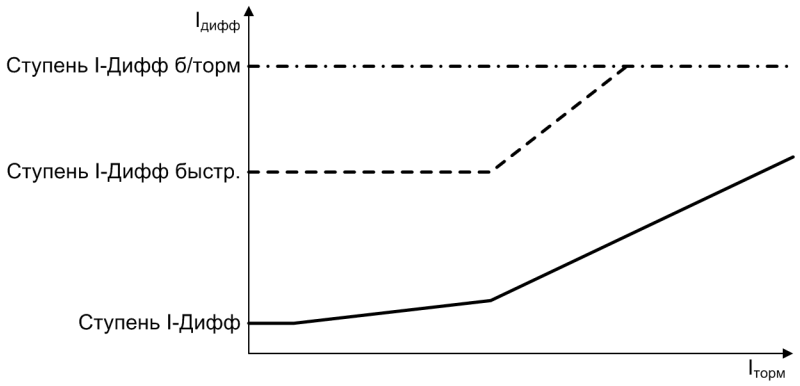
6.3.3.2 Логика работы



[lomessgr-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-29 Логическая схема дифференциальной защиты трансформатора

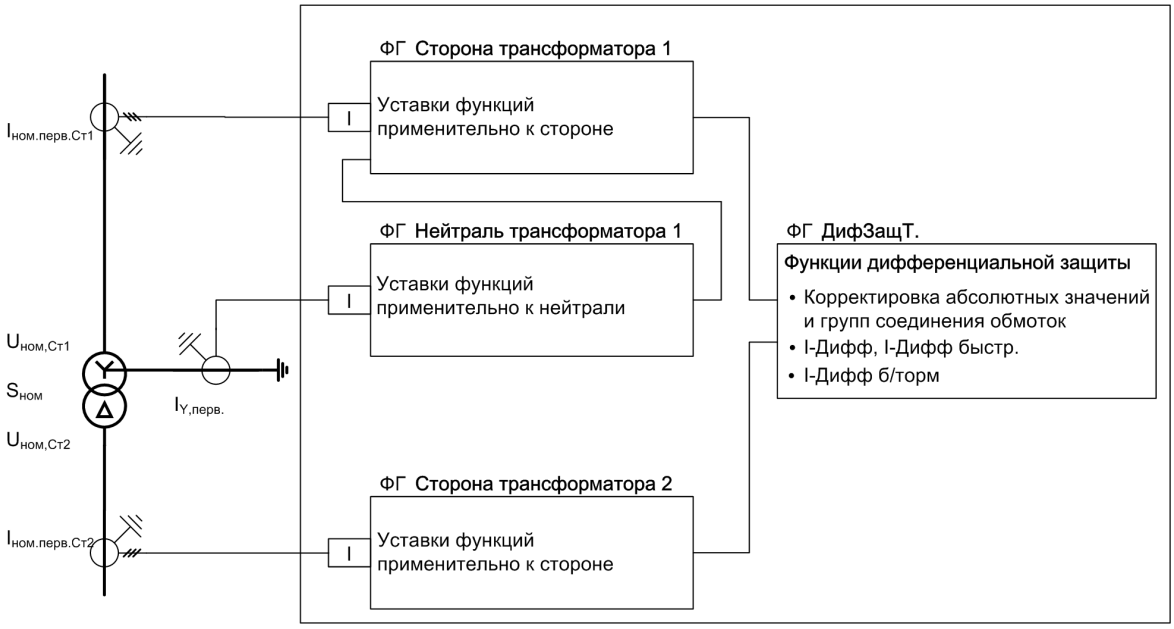
Взаимодействие ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм, I-ДИФФ быстр. и I-ДИФФ ступеней отключения показано далее на характеристике срабатывания.



[dw_charac_function_trans-dif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-30 Характеристика срабатывания функции дифференциальной защиты трансформатора

Далее подробно описываются отдельные функциональные блоки дифференциальной защиты. В качестве примера (*Рисунок 6-31*) представлено описание дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора. В данном примере показана связь трансформатора тока, установленного в нейтрали, с фазными трансформаторам тока. Также представлены две функциональные группы, относящиеся к дифференциальной защите.



[dw2wtyd5-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-31 Соединение и основная структура функциональных групп для примера выполнения дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора с группой соединения Yd5

6.3.3.3 Обработка измеренных величин

Коррекция абсолютного значения

Т. к. первичный номинальный ток ТТ не всегда удается подобрать точно в соответствии с номинальным током защищаемого объекта, функцией дифференциальной защиты выполняется приведение измеренных величин к номинальным параметрам защищаемого объекта. Данное преобразование осуществляется на каждом интервале дискретизации (т. е. для мгновенных значений). Функция дифференциальной защиты обрабатывает 20 выборок измеренных значений за период промышленной частоты. Дополнительно используются серии выборок. Высокая точность измерений достигается во всем диапазоне допустимых частот от 10 до 80 Гц.

Отключающая ступень I-ДИФФ быстр работает вне зависимости от частоты, что обеспечивает быстроту срабатывания при низких частотах.

Коррекция абсолютного значения осуществляется в соответствии со следующей формулой:

$$i^{*}_{фх} = k\, i_{фх}$$

$$\text{где } k = \frac{I_{ТТ\,ном.перв,Sx}}{I_{ном.об.Sx}} = \frac{I_{ТТ\,ном.перв,Sx}}{\frac{S_{ном.баз.}}{U_{ном.Sx}\sqrt{3}}}$$

[fobetr07-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$i_{фх}$*	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
$i_{фх}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
k	Коэффициент коррекции для точки измерений.
$I_{ТТном.перв,Sx}$	Первичный номинальный ток трансформатора тока в точке измерений
$S_{ном,баз.}$	Базисная мощность (максимальная номинальная полная мощность защищаемого объекта)
$U_{ном,Sx}$	Номинальное напряжение соответствующей стороны (точки измерений) защищаемого объекта

ПРИМЕЧАНИЕ

В качестве базисной обмотки многообмоточного трансформатора используется обмотка, имеющая наибольшую мощность. Если несколько обмоток имеют одинаковое абсолютное значение мощности, то за базисную принимается обмотка с наибольшим током. Абсолютные значения, измеренные установленным в нейтрали трансформатором тока, также корректируются в соответствии с приведенной выше формулой. При этом абсолютные значения приводятся к стороне, имеющей наибольшую мощность.

Коррекция РПН

При наличии РПН на стороне трансформатора токи стороны также приводятся к текущему положению РПН. Для активации этой функции следует ввести уставки функциональной группы **Сторона трансформатора**. Настройки **`РПН`**, **`Базовое полож.`** и **`Разн.напряж.смежн.отп.`** содержатся в инструкции «Задание уставок и примечания по вводу общих уставок», подзаголовок «Параметры»: Более подробное описание РПН.

Введите уставку ступени, соответствующую номинальному напряжению, и уставку для напряжения ступени. При наличии этих уставок для каждого изменения положения отпайки рассчитывается корректирующий коэффициент.

$$k_{(i)} = k_{Баз.Полож.} \cdot \left(1 + \frac{(Поз._{(i)} - Баз.Полож.) \cdot \Delta U}{U_{ном}}\right)$$

[foBasPo1-231013-01, 1, ru_RU]

где

$Поз._{(i)}$	Текущее положение РПН
Баз.Полож.	Базовое положение РПН
ΔU	Разность напряжений ступени
$U_{ном.}$	Номинальное напряжение
$k_{Баз.Полож.}$	Соответствует корректирующему коэффициенту для каждой точки измерения

Если РПН активирует подвижный контакт электропривода, то предыдущая ступень остается активной до момента получения сигнала о конце переключения.

При неисправном устройстве определения текущего положения РПН могут возникать значительные рабочие токи. В этом случае можно выполнить одно из следующих действий:

1. Рассчитать среднее значение поправочного коэффициента

$$k_{баз} = k_{Баз.Полож.} \cdot \frac{U_{баз}}{U_{ном}}$$

[foBasPo2-231013-01, 1, ru_RU]

$$U_{баз} = \frac{2}{\frac{1}{U_{мин}} + \frac{1}{U_{макс}}}$$

[foBasPo3-231013-01, 1, ru_RU]

2. Задать "нечувствительную" уставку кривой срабатывания с коэффициентом k_{tcr}

$$k_{tcr} = \frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}}$$

[foBasPo4-231013-01, 1, ru_RU]

Коррекция векторных групп

Векторные группы возникают из-за различий электромагнитной связи обмоток с сердечником, а также из-за использования разных схем соединения обмоток (Y, D, Z). Поэтому измеренные токи не могут быть использованы дифференциальной защитой для непосредственного суммирования. Коррекция векторной группы учитывает магнитную связь обмоток трансформатора и позволяет сравнивать измеренные токи. Коррекция выполняется таким образом, что каждая сторона приводится к группе соединения 0. Т. к. функция защиты работает с 3-фазными величинами, то преобразование выполняется при помощи матриц, предназначенных для работы с определенными векторными группами. Общее представление дает следующая формула. Коррекция абсолютного значения производится в пределах одного шага расчета:

$$\begin{bmatrix} i_A^* \\ i_B^* \\ i_C^* \end{bmatrix} = k * M_{SG} * \begin{bmatrix} i_A \\ i_B \\ i_C \end{bmatrix}$$

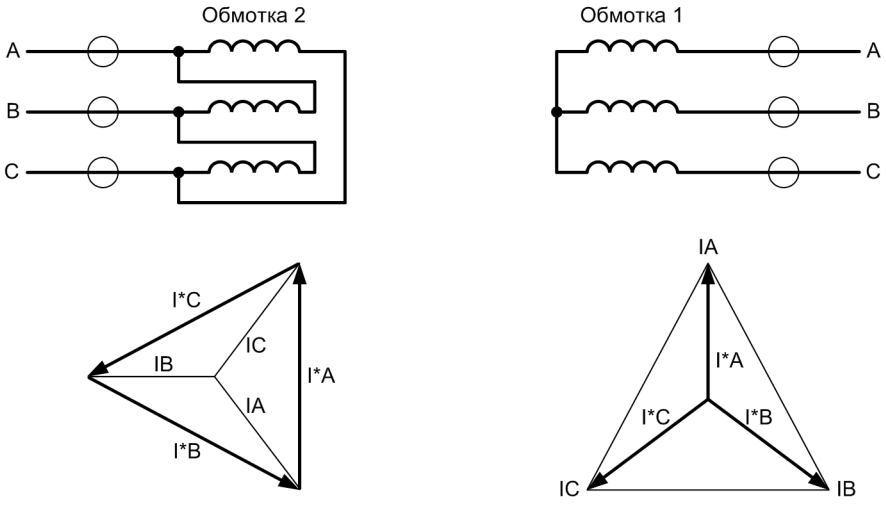
[foscha08-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

$i_{фх}^*$	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
$i_{фх}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C)
k	Коэффициент коррекции абсолютного значения для точки измерения
M_{SG}	Корректировочная матрица

В следующем примере (см. *Рисунок 6-32*) показан пример преобразования. В отличие от *Рисунок 6-31* нейтраль изолирована, поэтому в случае внешнего повреждения ток нулевой последовательности (ток КЗ) не будет протекать, и, следовательно, не будет искажения измерений.

В данном примере не учитывается коррекция мгновенных значений токов. На стороне обмотки, соединенной в треугольник, токи приводятся к группе соединения 0. Если в зоне защиты находится заземляющий реактор, то использование в данной матрице измеренного тока нулевой последовательности позволяет повысить чувствительность защиты по сравнению с применением обычной корректировочной матрицы (см. *Рисунок 6-35*).



[dwyd5001-030912-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1-\sqrt{3} & 1 & 1+\sqrt{3} \\ 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} & 1 \\ 1 & 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{pmatrix}$$

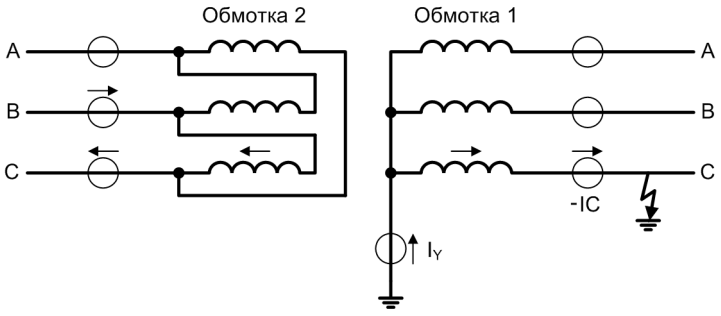
[foyd5001-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-32 Коррекция векторной группы обмоток для трансформатора Yd5 без учета коррекции абсолютного значения

6.3.3.4 Ток нейтрали трансформатора

Учет тока нейтрали трансформатора

Если нейтраль трансформатора заземлена, то в случае внешнего замыкания на землю через нейтраль ток повреждения может втекать в защищаемую зону. В таких случаях данный ток необходимо учитывать при вычислении дифференциального тока. На рис. *Рисунок 6-33* показан ток нулевой последовательности, например, при замыкании на правой стороне фазного тока ($-\underline{I}_C = -3\underline{I}_0$). Данный ток равен току нейтрали ($\underline{I}_Y = 3\underline{I}_0$) и оказывает влияние на сумму токов, вычисляемую для определения дифференциального тока.



[dwsgayd5-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-33 Коррекция векторной группы для трансформатора Yd5

Полная корректировочная матрица для заземленной стороны (со схемой Y), учитывающая все токи, для данного примера имеет следующий вид:

$$\begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = 1 \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} I_Y \\ I_Y \\ I_Y \end{pmatrix}$$

[foanpa11-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$\underline{I}_Y$ соответствует $-3\underline{I}_0$ в случае протекания сквозного тока. В случае **внутреннего** замыкания на землю ток нулевой последовательности используется в расчетах ($\underline{I}_0 = 1/3\ \underline{I}_Y$). При **внешнем** замыкании на землю ток нулевой последовательности исключается из расчета, т. к. ток $3\underline{I}_0 = (\underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C)$ (в рассматриваемом случае отрицательный), измеренный на зажимах трансформатора, компенсируется током нейтрали $\underline{I}_Y$. Таким образом обеспечивается абсолютная селективность защиты при внутренних замыканиях на землю, а в случае внешнего замыкания на землю ток нулевой последовательности автоматически исключается из расчетов.

Ток нулевой последовательности учитывается в расчетах при выполнении следующих условий:

- В функциональной группе **Сторона трансформатора** установлен параметр **`Нейтраль`** = ***`заземленная`***.
- Функциональная группа **Нейтр.точка тр-ра** подключена к соответствующей точке измерения и к функциональной группе **Сторона трансформатора** (см. *Рисунок 6-31*).
- В функциональной группе **Трансформатор** задается параметр **`измер.ток НП стор.1`** = ***`да`***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для обеспечения корректной работы дифференциальной защиты в нейтрали трансформатора должен быть установлен соответствующий ТТ (практически не подверженный насыщению). 1-фазные внутренние замыкания могут сопровождаться большими токами. При этом в случае насыщения ТТ возможно появление значительных высших гармонических составляющих тока, что может привести к блокировке дифференциальной защиты от функции обнаружения броска тока намагничивания. Кроме того, насыщение ТТ может привести к выдаче защитой сигнала отключения неповрежденных фаз.

Ток нейтрали не измеряется

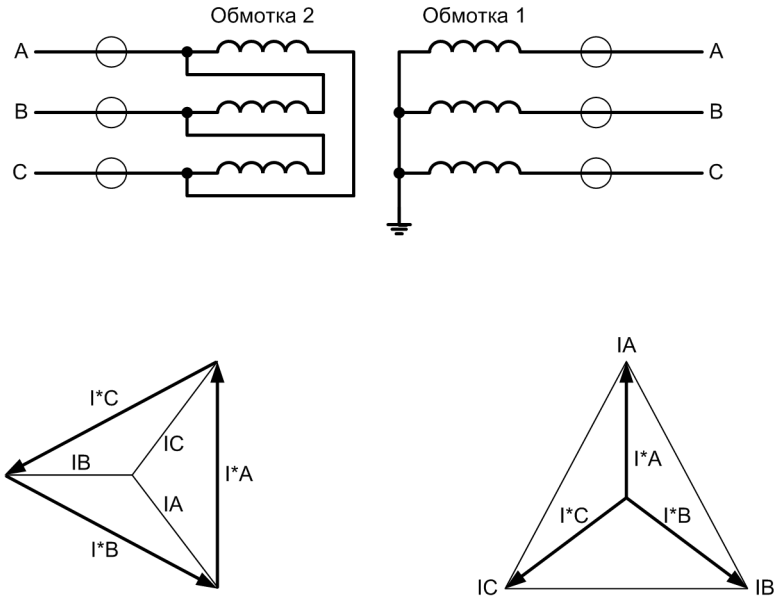
Часто возникают ситуации, когда ток нейтрали невозможно подвести к дифференциальной защите трансформатора. При этом в соответствии с *Рисунок 6-32* невозможно рассчитать полную сумму всех токов, втекающих в защищаемую зону, т. к. не учитывается ток $\underline{I}_Y$. В таком случае для того, чтобы избежать появления тока нулевой последовательности, необходимо из фазных токов ($-\underline{I}_C = -3\underline{I}_0$) исключить ток нулевой последовательности.

На *Рисунок 6-34* показан пример трансформатора с векторной группой YNd5 с заземлением нейтрали на стороне звезды.

В левой части (сторона треугольника) *Рисунок 6-34* показано автоматическое отпускание тока нулевой последовательности путем формирования дифференциального тока. Ток нулевой последовательности не может вытекать из обмотки, соединенной в треугольник. Если отсутствует возможность измерения тока нулевой последовательности, то его следует исключить из расчета со стороны звезды. Это получается из корректировочной матрицы, например, для:

$\underline{I}^*_A$: $1/3\ (2\ \underline{I}_A - 1\ \underline{I}_B - 1\ \underline{I}_C) = 1/3\ (3\ \underline{I}_A - \underline{I}_A - \underline{I}_B - \underline{I}_C) = 1/3\ (3\ \underline{I}_A - 3\ \underline{I}_0) = (\underline{I}_A - \underline{I}_0)$

При устранении тока нулевой последовательности токи повреждения можно использовать в расчетах без каких-либо дополнительных алгоритмов. Если внутри защищаемой зоны есть заземленная точка (заземленная нейтраль трансформатора или реактор, установленный в нейтрали), то в случае внешнего замыкания на землю через трансформатор будет протекать ток повреждения. В примере, приведенном на *Рисунок 6-34*, ток нулевой последовательности появляется на правой стороне, а на левой – нет. Сравнение токов без компенсации тока нулевой последовательности и без учета тока нейтрали приведет к ложному срабатыванию (возникновению дифференциального тока в случае внешнего повреждения).



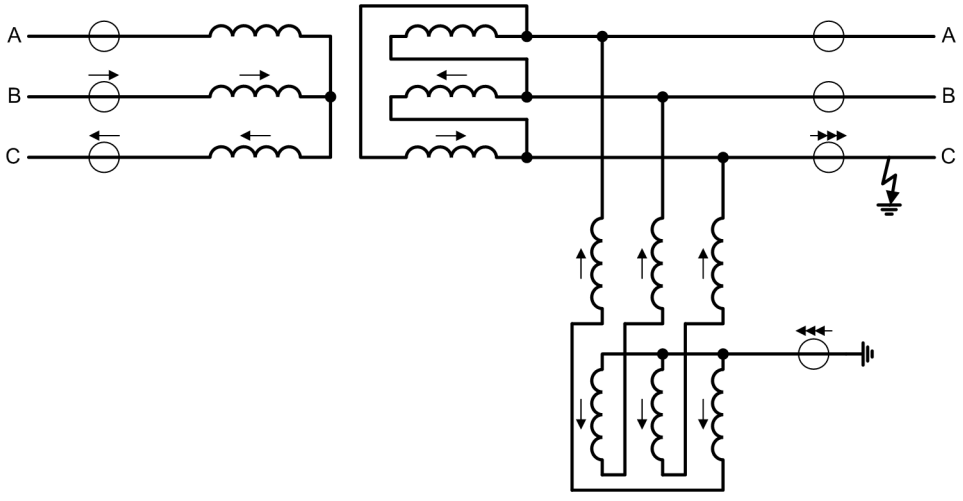
[dwyd5002-120120-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1-\sqrt{3} & 1 & 1+\sqrt{3} \\ 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} & 1 \\ 1 & 1+\sqrt{3} & 1-\sqrt{3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix} \qquad \begin{pmatrix} I_A^* \\ I_B^* \\ I_C^* \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_A \\ I_B \\ I_C \end{pmatrix}$$

[foyd5002-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-34 Коррекция векторной группы для трансформатора YNd5

На рис. *Рисунок 6-35* показан пример внешнего замыкания на землю на стороне треугольника в случае установки в защищаемой зоне заземляющего реактора (с обмоткой, соединенной в зигзаг). В данном случае ток нулевой последовательности также появляется на правой стороне, а на левой – нет. Если заземляющий реактор находится за пределами защищаемой зоны (ТТ установлены между силовым трансформатором и заземляющим реактором), то токи нулевой последовательности не оказывают влияния на работу дифференциальной защиты, так как они не протекают через точку измерений (ТТ).



[dwtstern-120120-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-35 Распределение токов при внешнем замыкании на землю в случае установки в защищаемой зоне заземляющего реактора.

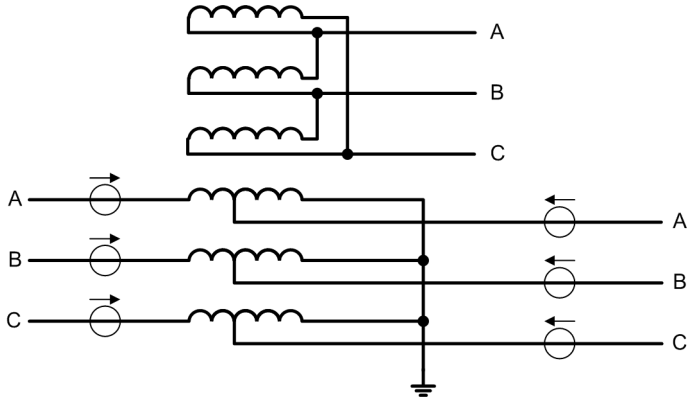
Недостатком применения компенсации тока нулевой последовательности является снижение чувствительности дифференциальной защиты к внутренним замыканиям на землю со стороны заземленной нейтрали. Поскольку ток нулевой последовательности составляет 1/3 тока повреждения, то чувствительность снижается до 2/3. Если в защищаемой зоне отсутствует заземленная нейтраль или в случае, когда доступно измерение тока нейтрали (*Рисунок 6-33*), нет необходимости применять компенсацию токов нулевой последовательности (см. *Рисунок 6-32*). Для того чтобы пробой **ограничителя перенапряжений, установленного в нейтрали трансформатора** не распознавался защитой как внутреннее повреждение, необходимо использовать компенсацию токов нулевой последовательности.

Если в функциональной группе **Сторона трансформатора** установлен параметр **Нейтраль** = ***заземленная*** и к функциональной группе не подключен ток нейтрали (см. *Рисунок 6-31*), то компенсация всегда выполняется. Если ток нейтрали используется функциональной группой **Сторона трансформатора** (например, для реализации ограниченной защиты от замыканий на землю) и в функциональной группе **Трансформатор** установлен параметр **измер.ток НП стор.1** = ***нет***, то компенсация также выполняется. В случае, когда установлен параметр **Нейтраль** = ***изолированная***, фазные токи обрабатываются непосредственно без учета токов нулевой последовательности. Указанную уставку следует выставлять, если к нейтрали трансформатора ничего не подключено.

6.3.3.5 Особенности защиты автотрансформаторов

Для того, чтобы дифференциальная защита могла корректно сравнивать токи разных сторон защищаемого объекта они приводятся к обмотке (стороне), имеющей наибольшую номинальную полную мощность. Указанная мощность называется **номинальной мощностью защищаемого объекта**. Если несколько сторон имеют одинаковую номинальную полную мощность, то в качестве базисной принимается сторона с наибольшим номинальным током.

Автотрансформаторы могут иметь только векторную группу обмоток Y(N)y0 (*Рисунок 6-36*.) Заземление нейтрали влияет на все обмотки автотрансформатора, соединенные с частями электроэнергетической системы (высокое напряжение и снижение напряжения). При замыкании на землю происходит соединение двух частей электроэнергетической системы через общее заземление нейтрали.



[dwstern1-040912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-36 Автотрансформатор с заземленной нейтралью

Для полного учета всех токов, втекающих в защищаемую зону, необходимо также учитывать и ток $I_{торм.}$ нулевой последовательности. Если отсутствует возможность измерения тока нейтрали, то ток нулевой последовательности 2-фазных токов необходимо исключать из расчета. Таким образом, для обеих сторон автотрансформатора применяется корректировочная матрица с компенсацией токов нулевой последовательности. Так же как при использовании раздельных обмоток, чувствительность дифференциальной защиты к замыканиям на землю в защищаемой зоне снижается до 2/3 тока повреждения. Амплитуда тока нулевой последовательности будет составлять до 1/3 тока короткого замыкания.

Если ток нейтрали автотрансформатора подводится к устройству, то учитываются все токи, втекающие в защищаемую зону. Тогда токи нулевой последовательности в фазах компенсируются при внешних замыканиях на землю путем суммирования с током в нейтрали. При этом в случае внутреннего замыкания на землю обеспечивается максимальная чувствительность дифференциальной защиты.

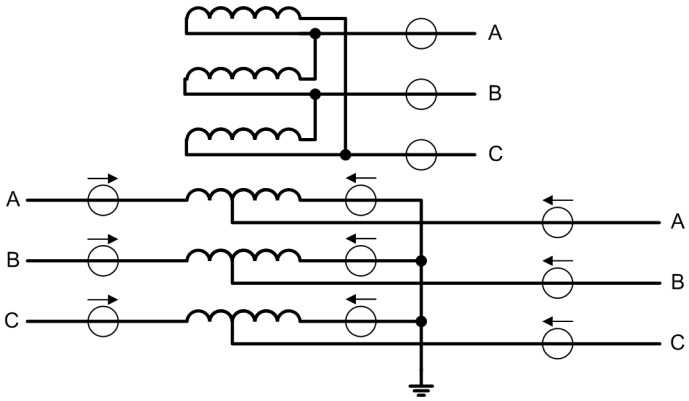
Для повышения чувствительности защиты к внутренним замыканиям на землю возможно применять ограниченную защиту от замыканий на землю, использующую ток нейтрали.

Высокую чувствительность к замыканиям на землю возможно обеспечить при выполнении защиты трехфазной группы 1-фазных автотрансформаторов. При таком включении наиболее вероятным является однофазное замыкание на землю. Замыкания между фазами исключаются по причине их физического разделения. В этом случае можно организовать дифференциальную токовую защиту по каждой обмотке, считывающей сумму всех токов, протекающих через узел (обмотку).

Для реализации данной схемы защиты необходимо сконфигурировать подключение 3-фазного тока к функциональной группе стороны нейтрали и выставить уставку параметра **(_:2311:186) Режим защиты** = ***Токовый узел***.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании уставки ***Токовый узел*** функция дифференциальной защиты не обеспечивает защиту компенсационной обмотки. Защита компенсационной обмотки выполняется отдельно.



[dwtspstr-040912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-37 Группа однофазных автотрансформаторов с трансформатором тока в нейтрали

6.3.3.6 Функция дифференциальной защиты (I-ДИФФ)

Дифференциальный ток для каждой фазы вычисляется из измеряемых токов на основе мгновенных значений (см. раздел *6.3.3.3 Обработка измеренных величин*). За **положительное принимается направление тока к защищаемому объекту**. Составляющая основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{дифф}$) вычисляется посредством фильтра Фурье (интервал фильтрации = 1 период (20 мгновенных значений)).

Если к устройству подводится ток нейтрали, то данный ток учитывается при вычислении дифференциального и тормозного токов. В целях упрощения в нижеприведенных формулах ток нейтрали не учитывается. В качестве тормозного используется ток, полученный от той точки измерений, где он имеет наибольшее действующее значение. При этом также учитываются ток нейтрали и ток нулевой последовательности. В случае если ток в точке измерений, используемый в качестве тормозного тока, исчезнет вследствие насыщения ТТ, то в процессе выполнения вычислений автоматически осуществится переключение на другую точку измерения с наибольшим измеряемым током.

ПРИМЕЧАНИЕ

Дифференциальная защита не работает с чувствительными трансформаторами тока нулевой последовательности. В противном случае могут возникать ложные дифференциальные токи, вызываемые слишком быстрым насыщением трансформаторов.

$$I_{\text{дифф, фх}} = \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{\text{фх, ТТИ}} \rightarrow I_{\text{дифф, фх}} = \text{FIR}(i_{\text{дифф, фх}})$$

$$I_{\text{фх, ТТИ}} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} i^{*2}_{\text{фх, ТТИ}}(k)}$$

$$I_{\text{торм, фх}} = \underset{m=1}{\overset{N}{\text{МАКС}}}\, I_{\text{фх, ТТИ}}$$

[fogrds16-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C)
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения
N	Количество точек измерения
n	Количество выборок за период (n = 20)
FIR	Фильтр Фурье
МАКС.	Определение максимального значения

Характеристика срабатывания

На *Рисунок 6-38* приведена характеристика срабатывания устройства 7UM8x. Отрезок **a** характеристики представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (уставка **Пороговое значение**) и учитывает наличие постоянного тока небаланса (дифференциального тока), появляющегося, например, из-за токов намагничивания.

Участок характеристики **b** (параметры **Пересеч.1 Iторм** и **Наклон 1**) учитывает погрешности ТТ, возникающие в нормальных условиях работы.

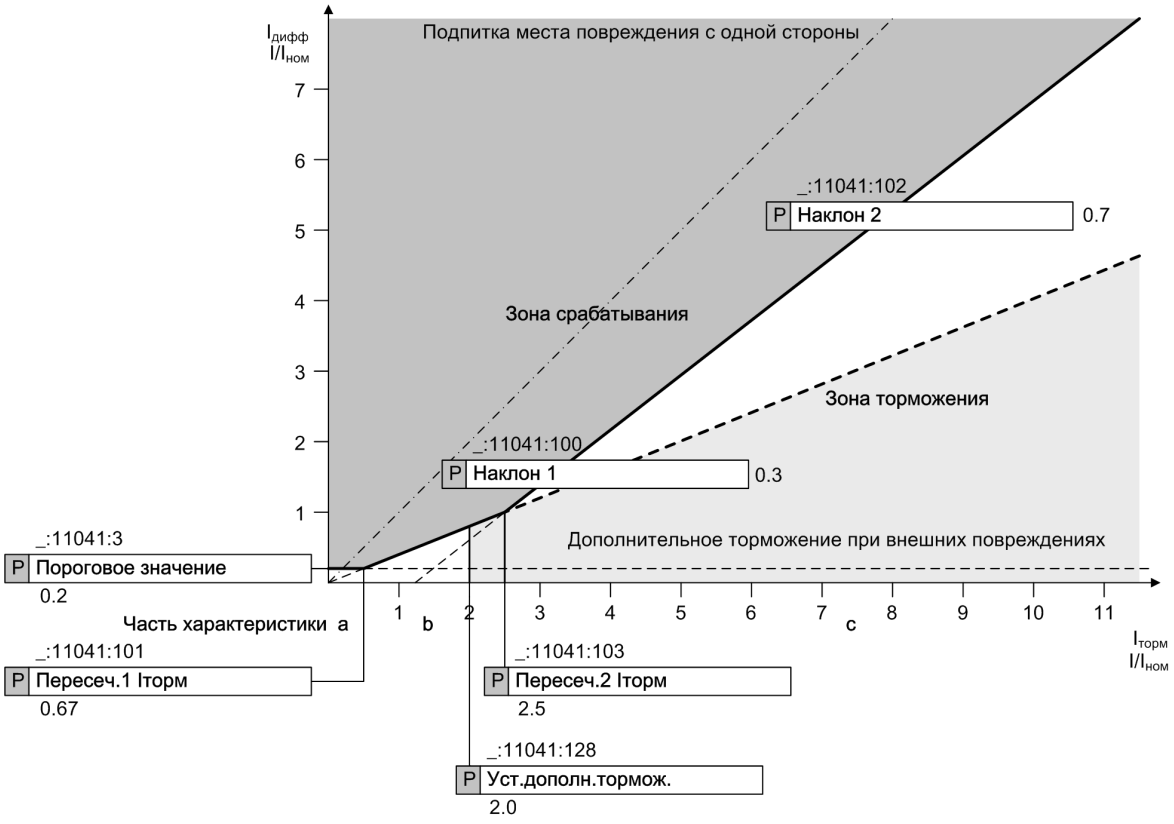
Данные погрешности могут быть вызваны:

- Погрешностями ТТ и входных трансформаторов устройства.
- Коррекция отклонений и переключателей отпаек в трансформаторах с регулированием напряжения (но только в случае, если положение переключателя отпаек не принимается во внимание дифференциальной защитой)

Участок характеристики **c** (параметр **Пересеч.2 Iторм** и **Наклон 2**) обеспечивает отстройку дифференциальной защиты от внешних КЗ, сопровождающихся большими токами, вызывающими насыщение ТТ. В данной части характеристики возможно насыщение ТТ, вызванное протеканием больших сквозных токов при внешнем повреждении, что может привести к появлению большого дифференциального тока.

Для предотвращения работы защиты при внешних повреждениях, сопровождающихся насыщением ТТ (см. *Рисунок 6-27*), применяется характеристика **дополнительного торможения при внешних повреждениях**. Если рабочая точка сначала располагается в зоне дополнительного торможения, а затем пересекает кривую срабатывания, то срабатывание дифференциальной защиты блокируется на заданное время.

Зона дополнительного торможения задается параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-38 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты.

Возврат защиты происходит в том случае, если рабочая точка находится ниже смещенной характеристики срабатывания с учетом коэффициента возврата, равного 0,7.

Обнаружение броска тока намагничивания

Функция обнаружения броска тока намагничивания анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. Бросок тока намагничивания, вызванный включением параллельного трансформатора (наведенный ток намагничивания) или восстановлением напряжения после ликвидации повреждения в сети (ток намагничивания восстановления), приводит к появлению дифференциального тока, значительно превышающего токи сторон защищаемого объекта. Применение функции коррекции векторной группы может вызывать появление дифференциального тока в неповрежденных фазах, поэтому возможна излишняя блокировка данных фаз.

Логика обнаружения броска тока намагничивания активируется при пересечении рабочей точкой границы срабатывания при движении со стороны тормозной характеристики. Логика деактивируется при ее блокировке в случае обнаружения внешнего повреждения.

Для надежного обнаружения броска тока намагничивания параллельно работают 2 алгоритма:

- **Определение отношения составляющей 2-й гармоники к составляющей основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{2\ гарм}/I_{1\ гарм}$)**

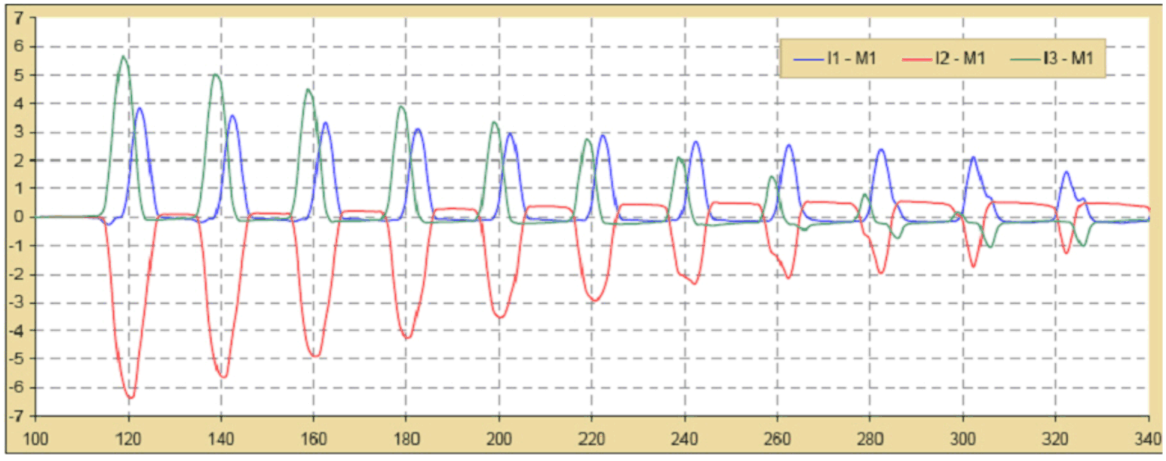
  На *Рисунок 6-28* представлены кривые броска тока намагничивания, для которых характерно содержание значительной доли 2-й гармонической составляющей. Если составляющая 2-й гармоники превышает пороговое значение (параметр: **`Содерж. 2 гарм.`**), выполняется фазоселективная блокировка защиты. Уровень содержания гармоник в токах разных фаз может различаться. Также возможно выполнение блокировки защиты во всех трех фазах при превышении доли содержания 2-й гармоники только в одной из фаз. Время данной блокировки устанавливается при помощи параметра **`Вр.перекр.блок.2гарм.`**. Правильная установка интервала фильтрации контролируется внутренним сигналом пуска.

- **Анализ формы характеристики (анализ формы тока – CWA (= Current Wave Shape Analysis))**

  При включении трансформатора между импульсами тока появляются продолжительные паузы (см. *Рисунок 6-39*). Появление данных пауз одновременно во всех 3 фазах характерно для процесса включения. Рассматриваемый алгоритм дополняет алгоритм обнаружения БТН по содержанию 2-й гармоники, что обеспечивает надежное определение броска тока намагничивания в любых условиях. Вследствие применяемого метода измерений данный алгоритм осуществляет блокировку защиты во всех фазах одновременно. Метод использует внутренние, жестко заданные пороговые значения.

  Если метод анализа формы тока CWA не может выделить ровные участки в течение одного периода после появления броска тока, выполняется обнаружение **Внутреннего повреждения** и 2 гармоника вместе с методом броска тока CWA блокируются, и отображается сообщение **`CWA обн.внут.пов.`**. Таким образом, блокировка или задержка срабатывания дифференциальной защиты по 2 гармонике предотвращаются, если процессы связаны с внутренними повреждениями или происходит насыщение ТТ.

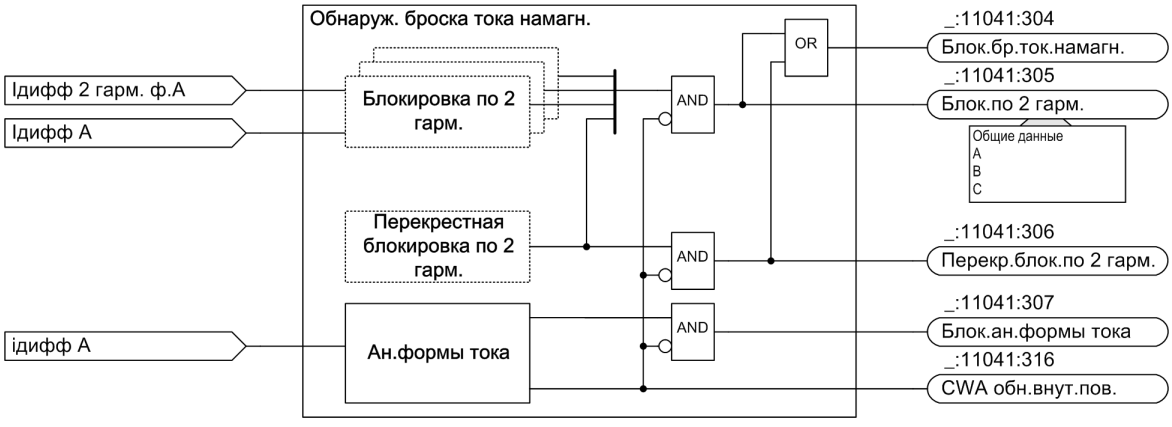
При необходимости использования только одного алгоритма второй алгоритм возможно вывести из работы. Для этого необходимо выставить уставку параметра **`По 2 гарм.`** = ***`нет`*** или **`По форме тока`** = ***`нет`***.



[scinrush-120120-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-39 Кривые бросков токов намагничивания с характерными паузами между импульсами тока.

На *Рисунок 6-40* представлены входные и выходные логические сигналы.



[loblkein-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-40 Логическая схема работы функции Обнаружение броска тока намагничивания.

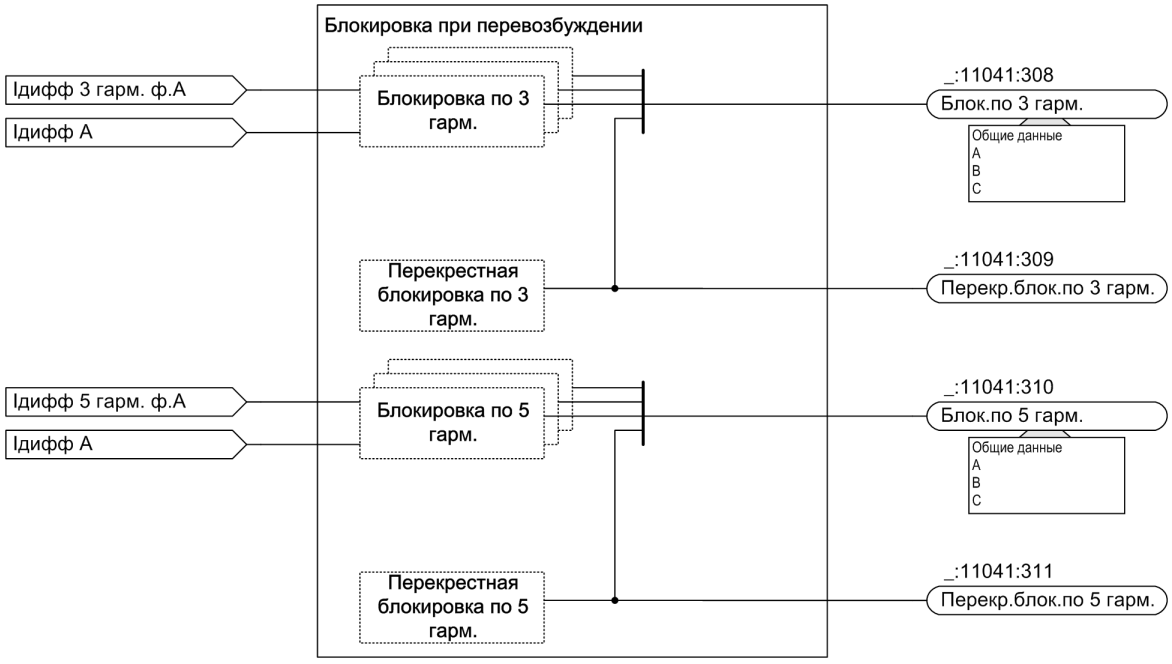
Блокировка при перевозбуждении

Перевозбуждение в установившемся режиме работы характеризуется наличием нечетных гармоник. Для обнаружения перевозбуждения можно использовать 3-ю или 5-ю гармоники. Поскольку 3-я гармоника для трансформаторов может отсутствовать (например, в случае использования обмотки, соединенной в треугольник), то контролируется 5-я гармоника. Логика блокировки при перевозбуждении активируется при превышении рабочей точкой пусковой характеристики. Логика деактивируется при ее блокировке в случае обнаружения внешнего повреждения.

Преобразовательные трансформаторы также являются источником нечетных гармоник, которые практически отсутствуют при внутренних коротких замыканиях.

При помощи фильтров Фурье 3-я и 5-я гармоники выделяются из мгновенных значений дифференциального тока, а затем вычисляется доля указанных гармоник в сравнении с основной составляющей промышленной частоты. При превышении данным соотношением порогового значения (**`Содерж.3гарм.`** или **`Содерж.5гарм.`**) выдается фазоселективный сигнал блокировки защиты. Также возможно выполнить блокировку одновременно всех 3 фаз посредством перекрестной блокировки (параметр: **`Вр.перекр.блок.3гарм.`** или **`Вр.перекр.блок.5гарм.`**). В отличие от 2 гармоники, стабилизация при перевозбуждении выводится из работы в случае, если значение дифференциального тока (составляющая промышленной частоты) превысит предельное значение (параметр: **`Огр.Iдифф3и5гарм.`**).

На *Рисунок 6-41* представлены входные и выходные логические сигналы.



[lofehler-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-41 Работа функции при различных аварийный условиях

Обнаружение внешнего короткого замыкания

Для обеспечения надежности обнаружения внешних КЗ при насыщении трансформатора выполняется анализ изменения положения рабочей точки на тормозной характеристике с помощью специального детектора. Детектор выполняет 2 важных функции:

- **Блокировка защиты при достоверном определении наличия внешнего КЗ, сопровождающегося большими токами**

  Непосредственно после момента возникновения повреждения осуществляется пофазный контроль дифференциального и тормозного токов (положение рабочей точки в координатах I-дифф–Iторм). Для обеспечения надежного обнаружения режима насыщения в случае малых интервалов времени, на протяжении которых ТТ находится в ненасыщенном состоянии, применяется метод анализа отношений конечных разностей мгновенных значений.

  Если оценка тормозного тока превысит значение параметра **`Уст.дополн.тормож.`** и ожидаемые значения дифференциальных токов всех фаз будут одновременно находиться в зоне дополнительного торможения (параметр **`Наклон 1`**) (*Рисунок 6-38*), то детектор активируется и выдается сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x*. При этом дифференциальная защита блокируется.

  При возникновении и устранении внешнего КЗ соответствующей защитой дополнительная стабилизация выводится из работы. Если коэффициент возврата (0,7) действующего значения тормозного тока не достигает параметра **`Уст.дополн.тормож.`** (*Рисунок 6-38*), дополнительная стабилизация выводится из работы. Сообщение *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* сбрасывается.

  Если в случае насыщения ТТ дифференциальный ток выйдет за пределы **`Наклон 1`** (т. е. появится ф.x, достаточный для пуска защиты), блокировка будет введена на ограниченное время (параметр: **`Время дополн.торм.`**).

  При появлении сообщения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* возможно выполнить блокировку защиты для остальных фаз при помощи параметра **`Вр.перекр.блк.доп.торм.`**. Использование данной перекрестной блокировки необходимо в случае, когда насыщение ТТ может вызвать появление в других фазах дифференциального тока, обусловленного применением функции коррекции группы соединения обмоток или компенсации токов нулевой последовательности.

- **Снятие блокировки при переходе внешнего повреждения во внутреннее повреждение**

  Внутреннее КЗ может возникнуть как следствие внешнего КЗ. Возникновение такого внутреннего повреждения должно быть обнаружено и блокировка должна быть снята. Наиболее тяжелым случаем является повреждение, сопровождающееся насыщением ТТ. Функция обнаружения насыщения ТТ анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. В случае работы ТТ в режиме насыщения указанные мгновенные значения не превышают соответствующую внутреннюю уставку на протяжении интервала времени, когда ТТ находятся в ненасыщенном состоянии. Если же данный порог превышается постоянно, и защита находится в состоянии пуска, то принимается решение о наличии внутреннего повреждения. При использовании перекрестной блокировки дифференциальные токи других фаз контролируются аналогичным образом.

  При обнаружении перехода внешнего повреждения во внутреннее повреждение снимаются блокировка отключения защиты (включая перекрестную блокировку) и сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x*.

Обнаружение апериодической составляющей

В соответствии с *Рисунок 6-27*, внешние повреждения, сопровождающиеся малыми сквозными токами с большой апериодической составляющей, также могут вызвать попадание рабочей точки в область срабатывания. В таких случаях рабочая точка не попадает в область дополнительного торможения.

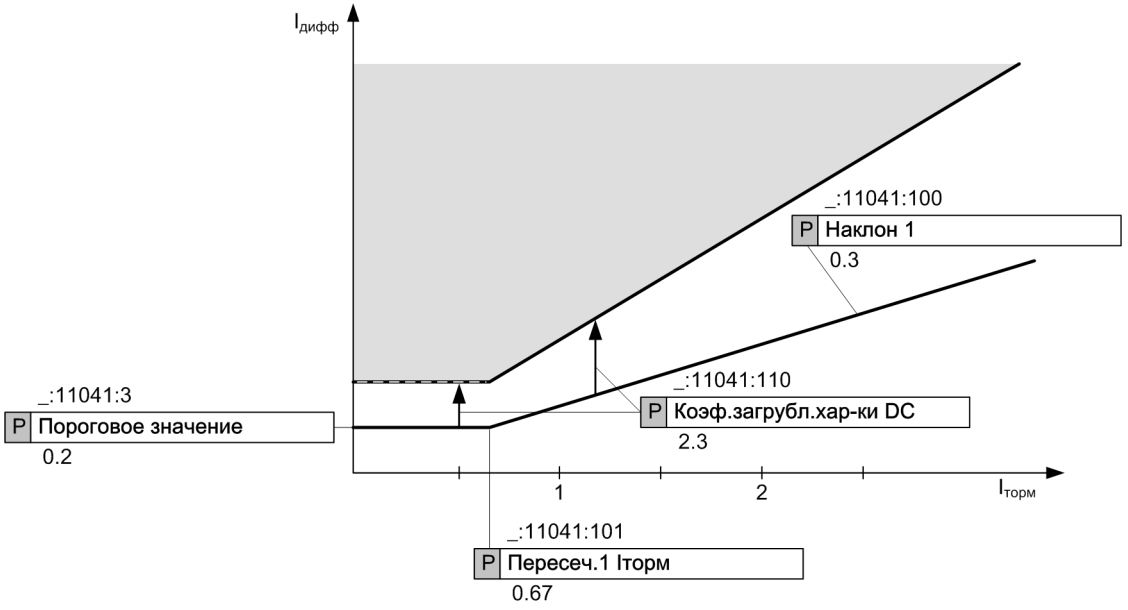
Для предотвращения излишних срабатываний защиты выполняется следующее:

- Контролируется скачок тормозного тока $I_{торм.ф.x}$.
- При обнаружении скачка тормозного тока рассчитывается апериодическая составляющая с задержкой времени в 1 период от измеренного мгновенного значения тормозного тока (наибольшего из токов, измеренных во всех точках измерения) $i_{торм.ф.x} = i_{ф.x,Mm}$. Результатом вычислений является ток $I_{торм.DC,ф.x}$. Данный ток сравнивается с тормозным током $I_{торм.ф.x}$, и контролируется его превышение внутреннего порогового значения.

- Дифференциальный ток всех 3 фаз $I_{дифф,ф.ф.x}$ должен быть ниже кривой характеристики возврата (пусковая характеристика с коэффициентом 0,7).
- Если первые три вычисленных точки дают положительный результат, то кривая срабатывания поднимается на коэффициент **Коэфф.загрубл.хар-ки** (по умолчанию имеет значение ***2,3***). При этом увеличиваются только уставка срабатывания и наклон 1 (см. *Рисунок 6-42*). Выдается сообщение *Загрубл.хар-ки (DC)* . Если произведение коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки**, и уставки **Наклон 1** превысит **0,85**, то уставка параметра **Наклон 1** будет ограничена максимальным значением 0.85.
- В качестве дополнительного критерия контролируется наличие сигнала *Пуск* (внутреннее повреждение) или сигнала действия дополнительного торможения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* (внешнее повреждение, сопровождающееся большим сквозным током). При наличии одного из двух указанных состояний кривая характеристики не поднимается. Появление сигнала пуска защиты после того, как характеристика уже была увеличена, не приводит к ее обратному смещению вниз. Пуск защиты при обнаружении апериодической составляющей происходит только в том случае, если рабочая точка выходит за пределы поднятой пусковой характеристики.

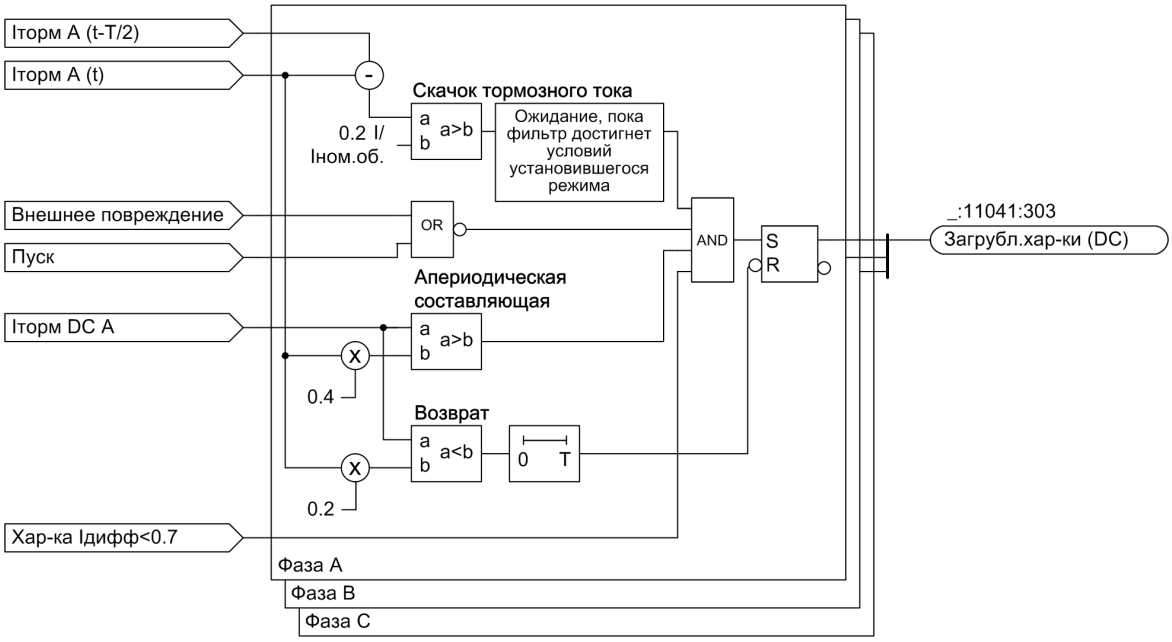
Если значение апериодической составляющей $I_{торм.DCф.x}$ становится ниже внутренней уставки возврата, то начинается отсчет выдержки времени на возврат, определяемой следующим образом:

Предполагается, что процессы размагничивания и перемагничивания трансформатора длятся одинаково долго. Намагниченность максимальна в момент времени, когда достигается внутренний порог возврата. Время измеряется от начала распознавания апериодической составляющей до тех пор, пока не будет достигнута внутренняя уставка возврата. К этому времени добавляется 5 периодов для определения задержки на возврат. По истечении данной выдержки времени пусковая характеристика возвращается в первоначальное положение. В *Рисунок 6-43* показана общая логическая схема защиты.



[dwdcerkn-201112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-42 Повышение тормозной характеристики при обнаружении апериодической составляющей



[lodcerkn-170712-01.tif, 3, ru_RU]

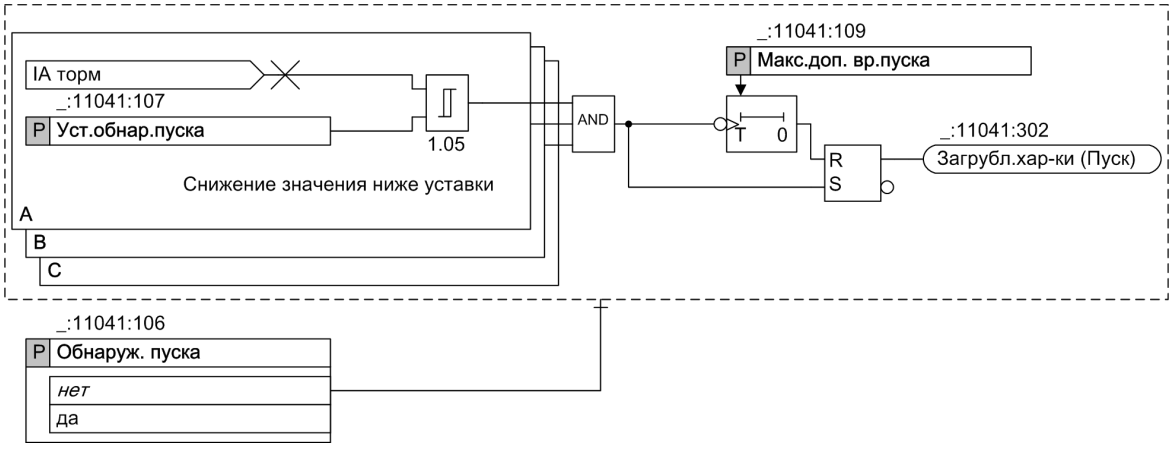
Рисунок 6-43 Логическая схема работы функции обнаружения апериодической составляющей

Обнаружение пуска

Функция обнаружение пуска особенно полезна в случае двигателей. В отличие от броска тока намагничивания трансформатора, бросок тока в двигателях для дифференциальной защиты является сквозным. Появление дифференциального тока возможно в случае, если ТТ при включении имеют различную остаточную намагниченность и, следовательно, работают на различных участках характеристики намагничивания. Указанный дифференциальный ток имеет небольшое значение, однако при достаточно малой уставке срабатывания защиты он может привести к ее ложному действию.

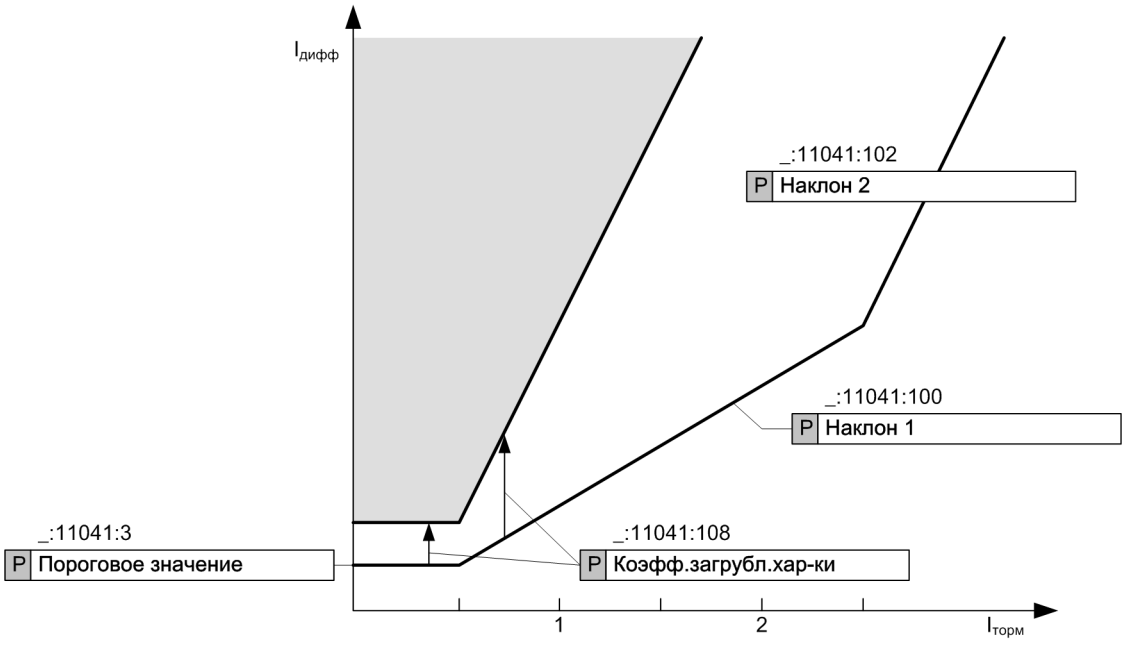
Для предотвращения ложного действия защиты при постановке оборудования под напряжение возможно использовать функцию увеличения уставки срабатывания при включении. Уставка пуска увеличивается, как только тормозной ток во всех фазах станет меньше задаваемой уставки **Уст.обнар.пуска**. При этом уставки **Пороговое значение** и **Наклон 1** увеличиваются на заданное значение с учетом коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки**. Однако в данном случае значение параметра **Наклон 1** не может превышать 0,85.

Если параметр **Уст.обнар.пуска** превышен, происходит возврат пуска и активируется отсчет времени (параметр: **Макс.доп. вр.пуска**). По истечению этого времени характеристика срабатывания, увеличенная для всех фаз, сбрасывается до исходного значения. *Рисунок 6-44* показывает логическую схему обнаружения запуска и *Рисунок 6-45* увеличение характеристики.



[loanlauf-170712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-44 Логика обнаружения пуска



[dwanlken-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-45 Увеличение характеристики срабатывания при включении

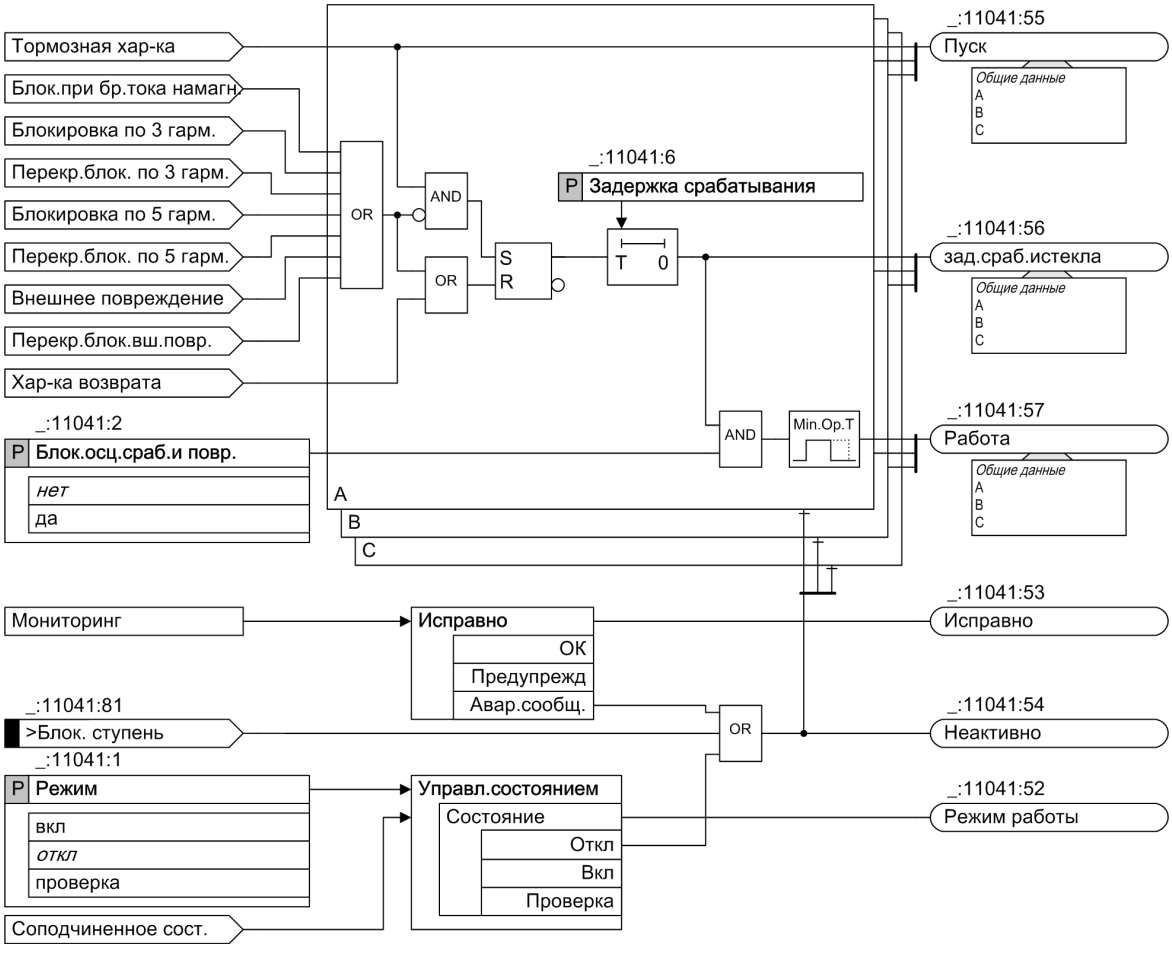
Логика отключения функции дифференциальной защиты I-ДИФФ

На *Рисунок 6-46* показана логическая схема отключения. Если рабочая точка превышает характеристику срабатывания (см. *Рисунок 6-38*), происходит пуск. Выдача сигнала отключения может быть заблокирована другими функциями.

Блокирование возможно при использовании следующих переменных:

- Обнаружение броска тока намагничивания (2-я гармоника, анализ формы кривой тока)
- Обнаружение высших гармонических составляющих (3-я и 5-я гармоники (обнаружение перевозбуждения)).
- Обнаружение внешних КЗ, которые при насыщении трансформатора могут распознаваться как внутренние КЗ.

Также при выставлении соответствующих уставок блокировка защиты может быть вызвана действием **перекрестной блокировки**.

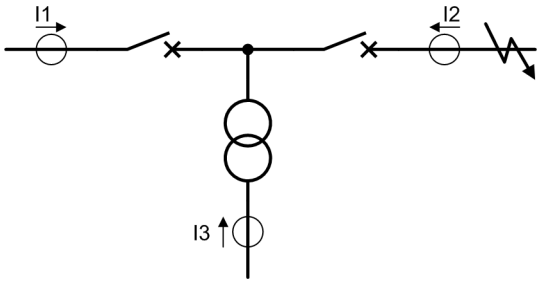


[loauslid-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-46 Логика отключения I-ДИФФ

6.3.3.7 Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр

В дополнение к функции дифференциальной защиты I-ДИФФ доступна функция I-ДИФФ быстр. Основная задача данной функции состоит в очень быстром отключении внутренних КЗ, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты отстроена от насыщения ТТ и внешних повреждений (см. *Рисунок 6-47*).



[dwextfeh-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-47 Внешнее повреждение на полуторной схеме

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

- Измерение мгновенных значений
- Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка значений выборки разности тока - $i_{-дифф}$ и тока торможения $i_{торм}(t)$. При этом для токов (i*) осуществляется коррекция по абсолютному значению и коррекция векторной группы. За положительное значение принимается направление тока к узлу. В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения.

$$i_{дифф,\,фх}(t) = \left| \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{фх,\,ТИm}(t) \right|$$

$$i_{торм,\,фх}(t) = \underset{m=1}{\overset{N}{МАКС}} \left| i^{*}_{фх,\,ТИm}(t) \right|$$

[fomome27-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C)
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения
N	Количество точек измерения

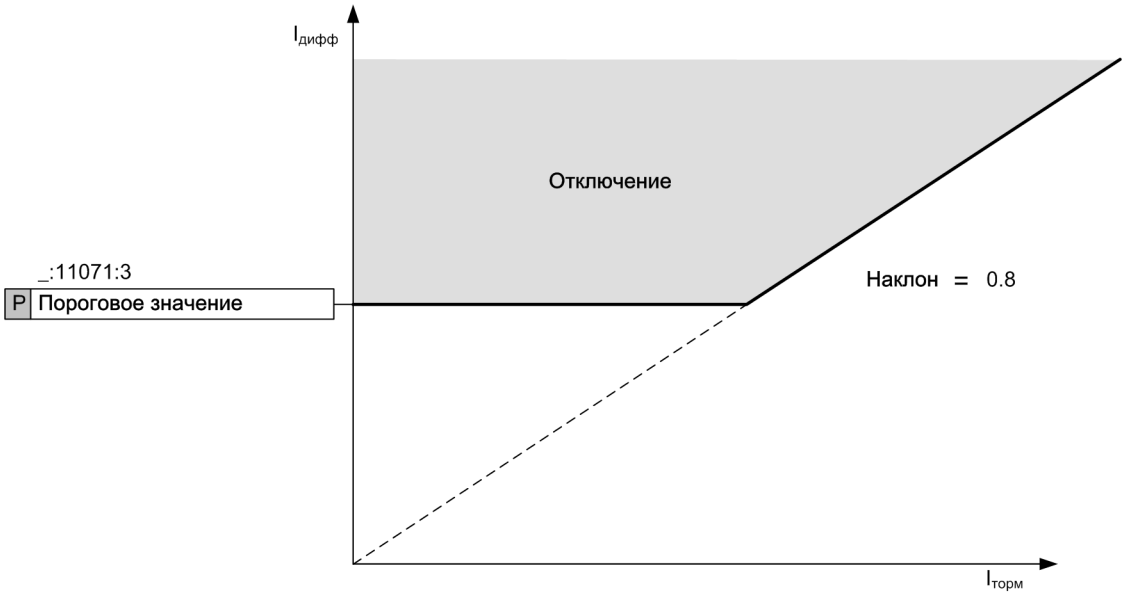
Для отстройки от внешних КЗ, сопровождающихся насыщением ТТ, анализируется величина тормозного тока (см. *Рисунок 6-47*).

На *Рисунок 6-48* представлена кривая срабатывания. Уставка параметра **Пороговое значение** выбирается таким образом, чтобы она была больше максимально возможного сквозного тока повреждения. Наклон характеристики имеет фиксированное значение 0,8.

В алгоритме выполняется обработка следующих условий:

- Условие 1: Непрерывно контролируется скорость изменения тормозного тока $di_{торм}(t)/dt$ и сравнивается с внутренним пороговым значением.
- Условие 2: Определяется соотношение между дифференциальным и тормозным токами (в соответствии с уравнением **наклонного** участка характеристики в *Рисунок 6-48*): $i_{дифф}(t) > 0{,}8 \cdot i_{торм.}(t)$.
- Условие 3: После этого путем сравнения определяется превышение дифференциальным током уставки **Пороговое значение**.

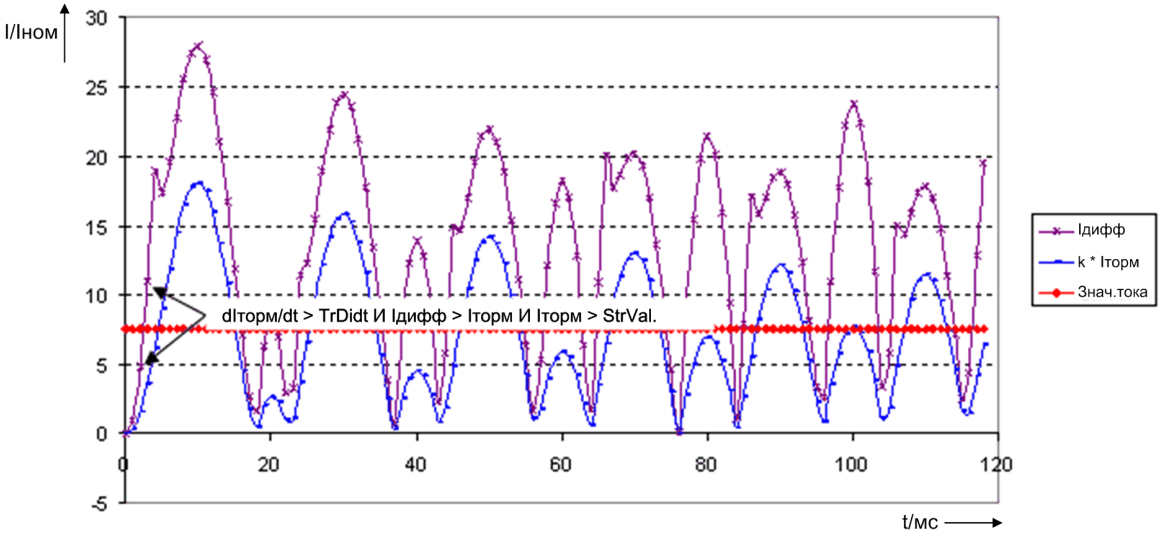
При выполнении всех описанных выше условий мгновенно выдается сигнал на отключение. В случае, если 1-е условие выполнено, а второе – нет, функция блокируется на 300 мс.



[dwidfast-300114-01.tif, 1, ru_RU]

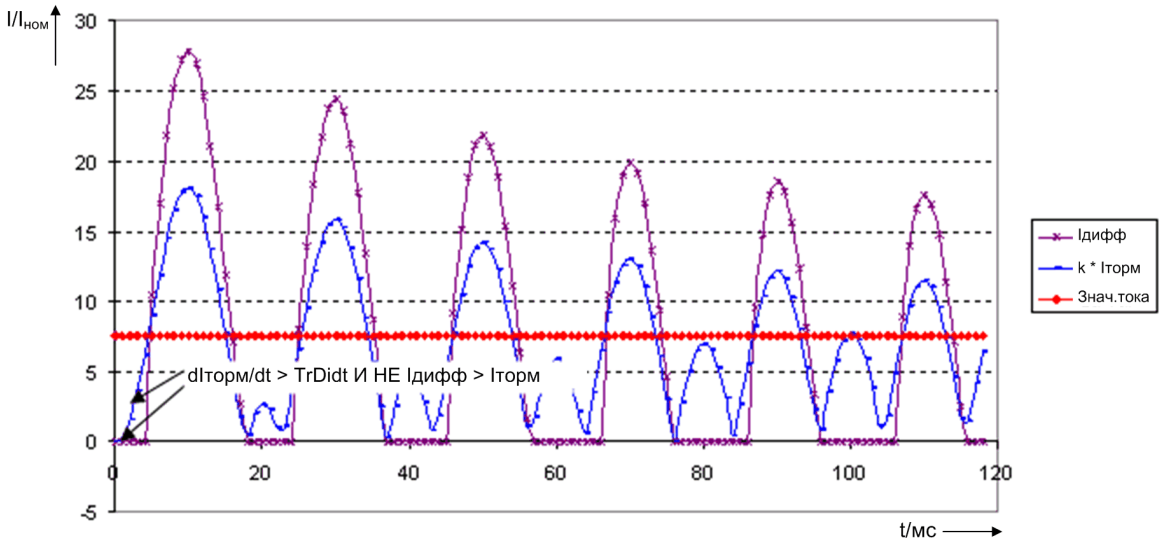
Рисунок 6-48 Пусковая характеристика I-ДИФФ быстр.

На двух приведенных далее схемах показана характеристика при внутреннем и внешнем КЗ. При внутреннем КЗ (*Рисунок 6-49*) дифференциальный ток возрастает быстрее тормозного тока. Сигнал на отключение выдается после измерения нескольких мгновенных значений. При внешнем КЗ дифференциальный ток появляется только после того, как ТТ войдут в режим насыщения. Однако информация о токах является достоверной на протяжении нескольких миллисекунд после возникновения повреждения. В соответствии с *Рисунок 6-50* тормозной ток больше дифференциального тока, но поскольку 2-е условие не выполняется, защитная функция блокируется.



[dwinnfel-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-49 Кривые токов при внутреннем КЗ, сопровождающемся насыщением ТТ (k= 0,8)



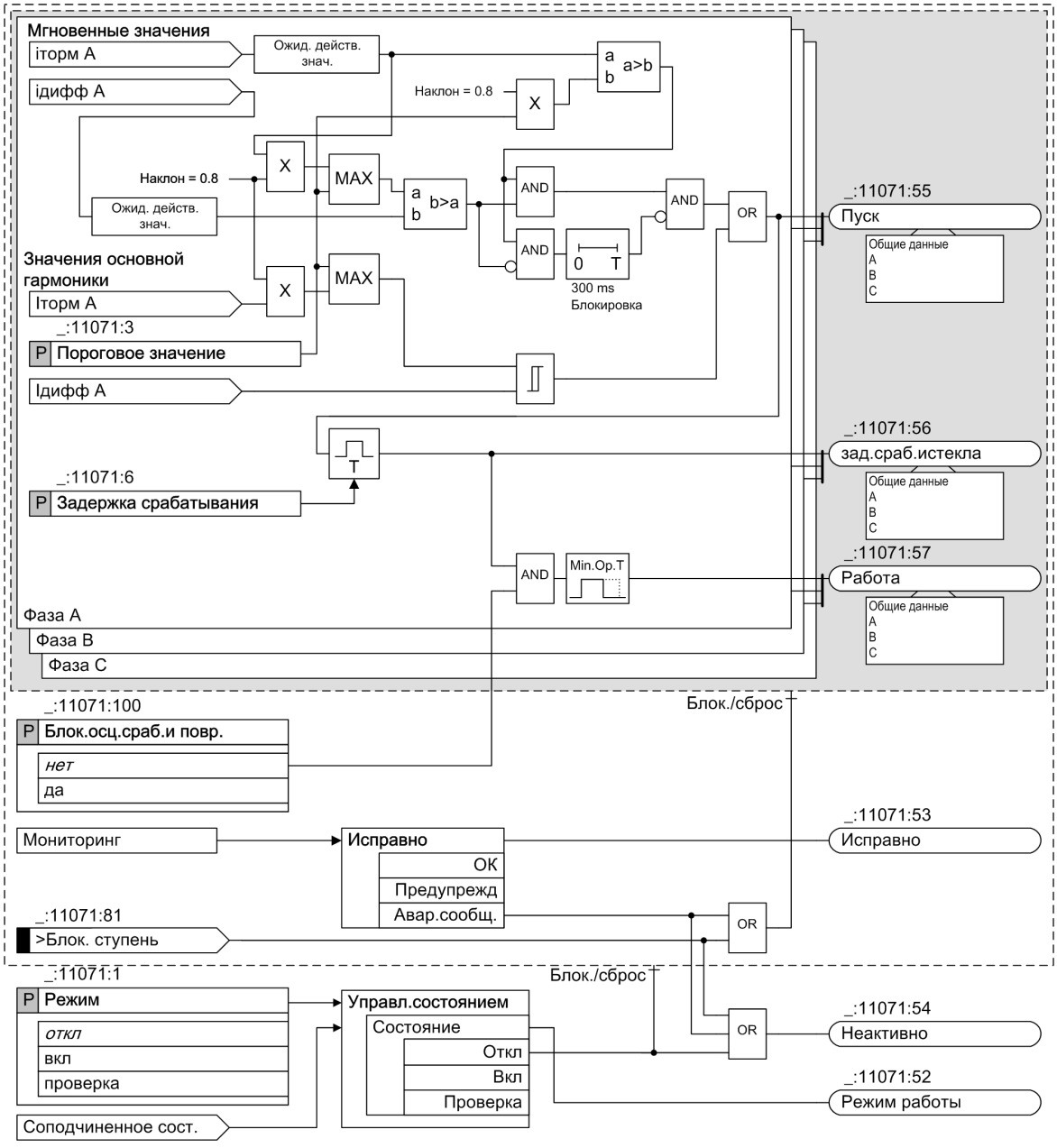
[dwextfel-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-50 Кривые токов при внешнем КЗ, сопровождающемся насыщением ТТ (k= 0,8)

Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение составляющих основной гармоники выполняется с временной задержкой параллельно измерению мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для метода I-ДИФФ. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ и величины тормозного тока $I_{торм}$ (максимального из всех измеренных токов в точках измерения) в соответствии с кривой срабатывания *Рисунок 6-48*.

На *Рисунок 6-51* показана общая логическая схема защиты.

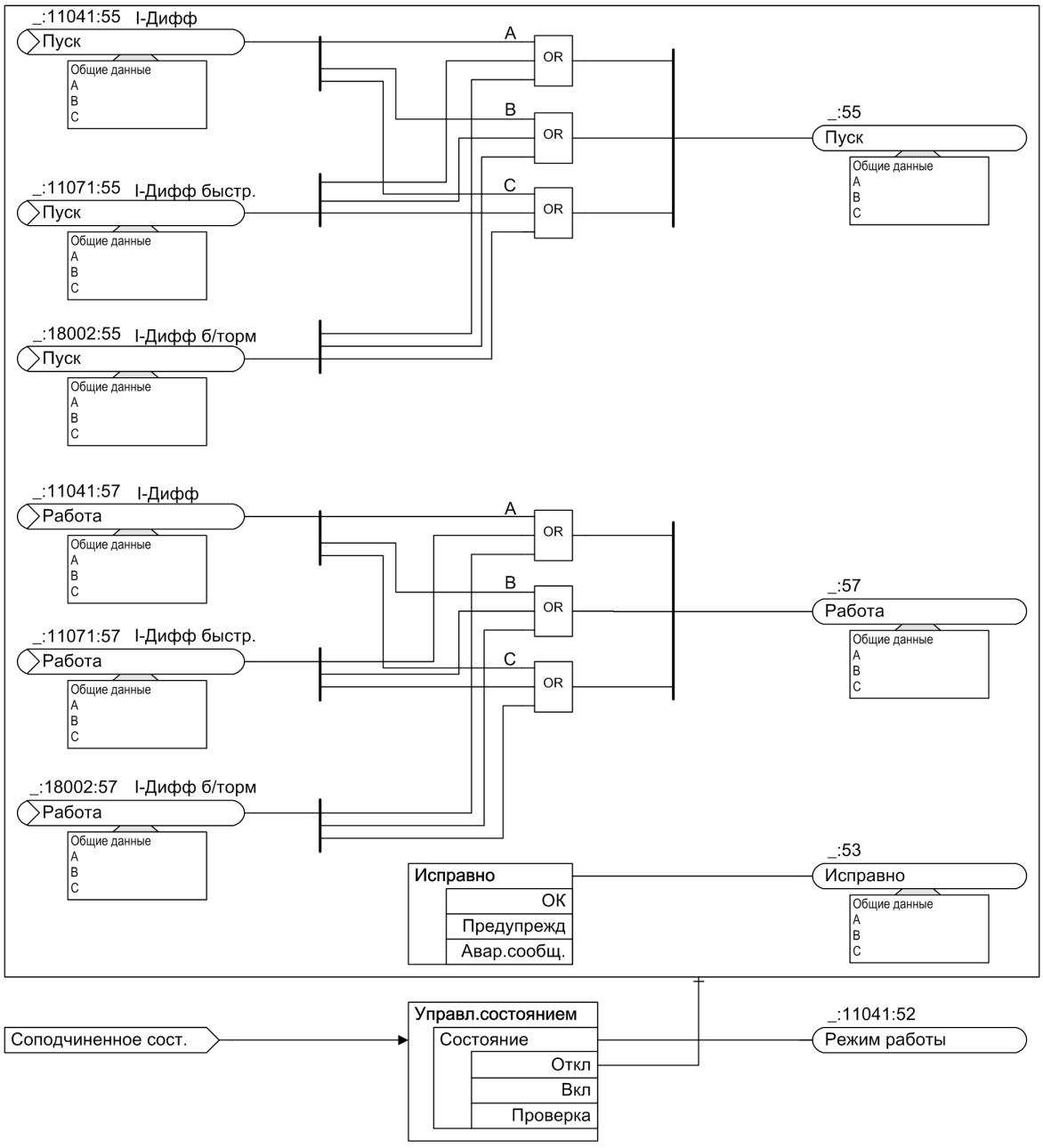


[loidfast-151012-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-51 Логика функции дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр

6.3.3.8 Логика срабатывания дифференциальной защиты

В соответствии с *Рисунок 6-29*, общий сигнал отключения формируется при срабатывании ступеней I-ДИФФ, I-ДИФФ быстр. и I-ДИФФ б/торм. Соответствующая логика показана в *Рисунок 6-52*.



[logesamt-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-52 Общая логика срабатывания

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
_:2311:300 A, B, C	Дифференциальный ток.
_:2311:301 A, B, C	Тормозной ток

6.3.3.9 Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий

Возникновение повреждения регистрируется при каждом запуске защиты. При этом создается протокол регистрации повреждений и начинается запись аварийного события. Процесс сохранения записи аварийного события настраивается соответствующей уставкой (см. *3.4.3 Описание функции*). Т. к. сигналы пуска и срабатывания дифференциальной защиты появляются одновременно, то регистрация может осуществляться как по пуску, так и по срабатыванию. Чтобы разрешить осциллографи-

рование даже при внешних КЗ, при которых рабочая точка находится выше характеристики, осциллографирование активируется при блокировке защиты при внешних КЗ или при увеличении характеристики вследствие обнаружения апериодической составляющей. Это позволяет проанализировать режим работы ТТ при внешних повреждениях.

6.3.4 Указания по применению и вводу уставок

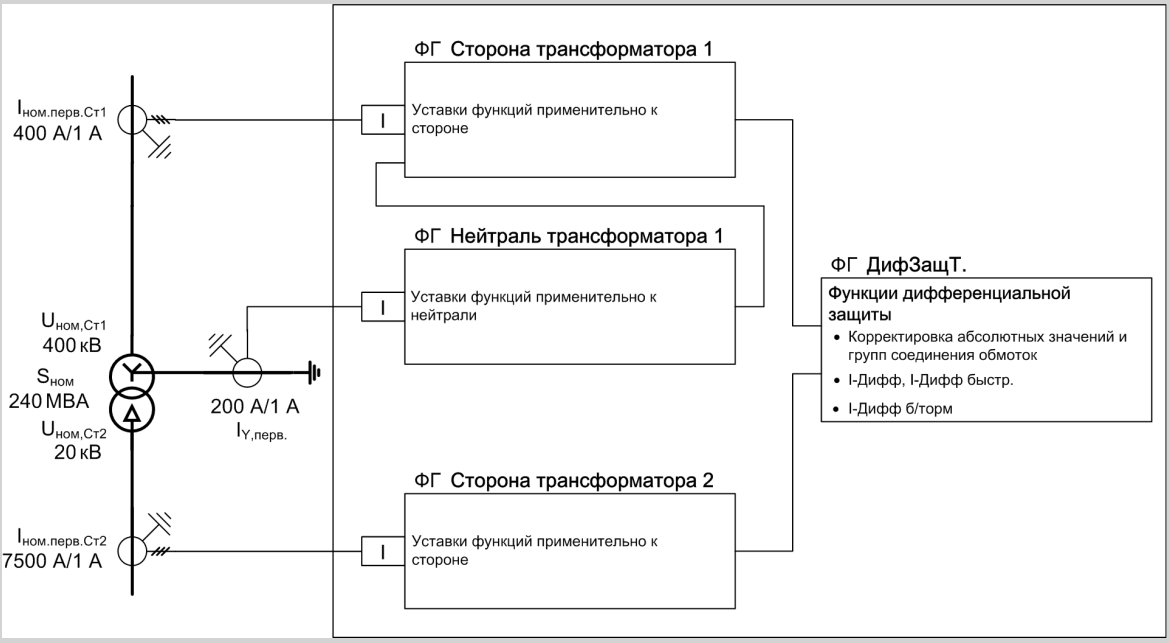
Далее представлено описание различных способов применения дифференциальной защиты. В тексте содержатся инструкции по вводу уставок параметров, необходимых для работы в данных ситуациях.

Защита двухобмоточного трансформатора

В данном примере рассматривается защита трансформатора с векторной группой обмоток TNd5 и глухим заземлением нейтрали. Для трансформаторов с другими параметрами (векторная группа, заземление), в описании дается ссылка на соответствующие уставки. На *Рисунок 6-53* показана типовая схема подключения двухобмоточного трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Схема подключения ТТ должна соответствовать *Рисунок A-13*, приведенному в Приложении.

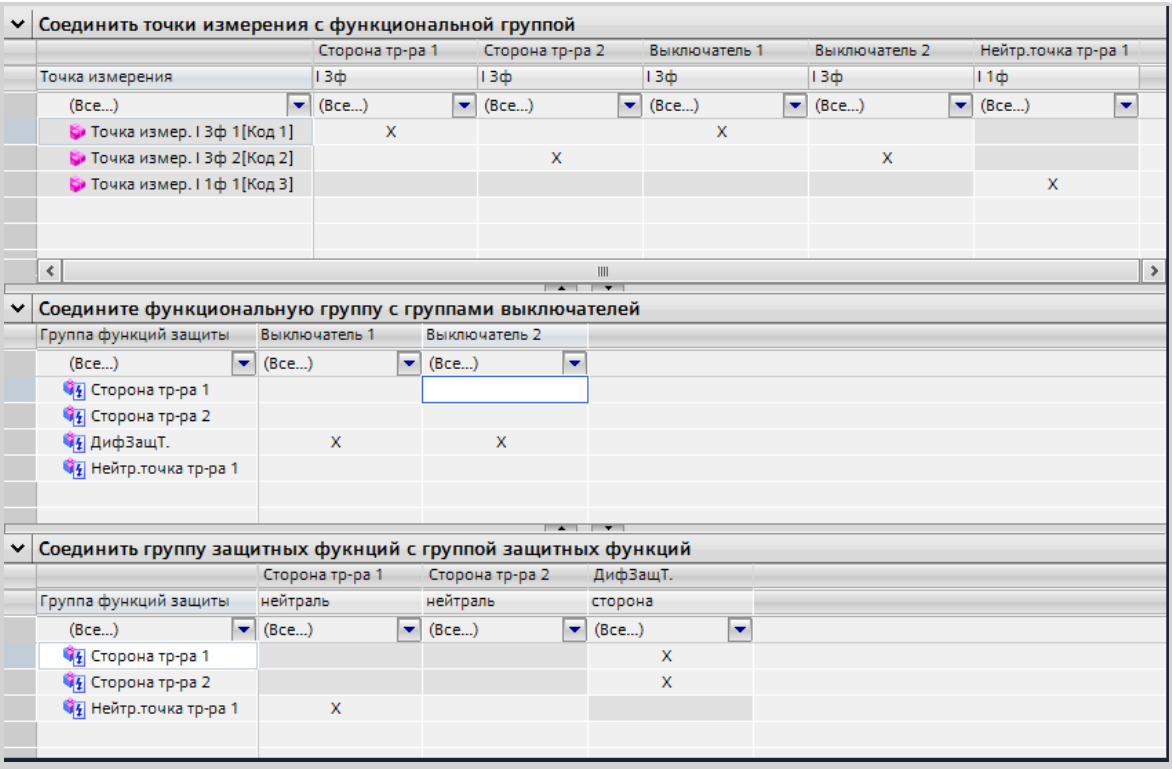


[dwschzwk-140813-01, 2, ru_RU]

Рисунок 6-53 Подключение двухобмоточного трансформатора

В данном примере используется устройство 7UM85. К 3-фазным точкам измерения сторон 1 и 2 подключаются по два измерительных входа. Точки измерения, в свою очередь, подключаются к соответствующим функциональным группам.

На *Рисунок 6-54* показан соответствующий раздел ПО DIGSI 5.



[sctrdfmp1-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-54 Внутренние связи в DIGSI 5

Функциональная группа Сторона трансформатора

В функциональной группе **Сторона трансформатора** задайте следующие уставки:

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учитывать, что коэффициенты согласования в каждом случае будут рассчитываться, исходя из первичного тока трансформатора и опорного номинального тока. Для стандартного трансформатора и автотрансформатора опорный номинальный ток каждой стороны представляет собой номинальный ток опорной стороны, преобразованный для индивидуальной стороны. Коэффициенты согласования рассчитываются и отображаются в виде параметров, защищенных от записи. В меню отображаются только используемые коэффициенты согласования.

Коэффициент согласования для одной стороны трансформатора определяется с использованием уравнения, показанного ниже:

$$K_{TT\,(m)} = \frac{I_{ном\,транс.\,(m)}}{I_{ном\,(m)}}$$

Опорный ток $I_{ном\,(m)}$ представляет собой номинальный ток стороны трансформатора и рассчитывается с использованием:

$$I_{ном\,(m)} = \frac{S_{ном\,(m)}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном\,(m)}}$$

где

Коэффициент ТТ	Коэффициент согласования
$I_{ном.тр}$	Первичный номинальный ток трансформатора
$I_{ном}$	Номинальный ток стороны трансформатора.
$S_{ном}$	Номинальная полная мощность
$U_{ном.}$	Номинальное напряжение стороны трансформатора
m	Точка измерения

Параметр: Ном. полная мощн.

- Уставка по умолчанию **(_:91:103) Ном. полная мощн.** = ***240 MBA***

  При использовании данного параметра для соответствующей стороны задается **Ном. полная мощн.**. Для двухобмоточного трансформатора номинальная мощность одинакова для обеих сторон.

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:91:102) Номин.напряж.** = ***400 кВ***

  При использовании данного параметра для соответствующей стороны задается **Номин.напряж.**. Для стороны 1 необходимо задать 400 кВ. К примеру, 20 кВ для стороны 2.

Если трансформатор оснащен устройством РПН, не используйте фактическое номинальное напряжение, но установите среднее напряжение в виде **Номин.напряж.**. Для расчета напряжения используйте следующее соотношение:

$$U_{баз} = 2\frac{U_{макс} \cdot U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}}$$

[fonensei-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$U_{оп.}$	Задаваемое напряжение.
$U_{макс}$	Максимально возможное напряжение (в верхнем крайнем положении РПН).
$U_{мин}$	Минимально возможное напряжение (в нижнем крайнем положении РПН).

В качестве дополнительной информации отображается вычисленный номинальный ток стороны. Для данного примера ток составляет 346 А (240 MBA/(√3 · 400 кВ) = 346,4 А).

Параметр: Нейтраль

- Уставка по умолчанию **(_:91:149) Нейтраль** = ***заземленная***

Этот параметр важен для обработки тока нулевой последовательности. В рассматриваемом примере трансформатор имеет глухое заземление на стороне 1. По этой причине задайте уставку ***заземленная***. Для стороны 2 (сторона треугольника) задайте ***изолированная***. Если реактор в нейтрали размещен в пределах зоны дифференциальной защиты трансформатора на стороне треугольника, задайте уставку ***заземленная***. В случае, когда обмотка, соединенная в звезду, не заземлена, для данной стороны задается уставка ***изолированная***.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если нейтраль обмотки, соединенной в звезду, изолирована для целей измерения и к ней подключен ограничитель перенапряжения, то для предотвращения излишней работы дифференциальной защиты рекомендуется задавать уставку ***заземленная***. Это объясняется тем, что при срабатывании ОПН происходит заземление нейтрали.

Параметр: Тип соединения обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:91:104) Тип соединения обмотки** = ***Y (звезда)***

При помощи данного параметра определяется схема соединения обмотки. Сторона 1 соединена в звезду. По этой причине задайте уставку ***Y (звезда)***. Сторона 2 соединена в треугольник, поэтому необходимо выставить уставку ***D (треугольник)***. Если обмотка соединена по схеме зигзаг, выставляется уставка ***Z (зигзаг)***.

Параметр: Номер векг.группы

- Уставка по умолчанию **(_:91:163) Номер векг.группы** = ***0***

Данный параметр используется для учета изменения угла сдвига фаз и выражается числом.

Изменение фазного угла	0°	-30°	-60°	-90°	-120°	-150°	-180°	-210°	-240°	-270°	-300°	-330°
Номер векг.группы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

В данном примере рассматривается трансформатор с группой соединения YNd5. Следовательно, для стороны 1 выставляется уставка Номер векг.группы 0, для стороны 2 – уставка Номер векг.группы 5.

На странице с уставками функциональной группы отображается следующая дополнительная информация:

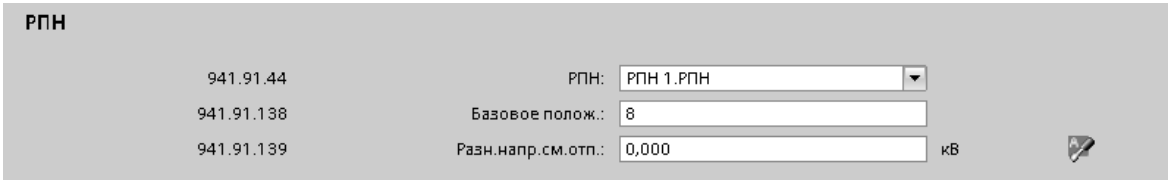
- Номер стороны.
- Информация об используемых точках измерения.
- Коэффициент согласования для 3-фазной точки измерения (для соответствующей стороны)
- Коэффициент согласования для точки измерения в нейтрали (для соответствующей стороны)

Для параметра Номер векг.группы может быть задана любая (от 0 до 11) из возможных уставок. Так, например, для трансформаторов Yy, Dd и Dz возможны векторные группы с четными номерами, а для трансформаторов Yd, Yz и Dy – с нечетными номерами.

Параметр: РПН

- Уставка по умолчанию **(_:91:44) РПН** = ***Функциональный блок не выбран***

При этой уставке РПН назначается для стороны трансформатора. Если РПН назначен, другие параметры также выводятся на экран. Можно применить отдельный РПН или РПН, встроенный в регулятор напряжения.



[sctssdi2-260913-01, 2, ru_RU]

Рисунок 6-55 Параметры в DIGSI 5

Параметр: Базовое полож.

- Уставка по умолчанию **(_:91:138) Базовое полож.** = ***8***

Параметр **Базовое полож.** определяет ступень, напряжение на которой совпадает с номинальным напряжением стороны трансформатора.

Параметр: Разн.напряж.смежн.отп.

- Уставка по умолчанию **(_:91:139) Разн.напряж.смежн.отп.** = ***0,000***

Параметр **Разн.напряж.смежн.отп.** обеспечивает задание разности напряжений ступени в условиях ожидания.

Функциональная группа ДифЗащТ.

В функциональной группе **Дифференциальная защита трансформатора** для функции I-ДИФФ устанавливаются следующие параметры:

ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учитывать, что коэффициенты согласования в каждом случае будут рассчитываться, исходя из первичного тока трансформатора и номинального тока объекта. Для стандартного трансформатора и автотрансформатора номинальный ток объекта для каждой стороны представляет собой номинальный ток опорной стороны, преобразованный для индивидуальной стороны. Коэффициенты согласования рассчитываются и отображаются в виде параметров, защищенных от записи. В меню отображаются только используемые коэффициенты согласования.

Коэффициент согласования для одной стороны трансформатора определяется с использованием уравнения, показанного ниже:

$$K_{TT\ (m)} = \frac{I_{ном\ транс.\ (m)}}{I_{ном.об.}}$$

Опорный ток $I_{ном.об.}$ представляет собой номинальный ток стороны трансформатора и рассчитывается с использованием:

$$I_{ном.об.} = \frac{S_{ном.об.}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.об.}}$$

где

Коэффициент ТТ	Коэффициент согласования
$I_{ном.тр.}$	Первичный номинальный ток трансформатора
$I_{ном.об}$	Номинальный ток стороны трансформатора.
$S_{ном.об.}$	Номинальная полная мощность
$U_{ном,\ об.}$	Номинальное напряжение стороны трансформатора
m	Точка измерения

Переключатель отпаек

На странице уставок **Общие данные** в DIGSI 5 пользователь определяет, надо ли использовать коррекцию дифференциальной защиты должны использоваться в текущем положении РПН. Задайте уставки и распределение на стороне трансформатора.

Параметр: `Исп.полож.РПН`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:187) Исп.полож.РПН`** = ***да***

Уставка ***да*** служит для привязки функции дифференциальной защиты к текущему положению РПН.

ПРИМЕЧАНИЕ

- Включите параметр **`Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`** в диалоговом окне свойств Положение РПН трансформатора. Задайте параметр **`Хар-ка контроля`** РПН трансформатора равным ***`предупр.`*** или ***`авар.блокировка`***.

Обработка тока нулевой последовательности

Способ учета тока нулевой последовательности определяется на странице уставок **Общие данные** в DIGSI 5. В функциональной группе **Сторона трансформатора 1** нейтраль определена как заземленная. Тем самым, способ учета тока нулевой последовательности передается в функции защиты. Способ учета тока нулевой последовательности задается с помощью следующего параметра.

ПРИМЕЧАНИЕ

Кроме того, соблюдайте требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты *A.6 Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты трансформатора (фазный ТТ и трансформатор нейтрали)*, указанные в Приложении.

Параметр: `измер.ток НП стор.1`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:100) измер.ток НП стор.1`** = ***нет***

При уставке ***да*** выполняется коррекция тока нулевой последовательности. При использовании уставки ***нет*** осуществляется исключение тока нулевой последовательности. В случае применения коррекции тока нулевой последовательности достигается большая чувствительность к 1-фазным замыканиям на землю. Уставка ***да*** задается в том случае, когда в схеме дифференциальной защиты необходимо учитывать ТТ, установленный в нейтрали трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для установки в нейтрали трансформатора необходимо использовать соответствующий ТТ (не должен входить в режим насыщения на протяжении 30 мс).

Более подробная информация по этому вопросу содержится в разделе *6.3.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*, пункт **Учет тока нулевой последовательности**.

Параметр: `Пороговое значение` (параметры настройки характеристики срабатывания)

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:3) Пороговое значение`** = ***0,2 I/Iном.,об.***

При помощи данного параметра задается уставка пуска по дифференциальному току. Указанный ток является полным током повреждения независимо от того, как он распределяется между сторонами защищаемого объекта. **`Пороговое значение`** использует в качестве опорного номинальный ток защищаемого объекта. Для защиты трансформаторов допускается задавать малую уставку срабатывания, т. к. постоянно присутствующий дифференциальный ток небаланса обусловлен протеканием относительно небольшого тока намагничивания. Уставка по умолчанию, составляющая ***0,2 I/Iном.об.***, в большинстве случаев обеспечивает требуемую чувствительность защиты, а также позволяет осуществить отстройку от возможного тока небаланса.

Для защиты реакторов, генераторов и электродвигателей возможно задавать более низкую уставку срабатывания при условии, что в плечах дифференциальной защиты установлены однотипные ТТ (имеющие одинаковые передаточные характеристики).

В случае, когда номинальные токи ТТ значительно отличаются от номинальных токов сторон защищаемого объекта или при использовании большого количества точек измерений возможно появление больших токов небаланса. Если к защищаемому объекту подключена нагрузка с большими постоянными времени (трансформаторы, двигатели), возможно искажение вторичных токов ТТ с замкнутыми сердечниками (типа p), например, вследствие наличия остаточной намагниченности, даже при работе в диапазоне номинального тока. В таких случаях Siemens рекомендует использовать уставку 0,3 I/Iном.об.

Если положение РПН не может или не должно учитываться при работе дифференциальной защиты, задайте уставку пуска, незначительно превышающее значение по умолчанию. Для расчета используется следующее уравнение.

$Уставка_{новое}$ = Уставка + $k_{управл}$ I/Iном.об.

$$k_{Управл} = \frac{U_{макс} - U_{мин}}{U_{макс} + U_{мин}} = \frac{(100\,\% + Управл_{макс}) - (100\,\% + Управл_{мин})}{(100\,\% + Управл_{макс}) + (100\,\% + Управл_{мин})}$$

[fokorwr2-180912-01.tif, 1, ru_RU]

$k_{Управл}$ Величина коррекции для РПН

Пример: Переключатель отпаек $Управл_{макс}$ = +7,5 %, $Управл_{мин}$ = -15 %.

$$k_{Управл} = \frac{(100\,\% + 7.5\,\%) - (100\,\% - 15\,\%)}{(100\,\% + 7.5\,\%) + (100\,\% - 15\,\%)} = 0.1169$$

[fokorwr3-180912-01.tif, 1, ru_RU]

Уставка$_{новая}$ = 0,20 I/Iном.об + 0,1169 I/Iном.об ≈ ***0,32 I/Iном.об***

Параметр: `Наклон 1`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:100) Наклон 1`** = ***0,3***

ПРИМЕЧАНИЕ

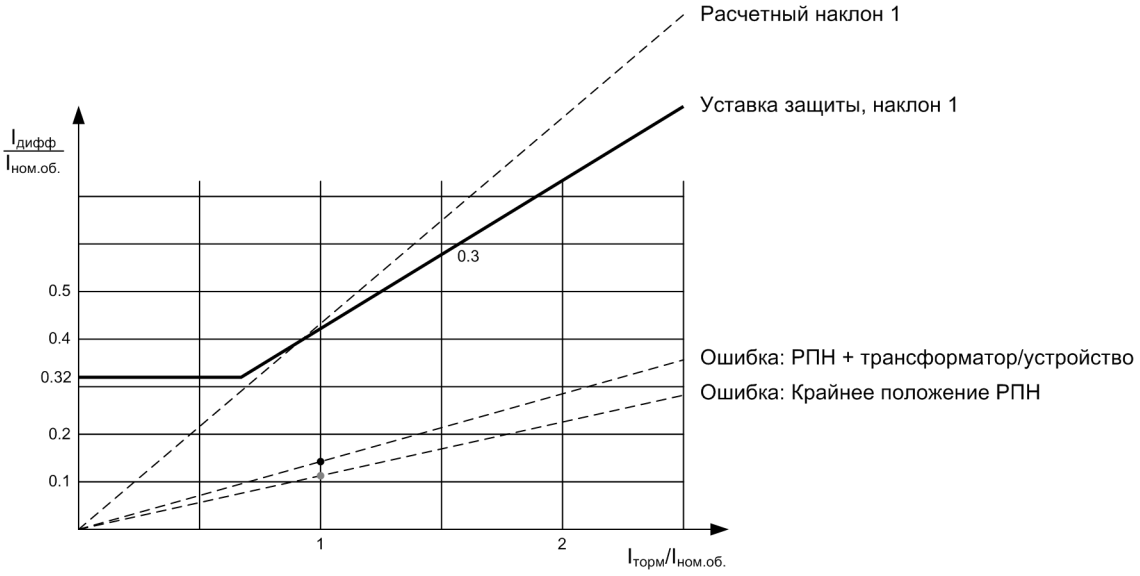
Способ торможения отличается от используемого в устройствах SIPROTEC 4 (7UT6x, 7UM62). По этой причине следует выбирать большее значение наклона (см. также *6.3.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*).

Если положение РПН не может или не должно приниматься во внимание при работе дифференциальной защиты, проверьте величину коррекции для РПН.

`Наклон 1 Новый` = **`Наклон 1`** + 1,2 · $k_{управл}$

Для данного примера **`Наклон 1`** = 0,3 · 1,2 · 0,1169 = 0,44

Однако следует задать наклон не менее ***0,3***. Данная ситуация показана в *Рисунок 6-56*.



[dwstgsfs-261012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-56 Выбор уставки наклона 1 пусковой характеристики дифференциальной защиты трансформатора с РПН

Параметр: `Пересеч.1 Iторм`

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:101) Пересеч.1 Iторм`** = ***0,67 I/Iном.об.***

В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения. Если даже при протекании малых токов возможны большие погрешности ТТ, рекомендуется задавать данную уставку равной половине номинального тока.

Если положение РПН не может или не должно приниматься во внимание при работе дифференциальной защиты, используйте следующую формулу для расчета значения для **`Пересеч.1 Iторм`**.

$$\text{Пересеч.1 Iторм}_{\text{новое}} = \frac{\text{Пороговое значение}_{\text{новое}}}{\text{Наклон 1}_{\text{новое}}}$$

[foswlwr1-180912-01.tif, 2, ru_RU]

$$\text{Пересеч.1 Iторм}_{\text{новое}} = \frac{0{,}32\ \text{I/Iном.об.}}{0{,}44} = 0{,}73\ \text{I/Iном.об.}$$

[foswlwr2-180912-01.tif, 2, ru_RU]

В приведенном примере с РПН значение по умолчанию для **Пересеч.1 IтормНовое** = 0,67 I/Iном.об остается без изменения. При 0,67 I/Iном.об < 0,73 I/Iном.об результатом будет увеличенное торможение.

Параметр: Пересеч.2 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:103) Пересеч.2 Iторм** = ***2,5 I/Iном.об.***

ПРИМЕЧАНИЕ

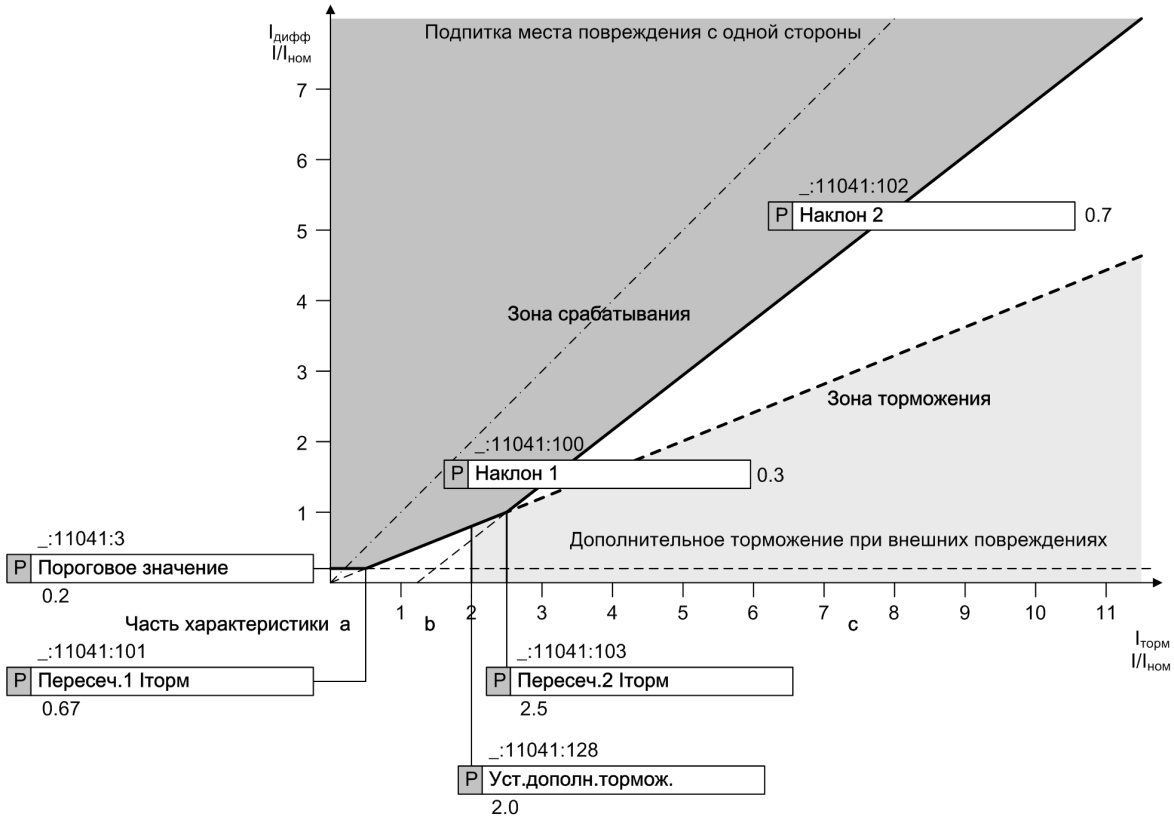
Если при чрезмерных сквозных токах возможны погрешности ТТ, задайте для параметра **Наклон 2** более высокое значение.

Параметр **Пересеч.2 Iторм** определяет значение тормозного тока, с которого начинается **Наклон 2**. Уставку по умолчанию ***2,5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

Параметр: Наклон 2

- Уставка по умолчанию **(_:11041:102) Наклон 2** = ***0,7***

При помощи параметра **Наклон 2** задается наклон второго наклонного участка пусковой характеристики, что предотвращает излишнюю работу защиты в случае возникновения больших погрешностей ТТ (например, вследствие насыщения) при внешнем повреждении, сопровождающемся большими токами. В большинстве случаев достаточным будет значение уставки, большее или равное удвоенному значению уставки параметра **Наклон 1**. В качестве уставки по умолчанию было выбрано значение ***0,7***.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-57 Характеристика срабатывания с уставками по умолчанию

Параметр: Обнаруж. пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:106) Обнаруж. пуска** = ***нет***

Если защищаемый трансформатор питает электродвигатели, Siemens рекомендует использовать функцию обнаружения пуска. Обнаружение пуска предотвращает излишнее срабатывание из-за воздействия тока пуска двигателей. Siemens рекомендует сделать это для защиты силовых компенсирующих реакторов. В данном случае задайте уставку по умолчанию **Обнаруж. пуска** = ***да***.

Параметр: Уст.обнар.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:107) Уст.обнар.пуска** = ***0,1 I/Iном.об.***

При снижении тормозного тока ниже данной уставки происходит увеличение тормозной характеристики (при условии, что функция обнаружения пуска введена в работу). В данном случае применения Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию ***0,1 I/Iном,об***.

Параметр: Коэфф.загрубл.хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:11041:108) Коэфф.загрубл.хар-ки** = ***2,0***

При применении функции обнаружения пуска данную уставку по умолчанию можно изменить. В большинстве случаев возможно использование уставки 2,0. Поэтому рекомендуется задавать уставку параметра **Коэфф.загрубл.хар-ки** = ***2,0***.

Параметр: Макс.доп. вр.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:109) Макс.доп. вр.пуска** = ***5,0 с***

Данная уставка должна быть больше, чем максимально допустимое время пуска подключенных двигателей. Указанное время пуска приводится в технических данных двигателей (например, как допу-

стимое время **заблокированный ротор**). Для предотвращения ложного срабатывания дифференциальной защиты уставка должна выбираться несколько большей допустимого времени пуска (с коэффициентом 1,2).

Параметр: Коэф.загрубл.хар-ки DC (Обнаружение апериодической составляющей)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:110) Коэф.загрубл.хар-ки DC** = ***2.3***

Функция обнаружения апериодической составляющей всегда активна. Наличие апериодической составляющей даже при протекании малых токов может вызывать погрешности работы ТТ (например, угловую погрешность). Для отстройки от таких режимов уставки параметров **Пороговое значение** и **Наклон 1** автоматически увеличиваются в соответствии с заданным коэффициентом. Уставка по умолчанию, равная 2,3, в большинстве случаев является вполне приемлемой.

Параметр: По 2 гарм. (Обнаруж. броска тока намагн.)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:115) По 2 гарм.** = ***да***

Функция обнаружения броска тока намагничивания должна быть введена в работу для дифференциальной защиты трансформатора.

Параметр: Содерж. 2 гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:116) Содерж. 2 гарм.** = ***15 %***

В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, составляющее ***15 %***. В исключительных случаях значение уставки по 2-й гармонике может быть несколько уменьшено. Однако не рекомендуется задавать значение данной уставки ниже 10 %. Это объясняется тем, что при внутреннем повреждении, сопровождающимся насыщением ТТ, в кривых тока также присутствует составляющая 2-й гармоники. Поэтому использование слишком малой уставки может привести к блокировке защиты в таких случаях.

Параметр: Вр.перекр.блок.2гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:117) Вр.перекр.блок.2гарм.** = ***0 с***

Т. к. бросок тока намагничивания проявляется в 3 фазах по-разному, то возможен такой случай, когда значение пуска в какой-либо фазе не будет превышено в то время, когда дифференциальный ток данной фазы будет выше характеристики срабатывания. В этом случае следует использовать взаимную блокировку. Перекрестная блокировка вводится в работу в том случае, если время, задаваемое рассматриваемой уставкой, отличается от 0. При выявлении случаев ложного срабатывания защиты данную уставку следует уточнить и ввести при проведении техобслуживания оборудования. Время действия перекрестной блокировки не следует задавать слишком большим. В большинстве случаев уставка должна находиться в диапазоне от 3 до 5 периодов промышленной частоты.

Параметр: По форме тока

- Уставка по умолчанию **(_:11041:118) По форме тока** = ***да***

Дополнительно, для обнаружения броска тока намагничивания используется вспомогательный метод на основе анализа формы волны тока. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. В случае если требуется использовать только метод анализа содержания составляющей 2-й гармоники, анализ формы кривой тока возможно вывести из работы путем задания уставки (**По форме тока** = ***нет***).

Параметр: Блок.3гарм. (Блокировка при перевозбуждении)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:121) Блок.3гарм.** = ***нет***

Блокировка по 3-й гармонике применяется в особых случаях, например, если защищаемый трансформатор питает таких потребителей, как доменные печи. Составляющие 3-й гармоники могут появляться и в трансформаторах, питающих обычную нагрузку, однако они не выходят за пределы обмотки,

соединенной в треугольник. Поэтому рекомендуется использовать блокировку при перевозбуждении по 5-й гармонике.

Параметр: Содерж.3гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:122) Содерж.3гарм.** = ***30 %***

В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, составляющее ***30 %***. См. также пояснения к выбору уставки блокировки по 5-й гармонике.

Параметр: Вр.перекр.блок.3гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:123) Вр.перекр.блок.3гарм.** = ***0 с***

См. пояснения к выбору уставки по времени перекрестной блокировки функции обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: Блок.5гарм.

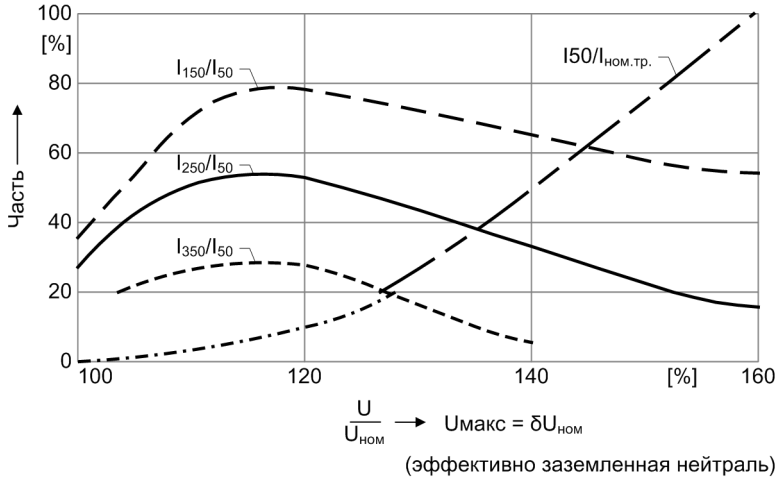
- Уставка по умолчанию **(_:11041:124) Блок.5гарм.** = ***нет***

В случае, когда возможно превышение рабочего напряжения трансформатора (что может привести к ложному срабатыванию дифференциальной защиты), необходимо изменить уставку по умолчанию (см. пояснение далее) и ввести в работу блокировку по пятой гармонике (**Блок.5гарм.** = ***да***).

Параметр: Содерж.5гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:125) Содерж.5гарм.** = ***30 %***

В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, составляющее 30 %. Данное значение выбрано исходя из результатов анализа графика, представленного на *Рисунок 6-58*. На указанном графике по оси X откладывается значение напряжения (в процентах от номинальной величины), по оси Y – процентное содержание гармонических составляющих в токе. Рассмотрение кривой $I_{50}/I_{ном.тр.}$ приводит к выводу о том, что при перенапряжении возможно появление достаточного для срабатывания защиты дифференциального тока. Если предположить, что максимально возможное перенапряжение будет составлять 140 % [$U/U_{ном}$], то из рассмотрения кривой I_{250}/I_{50} видно, что 5-я гармоника по-прежнему достигает амплитуды примерно 35 %. Таким образом, значение уставки по умолчанию, составляющее ***30 %***, будет достаточным.



[dwanhaub-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-58 Гармонический состав тока при перевозбуждении

Параметр: Вр.перекр.блок.5гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:126) Вр.перекр.блок.5гарм.** = ***0 с***

В большинстве случаев возможно использовать уставку по умолчанию. При выявлении некорректной работы защиты данную уставку следует изменить. Необходимое время перекрестной блокировки возможно определить на основе данных гармонического анализа токов, записанных в аварийной осциллограмме.

Параметр: Огр.Iдифф3и5гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:127) Огр.Iдифф3и5гарм.** = ***1,5 I/Iном,об***

Внутреннее повреждение сопровождается появлением большого дифференциального тока. Блокировка дифференциальной защиты от функции обнаружения перевозбуждения запрещена, если дифференциальный ток превышает рассматриваемую уставку. В случае внутреннего повреждения в токе содержатся преимущественно составляющие нечетных гармоник. В соответствии с *Рисунок 6-58* при перевозбуждении может возникнуть дифференциальный ток величиной меньше номинального тока. С другой стороны, искаженные токи при внутреннем повреждении имеют значение большее, чем номинальный ток. Поэтому уставку по умолчанию ***1,5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

Обнаружение внешних повреждений

На *Рисунок 6-57* изображена зона **Дополнительное торможение при внешнем повреждении**. Зона задается параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**. При внешнем повреждении рабочая точка может выйти за пределы зоны дополнительного торможения и войти в зону срабатывания защиты. При помощи описанных далее параметров возможно задать временную блокировку защиты в таких случаях.

Параметр: Уст.дополн.тормож.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:128) Уст.дополн.тормож.** = ***2,0***

Уставка **Уст.дополн.тормож.** позволяет вам задавать значение пуска функции дополнительного торможения. Рекомендуется использовать значение уставки, равное 2. Зона дополнительного торможения ограничена параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.

Параметр: Время дополн.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:129) Время дополн.торм.** = ***0,3 с***

Уставка задается исходя из времени срабатывания защит смежных присоединений. Также необходимо учитывать время отключения выключателя. Рассматриваемая уставка вычисляется следующим образом:

$t_{Z\ торм.} \geq t_{сраб,внеш\ защита} + t_{отключ,выключатель}$

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Однако ее следует задавать в соответствии с конкретными условиями применения. Задание уставки 0 выводит из работы функцию обнаружения внешних повреждений.

Параметр: Вр.перекр.блк.доп.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:130) Вр.перекр.блк.доп.торм.** = ***0,3 с***

Насыщение ТТ может вызвать появление дифференциального тока в неповрежденных фазах, обусловленное применением функций коррекции векторных групп или исключения токов нулевой последовательности. Поэтому Siemens рекомендует вводить функцию перекрестной блокировки путем задания соответствующей выдержки времени. Данная выдержка времени должна равняться времени действия дополнительного торможения.

Ступень защиты I-ДИФФ быстр.

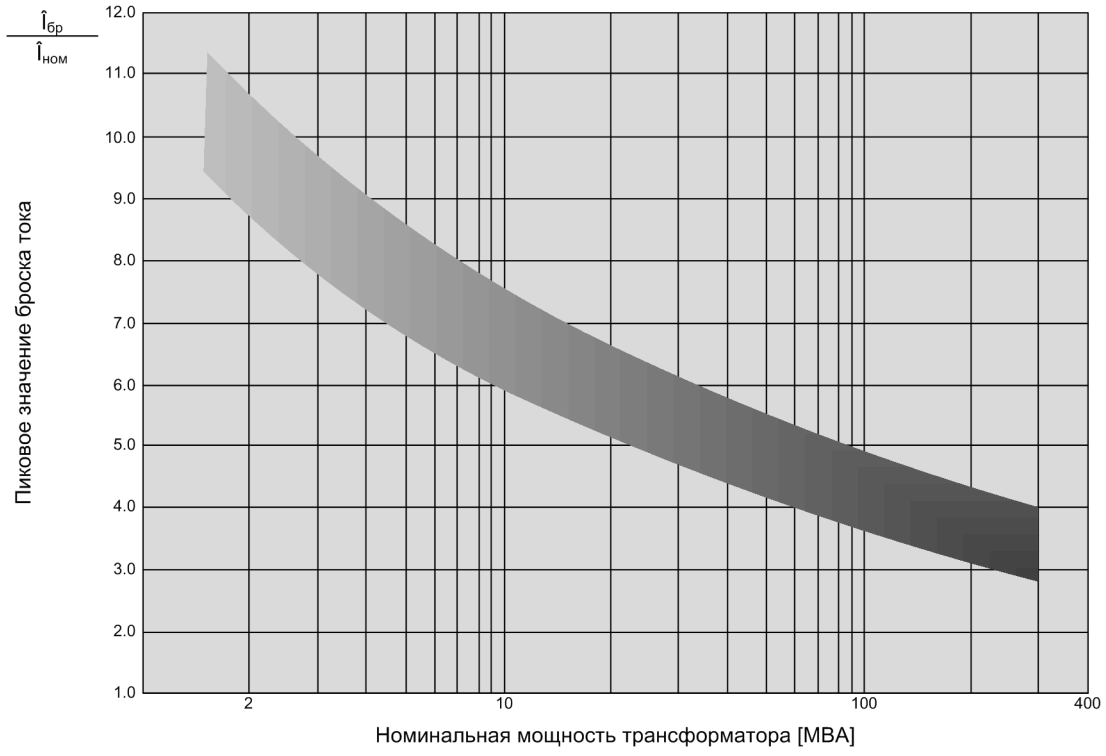
Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *6.3.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*). Следовательно, данная ступень должна быть постоянно введена в работу.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11071:3) Пороговое значение** = ***7,5 I/Iном.об.***

Уставка **Пороговое значение** должна превышать ожидаемый бросок тока намагничивания. Бросок тока намагничивания зависит от конструкции, материала сердечника и полного сопротивления трансформатора. Существуют типовые значения, зависящие от мощности. Используйте указанный далее график для оценки (*Рисунок 6-59*).

Бросок тока намагничивания трансформаторов мощностью <10 MBA может превышать уставку по умолчанию, составляющую ***7,5 I/Iном.об.***.



[Dw-Nennleistung-Transf-060214, 1, ru_RU]

Рисунок 6-59 Броски тока намагничивания трансформатора, стандартные данные

Пример:
Для мощности 100 MBA из *Рисунок 6-59* можно найти значение около 4,5 I/Iном. В данном случае уменьшите уставку по умолчанию с 7,5 I/Iном,об. до указанного значения.

Ступень защиты I-ДИФФ б/торм.

Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *Функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм., Страница 426*).

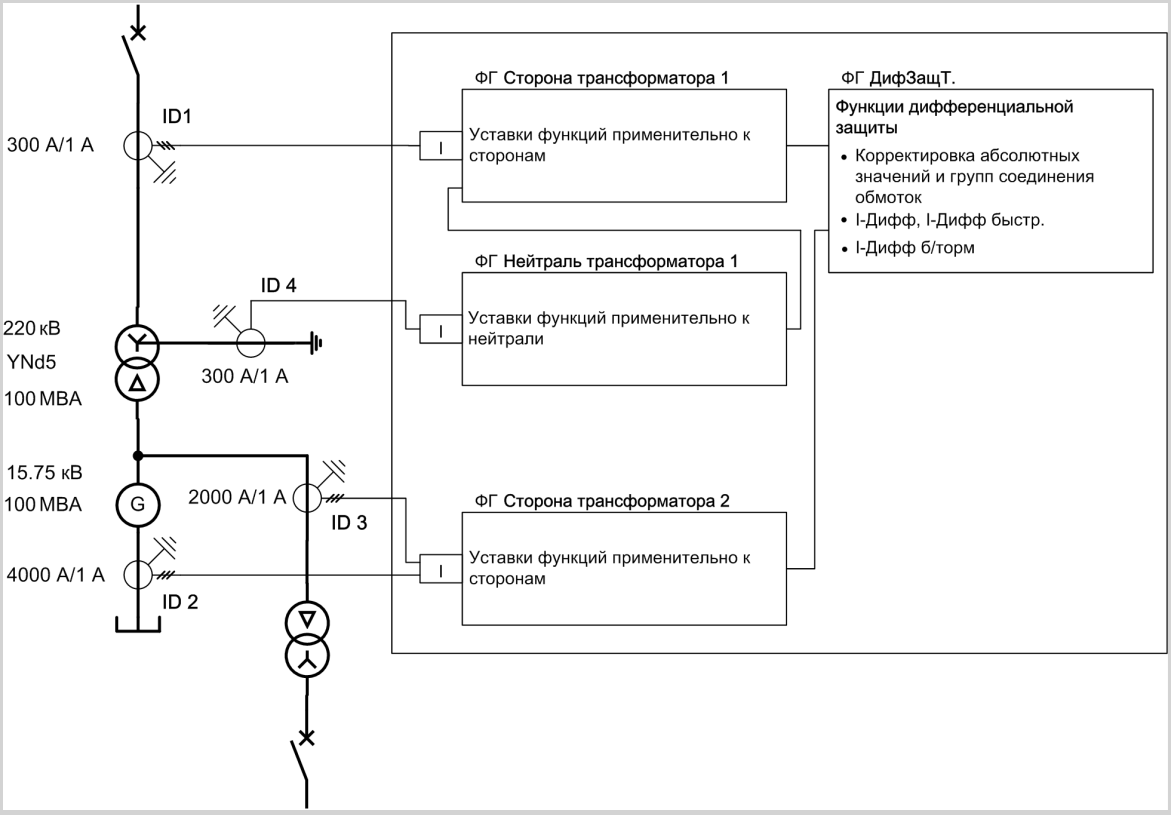
Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:18002:3) Пороговое значение** = ***10,0 I/Iном,об***

Используйте описание ступени защиты I-ДИФФ быстр (*Ступень защиты I-ДИФФ быстр., Страница 480*) для задания уставки.

Защита блока генератор-трансформатор с ТСН

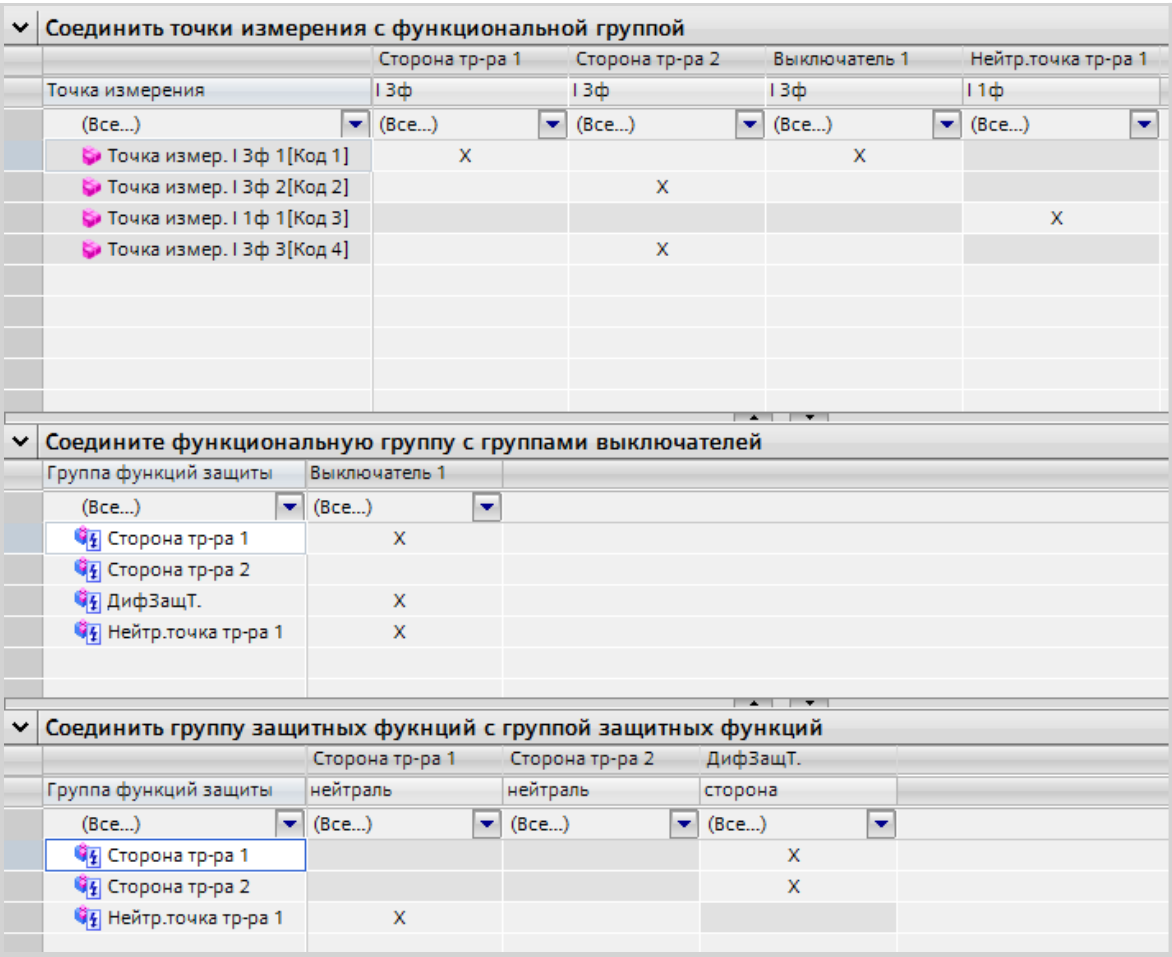
В данном примере основное внимание уделено конфигурации. Трансформатор генератора YNd5, включая генератор, и ошиновка ТСН защищены. Нейтральная точка трансформатора генератора заземляется на стороне высокого напряжения. На указанной ниже схеме показана однолинейная схема, подключение устройства защиты, точки измерения и функциональные группы, необходимые для данного применения. Как видно на указанной далее схеме, требуется три точки измерения трехфазного тока и точка измерения однофазного тока. К 1-фазной точке измерения подключается 1-фазная максимальная токовая защита, выполняющая функции резервной защиты от замыканий на землю. Для реализации функции ограниченной защиты от замыканий на землю ток нейтрали необходимо подключить к функциональной группе **Сторона трансформатора 1**. Отдельные точки измерения обозначаются идентификаторами от ID1 до ID4. Необходимо использовать две функциональные группы **Сторона трансформатора**, одну функциональную группу Нейтр.точка тр-ра и функциональную группу **Трансформатор**. Подключение к соответствующим функциональным группам **Выключатель** здесь подробно не рассмотрено. Подключение зависит от электростанции. Как видно на указанной далее схеме, необходимо установить 2 выключателя (сторона высокого напряжения, собственные нужды). Также следует предусмотреть коммутационный аппарат снятия возбуждения и быстрое отключение турбины.



[dw7umwkl-200214-01, 3, ru_RU]

Рисунок 6-60 Пример конфигурации подключения

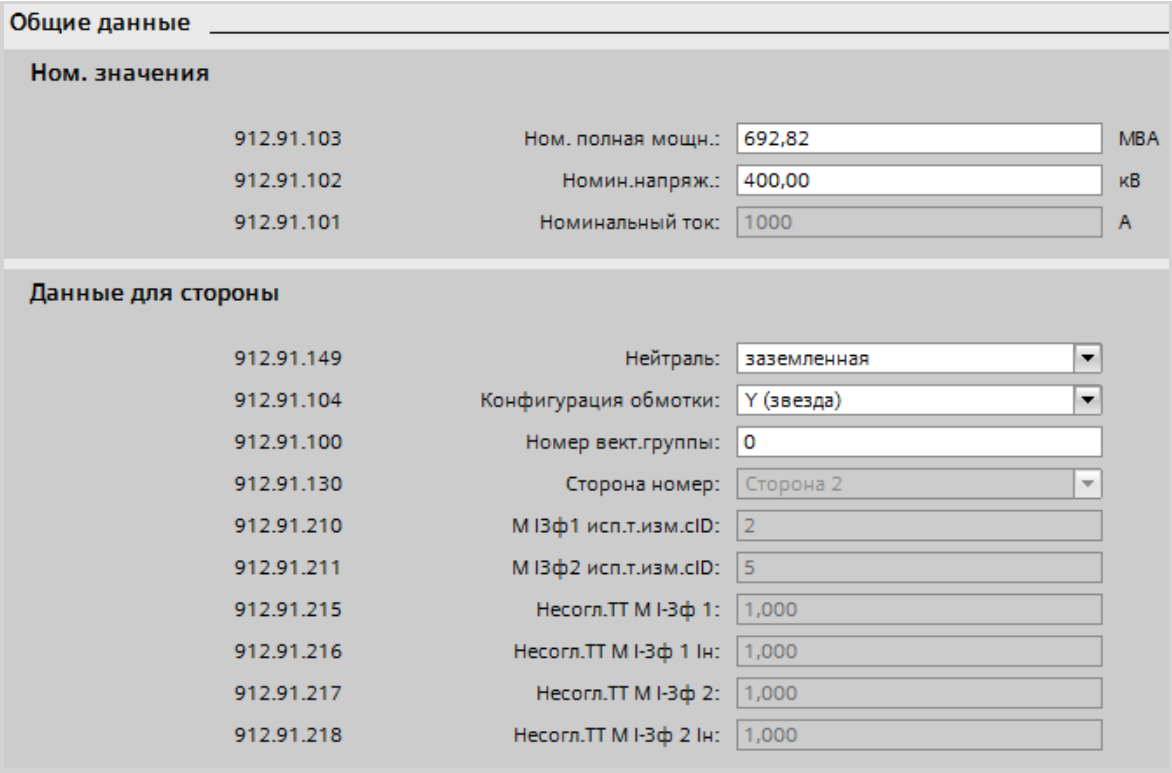
На указанной ниже схеме показано соединение точек измерения к функциональным группам и соединение функциональных групп друг с другом в DIGSI 5. В данном примере показаны только два физически присутствующих выключателя.



[sc7um_trd_2-010414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-61 Привязка точек измерения и функциональных групп (принцип)

Уставки параметров для функциональной группы **Сторона трансформатора** устанавливаются аналогично тому, как выставлялись уставки в примере реализации защиты двухобмоточного трансформатора. Предварительно необходимо ввести данные ТТ для соответствующих точек измерения. На указанном далее снимке экрана показана уставка функциональной группы **Сторона трансформатора 2** (сторона низкого напряжения), поскольку в данном случае подключены 2 точки измерения с разным номинальным током первичного трансформатора.



[sc7um_trd_3-010414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-62 Уставки функциональной группы "Сторона трансформатора 2"

Помимо основных параметров также отображается дополнительная информация (окрашена серым). Отображаются следующие значения:

- Номер стороны трансформатора
- ID назначенных точек измерения
- Коэффициенты согласования соответствующей стороны для корректировки тока

ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо обратить внимание на то, что коэффициенты амплитудной коррекции приводятся для соответствующей стороны.

Номинальный ток на стороне низкого напряжения (сторона 2) равен 3666 A, а ТТ на стороне генератора имеет коэффициент трансформации 4000 A/1 A. К трансформатору собственных нужд подключен ТТ 2000 A/1 A. Это дает 2 следующих коэффициента согласования: 4000 A/3666 A = 1,091 и 2000 A/3666 A = 0,546. Уставки параметров для функциональной группы **Трансформатор** устанавливаются аналогично тому, как выставлялись уставки в примере реализации защиты двухобмоточного трансформатора (описан выше). На приведенных ниже рисунках показаны соответствующие уставки для отключающей ступени I-ДИФФ.

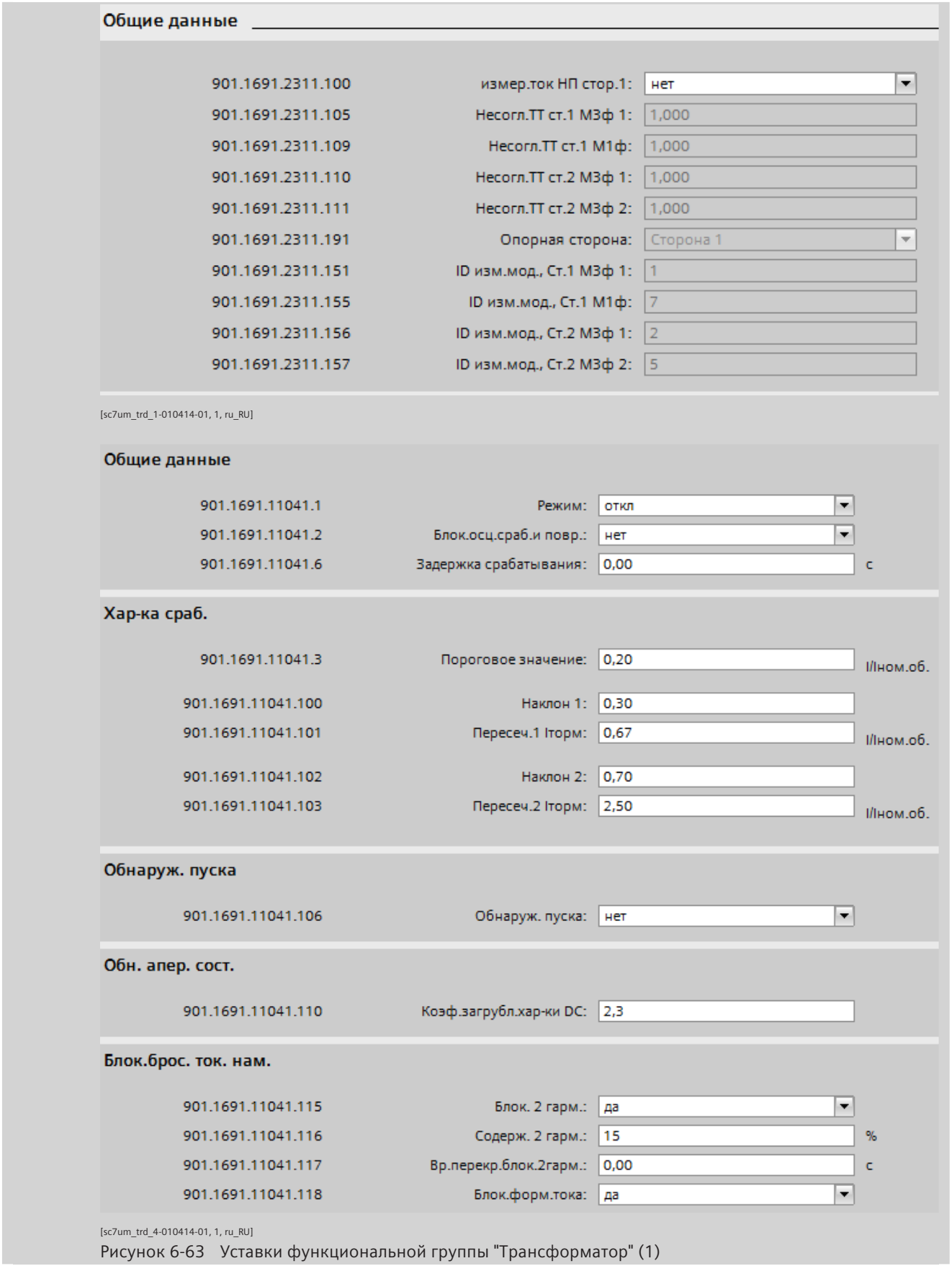
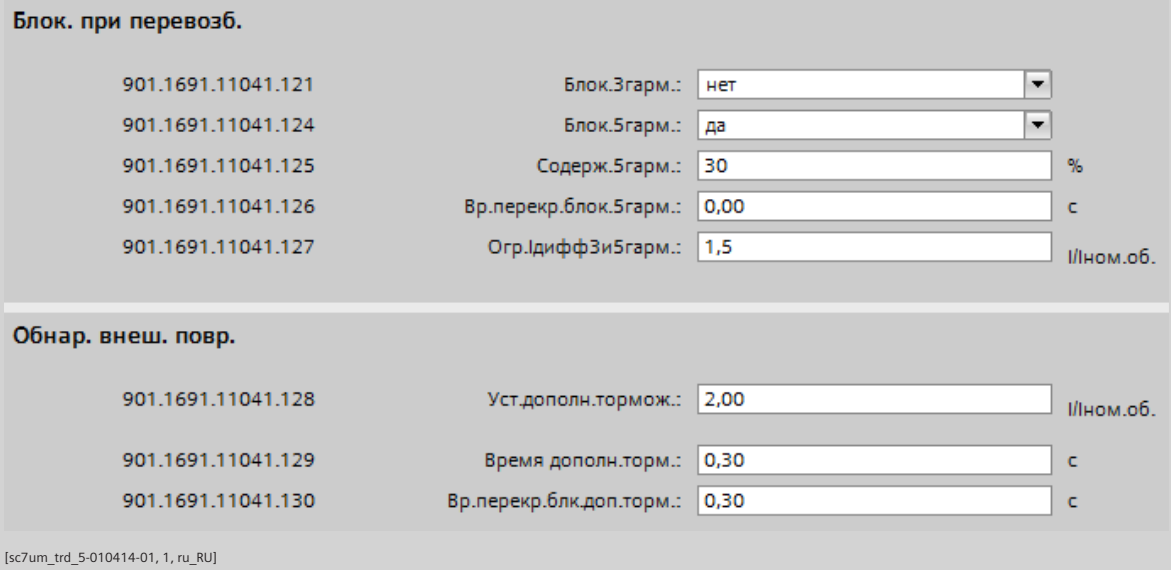


Рисунок 6-63 Уставки функциональной группы "Трансформатор" (1)



[sc7um_trd_5-010414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-64 Уставки функциональной группы "Трансформатор" (2)

Способ учета тока нулевой последовательности определяется на странице уставок **Общие данные**. В функциональной группе Сторона 1 трансформатора нейтраль определена как заземленная. Тем самым, способ учета тока нулевой последовательности передается в функции защиты. Способ учета тока нулевой последовательности задается с помощью следующего параметра.

Параметр: **измер.ток НП стор.1**

- Уставка по умолчанию **(_:2311:100) измер.ток НП стор.1** = ***нет***

При уставке ***да*** выполняется коррекция тока нулевой последовательности. При использовании уставки ***нет*** осуществляется исключение тока нулевой последовательности. В случае применения коррекции тока нулевой последовательности достигается большая чувствительность к 1-фазным замыканиям на землю. Уставка ***да*** задается в том случае, когда в схеме дифференциальной защиты необходимо учитывать ТТ, установленный в нейтрали трансформатора. Убедитесь, что данные ТТ установлены для соответствующих точек измерения.

Дополнительная информация об учете тока нулевой последовательности приведена в *6.3.3.1 Принцип работы дифференциальной защиты*.

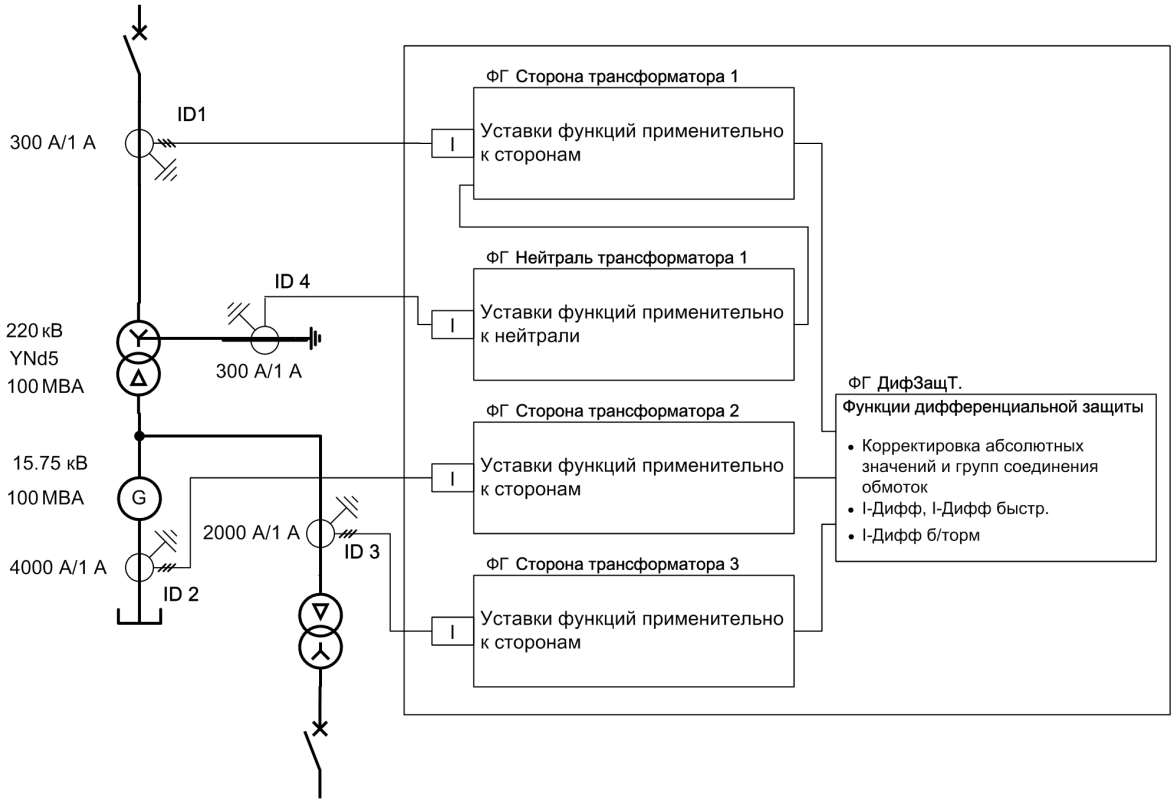
В качестве дополнительной информации на странице **Общие данные** приводятся коэффициенты амплитудной коррекции токов, используемые дифференциальной защитой. Токи приводятся к номинальному току базисной стороны трансформатора. Поскольку имеется двухобмоточный трансформатор, опорная мощность равна 100 MBA.

ПРИМЕЧАНИЕ

Базисной является сторона с наибольшей номинальной полной мощностью. Если несколько сторон имеют одинаковую мощность, то в качестве базисной принимается сторона с наибольшим номинальным током.

Для указанного ранее применения предоставляется дополнительный вариант решения. Таким образом можно параметрировать трехобмоточный трансформатор. На следующей схеме показана структура функциональной группы, а также подключение точек измерения. Основное отличие от *Рисунок 6-60* заключается в том, что функциональная группа **Сторона трансформатора** всегда подключена только к одной точке измерения. Благодаря этому с помощью функциональной группы **Сторона трансформатора** можно применить дополнительные функции защиты на базе тока в точках измерения. Например, дополнительная максимальная токовая защита (МТЗ) резервирования (защита от перегрузки +) может быть учтена в функциональной группе **Сторона трансформатора 3** для трансформатора СН.

Настройка функциональных групп стороны трансформатора 2 и 3 выполняется идентично



[dw7umwk2-170214-01, 3, ru_RU]

Пример конфигурации подключения

6.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:186	Общие данные:Режим защиты		• Трансформатор • Токовый узел	Трансфор-матор
_:2311:100	Общие данные:измер.ток НП стор.1		• нет • да	нет
_:2311:101	Общие данные:измер.ток НП стор.2		• нет • да	нет
_:2311:102	Общие данные:измер.ток НП стор.3		• нет • да	нет
_:2311:103	Общие данные:измер.ток НП стор.4		• нет • да	нет
_:2311:104	Общие данные:измер.ток НП стор.5		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:181	Общие данные:измер.ток НП общ.обм.		• нет • с ТТ 1ф • с ТТ 3ф	нет
_:2311:182	Общие данные:измер.ток НП обм.НН		• нет • да	нет
_:2311:191	Общие данные:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:2311:151	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:152	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:153	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:154	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:155	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М1ф		0 до 100	0
_:2311:156	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:157	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:158	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:159	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:160	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М1ф		0 до 100	0
_:2311:161	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:162	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:163	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:164	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:165	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М1ф		0 до 100	0
_:2311:166	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:167	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:168	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 3		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:169	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 M3ф 4		0 до 100	0
_:2311:170	Общие данные:ID изм.мод., Ст.4 M1ф		0 до 100	0
_:2311:171	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 M3ф 1		0 до 100	0
_:2311:172	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 M3ф 2		0 до 100	0
_:2311:173	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 M3ф 3		0 до 100	0
_:2311:174	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 M3ф 4		0 до 100	0
_:2311:175	Общие данные:ID изм.мод., Ст.5 M1ф		0 до 100	0
_:2311:185	Общие данные:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0
_:2311:187	Общие данные:Исп.полож.РПН		• нет • да	да
Общие данные				
_:11041:1	I-Дифф:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11041:2	I-Дифф:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11041:6	I-Дифф:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Хар-ка сраб.				
_:11041:3	I-Дифф:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:11041:100	I-Дифф:Наклон 1		0.00 до 0.80	0.30
_:11041:101	I-Дифф:Пересеч.1 Iторм		0.00 I/Iном.об. до 5.00 I/Iном.об.	0.67 I/Iном.об.
_:11041:102	I-Дифф:Наклон 2		0.25 до 0.95	0.70
_:11041:103	I-Дифф:Пересеч.2 Iторм		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.50 I/Iном.об.
Обнаруж. пуска				
_:11041:106	I-Дифф:Обнаруж. пуска		• нет • да	нет
_:11041:107	I-Дифф:Уст.обнар.пуска		0.1 I/Iном.об. до 2.0 I/Iном.об.	0.1 I/Iном.об.
_:11041:108	I-Дифф:Коэфф.загрубл. хар-ки		1.0 до 5.0	2.0
_:11041:109	I-Дифф:Макс.доп. вр.пуска		0.1 с до 180.0 с	5.0 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обн. апер. сост.				
_:11041:110	I-Дифф:Коэф.загрубл.хар-ки DC		1.0 до 5.0	2.3
Блок.брос. ток. нам.				
_:11041:115	I-Дифф:По 2 гарм.		• нет • да	да
_:11041:116	I-Дифф:Содерж. 2 гарм.		10% до45%	15 %
_:11041:117	I-Дифф:Вр.перекр.блок. 2гарм.		0.00 с до 200.00 с; ∞	0.00 с
_:11041:118	I-Дифф:По форме тока		• нет • да	да
Блок. при перевозб.				
_:11041:121	I-Дифф:Блок.3гарм.		• нет • да	нет
_:11041:122	I-Дифф:Содерж.3гарм.		10 % до 80 %	30 %
_:11041:123	I-Дифф:Вр.перекр.блок. 3гарм.		0.00 с до 200.00 с; ∞	0.00 с
_:11041:124	I-Дифф:Блок.5гарм.		• нет • да	нет
_:11041:125	I-Дифф:Содерж.5гарм.		10 % до 80 %	30 %
_:11041:126	I-Дифф:Вр.перекр.блок. 5гарм.		0.00 с до 200.00 с; ∞	0.00 с
_:11041:127	I-Дифф:Огр.I диффЗи5гарм.		0.5 I/Iном.об. до 20.0 I/Iном.об.	1.5 I/Iном.об.
Обнар. внеш. повр.				
_:11041:128	I-Дифф:Уст.дополн.тормож.		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.00 I/Iном.об.
_:11041:129	I-Дифф:Время дополн.торм.		0.00 с до 5.00 с; ∞	0.30 с
_:11041:130	I-Дифф:Вр.перекр.блк.доп.торм.		0.00 с до 2.00 с; ∞	0.30 с
I-Дифф быстр.				
_:11071:1	I-Дифф быстр.:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11071:3	I-Дифф быстр.:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	7.5 I/Iном.об.
_:11071:6	I-Дифф быстр.:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11071:100	I-Дифф быстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
ОШ-Дифф б/торм				
_:18002:1	ОШ-Дифф б/торм:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:18002:3	ОШ-Дифф б/торм:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	10.0 I/Iном.об.
_:18002:6	ОШ-Дифф б/торм:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:18002:100	ОШ-Дифф б/торм:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

6.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Iдифф	WYE	O
_:2311:301	Общие данные:Iторм	WYE	O
_:2311:311	Общие данные:Iдифф ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:312	Общие данные:Iдифф ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:313	Общие данные:Iдифф ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:314	Общие данные:Iторм ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:315	Общие данные:Iторм ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:316	Общие данные:Iторм ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:317	Общие данные:Адапт.настр.неакт.	SPS	O
I-Дифф			
_:11041:81	I-Дифф:>Блок. ступень	SPS	I
_:11041:54	I-Дифф:Неактивно	SPS	O
_:11041:52	I-Дифф:Режим работы	ENS	O
_:11041:53	I-Дифф:Статус исправности	ENS	O
_:11041:55	I-Дифф:Пуск	ACD	O
_:11041:56	I-Дифф:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11041:57	I-Дифф:Работа	ACT	O
_:11041:301	I-Дифф:Наклон 1	MV	O
_:11041:302	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (Пуск)	SPS	O
_:11041:303	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (DC)	SPS	O
_:11041:304	I-Дифф:Блок.бр.ток.намагн.	SPS	O
_:11041:305	I-Дифф:Блок.по 2 гарм.	ACT	O
_:11041:306	I-Дифф:Перекр.блок.по 2 гарм.	SPS	O
_:11041:307	I-Дифф:Блок.ан.формы тока	SPS	O
_:11041:308	I-Дифф:Блок.по 3 гарм.	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11041:309	I-Дифф:Перекр.блок.по 3 гарм.	SPS	O
_:11041:310	I-Дифф:Блок.по 5 гарм.	ACT	O
_:11041:311	I-Дифф:Перекр.блок.по 5 гарм.	SPS	O
_:11041:312	I-Дифф:Блок.обнар.внешн.КЗ	ACT	O
_:11041:313	I-Дифф:Перекр.блок.внешн.КЗ	SPS	O
_:11041:316	I-Дифф:CWA обн.внут.пов.	SPS	O
I-Дифф быстр.			
_:11071:81	I-Дифф быстр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:11071:54	I-Дифф быстр.:Неактивно	SPS	O
_:11071:52	I-Дифф быстр.:Режим работы	ENS	O
_:11071:53	I-Дифф быстр.:Статус исправности	ENS	O
_:11071:55	I-Дифф быстр.:Пуск	ACD	O
_:11071:57	I-Дифф быстр.:Работа	ACT	O
_:11071:56	I-Дифф быстр.:зад.сраб.истекла	ACT	O
ОШ-Дифф б/торм			
_:18002:81	ОШ-Дифф б/торм:>Блок. ступень	SPS	I
_:18002:54	ОШ-Дифф б/торм:Неактивно	SPS	O
_:18002:52	ОШ-Дифф б/торм:Режим работы	ENS	O
_:18002:53	ОШ-Дифф б/торм:Статус исправности	ENS	O
_:18002:55	ОШ-Дифф б/торм:Пуск	ACD	O
_:18002:57	ОШ-Дифф б/торм:Работа	ACT	O
_:18002:56	ОШ-Дифф б/торм:зад.сраб.истекла	ACT	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.4 Дифференциальная защита от замыканий на землю

6.4.1 Обзор функций

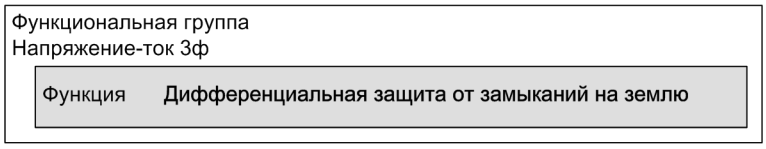
Функция **Дифференциальная защита от замыканий на землю** (ANSI 87N):

- Реагирует на замыкания на землю в трансформаторах, шунтирующих реакторах, заземляющих реакторах, вращающихся электрических машинах с заземленной нейтралью.
- Обладает высокой чувствительностью к замыканиям на землю вблизи нейтрали.
- Является дополнительной основной защитой совместно с продольной дифференциальной защитой.
- Защищает заземляющие трансформаторы в зоне защиты. Необходимо использовать ТТ, установленный между нейтралью и заземляющим проводником. Защищаемая зона ограничивается фазными ТТ и ТТ, установленным в нейтрали.
- При использовании на автотрансформаторах адаптируется к стороне с наибольшим током, что предотвращает излишнюю работу защиты в случае внешних замыканий на землю.

6.4.2 Структура функции

Функция **Дифференциальная защита от замыканий на землю** используется в функциональной группе защиты **Сторона трансформатора** или **Автотрансформатор**. Данная функция также может использоваться для компенсационной обмотки автотрансформатора или в функции **Стандартные UI**. Функция зависит от применения в соответствующем шаблоне применения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время конфигурирования.

Функция **Дифференциальная защита от замыканий на землю** не имеет ступеней.

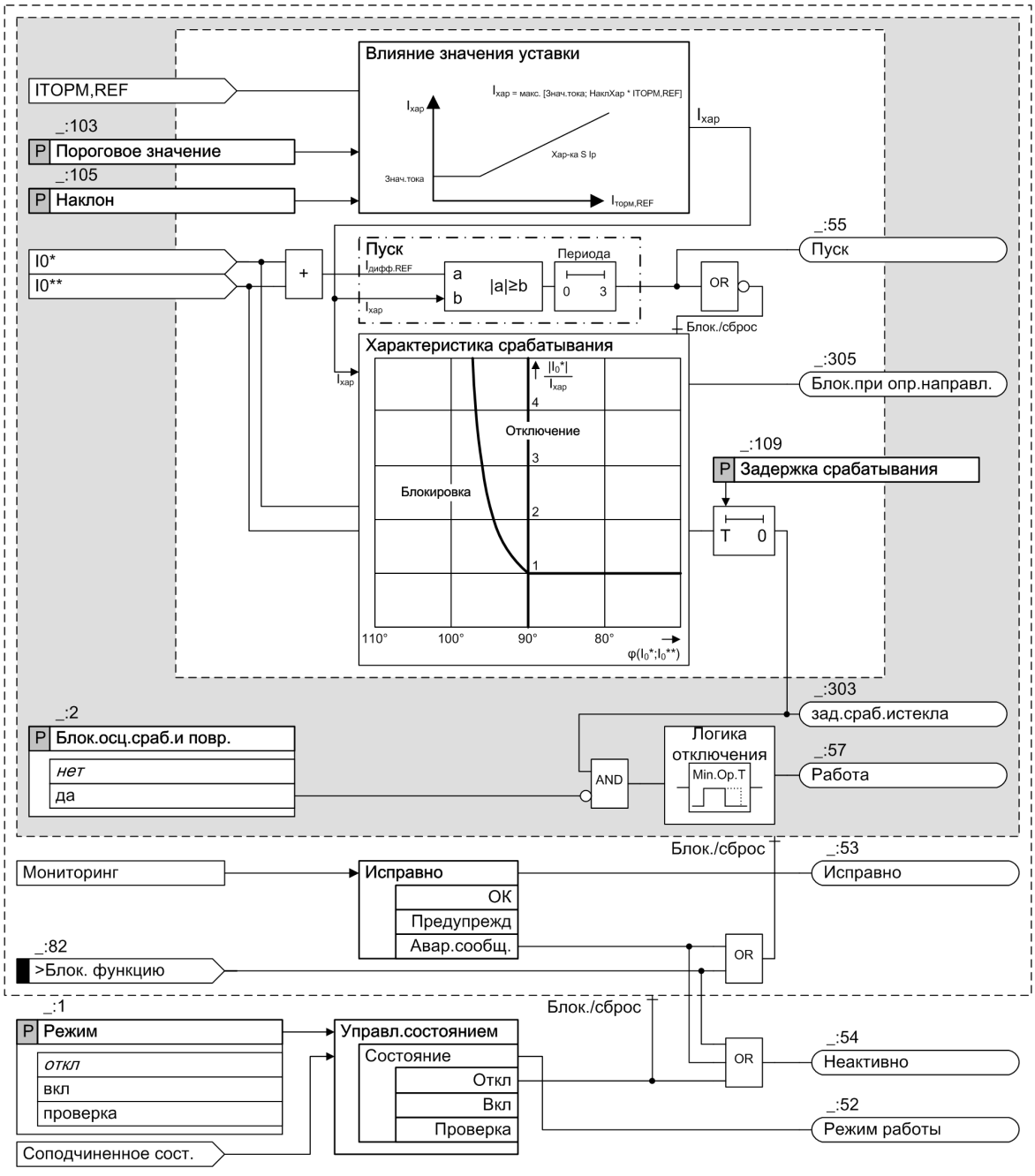


[dwstrupt-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-65 Структура/реализация функции

6.4.3 Описание функции

Логика работы



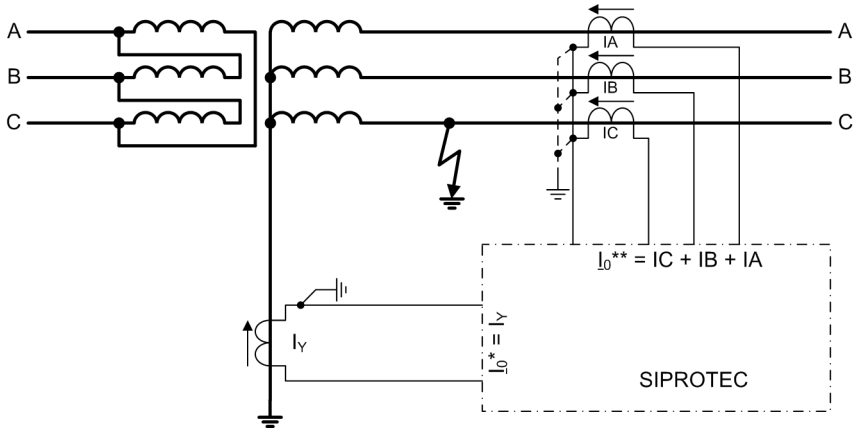
[loreffkt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-66 Логическая схема функции дифференциальной защиты от замыканий на землю

Функция защиты обрабатывает ток нейтрали I_0* ($3I_0$) и расчетный ток нулевой последовательности I_0** ($3I_0$), вычисляемый из фазных токов (см. следующий рисунок). Защищаемая зона ограничивается фазными ТТ, установленными на выводе объекта и ТТ в нейтрали. Значения токов (скорректированные), полученные в результате амплитудной коррекции, обозначаются символом *. Токи приводятся к номинальному току соответствующей стороны защищаемого объекта.

В случае внутреннего замыкания на землю ток нулевой последовательности течет к точке повреждения, расположенной внутри защищаемой зоны. При внешнем замыкании на землю ток, изме-

ренный фазными ТТ, будет иметь обратное направление. Поэтому критерием наличия внутреннего повреждения является направление тока.



[dwgrdpri-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-67 Принцип работы функции.

В соответствии с логической схемой, *Рисунок 6-66*, функция защиты состоит из трех частей:

Изменение уставки срабатывания

Дифференциальный и тормозной токи вычисляются из токов нулевой последовательности. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное (см. *Рисунок 6-67*). Учтите, что ток нулевой последовательности в осциллограмме и в тестовом режиме DIGSI 5 отображается положительным, если он вытекает из защищаемого объекта.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следующие вычисления относятся к случаю, когда на стороне защищаемого объекта установлена одна трехфазная группа ТТ. При использовании на одной стороне нескольких групп ТТ вычисления тормозного тока следует выполнять с учетом всех ТТ.

$\underline{I}_0^* = k_m \cdot 3\underline{I}_0'$

$\underline{I}_0^{**} = k_m \cdot 3\underline{I}_0'' \rightarrow 3\underline{I}_0'' = \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C$

где $k_m = I_{ном.тр.}/I_{ном.ст.}$

$I_{диф., REF} = |\underline{I}_0^* + \underline{I}_0^{**}|$

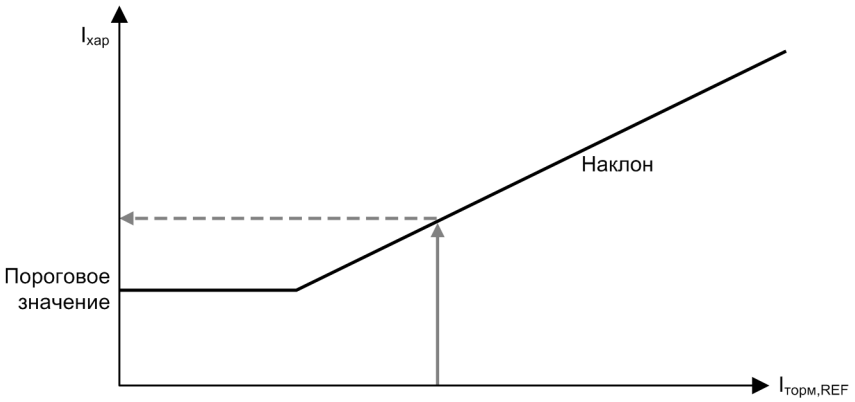
$I_{торм., REF} = |\underline{I}_0^*| + |\underline{I}_A| + |\underline{I}_B| + |\underline{I}_C|$

где:

$3\underline{I}_0'$	Ток нулевой последовательности, измеренный в точке нейтрали
$3\underline{I}_0''$	Ток нулевой последовательности, вычисленный из фазных токов
k_m	Коэффициент амплитудной коррекции
$I_{ном.тр.}$	Первичный номинальный ток трансформатора.
$I_{ном.ст.}$	Первичный номинальный ток стороны трансформатора.
$I_{дифф.,баз.}$	Дифференциальный ток.
$I_{торм., баз.}$	Тормозной ток

Ток $I_{хар.}$, представляющий значение пуска защиты, определяется из характеристики срабатывания с учетом вычисляемого тормозного тока (*Рисунок 6-68*). Таким образом, выполняется отстройка защиты (торможение) от внешних многофазных замыканий на землю, например 2 полюсное замыкание на землю. Т. е. защитная функция становится менее чувствительной.

Если задан параметр **Наклон = 0**, то уставка срабатывания защиты **Пороговое значение** не зависит от величины тормозного тока.

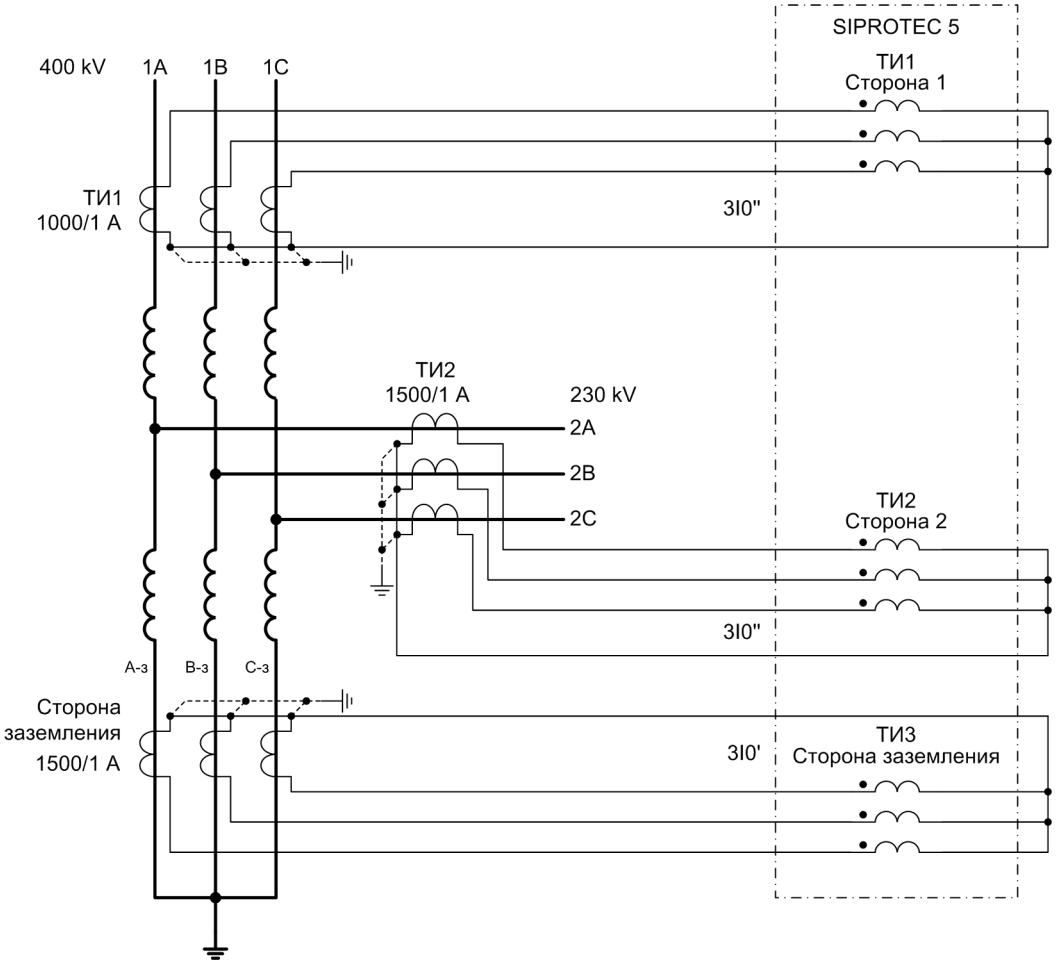


[dwstabke-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-68 Тормозная характеристика защиты

Вывод нейтрали автотрансформатора

Для автотрансформаторов наряду с 1-фазной стороной заземления может также использоваться и 3-фазная сторона заземления.



[dwautraf-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-69 Подключение ТТ для схемы автотрансформатора

В данном случае ток нейтрали вычисляется как сумма фазных токов вывода нейтрали:

$I_0^* = k_m \cdot 3I_0' \rightarrow 3I_0' = I_{з,A} + I_{з,B} + I_{з,C}$

где $k_m = I_{ном.тр.}/I_{ном.ст.}$

Тормозной ток вычисляется

$I_{торм,REF} = |I_{з,A}| + |I_{з,B}| + |I_{з,C}| + |I_A| + |I_B| + |I_C|$

ПРИМЕЧАНИЕ

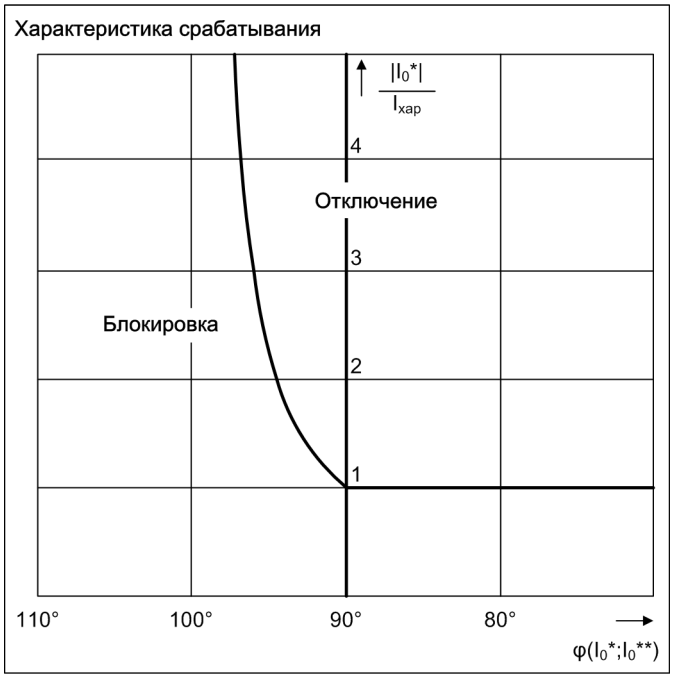
Если к устройству защиты подключены и 1-фазная нейтраль, и 3-фазная сторона заземления, то дифференциальная защита от замыканий на землю использует только 1-фазный ток нейтрали. При этом 3-фазный ток стороны заземления не учитывается.

Пуск

Если значение рассчитанного дифференциального тока $I_{дифф.,REF}$ превышает вычисленный по тормозной характеристике ток срабатывания $I_{хар.}$ (см. *Рисунок 6-66*), происходит пуск защиты и начинается соответствующая внутренняя обработка сигналов. Формируется сообщение о пуске.

Характеристика срабатывания

Характеристика срабатывания, представленная на следующем рисунке, состоит из 2 частей. Правая часть характеристики соответствует **внутреннему замыканию на землю**. В идеальном случае при внутреннем повреждении угол между векторами двух токов ($\angle(\underline{I}_0^*, \underline{I}_0^{**})$) равен 0. Однако насыщение ТТ может вызвать угловую погрешность. Правая часть характеристики соответствует углам ≤ 90°. Ток отключения равен току нейтрали ($\underline{I}_0^*$). Данный ток сравнивается с током срабатывания, изменяющимся в соответствии с тормозной характеристикой.



[dwausken-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-70 Кривая срабатывания, зависящая от фазового угла между I_0^* и I_0^{**} при $|I_0^*| = |I_0^{**}|$ (180° = внешнее повреждение)

В случае **внешнего замыкания на землю** ток нулевой последовательности, вычисляемый из фазных токов, меняет свое направление на 180°. При этом угол между векторами токов ($\angle(\underline{I}_0^*, \underline{I}_0^{**})$) также будет равен 180°. Такая ситуация соответствует левой части характеристики срабатывания, где значи-

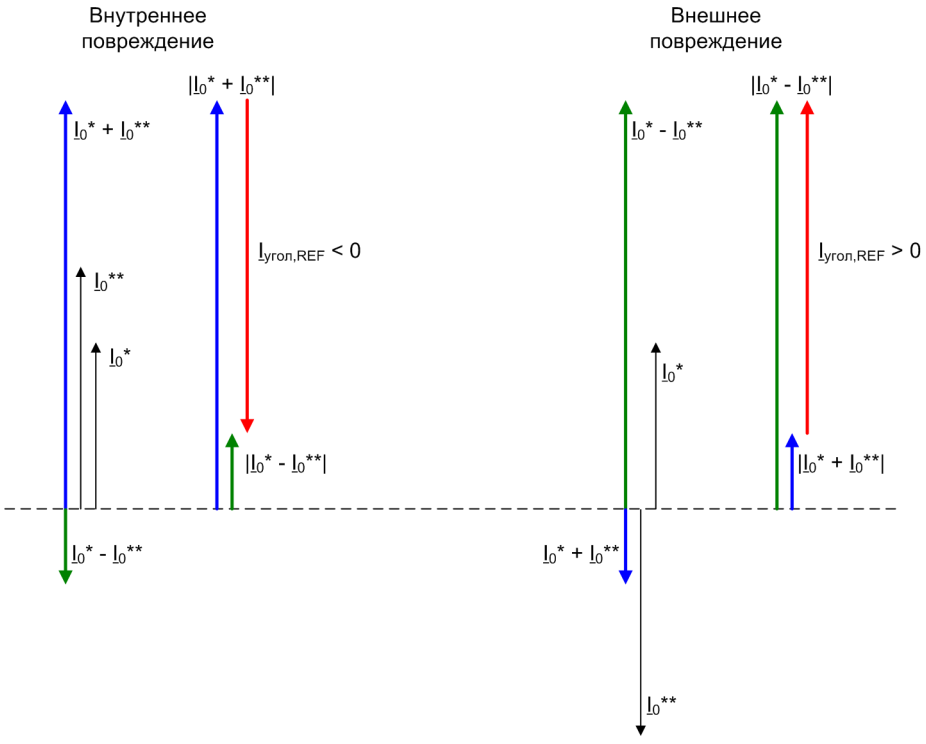
тельно увеличивается уставка срабатывания. Отклонения значения угла от 180° может быть вызвано насыщением ТТ при внешних коротких замыканиях.

Ток $I_{угол, REF}$, на основании которого **определяется угол** между векторами токов, рассчитывается следующим образом:

$I_{угол, REF} = |\underline{I}_0^* - \underline{I}_0^{**}| - |\underline{I}_0^* + \underline{I}_0^{**}|$

Ток $I_{угол, REF}$ зависит от условий повреждения (см. рисунок ниже). При внутреннем повреждении (угол = 0°) данный ток будет отрицательным. Если возникают угловые погрешности в указанном диапазоне, знак остается отрицательным. Величина тока уменьшается.

При внешнем повреждении (угол = 180°) ток будет положительным. При меньшем угле (<180°) из-за насыщения трансформатора угол остается положительным. Величина уменьшается.



[dwwinken-011112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-71 Определение угла между векторами токов при внутреннем и внешнем повреждениях.

Для срабатывания защиты ток нейтрали $\underline{I}_0^*$ должен превысить ток $I_{REF,откл}$. Левая часть характеристики срабатывания описывается следующим уравнением:

$I_{REF,откл.} = I_{хар.} + k \cdot I_{угол,REF}$

где:

$I_{хар.}$	Значение пуска, определенное по тормозной характеристике.
k	Коэффициент (имеет фиксированное значение 4,05657; данное значение соответствует граничному углу при $\|\underline{I}_0^*\| = \|\underline{I}_0^{**}\|$ точно равному 100°; срабатывание защиты блокируется при углах больше данного).

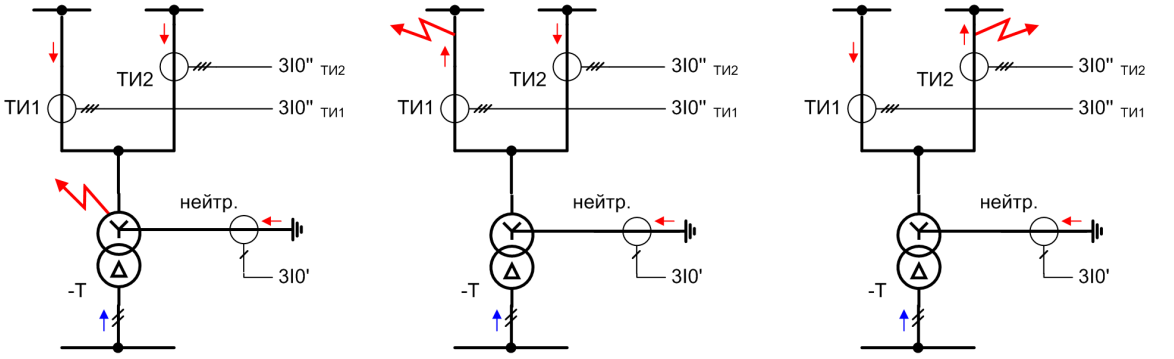
Работа с несколькими точками измерения на одной стороне

Если на одной стороне имеется несколько точек измерения (как в случае использования полуторной схемы), то определение угла выполняется отдельно для каждой точки измерения. Решение о срабатывании защиты принимается исходя из максимального тока $I_{угол,REF}$.

ПРИМЕЧАНИЕ

При внешнем повреждении ток $I_{угол, REF}$ всегда > 0.

На следующем рисунке показано распределение токов при различных видах повреждения. Необходимо помнить, что тормозной ток ($I_{торм., REF}$) всегда определяется суммой всех токов (фазных токов точек измерения и тока нейтрали). Для пуска важным является дифференциальный ток $I_{дифф, REF}$. Дифференциальный ток равен геометрической сумме всех адаптированных токов. Здесь имеются в виду токи нулевой последовательности точек измерения на стороне нагрузки и ток нейтрали.



$I_{угол,REFТИ1} \leq 0$, $\Delta\varphi_{_ТИ1} = 0°$
$I_{угол,REFТИ2} \leq 0$, $\Delta\varphi_{_ТИ2} = 0°$
$I_{REF,откл} = I_{хар.}$

$I_{угол,REFТИ1} \geq 0$, $\Delta\varphi_{_ТИ1} = 180°$
$I_{угол,REFТИ2} \leq 0$, $\Delta\varphi_{_ТИ2} = 0°$
$I_{REF,откл} = I_{хар.} + k * I_{угол,REFТИ1}$

$I_{угол,REFТИ1} \leq 0$, $\Delta\varphi_{_ТИ1} = 0°$
$I_{угол,REFТИ2} \geq 0$, $\Delta\varphi_{_ТИ2} = 180°$
$I_{REF,откл} = I_{хар.} + k * I_{угол,REFТИ2}$

[dwfehler-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-72 Работа функции при различных аварийный условиях

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:306) IREF, сраб.	Регулируйте объем дифференциальной защиты от замыкания на землю по критерию угла
(_:307) Iугол,REF	Стабилизация значения (угла) дифференциальной защиты от замыкания на землю по критерию угла
(_:311) IREF, откл	Регулируйте объем дифференциальной защиты от замыкания на землю в выключенном состоянии
(_:312) Iугол, сраб.REF	Стабилизация значения дифференциальной защиты от замыкания на землю в выключенном состоянии
(_:301) Iдифф	Дифференциальный ток.
(_:302) Iторм	Тормозной ток

Измеренные значения для функции **Дифференциальная защита от замыканий на землю** можно найти в следующих пунктах меню для устройства:

- Главное меню → Измерения → функция → Функц. величины → 87N REF

6.4.4 Указания по применению и вводу уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

При настройке уставки срабатывания (Пороговое значение) должны соблюдаться следующие условия:

Уставка ≥ макс {*0,05 I/Iном.ст.* ; *0,05* * $I_{перв.ТТ\ макс.}$ / $I_{ном.ст.}$}

Уставка ≤ мин{*2,00 I/Iном.ст.* ; *100,00* * $I_{перв.ТТ\ макс.}$ / $I_{ном.ст.}$}

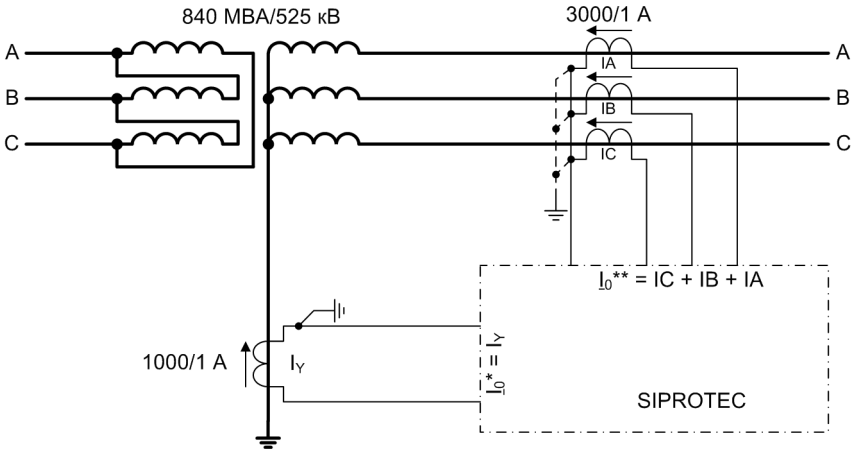
Величина ***0,05 I/Iном.ст.*** — минимально возможная уставка, ***2,00 I/Iном.ст.*** — максимально возможная уставка. $I_{перв,ТТ\ макс.}$ — наибольший номинальный ток первичной обмотки ТТ из подключенных к защищаемой стороне объекта и $I_{ном.ст.}$ — номинальный ток защищаемой стороны объекта. ***100,00 I/Iном.ст.*** – верхний предел измерения.

Если существует вероятность появления дребезга сигнала пуска, минимально возможная уставка увеличивается. Если же после выполнения амплитудной коррекции величина тока выходит за пределы измерения, то максимально возможное значение уставки снижается.

Коррекция граничных значений уставки выполняется автоматически. Задание уставки за пределами указанного диапазона запрещается программно.

Ниже приведены примеры задания уставок дифференциальной защиты от замыканий на землю для наиболее часто встречающихся конфигураций оборудования.

Защита обмотки, соединенной в звезду с глухозаземленной нейтралью (сторона Y)



[dwanster-170712-01.tif, 1, ru_RU]

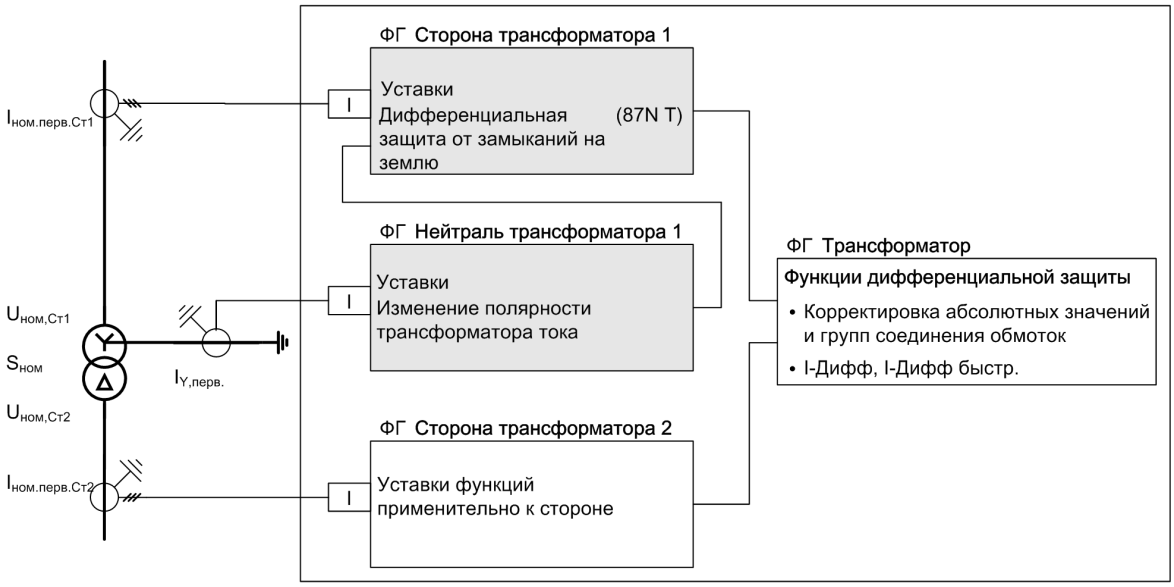
Рисунок 6-73 Защита обмотки, соединенной в звезду

Данная схема защиты является стандартной. В ней участвуют фазные токи одной стороны и ток нейтрали. Функция защиты размещается в функциональной группе **Сторона трансформатора**.

На следующем рисунке представлена структура функции. Дифференциальная защита от замыканий на землю получает информацию о токах от ТТ, подключенных к функциональной группе **Сторона трансформатора**. Ток нейтрали заводится в функциональную группу **Сторона трансформатора** через функциональную группу **Нейтр.точка тр-ра**. Для обеспечения совместимости с устройствами серии SIPROTEC 4 (в части определение направления токов в дифференциальной защите от замыканий на землю), в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** в дополнение к амплитудной коррекции тока нейтрали выполняется инверсия полярности (сдвиг фазы на 180°).

ПРИМЕЧАНИЕ

На аварийной осциллограмме аналоговые сигналы отображаются в соответствии с полярностью подключения. Поэтому ток нейтрали будет сдвинут на 180° в сравнении с током, записанным устройством SIPROTEC 4.



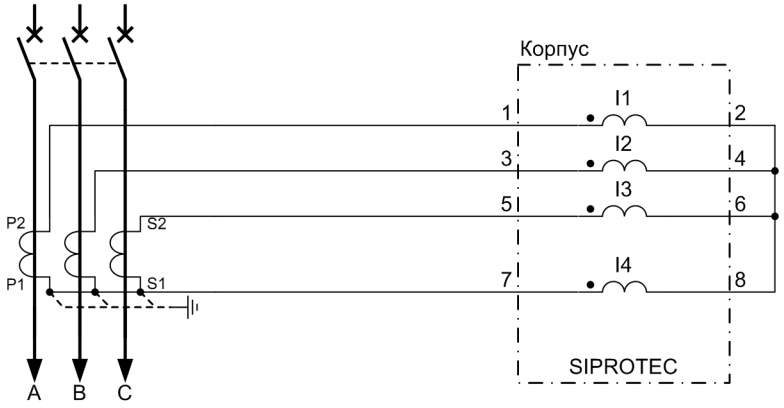
[dw2wtyde-201112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-74 Структура функциональной группы дифференциальной защиты от замыканий на землю

Пояснения к схемам подключения и определению направления тока

Для устройств серии SIPROTEC 5 приняты единые принципы определения направления токов. Это также относится и к дифференциальной защите трансформаторов. Применение данных принципов обусловливает обработку измерений ТТ нейтрали, описанную выше.

Принято, что сумма токов, втекающий в защищаемый объект, равна 0 ($\underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C + \underline{I}_N = 0$ или $\underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C = -\underline{I}_N$). Защищаемый объект может располагаться слева или справа от ТТ. Ниже приведены стандартные схемы подключения.

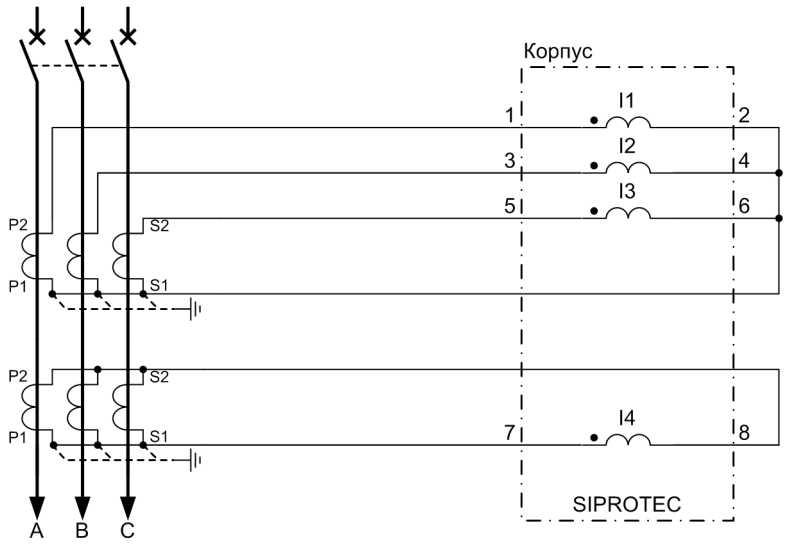


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +IN

[tileite2-070211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-75 Схема подключения (1) трансформатора тока

или



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +IN отд.

[tileite4-260313-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-76 Схема подключения (2) трансформатора тока

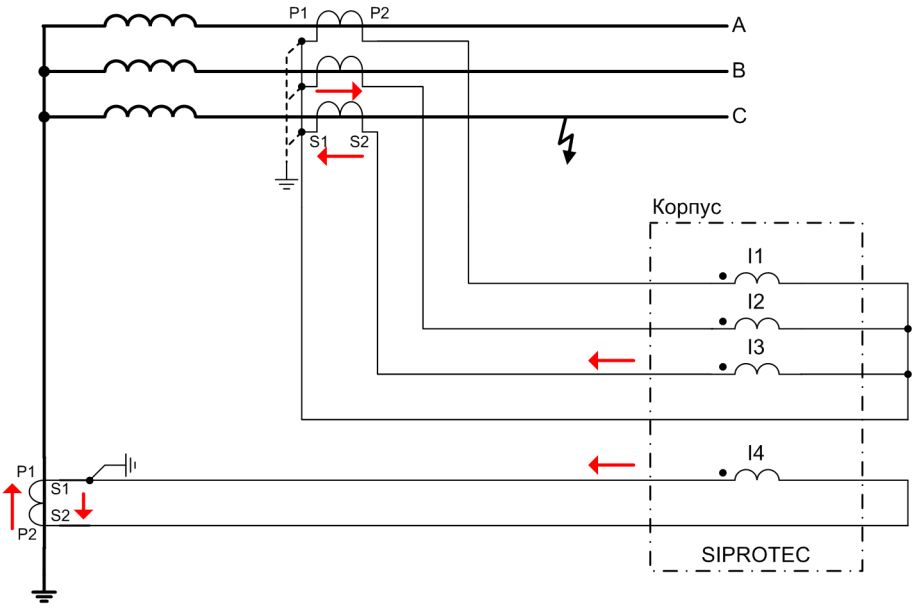
На *Рисунок 6-77* представлена схема подключения ТТ для реализации защиты трансформатора. Рассмотрим случай внешнего КЗ на землю. Все вторичные токи вытекают из устройства. Поэтому в соответствии с правилом определения направления токов (положительное для тока, втекающего в защищаемую зону) в устройстве должен появиться дифференциальный ток ($I_{ДИФФ., баз.} = |\underline{I}_Y + \underline{I}_A + \underline{I}_B + \underline{I}_C| = |-\underline{I}_4 - \underline{I}_3|$). Для предотвращения этого в функциональной группе **Нейтр.точка тр-ра** выполняется инверсия тока нейтрали. При $I_{дифф., баз.} = |\underline{I}_4 - \underline{I}_3| = 0$.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если ток нейтрали включается в функцию защиты (коррекция тока нулевой последовательности), эта инверсия также влияет на дифференциальную защиту.

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите также требования к трансформатору тока в главе *A.6 Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты трансформатора (фазный ТТ и трансформатор нейтрали)*.



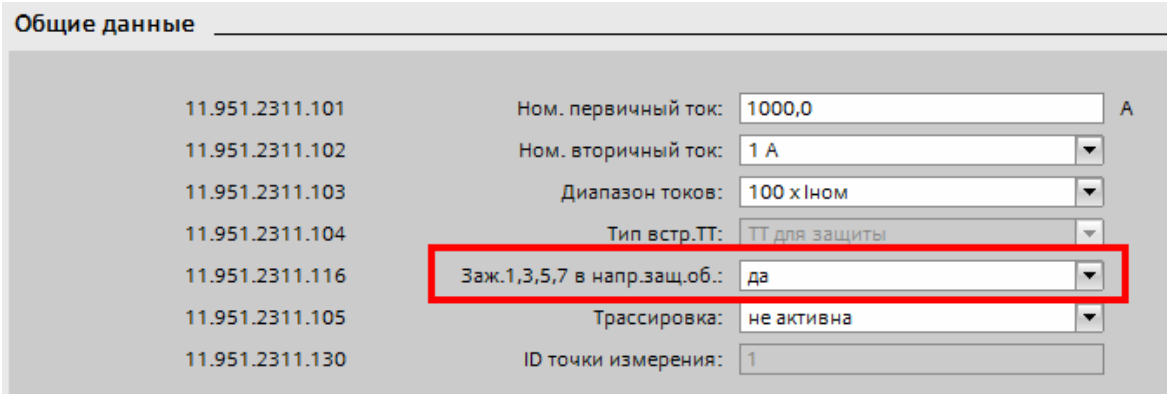
Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

Трансформатор тока, 1ф: подключение = IN

[dwstwnas-281112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-77 Подключение трансформаторов тока для реализации защиты трансформатора

Для 1-фазной точки измерения в соответствии с правилом определения направления токов задаются следующие уставки:



[scedsall-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-78 Уставки в DIGSI 5

Точки на *Рисунок 6-77* отображают полярность входных ТТ устройства защиты. В то же время клеммы токовых входов, имеющие нечетные номера, являются клеммами, из которых ток вытекает. Т. к. в устройствах SIPROTEC 5 любой входной ТТ может быть привязан к 1-фазной точке измерения, то необходимо задать уставку, определяющую соответствие между током, вытекающим из клемм с нечетными номерами, и направлением первичного тока. В соответствии с *Рисунок 6-77* уставка должна иметь значение ***да***.

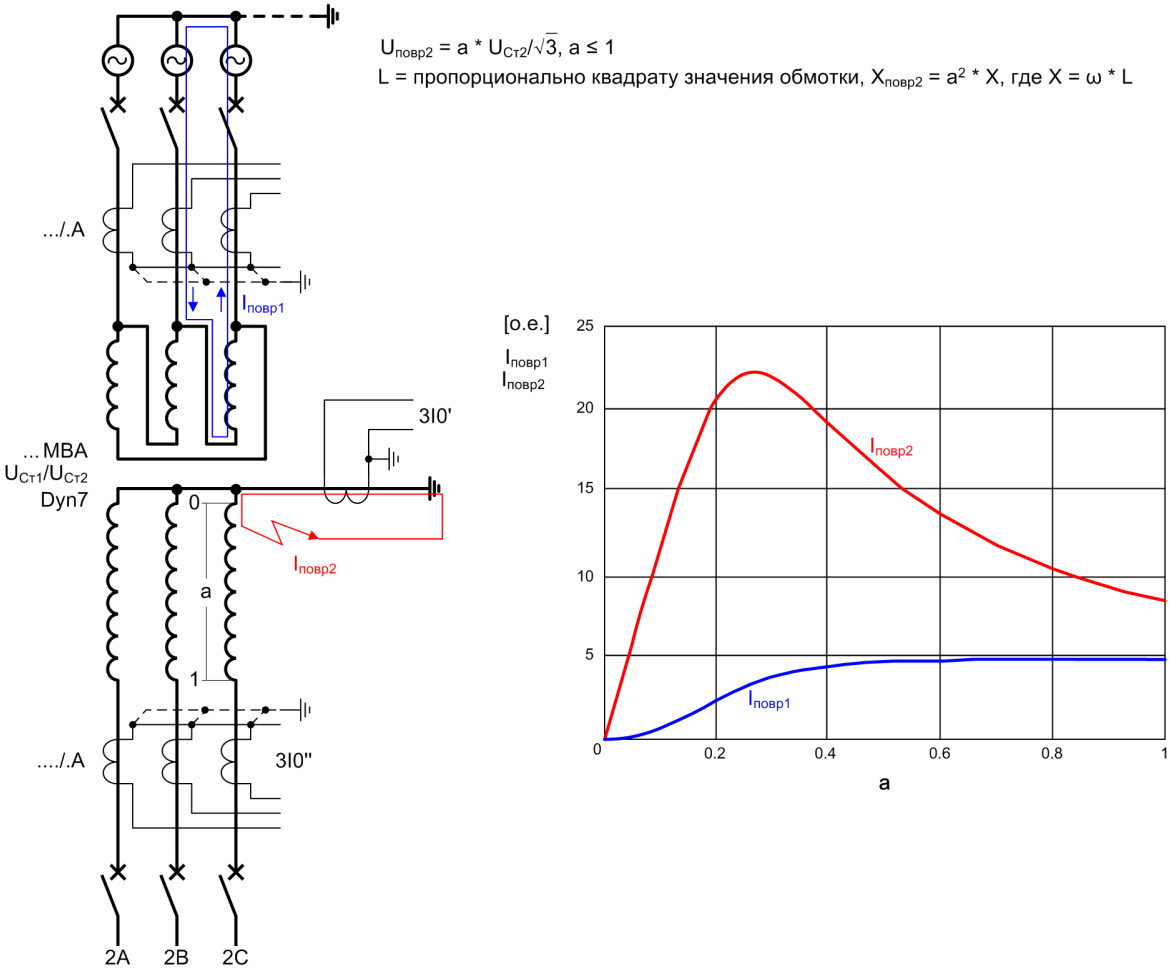
- Уставка по умолчанию **(_:115) Заж.1,3,5,7 в напр.защ.об.** = ***да***

Для расчета уставки срабатывания можно воспользоваться схемой, представленной далее. В данном примере трансформатор получает питание со стороны обмотки, соединенной в треугольник, а на стороне обмотки, соединенной в звезду, происходит 1-фазное замыкание на землю.

ПРИМЕЧАНИЕ

При расчете токов КЗ следует помнить, что индуктивность изменяется пропорционально квадрату количества замкнутых витков, и прямо пропорционально напряжению.

В правой части рисунка представлен график зависимости токов КЗ от расстояния до места КЗ. Кривая тока повреждения $I_{повр1}$ показывает, что продольная дифференциальная защита не может иметь достаточной чувствительности к замыканиям вблизи нейтральной точки, т. к. при этом ток КЗ слишком мал. Однако одновременно с этим ток нейтрали $I_{повр2}$ имеет достаточно большое значение. Поэтому уставку Пороговое значение (ток, протекающий через ТТ, установленный в нейтрали) (**Пороговое значение**) нет необходимости задавать слишком чувствительной.



[dwf1pole-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-79 Кривые изменения токов КЗ при 1-фазном замыкании на землю

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,2 I/Iном.ст.***

При задании уставок необходимо соблюдать указанные выше рекомендации.

$$\text{Пороговое значение} \geq 0{,}05\ \text{I/Iном.ст.} \cdot \frac{I_{\text{перв.ТТмакс}}}{I_{\text{ном.ст.}}}$$

[foschwe1-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Исходя из данных, представленных на *Рисунок 6-73*, нижняя граница уставки:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/Iном.ст.} \cdot \frac{3000\ \text{A}}{924\ \text{A}} = 0.162\ \text{I/Iном.ст.}$$

$$\text{при } I_{\text{объекта,ст.}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3}\ U_{\text{ном}}} = \frac{840\ \text{MBA}}{\sqrt{3}\ 525\ \text{кВ}} = 924\ \text{A}$$

[foschwe2-041012-01.tif, 1, ru_RU]

Рекомендуемое значение уставки ***0,2 I/Iном.ст.*** удовлетворяет данному ограничению.

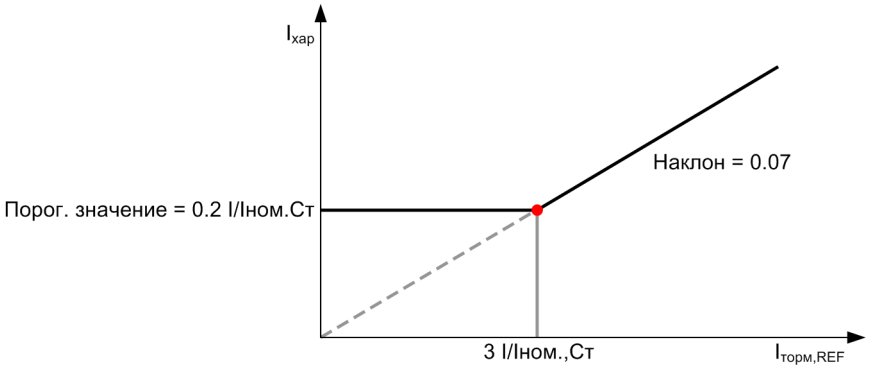
- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,07***

Функцию защиты от внешних многофазных КЗ на землю можно отстроить (загрублением уставки срабатывания) с помощью параметра **Наклон**. Выбирая значение этого параметра не загрубляйте уставку срабатывания очень сильно, иначе она достигнет номинального тока. При протекании больших токов должно выполняться торможение. Параметр Наклон соответствует тангенсу угла наклонного участка (см. *Рисунок 6-80*). При расчетах Siemens рекомендует принимать тормозной ток изменения наклона характеристики таким образом, чтобы при протекании номинального тока по всем фазам загрубления значения срабатывания не происходило. Ниже приведен пример расчета.

$$I_{\text{торм,баз.}} = \left|\underline{I}_0^*\right| + \left|\underline{I}_A\right| + \left|\underline{I}_B\right| + \left|\underline{I}_C\right| = 0 + 3\ \text{I/Iном,ст} = 3\ \text{I/Iном,ст}$$

$$\text{Наклон} = \frac{\text{Пороговое значение}}{I_{\text{торм,баз.}}} = \frac{0{,}2\ \text{I/Iном,ст}}{3\ \text{I/Iном,ст}} = 0{,}07$$

[fostbref-231012-01.tif, 1, ru_RU]



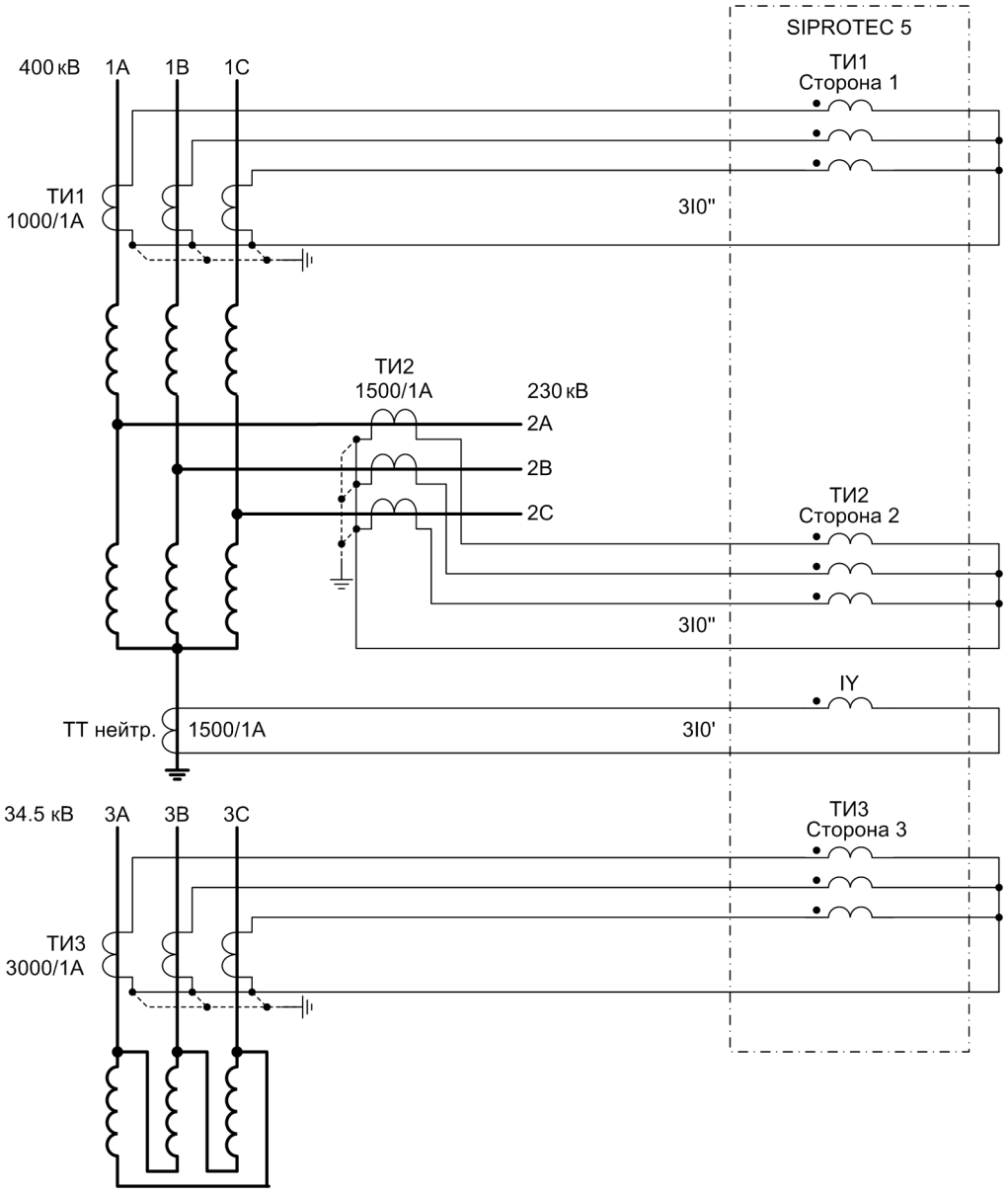
[dwsteiga-221012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-80 Определение наклона тормозной характеристики

Если имеется несколько точек измерения на стороне нагрузки (см. *Рисунок 6-72*), Siemens рекомендует оставлять значение **3 I/Iном,ст.** в расчете точки пересечения для тормозного тока. То есть следует рассматривать режим, когда по одной стороне протекает номинальный ток трансформатора.

В случае, если со стороны питания имеется несколько точек измерения (как в случае использования полуторной схемы), Siemens рекомендует включать в расчет тормозного тока (для вычисления точки пересечения) все фазные токи для того, чтобы избежать слишком сильного торможения. При использовании 2 точек измерения тормозной ток для вычисления точки пересечения будет иметь значение **6 I/Iном.ст.** Наклон становится меньше (**0,2 I/Iном.ст./6 I/Iном.ст. = 0,03**).

Защита автотрансформатора



[dwsptran-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-81 Пример распределения цепей ТТ для защиты автотрансформатора (500 МВА: 400 кВ, 230 кВ; 125 МВА: 34,5 кВ)

В случае автотрансформаторов используйте наибольший из номинальных токов сторон в качестве опорного. В примере (*Рисунок 6-81*) точка измерения — ТИ2 (сторона 230 кВ). Для данной стороны номинальный ток составляет 500 МВА/(√(3) · 230 кВ) = 1255 А. Первичный номинальный ток ТТ равен 1500 А. При этом вы можете оценить минимально допустимое значение срабатывания.

$$\text{Пороговое значение} \geq 0{,}05\ \text{I/Iном, ст} \cdot \frac{I_{\text{перв. ТТ макс.}}}{I_{\text{ном,ст}}} = 0{,}05\ \text{I/Iном, ст} \cdot \frac{1500\ \text{А}}{1255\ \text{А}} = 0{,}06\ \text{I/Iном, ст}$$

[foscwe01-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Siemens рекомендует использовать уставку **0,2 I/Iном.ст.**

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,2 I/Iном.ст.***

Для определения **Наклон** необходимо использовать тормозные токи обеих сторон (400 кВ и 230 кВ). Точка начала наклона соответствует номинальному току. Т. к. сторона 2 (230 кВ) является базисной, то ток стороны 400 кВ необходимо привести к данной стороне. Коэффициент приведения соответствует коэффициенту трансформации 230 кВ/400 кВ. В расчете используется следующий тормозной ток:

$$I_{торм.,баз.} = 3\,I/Iном,ст2 + 3\frac{230\ кВ}{400\ кВ}\,I/Iном,ст2 = 3\,I/Iном,ст2 + 1.725\,I/Iном,ст2 = 4.73\,I/Iном,ст$$

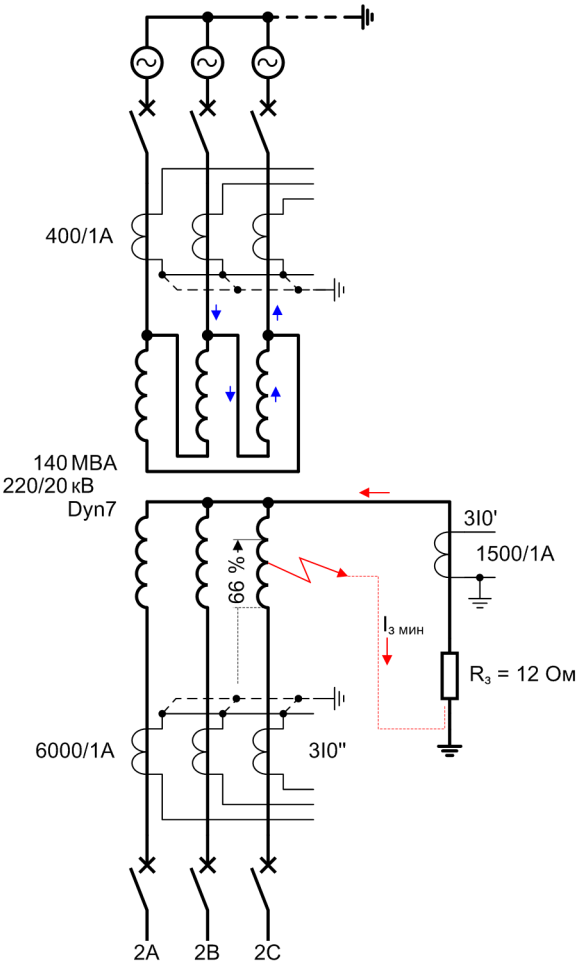
$$Наклон = \frac{Пороговое\ значение}{I_{торм.,баз.}} = \frac{0.2\,I/Iном,ст}{4.73\,I/Iном,ст} \approx 0.042$$

[fostbrst-231012-01.tif, 1, ru_RU]

Siemens рекомендует использовать уставку 0,07.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = *0,07*

Защита обмотки, соединенной в звезду (сторона Y), с резистивным заземлением нейтрали



[dwrefspa-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-82 Защита обмотки, соединенной в звезду, с резистивным заземлением нейтрали

Для обнаружения и замыканий на землю при резистивном заземлении нейтрали необходимо наличие ТТ, установленного в нейтрали защищаемого объекта (см. *Рисунок 6-82*). Уставка срабатывания определяется исходя из данных, приведенных на рисунке. Номинальное значение тока стороны:

140 MBA/(√3 · 20 кВ) = 4042 A

Ниже представлен расчет минимально допустимого значения уставки:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\,\text{I/IНом,ст.} \cdot \frac{6000\ \text{A}}{4042\ \text{A}} = 0.07422\,\text{I/Iном,ст.}$$

$$\text{при } I_{\text{объекта,стор.}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{840\ \text{MBA}}{\sqrt{3} \cdot 525\ \text{кВ}} = 924\ \text{A}$$

[foschwe3-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Чтобы функция обладала достаточной чувствительностью, задайте уставку 0,08 I/Iном.ст.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,08 I/Iном.ст.***

Наклон характеристики:

$$\text{Наклон} = \frac{\text{Пороговое значение}}{I_{\text{торм,баз.}}} = \frac{0.08\,\text{I/Iном,ст}}{3\,\text{I/Iном,ст}} \approx 0.03$$

[fosteig1-170712-01.tif, 1, ru_RU]

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,03***

Наличие сопротивления заземления R_3 обуславливает сокращение зоны защиты. Сокращение зоны можно оценить следующим образом. Заземляющее сопротивление намного превышает реактивное сопротивление обмотки, следовательно, максимально возможный ток замыкания на землю определяется следующим образом:

$I_{\text{з. макс}}$ = 20 кВ/(√3 · 12 Ом) = 962 A

Минимальный ток срабатывания:

$I_{\text{з мин}}$ = номинальный ток стороны * уставка срабатывания = 4042 A · 0,08 = 323 A

Следовательно, защищаемая зона будет следующей:

$$\text{Защищаемая зона} = 1 - \frac{I_{\text{з мин.}}}{I_{\text{з макс.}}} = 1 - \frac{323\ \text{A}}{962\ \text{A}} = 0.664$$

[foschwe4-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рассчитанная защищаемая зона составляет около 66,4 %. Для обнаружения замыканий на землю вблизи нейтральной точки рекомендуется применять чувствительную защиту от замыканий на землю, подключаемую к ТТ, установленному в нейтрали. Необходимо согласовывать время ее срабатывания с защитой линии.



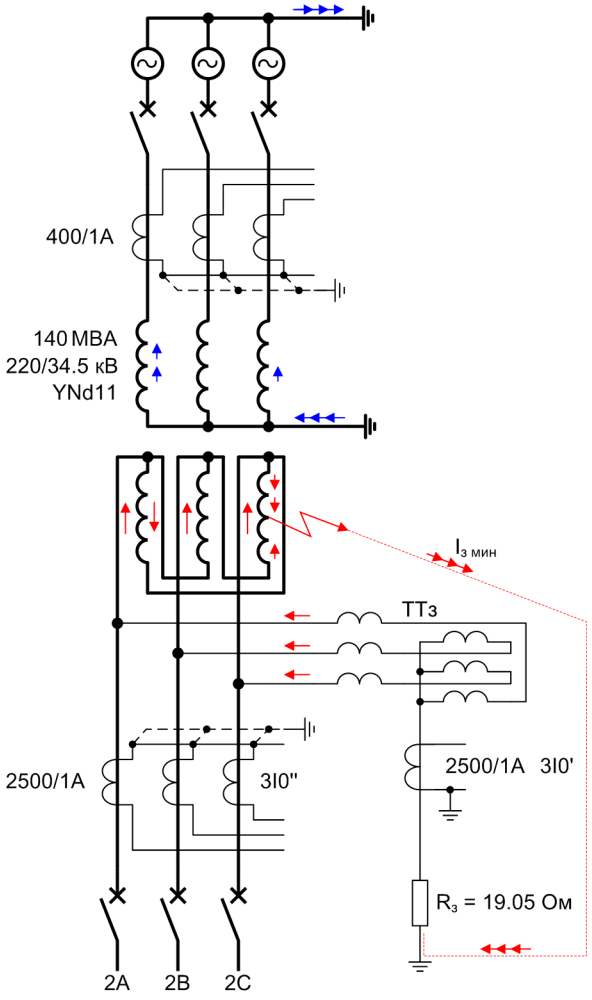
ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо убедиться, что при имеющемся сопротивлении заземления зона срабатывания защиты не сокращается слишком сильно, иначе применение дифференциальной защиты от замыканий на землю будет нецелесообразно.

Защита обмотки, соединенной в треугольник, с подключенным заземляющим реактором

Для обеспечения возможности протекания токов замыкания на землю на стороне обмотки трансформатора, соединенной в треугольник, устанавливается заземляющий реактор (реактор, соединенный по схеме зигзаг). Также при этом для ограничения тока замыкания на землю может быть установлен заземляющий резистор. В таком случае сопротивление резистора намного превышает реактивное сопротивление реактора и обмотки трансформатора, соединенной в треугольник. На следующем рисунке приведен пример такой конфигурации. Дифференциальная защита от замыканий на землю работает между фазными ТТ на выходе и ТТ, установленным в нейтрали заземляющего реактора.

В данном примере также представлена кривая изменения тока замыкания на землю для случая короткого замыкания на землю обмотки, соединенной в треугольник. Из рассмотрения данной кривой возможно определить место повреждения, соответствующее протеканию наименьшего тока замыкания на землю. Значение данного тока влияет на уставку защиты.



[dwstrpkt-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-83 Схема с заземляющим реактором

Номинальное значение тока стороны:

140 MBA/(√3 · 34,4 кВ) = 2343 A

Нижний предел уставки срабатывания:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/IIном,ст} \cdot \frac{2500\,\text{A}}{2343\,\text{A}} = 0.06\ \text{I/Iном,ст}$$

[foschwe5-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Если замыкание происходит в середине обмотки, то минимальный ток замыкания на землю увеличивается, как показано на *Рисунок 6-83*. При этом напряжение:

$U_{з\ мин} = U_{ном.ст.2}/(2\ \sqrt{3}) = 34,5$ кВ/(2 √3) = 9,96 кВ

Минимальный ток замыкания на землю будет иметь следующее значение:

$I_{з\ мин} = U_{з\ мин}/R_з = 9,96$ кВ/19,05 Ом = 523 A

По отношению к номинальному току стороны:

$I_{з\ мин}/I_{ном.ст.} = 523$ A/2343 A = 0,223

С учетом коэффициента запаса 2 получим значение 0,223/2 = 0,1115. Следовательно, уставка срабатывания будет иметь значение (округлено: 0,12 I/I ном.ст.).

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,12 I/Iном.ст.***

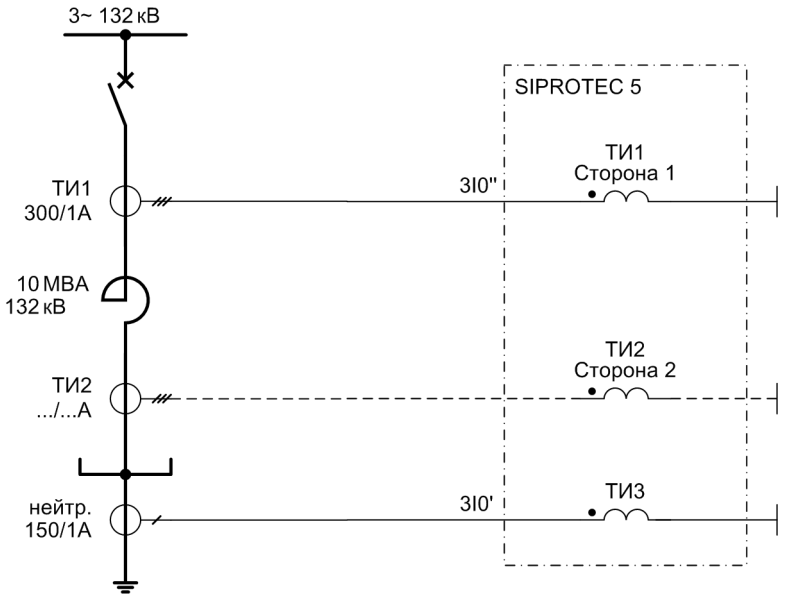
Наклон характеристики:

$$\text{Наклон} = \frac{\text{Пороговое значение}}{I_{\text{торм,баз.}}} = \frac{0{,}12\ \text{I/Iном,ст}}{3\ \text{I/Iном,ст}} \approx 0.04$$

[fosteig2-170712-01.tif, 1, ru_RU]

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,04***

Защита шунтирующего реактора



[dwanquer-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-84 Схема с заземляющим реактором

Номинальное значение тока стороны:

10 MBA/(√3 · 132 кВ) = 43,7 A

Нижний предел уставки срабатывания:

$$\text{Пороговое значение} \geq 0.05\ \text{I/Iном,ст} \cdot \frac{300\,\text{A}}{43.7\,\text{A}} = 0.343\ \text{I/Iном,ст}$$

[foschwe6-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Следовательно, уставка срабатывания будет иметь значение 0,35 I/Iном.ст.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Пороговое значение** = ***0,35 I/Iном.ст.***

Учитывая, что для шунтирующего реактора не может возникнуть внешнее повреждение, приводящее к излишнему срабатыванию, Siemens рекомендует использовать минимальный наклон тормозной характеристики (0,05).

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Наклон** = ***0,05***

6.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
87N REF #				
_:1	87N REF #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	87N REF #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:103	87N REF #:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:105	87N REF #:Наклон		0.00 до 0.95	0.07
_:109	87N REF #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.00 с
_:191	87N REF #:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3 • Сторона 4 • Сторона 5	не назначено
_:151	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 1		0 до 100	0
_:152	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 2		0 до 100	0
_:153	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 3		0 до 100	0
_:154	87N REF #:ID изм.мод., Ст.1 МЗф 4		0 до 100	0
_:156	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 1		0 до 100	0
_:157	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 2		0 до 100	0
_:158	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 3		0 до 100	0
_:159	87N REF #:ID изм.мод., Ст.2 МЗф 4		0 до 100	0
_:161	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 1		0 до 100	0
_:162	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 2		0 до 100	0
_:163	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 3		0 до 100	0
_:164	87N REF #:ID изм.мод., Ст.3 МЗф 4		0 до 100	0
_:166	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 МЗф 1		0 до 100	0
_:167	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 МЗф 2		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:168	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 3		0 до 100	0
_:169	87N REF #:ID изм.мод., Ст.4 М3ф 4		0 до 100	0
_:171	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 1		0 до 100	0
_:172	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 2		0 до 100	0
_:173	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 3		0 до 100	0
_:174	87N REF #:ID изм.мод., Ст.5 М3ф 4		0 до 100	0
_:185	87N REF #:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0

6.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
87N REF #			
_:82	87N REF #:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	87N REF #:Неактивно	SPS	O
_:52	87N REF #:Режим работы	ENS	O
_:53	87N REF #:Статус исправности	ENS	O
_:55	87N REF #:Пуск	ACD	O
_:57	87N REF #:Работа	ACT	O
_:303	87N REF #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:305	87N REF #:Блок.при опр.направл.	SPS	O
_:306	87N REF #:IREF, сраб.	MV	O
_:307	87N REF #:Iугол,REF	MV	O
_:311	87N REF #:IREF, откл	MV	O
_:312	87N REF #:Iугол, сраб.REF	MV	O
_:301	87N REF #:Iдифф	MV	O
_:302	87N REF #:Iторм	MV	O

6.5 Дифференциальная защита двигателя

6.5.1 Обзор функций

Дифференциальная защита двигателя (ANSI 87M):

- Обнаруживает замыкания на землю и многофазные короткие замыкания в электродвигателях
- Обнаруживает замыкания на землю на электродвигателях, работающих от сети с заземленной нейтралью
- Сохраняет устойчивость в ходе процессов запуска при насыщении трансформатора тока благодаря использованию методов автоматического распознавания насыщения
- Надежно срабатывает при внутренних повреждениях, сопровождающихся большими токами, благодаря наличию дополнительной быстродействующей ступени (дифференциальной отсечки)

6.5.2 Структура функции

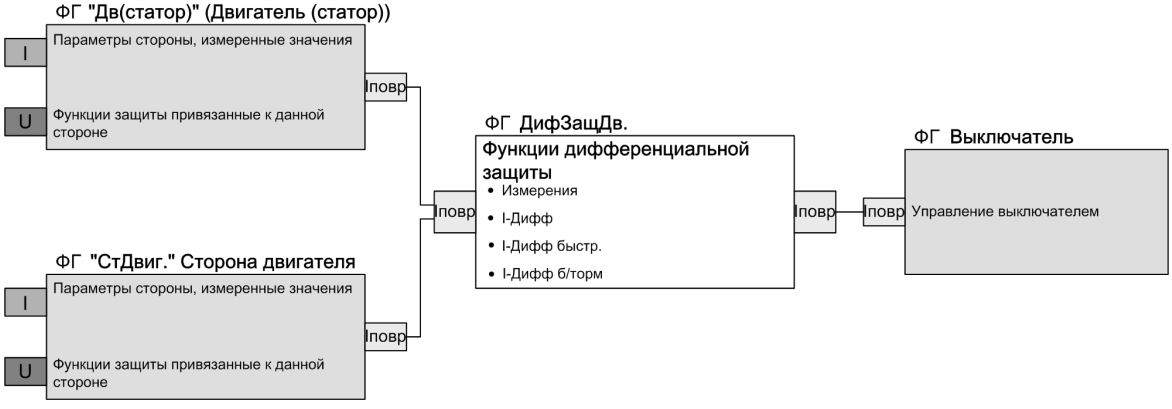
Функция **Дифференциальной защиты двигателя** используется в защитной функциональной группе **ДифЗащДв**. Функция зависит от применения в соответствующем шаблоне применения, предварительно сконфигурированном производителем, или может быть скопирована в соответствующую функциональную группу во время конфигурирования.

Функция **Дифференциальная защита двигателя** состоит из двух ступеней: I-ДИФФ и I-ДИФФ быстр. Кроме того, доступна ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм. Вы можете выбрать эту отключающую ступень из каталога функций и скопировать ее в функцию **Дифференциальная защита двигателя**. Данные ступени могут быть заблокированы, а также их можно независимо ввести или вывести из работы.

В функциональной группе **Сторона двигателя**:

- Выставляются уставки защиты соответствующей стороны двигателя.
- Выполняются необходимые вычисления для соответствующей стороны двигателя.
- Вся информация (уставки, измеренные токи) передается в функциональную группу **Двигатель**.

Защитные функции, относящиеся к стороне электродвигателя (например, защита от перегрузки, защита от превышения тока), могут работать в функциональной группе **Сторона двигателя**.



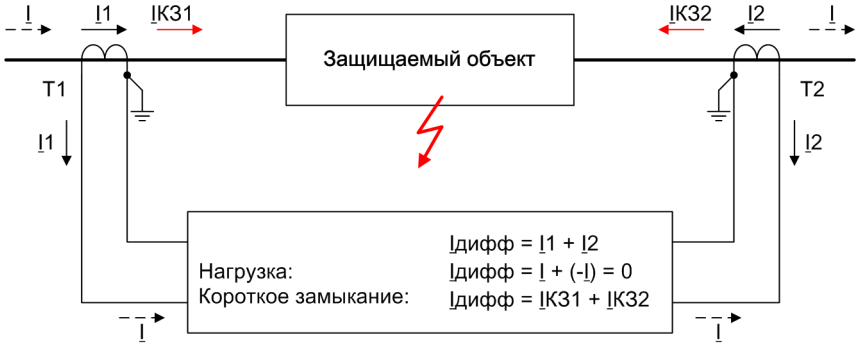
[dweisbfk-190712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-85 Структура/реализация функции

6.5.3 Описание функции

Принцип работы дифференциальной защиты

Дифференциальная защита основана на принципе сравнения токов (первый закон Кирхгофа). При сравнении токов используется тот факт, что в нормальном режиме работы по обеим сторонам защищаемого объекта протекает одинаковый ток (пунктирная линия на *Рисунок 6-5*). Этот ток втекает с одной стороны рассматриваемой зоны и вытекает с другой стороны. Разность токов является четким показателем наличия повреждения в пределах защищаемого объекта. Вычисление разности токов зависит от их направления. Направление тока в сторону защищаемого объекта принимается за положительное. Дифференциальный ток вычисляется путем векторного сложения.



[dwprin2s-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-86 Принцип действия дифференциальной защиты на примере двухстороннего защищаемого объекта

Для корректной работы требуется указать дополнительные параметры. Назначение этих дополнительных параметров описано в главе *Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ, Страница 416*.

Торможение защиты

Протекание значительных сквозных токов через защищаемый объект в случае внешнего повреждения при различной степени насыщения ТТ **T1** и **T2** (*Рисунок 6-5*) вызывает появление дифференциального тока $I_{дифф}$. Если значение данного тока превысит значение соответствующей уставки срабатывания, то, несмотря на отсутствие внутреннего повреждения, защита выдаст команду на отключение. Для предотвращения излишнего срабатывания защиты в таких случаях применяется торможение по току ($I_{торм}$), чем и обусловлена применяемая форма пусковой характеристики $I_{дифф} = f(I_{торм})$.

В качестве тормозного тока выбирается наибольший ток из доступных точек измерения.

При использовании 2 точек измерения справедливо следующее:

Дифференциальный ток (ток отключения):

$I_{дифф} = (\underline{I}_1 + \underline{I}_2)$

Тормозной ток:

$I_{торм} = Макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|)$

При использовании более 2 точек измерения тормозной ток определяется с учетом всех измеренных токов. Применение данного способа вычисления тормозного тока обеспечивает правильную работу защиты в случае внутреннего повреждения при использовании более 2 точек измерения и с различными условиями подпитки места повреждения.

$I_{торм} = макс\ (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2| ; ... |\underline{I}_n|)$

Для пояснения принципа торможения дифференциальной защиты необходимо рассмотреть 3 ключевых режима ее работы с идеализированным токораспределением:

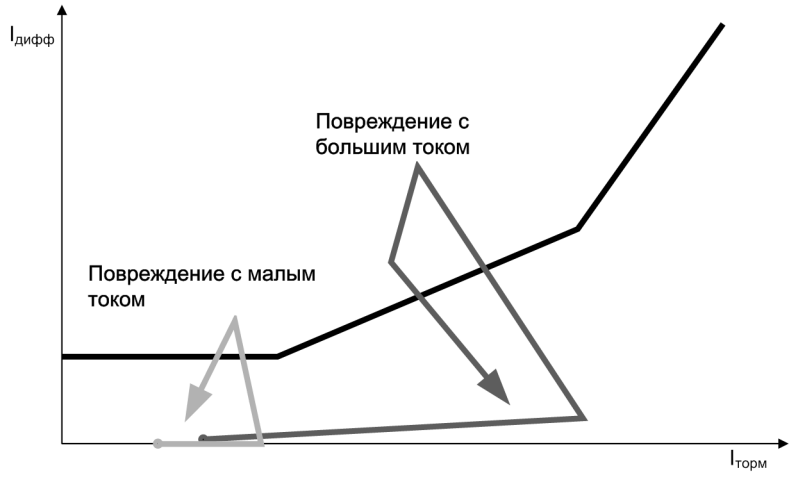
- Большой сквозной ток КЗ в случае отсутствия повреждения или при внешнем повреждении:
  $\underline{I}_1$ втекает в защищаемую зону, $\underline{I}_2$ вытекает из защищаемой зоны, следовательно, в соответствии с принятыми допущениями $\underline{I}_2 = -\underline{I}_1$;
  То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 - \underline{I}_1| = 0$
  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$
  Дифференциальный ток отсутствует ($I_{дифф} = 0$); тормозной ток ($I_{торм}$) равен сквозному току.
- Внутреннее повреждение, подпитываемое с двух сторон одинаковыми токами:
  Тогда $\underline{I}_2 = \underline{I}_1$; То есть $|\underline{I}_2| = |\underline{I}_1|$;
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2; = |\underline{I}_1| + |\underline{I}_1| = 2 \cdot |\underline{I}_1|$
  $I_{торм} = Макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1| = |\underline{I}_2|$
  Уставка срабатывания ($I_{дифф}$) вдвое больше тока КЗ и тормозного тока ($I_{торм}$).
- Внутреннее повреждение, подпитываемое только с одной стороны:
  Тогда $\underline{I}_2 = 0$
  $I_{дифф} = |\underline{I}_1 + \underline{I}_2| = |\underline{I}_1 + 0| = |\underline{I}_1|$
  $I_{торм} = макс (|\underline{I}_1| ; |\underline{I}_2|) = |\underline{I}_1|$
  Уставка срабатывания ($I_{дифф}$) и тормозной ток ($I_{торм}$) равны и соответствуют току КЗ.

Дополнительная стабилизация при внешних коротких замыканиях

При внешнем коротком замыкании, сопровождающимся протеканием больших сквозных токов, возможно насыщение ТТ. Насыщение ТТ может в большей или меньшей степени влиять на измерения тока в точках измерения, что приводит к возникновению дифференциального тока. Точка, соответствующая данному дифференциальному току, может попадать в область срабатывания рабочей характеристики защиты, что в свою очередь (при отсутствии специальных мер) может привести к излишнему отключению защищаемого объекта. Возможны 2 основных варианта развития событий (см. *Рисунок 6-6*):

- Внешнее повреждение, сопровождающееся большим током КЗ.
  Сначала ток, протекающий с двух сторон защищаемого объекта, приводит к появлению большого тормозного тока. Затем ТТ входит в режим насыщения, что приводит к появлению дифференциального тока $I_{дифф}$, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты. Одновременно с этим тормозной ток $I_{торм}$ снижается. После того как ТТ выходят из режима насыщения дифференциальный ток снижается и выходит из области срабатывания рабочей характеристики.
- Внешнее повреждение, сопровождающееся малым током.
  ТТ могут входить в режим насыщения также и при протекании малых сквозных токов с длительно затухающей апериодической составляющей (включение трансформаторов, двигателей). Данный режим характеризуется изменением фазового угла тока. В таком случае также возможно появление дифференциального тока, достаточного для попадания в область срабатывания рабочей характеристики защиты.

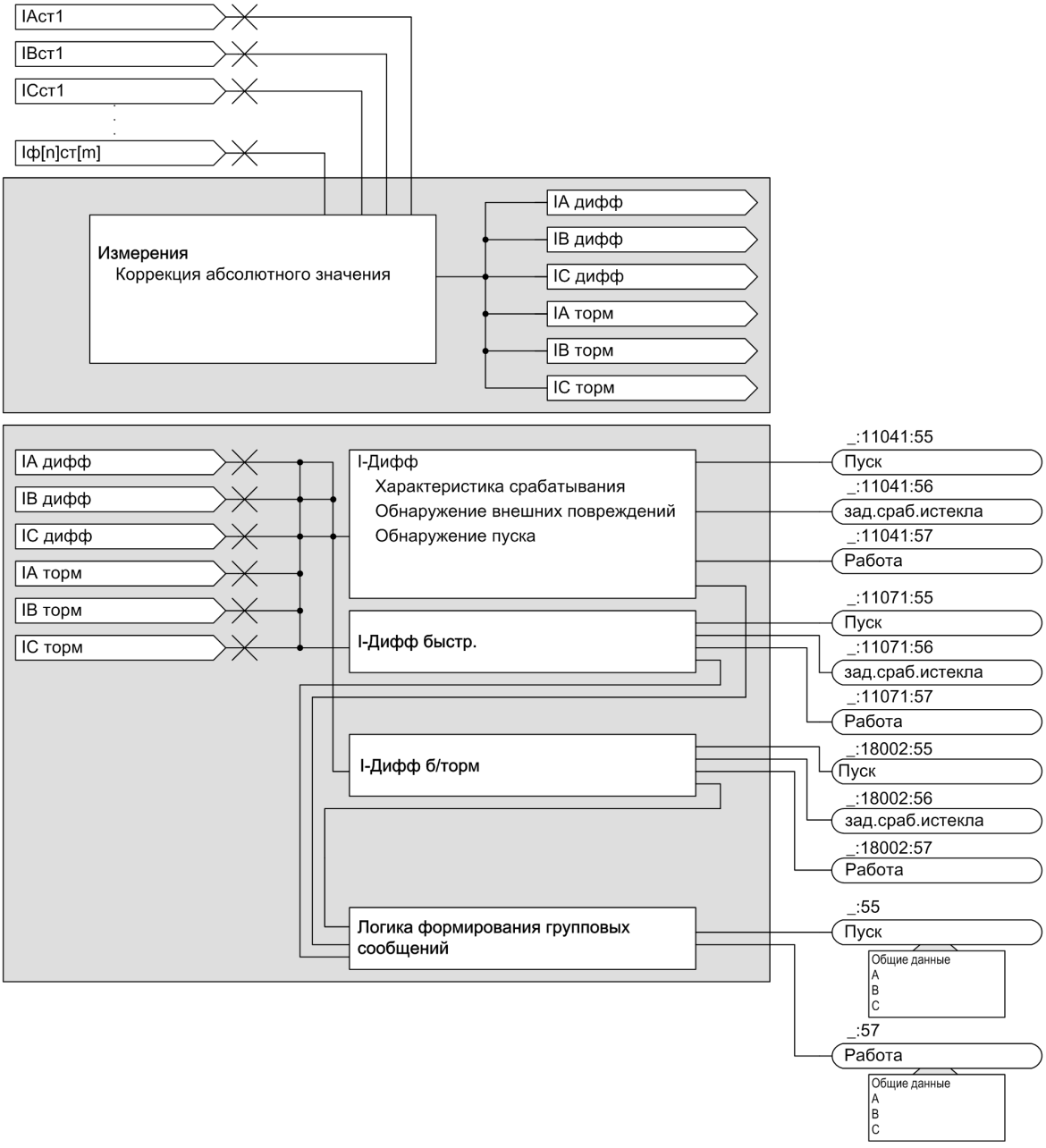
Специальные алгоритмы определения насыщения ТТ позволяют обнаружить описанные выше режимы работы и временно заблокировать работу дифференциальной защиты.



[dwislauf-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-87 Траектория движения рабочей точки при внешнем повреждении и временном насыщении ТТ с одной из сторон защищаемого объекта

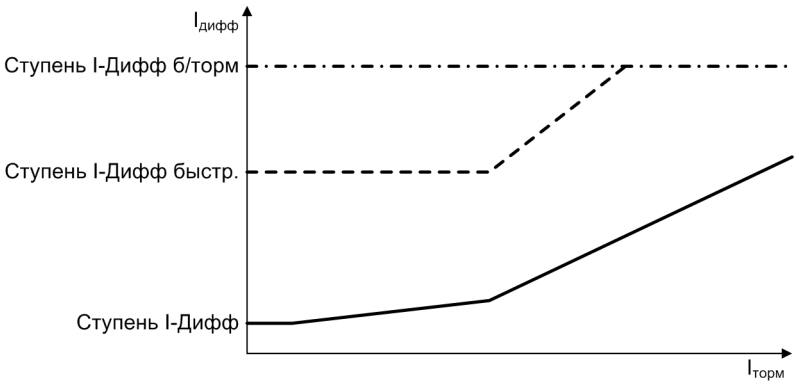
Логика работы



[lomesmgr-190713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-88 Логическая схема функции дифференциальной защиты

Взаимодействие ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм, I-ДИФФ быстр. и I-ДИФФ ступеней отключения показано на следующей характеристике срабатывания.



[dw_charac_function_trans-dif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-89 Характеристика срабатывания функции дифференциальной защиты

Обработка измеренных величин

Амплитудная коррекция измеренных величин

Т. к. первичный номинальный ток ТТ не всегда удается подобрать точно в соответствии с номинальным током защищаемого объекта, функцией дифференциальной защиты выполняется приведение измеренных величин к номинальным параметрам защищаемого объекта. Данное преобразование осуществляется на каждом интервале дискретизации (т. е. для мгновенных значений). Функция дифференциальной защиты обрабатывает 20 выборок измеренных значений за период промышленной частоты. Дополнительно используются серии оцифрованных значений. Высокая точность измерений достигается во всем диапазоне допустимых частот от 10 до 80 Гц.

Отключающая ступень I-дифф быстр работает без выделения частоты, что обеспечивает быстроту срабатывания при низких частотах.

Амплитудная коррекция измеренных величин осуществляется в соответствии со следующей формулой:

$$i^{*}_{фх} = k\, i_{фх}$$

$$\text{где } k = \frac{I_{ТТ\ ном.перв,Sx}}{I_{ном.\ об.\ Sx}} = \frac{I_{ТТ\ ном.\ перв,Sx}}{\frac{S_{ном.\ баз.}}{U_{ном.\ Sx}\sqrt{3}}}$$

[fobetr07-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$i_{фх}$*	Скорректированное мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C).
$i_{фх}$	Мгновенное значение измеренной фазной величины (x = A, B, C).
k	Коэффициент коррекции для точки измерений.
$I_{ТТном.перв,Sx}$	Первичный номинальный ток трансформатора тока в точке измерений.
$I_{ном,\ об,Sx}$	Первичный номинальный ток защищаемого объекта
$S_{ном,баз.}$	Базисная мощность (максимальная номинальная полная мощность защищаемого объекта).
$U_{ном,баз.}$	Номинальное напряжение соответствующей стороны (точки измерений) защищаемого объекта.

Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ

Дифференциальный ток для каждой фазы вычисляется из измеряемых токов на основе мгновенных значений (см. раздел Обработка измеренных величин). За **положительное принимается направление тока к защищаемому объекту**. Составляющая основной гармоники в дифференциальном токе ($I_{дифф}$) вычисляется посредством фильтра Фурье (интервал фильтрации = 1 период (20 мгновенных значений)).

В качестве тормозного используется ток, полученный от той точки измерений, где он имеет наибольшее действующее значение. В случае если ток в точке измерений, используемый в качестве тормозного тока, исчезнет вследствие насыщения ТТ, то в процессе выполнения вычислений автоматически осуществится переключение на другую точку измерения с наибольшим измеряемым током.

$$i_{\text{дифф, фх}} = \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{\text{фх, ТТИ}} \rightarrow I_{\text{дифф, фх}} = \text{FIR}(i_{\text{дифф, фх}})$$

$$I_{\text{фх, ТТИ}} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} i^{*2}_{\text{фх, ТТИ}}(k)}$$

$$I_{\text{торм, фх}} = \underset{m=1}{\overset{N}{\text{МАКС}}}\, I_{\text{фх, ТТИ}}$$

[fogrds16-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C).
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения.
N	Количество точек измерения
n	Количество выборок за период (n = 20).
FIR	Фильтр Фурье.
МАКС.	Определение максимального значения

Характеристика пуска

На *Рисунок 6-9* показана характеристика срабатывания дифференциальной защиты. Отрезок **a** характеристики представляет собой порог чувствительности дифференциальной защиты (уставка **Пороговое значение**) и учитывает наличие постоянного тока небаланса (дифференциального тока), появляющегося, например, из-за токов намагничивания.

Участок характеристики **b** (параметры **Пересеч.1 Iторм** и **Наклон 1**) учитывает погрешности ТТ, возникающие в нормальных условиях работы.

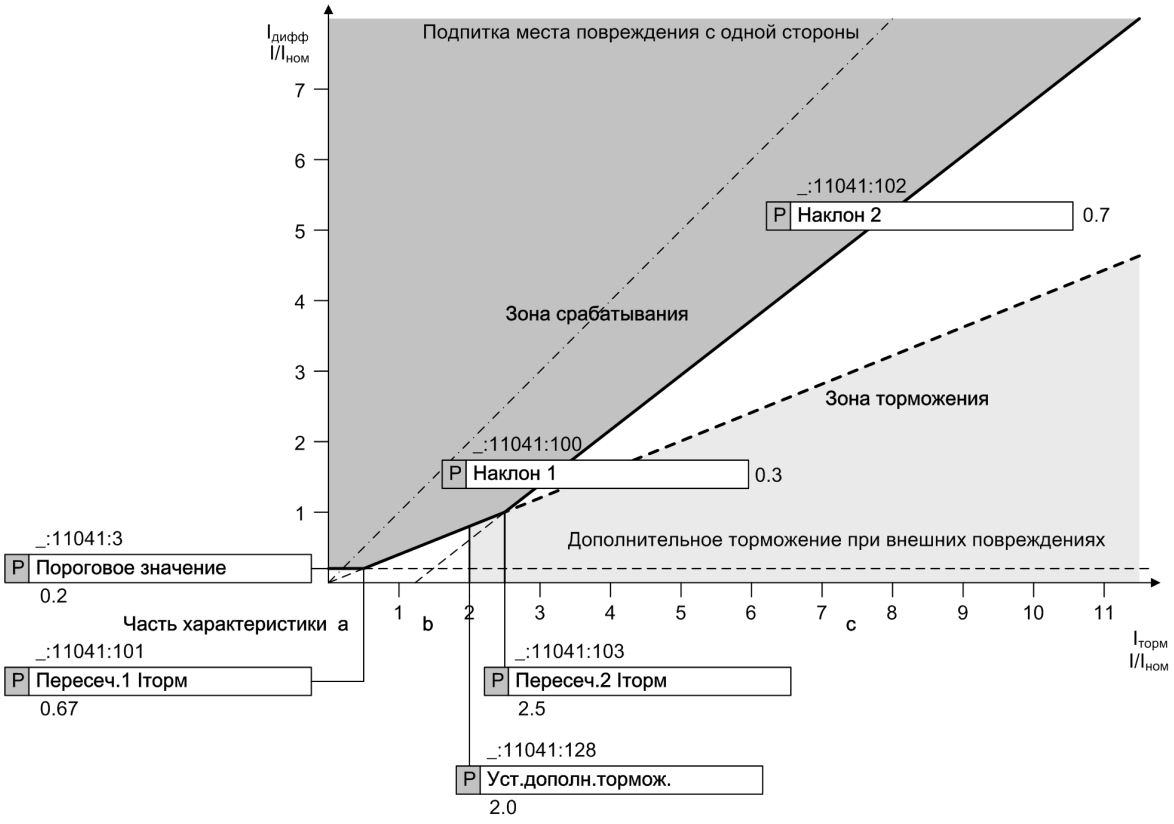
Данные погрешности могут быть вызваны:

- Погрешностями ТТ и входных трансформаторов устройства.
- Наличием РПН

Участок кривой характеристики **c** (параметры **Пересеч.2 Iторм** и **Наклон 2**) обеспечивает отстройку дифференциальной защиты от внешних КЗ, сопровождающихся большими токами, вызывающими насыщение ТТ. В данном диапазоне возможно насыщение ТТ, вызванное протеканием больших сквозных токов при внешнем повреждении, что может привести к появлению большого дифференциального тока.

Для предотвращения работы защиты при внешних повреждениях, сопровождающихся насыщением трансформатора тока, применяется **дополнительное торможение при внешних повреждениях**. Если рабочая точка сначала располагается в диапазоне дополнительного торможения, а затем пересекает кривую срабатывания, то срабатывание дифференциальной защиты блокируется на заданное время.

Зона дополнительного торможения задается параметрами**Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-90 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты.

Возврат защиты происходит в том случае, если рабочая точка находится ниже смещенной характеристики срабатывания с учетом коэффициента возврата, равного 0,7.

Обнаружение внешних повреждений

Надежный алгоритм обнаружения внешних повреждений, сопровождающихся насыщением ТТ, основан на анализе изменения положения рабочей точки по тормозной характеристике. Основные функции детектора внешних повреждений:

- **Блокировка защиты при однозначном определении наличия внешнего повреждения, сопровождающегося большими токами**

  Непосредственно после момента возникновения повреждения осуществляется пофазный контроль дифференциального и тормозного токов (положение рабочей точки на тормозной характеристике). Для обеспечения надежного обнаружения режима насыщения в случае малых интервалов времени, на протяжении которых ТТ находится в ненасыщенном состоянии, применяется метод анализа отношений конечных разностей мгновенных значений.

  Если оценка тормозного тока превысит значение параметра **`Уст.дополн.тормож.`** и ожидаемые значения дифференциальных токов всех фаз будут одновременно находиться в зоне дополнительного торможения (параметр **`Наклон 1`**) (*Рисунок 6-9*) то детектор активируется и выдается сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ*. При этом дифференциальная защита блокируется.

  При устранении внешнего повреждения дополнительное торможение выводится из работы. Дополнительное торможение (0,7) снимается, если действующее значение тормозного тока станет меньше **`Уст.дополн.тормож.`** (*Рисунок 6-9*). При этом сигнал *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.х* так же снимается.

  Если в случае насыщения ТТ дифференциальный ток выйдет за пределы **`Наклон 1`** (т. е. появится ток, достаточный для пуска защиты), то блокировка будет продлена на ограниченное время (параметр: **`Время дополн.торм.`**).

  При появлении сигнала *Блок.обнар.внешн.КЗ* возможно выполнить блокировку защиты для остальных фаз при помощи параметра **`Вр.перекр.блк.доп.торм.`**. Использование данной перекрестной блокировки необходимо в случае, когда насыщение ТТ может вызвать появление дифференциального тока в других фазах, обусловленного применением функции коррекции векторной группы.

- **Снятие блокировки при переходе внешнего повреждения во внутреннее повреждение**

  Внутреннее повреждение может возникнуть как следствие внешнего повреждения. Возникновение такого внутреннего повреждения должно быть обнаружено, а блокировка дифференциальной защиты снята. Наиболее тяжелым случаем является повреждение, сопровождающееся насыщением ТТ. Функция обнаружения насыщения ТТ анализирует вычисленные мгновенные значения дифференциального тока. В случае работы ТТ в режиме насыщения указанные мгновенные значения не превышают соответствующую уставку на протяжении интервала времени, когда ТТ находятся в ненасыщенном состоянии. Если же данная уставка превышается постоянно, и защита находится в состоянии пуска, то принимается решение о наличии внутреннего повреждения. При использовании перекрестной блокировки дифференциальные токи других фаз контролируются аналогичным образом.

  Блокировка защиты снимается и сообщение *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.х* сбрасывается.

Обнаружение апериодической составляющей

Внешние повреждения, сопровождающиеся малыми сквозными токами с большой апериодической составляющей, также могут вызвать попадание рабочей точки в область срабатывания. В таких случаях рабочая точка не попадает в диапазон дополнительного торможения.

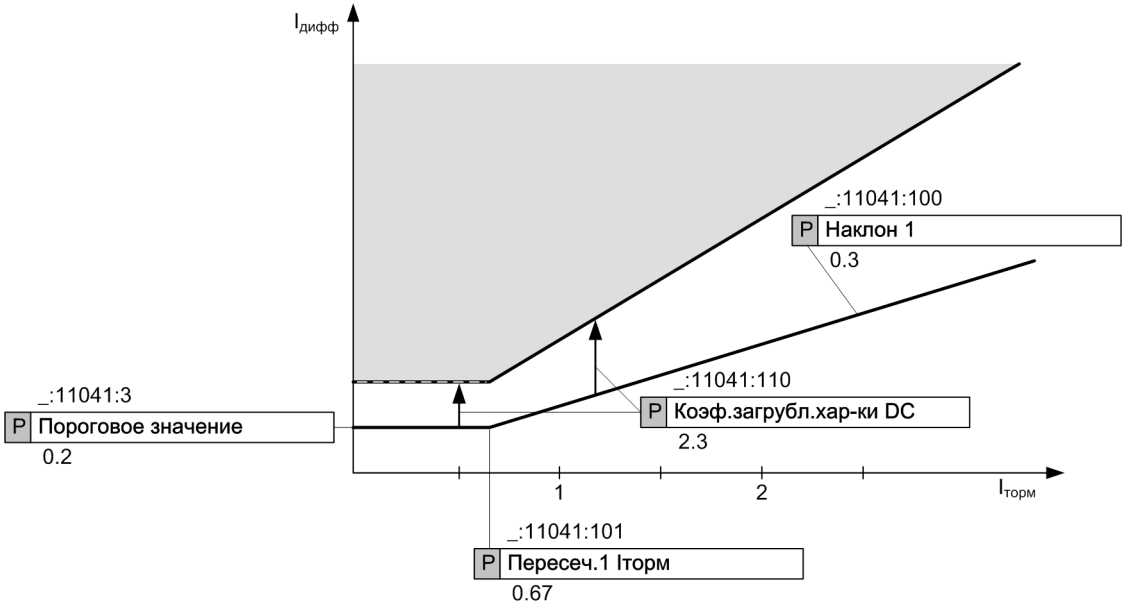
Для предотвращения излишних срабатываний защиты выполняется следующее:

- Контролируется скачок тормозного тока $I_{торм.ф.x}$.
- При обнаружении скачка тормозного тока рассчитывается апериодическая составляющая с задержкой времени в 1 период от измеренного мгновенного значения тормозного тока (наибольшего из токов, измеренных во всех точках измерения) $i_{торм.ф.x} = i_{ф.x,Mm}$. Результатом вычислений является ток $I_{торм.DC,ф.x}$. Данный ток сравнивается с тормозным током $I_{торм.ф.x}$, и контролируется его превышение внутреннего порогового значения.

- Дифференциальный ток всех 3 фаз $I_{дифф,ф.ф.x}$ должен быть ниже кривой характеристики возврата (пусковая характеристика с коэффициентом 0,7).
- Если первые три вычисленных точки дают положительный результат, то кривая срабатывания поднимается на коэффициент **Коэфф.загрубл.хар-ки** (по умолчанию имеет значение ***2,3***). При этом увеличиваются только уставка срабатывания и наклон 1 (см. *Рисунок 6-10*). Выдается сигнал *Загрубл.хар-ки (DC)*. Если произведение коэффициента, задаваемого параметром **Коэфф.загрубл.хар-ки** и уставки **Наклон 1** превышает **0,85**, то уставка параметра **Наклон 1** будет ограничена значением 0,85.
- В качестве дополнительного критерия контролируется наличие сигнала *Пуск* (внутреннее повреждение) или сигнала действия дополнительного торможения *Блок.обнар.внешн.КЗ ф.x* (внешнее повреждение, сопровождающееся большим сквозным током). При наличии одного из двух указанных сигналов пусковая характеристика не поднимается. Появление сигнала пуска защиты после того, как пусковая характеристика уже была поднята, не приводит к ее обратному смещению вниз. Пуск защиты при обнаружении апериодической составляющей происходит только в том случае, если рабочая точка выходит за пределы поднятой пусковой характеристики.

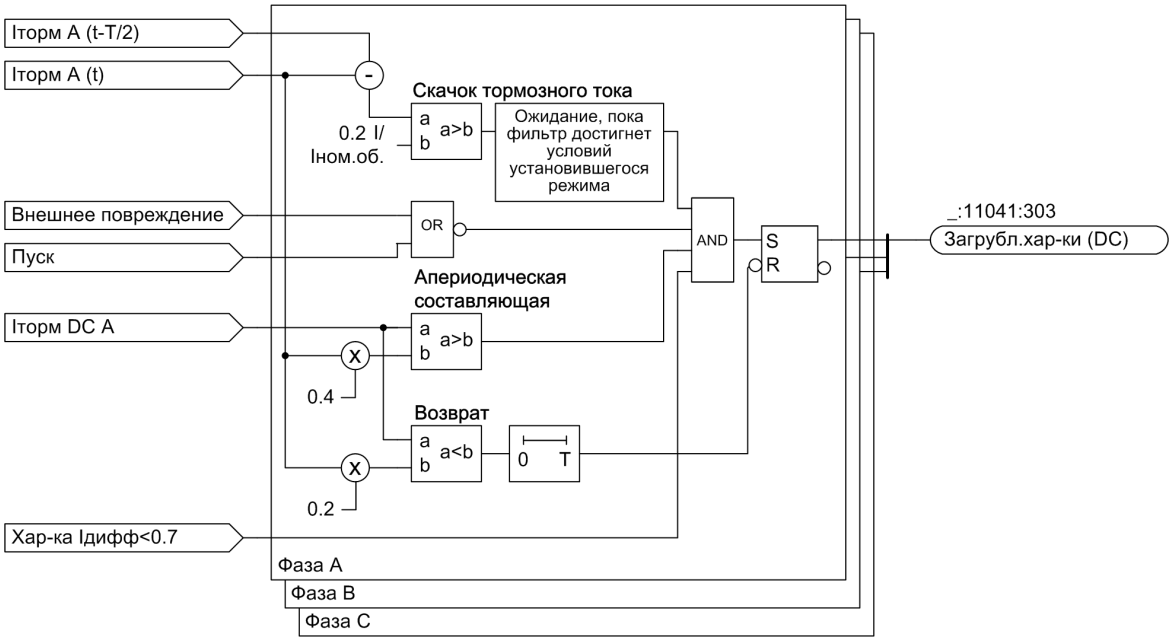
Если значение апериодической составляющей $I_{торм.DCф.x}$ становится ниже внутренней уставки возврата, то начинается отсчет выдержки времени на возврат, определяемой следующим образом:

Предполагается, что процессы размагничивания и перемагничивания трансформатора длятся одинаково долго. Намагниченность максимальна в момент времени, когда достигается внутренний порог возврата. Время измеряется от начала распознавания апериодической составляющей до тех пор, пока не будет достигнута внутренняя уставка возврата. К этому времени добавляется 5 периодов для определения задержки на возврат. По истечении данной выдержки времени пусковая характеристика возвращается в первоначальное положение. В *Рисунок 6-11* показана общая логическая схема защиты.



[dwdcerkn-201112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-91 Повышение тормозной характеристики при обнаружении апериодической составляющей.



[lodcerkn-170712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-92 Логическая схема работы функции обнаружения апериодической составляющей.

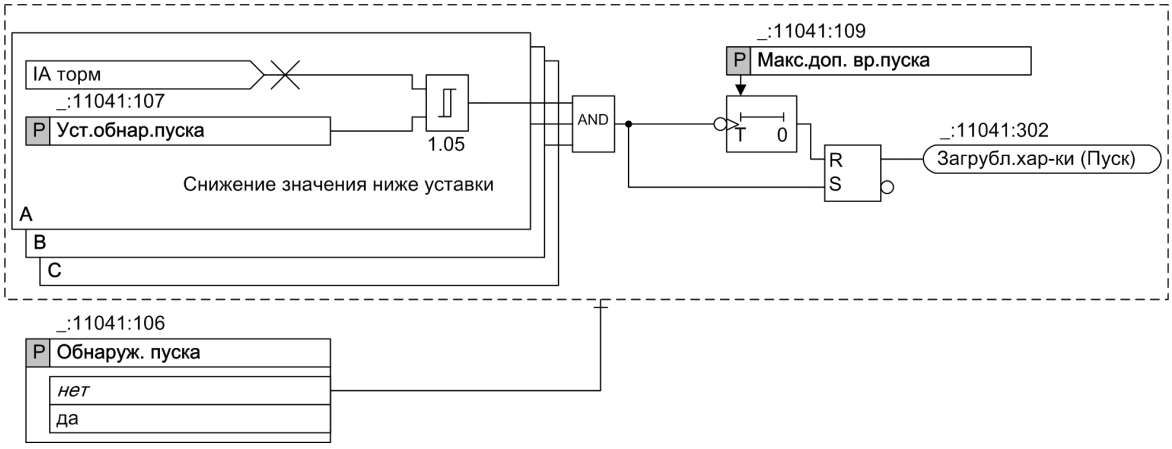
Обнаружение пуска

Функция обнаружение пуска особенно полезна в случае двигателей. В отличие от броска тока намагничивания трансформатора, бросок тока в двигателях для дифференциальной защиты является сквозным. Появление дифференциального тока возможно в случае, если ТТ при включении имеют различную остаточную намагниченность, и, следовательно, работают на различных участках характеристики намагничивания. Указанный дифференциальный ток имеет небольшое значение, однако при достаточно малой уставке срабатывания дифференциальной защиты он может привести к ее ложному срабатыванию.

Пуск двигателя для генераторов также может привести к более высоким токам. Используя функцию обнаружения пуска, можно сделать защиту менее чувствительной в течение определенного периода времени и избежать перегрузки. В результате вы достигаете эффекта, сопоставимого с функцией обнаружения апериодической составляющей.

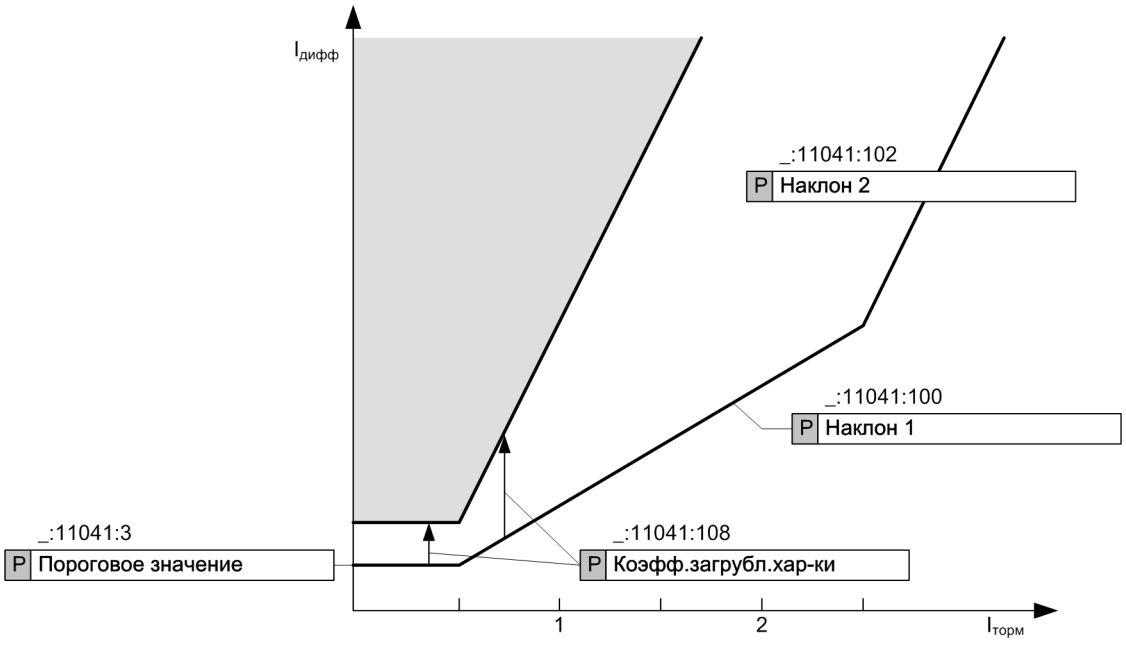
Для предотвращения ложного действия защиты при постановке оборудования под напряжение возможно использовать функцию увеличения уставки срабатывания при включении. Уставка пуска увеличивается, как только тормозной ток во всех фазах станет меньше задаваемой уставки **`Уст.обнар.пуска`**. При этом уставки **`Пороговое значение`** и **`Наклон 1`** увеличиваются на заданное значение с учетом коэффициента, задаваемого параметром **`Коэфф.загрубл.хар-ки`**. Однако в данном случае значение параметра **`Наклон 1`** не может превышать 0,85.

Если параметр **`Уст.обнар.пуска`** превышен, происходит возврат пуска и активируется отсчет времени (параметр: **`Макс.доп. вр.пуска`**). По истечению этого времени характеристика срабатывания, увеличенная для всех фаз, сбрасывается до исходного значения. *Рисунок 6-12* показывает логическую схему обнаружения запуска и *Рисунок 6-13* увеличение характеристики.



[loanlauf-170712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-93 Логика обнаружения пуска



[dwanlken-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-94 Поднятие тормозной характеристики при работе функции определения пуска

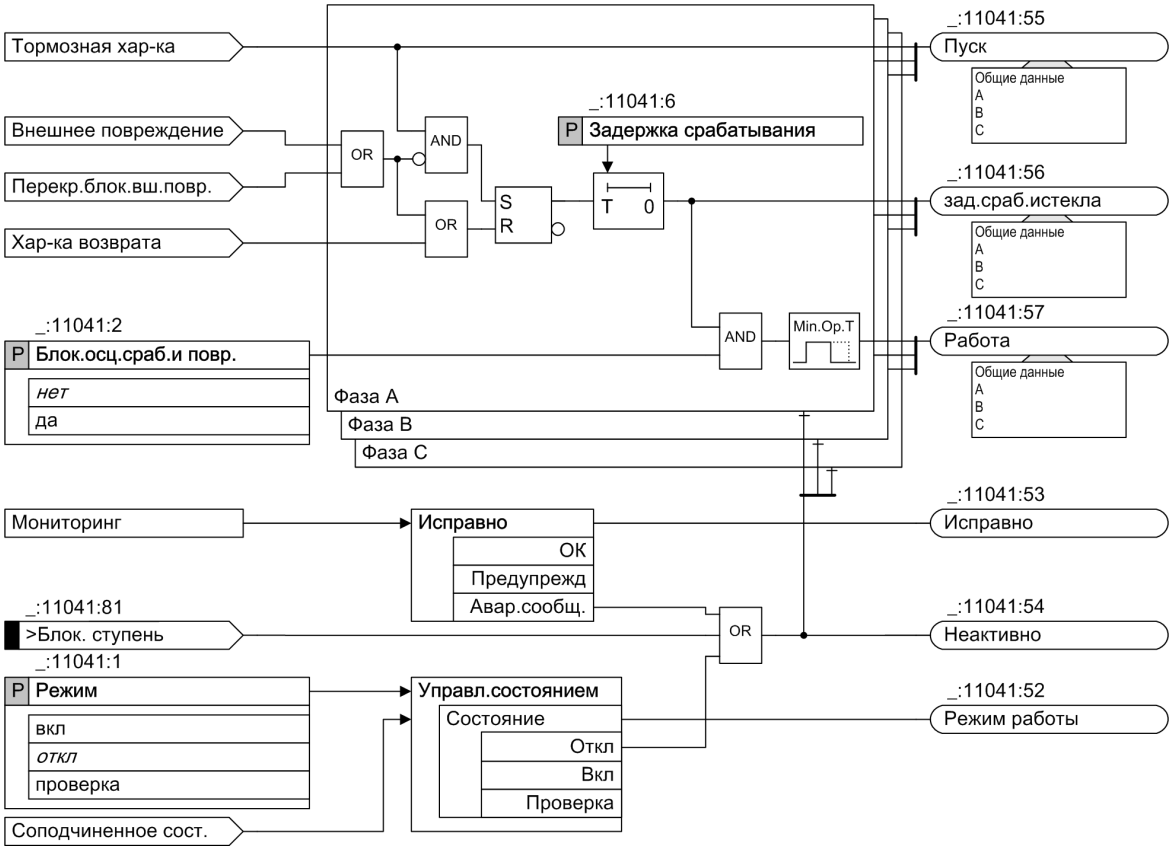
Логика отключения функции дифференциальной защиты I-ДИФФ

На *Рисунок 6-14* показана логическая схема отключения. Если рабочая точка пересекает рабочую характеристику (см. *Рисунок 6-9*), происходит пуск. Выдача сигнала отключения может быть заблокирована другими функциями.

Блокирование возможно при использовании следующих переменных:

- Обнаружение внешних повреждений, которые при насыщении ТТ могут распознаваться как внутренние повреждения.

Дополнительно, в случае блокировки при обнаружении *внешнего повреждения* вводится в действие механизм **перекрестной блокировки**.



[loausmid-190713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-95 Логика отключения I-ДИФФ

Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр.

В дополнение к функции дифференциальной защиты I-ДИФФ доступна функция I-ДИФФ быстр. Основная задача данной функции состоит в быстром отключении внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты контролирует насыщение ТТ и отстроена от внешних повреждений (интеграция в устройствах по схеме "полтора выключателя на присоединение").

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

- Измерение мгновенных значений
- Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка значений выборки разности тока - $i_{-дифф}$ и тока торможения $i_{торм}(t)$. При этом для токов (i*) осуществляется коррекция по абсолютному значению и коррекция векторной группы. За положительное значение принимается направление тока к узлу. В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения.

$$i_{дифф,фх}(t) = \left| \sum_{m=1}^{N} i^{*}_{фх,ТИm}(t) \right|$$

$$i_{торм,фх}(t) = \underset{m=1}{\overset{N}{МАКС}} \left| i^{*}_{фх,ТИm}(t) \right|$$

[fomome27-170712-01.tif, 1, ru_RU]

где

x	Переменная (1, 2, 3), соответствующая фазным токам (A, B, C).
m	Переменная (1, 2, ..., N), соответствующая точкам измерения.
N	Количество точек измерения

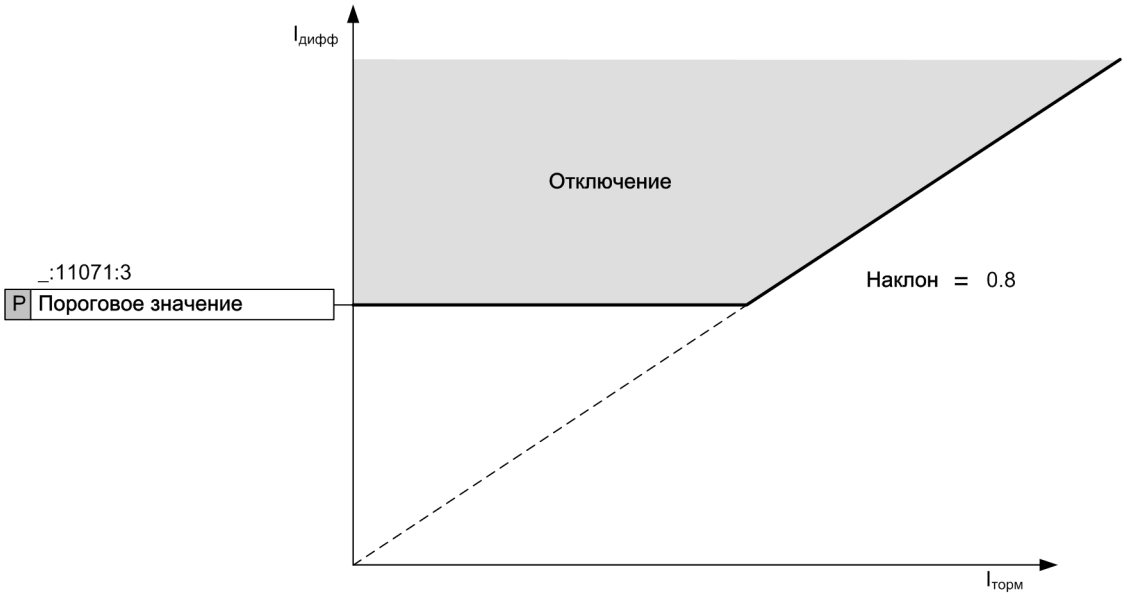
Для отстройки от внешних повреждений, сопровождающихся насыщением ТТ, анализируется величина тормозного тока.

На *Рисунок 6-15* представлена кривая срабатывания. Уставка параметра **Пороговое значение** выбирается таким образом, чтобы она была больше максимально возможного сквозного тока повреждения. Наклон характеристики имеет фиксированное значение 0,8.

В алгоритме выполняется обработка следующих условий:

- Условие 1: Непрерывно контролируется скорость изменения тормозного тока $di_{торм}(t)/dt$ и сравнивается с внутренним пороговым значением.
- Условие 2: Определяется соотношение между дифференциальным и тормозным токами (в соответствии с уравнением **наклонного** участка характеристики в *Рисунок 6-15*): $i_{дифф}(t) > 0{,}8 \cdot i_{торм.}(t)$.
- Условие 3: После этого путем сравнения определяется превышение дифференциальным током уставки **Пороговое значение**.

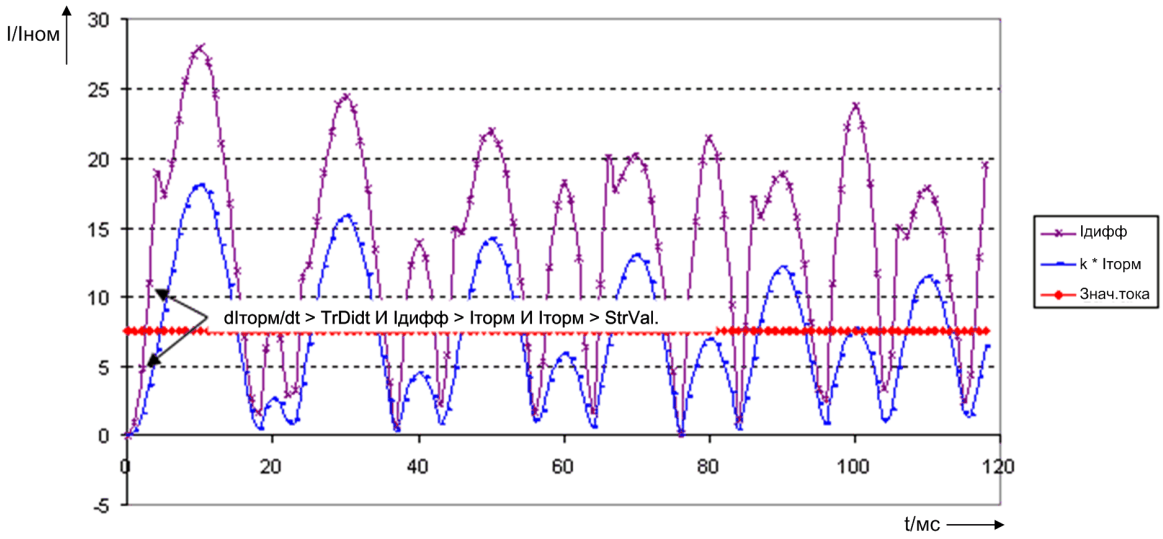
При выполнении всех описанных выше условий мгновенно выдается сигнал на отключение. В случае, если 1-е условие выполнено, а второе – нет, функция блокируется на 300 мс.



[dwidfast-300114-01.tif, 1, ru_RU]

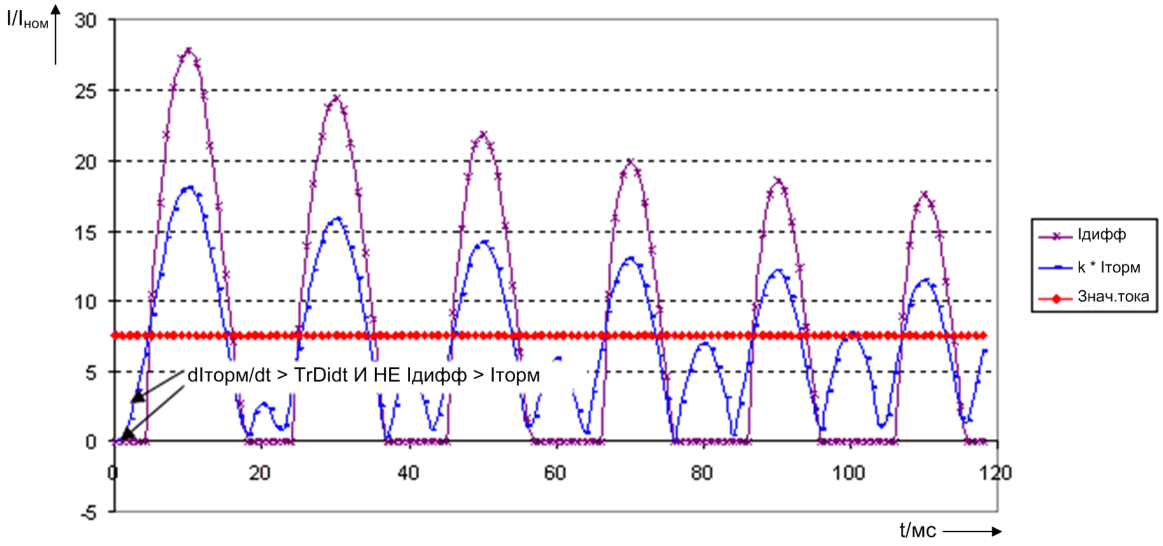
Рисунок 6-96 Характеристика срабатывания I-ДИФФ быстр.

На следующих рисунках приведены кривые токов для случаев внешнего и внутреннего повреждений. При внутреннем повреждении (*Рисунок 6-16*) дифференциальный ток возрастает быстрее тормозного тока. Сигнал на отключение выдается после измерения нескольких мгновенных значений. При внешнем повреждении дифференциальный ток появляется только после того, как ТТ войдут в режим насыщения. Однако информация о токах является достоверной на протяжении нескольких миллисекунд после возникновения повреждения. В соответствии с *Рисунок 6-18* тормозной ток больше дифференциального тока, но поскольку 2-е условие не выполняется, защитная функция блокируется.



[dwinnfel-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-97 Кривые токов при внутреннем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ (k = 0,65)



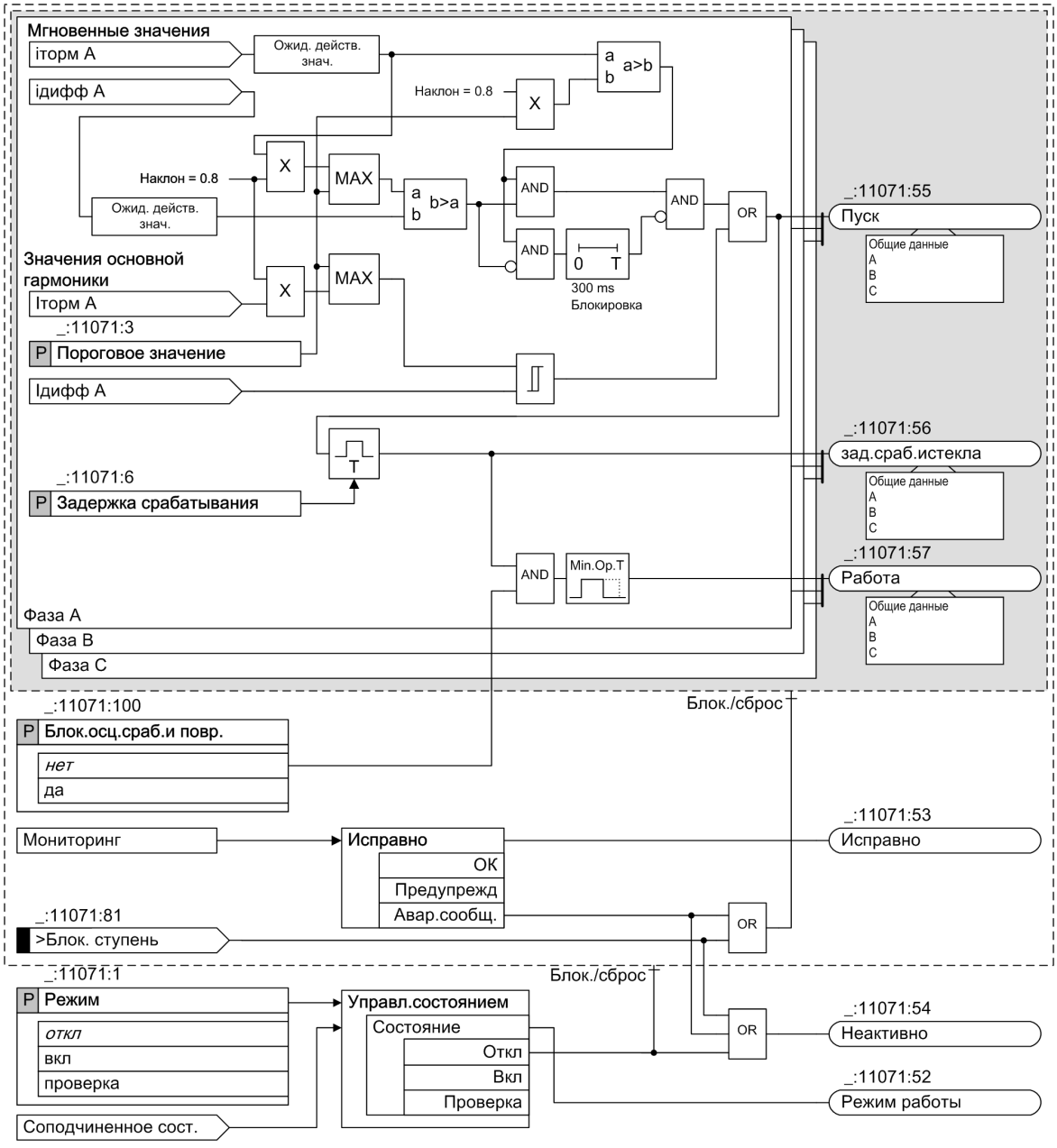
[dwextfel-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-98 Кривые токов при внешнем повреждении, сопровождающемся насыщением ТТ (k = 0,65)

Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение составляющих основной гармоники выполняется с временной задержкой параллельно измерению мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для метода I-ДИФФ. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ и величины тормозного тока $I_{торм}$ (максимального из всех измеренных токов в точках измерения) в соответствии с тормозной характеристикой *Рисунок 6-15*.

На *Рисунок 6-18* показана общая логическая схема защиты.



[loidfast-151012-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-99 Логика функции дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр.

Функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм.

В дополнение к функции дифференциальной защиты I-ДИФФ и функции I-ДИФФ быстр. доступна функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм. Основная задача данной функции состоит в очень быстром отключении внутренних КЗ, сопровождающихся большими токами. Рассматриваемая функция защиты отстроена от насыщения ТТ.

Повреждения, сопровождающиеся большими токами в диапазоне защиты, всегда могут быть мгновенно отключены без учета тормозных токов, если по величине тока определяется, что внешнее повреждение не задействовано. В случае защищаемых объектов с большим внутренним продольным полным сопротивлением (трансформатор, генератор, реактор) может быть обнаружен ток, который никогда не будет превышен протекающим током короткого замыкания.

Например, для трансформатора (первичное) значение равно:

$$\frac{1}{u_{КЗ\ транс.}} \cdot I_{н\ транс.}$$

[fo_Idiff-error, 1, ru_RU]

Ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм также действует в том случае, если, например, из-за насыщения трансформатора тока при наличии большой апериодической составляющей в токе короткого замыкания возникает вторая гармоника. Обнаружение пускового тока может интерпретировать это как ток при включении.

Ступень дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм работает как с составляющими основной гармоники дифференциальной защиты, так и с мгновенным значением.

Данная функция использует комбинацию двух методов измерений:

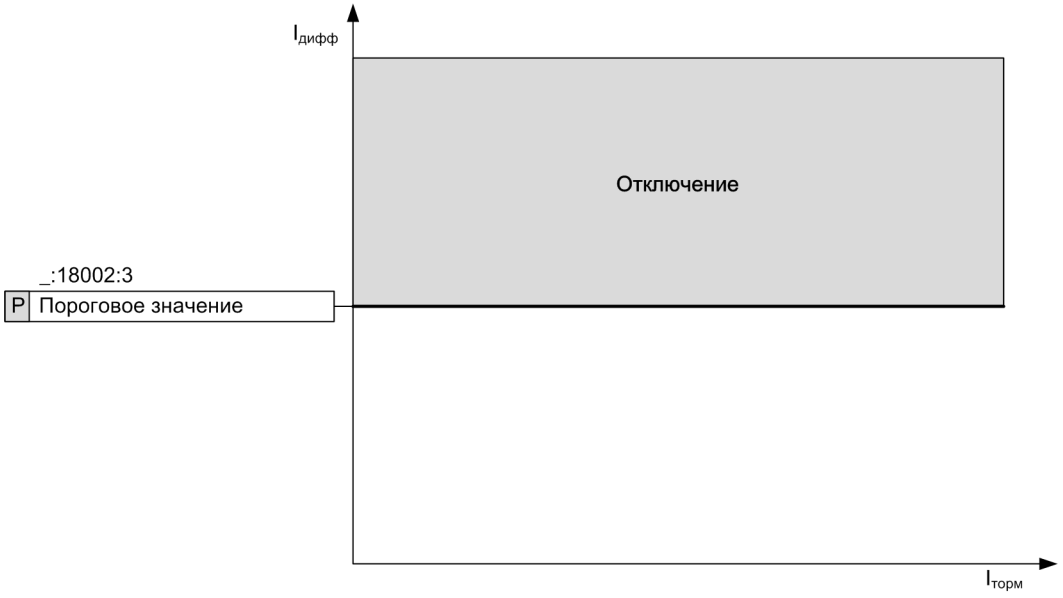
- Измерение мгновенных значений
- Измерение на основе алгоритма Фурье

Измерение мгновенных значений

При использовании метода мгновенных значений производится немедленная оценка значений выборки разности тока - $i\text{-}_{дифф}(t)$. При этом для токов (i*) осуществляется коррекция по абсолютному значению и коррекция векторной группы.

Измерение на основе алгоритма Фурье

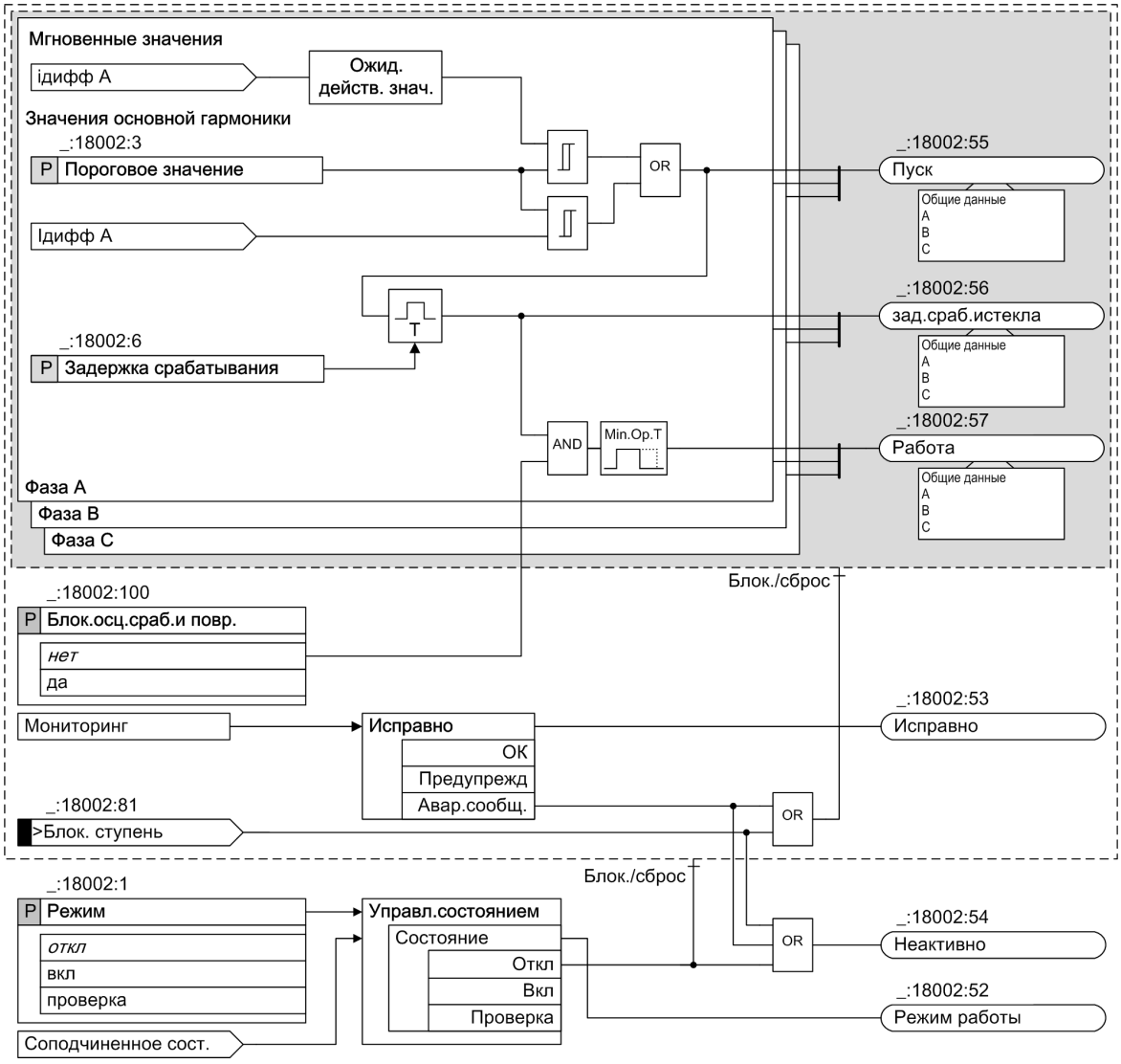
Измерение составляющих основной гармоники выполняется с временной задержкой параллельно измерению мгновенных значений. При этом обрабатываются те же измеренные значения, что и для метода I-ДИФФ. Решение о срабатывании принимается на основе анализа соотношения величины составляющей основной гармоники дифференциального тока $I_{дифф}$ в соответствии с кривой срабатывания *Рисунок 6-19*.



[dwidffunres-100117-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-100 Характеристика срабатывания ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм

На *Рисунок 6-20* показана общая логическая схема защиты.

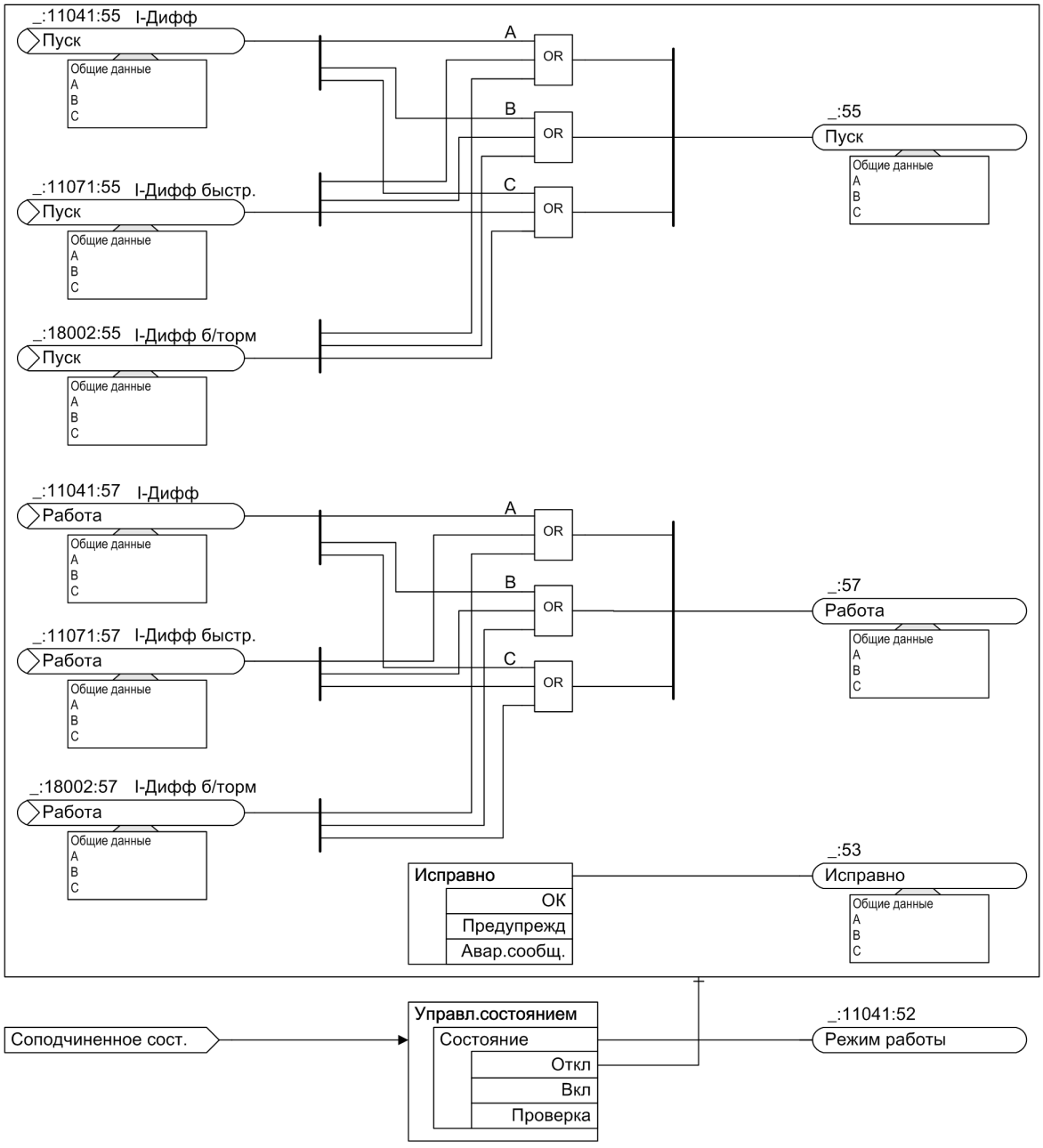


[loidffunres-100117-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-101 Логика ступени дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм

Логика срабатывания дифференциальной защиты

Общий сигнал отключения формируется при срабатывании ступеней I-ДИФФ, I-ДИФФ быстр. и I-ДИФФ б/торм. Соответствующая логика показана в *Рисунок 6-21*.



[logesamt-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-102 Общая логика срабатывания

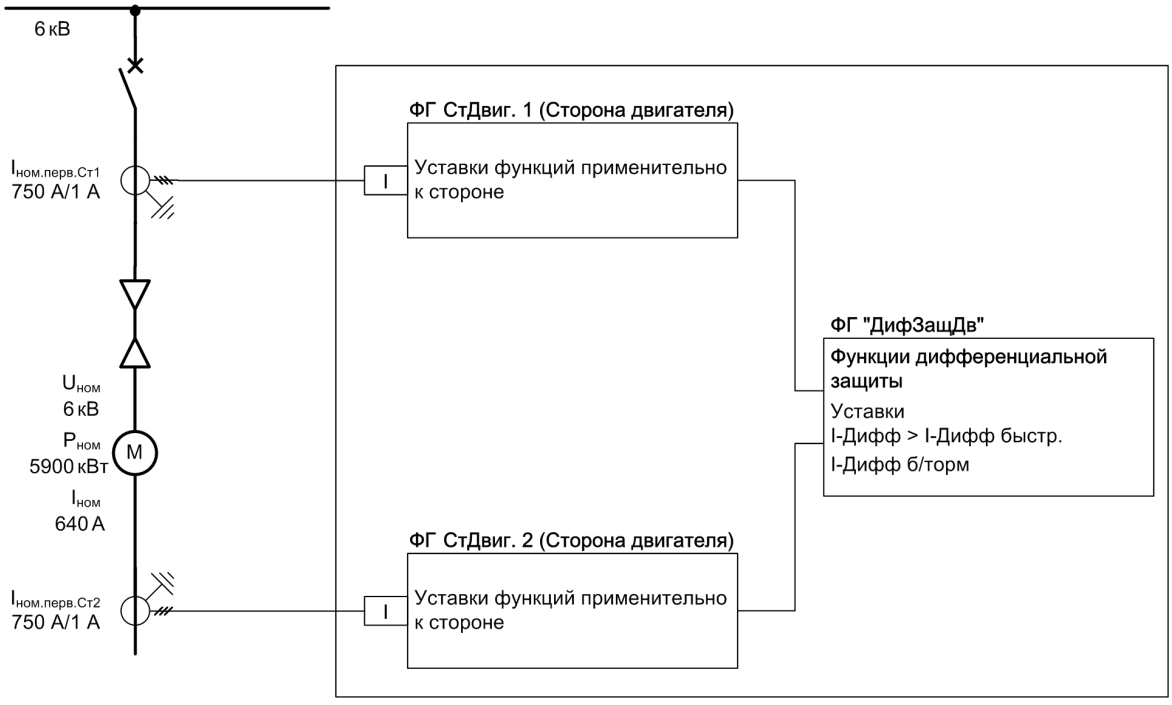
Протокол регистрации повреждений и запись аварийных событий

Возникновение повреждения регистрируется при каждом запуске защиты. При этом создается протокол регистрации повреждений и начинается запись аварийного события. Процесс сохранения записи аварийного события настраивается соответствующей уставкой (см. *3.4.3 Описание функции*). Поскольку сигналы пуска и срабатывания для дифференциальной защиты возникают одновременно, поэтому регистрация может осуществляться как по пуску, так и по срабатыванию. Для обеспечения осциллографирования в случае возникновения внешних повреждений, при которых рабочая точка находится выше пусковой характеристики, осциллограф запускается при появлении сигнала блоки-

ровки при внешних повреждениях или при появлении сигнала загрубления тормозной характеристики в случае срабатывания функции обнаружения апериодической составляющей. Это позволяет проанализировать режим работы ТТ при внешних повреждениях.

6.5.4 Указания по применению и вводу уставок

Рассмотрим типовую схему релейной защиты электродвигателя. На *Рисунок 6-103* представлены типовые защиты электродвигателя. Компания Siemens рекомендует применять дифференциальную защиту для электродвигателей мощностью от 1 МВт до 2 МВт. Защита предназначена минимизировать ущерб в случае короткого замыкания. Схема предполагает наличие трансформатора тока в нейтрал.

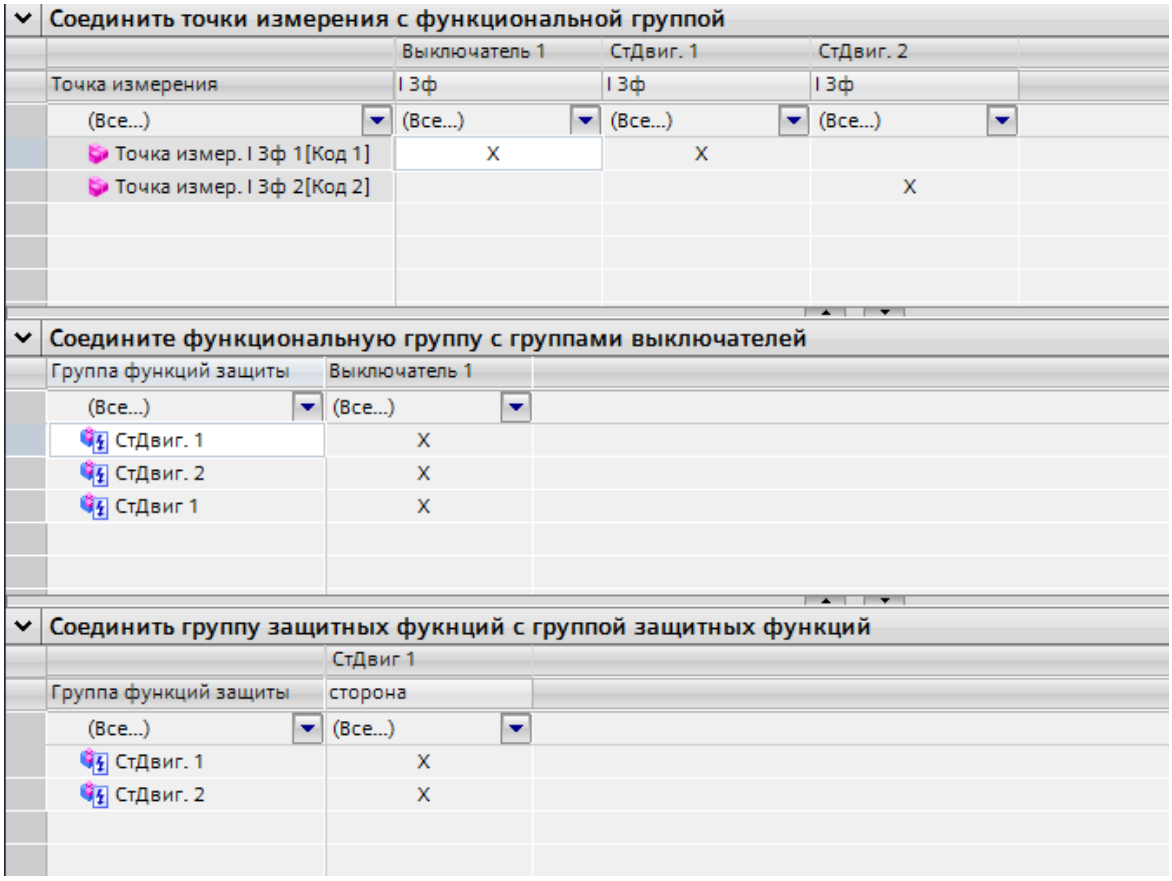


[dwschmot-140813-01.vsd, 3, ru_RU]

Рисунок 6-103 Пример подключения

В данном случае, к 3-фазным точкам измерения сторон 1 и 2 подключаются по два измерительных входа. Точки измерения, в свою очередь, подключаются к соответствующим функциональным группам.

На *Рисунок 6-104* показан соответствующий раздел ПО DIGSI 5.



[scmesveb-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-104 Внутренние связи в DIGSI 5

Функциональная группа Сторона двигателя или Двигатель (статор)

В функциональной группе **СтДвиг.** или **Дв(статор)** введите следующие уставки:

ПРИМЕЧАНИЕ

Проверьте корректность данных ТТ, заданных для точек измерения.

Параметр: `Ном. полная мощн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:14671:103) Ном. полная мощн.`** = ***`6,65 MBA`***
  Установите **`Ном. полная мощн.`** для электродвигателя. Для всех сторон электродвигателя следует указывать одинаковые значения уставки номинальной мощности.

Параметр: `Ном. напряж. двигателя`

- Уставка по умолчанию **`(_:14671:102) Ном. напряж. двигателя`** = ***`6 кВ`***
  Установите **`Ном. напряж. двигателя`** для электродвигателя. В примере это 6 кВ.

ДифЗащДв Функциональная группа

В функциональной группе **ДифЗащДв** для функции I-Дифф устанавливаются следующие параметры:

Параметр: `Пороговое значение` (параметры настройки характеристики срабатывания)

- Уставка по умолчанию **`(_:11041:3) Пороговое значение`** = ***`0,2 I/Iном.,об.`***

При помощи данного параметра задается уставка пуска по дифференциальному току. Указанный ток является полным током повреждения независимо от того, как он распределяется между сторонами защищаемого объекта. Уставка срабатывания задается в относительных единицах (приводится к номинальному току защищаемого объекта). Уставка по умолчанию, составляющая ***0,2 I/Iном.об.***, в большинстве случаев обеспечивает требуемую чувствительность защиты, а также позволяет осуществить отстройку от возможного тока небаланса.

Параметр: Пересеч.1 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:101) Пересеч.1 Iторм** = ***0,67 I/Iном.об.***

В качестве тормозного используется наибольший из токов, измеренных во всех точках измерения. Если даже при протекании малых токов возможны большие погрешности ТТ, рекомендуется задавать данную уставку равной половине номинального тока.

Параметр: Наклон 1

- Уставка по умолчанию **(_:11041:100) Наклон 1** = ***0,3***

При помощи параметра **Наклон 1** задается наклон тормозной характеристики, что предотвращает излишнюю работу дифференциальной защиты в случае возникновения погрешностей ТТ (статических и динамических) при внешнем повреждении, сопровождающемся малыми токами. В большинстве случаев возможно использовать значение уставки по умолчанию, равное ***0,3***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Способ торможения отличается от используемого в устройствах SIPROTEC 4 . По этой причине следует выбирать большее значение наклона (см. также *6.5.3 Описание функции*).

Параметр: Пересеч.2 Iторм

- Уставка по умолчанию **(_:11041:103) Пересеч.2 Iторм** = ***2,5 I/Iном.об.***

ПРИМЕЧАНИЕ

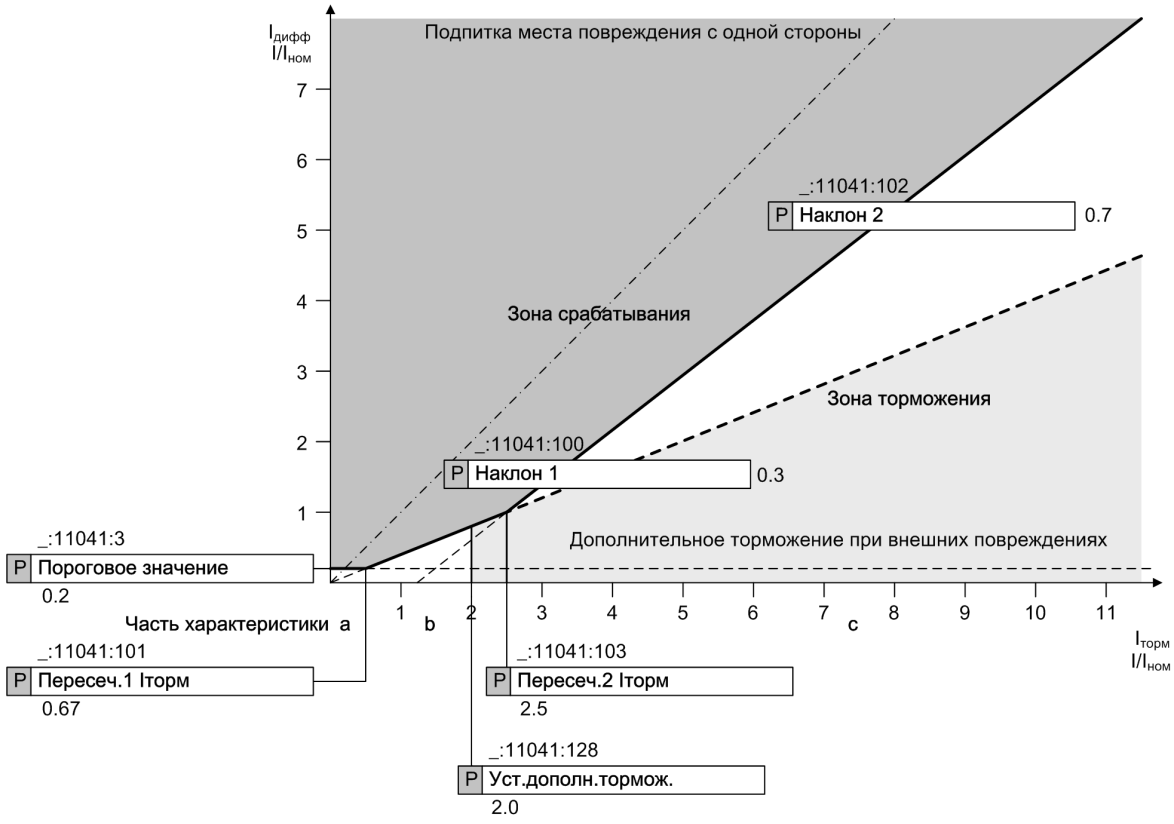
Второй наклонный участок учитывает возможные погрешности ТТ, возникающие при больших сквозных токах, следовательно уставка параметра **Наклон 2** должна иметь большое значение.

Параметр **Пересеч.2 Iторм** определяет значение тормозного тока, с которого начинается **Наклон 2**. Уставку по умолчанию ***2,5 I/Iном.об.*** возможно применять в большинстве случаев.

Параметр: Наклон 2

- Уставка по умолчанию **(_:11041:102) Наклон 2** = ***0,7***

При помощи параметра **Наклон 2** задается наклон второго наклонного участка пусковой характеристики, что предотвращает излишнюю работу защиты в случае возникновения больших погрешностей ТТ (например, вследствие насыщения) при внешнем повреждении, сопровождающемся большими токами. В большинстве случаев достаточным будет значение уставки, большее или равное удвоенному значению уставки параметра **Наклон 1**. В качестве уставки по умолчанию было выбрано значение ***0,7***.



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-105 Характеристика срабатывания с уставками по умолчанию

Параметр: Обнаруж. пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:106) Обнаруж. пуска** = ***да***

Во избежание излишних срабатываний из-за пускового тока электродвигателя Siemens рекомендует включать функцию обнаружения пуска для устройств защиты электродвигателей. Также данную функцию рекомендуется использовать при выполнении дифференциальной защиты реакторов. В данном случае задайте уставку по умолчанию **Обнаруж. пуска** = ***да***.

Параметр: Уст.обнар.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:107) Уст.обнар.пуска** = ***0,1 I/Iном.об.***

При снижении тормозного тока ниже данной уставки происходит увеличение тормозной характеристики (при условии, что функция обнаружения пуска введена в работу). Рекомендуется применять уставку по умолчанию ***0,1 I/Iном.об***.

Параметр: Коэфф.загрубл.хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:11041:108) Коэфф.загрубл.хар-ки** = ***2,0***

При применении функции обнаружения пуска данную уставку по умолчанию можно изменить. В большинстве случаев возможно использование уставки 2,0.

Параметр: Макс.доп. вр.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11041:109) Макс.доп. вр.пуска** = ***5,0 с***

Данная уставка должна быть больше, чем максимально допустимое время электродвигателя. Выставьте уставку в соответствии со справочными данными **электродвигателя**. Для предотвращения ложного срабатывания дифференциальной защиты уставка должна выбираться несколько большей

допустимого времени пуска (с коэффициентом 1,2 или более). Для электродвигателя в примере в соответствие со справочными данными время пуска равно 6,5 сек для 90 % номинального напряжения. Значение настройки должно быть больше 1,2 * 6,5 с = 7,8 с Siemens рекомендует установить значение 10 с.

Параметр: Коэф.загрубл.хар-ки DC (Обнаружение апериодической составляющей)

- Уставка по умолчанию **(_:11041:110) Коэф.загрубл.хар-ки DC** = ***2,0***

Функция обнаружения апериодической составляющей всегда активна. Наличие апериодической составляющей даже при протекании малых токов может вызывать погрешности работы ТТ (например, угловую погрешность). Для отстройки от таких режимов уставки параметров **Пороговое значение** и **Наклон 1** автоматически увеличиваются в соответствии с заданным коэффициентом. Уставка по умолчанию, равная 2,0, в большинстве случаев является вполне приемлемой.

Обнаружение внешних повреждений

На *Рисунок 6-105* представлен диапазон **Дополнительное торможение при внешнем повреждении**. Диапазон описан параметрами **Пороговое значение дополнительного торможения** и **Наклон 1**. При внешнем повреждении рабочая точка может выйти за пределы зоны дополнительного торможения и войти в зону срабатывания защиты. При помощи описанных далее параметров возможно задать временную блокировку защиты в таких случаях.

Параметр: Уст.дополн.тормож.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:128) Уст.дополн.тормож.** = ***2,0***

Уставка **Уст.дополн.тормож.** позволяет вам задавать значение пуска функции дополнительного торможения. Рекомендуется использовать значение уставки, равное 2. Зона дополнительного торможения ограничена параметрами **Уст.дополн.тормож.** и **Наклон 1**.

Параметр: Время дополн.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:129) Время дополн.торм.** = ***0,3 с***

Уставка задается исходя из времени срабатывания защит смежных присоединений. Также необходимо учитывать время отключения выключателя. Рассматриваемая уставка вычисляется следующим образом:

$t_{Z\ торм.} \geq t_{сраб,внеш\ защита} + t_{отключ,выключатель}$

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Однако ее следует задавать в соответствии с конкретными условиями применения. Задание уставки, равное 0, выводит из работы функцию обнаружения внешних повреждений.

Параметр: Вр.перекр.блк.доп.торм.

- Уставка по умолчанию **(_:11041:130) Вр.перекр.блк.доп.торм.** = ***0,3 с***

Дополнительное торможение действует независимо в каждой из фаз. Однако эта функция может быть расширена для блокировки всех фаз. Поэтому Siemens рекомендует вводить функцию перекрестной блокировки путем задания соответствующей выдержки времени. Данная выдержка времени должна равняться времени действия дополнительного торможения.

Ступень защиты I-ДИФФ быстр.

Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *Функция дифференциальной защиты I-ДИФФ быстр., Страница 423*). Следовательно, данная ступень должна быть постоянно введена в работу.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11041:3) Пороговое значение** = ***6 I/Iном.об.***

Siemens рекомендует устанавливать величину уставки, превышающую или равную пусковому току. Например, если пусковой ток электродвигателя равен 5,6 $I/I_{ном,двиг}$. Задайте уставку 6 $I/I_{ном,об.}$

Ступень защиты I-ДИФФ б/торм.

Основной задачей данной ступени защиты является быстрое отключение внутренних повреждений, сопровождающихся большими токами (см. *Функция дифференциальной защиты без торможения I-ДИФФ б/торм., Страница 426*).

Параметр: `Пороговое значение`

- Уставка по умолчанию **`(_:18002:3)Пороговое значение`** = ***`10,0 I/Iном,об`***

Используйте описание ступени защиты I-ДИФФ быстр (*Ступень защиты I-ДИФФ быстр., Страница 536*) для задания уставки.

6.5.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:2311:186	Общие данные:Режим защиты		• Трансформатор • Токовый узел	Трансфор-матор
_:2311:100	Общие данные:измер.ток НП стор.1		• нет • да	нет
_:2311:101	Общие данные:измер.ток НП стор.2		• нет • да	нет
_:2311:102	Общие данные:измер.ток НП стор.3		• нет • да	нет
_:2311:181	Общие данные:измер.ток НП общ.обм.		• нет • с ТТ 1ф • с ТТ 3ф	нет
_:2311:182	Общие данные:измер.ток НП обм.НН		• нет • да	нет
_:2311:191	Общие данные:Опорная сторона		• не назначено • Сторона 1 • Сторона 2 • Сторона 3	не назначено
_:2311:151	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:152	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:153	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:154	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:155	Общие данные:ID изм.мод., Ст.1 М1ф		0 до 100	0
_:2311:156	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 1		0 до 100	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:157	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:158	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:159	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:160	Общие данные:ID изм.мод., Ст.2 М1ф		0 до 100	0
_:2311:161	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 1		0 до 100	0
_:2311:162	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 2		0 до 100	0
_:2311:163	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 3		0 до 100	0
_:2311:164	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М3ф 4		0 до 100	0
_:2311:165	Общие данные:ID изм.мод., Ст.3 М1ф		0 до 100	0
_:2311:185	Общие данные:ID изм.мод.1ф		0 до 100	0
Общие данные				
_:11041:1	I-Дифф:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11041:2	I-Дифф:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11041:6	I-Дифф:Задержка сраба-тывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Хар-ка сраб.				
_:11041:3	I-Дифф:Пороговое значение		0.05 I/Iном.об. до 2.00 I/Iном.об.	0.20 I/Iном.об.
_:11041:100	I-Дифф:Наклон 1		0.00 до 0.80	0.30
_:11041:101	I-Дифф:Пересеч.1 Iторм		0.00 I/Iном.об. до 5.00 I/Iном.об.	0.67 I/Iном.об.
_:11041:102	I-Дифф:Наклон 2		0.25 до 0.95	0.70
_:11041:103	I-Дифф:Пересеч.2 Iторм		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.50 I/Iном.об.
Обнаруж. пуска				
_:11041:106	I-Дифф:Обнаруж. пуска		• нет • да	да
_:11041:107	I-Дифф:Уст.обнар.пуска		0.1 I/Iном.об. до 2.0 I/Iном.об.	0.1 I/Iном.об.
_:11041:108	I-Дифф:Коэфф.загрубл.хар-ки		1.0 до 5.0	1.0
_:11041:109	I-Дифф:Макс.доп. вр.пуска		0.1 с до 180.0 с	5.0 с
Обн. апер. сост.				
_:11041:110	I-Дифф:Коэф.загрубл.хар-ки DC		1.0 до 5.0	2.3

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обнар. внеш. повр.				
_:11041:128	I-Дифф:Уст.дополн.тормож.		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/Iном.об.	2.00 I/Iном.об.
_:11041:129	I-Дифф:Время дополн.торм.		0.00 с до 5.00 с;∞	0.30 с
_:11041:130	I-Дифф:Вр.перекр.блк.доп.торм.		0.00 с до 2.00 с;∞	0.30 с
I-Дифф быстр.				
_:11071:1	I-Дифф быстр.:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11071:3	I-Дифф быстр.:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	7.5 I/Iном.об.
_:11071:6	I-Дифф быстр.:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:11071:100	I-Дифф быстр.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
ОШ-Дифф б/торм				
_:18002:1	ОШ-Дифф б/торм:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:18002:3	ОШ-Дифф б/торм:Пороговое значение		0.5 I/Iном.об. до 35.0 I/Iном.об.	10.0 I/Iном.об.
_:18002:6	ОШ-Дифф б/торм:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:18002:100	ОШ-Дифф б/торм:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

6.5.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Idифф	WYE	O
_:2311:301	Общие данные:Iторм	WYE	O
_:2311:311	Общие данные:Idифф ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:312	Общие данные:Idифф ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:313	Общие данные:Idифф ф.C при сраб.	MV	O
_:2311:314	Общие данные:Iторм ф.A при сраб.	MV	O
_:2311:315	Общие данные:Iторм ф.B при сраб.	MV	O
_:2311:316	Общие данные:Iторм ф.C при сраб.	MV	O
I-Дифф			
_:11041:81	I-Дифф:>Блок. ступень	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11041:54	I-Дифф:Неактивно	SPS	O
_:11041:52	I-Дифф:Режим работы	ENS	O
_:11041:53	I-Дифф:Статус исправности	ENS	O
_:11041:55	I-Дифф:Пуск	ACD	O
_:11041:56	I-Дифф:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11041:57	I-Дифф:Работа	ACT	O
_:11041:301	I-Дифф:Наклон 1	MV	O
_:11041:302	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (Пуск)	SPS	O
_:11041:303	I-Дифф:Загрубл.хар-ки (DC)	SPS	O
_:11041:312	I-Дифф:Блок.обнар.внешн.КЗ	ACT	O
_:11041:313	I-Дифф:Перекр.блок.внешн.КЗ	SPS	O
I-Дифф быстр.			
_:11071:81	I-Дифф быстр.:>Блок. ступень	SPS	I
_:11071:54	I-Дифф быстр.:Неактивно	SPS	O
_:11071:52	I-Дифф быстр.:Режим работы	ENS	O
_:11071:53	I-Дифф быстр.:Статус исправности	ENS	O
_:11071:55	I-Дифф быстр.:Пуск	ACD	O
_:11071:57	I-Дифф быстр.:Работа	ACT	O
_:11071:56	I-Дифф быстр.:зад.сраб.истекла	ACT	O
ОШ-Дифф б/торм			
_:18002:81	ОШ-Дифф б/торм:>Блок. ступень	SPS	I
_:18002:54	ОШ-Дифф б/торм:Неактивно	SPS	O
_:18002:52	ОШ-Дифф б/торм:Режим работы	ENS	O
_:18002:53	ОШ-Дифф б/торм:Статус исправности	ENS	O
_:18002:55	ОШ-Дифф б/торм:Пуск	ACD	O
_:18002:57	ОШ-Дифф б/торм:Работа	ACT	O
_:18002:56	ОШ-Дифф б/торм:зад.сраб.истекла	ACT	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.6 Дистанционная защита по полному сопротивлению

6.6.1 Обзор функций

Функция **защиты по полному сопротивлению** (ANSI 21):

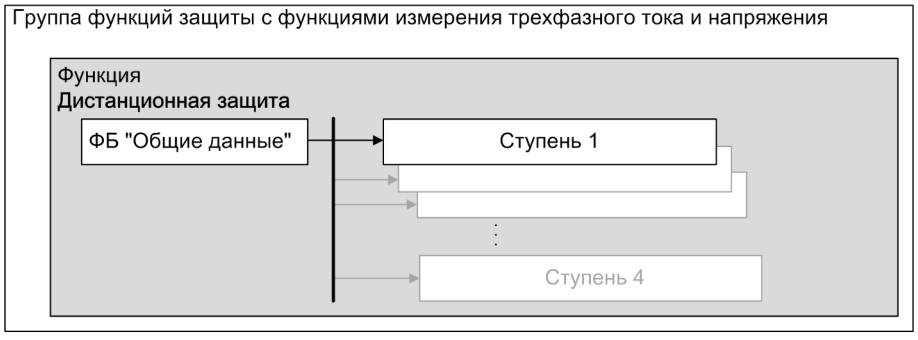
- Обеспечивает резервную защиту трансформаторов для дифференциальной защиты трансформаторов
- Используется в качестве резервной защиты блочных трансформаторов и генераторов в блоках электрических станций
- Функционирует как резервная защита при восстановлении подачи энергии после повреждений в вышестоящих электроэнергетических системах вне трансформатора

6.6.2 Структура функции

Функция **Дистанционная защита** относится к группе защитных функций, измеряющих величины тока и напряжения.

Для функции **Дистанционная защита** в качестве заводской настройки задается функциональный блок **Общие данные** и **одна** ступень. В функции максимум **4** ступени могут работать одновременно. Все ступени имеют одинаковую логическую структуру.

Функция защиты структурирована таким образом, чтобы настройки в ФБ **Общие данные** были действительны для всех ступеней.



[dw_strimpedanceprot, 2, ru_RU]

Рисунок 6-106 Структура/реализация функции

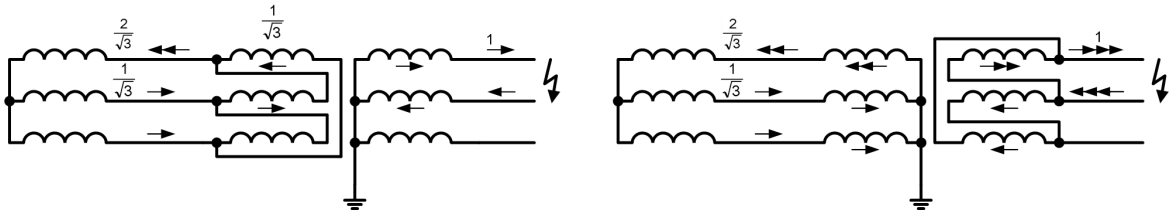
6.6.3 Описание

Измерение полного сопротивления через трансформатор

Обратите внимание на следующие характеристики при измерении полного сопротивления в трансформаторах или с их помощью:

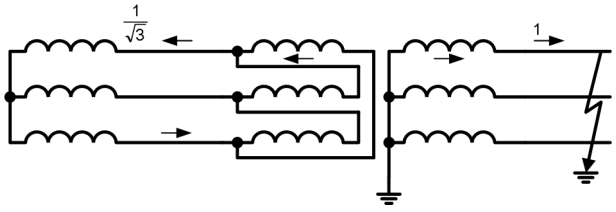
- Полное сопротивление передается на сторону измерения с помощью квадранта коэффициента трансформации.
- Для трансформаторов, подключенных по схеме звезда-треугольник, обратный поворот фаз выполняется в системах с прямой и обратной последовательностью, в зависимости от векторной группы. Таким образом изменяется ситуация повреждения на другой стороне. Двухфазное КЗ на стороне звезды появляется на стороне треугольника в виде трехфазной погрешности с другим распределением тока (см. *Рисунок 6-107*).

  Поскольку система нулевой последовательности не может быть передана с помощью трансформаторов, подключенных по схеме звезда-треугольник, однофазное КЗ повреждения на землю на стороне звезды появляется в виде двухфазного КЗ на стороне треугольника (см. *Рисунок 6-108*).
- Если автотрансформаторы и трансформаторы заземлены на обеих сторонах по схеме звезда-звезда, измерения через трансформатор возможны. В данном случае, дистанционная защита линий может использоваться без ограничений.



[dw_ratio-2pol-ifault, 1, ru_RU]

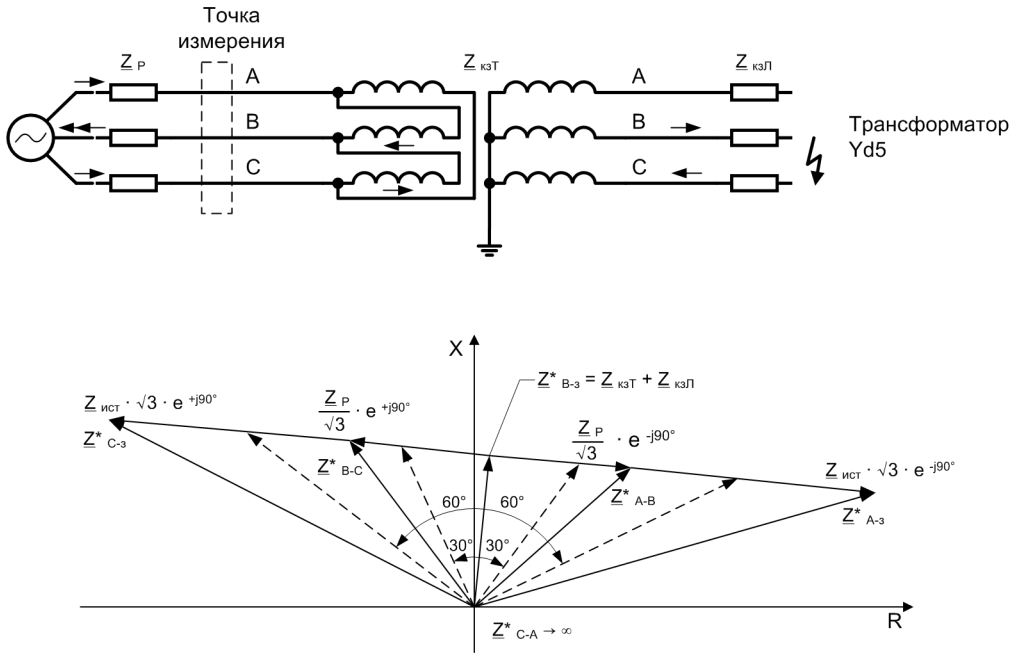
Рисунок 6-107 Трансформация двухфазного тока короткого замыкания



[dw_ratio-1pol-fault, 1, ru_RU]

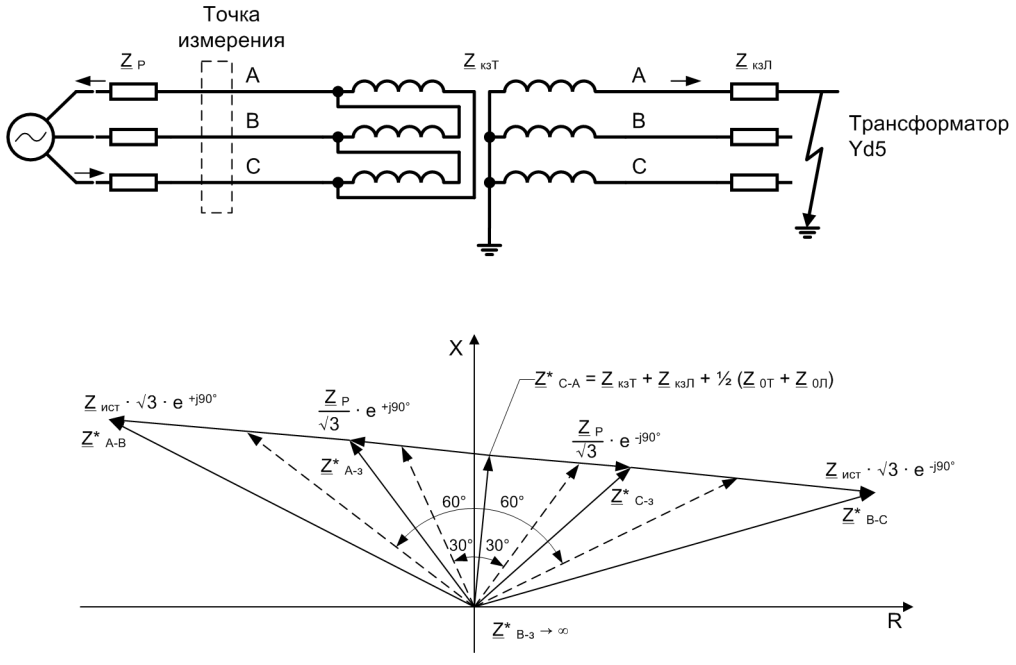
Рисунок 6-108 Трансформация однофазного тока короткого замыкания

Сопоставление измеряемого параметра также приводит к сопоставлению другого полного сопротивления. *Рисунок 6-109* и *Рисунок 6-110* показывают, например, векторы, возникающие на стороне треугольника для одно- или двухфазного КЗ на стороне звезды. Для упрощения предположим, что коэффициент трансформации равен **1**.



[dw_imp-2pol-short-ciruit, 1, ru_RU]

Рисунок 6-109 Измерение полного сопротивления двухфазного КЗ



[dw_imp-1pol-short-ciruit, 1, ru_RU]

Рисунок 6-110 Измерение полного сопротивления однофазного КЗ

При двухфазном КЗ полное сопротивление фаза-земля вектора соответствует двойному фазному току фактического полного сопротивления повреждения через трансформатор. Полное сопротивление измерено верно. Все прочие измеренные величины полного сопротивления являются значительно более высокими. Отняв токи получим бесконечную измеренную величину полного сопротивления для контура С-А.

Однофазное повреждение на землю дает самое малое значение полного сопротивления на базе вычисления линейного напряжения (в данном примере, С-А). Поскольку система нулевой последовательности не может быть передана через трансформатор с подключением по схеме звезда-треу-

гольник, измеренное значение полного сопротивления является слишком большим из-за величины полных сопротивлений нулевой последовательности (трансформатор, линия). Фактическое положение повреждения показывается как самое дальнее.

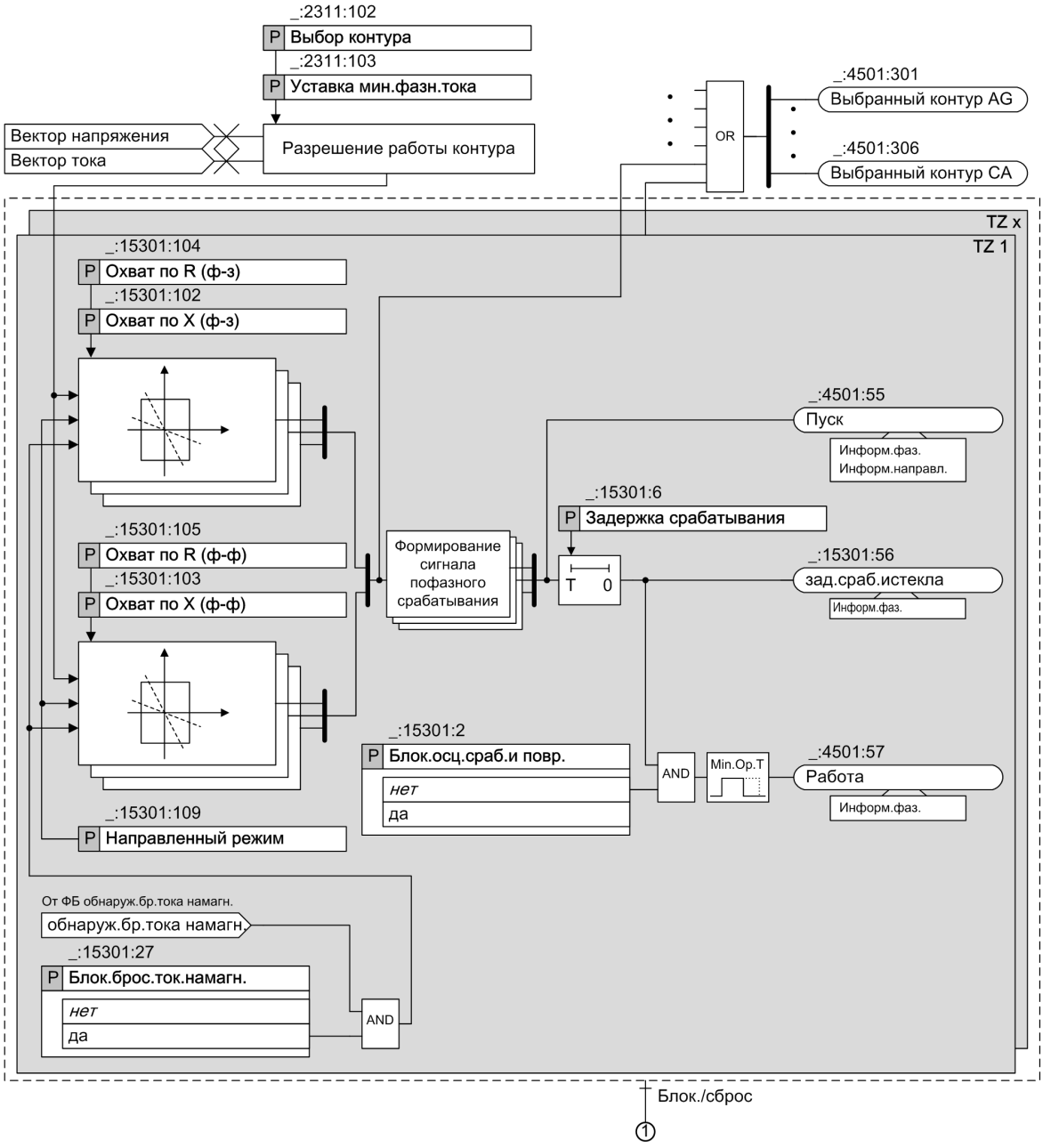
При трехфазном КЗ измерение полного сопротивления во всех контурах измерения дает верные результаты.

В следующей таблице показаны все результаты измерения полного сопротивления для трансформаторов с подключением по схеме звезда-треугольник:

Таблица 6-1 Сопоставление повреждений и ошибки измерений при измерении полного сопротивления трансформаторов, подключенных по схеме звезда-треугольник

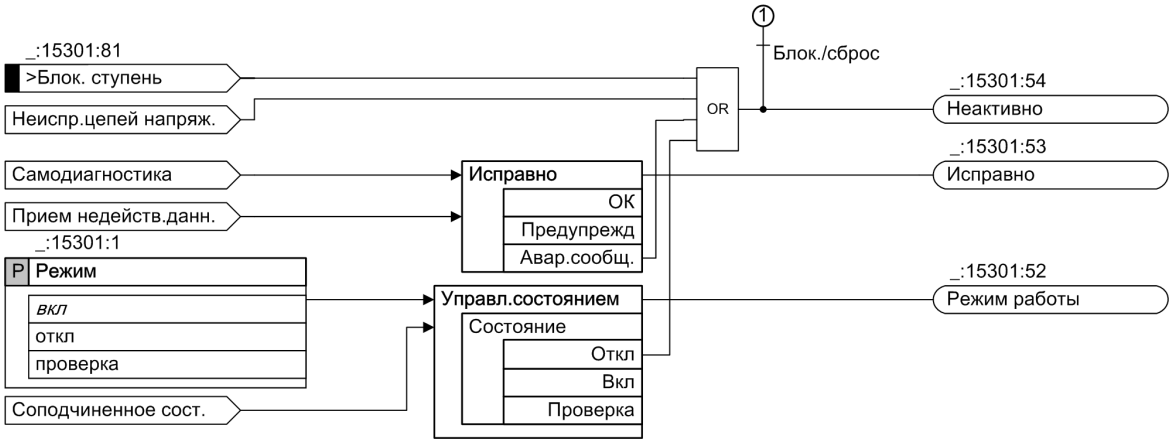
Повреждение силовой системы на стороне звезды	**Сопоставление повреждений на стороне треугольника**	**Правильный контур полного сопротивления**	**Ошибка измерения**
Трехфазное КЗ	Трехфазное КЗ	Контур фаза-земля и линейный контур	Правильное измерение
Двухфазное КЗ	Трехфазное КЗ, отличное распределение тока повреждения	Контур фаза-земля с самым большим током повреждения	Правильное измерение
Однофазное повреждение на землю	Двухфазное КЗ	Линейный контур, но имеется погрешность измерения	Измеренное полное сопротивление слишком велико из-за величины полного сопротивления нулевой последовательности (0,5 Z0)

Логика работы



[lo_dis-impedance-protection, 2, ru_RU]

Рисунок 6-111 Логическая схема дистанционной защиты



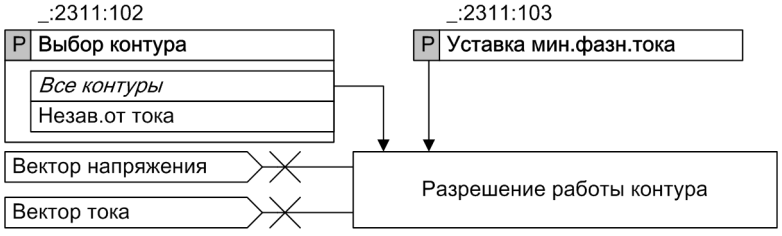
[lo_block_imp, 1, ru_RU]

Рисунок 6-112 Логическая схема дистанционной защиты (продолжение)

Выбор контура

Функция **Дистанционная защита** может использоваться в системах электроснабжения и установках с различными системами заземления. Используя параметр **Выбор контура**, вы определяете, какие параметры влияют на разрешение работы контура.

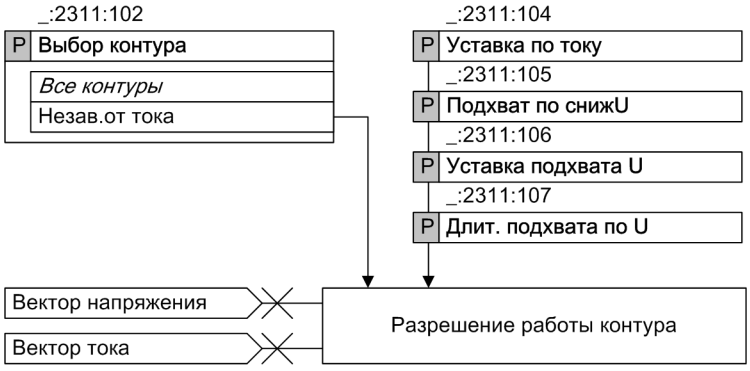
В энергосистемах с эффективной заземленной нейтралью – нейтрали которых соединены с землёй непосредственно или через небольшое активное сопротивление – все петли полного сопротивления (фазные и межфазные контуры) могут работать параллельно друг другу. Если все контуры работают параллельно, то разрешение работы контура контролируется параметром **Уставка мин.фазн.тока** (см. следующий рисунок).



[lo_loopselect1 impprot, 2, ru_RU]

Рисунок 6-113 Эффективный параметр для разрешения работы всех контуров

В энергосистемах с неэффективным заземлением нейтрали – изолированная, заземленная или заземленная через устройство, имеющее большое сопротивление, – необходим контроль выбора контура, чтобы избежать излишних срабатываний, например, в случае замыкания на землю. Выбор контура контролируется параметром ***Незав.от тока*** . На следующем рисунке показано, какой параметр управляет выбором контура.



[lo_loopselect2 impprot, 2, ru_RU]

Рисунок 6-114 Эффективный параметр для разрешения работы контура в зависимости от тока

В случае замыкания на землю, напряжение уменьшается - в идеале до 0 - и фазный контур измеряет малое полное сопротивление или 0 Ω. Обнаружение максимального фазного тока разблокирует контуры (параметр **`Уставка по току`**). Время выдержки на возврат при минимальном напряжении (параметр **`Подхват по снижU`**) предотвращает возникновение чрезмерных токов. Время выдержки на возврат для минимального напряжения необходимо использовать на электростанциях, когда трансформатор системы возбуждения подключен к шине генератора. Во время близкого короткого замыкания напряжение системы возбуждения уменьшается и приводит к уменьшению напряжения синхронного генератора. Таким образом, ток повреждения падает ниже номинального тока и, следовательно, порогового значения тока (параметр **`Уставка по току`**). Параметр **`Уставка подхвата U`** контролирует напряжение прямой последовательности. Время выдержки на возврат для минимального напряжения снижается, если пороговое значение **`Уставка подхвата U`** увеличивается или время выдержки на возврат для минимального напряжения (параметр **`Длит. подхвата по U`**) заканчивается.

Для выбора контура применяются следующие правила:

- В случае однофазного срабатывания используется связанный однофазный контур.
- В случае двухфазного срабатывания для расчета полного сопротивления используется связанный междуфазный контур с соответствующим линейным напряжением.
- В случае трехфазного срабатывания выбор контура зависит от отношения амплитуд тока по фазам друг к другу.

Выбор контура показан в следующей таблице:

Пуск		**Измерительные контуры**	
Однофазный	A B C	Фаза-земля	Фаза A-земля Фаза B-земля Фаза C-земля
Двухфазный	A, B B, C C, A	Фаза-фаза	ФАЗА A-ФАЗА B ФАЗА B-ФАЗА C ФАЗА C-ФАЗА A
3-фазные с неравными амплитудами фазного тока	A, 2· B, C B, 2· C, A C, 2· A, B	Если ток в одной фазе удваивается, выполняется измерение фазных контуров.	Фаза B-земля Фаза C-земля Фаза A-земля
	(A, B) ≈ 2 · C (B, C) ≈ 2 · A (C, A) ≈ 2 · B	Если удваивается ток в двух фазах, то выполняется измерение междуфазных контуров.	ФАЗА A-ФАЗА B ФАЗА B-ФАЗА C ФАЗА C-ФАЗА A

Пуск		Измерительные контуры	
3-фазные с равными амплитудами	A, B, C	Если все напряжения почти равны, измеряются межфазные контуры. Разблокированы все три контура.	ФАЗА A-ФАЗА B ФАЗА B-ФАЗА C ФАЗА C-ФАЗА A

Измерение полного сопротивления

На базе выборочных значений фазных токов и фазных напряжений векторы основной гармоники определяются для каждого периода с помощью фильтра КИХ (конечной импульсной характеристики). Полные сопротивления вычисляются на базе векторов тока основной гармоники. С помощью выборочных значений с отслеживанием по частоте полное сопротивление измеряется в другом диапазоне частот. Это полезно для изолированных энергосистем или блочных силовых станций, например, для процессов запуска.

Для каждого из шести контуров (фаза A-земля, фаза B-земля, фаза C-земля, фаза A-фаза B, фаза B-фаза C, фаза C-фаза A) предусмотрен свой измерительный элемент сопротивления. При возникновении нового замыкания в процессе обработки результатов расчета все вычисления будут производиться с использованием новых измеряемых параметров. Таким образом функцией дистанционной защиты постоянно обрабатываются измеряемые параметры, соответствующие текущему замыканию.

Полное сопротивление междуфазных контуров рассчитывается следующим образом:

$$\underline{Z}_{ф-ф} = \frac{\underline{U}_{фx\,фy}}{\underline{I}_{фx} - \underline{I}_{фy}}$$

[fo_schleife_ZLL, 1, ru_RU]

Полное сопротивление контуров фаза-земля рассчитывается следующим образом:

$$\underline{Z}_{ф-з} = \frac{\underline{U}_{фx}}{\underline{I}_{фx}}$$

[fo_schleife_ZLE, 1, ru_RU]

Режим работы

Если фазные токи превышают заданный параметр **Уставка мин.фазн.тока**. Вычисляются все выключенные контуры полного сопротивления.

Для разблокировки контуров фаза-земля достаточно, чтобы соответствующий фазный ток превышал **Уставка мин.фазн.тока**. Для междуфазных контуров фазные токи и ток контура должны превышать **Уставка мин.фазн.тока**.

Специальное обнаружение повреждения на землю, такое как дистанционная защита линий, не выполняется.

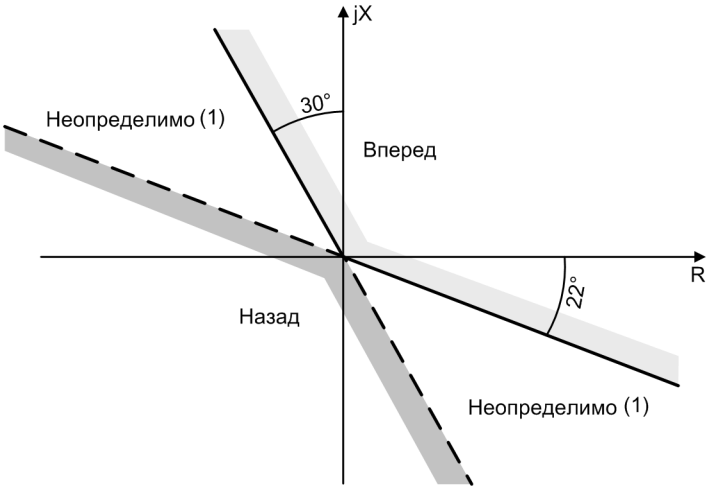
Если разблокированные контуры полного сопротивления находятся в одной зоне, функция **дистанционной защиты** генерирует сообщение пуска, содержащее информацию о контуре. В то же самое время, сообщение срабатывания в зоне пуска возникает вместе со спецификацией соответствующей фазы и направления. Затем определяется направление для всех запущенных контуров полного сопротивления и начинается отсчет соответствующей выдержки времени. Блок выходной логики обрабатывает сигналы пуска и отключения от ступеней защиты и формирует сигналы пуска и отключения функции.

Определение направления

Направление определяется с помощью сохраненного напряжения перед повреждением или переменных системы обратной последовательности. Если измеренное напряжение обратной последовательности и ток обратной последовательности превышают 10 % от номинальных значений устройства, используются только переменные системы обратной последовательности. Для задания направления определяется угол между током обратной последовательности I_2 и напряжением обратной

последовательности U_2. *Рисунок 6-115* показывает заданные зоны направления защиты по полному сопротивлению.

При симметричных трехфазных КЗ система обратной последовательности отсутствует. В этом случае применяется напряжение памяти. Если напряжение памяти также отсутствует, например при включении на повреждение, происходит срабатывание всех зон, независимо от их спараметрированного направления, и генерируется сообщение об операциях с выключателем по истечению выдержки времени.



[dwritgkl-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-115 Характеристика направленности в координатах R-X

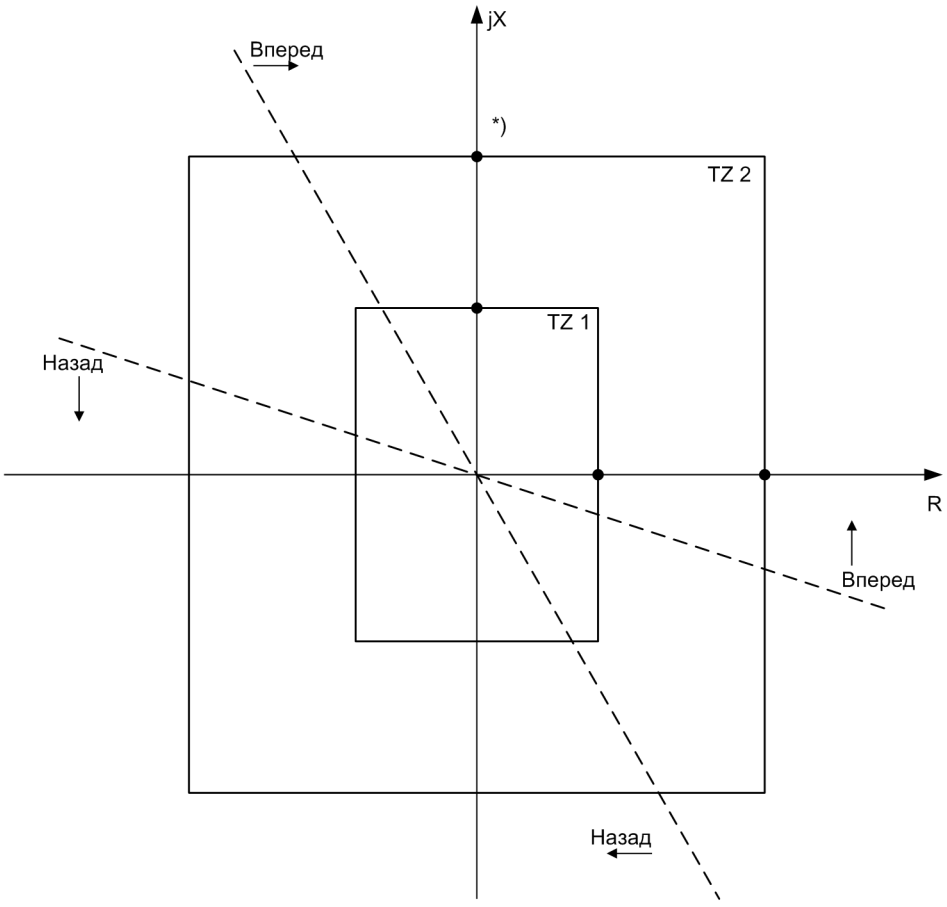
Обнаружение броска тока намагничивания

Если устройство оснащено функцией **Обнаружения броска тока намагничивания**, можно заблокировать команду отключения ступеней при обнаружении бросков токов намагничивания трансформатора.

Полигональная характеристика срабатывания

Полигональная характеристика срабатывания ступени защиты по полному сопротивлению представляет собой прямоугольник в плоскости R-X. Многоугольник определяется параметрами **`Охват по X (ф-з)`**, **`Охват по X (ф-ф)`**, **`Охват по R (ф-з)`** и **`Охват по R (ф-ф)`**, и **`Направленный режим`**. Это значит, что в особых случаях для междуфазных контуров и контуров фаза-земля можно задать другую уставку.

Во избежание неопределенности сигналов на границах полигональной характеристики срабатывания имеют гистерезис в 5 %. Если сопротивление поврежденного контура находится внутри многоугольника, его границы увеличиваются на 5 % во всех направлениях. На следующем рисунке показан пример двух ненаправленных зон:



[dw_klpoly-impedanceprot, 1, ru_RU]

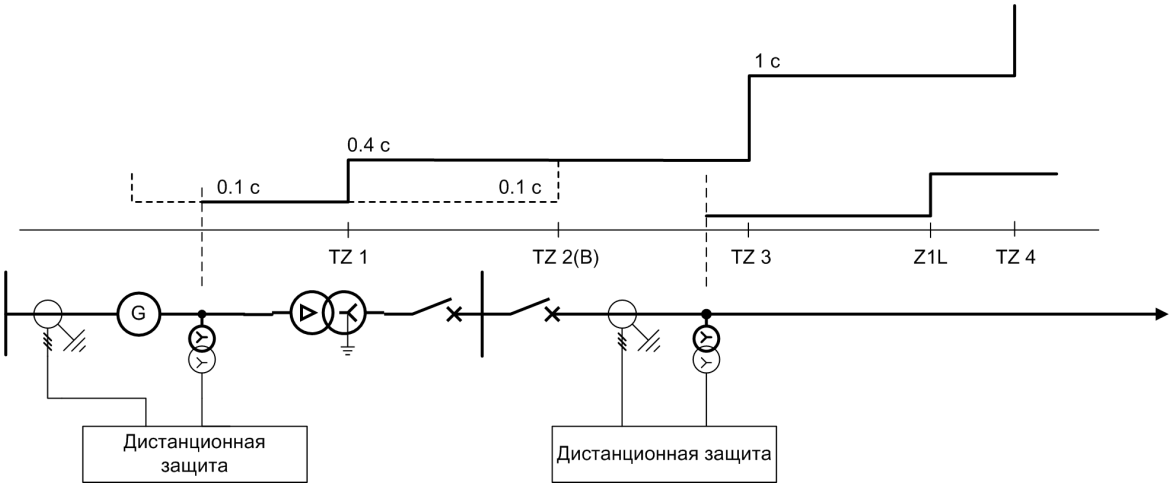
Рисунок 6-116 Кривая срабатывания полигональной характеристики

6.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Пример конфигурации

На следующем изображении показан пример применения функции **защиты по полному сопротивлению** для защиты генератора. Функция **Защита по полному сопротивлению** используется в качестве резервной защиты для **Дифференциальной защиты** генератора и трансформатора генератора. Кроме того, функция **Защита по полному сопротивлению** может выполнять измерения за пределами трансформатора в системе электропитания и, таким образом, она также является резервной защитой для электрической системы.

Если вы хотите реализовать надежную резервную защиту для запуска генератора или блока питания, используйте трансформатор тока в нейтральной точке генератора для измерения тока. В этом случае функция будет измерять мнимую часть полного сопротивления генератора. Оценки показали, что выбранный способ настройки охватывает приблизительно до 90% диапазона статора.



[dw_config gen staffel, 1, ru_RU]

Рисунок 6-117 Пример применения

Далее приведены рекомендации относительно уставок защиты и вид проблем настройки. *Рисунок 6-117* показывает возможные варианты уставок.

Зона **TZ 1** защищает трансформатор. Здесь устанавливается примерно 70% -90% реактивного сопротивления трансформатора. В случае трансформаторов с РПН полное сопротивление повреждения изменяется с положением ответвления. Если диапазон настройки составляет 70%, вы находитесь в безопасности. Выдержка времени зоны **TZ 1** составляет 100 мс. Выдержка времени позволяет выполнять предпочтительное отключение дифференциальной защиты, возможен возврат зоны.

В примере зона **TZ 2(B)** является дополнительной зоной, которая должна быть эффективной только при отключении генераторного выключателя. Если генераторный выключатель включен, необходимо заблокировать зону **TZ 2(B)** через дискретный вход.

Зона **TZ 2(B)** используется в качестве быстрой резервной ступени для запуска блока электростанции. Поскольку высоковольтный выключатель выключен, его можно настроить на двойное полное сопротивление трансформатора.

Если вставить 2. зону в DIGSI 5, то зона называется **TZ 2**. Вы можете переименовать зону в **TZ 2(B)**.

Зона **TZ 3** должна быть согласована с 1. зоной дистанционной защиты (**Z1L**), которая регулируется в электрической энергосистеме.

Зона **TZ 4** является дополнительным резервом для защиты электрической энергосистемы. Она управляет только высоковольтным выключателем.

В следующей таблице приведены общие алгоритмы для полного сопротивления:

Таблица 6-2 Расчет полного сопротивления для зон

Зона	Алгоритм
TZ 1	$\mathrm{TZ\ 1} \approx 0.7 \cdot \mathrm{Z_{тр}}$ $\mathrm{Z_{тр}} \approx \mathrm{u_{КЗ}} \frac{\mathrm{U_{ном}^2}}{\mathrm{S_{ном}}}$
TZ 2 B)	$\mathrm{TZ\ 2(B)} \approx 2 \cdot \mathrm{Z_{тр}}$
TZ 3	$\mathrm{TZ\ 3} \approx \mathrm{макс}\left(0.9 \cdot \left(\mathrm{Z_{тр}} + \frac{1}{\mathrm{K_{тр}^2}} \cdot \mathrm{Z_{1ф}}\right); \mathrm{Z_{тр}}\right)$

Зона	Алгоритм
TZ 4	$TZ\,4 \approx 0.5 \cdot Z_{нагр}$ $Z_{нагр} \approx \frac{U_{ном}^2}{S_{ном}}$

В данном примере применяются следующие данные:

Таблица 6-3 Данные для расчета выборки

Трансформатор	Векторная группа		YNd5
	Номинальное напряжение:	Сторона повышения напряжения	$U_{ном,\ выс.напр}$ = 230 кВ
		Сторона снижения напряжения	$U_{ном,\ ниж.напр}$ = 15,75 кВ
	Номинальная мощность:		$S_{ном}$ = 100 МВА
	Напряжение КЗ:		$U_{кз}$ = 12 %
Воздушная линия электропередачи	Реактивное сопротивление на единицу длины:		X´ = 0,3 Ω/км
	Длина до $Z_{1,\ дис}$		L = 50 км
Преобразователь	Трансформатор напряжения:		15,75 кВ/√3 /100 В/√3 / 100В/3
	Трансформатор тока в нейтральной точке генератора:		4000 А/1 А

Реактивное сопротивление на первичной стороне рассчитывается следующим образом:

Трансформатор тока:
$$X_{тр} = \frac{u_{КЗ} \cdot U_{ном}^2}{100\ \% \cdot S_{ном}} = \frac{12\ \% \cdot 15.75^2 кВ^2}{100\ \% \cdot 100\ МВА} = 0.298\ Ом$$

Линия (трансформация на стороне 15,75 кВ):
$$X_ф = l \cdot X' \cdot \left(\frac{U_{ном.тр.,\ ВС}}{U_{ном.тр.,\ НС}}\right)^2 = 50\ км \cdot 0.3 \frac{Ом}{км} \cdot \left(\frac{15.75\ кВ}{230\ кВ}\right)^2 = 1.5\ Ом \cdot 0.0469 = 0.007035\ Ом$$

Полное сопротивление при полной нагрузке
$$Z_{нагр} \approx \frac{U_{ном}^2}{S_{ном}} = \frac{(15.75\ кВ)^2}{100\ МВА} = 2.248\ Ом$$

Расчет выборки ясно показывает, что линейным реактивным сопротивлением можно пренебречь по сравнению с реактивным сопротивлением трансформатора, из-за квадратичного преобразования.

Для числового примера получены следующие значения параметров: Поскольку реактивное сопротивление является определяющей переменной трансформатора, вместо полного сопротивления может использоваться значение реактивного сопротивления.

$$TZ\,1 \approx 0.7 \cdot Z_{тр} = 0.7 \cdot 0.298\ Ом = 0.209\ Ом$$

[fo_2_z1 gen, 1, ru_RU]

$$TZ\,2(В) \approx 2 \cdot Z_{тр} = 2 \cdot 0.298\ Ом = 0.596\ Ом$$

[fo_2_z2b gen, 1, ru_RU]

$$TZ\,3 \approx Макс\left(0.9 \cdot \left(Z_{Тр.} + \frac{1}{K_{Тр}^2} \cdot Z_{1L}\right); Z_{Тр}\right) = Макс\,(0.9(0.298\ Ом + 0.007\ Ом); 0.298\ Ом) = 0.298\ Ом$$

[fo_2_z3 gen, 1, ru_RU]

$$TZ\,4 \approx 0.5 \cdot Z_{нагр} = 0.5 \cdot 2.248\ Ом = 1.124\ Ом$$

[fo_2_z4 gen, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете выполнить настройку защиты с помощью DIGSI 5 в разных меню настроек. В режиме настроек ***Первичные*** можно напрямую ввести рассчитанные первичные полные сопротивления. Когда вы меняете режим настройки на ***Вторичные*** или ***Процентные***, значения первичной настройки будут автоматически преобразованы.

Однако если вы используете это для установки вторичных значений, необходимо преобразовать первичные полные сопротивления во вторичные значения.

Используйте следующую формулу для преобразования первичных полных сопротивлений во вторичные значения:

$$Z_{втор} \approx \frac{K_I}{K_u} \cdot Z_{перв} = \frac{I_{перв,\,ТТ} / I_{втор,\,ТТ}}{U_{перв,\,ТН} / U_{втор,\,ТН}} \cdot Z_{перв}$$

[fo_zsek um1, 1, ru_RU]

где:

$Z_{втор}$	Вторичное полное сопротивление
$Z_{перв}$	Первичное полное сопротивление
$I_{перв,\,ТТ}$	Первичный номинальный ток трансформатора тока
$I_{втор,\,ТТ}$	Номинальный вторичный ток трансформатора тока
$U_{перв,\,ТН}$	Первичное номинальное напряжение трансформатора напряжения
$U_{втор,\,ТН}$	Вторичное номинальное напряжение трансформатора напряжения

Используя данные трансформатора из *Таблица 6-3*, вычислите значение вторичного полного сопротивления из первичного полного сопротивления следующим образом:

$$Z_{втор} \approx \frac{K_I}{K_u} \cdot Z_{перв} = \frac{I_{перв,\,ТТ} / I_{втор,\,ТТ}}{U_{перв,\,ТН} / U_{втор,\,ТН}} \cdot Z_{перв} = \frac{4000\ А / 1\ А}{15.75\ кВ / 100\ В} \cdot Z_{перв} = 25.397 \cdot Z_{перв}$$

[fo_zsek um2, 1, ru_RU]

Как упоминалось в предыдущем разделе, значение настройки приблизительно соответствует значению реактивного сопротивления. Чтобы исключить излишнее срабатывание, которое может быть вызвано кажущимися полными сопротивлениями, значение R рекомендуется установить в размере половины вычисленного полного сопротивления: $R \approx 0{,}5 \cdot Z$

Значения уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

В следующем примере значения настройки параметров указаны для одной зоны. Настройте другие зоны аналогичным образом. Используйте предыдущий пример для ориентировки.

Следующие расчеты основаны на данных из*Таблица 6-3*.

Параметр: Выбор контура

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Выбор контура** = ***Все контуры***

Используя параметр **Выбор контура**, вы определяете выбор измерительного цикла.

Значение параметра	Описание
Все контуры	Функция выполняет оценку всех 6 контуров полного сопротивления. Siemens рекомендует использовать это значение настройки для систем электропитания или систем с эффективным заземлением нейтрали. Для эффективного заземления нейтрали точка нейтрали является фиксированной либо заземленной с низкоомным полным сопротивлением.
Незав.от тока	Используйте это значение настройки для систем электропитания или систем с эффективным заземлением нейтрали. В случае неэффективного заземления нейтрали точка нейтрали является изолированной либо заземленной с высокоомным полным сопротивлением. Siemens рекомендует использовать это значение настройки для защиты генератора.

Параметр: Уставка мин.фазн.тока

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Уставка мин.фазн.тока** = ***0,100 A***

Параметр **Уставка мин.фазн.тока** используется для установки пониженного порога пуска по току.

Для параметра **Уставка мин.фазн.тока** задайте значение ниже тока нагрузки. Практическое значение настройки составляет приблизительно от 10% до 20% от номинального тока защищаемого объекта.

ПРИМЕЧАНИЕ

Только при установке параметра **(_:2311:102) Выбор контура** = ***Все контуры*** можно увидеть параметр **Уставка мин.фазн.тока**.

Параметр: Уставка по току

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) Уставка по току** = ***1,300 A***

Параметр **Уставка по току** используется для установки пониженного порога пуска по превышению тока.

Для параметра **Уставка по току** задайте значение выше максимально возможного тока нагрузки. Практическое значение составляет от 1,2 до 1,4 раз от номинального тока генератора.

ПРИМЕР:

Номинальный ток генератора рассчитывается как:

$$I_{\text{ном, ген .перв .}} = \frac{S_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} = \frac{100\ \text{MBA}}{15.75\ \text{кВ} \cdot \sqrt{3}} = 3666\ \text{A}$$

[fo_1 irated gen, 1, ru_RU]

Первичная уставка рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{Порог.значение ,перв .}} = 1.4 \cdot I_{\text{ном,ген.перв .}} = 1.4 \cdot 3666\ \text{A} = 5132.4\ \text{A}$$

[fo_2 irated gen, 2, ru_RU]

Учитывая коэффициенты трансформации, вторичное значение уставки рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{Порог.значение , втор.}} = \frac{I_{\text{Порог.значение , перв.}}}{K_I} = \frac{5132.4\ \text{A}}{4000\ \text{A}/1\ \text{A}} = 1.283\ \text{A}$$

[fo_3 irated gen, 2, ru_RU]

Параметр: Подхват по снижU

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Подхват по снижU** = ***нет***

С помощью параметра **Подхват по снижU** можно указать, хотите ли вы обеспечить срабатывание при минимальном напряжении.

Значение параметра	Описание
нет	Если ток короткого замыкания в течение всей продолжительности неисправности превышает значение параметра **Уставка по току**, оставьте настройку по умолчанию.
да	Siemens рекомендует использовать это значение настройки для вариантов защиты генератора, где возбуждающий трансформатор во время статического возбуждения подключен к шине генератора. В этой ситуации короткое замыкание напряжения возбуждения прерывается. Таким образом, при уменьшении синхронного генерируемого напряжения ток повреждения может уменьшиться через длительное время после возникновения неисправности, при сниженном номинальном токе генератора. При возникновении неисправности ток повреждения будет заметно выше номинального тока. Время выдержки на возврат при минимальном напряжении поддерживает срабатывание. При выборе этих значений параметров будут показаны следующие параметры: • **(_:2311:106) Уставка подхвата U** • **(_:2311:107) Длит. подхвата по U**

Параметр: Уставка подхвата U

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Уставка подхвата U** = ***46,200 В***

Параметр **Уставка подхвата U** используется для установки пониженного порога пуска для возврата по пониженному напряжению.

Типичное значение настройки равно 80% номинального напряжения генератора. Поскольку трансформаторы напряжения точно адаптированы к номинальному напряжению объекта, можно установить 80% вторичного номинального напряжения. Параметр **Уставка подхвата U** оценивает напряжение прямой последовательности. При вторичном номинальном напряжении $U_{ном, втор}$ = 100 В значение уставки определяется следующим образом:

$$0{,}8 \cdot \frac{U_{ном.втор.}}{\sqrt{3}} = 0{,}8 \cdot \frac{100\ В}{\sqrt{3}} = 46{,}2\ В$$

[fo_undervolt pickup, 1, ru_RU]

Параметр: Длит. подхвата по U

- Уставка по умолчанию **(_:2311:107) Длит. подхвата по U** = ***4,00 с***

Используя параметр **Длит. подхвата по U**, можно установить, как долго должно сохраняться срабатывание. Если значение **Длит. подхвата по U** превышено, срабатывание отключается. Если до завершения **Длит. подхвата по U** повреждение пропадает, параметр **Подхват по снижU** отключается. Если до завершения **Длит. подхвата по U** будет снова превышена уставка **Уставка подхвата U**, то параметр **Подхват по снижU** также отключается.

Установите значение **Длит. подхвата по U** выше максимального значения **Задержка срабатывания**. В большинстве случаев уставка по умолчанию, равная 4, является достаточной.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:15301:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Параметр виден только в случае, если в применении доступна функция **Обнаружение броска тока намагничивания**. Используйте параметр **Блок.брос.ток.намагн.** , чтобы определить, заблокирована ли зона при обнаружении броска тока намагничивания трансформатора.

Для защиты генераторов можно сохранить настройки по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ

При трехфазном коротком замыкании результаты фазных и межфазных измерений идентичны. Следовательно, вы должны установить параметры охвата для фазных и межфазных зон на одинаковое значение.

Параметр: Охват по X (ф-з)

- Уставка по умолчанию **(_:15301:102) Охват по X (ф-з)** = ***2,500 Ом***

Используйте параметр **Охват по X (ф-з)** , чтобы задать предел многоугольника в направлении X для контуров полного сопротивления фаза-земля. Измеряются фазное напряжение и фазный ток.

Установите параметр **Охват по X (ф-з)** зоны Z1 равным *Таблица 6-2* расчетному полному сопротивлению. Вычисленное первичное полное сопротивление $Z_{Т,\ перв}$ = 0,209 Ω.

Используя коэффициент преобразования 25,397, который действителен для примера, получаем значение вторичной настройки в виде:

$$Z_{втор.} = 25.397 \cdot Z_{перв.} = 25.397 \cdot 0.209\ Ом = 5.3\ Ом$$

[fo_zsek xr le, 1, ru_RU]

Параметр: Охват по X (ф-ф)

- Уставка по умолчанию **(_:15301:103) Охват по X (ф-ф)** = ***2,500 Ом***

Параметр **Охват по X (ф-ф)** позволяет задать предел многоугольника в направлении X для контуров полного линейного сопротивления. Измеряются межфазное напряжение и межфазный ток.

Установите параметр **Охват по X (ф-ф)** равным тому же значению, что и **Охват по X (ф-з)** .

Параметр: Охват по R (ф-з)

- Уставка по умолчанию **(_:15301:104) Охват по R (ф-з)** = ***2,500 Ом***

Параметр **Охват по R (ф-з)** позволяет задать пределы многоугольника в направлении R для контуров фаза-земля.

Siemens рекомендует установить значение R равным половине значения X. Это дает следующие значения настройки для зоны **TZ 1**:

Охват по R (ф-з) = 0,5 · 0,209 Ом = 0,1045 Ом (первичные)

Охват по R (ф-з) = 0,5 · 5,300 Ом = 2,650 Ом (вторичные)

Параметр: Охват по R (ф-ф)

- Уставка по умолчанию **(_:15301:105) Охват по R (ф-ф)** = ***1,250 Ом***

Параметр **Охват по R (ф-ф)** позволяет задать пределы многоугольника в направлении R для межфазных контуров.

Задайте диапазон для линейных контуров так, как и для контуров фаза-земля. Это дает следующие значения настройки для зоны **TZ 1**:

Охват по R (ф-ф) = **Охват по R (ф-з)** = 0,1045 Ом (первичные)

Охват по R (ф-ф) = **Охват по R (ф-з)** = 2,650 Ом (вторичные)

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:15301:109) Направленный режим** = ***назад***

Параметр **Направленный режим** , позволяет определить, будет ли зона использовать ***вперед*** , ***назад*** или ***ненаправленная*** . Уставка параметра **Направленный режим** задается, исходя из конкретных условий применения.

Для приложений защиты генератора установите параметр **Направленный режим** = ***ненаправленная*** .

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:15301:6) Задержка срабатывания** = ***0,30 с***

Параметр **Задержка срабатывания** позволяет задать ступенчатое время выдержки для зоны. Уставка параметра **Задержка срабатывания** задается, исходя из конкретных условий применения.

Для зоны **TZ 1** рекомендуется установить задержку срабатывания равной 0,1 с. При коротком замыкании **Дифференциальная защита** должна сработать первой. Если функция **Дифференциальной защиты** не сработала, **Устройство защиты по полному сопротивлению** работает в качестве резервной защиты.



ПРИМЕЧАНИЕ

Установите настройки, аналогичные настройкам для других зон.

Помните, что зона **TZ 2(B)** в нашем примере должна быть заблокирована при включении выключателя генератора.

Необходимо согласовать параметр **Задержка срабатывания** зоны **TZ 4** с защитой сети.

6.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:102	Общие данные:Выбор контура		• Все контуры • Незав.от тока	Все контуры
_:2311:103	Общие данные:Уставка мин.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0 . 100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0 . 100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0 . 100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:2311:104	Общие данные:Уставка по току	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.300 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.500 A
_:2311:105	Общие данные:Подхват по снижU		• нет • да	нет
_:2311:106	Общие данные:Уставка подхвата U		0.300 B до 340.000 B	46.200 B

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:107	Общие данные:Длит. подхвата по U		0.00 с до 60.00 с	4.00 с
TZ 1				
_:15301:1	TZ 1:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:15301:2	TZ 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:15301:27	TZ 1: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:15301:102	TZ 1:Охват по X (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:15301:103	TZ 1:Охват по X (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:15301:104	TZ 1:Охват по R (ф-з)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	2.500 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.500 Ом
_:15301:105	TZ 1:Охват по R (ф-ф)	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	1.250 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	0.250 Ом
_:15301:109	TZ 1:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	назад
_:15301:6	TZ 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с; ∞	0.30 с

6.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:54	Общие данные:Неактивно	SPS	O
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
Групп. сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
_:4501:301	Групп.сообщ.:Выбранный контур AG	ACD	O
_:4501:302	Групп.сообщ.:Выбранный контур BG	ACD	O
_:4501:303	Групп.сообщ.:Выбранный контур CG	ACD	O
_:4501:304	Групп.сообщ.:Выбранный контур AB	ACD	O
_:4501:305	Групп.сообщ.:Выбранный контур BC	ACD	O
_:4501:306	Групп.сообщ.:Выбранный контур CA	ACD	O
TZ 1			
_:15301:81	TZ 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:15301:54	TZ 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:15301:52	TZ 1:Режим работы	ENS	O
_:15301:53	TZ 1:Статус исправности	ENS	O
_:15301:55	TZ 1:Пуск	ACD	O
_:15301:56	TZ 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:15301:57	TZ 1:Работа	ACT	O

6.7 Защита статора от замыканий на землю 90%

6.7.1 Обзор функций

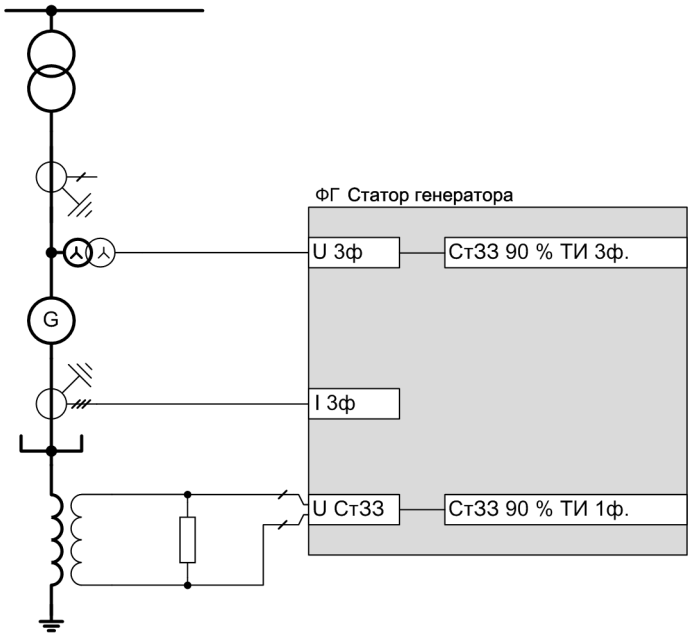
Функция **Защита статора от замыканий на землю 90 %**:

- Служит для обнаружения замыкания на землю в статоре генераторов и двигателей
- Может использоваться для соединений модулей и сборных шин
- Оценивает основные сигналы напряжения смещения (напряжение нулевой последовательности U0) и тока заземления (ток нулевой последовательности 3I0). Возможна реализация защиты статора от повреждений на землю в диапазоне от 80 % до 95 % в зависимости от конструкции оборудования нагрузки.

Для **блочного соединения**, достаточно оценить напряжение смещения нейтрали, которое может быть измерено непосредственно через обмотку, соединенную в разомкнутый треугольник, или через трансформатор с нейтралью. В качестве альтернативы можно также оценить рассчитанное напряжение нулевой последовательности. Используя чувствительную ступень тока замыкания на землю, можно также оценить ток в нейтральной точке генератора или на выходной стороне на нагрузочном резисторе.

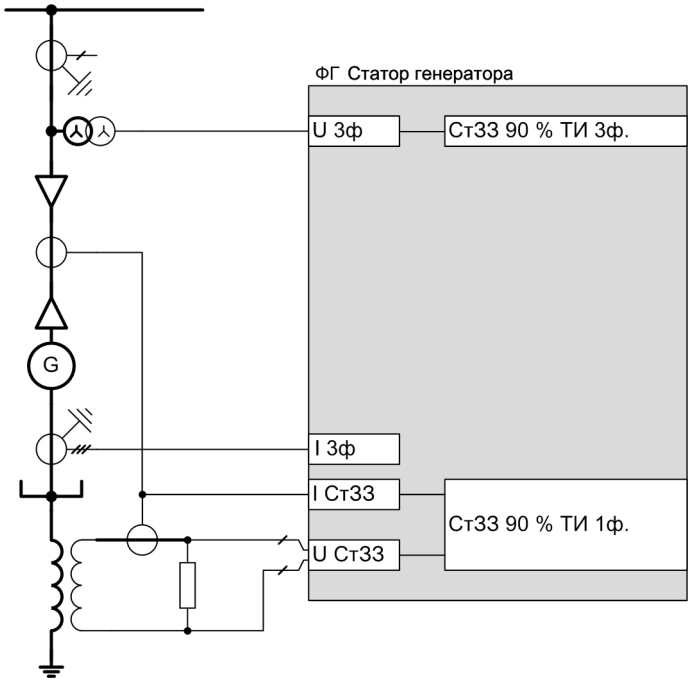
Для **присоединения шин** используется направленная защита от замыкания на землю. В этом случае выполняется оценка напряжения смещения, тока нулевой последовательности и направление тока нулевой последовательности. Для процесса пуска оценивается только напряжение смещения (отключенный выключатель генератора). Точка измерения должна быть расположена на стороне генератора.

Функция **Защита статора от замыканий на землю 90 %** может работать в ФГ **Статор генератора** с 3-фазной точкой измерения (**U3 ф**) и с 1-фазной точкой измерения (**U СтЗЗ**). Используемая точка измерения зависит от конфигурации системы. Необходимо выбрать функцию из библиотеки. Для трехфазной точки измерения выберите функцию **СтЗЗ 90 % ТИ 3ф**, а для однофазной точки измерения выберите функцию **СтЗЗ 90 % ТИ 1ф**. В трехфазной точке измерения функция **Защита статора от замыканий на землю 90 %** использует напряжение смещения трехфазного входа, которое рассчитывается или измеряется на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник (см. *Рисунок 6-118*). Если напряжение смещения измеряется на трансформаторе нейтрали, то 4-й вход напряжения может использоваться в качестве однофазного входа **U СтЗЗ**. Для однофазного входа измерений (**U СтЗЗ**) функция **Защита статора от замыканий на землю 90 %** использует измеренное здесь напряжение смещения (см. *Рисунок 6-118*).



[dw_SGF 90 stage types with unit connection, 2, ru_RU]

Рисунок 6-118 Возможное назначение типов ступени для точек измерения функциональной группы Статор генератора с блочным соединением



[dw_SGF 90 stage types with bus connection, 2, ru_RU]

Рисунок 6-119 Возможное назначение типов ступени для точек измерения функциональной группы Статор генератора с шинным соединением

6.7.2 Структура функции

Функция **Защита статора от замыканий на землю** может использоваться в функциональных группах защитных функций, в которых доступны величины тока и напряжения нулевой последовательности (3I0 и U0). Предпочтительной функциональной группой для защиты генераторов является функцио-

нальная группа **Статор генератора**. Функция имеет предустановленную на заводе-изготовителе **ступень U0>** и **ступень 3I0> с измерениями φ(U0, 3I0)**.

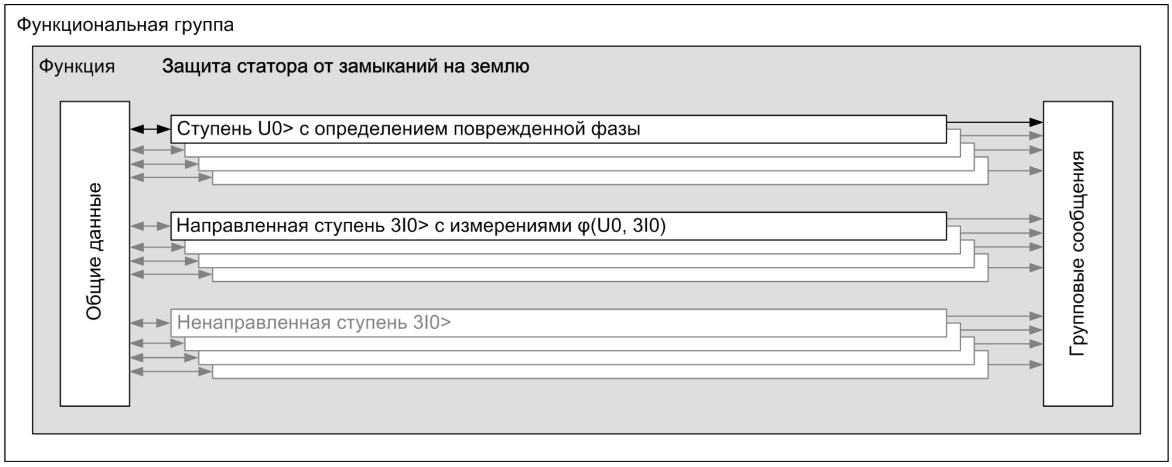
В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 4 **ступени U0>**
- 4 направленные **ступени 3I0> с измерением φ(U0, 3I0)**
- 4 ненаправленных **ступени 3I0>**

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.

На основании сообщений от отдельных ступеней генерируются следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Работа



[dw_SGF 90 structure, 2, ru_RU]

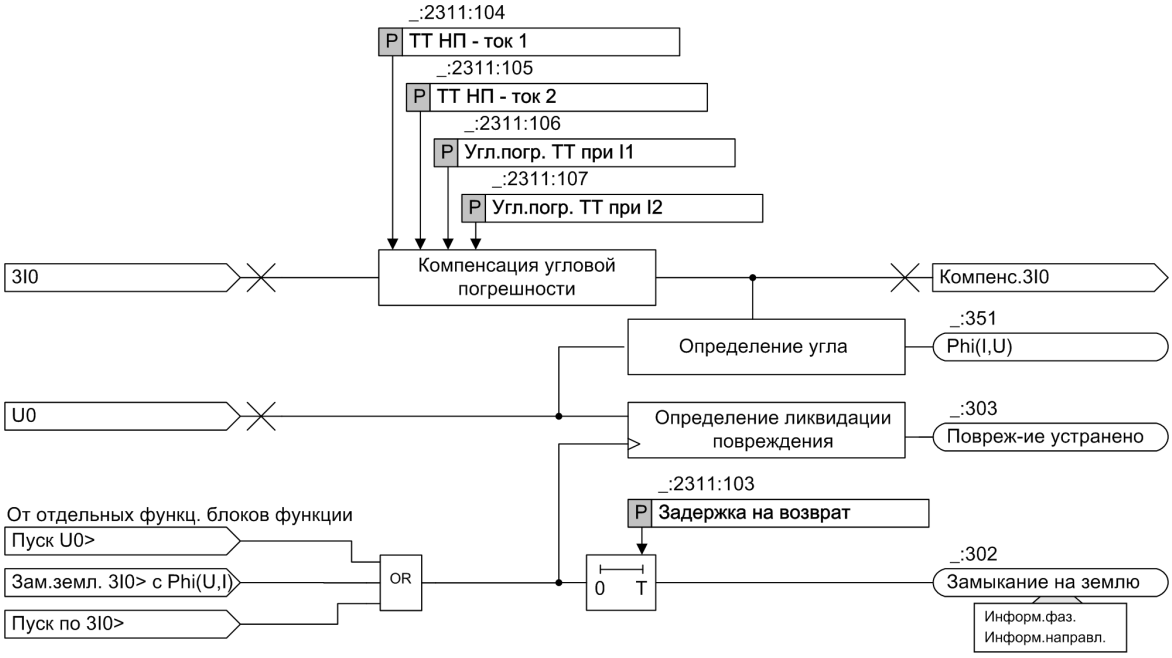
Рисунок 6-120 Структура/реализация функции в группах защитных функций

6.7.3 Общая функциональность

6.7.3.1 Описание

Логика

Рисунок 6-121 показывает логику перекрестной функциональности ступеней направленной функции защиты.

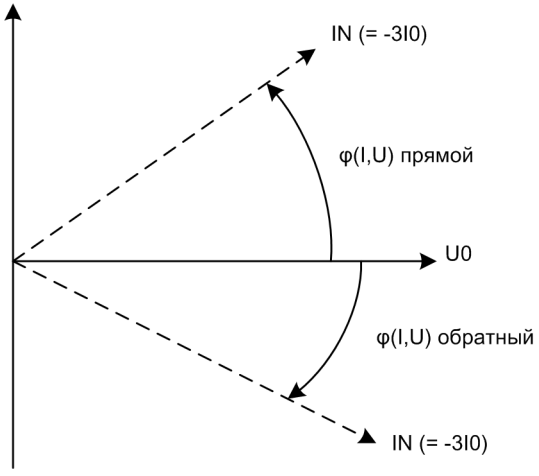


[lo_SGF 90 across stages, 4, ru_RU]

Рисунок 6-121 Логическая схема перекрестного действия функции защиты статора от замыканий на землю

Рабочие измеряемые величины φ(I,U)

Функциональный блок рассчитывает угол между IN и U0, а результат вычислений делает угол доступным в виде измеренного значения функции *Phi(I, U)*.



[DwPhINU0, 1, ru_RU]

Рисунок 6-122 Определение угла Phi (I, U)

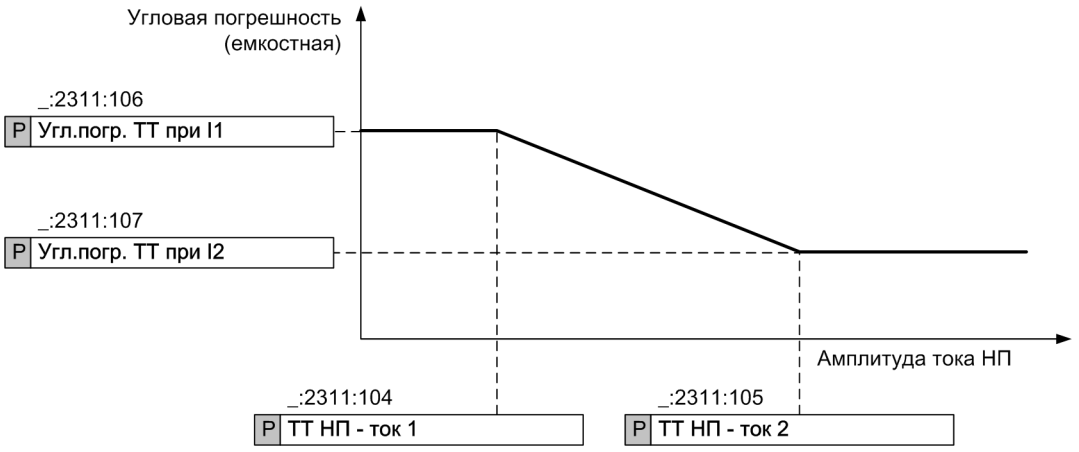
Фиксация ликвидации повреждения

Устранение повреждения определяется по факту уменьшения значения напряжения нулевой последовательности. В зависимости от условий в системе и характера повреждения этот процесс может длиться несколько сотен миллисекунд. Если в течение времени затухания фиксируется непрерывное снижение значения напряжения нулевой последовательности, то считается, что повреждение устранено. Выдается сигнал *Повреж-ие устранено*.

Таким образом, существует возможность сбросить ступень **3I0> с измерением φ(U0, 3I0)** непосредственно после обнаружения устранения повреждения, чтобы избежать излишних по времени действий на выходные реле терминала.

Компенсация угловой погрешности

Высокий коэффициент реактивного тока в сетях, заземленных через дугогасящую катушку и наличие воздушного зазора в сердечнике ТТ НП часто приводят к необходимости использовать функцию компенсации угловой погрешности ТТ НП. Устройство обрабатывает угловую погрешность ТТ НП согласно характеристике, с достаточной точностью показанной на следующем рисунке.



[dw_SGF 90 characteristic core balance current transformer, 2, ru_RU]

Рисунок 6-123 Коррекция измерений ТТ НП

Журнал сообщений о замыканиях на землю

Замыкания за землю могут быть зарегистрированы в предназначенном для этого буфере, журнале сообщений о замыканиях на землю. Пока параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`** установлен равным **`да`**, все сообщения ступени сохраняются в журнале сообщений о замыканиях на землю.

Критерием для начала записи в журнале замыканий на землю является появление сообщения *(_:302) Замыкание на землю*. Критерием завершения является исчезновение сообщения *Замыкание на землю*.

Соответствующие разделы

Вы можете найти общие замечания касательно журнала замыканий на землю в главе **Сообщения** в *3.1.5.4 Журнал замыканий на землю*.

Регистрируемые измеренные величины

Если следующие величины могут быть рассчитаны, они записываются в журнал (журнал замыканий на землю или журнал повреждений) во время первого пуска или первого сообщения о срабатывании ступени.

- 3I0 (значение)
- Активный компонент 3I0
- Реактивный компонент 3I0

- U0
- φ (IN, U0)

6.7.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Задержка на возврат`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:2311:103) Задержка на возврат`** = ***`1,00 с`***

Для того чтобы избежать дребезга сообщения о замыкании на землю (которое также может содержать и результаты определения направления) при сильных изменениях токов замыкания на землю, при возврате и принятии решения о направлении запускается выдержка времени **`Задержка на возврат`**. Сообщение сохраняется в течение этой выдержки.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Компенсация угловой погрешности трансформатора тока нулевой последовательности

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:104) ТТ НП - ток 1`** = ***`0,050 А`***
- Уставка по умолчанию **`(_:2311:105) ТТ НП - ток 2`** = ***`1,000 А`***
- Уставка по умолчанию **`(_:2311:106) Угл.погр. ТТ при I1`** = ***`0,0°`***
- Уставка по умолчанию **`(_:2311:107) Угл.погр. ТТ при I2`** = ***`0,0°`***

Высокий коэффициент реактивного тока в сетях, заземленных через дугогасящую катушку и наличие воздушного зазора в сердечнике ТТ НП часто приводят к необходимости использовать функцию компенсации угловой погрешности ТТ НП. Для актуальной подключенной нагрузки вводятся максимальная угловая погрешность **`Угл.погр. ТТ при I1`** и соответствующий вторичный ток **`ТТ НП - ток 1`**, а также следующая рабочая точка **`Угл.погр. ТТ при I2`**/**`ТТ НП - ток 2`**, начиная с которой угловая погрешность уже существенно не меняется.

В сетях с изолированной или заземленной нейтралью компенсацию угловой погрешности использовать не обязательно.

Функция защищает генераторы, подключенные к сборным шинам, и реагирует на небольшие токи замыкания на землю. Вы можете улучшить определение точности и направления, используя корректировку угловой погрешности. Значения уставок могут быть определены только путем измерений.

6.7.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:2311:103	Общие данные:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
_:2311:104	Общие данные:ТТ НП - ток 1	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.25 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А
_:2311:105	Общие данные:ТТ НП - ток 2	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.000 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	5.00 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.000 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	5.000 А

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:106	Общие данные:Угл.погр. ТТ при I1		0.0 ° до 5.0 °	0.0 °
_:2311:107	Общие данные:Угл.погр. ТТ при I2		0.0 ° до 5.0 °	0.0 °

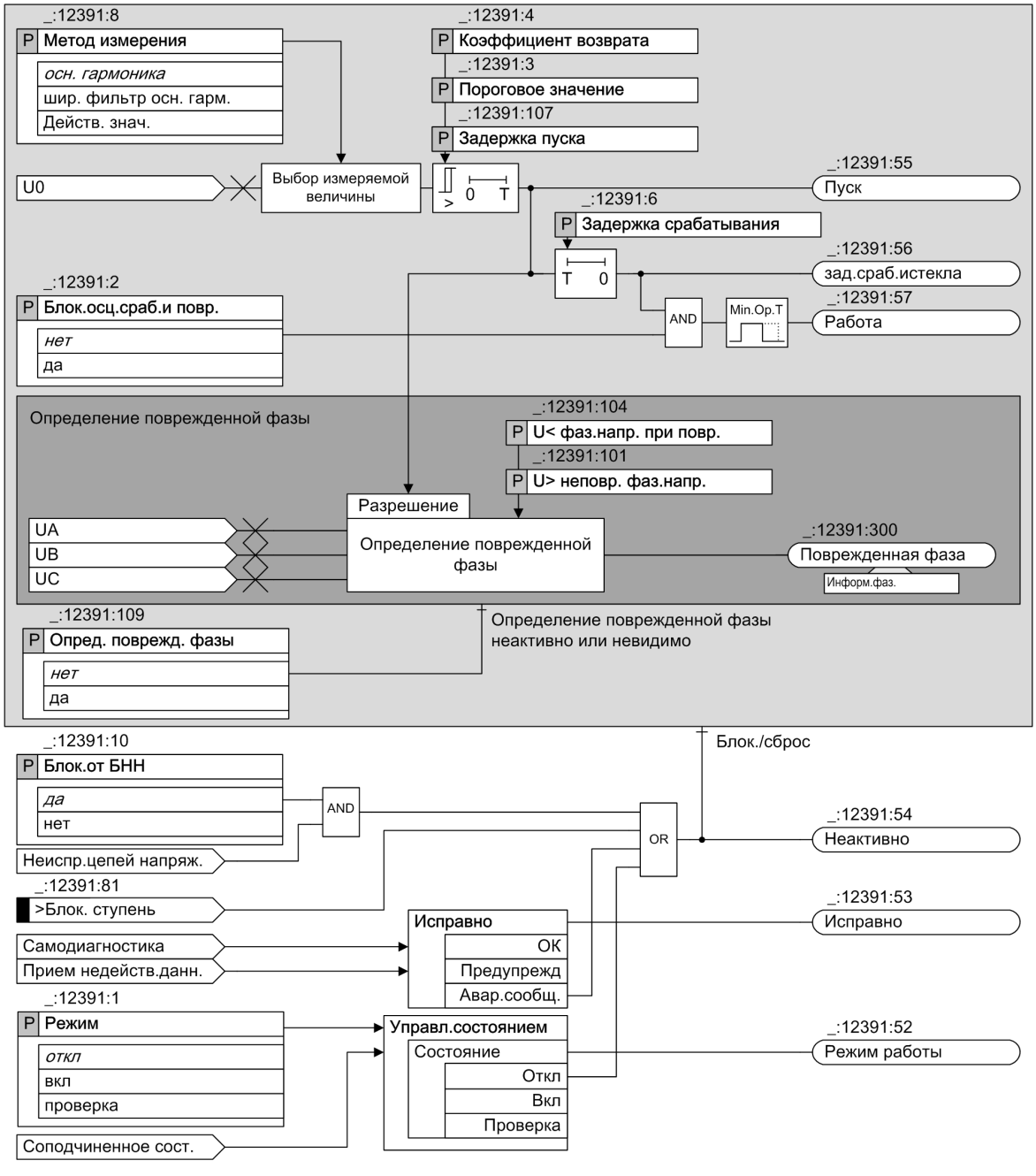
6.7.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:Phi(I,U)	MV	O
_:2311:302	Общие данные:Замыкание на землю	ACD	O
_:2311:303	Общие данные:Повреж-ие устранено	SPS	O
_:2311:309	Общие данные:Откр.окно измерений	SPS	O

6.7.4 Ступень напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения

6.7.4.1 Описание

Логика



[lo_gfps v0, 4, ru_RU]

Рисунок 6-124 Логическая схема работы защиты от повышения напряжения нулевой последовательности/ступени напряжения смещения

Измеряемая величина, метод измерения

Устройство измеряет напряжение с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник, или трансформатора напряжения в нейтральной точке генератора. Измеренное напряжение преобразуется в

напряжение нулевой последовательности U_0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U_0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей U_A, U_B и U_C, используя характеристическое уравнение.

Параметр **Метод измерения** используется для выбора соответствующего метода измерения в зависимости от применения:

- Измерение ***осн. гармоника*** (стандартный фильтр):

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение значения уставки параметра ***Действ. знач.*** (реальное среднеквадратичное значение):

  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения.

- Измерение ***шир. фильтр осн. гарм.*** (основная гармоника на основе 2-циклового фильтра с треугольным окном):

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники. Увеличение длины фильтра по сравнению со стандартным фильтром и использование треугольного окна позволяет сильнее подавлять высшие гармоники при неустойчивых повреждениях. Фильтр с увеличенной длиной вызывает увеличение времени пуска по сравнению со стандартным фильтром (смотри Технические данные).

Пуск, возврат

Ступень сравнивает **Пороговое значение** с напряжением нулевой последовательности U_0. Параметр **Задержка пуска** позволяет вам задержать пуск ступени по напряжению нулевой последовательности.

Значение параметра **Коэффициент возврата** определяет коэффициент возврата по отношению к значению **Пороговое значение**.

Определение поврежденной фазы

Параметр **Опред. поврежд. фазы** позволяет включить или отключить определение поврежденной фазы. Определение выполняется, когда ступень проводит измерение. Если напряжения 2 фаз превышают пороговое значение **U> неповр. фаз.напр.**, а напряжение третьей фазы падает ниже порогового значения **U< фаз.напр. при повр.**, считается, что последняя фаза повреждена и выдается сигнал.

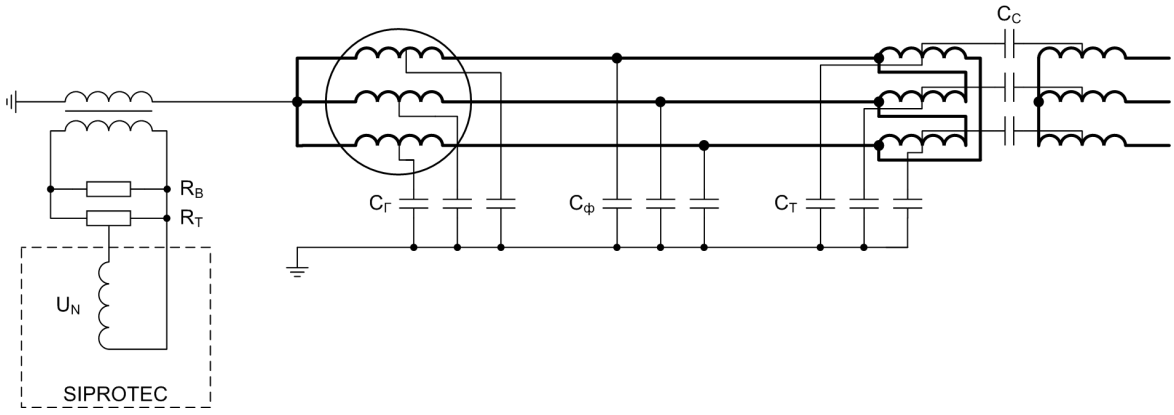
Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.7.4.2 Указания по применению и вводу уставок

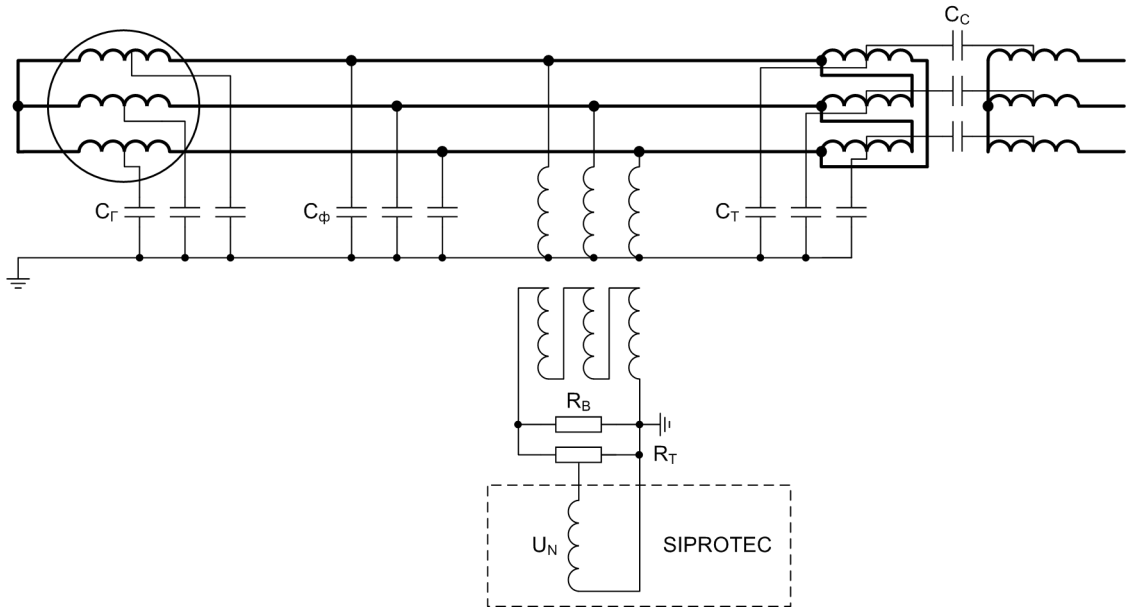
Функция защиты используется в схеме блок генератор-трансформатор. Напряжение смещения измеряется на соединенной в разомкнутый треугольник обмотке заземляющего трансформатора, либо на трансформаторе в нейтрали. Если эти трансформаторы характеризуются повышенным вторичным номинальным напряжением (например, максимум 500 В), то это напряжение поступает на измерительный вход UN (например, U4 на устройстве) через делитель напряжения. На следующих рисунках показано типовое соединение и эффективные емкости.



[dw_SGF 90 connection neutral point transformer, 2, ru_RU]

Рисунок 6-125 Блок генератор-трансформатор с трансформатором в нейтрали

$R_в$	Нагрузочный резистор
R_T	Делитель напряжения
U_N	Напряжение смещения
$C_г$	Емкость заземления генератора
$C_ф$	Емкость заземления линии подачи
$C_т$	Емкость заземления блочного трансформатора
C_C	Соединительная емкость блочного трансформатора



[dw_SGF 90 connection grounding transformer, 2, ru_RU]

Рисунок 6-126 Блок генератор-трансформатор с заземляющим трансформатором

$R_в$	Нагрузочный резистор
R_T	Делитель напряжения
U_N	Напряжение смещения
$C_г$	Емкость заземления генератора
$C_ф$	Емкость заземления линии подачи
$C_т$	Емкость заземления блочного трансформатора
C_C	Соединительная емкость блочного трансформатора

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:12391:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Параметр **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Стандартный цифровой фильтр Фурье, обеспечивающий достаточное подавления гармоник и апериодических составляющих. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).
шир. фильтр осн. гарм.	Для реализации особенно сильного ослабления гармоник и апериодической составляющей следует выбрать этот метод измерения. В отличие от стандартного фильтра, длительность окна данного фильтра составляет 2 периода. Обратите внимание, что в этом случае время срабатывания ступени незначительно увеличится (см. раздел "Технические данные").

Параметр: Задержка пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:107) Задержка пуска** = ***0,00 с***

Параметр **Задержка пуска** позволяет отложить анализ измеренных параметров (генерировать пуск) в зависимости от наличия напряжения нулевой последовательности. Задержка может потребоваться, если возможно возникновение длительных переходных процессов вследствие большой емкости относительно земли линий электропередач.
Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **Задержка пуска** = ***0,00 с***.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:3) Пороговое значение** = ***5,77 В***

Пороговым значением функции является напряжение нулевой последовательности U_0. Устройство определяет значение напряжения нулевой последовательности U_0 из измеренной величины напряжения смещения нейтрали от ТН разомкнутого треугольника (или из напряжения смещения, измеренного в нейтральной точке генератора), либо вычисляет из 3-фазных напряжений.

Значение уставки зависит от конструкции оборудования нагрузки.

- Если нагрузочное оборудование рассчитано на 90 %-й диапазон защиты, установите значение уставки равным 10 % от напряжения нулевой последовательности. Если вторичное номинальное напряжение измеренного напряжения смещения равно 100 В, это соответствует напряжению нулевой последовательности 100 В/√3 = 57,7 В. Соответственно значение уставки составляет 0,1 * 57,7 В = 5,77 В.
- Если нагрузочное оборудование допускает диапазон защиты 95 %, значение уставки может быть уменьшено. Помните о возмущающем влиянии на приложение при подключения устройства. Значение уставки должно иметь коэффициент запаса, в 1,5-2 раза превышающий напряжение помехи. Если вторичное измеренное значение равно 2 В/√3, вы можете выбрать в качестве уставки значение 2 * 2 В/√3 = 2,31 В. При 95 %-ном диапазоне защиты расчетное значение составляет 0,05 * 100 В/√3 = 2,88 В.

  Измерение влияния погрешностей описано в главе *10.7.2 Блочное соединение генератор-трансформатор*.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки ***0,95***. Для получения большей точности измерений коэффициент возврата может быть уменьшен (например, до ***0,98***).

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:6) Задержка срабатывания** = ***0,30 с***

Уставка **Задержка срабатывания** позволяет предотвратить срабатывание функции при появлении напряжения нулевой последовательности в переходном режиме. Значение зависит от конкретного применения. Для защиты генератора рекомендуется установить задержку срабатывания равной 0,3 с.

Если выбрать значительно большее время, то необходимо также учитывать перегрузочную способность нагрузочного оборудования (обычно 10 с или 20 с).

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю, расположенному во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Опред. поврежд. фазы

- Уставка по умолчанию **(_:12391:109) Опред. поврежд. фазы** = ***нет***

Параметр **Опред. поврежд. фазы** задает поведение ступени при определении замыкания конкретной фазы на землю.

Значение параметра	Описание
нет	Фаза, поврежденная при замыкании на землю, не определяется. Выберите данное значение, если ступень не будет использоваться для определения замыкания на землю, например, при использовании в сетях с заземленной нейтралью.
да	После пуска по напряжению нулевой последовательности устройство определяет поврежденную при замыкании на землю фазу. Данное значение следует выбирать при использовании в изолированных или компенсированных сетях.

Параметр: U< фаз.напр. при повр.

- Уставка по умолчанию **(_:12391:104) U< фаз.напр. при повр.** = ***30 В***

Задайте соответствующее значение порога в параметре **U< фаз.напр. при повр.** для определения поврежденной фазы. Задаваемое значение приводится к фазным величинам.

Это значение должно быть меньше минимального значения фазного напряжения в нормальном режиме. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U< фаз.напр. при повр.** = ***30 В***.

Параметр: U> неповр. фаз.напр.

- Уставка по умолчанию **(_:12391:101) U> неповр. фаз.напр.** = ***70 В***

Задайте значение порога для двух неповрежденных фаз в параметре **U> неповр. фаз.напр.**. Задаваемое значение - это измеряемое фазное напряжение.

Это значение должно быть больше максимального значения фазного напряжения в нормальном режиме, но меньше минимального значения линейного напряжения. Например, при $U_{ном}$ = 100 В следует задать значение 70 В. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U> неповр. фаз.напр.** = ***70 В***.

Работа в режиме мониторинга

Если вы хотите, чтобы ступень выполняла только регистрацию, можно отменить отключение выключателя и регистрацию повреждений через параметр **(_:12391:2) Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.7.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U0> 1				
_:12391:1	U0> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12391:2	U0> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12391:10	U0> 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:12391:109	U0> 1:Опред. поврежд. фазы		• нет • да	нет
_:12391:8	U0> 1:Метод измерения		• осн. гармоника • шир. фильтр осн. гарм. • Действ. знач.	осн. гармоника
_:12391:3	U0> 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	30.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:12391:4	U0> 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:12391:107	U0> 1:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:12391:6	U0> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:12391:101	U0> 1:U> неповр. фаз.напр.		0.300 В до 200.000 В	70.000 В
_:12391:104	U0> 1:U< фаз.напр. при повр.		0.300 В до 200.000 В	30.000 В

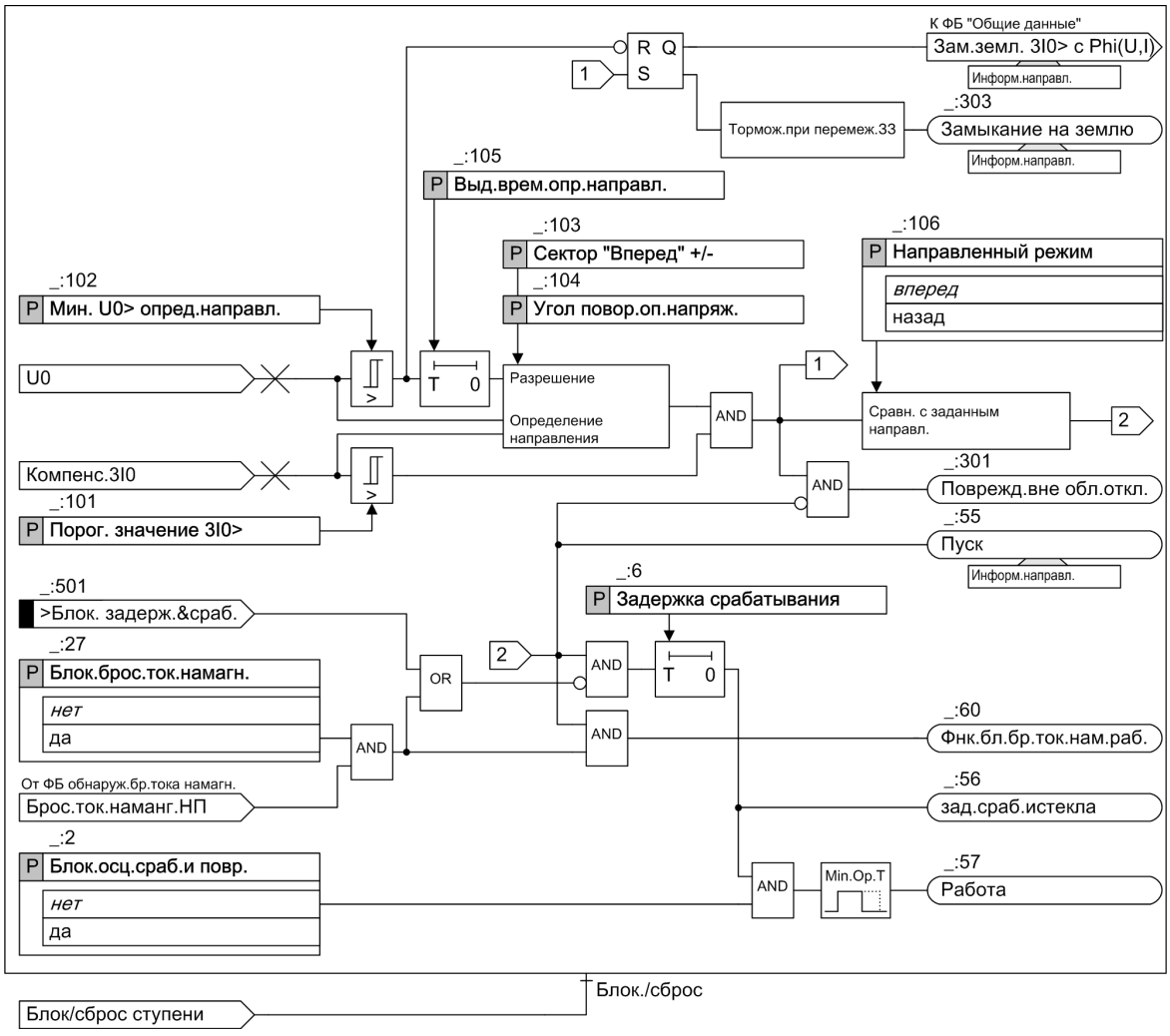
6.7.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U0> 1			
_:12391:81	U0> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12391:54	U0> 1:Неактивно	SPS	O
_:12391:52	U0> 1:Режим работы	ENS	O
_:12391:53	U0> 1:Статус исправности	ENS	O
_:12391:300	U0> 1:Поврежденная фаза	ACT	O
_:12391:55	U0> 1:Пуск	ACD	O
_:12391:56	U0> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12391:57	U0> 1:Работа	ACT	O

6.7.5 Направленная защита статора от замыканий на землю с измерением 3I0-φ(U,I)

6.7.5.1 Описание

Логика



[lo_dir sens GFP 3I0 phi VI, 5, ru_RU]

Рисунок 6-127 Логическая схема направленной ступени защиты статора от замыканий на землю с измерением 3I0-φ(U,I)

Определение значения U0, метод измерения

Устройство измеряет напряжение с помощью TH, соединенных в разомкнутый треугольник, или трансформатора напряжения в нейтральной точке генератора. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности U0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей UA, UB и UC, используя характеристическое уравнение.

Такой метод измерений позволяет обрабатывать выборки напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

Определение значения 3I0, метод измерения

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Диапазон измерений чувствительного измерительного входа составляет около 1,6 от Iном.

Соответственно:

- При Iном = 1 A диапазон измерений = 1,6 A.
- При Iном = 5 A диапазон измерений = 8 A.

Функция работает с выборками основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала.

В зависимости от уставок параметров **Тип подключения** и **Точка измер. I 3ф**, а также используемых модулей токовых входов, диапазон измерений и диапазоны уставок будут отличаться.

Для направленной защиты статора от замыкания на землю используйте клеммную колодку с чувствительным входом тока на землю.

Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 превышает пороговое значение **Порог. значение 3I0>** и абсолютное значение напряжения U0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Мин. U0> опред.направл.**, ступень определяет замыкание на землю. Определение направления (см. далее) начинается с превышения порогового значения напряжения нулевой последовательности. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение. Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**).

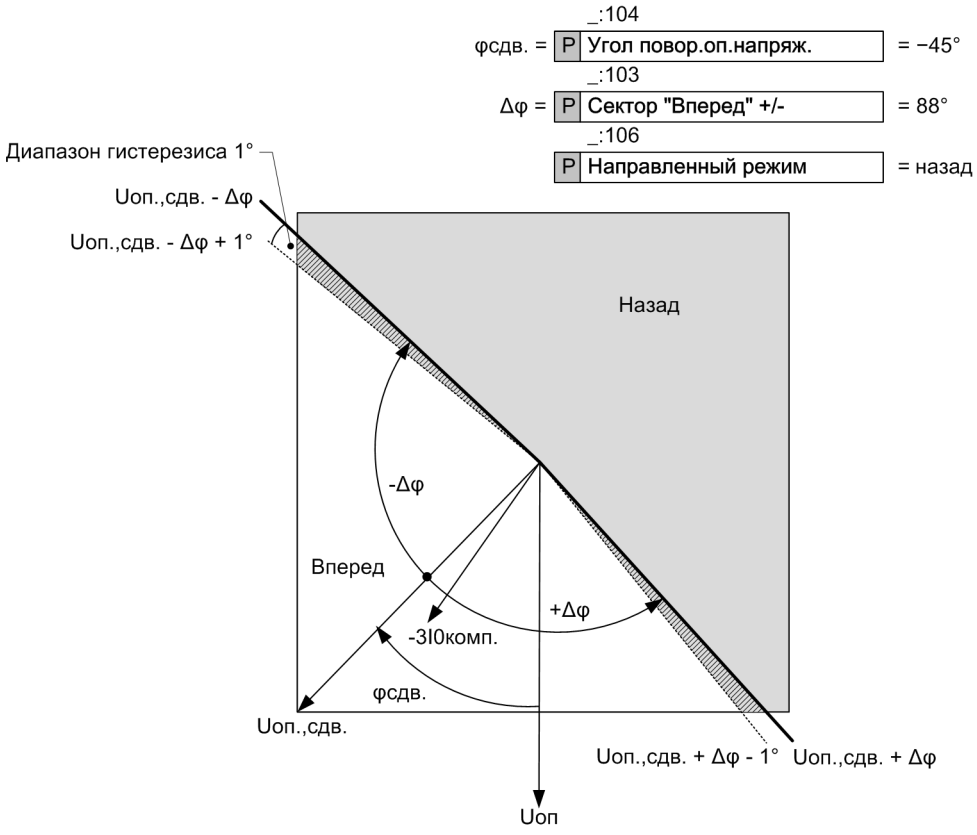
Если результат определения направления совпадает с выбранным (параметр **Направленный режим**), ступень будет запущена.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение порог.значения U0 нул.послед. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**.

Определение направления производится путем определения фазового угла между компенсированным на угловую погрешность током замыкания на землю 3I0комп и повернутым напряжением нулевой последовательности U0, обозначаемым далее в качестве опорного напряжения $U_{оп,сдв}$. В зависимости от расчетов, которые должны учитывать состояние энергосистемы, опорное напряжение можно повернуть на регулируемый угол (параметр **Угол повор.оп.напряж.**). Угол поворота должен задаваться таким образом, чтобы опорное напряжение совпадало с вектором тока замыкания на землю -3I0комп. В этом случае результат определения направления будет максимально надежным.

Повернутое опорное напряжение $U_{оп,сдв}$ и параметр **Сектор "Вперед" +/-** определяют сектор направленности защиты в направлении вперед, см. *Рисунок 6-128*. Данный сектор определяется как зона ± Δφ вокруг повернутого опорного напряжения, $U_{оп,сдв}$. Значение ± Δφ задается параметром **Сектор "Вперед" +/-**. Если вектор -3I0комп тока замыкания на землю находится в этой зоне, устройство определяет направление "вперед". В зоне зеркально отраженной устройство определяет направление «назад». В промежуточной зоне направление является неопределенным.



[dw_SGF 90 rotation directivity, 3, ru_RU]

Рисунок 6-128 Параметры для настройки направления

(1) 1. Параметр = **`Угол повор.оп.напряж.`**

(2) 2. Параметр = **`Сектор "Вперед" +/-`**

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

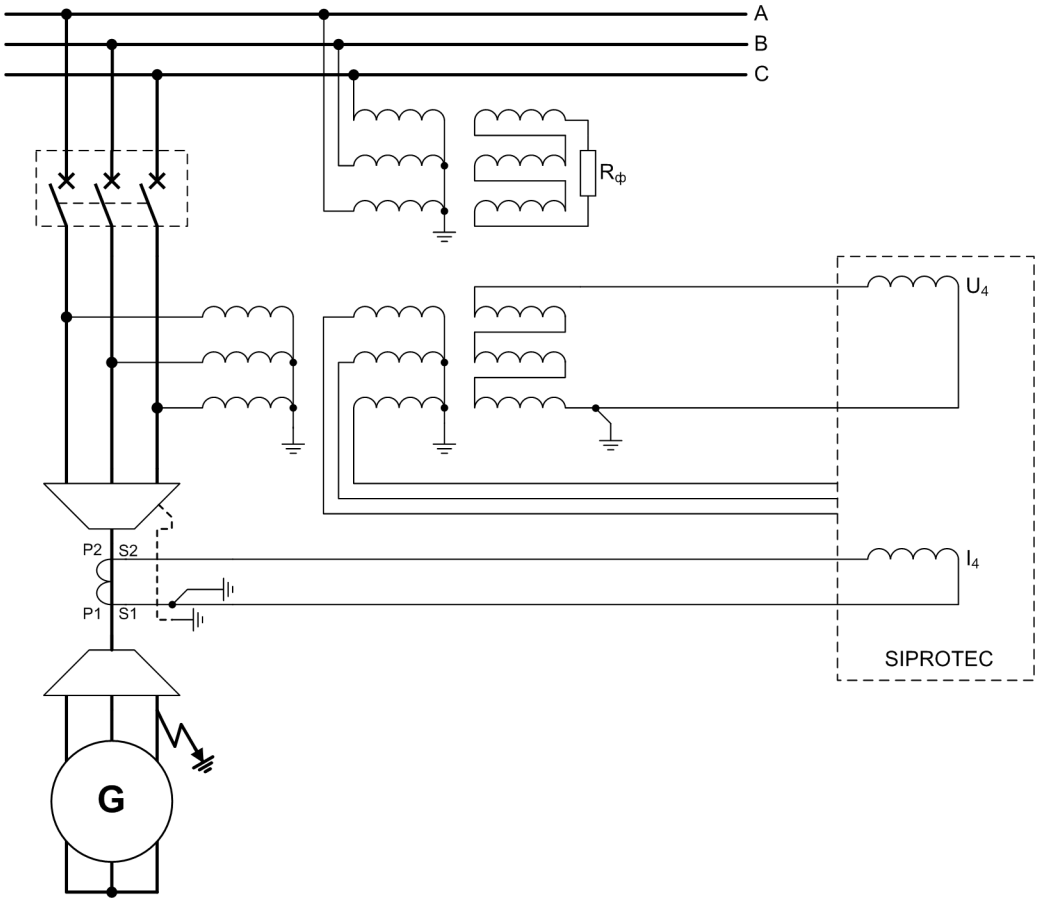
Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, следует ли блокировать сообщение о срабатывании ступени при превышении порогового значения из-за броска тока. В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.7.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Функция **Защита статора от замыканий на землю** используется с направленной ступенью для генераторов подключенных к сборным шинам. Ток замыкания на землю измеряется с помощью стержневого симметричного трансформатора тока нулевой последовательности, а напряжение смещения измеряется на соединенной в разомкнутый треугольник обмотке заземляющего трансформатора либо на трансформаторе на нейтрали. На следующих рисунках показаны 2 типовых соединения.

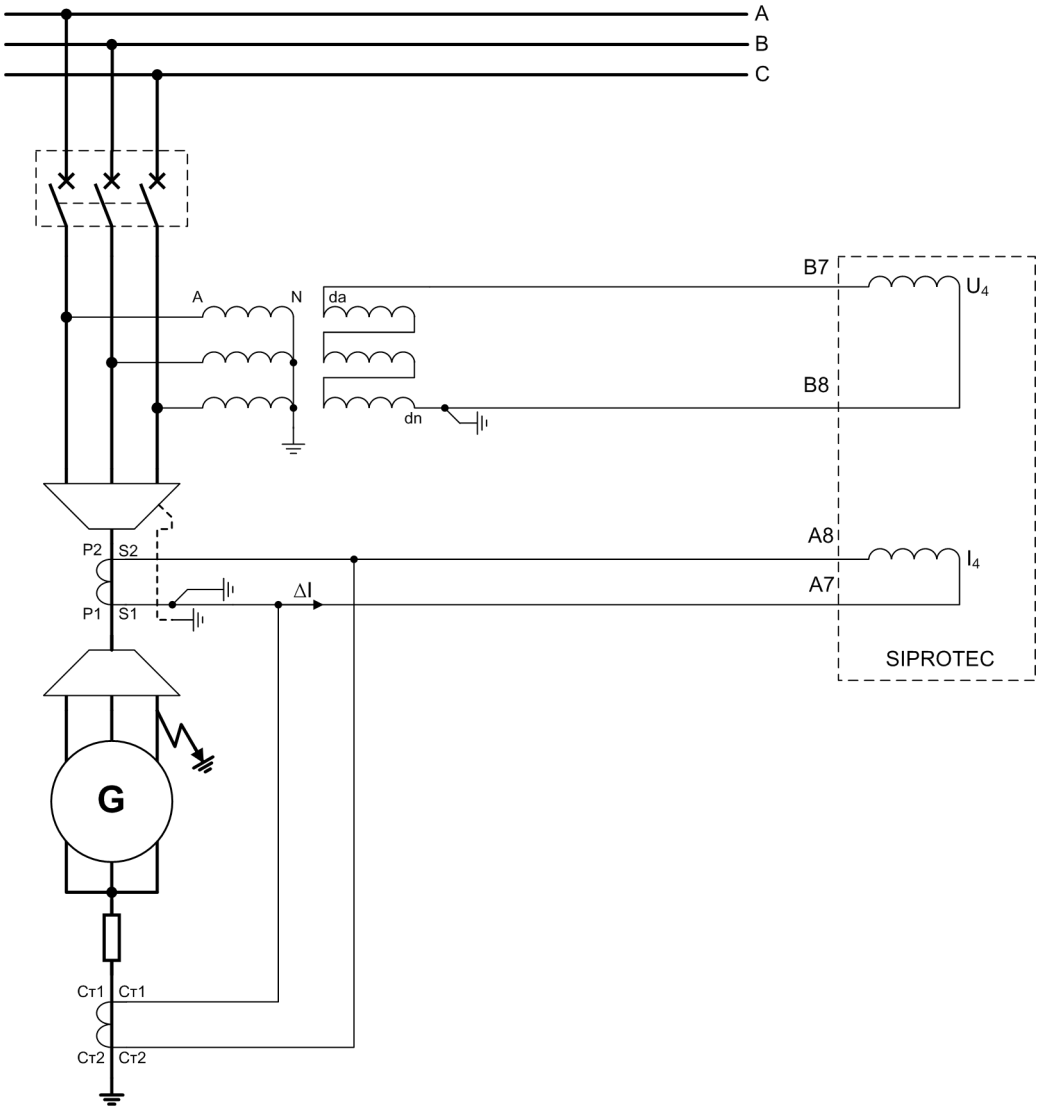
В *Рисунок 6-129* трансформатор заземления расположен на сборной шине в качестве дополнительного генератора тока нулевой последовательности. В результате к месту повреждения протекает активный ток в дополнение к емкостному току исходящих кабелей. Напряжение смещения измеряется на соединенной в разомкнутый треугольник обмотке, а ток заземления измеряется с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Направление **вперед** к генератору: Если выключатель генератора отключен, функция направления не работает. Замыкание на землю может быть обнаружено только при измерении напряжения смещения нейтрали. Используйте для этого ступень U0> (см. главу *6.7.4.1 Описание*). Если выключатель генератора включен, необходимо заблокировать ступень.



[dw_SGF 90 direction busbar connection, 3, ru_RU]

Рисунок 6-129 Определение направления замыкания на землю в схеме подключения к сборным шинам

Оборудование для генерации тока замыкания на землю расположено в нейтральной точке генератора в *Рисунок 6-130*. Необходимо вычесть ток нулевой последовательности на стороне выводов генератора и стороне нейтральной точки, поскольку в случае подключения к сборным шинам, ее питание осуществляется несколькими генераторами. Это означает, что ток нулевой последовательности будет исключен в случае чувствительной защиты от замыканий на землю на шине или других фидерах. Чтобы обеспечить такую функцию, трансформаторы тока должны обладать одинаковым коэффициентом трансформации и они должны быть подключены соответствующим образом.



[dw_SGF 90 ground-current diff protection, 3, ru_RU]

Рисунок 6-130 Дифференциальная защита от замыкания на землю в схеме подключения к сборным шинам

Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.**

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: **Блок.от БНН**

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН).
- Дискретный входной сигнал *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю, расположенному во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:106) Направленный режим** = ***вперед***

Если обнаружено повреждение, то выбор параметра **Направленный режим** определяет, будет ли происходить срабатывание ступени в прямом или обратном направлении.

Используйте в конструкции системы настройку по умолчанию в соответствии с *Рисунок 6-129*. Прямое направление означает направление в сторону генератора.

Вычисления 3I0&U0 достаточно для обнаружения внутреннего повреждения согласно *Рисунок 6-130*. В этом случае установите направленный режим в виде ненаправленного.

Параметр: Угол повор.оп.напряж., Сектор "Вперед" +/-

- Рекомендуемое значение уставки **(_:104) Угол повор.оп.напряж.** = ***+45°***
- Уставка по умолчанию **(_:103) Сектор "Вперед" +/-** = ***88°***

Характеристика направленности, т.е. расположение области направления вперед и назад, устанавливается с помощью параметров **Угол повор.оп.напряж.** и **Сектор "Вперед" +/-**. С их помощью задается характеристика направленности в условиях системы.

Для большинства применений с трансформатором заземления на шине или без него установка параметра **Угол повор.оп.напряж.** = ***+45°*** по-прежнему обеспечивает достаточный запас. В применениях без заземляющего трансформатора подключенная система питания подает емкостный ток. Между 3I0 и U0 существует сдвиг фаз 90°. Поворот на 45° позволяет надежно направить вектор в диапазон направления «вперед».

При использовании заземляющего трансформатора протекает активно-емкостный ток. При повороте на 45° 2 вектора сойдутся вместе.

Обычно параметр **Сектор "Вперед" +/-** можно оставить таким, каким он задан по умолчанию. Уставка на 90° является оптимальной.

Параметр: Мин. U0> опред.направл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Мин. U0> опред.направл.** = ***5,770 В***

С помощью параметра **Мин. U0> опред.направл.** определяется минимальное напряжение U0, необходимое для разрешения определения направления, которое должно быть достигнуто в пределах выдержки времени **Выд.врем.опр.направл.**.

Значение уставки зависит от значения диапазона защиты. При диапазоне защиты 90 % установите 10 % полного напряжения смещения (0,1 * 100 В/√3 = 5,77 В). См. ступень U0> в главе *6.7.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

В случае повреждения значение уставки защиты определяется доступным током нулевой последовательности. По этой причине при проектировании необходимо предусмотреть оборудование для получения тока нулевой последовательности, подходящее для диапазона защиты.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Порог. значение 3I0>** = ***5 мА***

Параметр **Порог. значение 3I0>** позволяет задать чувствительность по току замыкания на землю ступени. Необходимо согласовать это значение с оборудованием для генерации тока нулевой последовательности и возможным током замыкания на землю в энергосистеме. Во многих случаях требуется чувствительная настройка. Хотя возможно использование значения 2 мА, не стоит опускаться ниже значения настройки 5 мА из-за возможных погрешностей. Причиной является возрастающая угловая погрешность трансформатора тока нулевой последовательности, что затрудняет определение направления. Если в системе имеются параллельные линии, необходимо параллельно подключить трансформаторы тока нулевой последовательности. При больших значениях погрешности необходимо увеличить значение срабатывания. В следующей таблице представлены рекомендации по выбору значения параметра.

При вводе в эксплуатацию необходимо проверить пороговое значение в условиях полной нагрузки. Оно должно быть больше тока небаланса с запасом от 1,5 до 2.

Количество трансформаторов тока нулевой последовательности	Минимальное значение уставки
1	2 мА
2, подключены параллельно	5 мА
3, подключены параллельно	8 мА
4, подключены параллельно	От 8 до 12 мА

В следующем примере показан расчет требуемого максимального тока замыкания на землю, который является основой для проектирования оборудования нагрузки.

ПРИМЕР

Данные:

- Трансформатор тока нулевой последовательности: 60 А/1 А
- Диапазон защиты: 90 %
- Значение пуска защиты: 5 мА

$$I = 5\,mA \cdot (60\,A/1\,A)/\frac{100\,\% - 90\,\%}{100\,\%} = 3000\,мА = 3\,A$$

[fo_SGF 90 resistive fault current, 2, ru_RU]

При замыкании на землю на питающей стороне протекает активный ток замыкания величиной 3 А. К этому добавляется емкостный ток.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Выд.врем.опр.направл.** = ***0,10 с***

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Таким образом, определение направления может быть задержано от момента появления напряжения нулевой последовательности на

время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется режимом работы сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,30 с***

Заданное время **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

Для защиты генератора рекомендуется установить задержку срабатывания равной 0,3 с. Обратите внимание, что установленное время для определения направления действует в качестве дополнительной задержки.

Общее время срабатывания от возникновения повреждения определяется следующим образом:

Время измерения + **Выд.врем.опр.направл.** + **Задержка срабатывания**

прибл. 0,03 с + 0,1 с + 0,3 с = 0,43 с

6.7.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> φ(UI) #				
_:1	3I0> φ(UI) #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> φ(UI) #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	3I0> φ(UI) #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	3I0> φ(UI) #: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:106	3I0> φ(UI) #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:104	3I0> φ(UI) #:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	-45 °
_:103	3I0> φ(UI) #:Сектор "Вперед" +/-		0 ° до 90 °	88 °
_:102	3I0> φ(UI) #:Мин. U0> опред.направл.		0.300 В до 200.000 В	2.000 В
_:101	3I0> φ(UI) #:Порог. значение 3I0>	1 А при 100 Iном	0.030 А до 100.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.150 А до 500.000 А	0.250 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А
_:105	3I0> φ(UI) #: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6	3I0> φ(UI) #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.7.5.4 Список сообщений

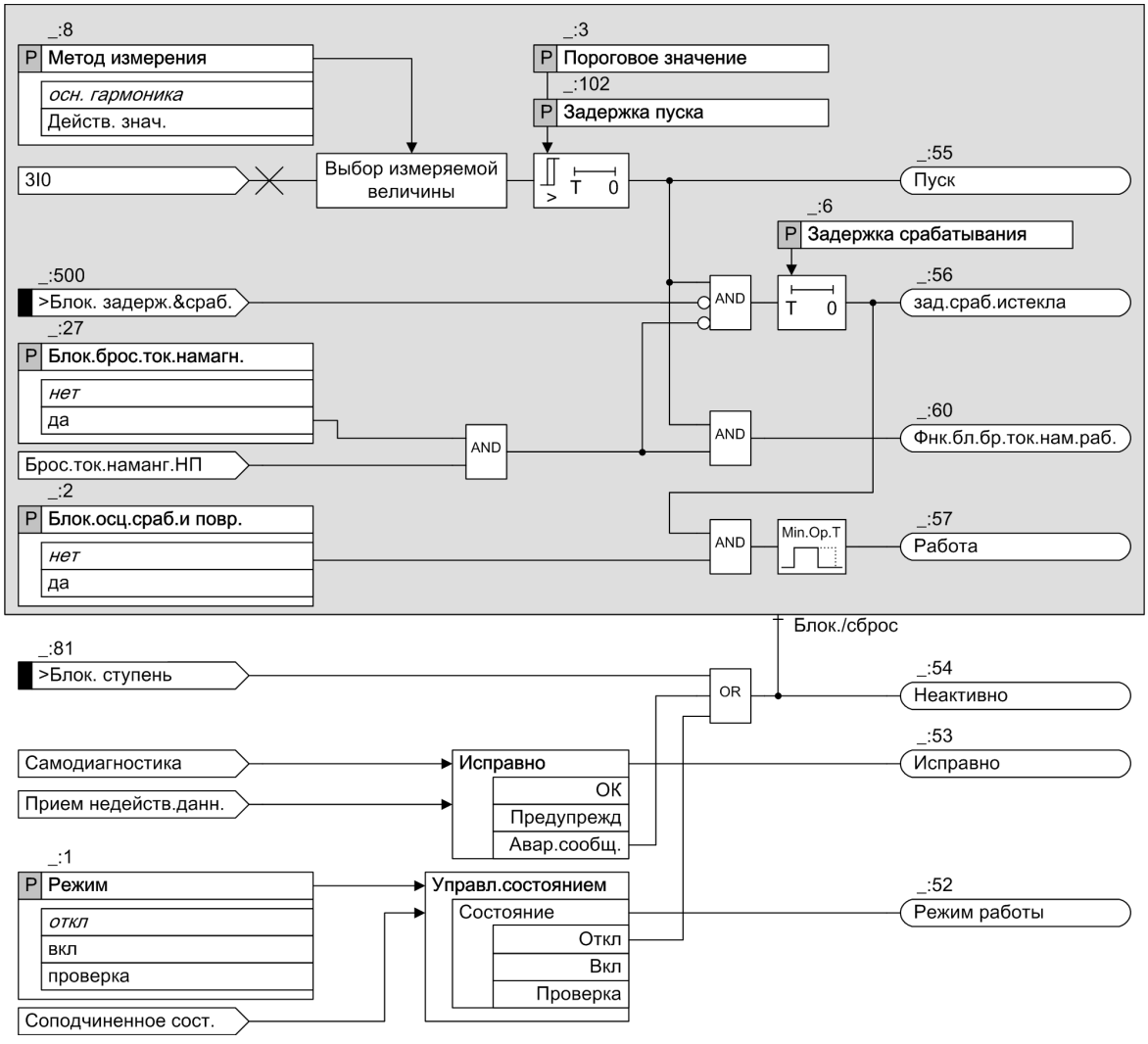
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> φ(UI) #			
_:81	3I0> φ(UI) #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	3I0> φ(UI) #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> φ(UI) #:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> φ(UI) #:Режим работы	ENS	O
_:53	3I0> φ(UI) #:Статус исправности	ENS	O
_:301	3I0> φ(UI) #:Поврежд.вне обл.откл.	SPS	O
_:60	3I0> φ(UI) #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	3I0> φ(UI) #:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> φ(UI) #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> φ(UI) #:Работа	ACT	O

6.7.6 Ненаправленная ступень 3I0

6.7.6.1 Описание

В функцию **Защита статора от замыканий на землю** может быть добавлена ненаправленная чувствительная ступень защиты по току нулевой последовательности.

Логика



[lo_sensitive ground-current protection 3I0, 2, ru_RU]

Рисунок 6-131 Логика чувствительной токовой защиты нулевой последовательности по 3I0

Определение 3I0

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного измерительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 Iном, функцию можно настроить таким образом, чтобы для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключалась на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

В зависимости от уставок параметров **`Тип подключения`** и **Точка измер. I 3ф**, а также используемых модулей токовых входов, диапазон измерений и диапазоны уставок будут отличаться.

Метод измерения

Параметр **`Метод измерения`** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***`осн. гармоника`*** или рассчитанное значение ***`Действ. знач.`***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Возможна внешняя или внутренняя блокировка ступени через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка выдержки времени

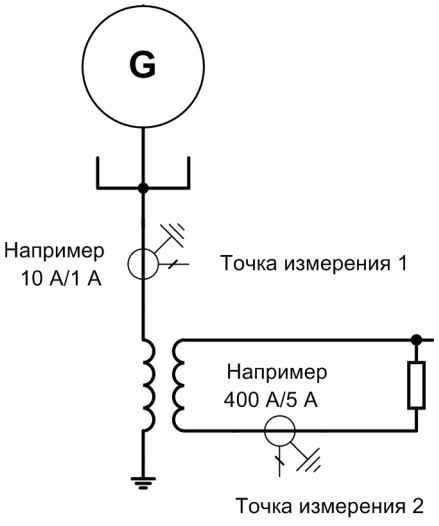
Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка отключения от ФБ ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, следует ли блокировать сообщение о срабатывании ступени при превышении порогового значения из-за броска тока. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени.

6.7.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Для защиты генератора, например, для защиты статора от замыкания на землю при 90%, можно использовать ток нейтрали или вторичный ток на нагрузочном резисторе. Как правило, для этого также можно использовать чувствительную токовую защиту нулевой последовательности. Во время проектирования необходимо проверить, можно ли использовать функцию **Статор генератора**. В качестве альтернативы, можно использовать функциональную группу **U/I 1-ф**. На следующем рисунке показаны возможные точки измерения:



[dw_SGF 90 generator app with meas points, 3, ru_RU]

Рисунок 6-132 Применение защиты генератора с возможными точками измерения

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, блокируется ли отключение в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале ***осн. гармоника*** или действующим (среднеквадратичным) ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:3) Пороговое значение** = ***0,50 A***

Параметр **Пороговое значение** позволяет установить пороговое значение тока замыкания на землю равным 3I0.

Конкретное значение настройки получается, исходя из выбранной точки подключения и выбранного проекта первичной системы.

Если, например, используется точка измерения 2, как в *Рисунок 6-132*, то вторичный ток замыкания на землю в случае замыкания на землю на отходящем силовом кабеле составляет 400 A. Трансформатор тока имеет коэффициент трансформации 400 A/5 A. В результате во вторичной цепи трансформатора тока протекает ток, равный 5 A. 90%-ный диапазон защиты дает пороговое значение, равное 0,1 * 5 A = 0,5 A.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:102) Задержка пуска** = ***0,00 c***

С помощью параметра **Задержка пуска** можно задать уставку касательно того, необходима ли выдержка времени для ступени. Если переходной процесс при замыкании на землю учитывать не нужно, установите выдержку времени равную, например, 100 мс.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,30 c***

Заданное время **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

Уставка по умолчанию является типовой для защиты генераторов.

6.7.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> #				
_:1	3I0> #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:27	3I0> #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	3I0> #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:3	3I0> #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 100.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 500.000 A	0.250 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 100.000 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 50.000 A	0.250 A
_:102	3I0> #:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	3I0> #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.7.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> #			
_:81	3I0> #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	3I0> #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> #:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> #:Режим работы	ENS	O
_:53	3I0> #:Статус исправности	ENS	O
_:60	3I0> #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	3I0> #:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> #:Работа	ACT	O

6.8 Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)

6.8.1 Обзор функций

Функция **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)**:

- Защита на основе использования наложенного напряжения с частотой 20 Гц, которое вводится в точку нейтрали генератора. Для ввода напряжения необходимы следующее внешнее оборудование:
  - Генератор 20-Гц 7XT33
  - Полосовой фильтр диапазона 20-Гц 7XT34
  - Малогабаритный трансформатор тока 400 A/5 A
- Служит для обнаружения замыканий на землю в обмотке статора генераторов, подключенных к системе электропитания через трансформатор.
- Обнаруживает замыкания на землю во всем диапазоне обмотки (100%), включая нейтраль машины.
- Принцип измерения не зависит от режима работы генератора (перевозбужденный, недовозбужденный, полная нагрузка или низкая нагрузка). Функция также позволяет проводить измерения при остановленном генераторе.
- Является базовой функцией защиты для средних и больших генераторов, поскольку без проблем позволяет обнаружить повреждения в точке нейтрали генератора или вблизи нее. Если замыкание на землю не обнаружено, то заземление может иметь место, если нейтраль генератора соединена с землей, например, через заземляющий трансформатор. Развивающееся повреждение, например, 2-е замыкание на землю, приводит к замыканию 1-фазы на землю с высокими токами повреждения, поскольку полное сопротивление нулевой последовательности генератора очень мало.
- Обеспечивает реальное резервирование для функции **Защита статора от замыканий на землю 90 %** с измерением напряжения смещения за счет независимого принципа измерения.
- Может компенсировать влияние помех параллельного нагрузочного резистора.
- Включает несколько функциональных измеренных значений, которые облегчают ввод в эксплуатацию.

6.8.2 Структура функции

Функция **Защита статора от замыканий на землю 100% (20 Гц)** используется в функциональной группе защиты **Статор генератора**. Эта функция предварительно сконфигурирована на заводе в шаблонах применений или может быть скопирована и расширена в соответствующей функциональной группе во время проектирования.

В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 2 ступени сопротивления (**Ступени R(20 Гц)<**), которые определяют сопротивление повреждения. Они могут использоваться в качестве ступени предупреждения и отключения.
- 1 отдельная ступень максимальной токовой защиты (**Ступень I(действ.)>**), которая действует в качестве резервной ступени для тока замыкания на землю

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.

На основании сообщений от отдельных ступеней генерируются следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Работа



[dw_SGF 100, 20 Hz structure, 2, ru_RU]

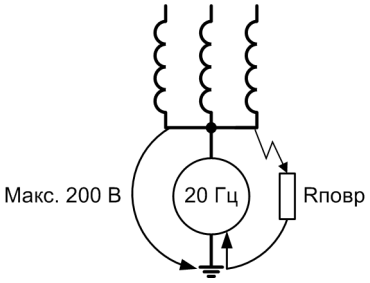
Рисунок 6-133 Структура/реализация функции

6.8.3 Общая функциональность

6.8.3.1 Описание

Принцип работы функции защиты

Основной принцип показан на следующем рисунке. Внешний низкочастотный источник переменного напряжения с частотой 20 Гц вводит напряжение макс. 1 % от номинального напряжения генератора в нейтраль генератора. Если в точке нейтрали генератора возникает замыкание на землю, то напряжение частотой 20 Гц создает ток через сопротивление повреждения. Защитное оборудование определяет сопротивление повреждения, исходя из наложенного напряжения и тока повреждения. Кроме того, описанный основной принцип позволяет обнаруживать замыкания на землю на клеммах генератора, включая подключенное оборудование, например трансформаторы напряжения.



[dw_SGF 100, 20 Hz principle voltage injection neutral point, 2, ru_RU]

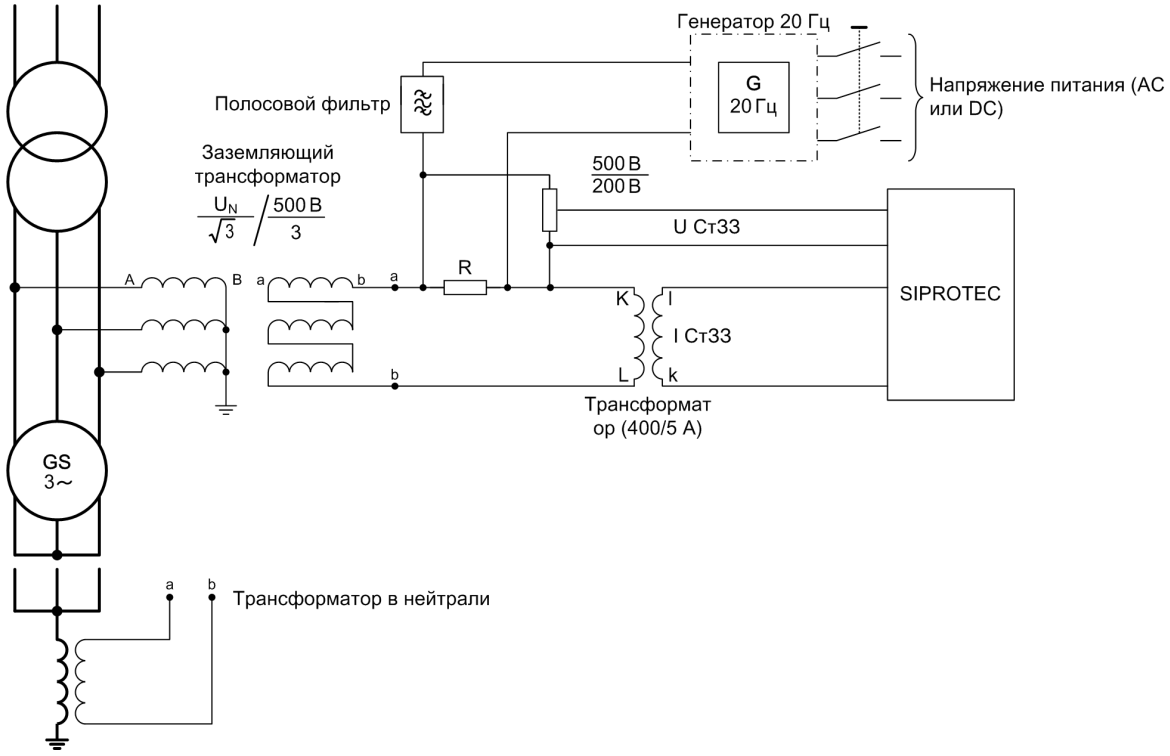
Рисунок 6-134 Основной принцип подключения трансформаторов напряжения в точку нейтрали генератора

Пример подключения

Для реализации основного принципа функции **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)** необходимо дополнительное оборудование. На следующем рисунке показан генератор частотой 20 Гц, который генерирует напряжение прямоугольного сигнала с амплитудой ок. 25 В. Это напряжение прямоугольного сигнала вводится в нагрузочный резистор заземляющего трансформатора или трансформатора в нейтрали через полосовой фильтр. Полосовой фильтр округляет напряжение прямоугольного сигнала и используется в качестве аккумулятора энергии. Сопротивление полосового фильтра 20 Гц приблизительно равно 8 Ω. Кроме того, полосовой фильтр имеет функцию защиты. Если в случае замыкания клеммы на землю на нагрузочный резистор попадает полное напряжение смещения, полосовой фильтр - благодаря своему более высокому последовательному сопротивлению при номинальной частоте - защищает генератор 20 Гц от слишком высоких токов обратной связи.

Наложенное напряжение частотой 20 Гц подается непосредственно на нагрузочный резистор через делитель напряжения. Кроме того, функция обнаруживает ток частотой 20 Гц, протекающий через малогабаритный трансформатор тока. Оба значения (U Ст33 и I Ст33) подаются на защитное устройство.

Напряжение, которое вводится в точку нейтрали генератора, зависит от наложенного напряжения частотой 20 Гц (делитель напряжения: полное сопротивление нагрузки и полосовой фильтр) и коэффициента трансформации трансформатора в нейтрали или заземляющего трансформатора. Чтобы вторичное сопротивление не было слишком маленьким (> 0,5 Ω), выберите высокое значение для вторичного номинального напряжения заземляющего трансформатора или трансформатора нейтрали. Достаточно использовать среднее номинальное напряжение, например, 500 В.



[dw_SGF 100, 20 Hz connection, 2, ru_RU]

Рисунок 6-135 Подключение защиты статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц) с заземляющим трансформатором или трансформатором нейтрали

Метод измерения

Как показано в *Рисунок 6-135*, векторы тока и напряжения частотой 20 Гц рассчитываются по измеряемым величинам $U_{Ст33}$ и $I_{Ст33}$. Из этого определяется омическое сопротивление повреждения с использованием комплексного сопротивления. Этот метод устраняет влияние помех емкости заземления статора и обеспечивает высокую чувствительность. Чтобы дополнительно повысить точность измерения, во время расчета сопротивления рассчитываются средние значения напряжения и тока в течение нескольких периодов. В этой модели учтена возможность влияния контактного сопротивления R_{PS} через трансформатор нейтрали, заземляющий трансформатор или трансформатор напряжения. Другие погрешности учтены в значении угловой погрешности.

В качестве дополнения к определению сопротивления заземления предусмотрена еще одна ступень замыкания на землю, которая обрабатывает текущее среднеквадратичное значение и, таким образом, учитывает все частотные составляющие. Она используется в качестве запасной ступени и включает прибл. от 80 % до 90 % диапазона защиты.

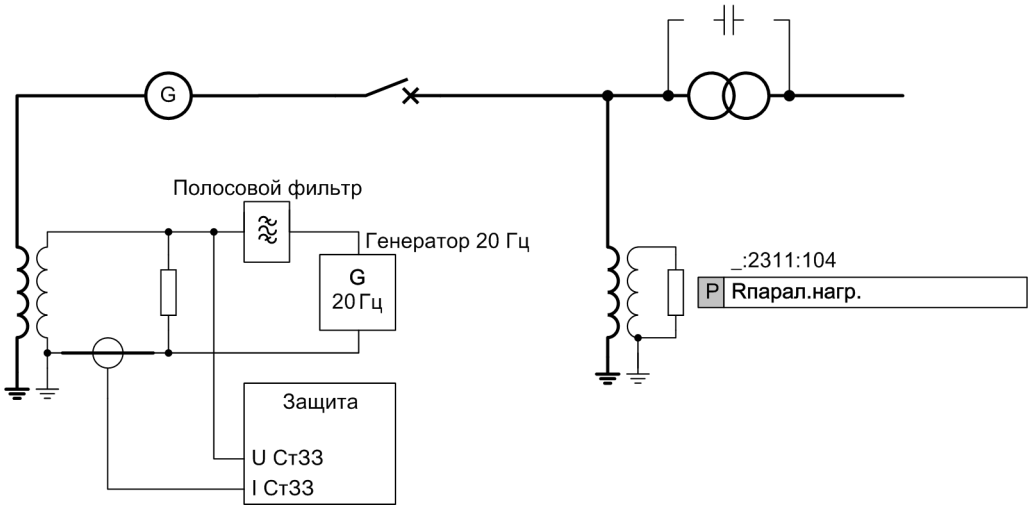
Контрольная схема управляет напряжением 20 Гц и током 20 Гц и при выполнении их оценки обнаруживает повреждение генератора 20-Гц или ввода 20 Гц. В этом случае определение сопротивления блокируется. Ступень тока замыкания на землю остается активной.

Работа с параллельным нагрузочным резистором

Конструкция системы может предусматривать параллельный нагрузочный резистор между выключателем генератора и трансформатором. Этот нагрузочный резистор учитывается при измерении. Измеренное значение сопротивления корректируется установленным параллельным сопротивлением. На

следующем рисунке показана конфигурация системы с параллельным нагрузочным резистором. Если выключатель генератора отключен, то резистор параллельной нагрузки не учитывается в функции защиты. Если выключатель генератора включен, необходимо учитывать параллельный нагрузочный резистор.

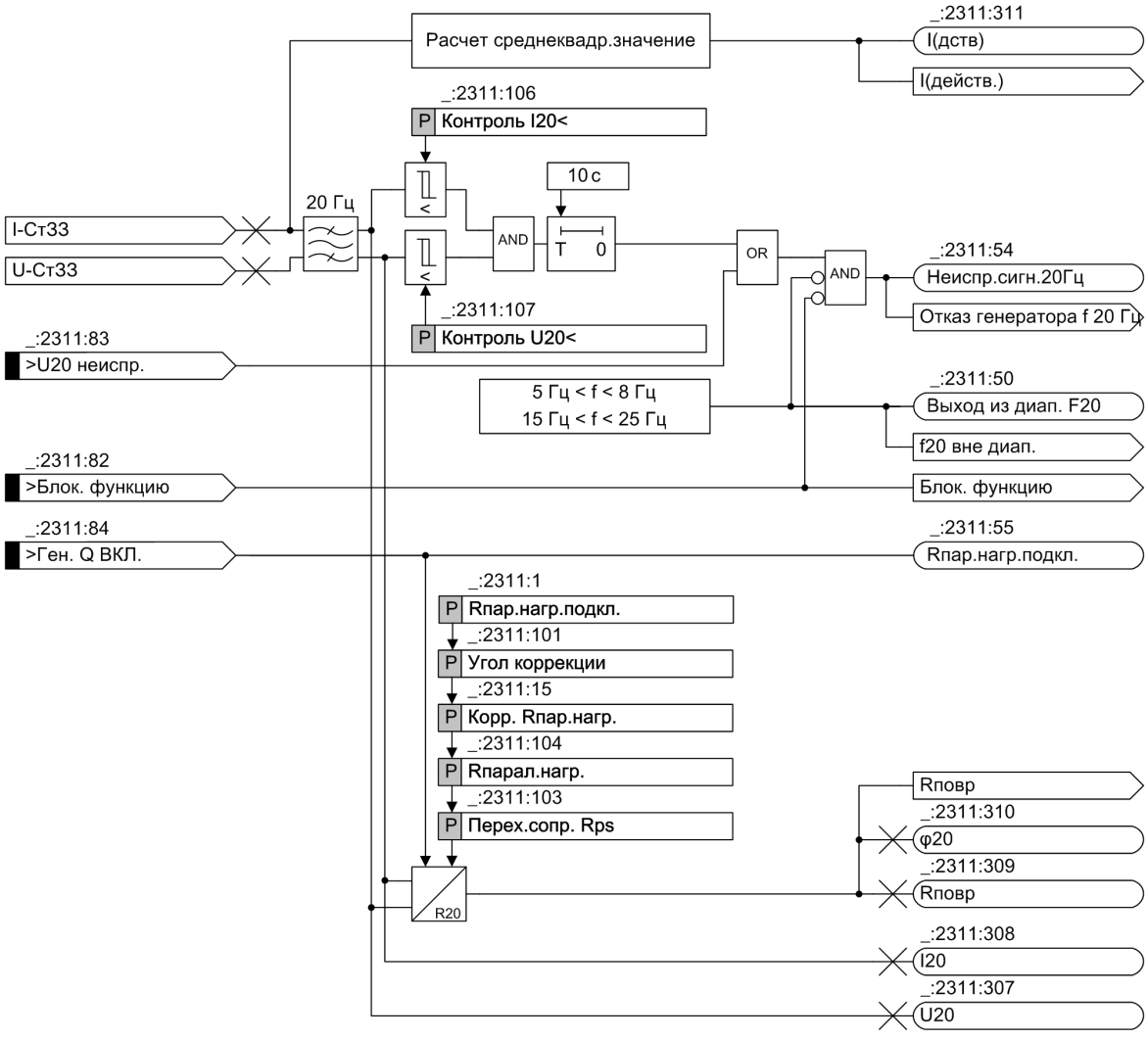
Автоматическое включение параллельного нагрузочного резистора в расчет регулируется с помощью дискретного входа. Управление дискретным входом должно осуществляться через блок-контакты выключателя генератора. Если выключатель генератора включен, включение активируется с помощью активного сигнала высокого уровня.



[dw_SGF 100, 20 Hz config parallel load resistor, 2, ru_RU]

Рисунок 6-136 Конфигурация системы с параллельным нагрузочным резистором

Логика работы



[lo_SGF 100, 20 Hz across stages, 2, ru_RU]

Рисунок 6-137 Логическая схема работы через ступени

Измерение

Функция работает через ступени и вычисляет сопротивление повреждения, предоставляя измеренные значения частотой 20 Гц из выборок без отслеживания по частоте (20/период) векторов тока и напряжения частотой 20-Гц. Измеренные значения передаются на следующие ступени.

Контроль

Функция контроля измеренных значений при частоте 20 Гц обнаруживает и сообщает об отказе генератора 20 Гц (7XT33) (Сообщение **Неиспр.сигн.20Гц**). Одновременно блокируется внутреннее сообщение ступени сопротивления (**Ступень R(20 Гц)<**). Пороговые значения контроля определяются в зависимости от системы. Для этого используйте параметры **(_:2311:106) Контроль I20<** и **(_:2311:107) Контроль U20<**. Параллельно с этим можете использовать дискретное сообщение **(_:2311:83) >U20 неиспр.** от генератора 20 Гц, которое сообщает об отсутствии напряжения 20 Гц генератора на 20 Гц.

Корректирующая величина в зависимости от системы

Поскольку условия работы энергосистемы влияют на поведение измерений, введены дополнительные параметры, которые используются в качестве корректирующих величин. Эти параметры можно определить только при вводе в эксплуатацию.

Параметр **(_:2311:101) Угол коррекции** корректирует угловую погрешность для измерения тока. Если заземляющий трансформатор или трансформатор нейтрали имеет контактное сопротивление, которым нельзя пренебречь, это можно исправить с помощью параметра **(_:2311:103) Перех.сопр. Rps**. Если существует параллельный нагрузочный резистор, его можно учесть, используя параметр **(_:2311:104) Rпарал.нагр.**. Параллельный нагрузочный резистор для разных систем может меняться в зависимости от мощности генератора тока. Причиной изменения является возможный ток нулевой последовательности, зависящий от активной мощности третьей гармоники. Это может повлиять на значение сопротивления параллельного нагрузочного резистора и, таким образом, уменьшить точность измерения функции защиты. Это влияние учтено с помощью параметра **(_:2311:15) Корр. Rпар.нагр.**, а параллельный нагрузочный резистор корректируется как функция активной мощности.

Диапазон рабочих частот

Чтобы исключить ошибки измерения сопротивления, функция автоматически контролирует текущую частоту генератора. Если генератор может обеспечить частоту ок. 20 Гц на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, или вторичной цепи трансформатора нейтрали, то измерение сопротивления автоматически блокируется. При такой конфигурации возможны колебания мощности между генератором 20 Гц (7XT33) и машиной, которые влияют на изменение сопротивления.

Такие эффекты могут возникать в системах, которые запускаются через частотные преобразователи (газотурбинные системы), или они возникают во время замедления для наливных водохранилищ с наполнением от гидроэлектростанции. Напряжение нулевой последовательности возникает при появлении 3-й гармоники в фазном напряжении или несимметрии напряжения при наличии разъединителя. По этой причине диапазон блокировки был немного расширен. Измерение сопротивления активно за пределами диапазона рабочих частот. Кроме того, можно выполнить измерение при остановке системы или незадолго до запуска системы.

Текущая ступень остается незатронутой.

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание	Вторичные величины	Первичные	% относительно
(_:2311:311) I(дств)	Среднеквадратичный ток повреждения при замыкании статора на землю	A	Как вторичный	Как вторичный
(_:2311:310) φ20	Фазовый угол между U20 и I20	°	Как вторичный	100 % = 180°
(_:2311:309) Rповр	Сопротивление повреждения, определяемое в статоре	Ом	Ом Вторичные · параметры **(_:2311:110) Коэфф. RстЗЗ перв./вт.**	100 % = 100 кОм (первичные)
(_:2311:307) U20	Измеренное напряжение 20 Гц	В	Как вторичный	Как вторичный
(_:2311:308) I20	Измеренный ток 20 Гц	A	Как вторичный	Как вторичный

6.8.3.2 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:106	Общие данные:Контроль I20<	1 A при 1.6 Iном	0.005 A до 0.040 A	0.010 A
		5 A при 16 Iном	0.025 A до 0.200 A	0.050 A
_:2311:107	Общие данные:Контроль U20<		0.300 В до 14.723 В	1.732 В
_:2311:101	Общие данные:Угол коррекции		-60.00 ° до 60.00 °	0.00 °
_:2311:103	Общие данные:Перех.сопр. Rps		0.000 Ом до 700.000 Ом	0.000 Ом
_:2311:110	Общие данные:Коэфф. Rст33 перв./вт.		1.00 до 200.00	37.00
_:2311:1	Общие данные:R пар.нагр.подкл.		• нет • да	нет
_:2311:104	Общие данные:Rпарал.нагр.		20,000 Ом до 700,000 Ом	20,000 Ом
_:2311:15	Общие данные:Корр. Rпар.нагр.		-0.100 до 0.100	0.000

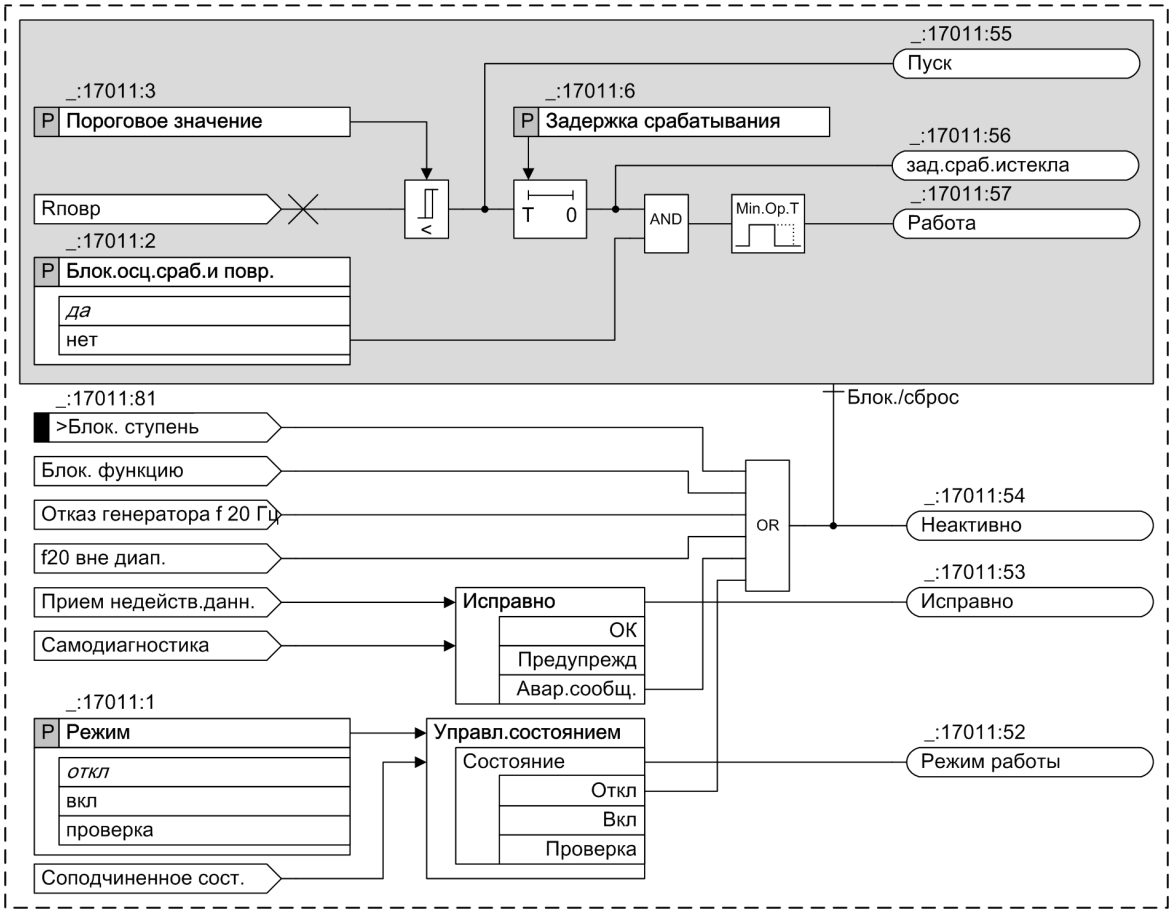
6.8.3.3 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:83	Общие данные:>U20 неиспр.	SPS	I
_:2311:84	Общие данные:>Ген. Q ВКЛ.	SPS	I
_:2311:54	Общие данные:Неиспр.сигн.20Гц	SPS	O
_:2311:50	Общие данные:Выход из диап. F20	SPS	O
_:2311:55	Общие данные:Rпар.нагр.подкл.	SPS	O
_:2311:307	Общие данные:U20	CMV	O
_:2311:308	Общие данные:I20	CMV	O
_:2311:309	Общие данные:Rповр	MV	O
_:2311:310	Общие данные:ф20	MV	O
_:2311:311	Общие данные:I(дств)	MV	O
Групп. сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.8.4 Ступень R(20 Гц)

6.8.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_SGF 100, 20 Hz stage R<, 2, ru_RU]

Рисунок 6-138 Логическая схема ступени R(20 Гц)<

Описание ступени

Сопротивление повреждения контролируется **ступенью R(20 Гц)<**. Если сопротивление повреждения превышает уставку параметра **Пороговое значение**, ступень срабатывает и включается задержка времени. Если сопротивление повреждения **Пороговое значение** · 1,2, срабатывание отключается.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Извне или изнутри через дискретный входной сигнал **>Блок. ступень** ступени или через внутренний входной сигнал **>Блок. функцию** общей функции.
- Если обнаружена неисправность в напряжении 20 Гц или если машина работает в пределах диапазона блокировки. Блокировка осуществляется с помощью внутреннего сообщения **Неиспр.сигн.20Гц**.

6.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Как правило, уставки защиты зависят от схемы сети. Прежде чем определить значения параметров, соберите информацию для полного представления о системе:

- Подключение к заземляющему трансформатору и трансформатору нейтрали
- Первичное и вторичное номинальное напряжение заземляющего трансформатора и трансформатора нейтрали
- Номинал подключенного нагрузочного резистора. Если возможно, избегайте нагрузочных резисторов с номиналом ниже 0,5 Ом (предельный вариант ок. 0,3 Ом). Поэтому Siemens рекомендует применять вторичное напряжение 500 В (см. *Рисунок 6-139*). Это не является абсолютно необходимым условием для соблюдения принципа измерения.
- Выбран малогабаритный трансформатор тока. С одной стороны, трансформатор тока не должен входить в режим насыщения (рассчитан на максимальный ток через нагрузочный резистор). С другой стороны, этот трансформатор тока должен с надлежащей точностью передавать значения амплитуды и фаз малых токов (<3 А и 20 Гц).

Прежде чем приступать к определению уставок, рассмотрите следующие аспекты:

- Конфигурация функций:
  Ступень R(20 Гц)< должна находиться в функциональной группе **Статор генератора**, а функция **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)** должна быть подключена к соответствующим точкам измерения (входы $U_{Ст3З}$ и $I_{Ст3З}$).
- В качестве измерительного входа тока следует использовать чувствительный измерительный вход тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Настройка функции защиты выполняется только для переменных, относящихся к устройству защиты (значения вторичных величин). Чтобы отобразить первичное сопротивление в качестве измеренного значения, необходимо умножить вторичное сопротивление на коэффициент **(_:2311:110) Коэфф. Rст3З перв./вт.**.

Контроль измеренных величин

Значения уставок описаны в следующих разделах. Параметры настройки для корректировки значения сопротивления описаны в этой главе в разделе *Оценка сопротивления и настройка необходимых корректировок, Страница 596*.

Параметр: Контроль U20<

- Уставка по умолчанию **(_:2311:107) Контроль U20<** = ***1 В***

Параметр **Контроль U20<** устанавливает контрольное пороговое значение напряжения, при котором функция обнаруживает отсутствие напряжения частотой 20 Гц. Параметр **Контроль U20<** реагирует в том случае, если значение падает ниже напряжения частотой 20 Гц. Уставка по умолчанию подходит для большинства применений с малыми нагрузочными резисторами.

Параметр: Контроль I20<

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Контроль I20<** = ***10 мА***

Параметр **Контроль I20<** устанавливает текущий порог срабатывания, при котором функция обнаруживает отсутствие напряжения частотой 20 Гц (например, неисправность генератора 20 Гц). В большинстве случаев уставка по умолчанию является оптимальным значением и может использоваться для большинства вариантов применения.

Оценка сопротивления и настройка необходимых корректировок

Siemens рекомендует использовать 2 **ступени R(20 Гц)<**. Для этого 1-я **ступень R(20 Гц)<** настраивается в качестве предупреждающей ступени, а 2-я **ступень R(20 Гц)<** обеспечивает немедленное отключение после истечения задержки срабатывания.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:17011:3) Пороговое значение** = ***100.000 Ом***

Параметр **Пороговое значение** определяет пороговое значение для контроля сопротивления. Падение значения ниже порогового приводит к срабатыванию ступени.

Для отключающей ступени выберите первичные сопротивления в диапазоне от 1 кОм до 2 кОм, а для предупреждающей ступени примерно от 3 кОм до 8 кОм.

Измерьте вторичные значения уставок при вводе в эксплуатацию (см. главу *10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины*).

Вы можете определить значения уставок по следующей формуле (см. также *Рисунок 6-139*).

Обратите внимание, что функция защиты вычисляет сопротивление заземления, исходя из вторичных переменных $U_{СтЗЗ}$ и $I_{СтЗЗ}$, измеренных на клеммах устройства. Вы определяете соотношения между этим рассчитанным значением и фактическим первичным сопротивлением заземления статора с помощью коэффициентов трансформации заземляющего трансформатора и трансформатора нейтрали. Это общее соотношение рассчитывается по следующей формуле:

$$R_{з,втор.} = \frac{1}{Коэффициент^2_{транс.}} \cdot \frac{Коэффициент_{малогаб.ТТ}}{Коэффициент_{транс.}} \cdot R_{З\ перв.}$$

[fo_SGF 100, 20 Hz transformation ratios, 2, ru_RU]

Где:

$R_{з,втор}$	Сопротивление заземления, преобразованное для стороны устройства, вторичное значение
$R_{з\ перв}$	Первичное сопротивление заземления обмотки статора = сопротивление повреждения в качестве первичного значения
$Коэффициент_{трансф}$	Коэффициент трансформации заземляющего трансформатора (коэффициент сердечника/3): $Коэффициент_{транс.} = Коэффициент_{заземляющий\ трансформатор} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\frac{U_{ном.перв.}}{\sqrt{3}}}{\frac{U_{ном.втор.}}{3}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\frac{U_{ном.перв.}}{\sqrt{3}}}{\frac{500\ В}{3}}$
	Коэффициент трансформации для трансформатора нейтрали: $Коэффициент_{транс.} = Коэффициент_{Трансформатор\ ,нейтраль} = \frac{\frac{U_{Н\ перв.}}{\sqrt{3}}}{U_{Н\ втор.}}$
$Коэффициент_{малогаб.ТТ}$	Коэффициент трансформации для малогабаритного трансформатора тока
$Коэффициент_{делит}$	Коэффициент делителя напряжения

Для преобразования измеренных значений между первичным и вторичным сопротивлением в устройстве используется параметр **(_:2311:110) Коэфф. RстЗЗ перв./вт.**. Он получен из формулы для $R_{з,\ втор}$, если она представлена в виде ($R_{з\ перв}$ / $R_{з,\ втор}$):

$$Коэфф.\,RстЗЗ\ перв./вт. = Коэффициент^2_{транс.} \cdot \frac{Коэффициент_{Делитель}}{Коэффициент_{малогаб.ТТ}}$$

[fo_SGF 100, 20 Hz meas values primary, secondary resistance, 2, ru_RU]

Эта формула применима только к идеальным заземляющим трансформаторам или трансформаторам нейтрали. Определите или проверьте значение параметра **(_:2311:110) Коэфф. Rст33 перв./вт.**, используя первичные испытания. Для этой цели установленное сопротивление повреждения отключающей ступени определяется относительно измеренного вторичного сопротивления. Соотношение соответствует **(_:2311:110) Коэфф. Rст33 перв./вт.**.

Пример:

Заземляющий трансформатор:	$\text{Коэффициент}_{\text{транс.}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\frac{10\ \text{кВ}}{\sqrt{3}}}{\frac{500\ \text{В}}{3}}$	
Нагрузочный резистор	$R_{\text{нагр.}}$	10 Ом 10 А непрерывно, 50 А в течение 20 с
Делитель напряжения	$\text{Коэффициент}_{\text{делит}}$	500 В/200 В
Малогабаритный трансформатор тока	$\text{Коэффициент}_{\text{малогаб.ТТ}}$	200 А/5 А

Коэффициент трансформации малогабаритного трансформатора тока 400 А/5 А сокращен вдвое до 200 А/5 А путем двухкратного пропускания первичного проводника через окно обмотки трансформатора.

Для параметра **(_:2311:110) Коэфф. Rст33 перв./вт.** это дает:

$$\text{Коэфф. Rст33 перв./вт.} = \frac{\left(\frac{10\ 000\ \text{В}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{3}{500\ \text{В}}\right)^2}{9} \cdot \frac{\frac{500}{200}}{\frac{200}{5}} = 8.33$$

[fo_SGF 100, 20 Hz primary, secondary transformer, 2, ru_RU]

Если выбрать сопротивление 1000 Ом для параметра **Пороговое значение** для отключающей ступени на стороне генератора, это дает значение уставки 1000 Ом/8,33 = 120 Ом. Для предупреждающей ступени, для первичного сопротивления 3 кОм, это дает значение уставки ***360 Ом*** для параметра **Пороговое значение**.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:17011:6) Задержка срабатывания** = ***10,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** позволяет установить задержку срабатывания ступени. Для отключающей ступени установите задержку отключения в диапазоне от ***0,3 с*** максимум до ***1 с***. Для предупреждающей ступени хорошо зарекомендовало себя значение прибл. ***10 с***.

Параметр: Угол коррекции

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Угол коррекции** = ***0,00°***

Параметр **Угол коррекции** корректирует погрешность угла для системы измерения тока. Значение уставки можно определить только путем измерения во время ввода в эксплуатацию (см. главу *10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины*). Всегда начинайте ввод в эксплуатацию с уставки по умолчанию = ***0,00°***.

Параметр: Перех.сопр. Rps

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Перех.сопр. Rps** = ***0,000 Ом***

Параметр **Перех.сопр. Rps** корректирует контактное сопротивление заземляющего трансформатора или трансформатора нейтрали. Значение уставки можно определить только путем измерения во время ввода в эксплуатацию (см. главу *10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины*). Всегда начинайте ввод в эксплуатацию с уставки по умолчанию = ***0,000 Ом***.

Параметр: Rпар.нагр.подкл.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:1) Rпар.нагр.подкл.** = ***нет***

Параметр **Rпар.нагр.подкл.** корректирует влияние параллельного нагрузочного резистора на результат измерения. Поскольку во многих применениях параллельный нагрузочный резистор не поддерживается, можно применить уставку по умолчанию ***нет***.

Параметр: Rпарал.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) Rпарал.нагр.** = ***20,000 Ом***

Для учета параллельного нагрузочного резистора необходимо рассмотреть положение выключателя генератора. Корректировка может быть эффективной только после того, как выключатель генератора будет включен. Для этой цели необходимо настроить дискретный входной сигнал **(_:2311:84) >Ген. Q ВКЛ.** в матрице ранжирования. Если этот вход является активным, параметр **Rпарал.нагр.** будет включен в расчет. Параметр **Rпарал.нагр.** эффективен только в том случае, если параметр **Rпар.нагр.подкл.** установлен равным ***да***.

Значение уставки можно определить только путем измерения во время ввода в эксплуатацию (см. главу *10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины*). Всегда начинайте ввод в эксплуатацию с отключенным параллельным нагрузочным резистором (**(_:2311:1) Rпар.нагр.подкл.** = ***нет***).

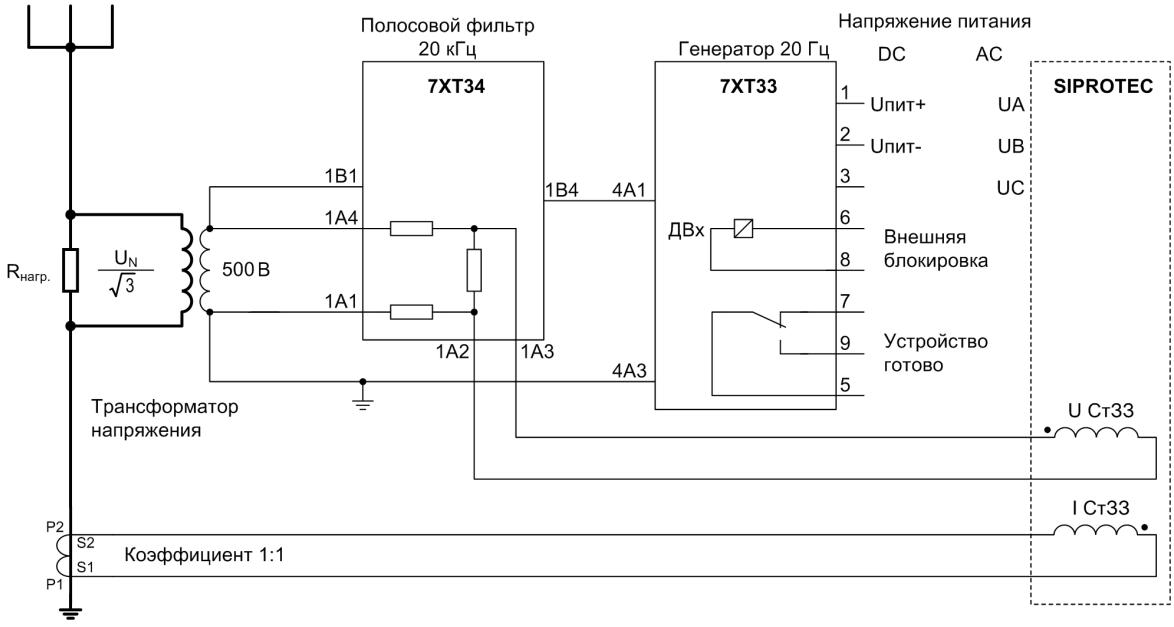
Параметр: Корр. Rпар.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:15) Корр. Rпар.нагр.** = ***0,000***

Параметр **Корр. Rпар.нагр.** устанавливает коэффициент, чтобы откорректировать параллельный нагрузочный резистор в зависимости от активной мощности. Значение уставки можно определить только путем измерения во время ввода в эксплуатацию (см. главу *10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины*). Всегда начинайте ввод в эксплуатацию с уставки по умолчанию = ***0,000***.

Применение: Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц) с первичным нагрузочным резистором

В некоторых генераторных установках в блочном соединении полное сопротивление нагрузки представлено непосредственно в точке нейтрали генератора, чтобы ослабить помехи. На следующем рисунке схема подключения с использованием генератора 20 Гц и полосового фильтра, включая защиту. Напряжение 20 Гц подводится к точке нейтрали генератора с помощью высоковольтного трансформатора напряжения и падает на первичном полном сопротивлении. В случае замыкания на землю ток заземления проходит через трансформатор тока, установленный в точке нейтрали. Функция защиты, помимо напряжения 20 Гц, обнаруживает и обрабатывает этот ток.



[dw_SGF 100, 20 Hz connection primary load resistor, 2, ru_RU]

Рисунок 6-139 Подключение защиты статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц) с первичным нагрузочным резистором

Используйте 2-полюсный изолированный трансформатор напряжения с низким первично-вторичным полным сопротивлением. Данный вариант применяется для частоты 20 Гц.

Первичное напряжение:	$U_{r,генератор}/\sqrt{3}$ (без насыщения до $U_{r,генератор}$)
Вторичное напряжение:	500 В
Напряжение питания в течение 20 с (50 Гц или 60 Гц):	3 кВА
Первично-вторичное полное сопротивление при 20 Гц:	$Z_{пв} < R_B$ (но не менее < 1000 Ом)
Возможный производитель:	Ritz Messwandlerbau Salomon-Heine Weg 72 D-20251 Hamburg

Поскольку коэффициент трансформации равен 1:1, выберите трансформатор тока с максимальным числом ампер-витков.

Установите трансформатор тока непосредственно в нейтральную точку на стороне заземления после нагрузочного резистора.

Тип:	5P10, 5P15 или 1FS10
Вторичный номинальный ток:	1 A
Коэффициент трансформации:	1 (1 A/1 A)

Во время испытания первичными величинами определите угол корректировки и контактное переходное сопротивление трансформатора напряжения. Установите определенные значения в параметрах **(_:2311:101) Угол коррекции** и **(_:2311:103) Перех.сопр. Rps**. Следующий коэффициент преобразования применим для сопротивлений (вторично-первичное и наоборот):

$$\text{Коэфф. Rст33 перв./вт.} = \frac{\text{Коэффициент}_U \cdot \text{Коэффициент}_{Делитель}}{\text{Коэффициент}_I}$$

[fo_SGF 100, 20 Hz conversion factor resistances, 2, ru_RU]

Пример:

Первичное полное сопротивление нагрузки:	R_B = 1250 Ом
Трансформатор напряжения:	(10,5 кВ/√3)/500 В
Резистивный делитель:	1650 Ом/660 Ом (5:2)
Трансформатор тока:	1 А/1 А

$$\text{Коэфф. Rст3З перв./вт.} = \frac{\frac{10.5\ \text{кВ}}{\sqrt{3}\cdot 500\ \text{В}}\cdot\frac{5}{2}}{\frac{1\ \text{А}}{1\ \text{А}}} = 30.3$$

[fo_SGF 100, 20 Hz deviation conversion factor resistances, 2, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Из-за наличия контактного переходного сопротивления R_{ps} вы не можете выполнить расчет с идеальным коэффициентом трансформации трансформатора напряжения. В результате этого возникнут большие отклонения параметра **(_:2311:110) Коэфф. Rст3З перв./вт.**. Siemens рекомендует измерять коэффициент трансформации с подачей напряжения 20 Гц во время останова системы. Задайте это значение с помощью параметра **(_:2311:110) Коэфф. Rст3З перв./вт.**.

6.8.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
R(20Гц)< 1				
_:17011:1	R(20Гц)< 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17011:2	R(20Гц)< 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:17011:3	R(20Гц)< 1:Пороговое значение		20,000 Ом до 700,000 Ом	100,000 Ом
_:17011:6	R(20Гц)< 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
R(20Гц)< 2				
_:17012:1	R(20Гц)< 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17012:2	R(20Гц)< 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17012:3	R(20Гц)< 2:Пороговое значение		20,000 Ом до 700,000 Ом	20,000 Ом
_:17012:6	R(20Гц)< 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

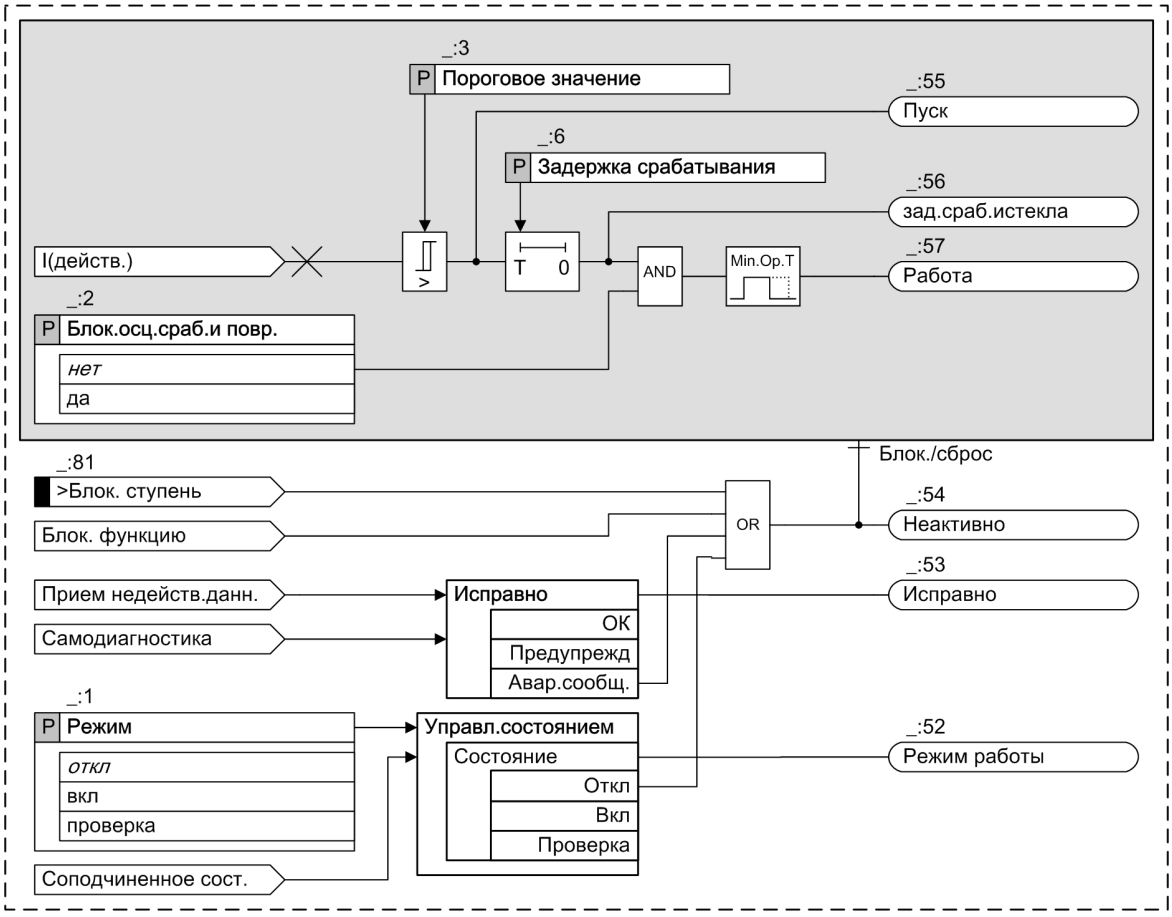
6.8.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
R(20Гц)< 1			
_:17011:81	R(20Гц)< 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17011:54	R(20Гц)< 1:Неактивно	SPS	O
_:17011:52	R(20Гц)< 1:Режим работы	ENS	O
_:17011:53	R(20Гц)< 1:Статус исправности	ENS	O
_:17011:55	R(20Гц)< 1:Пуск	ACD	O
_:17011:56	R(20Гц)< 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17011:57	R(20Гц)< 1:Работа	ACT	O
R(20Гц)< 2			
_:17012:81	R(20Гц)< 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:17012:54	R(20Гц)< 2:Неактивно	SPS	O
_:17012:52	R(20Гц)< 2:Режим работы	ENS	O
_:17012:53	R(20Гц)< 2:Статус исправности	ENS	O
_:17012:55	R(20Гц)< 2:Пуск	ACD	O
_:17012:56	R(20Гц)< 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17012:57	R(20Гц)< 2:Работа	ACT	O

6.8.5 Ступень I(действ.)

6.8.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_SGF 100, 20 Hz stage I, 3, ru_RU]

Рисунок 6-140 Логическая схема ступени I(действ.)>

Описание ступени

Ступень I(действ.)> является резервной ступенью для того случая, когда отключено питание 20 Гц. **Ступень I(действ.)>** является аналогом функции **Защита статора от замыканий на землю 90 %**.

Функция рассматривает всю комбинацию токов и вычисляет действующее значение тока (действ.), протекающего через нагрузочный резистор. Если ток превышает пороговое значение, выполняется срабатывание ступени.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможна следующая блокировка ступеней:

- Изнутри или извне через дискретный входной сигнал **>Блок. ступень** ступени или через внутренний входной сигнал **>Блок. функцию** общей функции.

6.8.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Используйте **ступень I(действ.)>** в качестве резервной ступени для **ступени R(20 Гц)<**. Настройте **ступень I(действ.)>** на диапазон защиты прибл. 80 %.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***0,400 A***

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значение для **ступени I(действ.)>**. Поскольку уставка 80 % от диапазона защиты является рекомендуемой, можно вывести значение уставки из максимального тока повреждения. Максимальный ток повреждения будет протекать в случае замыкания на землю на стороне клеммы. Используйте в качестве значения срабатывания 20 % от максимального тока повреждения.

$$\text{Пороговое значение} = 0.2 \cdot \frac{U_{\text{ном.втор.}}}{R_{\text{нагр}}} \cdot \frac{1}{\text{Коэффициент}_{\text{Автомат}}} = 0.2 \cdot \frac{500\ \text{В}}{10\ \text{Ом}} \cdot \frac{5\ \text{А}}{200\ \text{А}} = 0.25\ \text{А}$$

[fo_SGF 100, 20 Hz threshold value, 2, ru_RU]

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***1,00 c***

Параметр **Задержка срабатывания** позволяет установить задержку срабатывания **ступени I(действ.)>**. Установите то же время, которое вы установили для отключающей ступени **R(20 Гц)<**. Задержка отключения находится в диапазоне от ***0,30 c*** максимум до ***1,00 c***.

6.8.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
I(действ.)>1				
_:17041:1	I(действ.)>1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17041:2	I(действ.)>1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17041:3	I(действ.)>1:Пороговое значение	1 A при 1.6 Iном	0.020 A до 1.500 A	0.400 A
		5 A при 16 Iном	0.100 A до 7.500 A	2.000 A
_:17041:6	I(действ.)>1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.8.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
I(действ.)>1			
_:17041:81	I(действ.)>1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17041:54	I(действ.)>1:Неактивно	SPS	O
_:17041:52	I(действ.)>1:Режим работы	ENS	O
_:17041:53	I(действ.)>1:Статус исправности	ENS	O
_:17041:55	I(действ.)>1:Пуск	ACD	O
_:17041:56	I(действ.)>1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17041:57	I(действ.)>1:Работа	ACT	O

6.9 Защита статора от замыканий на землю по 3 гармонике

6.9.1 Обзор функций

Функция **Защита статора от замыканий на землю с 3-ей гармоникой**:

- Обнаружение замыканий статора на землю в точке нейтрали генератора (от 10% до 25 %)
- Используется для генераторов в блочном соединении
- Оценивает 3-ю гармонику напряжения смещения (3-я гармоника в напряжении нулевой последовательности)
- Может использоваться только в том случае, если в напряжении генератора присутствуют достаточные величины 3-й гармоники

100 % защита от замыкания на землю статора может быть реализована в сочетании с функцией **Защита статора от замыканий на землю 90 %**.

Функция **Защита статора от замыканий на землю с третьей гармоникой** может использовать 3 типа ступеней для обработки напряжения нулевой последовательности:

- **U0 3-я гарм. <**: Защита от минимального напряжения с третьей гармоникой, с точкой измерения в точке нейтрали генератора
- **U0 3-я гарм. >**: Защита от максимального напряжения с третьей гармоникой, с точкой измерения на выводе генератора
- **ΔU0 3-я гарм. >**: Дифференциальная защита по напряжению с 3-й гармоникой, с точками измерения в точке нейтрали генератора и на выводе генератора

6.9.2 Структура функции

Функция **Защита от замыканий статора на землю с третьей гармоникой** используется в функциональных группах защиты, которые предоставляют доступ к измеренным значениям напряжения. Предпочтительной функциональной группой для защиты генераторов является функциональная группа **Статор генератора**. Эта функция предварительно сконфигурирована с помощью функционального блока **Общие данные** и ступени защиты от минимального напряжения с 3-й гармоникой (**U0 3-я гарм. <**).

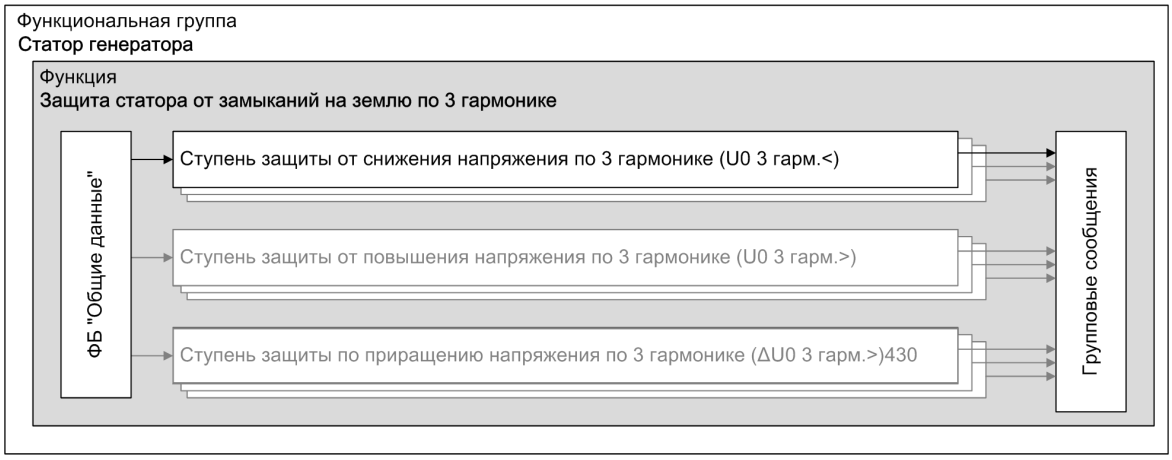
В функции могут работать следующие ступени:

- 1 функциональный блок **Общие данные**
- 3 ступени защиты от снижения напряжения по 3-й гармонике **(U0 3-я гарм. <**).
- 3 ступени защиты от повышения напряжения по 3-й гармонике **(U0 3-я гарм. >**).
- 3 ступени защиты по приращению напряжения по 3-й гармонике **(ΔU0 3-я гарм. >**).

Функциональный блок **Общие данные** работает во всех ступенях.

Выходная логика для групповых сообщений генерирует следующие сообщения для функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Работа



[dw_SGF 3rd harm structure, 2, ru_RU]

Рисунок 6-141 Структура/реализация функции

Выбор типа ступени

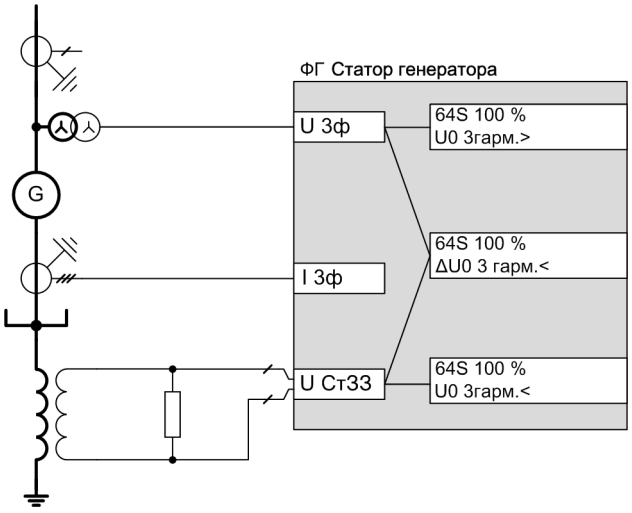
Тип ступени, с которым работает функция **Защита статора от замыканий на землю U0 с 3-ей гармоникой**, зависит от того, как обнаружено напряжение смещения (напряжение нулевой последовательности U0):

- **U0 3-я гарм. <**:
  При измерении напряжения смещения в точке нейтрали генератора
- **U0 3-я гарм. >**:
  При измерении напряжения смещения на выводе генератора
- **ΔU0 3-я гарм. >**:
  При оценке 3-й гармоники в напряжение нулевой последовательности в точке нейтрали и на выводе генератора

То, какие типы ступеней выполняют обработку каких значений напряжения нулевой последовательности, зависит от следующих факторов:

- Тип подключения трехфазного трансформатора напряжения (см. также главу *6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U 3ф)*)
- Значение уставки общего параметра **`Uстат33 подключено к`** функциональной группы **Статор генератора**

На следующем рисунке показано возможное назначение типов ступеней в точках измерения функциональной группы **Статор генератора**:



[dw_SGF 3rd harm application-generator, 2, ru_RU]

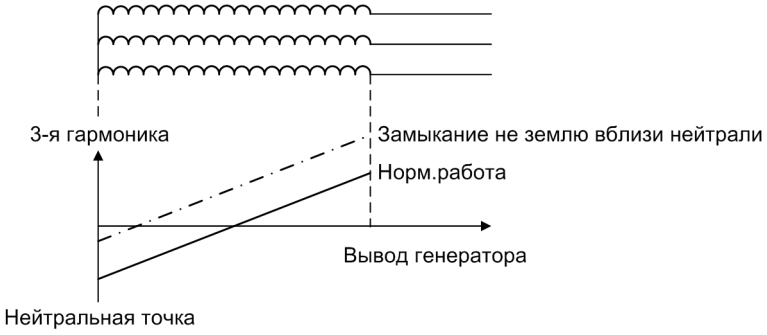
Рисунок 6-142 Возможное назначение типов ступени для точек измерения функциональной группы «Статор генератора»

6.9.3 Общая функциональность

6.9.3.1 Описание

Функционирование

Третья гармоника будет более или менее отличаться для каждой машины. Это зависит от формы полюса. Если в обмотке статора генератора возникает замыкание на землю, то коэффициент деления паразитных емкостей изменяется, поскольку при повреждении происходит замыкание нескольких емкостей. Значение третьей гармоники, измеряемой в точке нейтрали, уменьшается, а значение 3-ей гармоники, измеряемой на выводе генератора, увеличивается (см. следующий рисунок). Третья гармоника образует систему с нулевой последовательностью и поэтому может быть определена трансформатором напряжения в соединении звезда-треугольник или путем вычисления нулевого напряжения системы на основе фазных напряжений.



[dw_SGF 3rd harm stator winding, 2, ru_RU]

Рисунок 6-143 Направление 3-й гармоники вдоль обмотки статора

Амплитуда 3-й гармоники зависит от рабочей точки генератора, т.е. она является функцией активной и реактивной мощности (P, Q). Для повышения безопасности рабочий диапазон защиты статора от замыкания на землю ограничен. Если генератор работает в допустимом диапазоне напряжений (предел минимального напряжения), то можно измерить третью гармонику. Поэтому функция защиты не будет включена до тех пор, пока не будет превышена минимальная активная мощность и минимальное напряжение.

Метод измерения

Амплитуда третьей гармоники в измеряемой величине представляет критерий срабатывания. Третья гармоника определяется цифровой фильтрацией за 2 системных периода, исходя из измеренного напряжения смещения или из рассчитанного напряжения нулевой последовательности.

Помимо прочего, используемые измеренные переменные зависят от типа подключения функциональной группы **Статор генератора**. Параметр общей функциональной группы **UстатЗЗ подключено к** позволяет определить, какая точка измерения подключена на входе **UСт3З** функциональной группы **Статор генератора**.

Доступны следующие варианты:

- ***Нейтр.точка тр-ра***:

  Вход **UСт3З** функциональной группы **Статор генератора** подключен к трансформатору напряжения в точке нейтрали генератора.

- ***разомкн.треуг.***:

  Вход **UСт3З** функциональной группы **Статор генератора** подключен к обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, на выводе генератора.

- ***не подключен***:

  Вход **UСт3З** функциональной группы **Статор генератора** не подключен к трансформатору напряжения.

В зависимости от типа подключения трансформатора напряжения доступны различные входные переменные. Ступени могут обрабатывать следующие входные переменные:

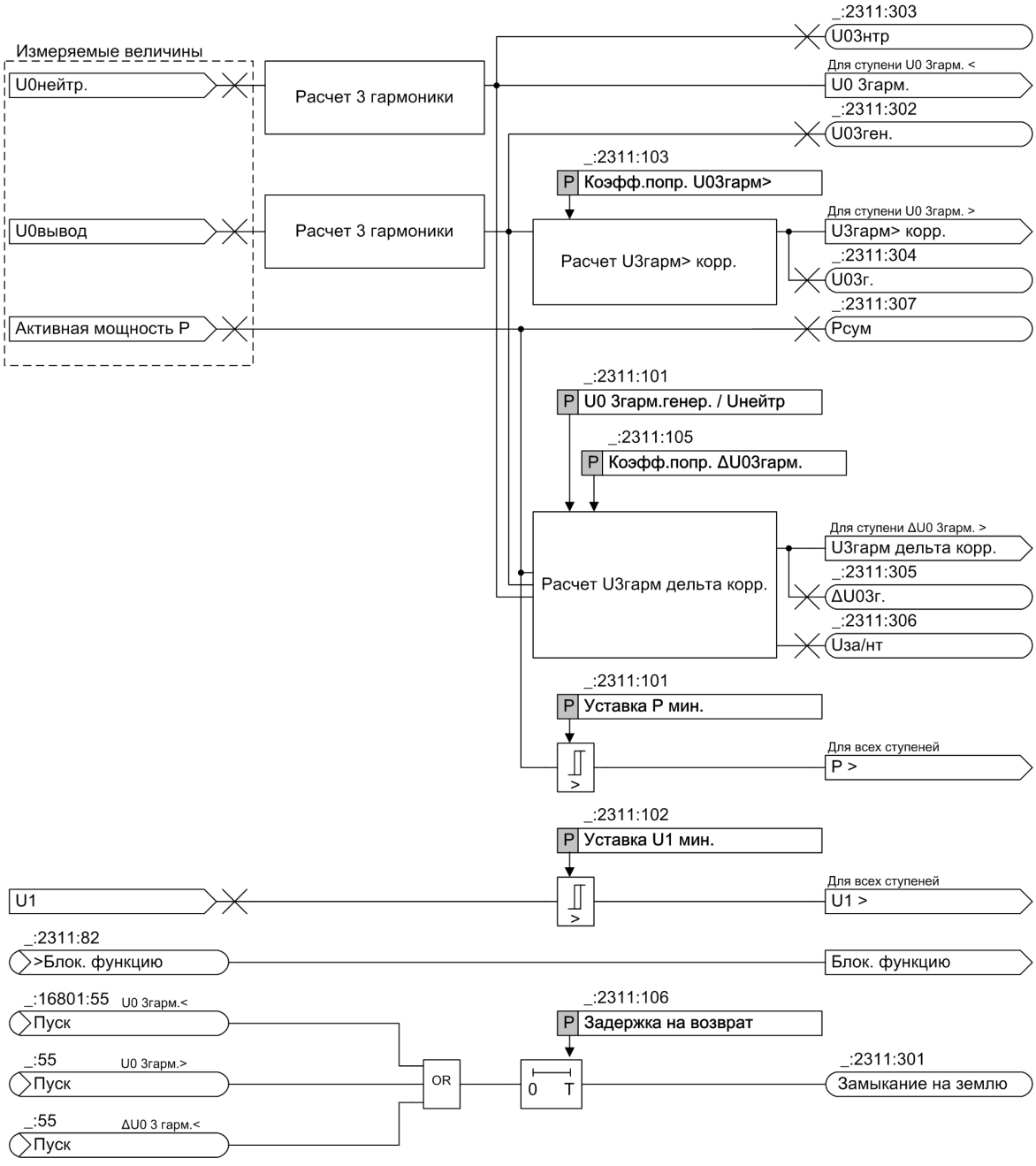
- Измеренное напряжение смещения в точке нейтрали генератора
- Измеренное напряжение смещения на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник
- Расчетное нулевое напряжение

То, какими ступенями будут обрабатываться какие значения нулевого напряжения, зависит от типа соединения трансформатора напряжения (см. также главу *6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U 3ф)*) и значения параметра **UстатЗЗ подключено к** .

В следующей таблице показано, какой тип ступени можно использовать в зависимости от настройки параметра **UстатЗЗ подключено к**:

Тип ступени	Параметр: **UстатЗЗ подключено к** = ***Нейтр.точка тр-ра***	Параметр: **UстатЗЗ подключено к** = ***разомкн.треуг.***	Параметр: **UстатЗЗ подключено к** = ***Не подключен***
U0 3-я гарм. >:	X	X	X
U0 3-я гарм. <:	X	–	–
ΔU0 3-я гарм. >:	X	–	–

Логика



[lo_SGF 3rd harm V0 general, 2, ru_RU]

Рисунок 6-144 Логическая схема функционального блока «Общие данные»

Соответствующие разделы

Дополнительную информацию можно найти в указаниях по вводу уставок для функциональной группы **Статор генератора** *5.1.4.3 Указания по применению и вводу уставок*.

6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Уставка P мин., Уставка U1 мин.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Уставка P мин.** = ***40,0 %***
- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Уставка U1 мин.** = ***46,000 В***

Параметры **Уставка P мин.** и **Уставка U1 мин.** определяют рабочую область функции **Защита статора от замыканий на землю с третьей гармоникой**. Измеряемые 3-и гармоники в значительной степени зависят от рабочей точки генератора. Эта функция работает выше установленных пороговых значений. Siemens рекомендует следующие уставки:

Наименование параметра	Уставка
Уставка P мин.	40 % $P/S_{ном, Генератор}$
Уставка U1 мин.	80 % $U_{ном}/\sqrt{3}$

ПРИМЕЧАНИЕ

Напряжение прямой последовательности связано только с фазными переменными!

Параметр: Коэфф.попр. U03гарм>

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Коэфф.попр. U03гарм>** = ***0,000 В***

Параметр **Коэфф.попр. U03гарм>** позволяет учесть зависимость активной мощности ступени **U0 3-я гарм. >**.

Дополнительная информация приведена в главе *6.9.5.2 Указания по применению и вводу уставок* для ступени **U0 3-я гарм. >**.

Параметр: U0 3гарм.генер./UN

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) U0 3гарм.генер./UN** = ***1,00***

Параметр **U0 3гарм.генер./UN** устанавливает отношение напряжения на выводе генератора к напряжению смещения в точке нейтрали.

Дополнительная информация приведена в главе *6.9.6.2 Указания по применению и вводу уставок* для ступени **ΔU0 3-я гарм. >**.

Параметр: Коэфф.попр. ΔU03гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Коэфф.попр. ΔU03гарм.** = ***0,000 В***

Параметр **Коэфф.попр. ΔU03гарм.** позволяет улучшить расчетное значение ступени **ΔU0 3-я гарм. >** в зависимости от мощности. В результате при необходимости можно повысить чувствительность ступени **ΔU0 3-я гарм. >**. Если чувствительность является достаточной, можно сохранить настройку по умолчанию ***0,000 В***.

Дополнительная информация приведена в главе *6.9.6.2 Указания по применению и вводу уставок* для ступени **ΔU0 3-я гарм. >**.

6.9.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Уставка P мин.		0.0 % до 100.0 %	40.0 %
_:2311:102	Общие данные:Уставка U1 мин.		0.300 В до 200.000 В	46.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:103	Общие данные:Коэфф.попр. U03гарм>		0.000 В до 40.000 В	0.000 В
_:2311:104	Общие данные:U0 3гарм.генер./UN		0.10 до 10.00	1.00
_:2311:105	Общие данные:Коэфф.попр. ΔU03гарм.		- 40.000 В до 40.000 В	0,000 В
_:2311:106	Общие данные:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

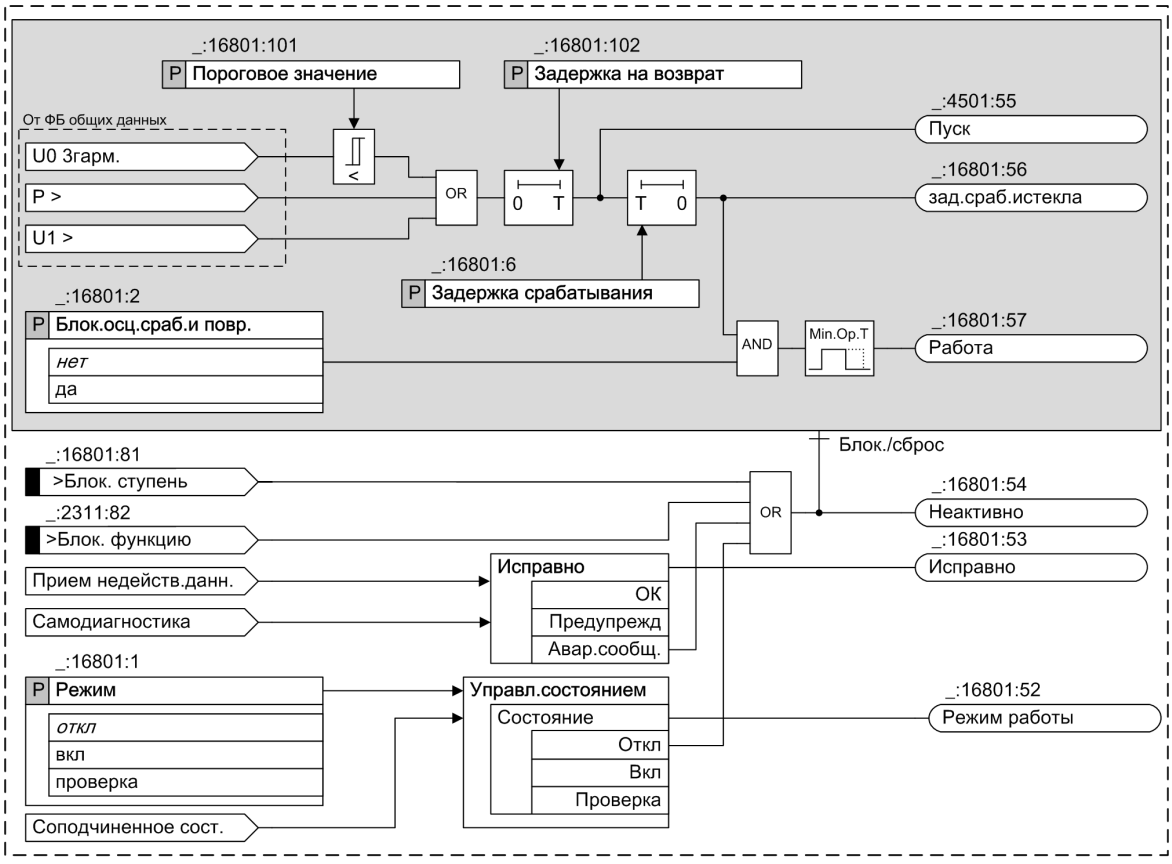
6.9.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:Замыкание на землю	ACD	O
_:2311:302	Общие данные:U03ген.	MV	O
_:2311:303	Общие данные:U03нтр	MV	O
_:2311:304	Общие данные:U03г.	MV	O
_:2311:305	Общие данные:ΔU03г.	MV	O
_:2311:306	Общие данные:Uза/нт	MV	O
_:2311:307	Общие данные:Рсум	MV	O

6.9.4 Ступень U0 3гарм.<

6.9.4.1 Описание

Логика



[lo_SGF 3rd harm V0<, 2, ru_RU]

Рисунок 6-145 Логическая схема ступени U0 3-я гарм. <

Вариант применения/тип подключения

Ступень работает только в том случае, если напряжение смещения измеряется через однофазный измерительный вход **UСтЗЗ** непосредственно в точке нейтрали генератора (параметр **`UстатЗЗ подключено к`** = ***`Нейтр.точка тр-ра`*** в функциональной группе **Статор генератора**).

Siemens рекомендует использовать следующие типы трансформаторов напряжения (параметр **`Подключение TH`**):

- ***`3 фазн.напр. + UN`***
- ***`3 фазн.напр.`***

Замыкание на землю в точке нейтрали приводит к уменьшению измеренной третьей гармоники по сравнению с нормальным режимом работы.

Предпочтительным вариантом применения является использование ступени защиты от минимального напряжения **U0 3-я гарм. <** в функции **Защита от замыканий статора на землю с третьей гармоникой**.

Измеренное значение ступени

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
(_:2311:303) U03нтр	UN 3-й гарм., измеренное в точке нейтрали генератора	В	В	$U_{ном,\ генератор}/\sqrt{3}$

6.9.4.2 Указания по применению и вводу уставок

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете использовать ступень защиты от минимального напряжения **U0 3. Гарм. <** только в том случае, если напряжение смещения измеряется непосредственно в точке нейтрали генератора!

Обратите внимание на условия выключения в зависимости от напряжения прямой последовательности и активной мощности.

Соблюдайте указания в главе *6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок*!

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:16801:101) Пороговое значение** = ***1,000 В***

Параметр **Пороговое значение** позволяет установить значение срабатывания ступени **U0 3-я гарм. <**.

Определите значение уставки с помощью первичной проверки. Обратите внимание на следующее:

- Считайте функциональное измеренное значение *(_:2311:303) U03нтр* в различных рабочих условиях, например, для более низкого порога активной мощности и при работе с повышенной нагрузкой. Установите параметр **Пороговое значение** равным прибл. 50% при наименьшей измеренной величине.
- Задайте параметр **Пороговое значение** равным значению не менее 0,500 В вторичного, так как в противном случае может возникнуть перегрузка.
- Если 3-я гармоника слишком мала, вы не можете использовать ступень защиты от минимального напряжения **U0 3-я гарм. <**. Минимальное значение уставки 0,3 В представляет собой нижний уровень.

ПРИМЕЧАНИЕ

Соблюдайте указания в главе *6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок*!

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:16801:102) Задержка на возврат** = ***0,00 с***

Этот параметр позволяет задать Задержка на возврат ступени.

Чтобы избежать «дребезга» функции в случае небольших пороговых значений, можно установить задержку времени возврата для срабатывания. Это можно увидеть только при вводе в эксплуатацию, если это необходимо.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:16801:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 с***

Этот параметр позволяет задать Задержка срабатывания ступени. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

6.9.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U0 3 гарм.< 1				
_:16801:1	U0 3 гарм.< 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:16801:2	U0 3 гарм.< 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:16801:101	U0 3 гарм.< 1:Порого-вое значение		0.300 В до 100.000 В	1.000 В
_:16801:102	U0 3 гарм.< 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:16801:6	U0 3 гарм.< 1:Задержка срабаты-вания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

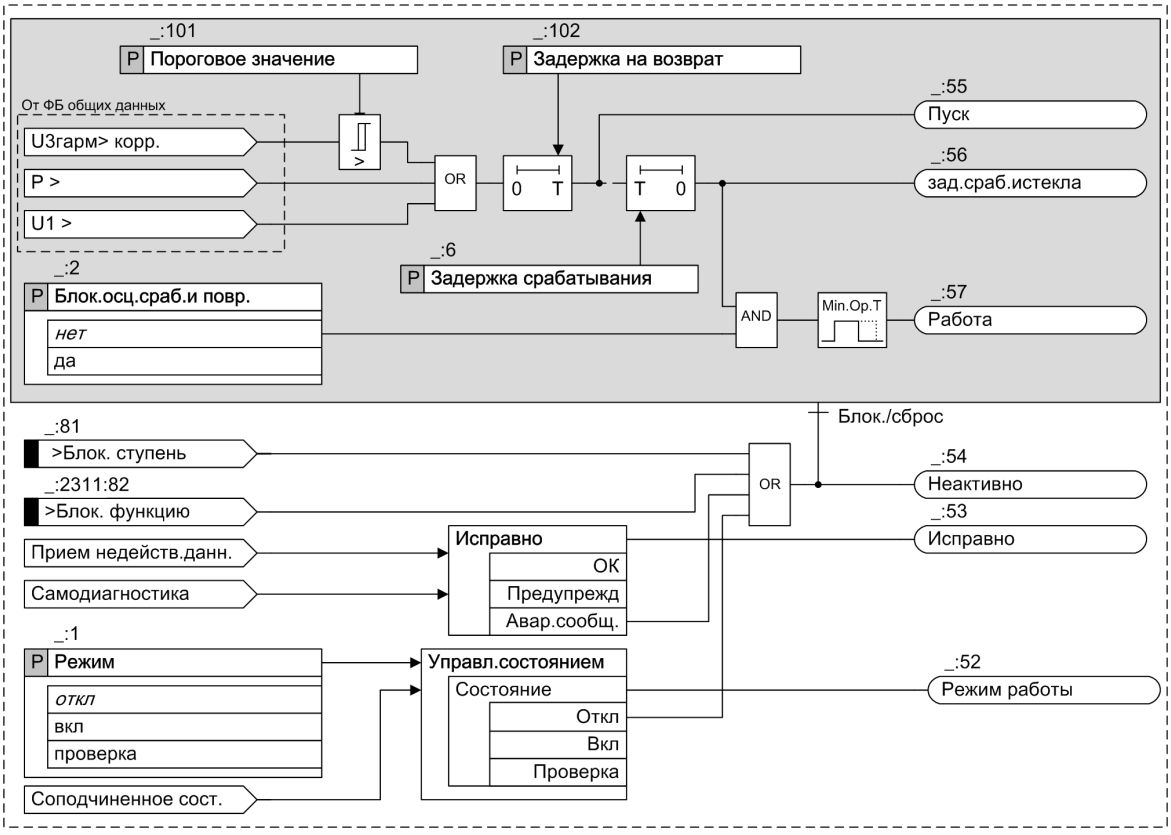
6.9.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U0 3 гарм.< 1			
_:16801:81	U0 3 гарм.< 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:16801:54	U0 3 гарм.< 1:Неактивно	SPS	O
_:16801:52	U0 3 гарм.< 1:Режим работы	ENS	O
_:16801:53	U0 3 гарм.< 1:Статус исправности	ENS	O
_:16801:55	U0 3 гарм.< 1:Пуск	ACD	O
_:16801:56	U0 3 гарм.< 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:16801:57	U0 3 гарм.< 1:Работа	ACT	O

6.9.5 Ступень U0 3гарм.>

6.9.5.1 Описание

Логика



[lo_SGF 3rd harm V0>, 2, ru_RU]

Рисунок 6-146 Логическая схема ступени U0 3-я гарм. >

Вариант применения/тип подключения

Эта ступень работает только в том случае, если напряжение смещения измеряется на обмотке трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник, или нулевое напряжение рассчитывается по напряжению, измеренному на 3 клеммах.

Siemens рекомендует использовать следующие типы трансформаторов напряжения (параметр **`Подключение TH`**):

- ***`3 фазн.напр. + UN`***
- ***`3 фазн.напр.`***

Замыкание на землю в точке нейтрали в случае измерения на выводе генератора приводит к увеличению измеренной третьей гармоники по сравнению с нормальным режимом работы.

Измеренные значения ступени

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
(_:2311:302) U03ген.	UN 3-й гарм., измеренное на выводе генератора	В	В	$U_{ном, генератор}/\sqrt{3}$
(_:2311:304) U03г.	U0 3-й гарм., измеренное на выводе генератора, откорректированное	В	В	$U_{ном, генератор}/\sqrt{3}$
(_:2311:307) Рсум	Активная мощность в % от номинальной мощности	МВТ	ВТ	Номинальная полная мощность $S_{ном}$

6.9.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Поскольку 3-я гармоника сильно зависит от активной мощности, установленное пороговое значение корректируется по измеренной активной мощности. На величину корректировки влияют следующие параметры.

Параметр: Коэфф.попр. U03гарм>

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Коэфф.попр. U03гарм>** = *0,000*

Параметр **Коэфф.попр. U03гарм>** позволяет корректировать значение срабатывания ступени **U0 3-я гарм. >** в зависимости от активной мощности.

Параметр можно найти в функциональном блоке **Общие данные** (см. также главу *6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок*).

Вы можете откорректировать 3-ю гармонику нулевого напряжения, измеренную на выводе генератора (= измеренное значение *U03ген.*) в зависимости от активной мощности с параметром **Коэфф.попр. U03гарм>**. Таким образом, вы достигаете чувствительности более высокой ступени. Вы можете проверить скорректированное значение в функциональном измеренном значении *U03г.*.

Ступень **U03. Гарм >** вычисляет фактическое значение для срабатывания на основе следующей формулы:

$$\text{U3гарм} > \text{ корр.} = \text{ Измеряемая величина} + \frac{\text{Коэфф. попр.}\,\Delta\text{U03гарм.}>}{100\ \%} \cdot (100\ \% - \text{Р сум})$$

[fo_SGF 3rd harm V0> correction factor, 2, ru_RU]

где:

U3H> *корр.*	Значение, используемое внутри устройства для срабатывания (= измеренное значение *U03г.*)
Измеренное значение	Измеренное значение ступени **U03.гарм >** (= измеренное значение *U03ген.*)
Коэфф.попр. U03гарм>	Коэффициент коррекции для вычисления внутреннего порогового значения устройства для ступени **U0 3-я гарм. >** в [В/%]
Рсум	Измеренная активная мощность в [%]

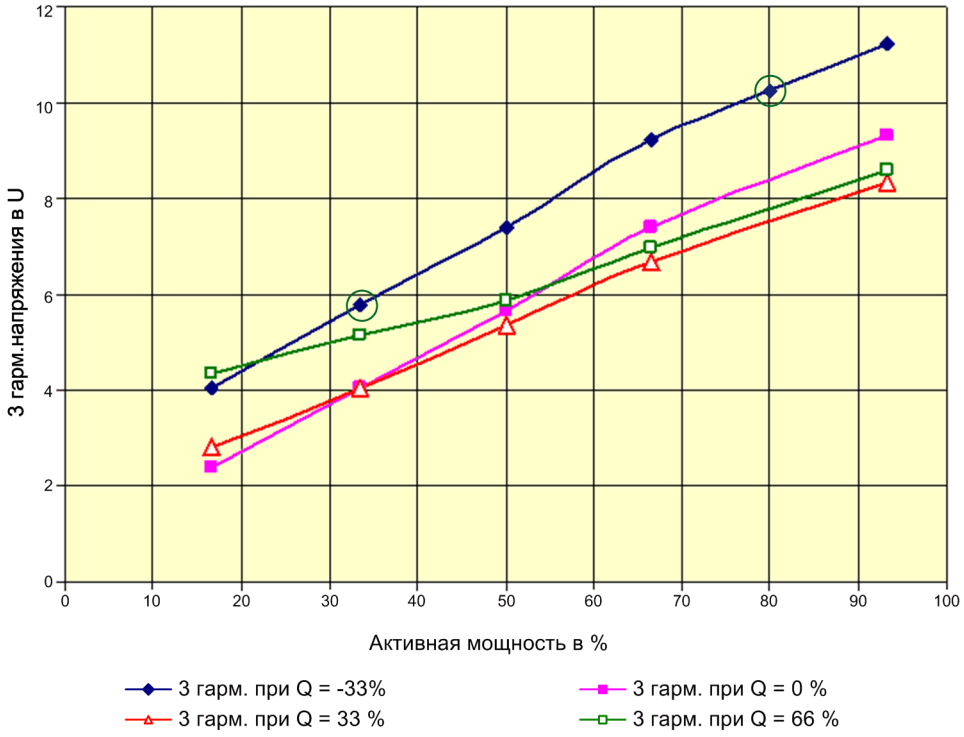
Определите поправочный коэффициент при вводе в эксплуатацию следующим образом:

- Измерьте третью гармонику для разных активных мощностей. Для этого используйте функциональные измеренные значения.
- Siemens рекомендует уставку со вторичными значениями.
- Чтобы обеспечить надлежащее действие корректировки мощности, используйте отображаемую процентную активную мощность для функциональных измеренных значений.

$$\text{Коэфф. попр. U03гарм} > = \frac{\text{U03ген.}_1 - \text{U03ген.}_2}{\text{Р сум}_1 - \text{Р сум}_2}$$

[fo_SGF 3rd harm V0> correction factor power, 2, ru_RU]

На следующем рисунке показан пример измерений на генераторе. Зависимость 3-й гармоники напряжения определяется на основе активной мощности, для работы при недостаточном или избыточном возбуждении (влияние реактивной мощности).



[dw_SGF 3rd harm V0> active power, 2, ru_RU]

Рисунок 6-147 3-я гармоника напряжения (вторичного) в зависимости от активной мощности (реактивная мощность в качестве параметра)

На *Рисунок 6-147* показано, что наклоны характеристик почти идентичны. Вычислите поправочный коэффициент по отмеченным значениям верхней характеристики:

Величина	Активная мощность $P/S_{ном, генератор}$ [%]	3-я гармоника U0 [В]
1	80	10,4
2	34	5,8

Поправочный коэффициент рассчитывается следующим образом:

$$\text{Коэфф. попр. U03гарм} >= \frac{10.4\ \text{В} - 5.8\ \text{В}}{80\ \% - 34\ \%} \cdot 100\ \% = 10.0\ \text{В}$$

[fo_SGF 3rd harm V0> correction factor active power, 2, ru_RU]

Установите значение параметра **Коэфф.попр. U03гарм>** = ***10,000 В***.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пороговое значение** = ***10,000 В***

Параметр **Пороговое значение** позволяет установить значение срабатывания ступени **U0 3-я гарм. >**.

Необходимо также экстраполировать пороговое значение ступени (**U0 3-я гарм. >**) до 100 % активной мощности.

Для определения значения срабатывания возьмите наибольшее измеренное значение. На *Рисунок 6-147* это самое большое отмеченное значение на верхней характеристике. Экстраполируйте это значение для активной мощности 100 % $S_{ном. устр}$. Согласно *Рисунок 6-147*, измерение 3-й гармо-

ники составляет 10,4 В при активной мощности 80 % и в режиме перевозбуждения. При коэффициенте запаса, например, k = 1,1, пороговое значение ступени рассчитывается следующим образом:

$$\text{Пороговое значение} = \text{Измеряемые величины U0 3гарм.} > \cdot \frac{100\ \%}{\text{P сум}_1} \cdot \text{k} = \frac{10.4\ \text{В} \cdot 100\ \%}{80\ \%} \cdot 1.1 = 14.3\ \text{В}$$

[fo_SGF 3rd harm V0> threshold, 2, ru_RU]

Если вы используете корректировку в зависимости от мощности, установите значение 14,3 В.

Если вы не используете корректировку в зависимости от мощности, определите значение уставки для **Пороговое значение** следующим образом:

- Умножьте максимальное измеренное значение третьей гармоники на максимальную активную мощность с коэффициентом запаса.
- Например, в качестве максимальной активной мощности предполагается значение $P_{макс}$ = 80 %. Таким образом, получается следующий расчет: **Пороговое значение** = 10,4 В · 1,1 = 11,44 В.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:102) Задержка на возврат** = ***0,00 с***

Параметр устанавливает **Задержка на возврат** для ступени.

Чтобы избежать «дребезга» функции в случае небольших пороговых значений, можно установить задержку времени возврата для срабатывания. Это можно увидеть только при вводе в эксплуатацию, если это необходимо.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 с***

Параметр устанавливает **Задержка срабатывания** для ступени.

6.9.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U0 3 гарм.> #				
_:1	U0 3 гарм.> #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	U0 3 гарм.> #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	U0 3 гарм.> #:Пороговое значение		0.300 В до 100.000 В	10.000 В
_:102	U0 3 гарм.> #:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	U0 3 гарм.> #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.9.5.4 Список сообщений

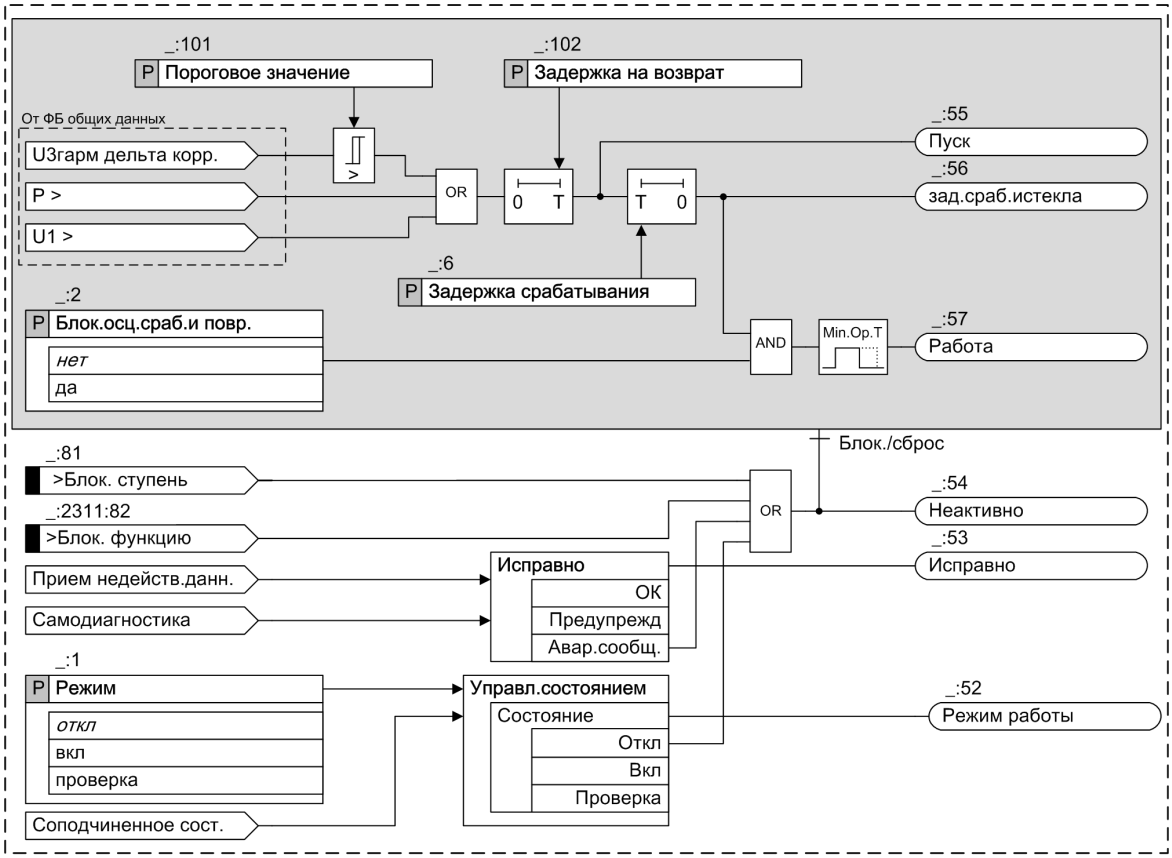
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U0 3 гарм.> #			
_:81	U0 3 гарм.> #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	U0 3 гарм.> #:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:52	U0 3 гарм.> #:Режим работы	ENS	O
_:53	U0 3 гарм.> #:Статус исправности	ENS	O
_:55	U0 3 гарм.> #:Пуск	ACD	O
_:56	U0 3 гарм.> #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	U0 3 гарм.> #:Работа	ACT	O

6.9.6 Ступень ΔU0 3гарм.>

6.9.6.1 Описание

Логика



[lo_SGF 3rd harm V0 delta, 2, ru_RU]

Рисунок 6-148 Логическая схема ступени U0 3-я гарм. Дельта

Вариант применения/тип подключения

В случае использования разностного метода измерение 3-ей гармоники выполняется в нейтрали и на выводе генератора. Таким образом, достигается более высокая чувствительность функции. Это уменьшает влияние активной мощности на метод измерения. Напряжение смещения измеряется непосредственно в точке нейтрали генератора и доступно через вход **UCт3З** функциональной группы **Статор генератора**. Напряжение нулевой последовательности измеряется или рассчитывается на выводе генератора, на основе фазного напряжения. Необходимо использовать трехфазный трансформатор напряжения. Наличие 3-й гармоники определяется по обоим напряжениям и оценивается с помощью разностного метода.

Siemens рекомендует использовать следующие типы трансформаторов напряжения (параметр **Подключение TH**):

- ***3 фазн.напр. + UN***
- ***3 фазн.напр.***

Разностный метод вычисляет разницу 3-й гармоники на основе следующей формулы:

$$U03гарм >= U0\ 3гарм._{Вывод} - c \cdot U0\ 3гарм._{нейтр}$$

[fo_SGF 3rd harm V0 delta correction factor, 2, ru_RU]

где:

ΔU3H>	3-я гармоника разностного напряжения (= измеренное значение *ΔU03г.*)
U0 3.гарм$_{вывод}$	3-я гармоника из системы с нулевой последовательностью для вывода генератора (= измеренное значение *U03ген.*, определяется из рассчитанного или измеренного напряжения нулевой последовательности)
UN 3-я гарм$_{точка\ нейтр.}$	3-я гармоника напряжения смещения в точке нейтрали (= измеренное значение *U03нтр*)
c	Поправочный коэффициент = параметр **U0 3гарм.генер./UN**

Поскольку в случае повреждения 3-я гармоника в точке нейтрали снижается, а 3-я гармоника на выводе увеличивается, то этот критерий считается более чувствительным, чем критерии, упомянутые ранее.

Измеренные значения ступени

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
(_:2311:302) U03ген.	UN 3-й гарм., измеренное на выводе генератора	В	В	$U_{ном,\ генератор}/\sqrt{3}$
(_:2311:303) U03нтр	UN 3-й гарм., измеренное в точке нейтрали генератора	В	В	$U_{ном,\ генератор}/\sqrt{3}$
(_:2311:305) ΔU03г.	Расчетное измеренное значение для ступени U0 3-я гарм. Дельта	В	В	$U_{ном,\ генератор}/\sqrt{3}$
(_:2311:306) Uза/нт	Коэффициент UN 3-й гарм. вывод/нейтраль генератора	–	–	–
(_:2311:307) Pсум	Активная мощность в % от номинальной мощности	МВТ	ВТ	Номинальная полная мощность $S_{ном}$

6.9.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: U0 3гарм.генер./UN

- Уставка по умолчанию **U0 3гарм.генер./UN** = ***1,000***

Параметр **U0 3гарм.генер./UN**, позволяет корректировать влияние разной величины 3-й гармоники, измеренной на выводе генератора и в точке нейтрали генератора. Напряжение на выводе больше, чем напряжение в точке нейтрали.

Параметр можно найти в функциональном блоке **Общие данные** (см. также главу *6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок*).

Определите поправочный коэффициент **c** (**U0 3гарм.генер./UN**) следующим образом:

- Проведите измерение при максимально возможной активной мощности, например, при номинальных рабочих условиях.
- Считайте функциональное измеренное значение *Uза/нт* . Установите параметр **U0 3гарм.генер./UN** равным считанному измеренному значению функции.

Параметр: Коэфф.попр. ΔU03гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Коэфф.попр. ΔU03гарм.** = ***0,000 В***

Параметр **Коэфф.попр. ΔU03гарм.** позволяет корректировать расчетное значение ступени **Δ U0 3-я гарм. >** в зависимости от активной мощности. В результате вы можете дополнительно повысить чувствительность ступени, если это необходимо. Если чувствительность является достаточной, вы можете сохранить предварительную уставку ***0,000 В***.

Параметр можно найти в функциональном блоке **Общие данные** (см. также главу *6.9.3.2 Указания по применению и вводу уставок*).

Определите поправочный коэффициент следующим образом:

- Измерьте третью гармонику для разных активных мощностей. Используйте функциональные измеренные значения для 3-й гармоники напряжения смещения, измеренного на клеммах и в точке нейтрали.

  Siemens рекомендует уставку со вторичными значениями. Чтобы обеспечить надлежащее действие корректировки мощности, используйте отображаемую процентную активную мощность для функциональных измеренных значений.

$$\text{Коэфф.попр.U03гарм} >= \frac{(\text{U0 3гарм.генер.}_2 - \text{U0 3гарм.генер.}_1) - c \cdot (\text{UN}_2 - \text{UN}_1)}{\text{P сум}_1 - \text{P сум}_2} \cdot 100\ \%$$

[fo_SGF 3rd harm delta correction factor, 2, ru_RU]

Коэффициент **c** представляет значение уставки параметра **U0 3гарм.генер./UN** (см. примечания для параметра).

Вы можете считать коэффициент **c** непосредственно в функциональном измеренном значении *Uза/нт*. В примере, *Uза/нт* = **U0 3гарм.генер./UN** = 1,622.

Вели-чина	Активная мощность P/ $S_{ном}$ [%]	3-я гармоника U0 Вывод генератора [В]	3-я гармоника U0 Нейтральная точка генератора [В]
1	80	10,4	3,7
2	34	5,8	2,1

Используя значения примера из таблицы, можно вычислить параметр **Коэфф.попр. ΔU03гарм.** следующим образом:

$$\text{Коэфф.попр.}\Delta\text{U03гарм.} >= \frac{(5.8\ \text{В} - 10.4\ \text{В}) - 1.622 \cdot (2.1\ \text{В} - 3.7\ \text{В})}{80\ \% - 34\ \%} \cdot 100\ \%$$

[fo_SGF 3rd harm delta correction factor example 01, 2, ru_RU]

$$\text{Коэфф.попр.}\Delta\text{U03гарм.} >= \frac{-4.6\ \text{В} - 1.622 \cdot (-1.6\ \text{В})}{46\ \%} \cdot 100\ \% = -4.36\ \text{В}$$

[fo_SGF 3rd harm delta correction factor example 02, 2, ru_RU]

Установите значение параметра **Коэфф.попр. ΔU03гарм.** = -4,36 В.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пороговое значение** = ***3,000 В***

Параметр **Пороговое значение** позволяет установить значение срабатывания ступени **ΔU0 3-я гарм. >**.

Если вы определили и задали параметр **U0 3гарм.генер./UN** и, при необходимости, поправочный коэффициент **Коэфф.попр. ΔU03гарм.**, вы можете использовать первичную проверку, чтобы определить уставку для **Пороговое значение**. Функциональное измеренное значение *ΔU03г.* показывает вычисленную разность напряжений. Установите параметр **Пороговое значение** примерно в два раза

больше измеренных значений разностного напряжения, отображаемого при различных условиях эксплуатации.

Задаваемое значение уставки **Пороговое значение** зависит от значения параметра **U0 3гарм.генер./UN** следующим образом:

- Для коэффициента c ≤ 4 применимо следующее:
  Параметр **Пороговое значение** ступени **ΔU0 3-я гарм. >**, деленный на коэффициент c, не должен опускаться ниже 100 мВ.
- Для всех остальных коэффициентов c применяется следующее:
  Параметр **Пороговое значение** ступени **ΔU0 3-я гарм. >**, деленный на коэффициент c, не должен опускаться ниже 300 мВ.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **Задержка на возврат** = ***0,00 c***

Параметр устанавливает **Задержка на возврат** для ступени.

Чтобы избежать «дребезга» функции в случае небольших пороговых значений, можно установить задержку времени возврата для срабатывания. Это можно увидеть только при вводе в эксплуатацию, если это необходимо.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **Задержка срабатывания** = ***0,50 c***

Параметр устанавливает **Задержка срабатывания** для ступени.

6.9.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ΔU0 3 гарм.> #				
_:1	ΔU0 3 гарм.> #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	ΔU0 3 гарм.> #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	ΔU0 3 гарм.> #:Пороговое значение		0.300 В до 100.000 В	3.000 В
_:102	ΔU0 3 гарм.> #:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	ΔU0 3 гарм.> #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.9.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ΔU0 3 гарм.> #			
_:81	ΔU0 3 гарм.> #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	ΔU0 3 гарм.> #:Неактивно	SPS	O
_:52	ΔU0 3 гарм.> #:Режим работы	ENS	O
_:53	ΔU0 3 гарм.> #:Статус исправности	ENS	O
_:55	ΔU0 3 гарм.> #:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:56	ΔU0 3 гарм.> #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	ΔU0 3 гарм.> #:Работа	ACT	O

6.10 Фазная максимальная токовая защита

6.10.1 Обзор функций

Функция **Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий** (ANSI 50/51) выполняет следующие функции:

- Обнаружение КЗ
- Может быть использована в качестве резервной максимальной токовой защиты (МТЗ) в дополнение к основной защите.

6.10.2 Структура функции

Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий относится к группе защитных функций. Для 3-фазной МТЗ доступны 2 типа функций:

- **МТЗ, фазы – расширенная функциональность** (50/51 МТЗ-3ф-A)
- **МТЗ, фазы – базовая функциональность** (50/51 МТЗ-3ф-B)

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

Оба типа функциональности по умолчанию включают в себя 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Функция **МТЗ, фазы – расширенная функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**

Функция **МТЗ, фазы – базовая функциональность** обеспечивает одновременную работу следующих ступеней:

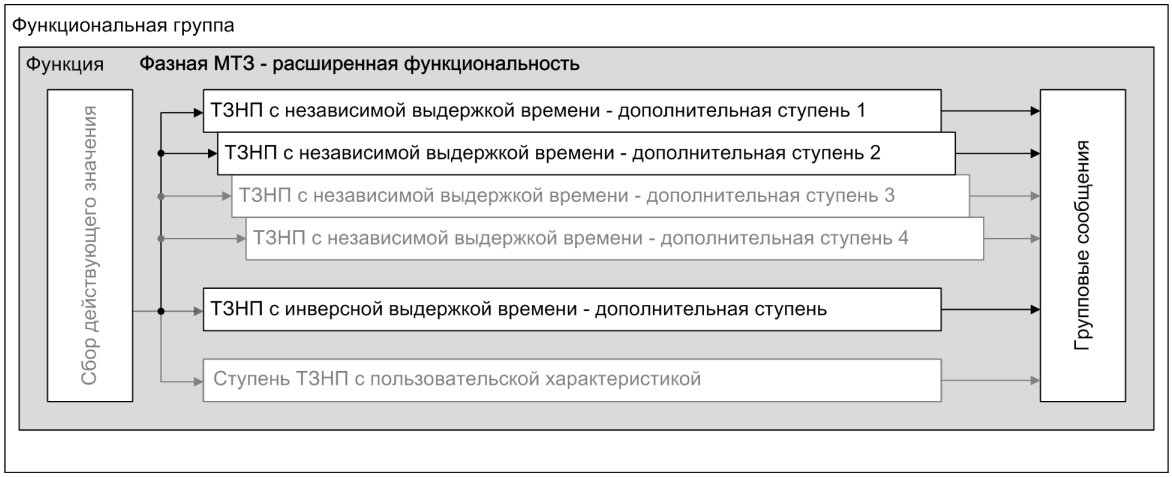
- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с базовой функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны серым цветом. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек времени на отключение.

Дополнительный функциональный блок **Фильтр**, предлагаемый в расширенной функции, позволяет получить гармоники или компенсировать затухание амплитуды для действующего значения.

Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- **Пуск**
- **Работа**



[dw_ocp_ad with Filter2.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-149 Структура/интеграция функции МТЗ, фазы – Расширенная функциональность



[dwocpbp1-210113-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-150 Структура/интеграция функции МТЗ, фазы – Базовая функциональность

Приведенные ниже функции, если они присутствуют в устройстве, могут влиять на параметры срабатывания и выдержки времени ступеней или блокировать ступени. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

- Автоматическое повторное включение (АПВ)
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков (доступно в обоих типах функций).

6.10.3 Фильтр для усиления действующего значения

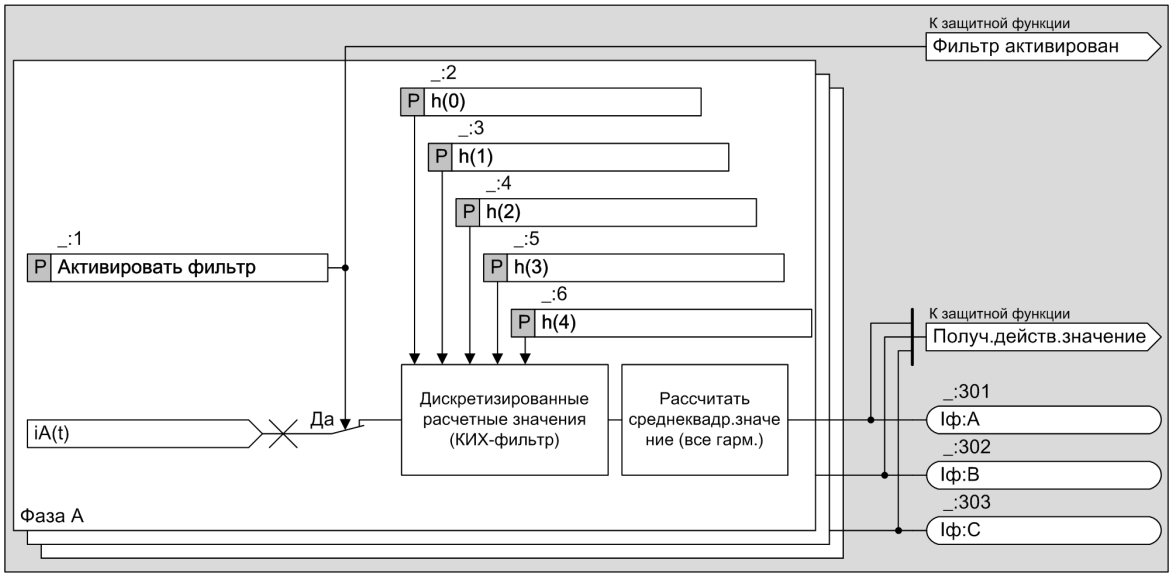
6.10.3.1 Описание

Функциональный блок **Фильтр** может использоваться для адаптации действующего значения для 2 значений:

- Получить гармоники определенным способом. Высшие гармоники могут воздействовать на защищаемый объект термически более низкими гармониками. Это относится к реакторам, применяемым в фильтрах переменного тока. Кроме того, амплитудное затухание более высоких частот из-за фильтра сглаживания устройства автоматически компенсируется фильтром
- Чтобы компенсировать ослабление амплитуды более высоких частот из-за фильтра сглаживания

Усиление фильтра (амплитудная характеристика) реализуется с помощью КИХ-фильтра 9-го порядка.

Логика



[lo_TOLP_FilterStage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-151 Логическая схема функционального блока «Фильтр»

КИХ-фильтр получает выборки с частотой дискретизации 8 кГц в соответствии с установленными коэффициентами фильтра. Затем вычисляется действующее значение. Симметричные коэффициенты фильтра 9-го порядка устанавливаются с использованием значений соответствующих параметров **h(0)**, **h(1)**, **h(2)**, **h(3)** и **h(4)**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Инструмент конфигурации КИХ-фильтра предоставляется в качестве вспомогательного инструмента для ПК. С помощью этого инструмента на ПК можно получить коэффициенты h (0), h (1), h (2), h (3), h (4) КИХ-фильтра в соответствии с требуемыми коэффициентами усиления (амплитудная характеристика). Инструмент можно скачать на сайте SIPROTEC в разделе download. Дополнительную информацию об инструменте см. в справке инструмента.

Полученное действующее значение передается в ступени защиты только тогда, когда функциональный блок **Фильтр** работает и параметр **Активировать фильтр** установлен равным ***да***. В противном случае используется нормальное действующее значение.

Функциональные измеряемые величины

Значения	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
Iф:A	Полученное действующее измеренное значение тока A	кA	A	Параметр **Номинальный ток**
Iф:B	Полученное действующее измеренное значение тока B	кA	A	Параметр **Номинальный ток**
Iф:C	Полученное действующее измеренное значение тока C	кA	A	Параметр **Номинальный ток**

Параметр **Номинальный ток** можно найти в **ФБ Общие данные** функциональных групп, где используется функция **МТЗ, фазы – Расширенная функциональность**.

Если параметр **Активировать фильтр** установлен равным ***нет***, функциональные измеренные значения показаны в виде ---.

6.10.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Активировать фильтр

- Уставка по умолчанию **(_:1) Активировать фильтр** = ***нет***.

Параметр **Активировать фильтр** определяет, включен ли **Фильтр**.

Значение параметра	Описание
да	Если необходимо использовать полученные действующие значения на одной из ступеней защиты, установите параметр **Активировать фильтр** = ***да***.
нет	Если полученные действующие значения не нужны, установите параметр **Активировать фильтр** = ***нет***.

Параметр: h(0),h(1),h(2),h(3),h(4)

- Уставка по умолчанию **(_:2) h(0)** = ***0,000***
- Уставка по умолчанию **(_:3) h(1)** = ***0,000***
- Уставка по умолчанию **(_:4) h(2)** = ***0,000***
- Уставка по умолчанию **(_:5) h(3)** = ***0,000***
- Уставка по умолчанию **(_:6) h(4)** = ***1,000***

При значении коэффициентов по умолчанию фильтр не действует, и коэффициент усиления не применяется.

Если фильтр применяется для адаптации вычисления действующего значения к конкретному объекту защиты, например реактору, то производитель реактора должен предоставить требуемую амплитудную характеристику (коэффициенты усиления) для реактора. Чтобы определить коэффициенты h(0) и h(4) для КИХ-фильтра, необходимо ввести коэффициенты усиления во вспомогательный инструмент ПК, который доступен в зоне загрузки SIPROTEC. Инструмент генерирует 5 необходимых коэффициентов. Их следует вводить вручную в качестве уставок для настройки фильтра. Затухание амплитуды более высоких частот из-за фильтра сглаживания устройства автоматически учитывается и компенсируется фильтром.

Чтобы компенсировать затухание более высоких частот устройством, установите в фильтре следующие коэффициенты.

Номинальная частота	Коэффициенты фильтра для компенсации только амплитуды затухания устройства
50 Гц	h(0) = -0,002 h(1) = -0,012 h(2) = 0,045 h(3) = -0,110 h(4) = 1,151
60 Гц	h(0) = -0,005 h(1) = -0,020 h(2) = 0,058 h(3) = -0,128 h(4) = 1,170

6.10.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Фильтр				
_:1	Фильтр:Активировать фильтр		• нет • да	нет
_:2	Фильтр:h(0)		-100.000 до 100.000	0.000
_:3	Фильтр:h(1)		-100.000 до 100.000	0.000
_:4	Фильтр:h(2)		-100.000 до 100.000	0.000
_:5	Фильтр:h(3)		-100.000 до 100.000	0.000
_:6	Фильтр:h(4)		-100.000 до 100.000	1.000

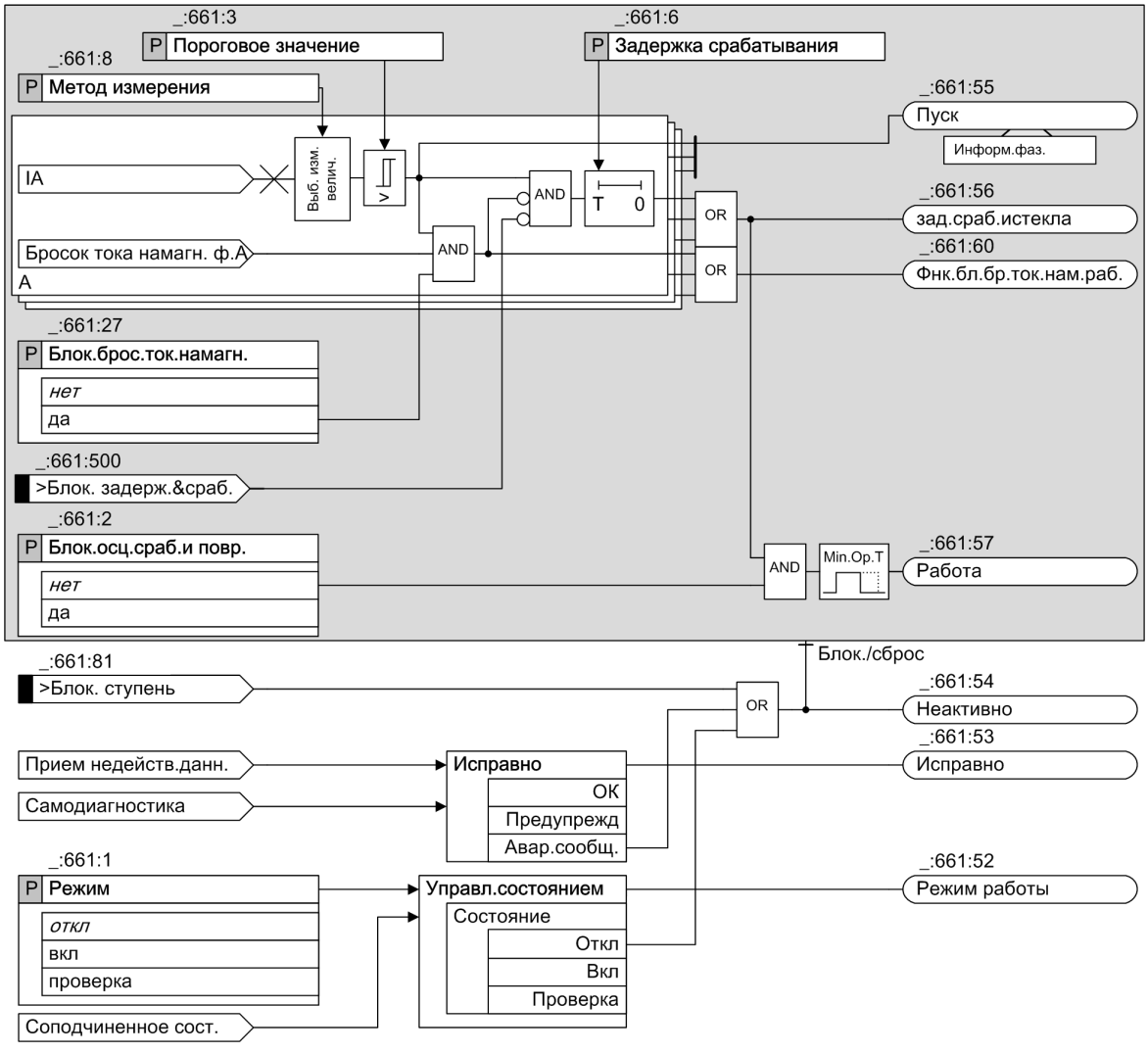
6.10.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Фильтр			
_:301	Фильтр:Iф:A	MV	O
_:302	Фильтр:Iф:B	MV	O
_:303	Фильтр:Iф:C	MV	O

6.10.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

6.10.4.1 Описание

Логика базовой функциональности



[loocp3b1-280113-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-152 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (фазы) – Базовая функциональность

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

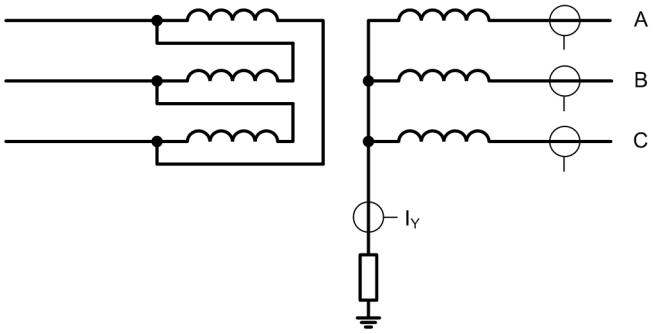
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Исключение I0 (расширенная функциональность)

Для того, чтобы увеличить чувствительность при двухфазном КЗ на стороне низкого напряжения трансформатора, используйте исключение I0 фазных токов для применения максимальной токовой защиты на одном трансформаторе.

Для определения исключения I0 фазных токов необходимо измерить ток нейтрали трансформатора I_Y.



[dwsgaocp-230414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-153 Принцип исключения I0

В случае исключения I0 расчеты дают следующий результат:

$I_{A\text{-искл.}} = I_A - 1/3\ I_Y$

$I_{B\text{-искл.}} = I_B - 1/3\ I_Y$

$I_{C\text{-искл.}} = I_C - 1/3\ I_Y$

Фазный ток $I_{\text{фаза-искл.}}$ необходим для последующей обработки защитой.

Если параметр **Метод измерения** равен ***осн. гармоника***, то применяется исключение I0.

Токи $I_{\text{фаза-искл.}}$ доступны в качестве функциональных значений.

Задержка пуска (расширенная функциональность)

Если ток превышает пороговое значение, генерируется задержка пуска. Если порог остается превышенным в течение времени задержки пуска, формируется сигнал пуска.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания"

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.10.7.1 Описание* .

6.10.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Если основная защита отказала или внешние повреждения не устранены, то МТЗ обеспечивает защиту от короткого замыкания для небольших генераторов и может быть использована в качестве резервной защиты крупных установок. Для обеспечения защиты от короткого замыкания во время

операции пуска (выключатель генератора отключен), функция защиты должна работать на существующих трансформаторах в нейтрали генератора.

Параметр: Метод измерения

- Уставка по умолчанию **(_:661:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:661:3) Пороговое значение** = ***1,35 A*** (для первой ступени)
- Уставка по умолчанию **(_:661:6) Задержка срабатывания** = ***1,50 c*** (для первой ступени)

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с расчетом для вашего случая.

Следующая информация относится к двухступенчатой защите (первая ступень = ступень МТЗ с независимой выдержкой времени и вторая ступень = ступень токовой отсечки)

Первая ступень (ступень максимальной токовой защиты):

Для защиты генератора пороговое значение будет установлено на максимально допустимый рабочий ток, как правило, оно находится в диапазоне (1,2 - 1,5) $I_{N, генератор}$. Параметр **Задержка срабатывания** должен задаваться, исходя из условия защиты линии. В следующем примере значение параметра **Задержка срабатывания** равно 1,50 с.

Определение среднего значения пуска:

Значение пуска 1,4 • $I_{ном, маш.}$

Номинальный ток $I_{ном, маш.}$ 483 A

Номинальный ток $I_{ном, тр., перв.}$ 500 A

Номинальный ток $I_{ном, втор.}$ 1 A

Это дает следующие значения вторичных настроек:

$$I> = \frac{1.4 \cdot I_{ном.маш}}{I_{ном\ тр.\ перв}} \cdot I_{ном.\ втор} = \frac{1.4 \cdot 483\ A}{500\ A} \cdot 1\ A = 1.35\ A$$

[fo_ocp_7um-070414-01, 1, ru_RU]

Вторая ступень (токовая отсечка):

Эта ступень может быть использована для быстрого отключения во время процедуры пуска. Функция должна быть активной только в том случае, если выключатель генератора отключен. Для устранения

излишнего срабатывания Siemens рекомендует использовать систему замкнутого контура для управления дискретным входом. Таким образом, обрыв провода приводит к постоянной блокировке ступени. Рекомендуется использовать задержку отключения 0,1 с. Выберите значение пуска между стационарным и переходным током короткого замыкания.

Определение среднего значения пуска:

Значение пуска 1,4 • $I_{ном, маш.}$	
Номинальный ток $I_{ном, маш.}$	483 A
Номинальный ток $I_{ном, тр., перв.}$	500 A
Номинальный ток $I_{ном, втор.}$	1 A

Это дает следующие значения вторичных настроек:

$$I> = \frac{1.4 \cdot I_{ном.маш}}{I_{ном\ тр.\ перв}} \cdot I_{ном.\ втор} = \frac{1.4 \cdot 483\ A}{500\ A} \cdot 1\ A = 1.35\ A$$

[fo_ocp_7um-070414-01, 1, ru_RU]

Параметр: `Исключение I0`

- Уставка по умолчанию **`(_:661:120) Исключение I0`** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Исключение I0 в фазных токах для применения МТЗ может быть использовано в трансформаторе. Это увеличивает чувствительность двухфазного короткого замыкания на стороне низкого напряжения трансформатора. Должны быть выполнены следующие условия:

- Ток нейтрали трансформатора I_Y измеряется и доступен для функциональной группы защиты.
- Уставка **`Метод измерения`** равна ***`осн. гармоника`***.

Используя уставку **`Исключение I0`**, можно включить или выключить режим исключения I0.

Параметр: `Задержка пуска`

- Уставка по умолчанию **`(_:661:102) Задержка пуска`** = ***`0,00 с`***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Для специальных применений желательно, чтобы короткое превышение порогового значения тока не приводило к срабатыванию ступени и не запускало осциллографирование и регистрацию повреждения. Если этот этап используется в качестве функции тепловой перегрузки, то он рассматривается в качестве специального приложения.

При использовании уставки **`Задержка пуска`** определен временной интервал, в течение которого датчик не будет срабатывать при превышении порогового значения тока.

Для всех приложений защиты от короткого замыкания это значение равно 0,00 с по умолчанию.

6.10.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:661:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:661:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:661:11	НезавВыдВр 1:Разреш.1ф отключ.		• нет • да	нет
_:661:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:661:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:661:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:661:120	НезавВыдВр 1:Исключение I0		• нет • да	нет
_:661:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:661:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:661:102	НезавВыдВр 1:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:661:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:661:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:661:28	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:661:35	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:661:29	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:661:36	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:14	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:661:20	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:661:30	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:661:37	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:15	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А
_:661:21	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:661:31	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:661:38	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:16	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А
_:661:22	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:661:32	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:661:39	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:17	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:661:23	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:661:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:661:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А
_:661:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:661:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:661:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:661:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А
_:661:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.10.4.4 Список сообщений

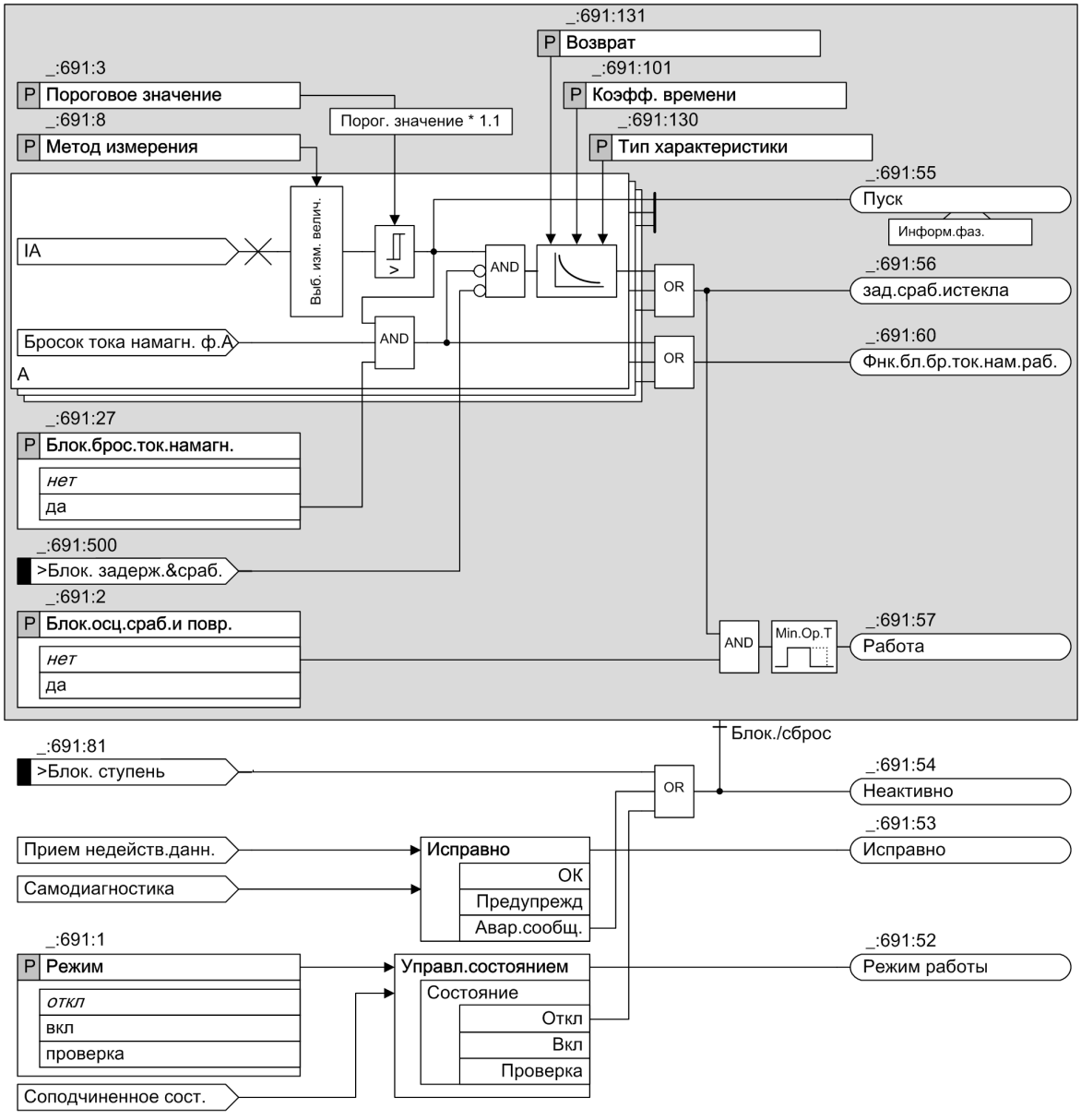
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:661:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:661:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:661:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:661:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:661:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:661:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:661:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:661:62	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:661:63	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:661:64	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:661:65	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:661:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:661:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:661:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:661:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:661:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:661:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
_:661:302	НезавВыдВр 1:I0искIф	WYE	O
НезавВыдВр 2			
_:662:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:662:84	НезавВыдВр 2:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:662:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:662:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:662:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:662:53	НезавВыдВр 2:Статус исправности	ENS	O
_:662:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:662:62	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:662:63	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:662:64	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:662:65	НезавВыдВр 2:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:662:66	НезавВыдВр 2:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:662:67	НезавВыдВр 2:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:662:68	НезавВыдВр 2:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:662:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:662:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:662:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O
_:662:302	НезавВыдВр 2:I0искIф	WYE	O

6.10.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.10.5.1 Описание

Логика базовой функциональности



[loocp3b2-280113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-154 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени от междуфазных коротких замыканий (фазы) – Базовая функциональность

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI

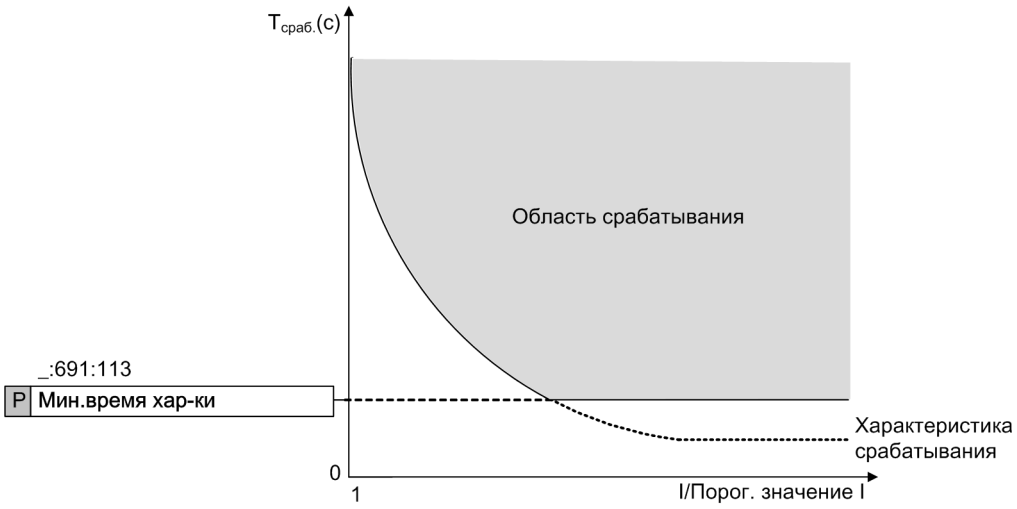
Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время характеристики (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение.



[DwOcp3Mi_20140715-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-155 Минимальное время характеристики срабатывания

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику. С помощью этой уставки характеристика смещается по оси времени на это дополнительное время.

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

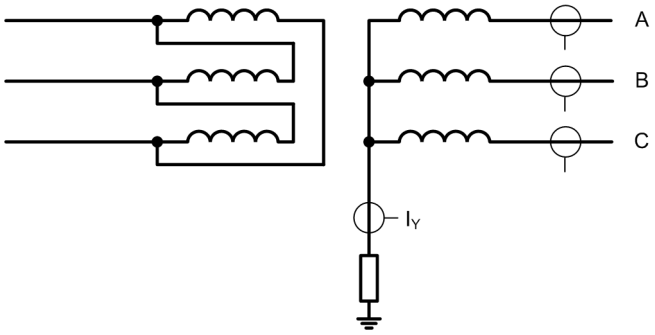
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Исключение I0 (расширенная функциональность)

Для того, чтобы увеличить чувствительность при двухфазном КЗ на стороне низкого напряжения трансформатора, используйте исключение I0 фазных токов для применения максимальной токовой защиты на одном трансформаторе.

Для определения исключения I0 фазных токов необходимо измерить ток нейтрали трансформатора I_Y.



[dwsgaocp-230414-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-156 Принцип исключения I0

В случае исключения I0 необходимо учитывать следующие расчеты:

$\underline{I}_{A\text{-искл.}} = \underline{I}_A - 1/3\ \underline{I}_Y$

$\underline{I}_{B\text{-искл.}} = \underline{I}_B - 1/3\ \underline{I}_Y$

$\underline{I}_{C\text{-искл.}} = \underline{I}_C - 1/3\ \underline{I}_Y$

Фазный ток $\underline{I}_{\text{фаза-искл.}}$ необходим для последующей обработки защитой.

Если параметр **Метод измерения** равен ***осн. гармоника***, то применяется исключение I0.

Токи $\underline{I}_{\text{фаза-искл.}}$ доступны в качестве функциональных значений.

Задержка пуска (расширенная функциональность)

Если ток превышает пороговое значение, генерируется задержка пуска. Если порог остается превышенным в течение времени задержки пуска, формируется сигнал пуска.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания"

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.10.7.1 Описание* .

6.10.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Для получения значений параметров, применяемых для защиты генераторов, см. реализации для независимых ступеней (см. главу*6.10.4.2 Указания по применению и вводу уставок*). Скоординируйте кривую характеристики, которая должна быть установлена, с типом кривой характеристики для системы защиты. В качестве значения пуска можно выбрать 1,3 $I_{\text{ном, генератор}}$. Коэффициент по времени устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени.

Общая информация относительно настроек будет представлена ниже. Эти примеры относятся к системам защиты энергосистем.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:691:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:691:130) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения. Для получения дополнительной информации о параметре **Тип характеристики** см. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:691:113) Мин.время хар-ки** = ***0,00 с***

Этот параметр доступен только для ступени с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение. Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для большинства применений Siemens рекомендует значение - 0 сек.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время срабатывания инверсной характеристики, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время срабатывания.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:691:115) Доп.задержка врем.** = ***0,00 с***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику.

Если настройка остается равной своему значению по умолчанию 0, то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику выдержки времени.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для большинства применений Siemens рекомендует значение - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:691:3) Пороговое значение** = ***1,500 A***

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Тип характеристики** в соответствии с расчетом для вашего случая.

Значение уставки зависит от максимально возможного нагрузочного тока. Необходимо исключить пуски защиты из-за возможного увеличения нагрузки, поскольку МТЗ работает с малыми выдержками времени, как защита от КЗ, а не как защита от перегрузки. Задайте параметр **Пороговое значение** для линии приблизительно на 10 %, для трансформаторов и двигателей — приблизительно на 20 % выше максимальной ожидаемой нагрузки.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в характеристике срабатывания. Ступень запустится только при 10 % превышении параметра **Пороговое значение**.

ПРИМЕР

Ступень максимальной токовой защиты: Воздушная линия напряжением 110 кВ, сечение проводов 150 мм²

Максимальная передаваемая по линии мощность	
$P_{макс}$	= 120 MBA
Соответственно	
$I_{макс}$	= 630 A
Трансформатор тока	= 600 A / 5 A

Уставки в первичных и вторичных значениях:

Пороговое значение I> (перв.) = 630 A

$$\text{Пороговое значение I> (втор.)} = \frac{630\ \text{A}}{600\ \text{A}} \cdot 5\ \text{A} = 5.25\ \text{A}$$

[foocp005-030311-01.tif, 2, ru_RU]

Параметр: Исключение I0

- Уставка по умолчанию **(_:661:120) Исключение I0** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Исключение I0 в фазных токах для применения МТЗ может быть использовано в трансформаторе. Это увеличивает чувствительность двухфазного короткого замыкания на стороне низкого напряжения трансформатора. Должны быть выполнены следующие условия:

- Ток нейтрали трансформатора I_Y измеряется и доступен для функциональной группы защиты.
- Уставка **Метод измерения** равна ***осн. гармоника***.

Используя уставку **Исключение I0**, можно включить или выключить режим исключения I0.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:661:102) Задержка пуска** = ***0,00 c***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Для специальных применений желательно, чтобы короткое превышение порогового значения тока не приводило к срабатыванию ступени и не запускало осциллографирование и регистрацию повреждения. Если этот этап используется в качестве функции тепловой перегрузки, то он рассматривается в качестве специального приложения.

При использовании уставки **Задержка пуска** определен временной интервал, в течение которого датчик не будет срабатывать при превышении порогового значения тока.

Для всех приложений защиты от короткого замыкания это значение равно 0,00 с и считается значением по умолчанию.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:691:101) Коэфф. времени** = *1,00*

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу).

Если изменение крутизны характеристики не требуется, значение уставки **Коэфф. времени** следует выставить равным *1* (уставка по умолчанию)

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:691:131) Возврат** = *эмуляция диска*

Уставка **Возврат** определяет тип характеристики возврата – мгновенная или имитирующая индукционный диск электромеханического реле.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Используйте эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.10.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:691:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:691:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:691:11	ИнвВыдВр 1:Разреш.1ф отключ.		• нет • да	нет
_:691:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:691:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:691:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:691:120	ИнвВыдВр 1:Исключение I0		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:691:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:108	ИнвВыдВр 1:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:691:130	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:691:113	ИнвВыдВр 1:Мин.время хар-ки		0.00 с до 1.00 с	0.00 с
_:691:131	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:691:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
_:691:115	ИнвВыдВр 1:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:691:28	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:691:35	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:691:29	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:691:36	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:691:14	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:102	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:691:30	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:691:37	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:691:15	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:103	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:691:31	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:691:38	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:691:16	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:104	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:691:32	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:691:39	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:691:17	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:105	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:691:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:691:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:691:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:691:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:691:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:691:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:691:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00

6.10.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:691:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:691:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:691:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:691:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:691:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:691:53	ИнвВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:691:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:691:62	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:691:63	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:691:64	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:691:65	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:691:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:691:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:691:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:691:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:691:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:691:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:691:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O
_:691:302	ИнвВыдВр 1:I0искIф	WYE	O

6.10.6 Ступень с пользовательской характеристикой

6.10.6.1 Описание

Эта ступень доступна только в функции с расширенной функциональностью.

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность** (см. главу *6.10.5.1 Описание*). Единственные различия заключаются в следующем:

- Вы можете определить собственную произвольную характеристику.
- Поведение срабатывание и возврата этой ступени определяются стандартным параметром **Пороговое значение** и, при необходимости, дополнительным параметром **Уставка (абс.знач.)**.

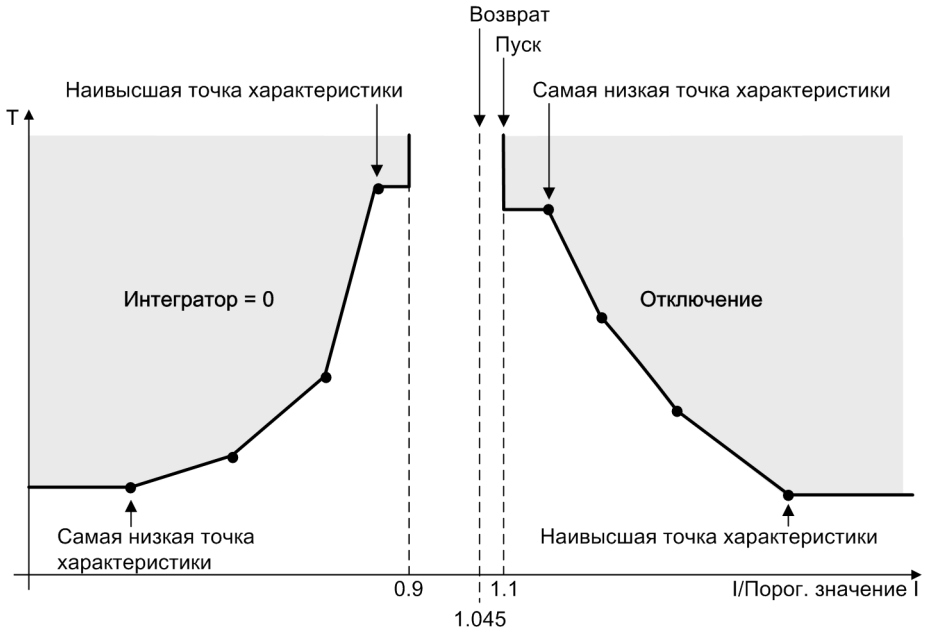
Определяемая пользователем характеристика срабатывания

С помощью определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Пуск и возврат ступени с пользовательской характеристикой времени срабатывания

Если измеряемое значение превышает 1,1* **Пороговое значение**, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристики. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x **Пороговое значение**), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-157 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания, не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

Если вы хотите изменить порог срабатывания ступени без изменения всех точек характеристики срабатывания, можно использовать дополнительный параметр **Уставка (абс.знач.)**.

Вы можете установить значение параметра **Уставка (абс.знач.)** больше, чем 1,1 * значение **Пороговое значение**. Тогда поведение ступени выглядит следующим образом:

- Ступень срабатывает, когда измеренное значение тока превышает значение **Уставка (абс.знач.)**.
- Ступень начинает возврат, когда измеренное значение тока ниже значения **Уставка (абс.знач.)**, умноженного на 0,95.
- Для измеренных значений тока ниже значения **Уставка (абс.знач.)** срабатывание не происходит и, следовательно, характеристика срабатывания не обрабатывается.

Если вы установили значение **Уставка (абс.знач.)** меньше, чем 1,1 * значение **Пороговое значение**, то поведение срабатывания и возврата не зависит от параметра **Уставка (абс.знач.)**.

6.10.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность**. Единственные различия описаны в главе *6.10.6.1 Описание* . В этой главе приведены только варианты применения и указания по применению и вводу уставок настройки, чтобы определить характеристики срабатывания и настроить параметр **Уставка (абс.знач.)**. Дополнительную информацию о других параметрах ступени можно найти в главе *6.10.5.2 Указания по применению и вводу уставок* .

Параметр: Пары ток/время (для характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** *1,00*, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику.

Задайте значение времени в секундах. Ввод смещения характеристики обеспечивается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:101) Коэфф. времени** = *1*

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным *1*.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:110) Возврат** = *эмуляция диска*

Уставка **Возврат** определяет тип характеристики возврата – мгновенная или имитирующая индукционный диск электромеханического реле.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** *1,00*, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику.

Задайте значение времени в секундах. Ввод смещения характеристики обеспечивается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

Параметр: Разреш.1ф отключ.

- Уставка по умолчанию **(_:11) Разреш.1ф отключ.** = ***нет***

Данная уставка должна задаваться для конкретного применения.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень всегда инициирует 3-фазное отключение.
да	Ступень работает с выбором фазы. Однако срабатывание по команде устройства (генерируемое в логике отключения функциональной группы **Выключатель**) всегда является 3-фазным, поскольку устройство не поддерживает отключение с выбором фазы.

Параметр: Уставка (абс.знач.)

- Уставка по умолчанию **(_:113) Уставка (абс.знач.)** = ***0,000 A***

Параметр **Уставка (абс.знач.)** позволяет определить и изменить абсолютный порог срабатывания ступени без изменения всех точек характеристики.

Параметр используется только для особых случаев. При использовании уставки по умолчанию эта функция отключена. Более подробную информацию можно найти в *Пуск и возврат ступени с пользовательской характеристикой времени срабатывания , Страница 645*.

6.10.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11	Польз.хар-ка #:Разреш.1ф отключ.		• нет • да	нет
_:26	Польз.хар-ка #:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:120	Польз.хар-ка #:Исключение I0		• нет • да	нет
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:113	Польз.хар-ка #:Уставка (абс.знач.)	1 A при 100 Iном	0.000 A до 35.000 A	0.000 A
		5 A при 100 Iном	0.00 A до 175.00 A	0.00 A
		1 A при 50 Iном	0.000 A до 35.000 A	0.000 A
		5 A при 50 Iном	0.00 A до 175.00 A	0.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	0.000 A
		5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	0.000 A
_:111	Польз.хар-ка #:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
_:115	Польз.хар-ка #:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:28	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:35	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:29	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:36	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:14	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:102	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:30	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:37	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:15	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:103	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:31	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:38	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:16	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:104	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:32	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:39	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:17	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:105	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:18	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:19	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.10.6.4 Список сообщений

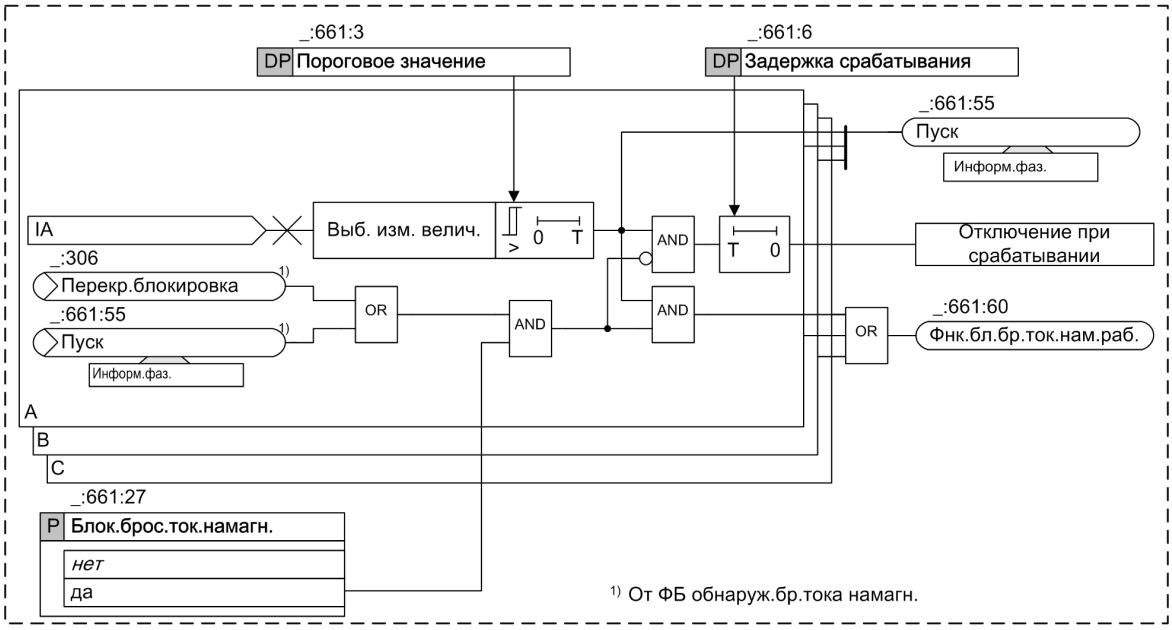
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:62	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:63	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:64	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:65	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.10.7 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания

6.10.7.1 Описание

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступенью защиты при обнаружении броска тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки срабатывания и сигнал срабатывания блокируются. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. По окончании выдержки времени на срабатывание ступень срабатывает. На приведенном рисунке показана только часть (для примера взята 1 ступень МТЗ с независимой выдержкой времени) логики работы ступени МТЗ при наличии блокировки при броске тока намагничивания. Блокировка срабатывания ступени МТЗ может быть выполнена, только если **ФБ ОбнБроскаТока** введен в работу (см. главу *11.47 Обнаружение броска тока намагничивания*).



[loocp3pha-210812-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-158 Логическая схема влияния обнаружения броска тока намагничивания на примере первой ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

6.10.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

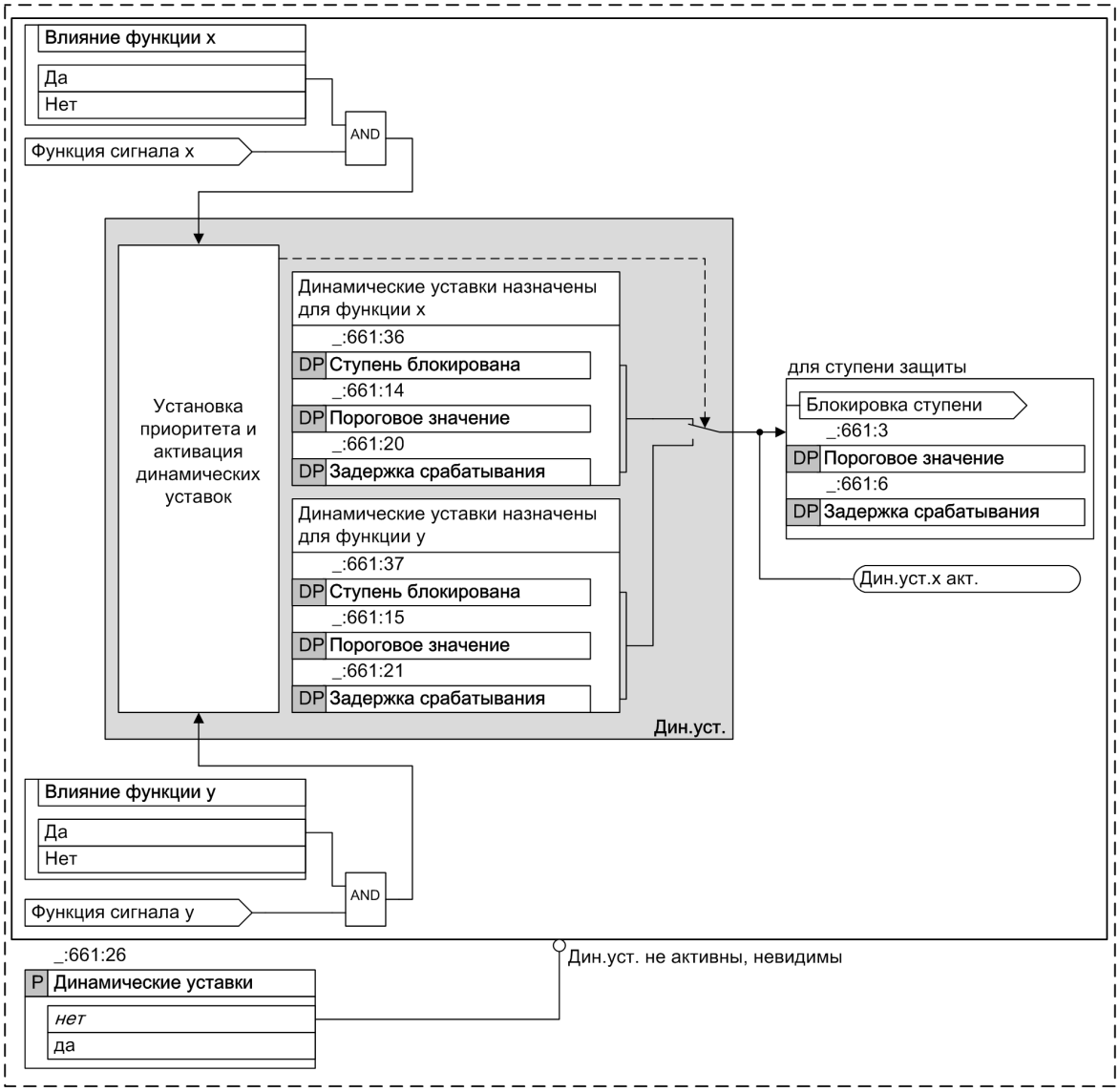
- Уставка по умолчанию **(_:661:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция ОбнБроскаТока трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

6.10.8 Динамическое изменение уставок от других функций

6.10.8.1 Описание

Параметры **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, используемые для отключения, называются **динамическими уставками**. В зависимости от других функций уставки этих параметров могут быть изменены динамически (см. *Рисунок 6-159*). В зависимости от различных параметров и сигналов внешних функций или состояний дискретных входов ступень также может быть динамически заблокирована. Эта возможность доступна только с расширенной функциональностью.



[loocp3dpa-030311-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-159 Принцип динамического изменения значений параметров на примере 1-й ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

Функциональность	**Приоритет**
Автоматическое повторное включение (АПВ)	Приоритет 1
Обнаружение холодного пуска	Приоритет 2
Входной дискретный сигнал	Приоритет 3

Эти функции генерируют сигналы, которые изменяют значения динамических уставок ступени защиты или блокируют ее при необходимости. Блокировка работы ступеней защиты будет производиться вне зависимости от значений параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**. Каждая внешняя функция, оказывающая влияние на динамические уставки, создает свой блок с набором уставок, который включает параметр **Влияние функции ...** и динамические значения (**Задержка срабатывания** и **Пороговое значение**). Параметр Влияние функции определяет будет ли данная внешняя функция изменять стандартные уставки на заранее предопределенные динамические уставки. Если один из этих сигналов (например, сигнал функции x) становится активным и будет иметь

воздействие, эти настройки становятся динамическими, т. е., немедленно активными. Это означает, что динамическая уставка замещает стандартную уставку. Если сигнал внешней функции, влияющей на динамическое изменения уставки становится неактивным, то восстанавливается значение стандартной уставки. Об активации динамической уставки информирует соответствующий сигнал.

Если несколько сигналов внешних функций, влияющих на динамическое изменение уставки становятся активными, то активируются динамические уставки функции с большим приоритетом (см. таблицу выше). Рассмотрим вариант, когда одновременно появились сигналы от функции с приоритетом 2 и 3. В этом случае динамические уставки, привязанные к сигналу от функции с приоритетом 2 становятся активными.

Функцию динамических уставок можно отключать. В этом случае блоки с наборами динамических уставок становятся недоступными пользователю и не влияют на работу защиты.

Взаимодействие с внутренней функцией *Обнаружение холодного пуска (Расширенная функциональность)*



[loocp3kal-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-160 Влияние функции обнаружения холодного пуска на ступень максимальной токовой защиты

В случае холодного пуска можно изменять уставки параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** ступени защиты. Ступени защиты также можно заблокировать. Чтобы это сделать, вы должны активизировать влияние функции холодного пуска. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки, или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

Способ формирования сигналов с помощью параметра **Дин.корр.уставок** описан в разделе *5.9.1 Обзор функций*.

Взаимодействие с внешней *функцией посредством дискретного входного сигнала (Расширенная функциональность)*



[loocp3bin-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-161 Влияние дискретного входа на ступень максимальной токовой защиты

Вы можете использовать дискретный входной сигнал **>Акт.динам.уставки**, чтобы изменить уставки **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** ступени защиты. Ступени защиты также можно заблокировать. Чтобы это сделать, пользователь должен активировать влияние дискретного входа на ступень защиты. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки, или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

6.10.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)

Параметр: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:661:26) Динамические уставки** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства отсутствует.
да	Если внешние или внутренние функции (АПВ или обнаружение холодного пуска) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку порогового значения или выдержку времени или блокировать работу ступени), то необходимо установить значение для уставки – ***да***. Это делает параметр конфигурации **Влияние функции...**, а также динамические параметры **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания** и **Ступень блокирована** ступени МТЗ видимыми и разрешает их применение.

Взаимодействие с функцией АПВ

Пример использование ступени МТЗ (1-я ступень) в качестве быстродействующей ступени до АПВ иллюстрирует взаимодействие с функцией АПВ.

Уставка по времени для ступени МТЗ (1-я ступень) выбирается по ступенчатому принципу. Данная ступень используются в качестве быстродействующей ступени до АПВ. Если отключение поврежденного участка является более важным, чем соблюдение требований селективности, то выдержка времени срабатывания может быть установлена на ***0*** или иметь маленькое значение. Для обеспечения селективности выдержка времени ступени МТЗ активной после последнего цикла АПВ должна быть выбрана с учетом требований селективности.

АПВ настроено на два цикла включения. Допустим, что в соответствие с расчетом с учетом требований селективности значение параметров срабатывания должны быть следующими: **Пороговое значение** ***1,5 А*** и **Задержка срабатывания** – ***600 мс*** (согласно плану выдержки времени). Эти значения установлены в качестве стандартных настроек ступени.

Для правильной работы параметры конфигурации **Влияние АПВ, цикл 1** и **Влияние АПВ, цикл 2** в данном примере изменены на значение ***да*** (= влияние). При этом входные сигналы **1-й цикл АПВ** and **2-й цикл АПВ** становятся активными. При их активации происходит применение значений динамических параметров.

Значения двух динамических параметров **Задержка срабатывания**, соответствующих данным входным сигналам, устанавливаются на значение ***0*** (мгновенное срабатывание). Значения двух динамических параметров **Пороговое значение**, соответствующие данным сигналам, устанавливаются на значение ***1,5 А***.

Если значение уставки (***1,5 А***) превышается до 1-го и 2-го цикла АПВ, то ступень МТЗ срабатывает мгновенно. Если повреждение не устранилось после 2-го цикла АПВ (неуспешное АПВ), то срабатывание ступени МТЗ происходит через ***600 мс*** в соответствии с выдержками времени.

Взаимодействие с внешними устройствами

Работа ступеней МТЗ может управляться внешними устройствами. В приведенном выше примере, иллюстрирующем использование ступени МТЗ в качестве быстродействующей ступени совместно с функцией АПВ, предполагается, что функция АПВ реализуется во внешнем устройстве.

Для правильной работы параметр конфигурации **Влияние дискр.входа** должен быть изменен на значение ***да*** (= влияние). При этом входной сигнал ступени **>Акт.динам.уставки** становится активным. При его активации происходит применение значений динамических параметров. Внешнее устройство должно формировать сигналы **1-й цикл АПВ** и **2-й цикл АПВ** или сигнал **АПВ готово**. Данные сигналы должны быть связаны с дискретным входным сигналом **>Акт.динам.уставки**.

Динамическая уставка **Задержка срабатывания**, назначенная входному сигналу (источнику влияния) **>Акт.динам.уставки**, устанавливается равной выдержке времени ***0*** (мгновенное отклю-

чение). Значение динамического параметра **Пороговое значение**, соответствующего данному входному сигналу, устанавливается на нормальное пороговое значение, равное ***1,5 A***.

Если значение уставки (***1,5 A***) превышается до 1-го и 2-го цикла АПВ, то ступень МТЗ срабатывает мгновенно. Если повреждение не устранилось после 2-го цикла АПВ (неуспешное АПВ), то срабатывание ступени МТЗ происходит через ***600 мс*** в соответствии с выдержками времени.

6.11 Направленная фазная МТЗ

6.11.1 Обзор функций

Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий (ANSI 67) выполняет следующие функции:

- Обнаружение КЗ
- Может быть использована в качестве резервной максимальной токовой защиты (МТЗ) в дополнение к основной защите.
- Обеспечивает селективное обнаружение повреждения на параллельных линиях или трансформаторах с односторонним питанием
- Обеспечивает селективное обнаружение повреждения на кабельных линиях с двухсторонним питанием или в кольцевых сетях

6.11.2 Структура функции

Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий относится к группе защитных функций. Предлагаются 2 типа функций:

- **Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – расширенная функциональность** (67 Напр.МТЗ 3ф-A)
- **Направленная максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – базовая функциональность** (67 НапрМТЗ-3ф-B)

В устройствах защиты трансформаторов доступна только расширенная функциональность.

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

Оба типа функциональности по умолчанию включают в себя 2 **Направленные ступени с независимой выдержкой времени** и 1 **Направленная ступень с обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Функция **Направленная максимальная токовая защита от межфазных замыканий с выдержкой времени – расширенная функциональность** обеспечивает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**

Функция **Направленная максимальная токовая защита от межфазных замыканий с выдержкой времени – базовая функциональность** обеспечивает одновременную работу следующих ступеней:

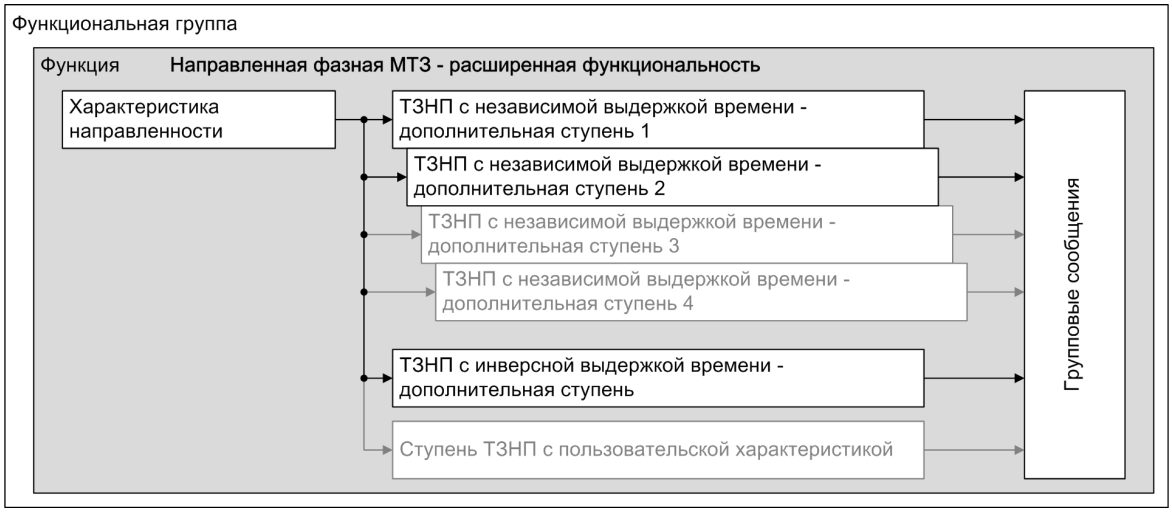
- Максимум 4 ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени с базовой функциональностью**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны серым цветом. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек времени на отключение.

Определение направления происходит на функциональном уровне и одинаково действует на всех ступенях (см. *Рисунок 6-162* и главу *6.11.7.1 Описание*). Таким образом обеспечивается одинаковый результат по направлению для всех ступеней функции. Каждая ступень может работать в прямом или обратном направлении.

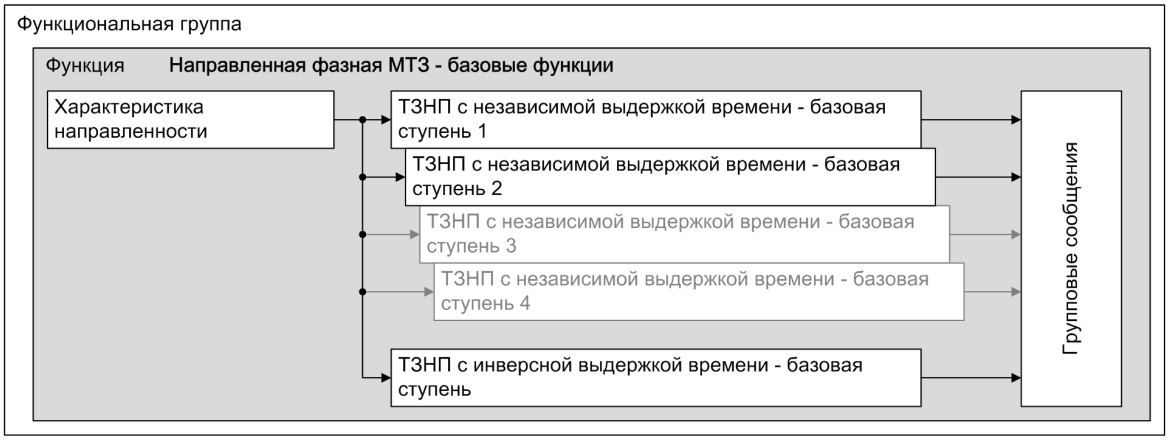
Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- **Пуск**
- **Работа**



[dwdiocan-050213-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-162 Структура/реализация функции направленной МТЗ от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – Расширенная функциональность



[dwdiocba-050213-01.tif, 5, ru_RU]

Рисунок 6-163 Структура/реализация функции направленной МТЗ от междуфазных коротких замыканий с выдержкой времени – Базовая функциональность

Приведенные ниже функции, если они присутствуют в устройстве, могут влиять на параметры срабатывания и выдержки времени ступеней или блокировать ступени. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

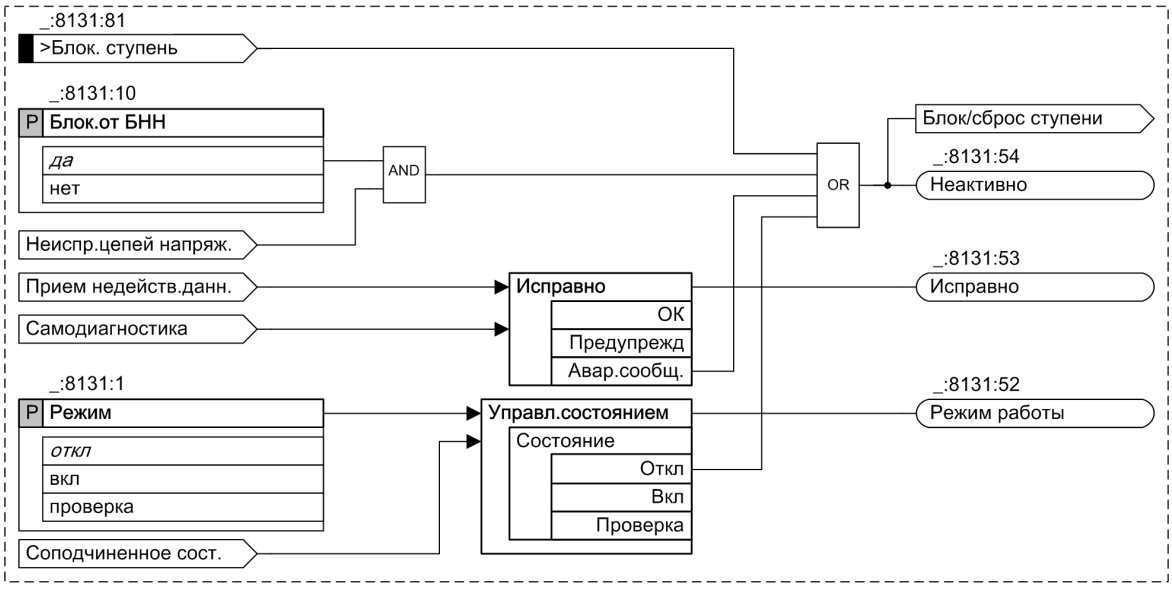
Если в устройстве предусмотрен функциональный блок **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

6.11.3 Управление ступенью

6.11.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логическая схема работы ступени защиты. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



[lodocpn2-291112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-164 Логическая схема работы ступени защиты

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. главу *8.3.2.1 Обзор функций*).
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала **>Открыт** от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.11.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

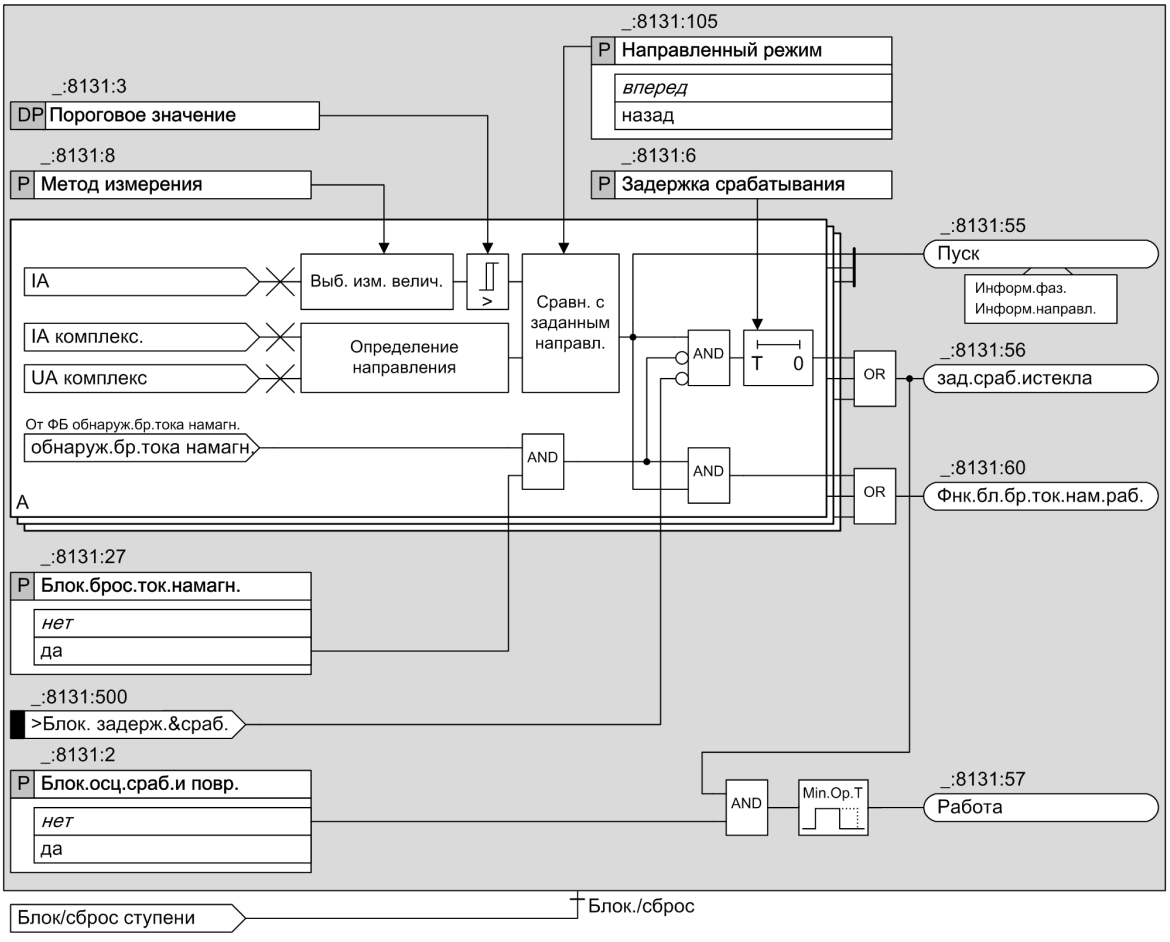
- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Защита блокируется при обнаружении неисправности цепей напряжения. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, т. к. правильная работа функции определения направления не гарантируется при наличии повреждений в цепях напряжения.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

6.11.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

6.11.4.1 Описание

Логика базовой функциональности



[lodocg6b-060213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-165 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты от междуфазных КЗ с независимой выдержкой времени – Базовая функциональность

Направленный режим

Уставка **Направленный режим** определяет направленность ступени.

Определение направления осуществляется для всех ступеней защиты (см. раздел *6.11.7.1 Описание*).

Ненаправленное срабатывание, работа с напряжениями по памяти

При близких трехфазных металлических КЗ все фазные напряжения снижаются практически до 0. В этом случае определение направления может осуществляться только при работе с напряжениями по памяти (см. главу*6.11.7.1 Описание*). Если в памяти напряжения отсутствуют измерения напряжения, которые могут быть использованы для определения направления, то базовая ступень обычно выбирается без определения направления, т.е. она является ненаправленной. Для расширенной ступени характеристика может быть определена с помощью параметра **Ненаправл.пуск**. При значении ***при U< и отсут.памяти*** срабатывание функции происходит без определения направления. При значении ***нет*** срабатывание функции блокируется.

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка посредством дискретного входного сигнала **>Блок. ступень** (см. главу *6.11.3.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. главу *6.11.3.1 Описание*)

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания"

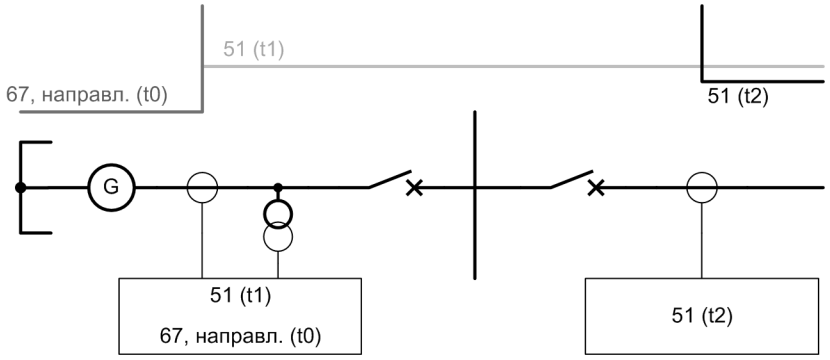
Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.10.7.1 Описание* .

6.11.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Направленная максимальная токовая защита используется для генераторов, для которых не установлены трансформаторы тока в нейтрали генератора. Поэтому внутренние повреждения генератора должны быть устранены как можно раньше.

Ненаправленная ступень реагирует на короткие замыкания до выключателя и в то же время функционирует в качестве резервной защиты для энергосистемы. Задержка выключения должна быть согласована с энергосистемой, т.е., t1 > t2.

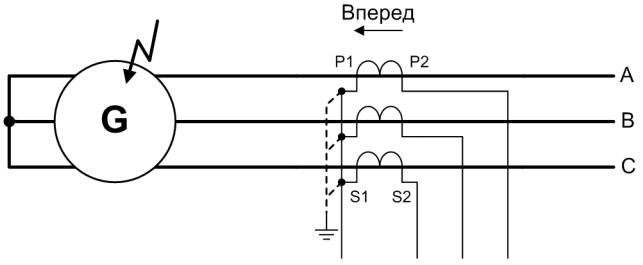
На следующем рисунке показана базовая концепция.



[dw_docp01-190314, 2, ru_RU]

Рисунок 6-166 Базовая концепция направленной МТЗ для генераторов

Помимо прочего, направленный режим определяется соединением трансформаторов тока. На следующем рисунке показано направление **вперед** к генератору.



[dw_docp02-190314, 2, ru_RU]

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:8131:105) Направленный режим** = ***вперед***

Уставка **Направленный режим** определяет направленность ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении генератора).
назад	Это значение следует выбирать, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении шин).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Ненаправл.пуск

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8131:107) Ненаправл.пуск** = ***при U< и отсут.памяти***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
при U< и отсут.памяти	Данное значение параметра переводит ступень в ненаправленный режим работы, если орган определения направления не может определить направление из-за низкого уровня измеряемого напряжения, а работа по памяти не возможна из-за отсутствия напряжения в предыдущем режиме (3 фазное внутреннее повреждение). Отсутствие в памяти устройства сохраненных значений напряжения может происходить в случае опробования линии. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Данное значение параметра используется, если необходимо осуществлять контроль направления пуска при любых обстоятельствах, даже при близких трехфазных металлических КЗ.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:8131:3) Пороговое значение** = ***1,50 A*** (для первой ступени)

Для задания уставок срабатывания необходимо руководствоваться положениями, определенными для ненаправленной максимальной токовой защиты. Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *6.10.4.2 Указания по применению и вводу уставок* .

В схемах защиты генератора, таких как *Рисунок 6-166*, ток короткого замыкания протекает через энергосистему. Чтобы избежать нежелательных срабатываний, пороговое значение должно превышать максимальный рабочий ток генератора. Значение срабатывания может быть выбрано в диапазоне от 1,2 до 1,5 $I/I_{ном., генератор}$.

ПРИМЕР

Генератор:	
$S_{ном, генератор}$	= 5 MBA
$U_{ном, генератор}$	= 6,3 кВ
$I_{ном, генератор}$	= 476 A
Трансформатор тока	= 500 A/1 A

$$I_{пуск} = 1.3\ I_{Ном,генератор} \cdot \frac{1\ A}{500\ A} = 1.3 \cdot 476\ A \cdot \frac{1\ A}{500\ A} = 1.24\ A$$

[fo_docp01-190314, 2, ru_RU]

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:8131:6) Задержка срабатывания`** = ***`0,300 с`*** (для первой ступени)

Уставка Задержка срабатывания рассчитывается, исходя из условий обеспечения требований селективности. В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Для генераторов может быть установлено меньшее время Задержка срабатывания от 0,05 до 0,1 с. Это предотвращает излишние срабатывания, вызванные переходными процессами.

6.11.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:2311:101	Общие данные:Аварийный режим		• нет • от осн. защ. • через дискр. вх.	нет
_:2311:102	Общие данные:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	45 °
`Общие данные`				
_:8131:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8131:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8131:105	НезавВыдВр 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8131:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:8131:107	НезавВыдВр 1:Нена-правл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:8131:104	НезавВыдВр 1:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:8131:106	НезавВыдВр 1:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:8131:10	НезавВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:8131:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:8131:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8131:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А
_:8131:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:8131:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:8131:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:8131:28	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:8131:35	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:8131:29	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:8131:36	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8131:14	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	1.500 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	7.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.500 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	7.500 А
_:8131:20	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:8131:30	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:8131:37	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8131:15	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:21	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:8131:31	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:8131:38	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8131:16	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:22	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:8131:32	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:8131:39	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8131:17	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:23	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:8131:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:8131:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8131:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:8131:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:8131:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8131:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8131:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Общие данные				
_:8132:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8132:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8132:105	НезавВыдВр 2:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8132:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:8132:107	НезавВыдВр 2:Ненаправл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:8132:104	НезавВыдВр 2:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:8132:106	НезавВыдВр 2:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:8132:10	НезавВыдВр 2:Блок.от БНН		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8132:26	НезавВыдВр 2:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:8132:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8132:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:8132:101	НезавВыдВр 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:8132:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:8132:28	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:8132:35	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:8132:29	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:8132:36	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8132:14	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:20	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:8132:30	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:8132:37	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8132:15	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:21	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:8132:31	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:8132:38	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8132:16	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:22	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:8132:32	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:8132:39	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8132:17	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:23	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:8132:33	НезавВыдВр 2:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:8132:40	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8132:18	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:24	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Дин.уст.:ДВх				
_:8132:34	НезавВыдВр 2:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:8132:41	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8132:19	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:8132:25	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

6.11.4.4 Список сообщений

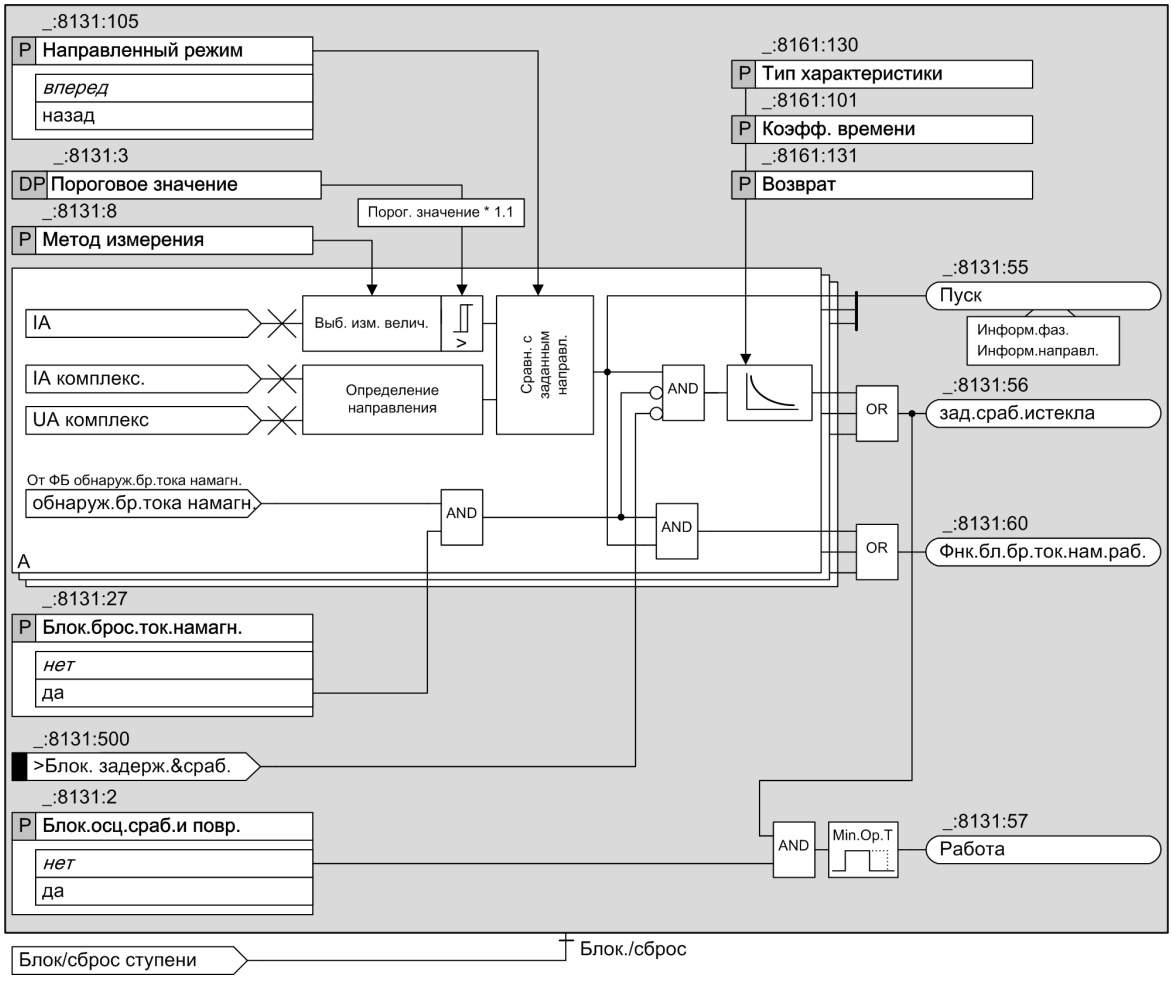
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:8131:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:8131:501	НезавВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:8131:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:8131:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:8131:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:8131:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:8131:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:8131:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8131:62	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:8131:63	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:8131:64	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:8131:65	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:8131:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:8131:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:8131:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:8131:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:8131:300	НезавВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:8131:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:8131:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.11.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.11.5.1 Описание

Логика базовой функциональности



[lodoci6b-060213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-167 Логическая схема работы направленной максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени от междуфазных коротких замыканий (фазы) — Базовая функциональность

Направленный режим

Уставка **Направленный режим** определяет направленность ступени

Определение направления осуществляется для всех ступеней (см. главу *6.11.7.1 Описание*).

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI

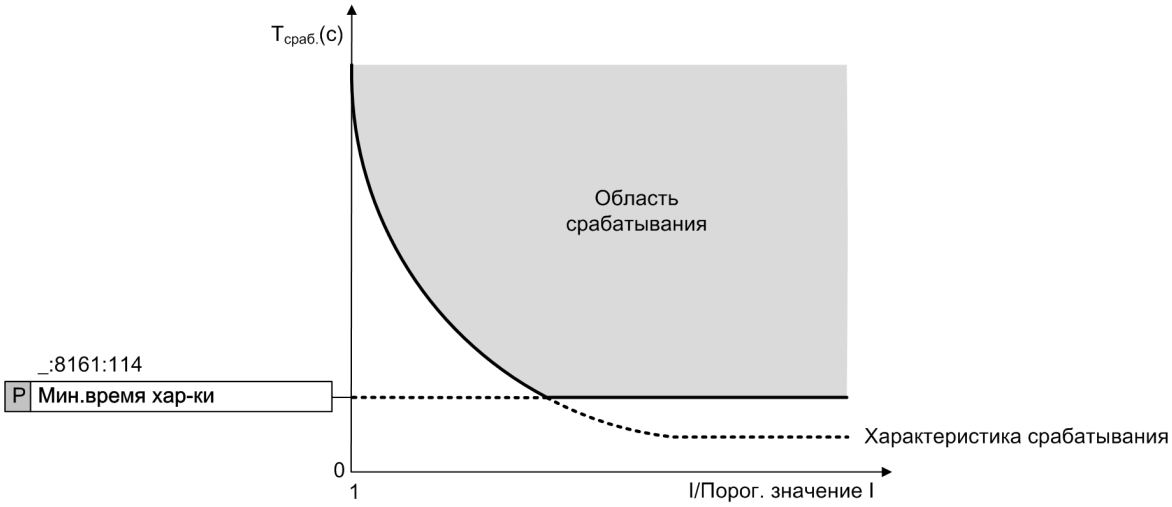
Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время характеристики (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение.



[DwDocp01_040715-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-168 Минимальное время характеристики срабатывания

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику. С помощью этой уставки характеристика смещается по оси времени на это дополнительное время.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка посредством дискретного входного сигнала **>Блок. ступень** (см. главу *6.11.3.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. главу *6.11.3.1 Описание*)

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания"

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.10.7.1 Описание* .

6.11.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:8161:111) Направленный режим** = ***вперед***

Уставка **Направленный режим** определяет направленность ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении генератора).
назад	Это значение следует выбирать, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении шин).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8161:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Сравн.направлений, Разреш.вх.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:8161:110) Сравн.направлений** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:8161:112) Разреш.вх.сигн.** = ***нет***

Эти два параметра не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использовать принцип сравнения направлений. Защита по схеме сравнения направлений выполняется с использованием сигналов **Направление** и **>Разрешение сраб.**.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал **Направление** и входной сигнал **>Разрешение сраб.** становятся доступными. Если значение уставки параметра **Разреш.вх.сигн.** установлено на ***да***, то пуск выдержки времени и отключение ступени возможно только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**. Входной сигнал **>Разрешение сраб.** должен быть логически связан с разрешающим сигналом, который поступает с противоположного конца линии (информация о прямом направлении от выходного сигнала **Направление**); см. также пример в главе *6.11.9 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений* .

Параметр: Ненаправл.пуск

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8161:113) Ненаправл.пуск** = ***при U< и отсут.памяти***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
при U< и отсут.памяти	Данное значение параметра переводит ступень в ненаправленный режим работы, если орган определения направления не может определить направление из-за низкого уровня измеряемого напряжения, а работа по памяти не возможна из-за отсутствия напряжения в предыдущем режиме. Отсутствие в памяти устройства сохраненных значений напряжения может происходить в случае, опробования линии. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Данное значение параметра используется, если необходимо осуществлять контроль направления пуска при любых обстоятельствах, даже при близких трехфазных металлических КЗ.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:8161:130) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:8161:114) Мин.время хар-ки** = ***0,00 с***

Этот параметр доступен только для ступени с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение. Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для большинства применений Siemens рекомендует значение - 0 сек.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время срабатывания инверсной характеристики, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время срабатывания.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:8161:115) Доп.задержка врем.** = ***0,00 c***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику.

Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для большинства применений Siemens рекомендует значение - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:8161:3) Пороговое значение** = ***1,50 A***

Для задания уставок срабатывания необходимо руководствоваться положениями, определенными для ненаправленной максимальной токовой защиты. Обратитесь к разделу *6.10.5.2 Указания по применению и вводу уставок* для получения дополнительной информации.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:8161:101) Коэфф. времени** = ***1***

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Если изменение крутизны характеристики не требуется, значение уставки **Коэфф. времени** следует выставить равным ***1*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:8161:131) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Данное значение определяет мгновенный возврат защиты после исчезновения условий пуска.

6.11.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Аварийный режим		• нет • от осн. защ. • через дискр. вх.	нет
_:2311:102	Общие данные:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	45 °
Общие данные				
_:8161:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8161:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8161:111	ИнвВыдВр 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8161:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:8161:113	ИнвВыдВр 1:Ненаправл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:8161:110	ИнвВыдВр 1:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:8161:112	ИнвВыдВр 1:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:8161:10	ИнвВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:8161:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:8161:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8161:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:130	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:8161:114	ИнвВыдВр 1:Мин.время хар-ки		0.00 с до 1.00 с	0.00 с
_:8161:131	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8161:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
_:8161:115	ИнвВыдВр 1:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:8161:28	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:8161:35	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:8161:29	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:8161:36	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8161:14	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:102	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:8161:30	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:8161:37	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8161:15	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:103	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:8161:31	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:8161:38	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8161:16	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:104	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:8161:32	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:8161:39	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8161:17	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:105	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:8161:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:8161:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:8161:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:8161:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:8161:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:8161:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8161:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.11.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:8161:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:8161:501	ИнвВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:8161:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:8161:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:8161:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:8161:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:8161:53	ИнвВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:8161:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8161:62	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:8161:63	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:8161:64	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:8161:65	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:8161:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:8161:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:8161:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:8161:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:8161:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:8161:300	ИнвВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:8161:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:8161:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.11.6 Ступень с пользовательской характеристикой

6.11.6.1 Описание

Структура этой ступени идентична структуре ступени с расширенной функциональностью с направленной обратно зависимой характеристикой выдержки времени (*6.11.4.1 Описание*). Разница состоит лишь в том, что пользователь может задавать любую характеристику срабатывания.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

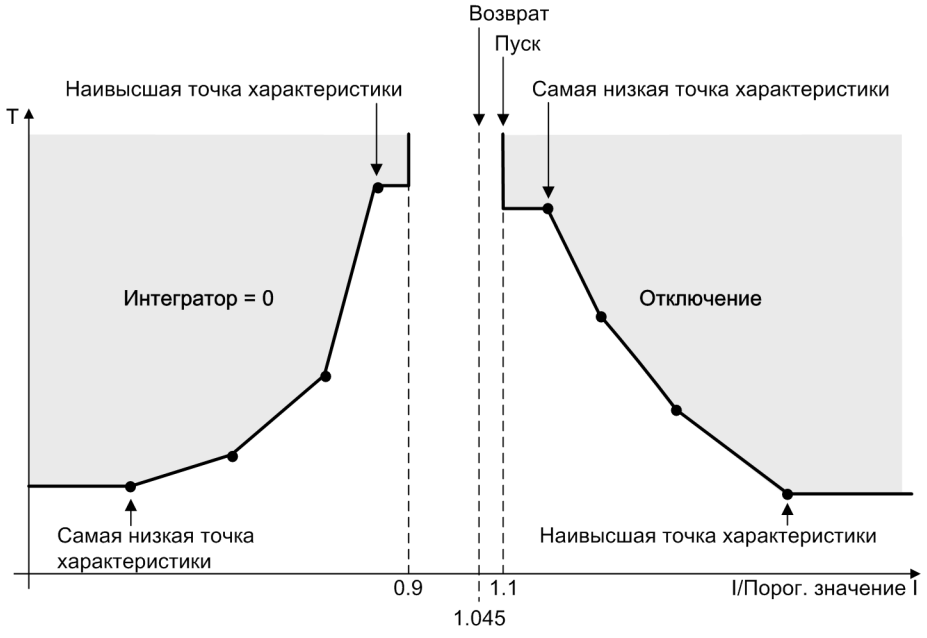
С помощью направленной, определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Характеристики пуска и возврата на базе определяемой пользователем характеристики

Если измеряемое значение превышает 1,1 * Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время сбрасывается) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-169 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике (направленной)

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.11.6.2 Указания по применению и вводу уставок

По структуре данная ступень аналогична направленной ступени с обратнозависимой характеристикой. Разница состоит лишь в том, что вы можете задать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания.

Параметр: `Пары ток/время` (для задаваемой характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** параметра равным ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику срабатывания.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: `Коэфф. времени`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Коэфф. времени`** = ***`1`***

Вы можете использовать параметр **`Коэфф. времени`** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение параметра **`Коэфф. времени`** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **`Коэфф. времени`** равным ***`1`***.

Параметр: `Возврат`

- Уставка по умолчанию **`(_:115) Возврат`** = ***`эмуляция диска`***

Используйте параметр **`Возврат`**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: `Пары значений ток/время` (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** параметра равным ***1,00***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику возврата.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.11.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:110	Польз.хар-ка #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:112	Польз.хар-ка #:Ненаправл.пуск		• нет • при U< и отсут.памяти	при U< и отсут.памяти
_:109	Польз.хар-ка #:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:111	Польз.хар-ка #:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	Польз.хар-ка #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:26	Польз.хар-ка #:Динамические уставки		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:115	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:28	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:35	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:29	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:36	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:14	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:102	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:30	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:37	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:15	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:103	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:31	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:38	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:16	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:104	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:32	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:39	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:17	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:105	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:18	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:19	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.11.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Польз.хар-ка #:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:62	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:63	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:64	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:65	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:309	Польз.хар-ка #:Направление	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.11.7 Определение направления

6.11.7.1 Описание

Общие данные

Для каждой фазы предусмотрен отдельный измерительный орган определения направления. Если в одной из фаз значение протекающего тока превышает заданную уставку, то для данной фазы происходит пуск функции определения направления. При многофазных КЗ определение направления осуществляется для каждой фазы индивидуально. При совпадении определенного направления с уставкой происходит срабатывание ступени защиты (см. описание логики работы ступени защиты).

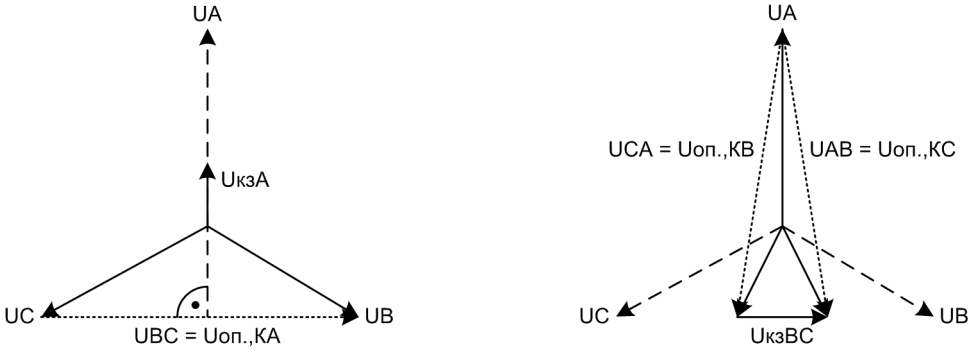
Определение направления основано на вычислении угла между током КЗ и опорным напряжением.

Измерения для определения направления

Определение направления основано на вычислении угла между током КЗ поврежденной фазы и линейным напряжением неповрежденных фаз (кросс-поляризация). Это означает, что направление может быть определено однозначно и правильно, даже если напряжения короткого замыкания полностью исчезнут при возникновении однофазного или двухфазного повреждения (близкие КЗ).

Значение линейного напряжения вычисляется из фазных.

При однофазных замыканиях фаза-земля кросс-поляризованное напряжение (опорное напряжение) перпендикулярно напряжению поврежденной фазы (*Рисунок 6-170*, слева). При двухфазных замыканиях угол между напряжением КЗ и опорным напряжением может измениться до 30° в зависимости от степени просадки напряжения (*Рисунок 6-170*, справа).



[dwdocp02-240611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-170 Использование поперечно-поляризованных напряжений при определении направления повреждения

В следующей таблице приведено соответствие измеряемых величин для определения направления при разных видах повреждений.

Таблица 6-4 Измерения для определения направления

Пороговое значение	Измеряющий элемент							
	A		B		C		Земля	
Превышающее	Ток	Напряжение	Ток	Напряжение	Ток	Напряжение	Ток	Напряжение
A	I_A	U_{BC}	–	–	–	–	–	–

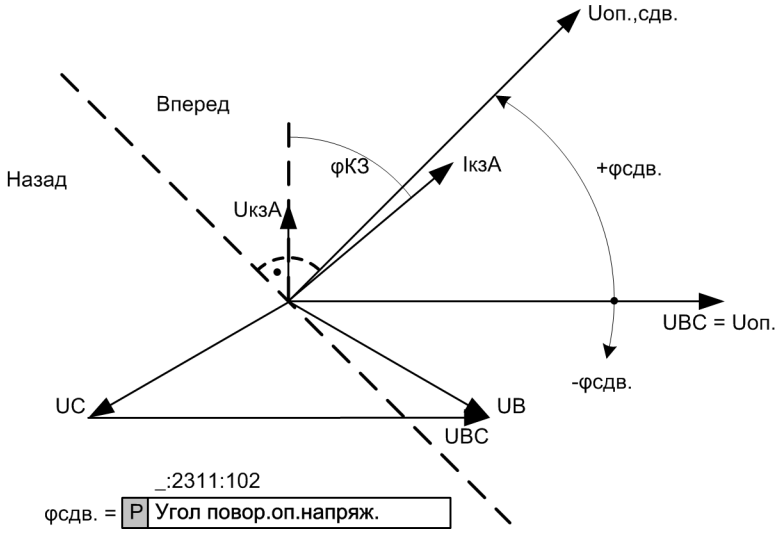
B	–	–	I_B	U_{CA}	–	–	–	–
C	–	–	–	–	I_C	U_{AB}	–	–
Земля	–	–	–	–	–	–	I_r	U_0
A, Земля	–	U_{BC}	–	–	–	–	I_r	U_0
B, Земля	–	–	I_B	U_{CA}	–	–	I_r	U_0
C, Земля	–	–	–	–	I_C	U_{AB}	I_r	U_0
A, B	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	–	–	–	–
B, C	–	–	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	–	–
A, C	I_A	U_{BC}	–	–	I_C	U_{AB}	–	–
A, B, Земля	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	–	–	I_r	U_0
B, C, Земля	–	–	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	I_r	U_0
A, C, Земля	I_A	U_{BC}	–	–	I_C	U_{AB}	I_r	U_0
A, B, C	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	–	–
A, B, C, Земля	I_A	U_{BC}	I_B	U_{CA}	I_C	U_{AB}	I_r	U_0

Работа по памяти

Значения напряжения сохраняются в памяти для определения направления в случае сильного снижения напряжения, например, при близких трехфазных КЗ. Если по истечению 2 с необходимое для определения направления напряжение не появляется, то используется ранее определенное направление. Если в памяти устройства отсутствуют значения напряжения (например, при включении на КЗ), то работа ступени защиты определяется параметром **`Ненаправл.пуск`**.

Определение направления

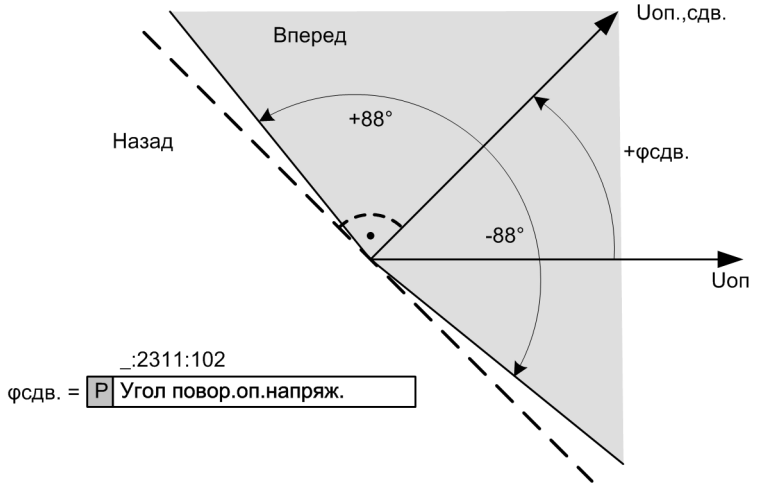
Как было упомянуто в разделе **Общие данные**, определение направления основано на вычислении угла между током КЗ поврежденной фазы и линейным напряжением неповрежденных фаз (опорное напряжение). В зависимости от расчетов, которые должны учитывать состояние энергосистемы, опорное напряжение можно повернуть на регулируемый угол (параметр **`Угол повор.оп.напряж.`**). Это позволяет переместить вектор опорного напряжения к вектору тока КЗ. Таким образом, можно добиться более точного определения направления. На *Рисунок 6-171* приведена векторная диаграмма при однофазном замыкании на землю фазы A. Вектор тока КЗ $I_{кзA}$ отстает от вектора напряжения КЗ на угол $\varphi_{кз}$. Опорное напряжение, в данном случае U_{BC}, необходимо сдвинуть в прямом направлении (против часовой стрелки) на угол, задаваемый значением уставки параметра **`Угол повор.оп.напряж.`**. В данном случае значение угла составляет +45°.



[dwdocp33-070611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-171 Сдвиг опорного напряжения

Сдвинутое опорное напряжение определяет прямое и обратное направление; см. *Рисунок 6-172*. Считается, что замыкание произошло в прямом направлении, если вектор тока КЗ составляет угол ±88° с вектором сдвинутого опорного напряжения $U_{оп,сдв}$. Если вектор тока КЗ находится в данном диапазоне, то устройство определяет замыкание в прямом направлении. В зоне зеркально отраженной устройство определяет направление «назад». В промежуточной зоне направление является неопределенным.



[dwdocp34-240611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-172 Характеристика прямого направления функции определения направления

Тестовое определение направленности

При активации дискретного входного сигнала **>Тест.направленн.** определение направления осуществляется даже в случае, если не превышена уставка по току. Определение направления может быть осуществлено, если значение тока и напряжения будет больше, чем приблизительно 7% от их вторичных номинальных значений.

6.11.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Угол повор.оп.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Угол повор.оп.напряж.** = *45°*

Направленность характеристики, определяющая **прямое** и **обратное** направление, задается параметром **Угол повор.оп.напряж.**. Угол КЗ, как правило, имеет индуктивный характер и расположен в диапазоне от 30° до 60°. В большинстве случаев стандартная настройка в +45° может быть использована для надежного определения направления.

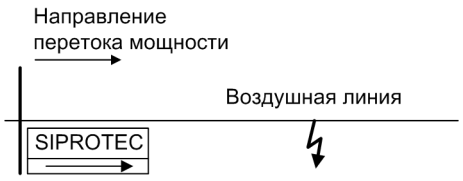
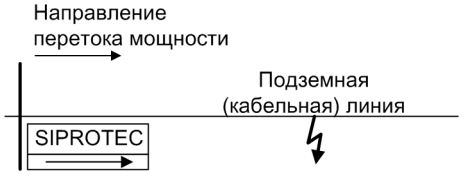
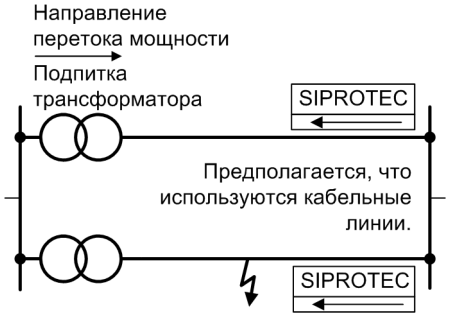
Некоторые ориентировочные значения данного угла приведены ниже (*Таблица 6-5*). Обратите внимание, что при однофазных замыканиях на землю вектор опорного напряжения (напряжение неповрежденной фазы) располагается вертикально относительно напряжения КЗ. Значения угла поворота:

Угол повор.оп.напряж. = 90 - фкз — фазный измерительный орган (повреждения на землю)

Обратите внимание, что при КЗ в контуре фаза-фаза опорное напряжение сдвигается на угол от 0° (удаленное КЗ) до 30° (близкое КЗ) в зависимости от степени снижения напряжения (см. *Рисунок 6-171*). Это можно учесть, воспользовавшись средним значением, равным 15°.

Угол повор.оп.напряж. = 90 - фкз — 15° фазный измерительный орган (междуфазные повреждения)

Таблица 6-5 Пример задания значений

Применение	**Фкз** $_{\text{типичный}}$	**Уставка** **Угол повор.оп.напряж.**
	60°	Диапазон от 30° до 0° для междуфазных КЗ Выбранное значение: 15°
	30°	Диапазон от 60° до 30° для междуфазных КЗ Выбранное значение: 45°
	30°	Диапазон от 60° до 30° для междуфазных КЗ Выбранное значение: 45°

Входной сигнал: >Тест.направленн.

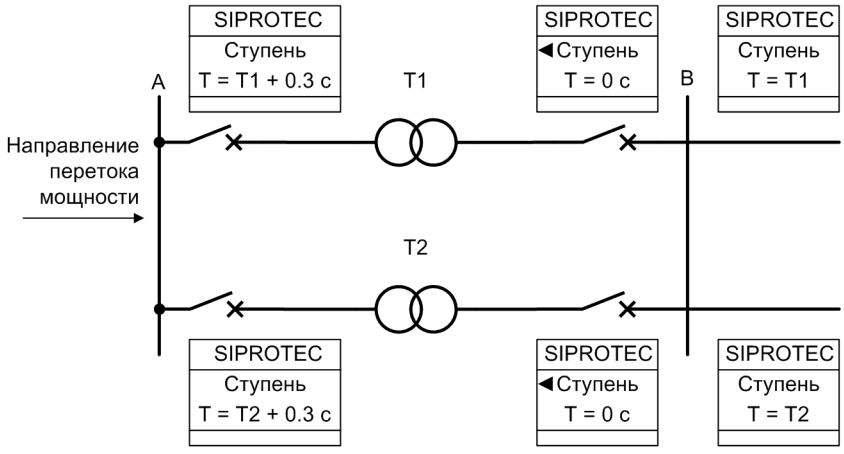
При активизации входного сигнала **>Тест.направленн.** определение направления осуществляется даже в том случае, если не превышена уставка по току. Это позволяет произвести проверку определения направления при наладке устройства, не изменяя уставки срабатывания ступеней защиты.

6.11.8 Указания по применению функции определения направления для параллельных

Параллельные линии или трансформаторы

Неиспользование функции определения направления для параллельных линий или трансформаторов с односторонним питанием (см. *Рисунок 6-173*) вызовет отключение трансформатора T2 при КЗ на трансформаторе T1. В отличие от описанного выше случая, орган определения направления устройства защиты на шинах B запретит срабатывание выключателя на параллельной линии. На *Рисунок 6-173* направленная максимальная токовая защита устанавливается в отмеченных стрелкой местах. Прямое направление ступени защиты соответствует направлению в сторону защищаемого объекта (от шин в линию). Это направление может не совпадать с направлением протекания мощности в нормальном режиме.

Выдержка времени набирается на устройстве защиты, расположенного со стороны питания. Т.к. ток нагрузки может протекать только в одном направлении, то выдержку времени можно не вводить на устройствах с направленными защитами.



[dwdocp05-240611-01.tif, 1, ru_RU]

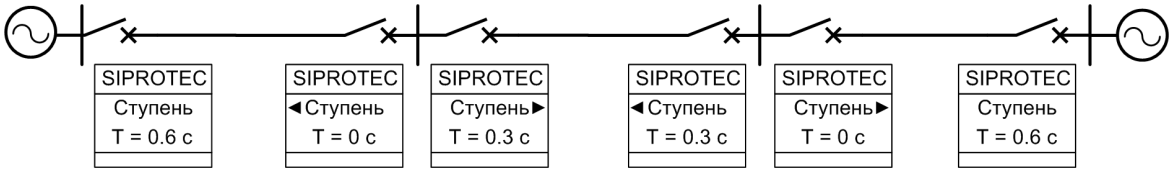
Рисунок 6-173 Параллельные линии при наличии трансформатора

Условные обозначения для *Рисунок 6-173*

Ступень ►:	Направленная ступень, **прямое** направление
Ступень:	Ненаправленная ступень
T:	Ступенчатая выдержка времени

Кабельные линии с двухсторонним питанием

Для кабельных линий с двухсторонним питанием необходимо применять максимальную направленную токовую защиту. На *Рисунок 6-174* представлена кольцевая сеть с двусторонним питанием, соединенным в кольцо и образующим одностороннее питание. Для устройств защиты, чьи направления срабатывания совпадают с направлениями протекания мощности, выдержка времени выбирается по встречно-ступенчатому принципу. Т.к. мощность может протекать в обоих направлениях, направленная защита должна устанавливаться с обеих сторон.



[dwdocp06-240611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-174 Кабельные линии с двухсторонним питанием

Условные обозначения для *Рисунок 6-174*

Ступень ►:	Направленная ступень, **прямое** направление
Ступень:	Ненаправленная ступень
T:	Ступенчатая выдержка времени

6.11.9 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений

Для защиты линий с двухсторонним питанием может использоваться направленная МТЗ на основе сравнения направлений кабельных линий с двухсторонним питанием. Данная защита используется для селективного отключения поврежденного участка (например, участка кольцевой сети). Отключение поврежденного участка происходит быстро, т.к. не происходит накапливания выдержек времени.

Для реализации данной защиты необходимо наличие канала передачи данных между устройствами защиты. Информация об определенном направлении передается по каналу передачи данных (интерфейс защиты или протокол МЭК 61850 GOOSE) или по контрольным кабелям.

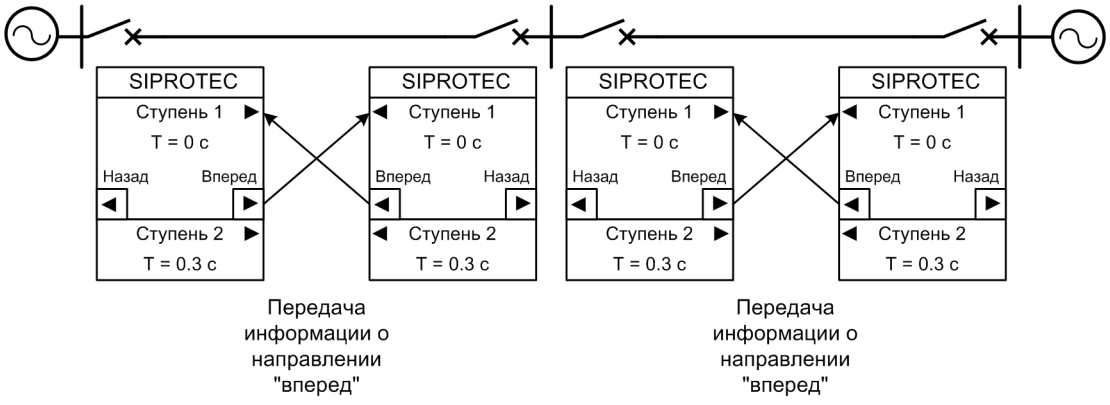
Принцип построения защиты

Принцип построения защиты представлен на *Рисунок 6-175*. 2 устройства защиты линии (одно устройство расположено в начале защищаемой линии, а другое находится в конце защищаемой линии) работают совместно. Информация о появлении **КЗ в прямом направлении** передается от одного устройства к другому. Ступень направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени на обоих устройствах работает в прямом направлении (1-я ступень). Однако действие данной ступени на отключение заблокировано. Данная ступень вводится в работу только при получении сообщения **КЗ в прямом направлении** от устройства защиты с противоположного конца линии. Если введенная ступень защиты также определяет наличие КЗ в прямом направлении, то считается, что КЗ произошло на защищаемой линии, и срабатывание ступени произойдет без выдержки времени. Т. к. работа данной защиты основана на обмене разрешающими сигналами (а не на обмене блокирующими сигналами), то вводить выдержку времени нет необходимости.

Вторая ступень направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени введена в работу одновременно с первой ступенью (и используется в качестве резервной). Наличие резервной ступени необходимо в следующих случаях.

- При одностороннем питании или при "слабом" питании одного из концов линии: В этом случае разрешающий сигнал не формируется.
- Неисправность канала передачи данных: в этом случае разрешающий сигнал не передается.

Для организации быстродействующей селективной защиты секций шин, данный принцип построения защиты можно объединить с принципом обратной блокировки. Данный принцип защиты в данном документе не рассматривается.



[dwdocp07-240611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-175 Принцип построения защиты, основанной на принципе сравнения направлений (защита на основе обмена разрешающими сигналами)

Условные обозначения для *Рисунок 6-175*

Ступень ►:	Ступень настроена на работу в **прямом** направлении; 1 ступень работает без выдержки времени, 2 ступень имеет выдержку времени.
►, ◄:	При превышении уставки ступень максимальной токовой защиты указывает направление (прямое или обратное)

Целостность канала передачи данных проверяется специальным методом. Если для передачи данных используются контрольные кабели, то рекомендуется применять нормально замкнутые контакты. В устройстве предусмотрена логическая схема, отвечающая за контроль исправности дискретного входа при его неактивности в течение большого промежутка времени. В отличие от работы по блокирующей схеме, при неисправности канала передачи данных излишнего срабатывания произойти не может. Поэтому отказ канала передачи данных не является критической неисправностью, но в любом случае она должна быть выявлена и устранена.

Защита, основанная на принципе сравнения направлений, может функционировать по блокирующей схеме. Работа по блокирующей схеме может использоваться во всех режимах работы энергосистемы, а также и при одностороннем питании (или при наличии "слабого" питания конца линии). Однако при работе по блокирующей схеме необходимо вводить выдержку времени (обычно 100 мс) для ступени защиты, таким образом, блокирующий сигнал будет получен своевременно при любых обстоятельствах. Также необходимо проверять работоспособность канала передачи данных для того, чтобы избежать излишнего срабатывания при повреждениях, вне защищаемого участка.

Конфигурирование ступени, для работы по схеме сравнения направлений

Для конфигурации ступени выполните следующие действия:

- Параметр **Направленный режим** для обеих ступеней должен быть установлен на значение ***вперед***.
- Параметры **Сравн.направлений** и **Разреш.вх.сигн.** первой ступени должны быть установлены на значение ***да***. Выполнение данных указаний необходимо, т.к. пуск первой ступени происходит только при активном входном сигнале **>Разрешение сраб.**. Кроме того, формирование сигнала об определении определенного направления происходит только при превышении уставки.
- Первая ступень может работать без выдержки времени. Вторая ступень должна иметь выдержку времени.
- Информация об определенном первой ступенью защиты направлении ***вперед*** от сигнала **Направление** должна быть передана на противоположный конец линии. Маршрут передачи информации об определенном направлении зависит от способа передачи данных.
- Логическая схема CFC должна быть использована в принимающем устройстве для логической связи приходящей информации о направлении (информация о направлении ***вперед***) с принимаемыми разрешающими сигналами (в зависимости от способа передачи данных).

6.12 Максимальная токовая защита нулевой последовательности

6.12.1 Обзор функций

Функция **Максимальная токовая защита нулевой последовательности** (ANSI 50N/51N):

- Обнаружение КЗ
- Может быть использована в качестве резервной или аварийной максимальной токовой защиты (МТЗ) в дополнение к основной защите.

6.12.2 Структура функции

Максимальная токовая защита нулевой последовательности относится к группе защитных функций. Для 3-фазной ТЗНП доступны 2 типа функций:

- **ТЗНП – расширенная функциональность** (50N/51N ТЗНП-A)
- **ТЗНП – базовая функциональность** (50N/51N ТЗНП-B)

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

Оба типа функциональности по умолчанию включают в себя 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Функция **МТЗ нулевой последовательности с расширенной функциональностью** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 3 ступени **ТЗНП с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **ТЗНП с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **ТЗНП с определяемой пользователем характеристикой**

Функция **ТЗНП с базовой функциональностью** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 3 ступени **ТЗНП с независимой выдержкой времени с базовой функциональностью**
- 1 ступень **ТЗНП с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны серым цветом на следующих рисунках. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек отключения.

Выбор измеряемой величины (только расширенная ступень) задается на функциональном уровне и применяется ко всем ступеням защит (см. *Рисунок 6-176* и главу *6.12.3.1 Описание*). Это гарантирует, что все ступени функции используют одинаковый источник измеренного тока.

Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- **`Пуск`**
- **`Работа`**



[dwocpga2-060213-01.tif, 5, ru_RU]

Рисунок 6-176 Структура/реализация функции ТЗНП с расширенной функциональностью



[dwocpgb1-060213-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-177 Структура/реализация функции ТЗНП с базовой функциональностью

Приведенные ниже функции, если они присутствуют в устройстве, могут влиять на параметры срабатывания и выдержки времени ступеней или блокировать ступени. На работу ступеней МТЗ так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

- Автоматическое повторное включение (АПВ)
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

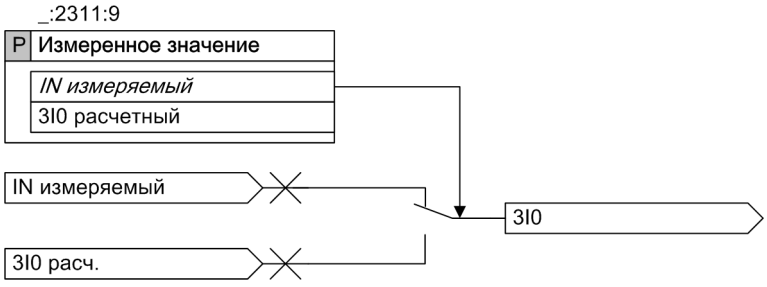
Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков (доступно в обоих типах функций).

6.12.3 Общая функциональность

6.12.3.1 Описание

Выбор измеряемого значения

Функция предоставляет возможность выбора между значениями ***IN измер*** или ***3I0 расч***.



[loMasValue-201507-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-178 Логическая блок-схема выбора измеряемого значения

Оба варианта доступны только для типов подключения трансформатора тока ***3-фаз + IN*** и ***3-фаз + IN-отд***. Для других типов соединений может быть возможен только один вариант. Если вы выберете неразрешенную опцию, появится сообщение о несовместимости.

В зависимости от вторичного номинального тока ТТ, типа соединения ТТ и выбранной настройки диапазон вторичных пороговых значений будет изменяться в соответствии со следующей таблицей.

Таблица 6-6 Диапазон пороговых значений

Тип соединения	Измеренное значение	Тип клеммы ТТ	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 1 А, IN = 1 А)	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 1 А, IN = 5 А)	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 5 А, IN = 1 А)	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 5 А, IN = 5 А)
3ф + IN	3I0 расчетный	4 x для целей защиты	от 0,010 до 35,000 А	Н/Д	Н/Д	от 0,050 до 175,00 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	Н/Д	Н/Д	от 0,002 до 8,000 А
	IN измеряемый	4 x для целей защиты	от 0,010 до 35,000 А	Н/Д	Н/Д	от 0,050 до 175,00 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	Н/Д	Н/Д	от 0,002 до 8,000 А
3ф + IN-отд.	3I0 расчетный	4 x для целей защиты	от 0,010 до 35,000 А	от 0,010 до 35,000 А	от 0,050 до 175,00 А	от 0,050 до 175,00 А
		3 x для целей защиты, 1 x чувств.	от 0,010 до 35,000 А	от 0,010 до 35,000 А	от 0,050 до 175,00 А	от 0,050 до 175,00 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	от 0,001 до 1,600 А	от 0,002 до 8,000 А	от 0,002 до 8,000 А
	IN измеряемый	4 x для целей защиты	от 0,010 до 35,000 А	от 0,050 до 175,00 А	от 0,010 до 35,000 А	от 0,050 до 175,00 А
		3 x для целей защиты, 1 x чувств.	от 0,001 до 1,600 А	от 0,002 до 8,000 А	от 0,001 до 1,600 А	от 0,002 до 8,000 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	от 0,002 до 8,000 А	от 0,001 до 1,600 А	от 0,002 до 8,000 А

6.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Измеренное значение`

- Рекомендуемое значение уставки **`Измеренное значение`** = ***`IN измеряемый`***

Данный параметр не доступен для функции с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
IN измеряемый	Функция работает с измеренным током замыкания на землю IN. Это рекомендуемая уставка, если нет особой причины использовать рассчитанный ток нулевой последовательности 3I0.
3I0 расчетный	Функция работает с рассчитанным током нулевой последовательности 3I0. Этот параметр настройки может использоваться в случае применения резервной функции 50N/51N по соображениям безопасности.

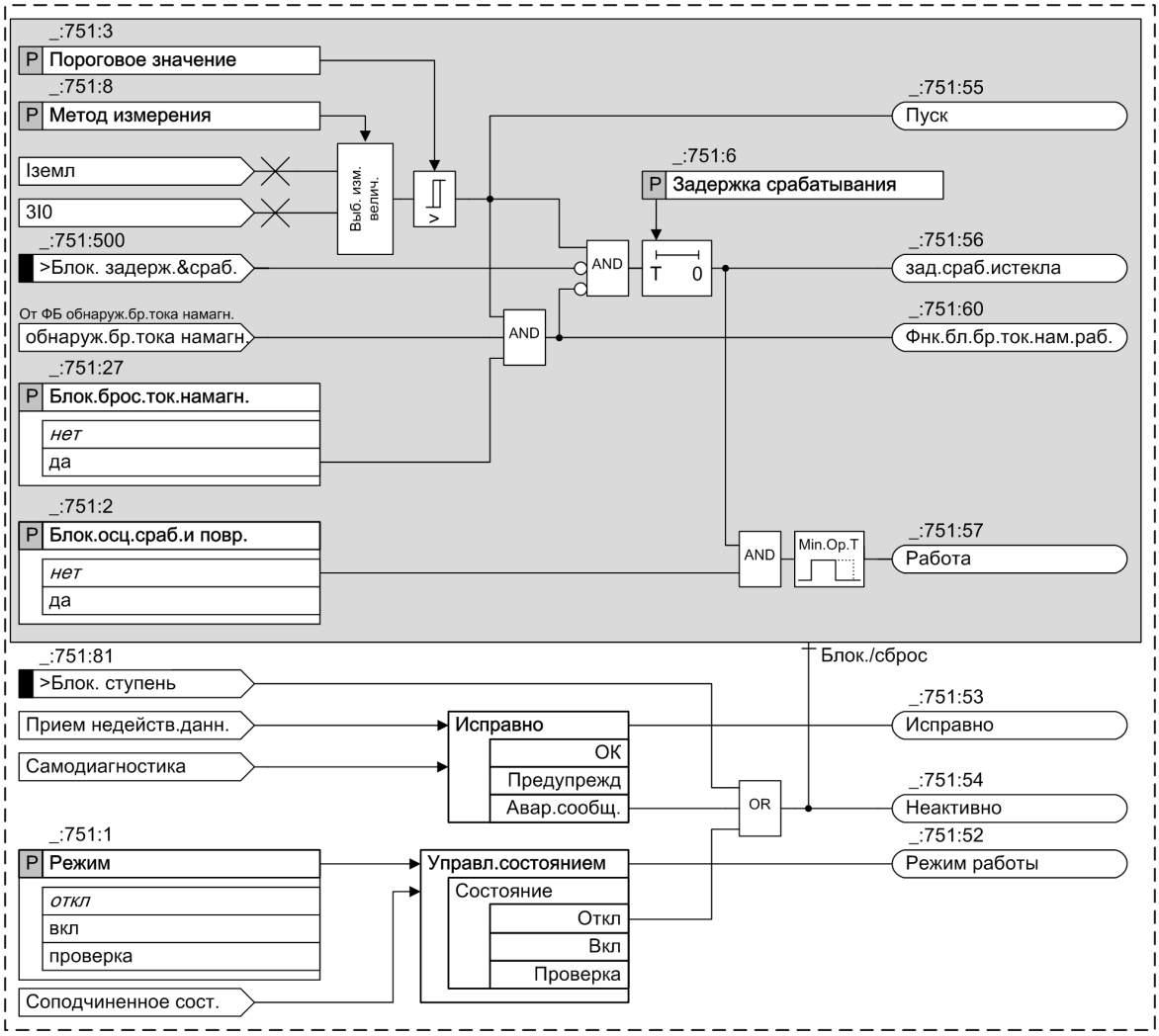
6.12.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:9	Общие данные:Измеренное значение		• 3I0 расчетный • IN измеряемый	IN измеряемый

6.12.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

6.12.4.1 Описание

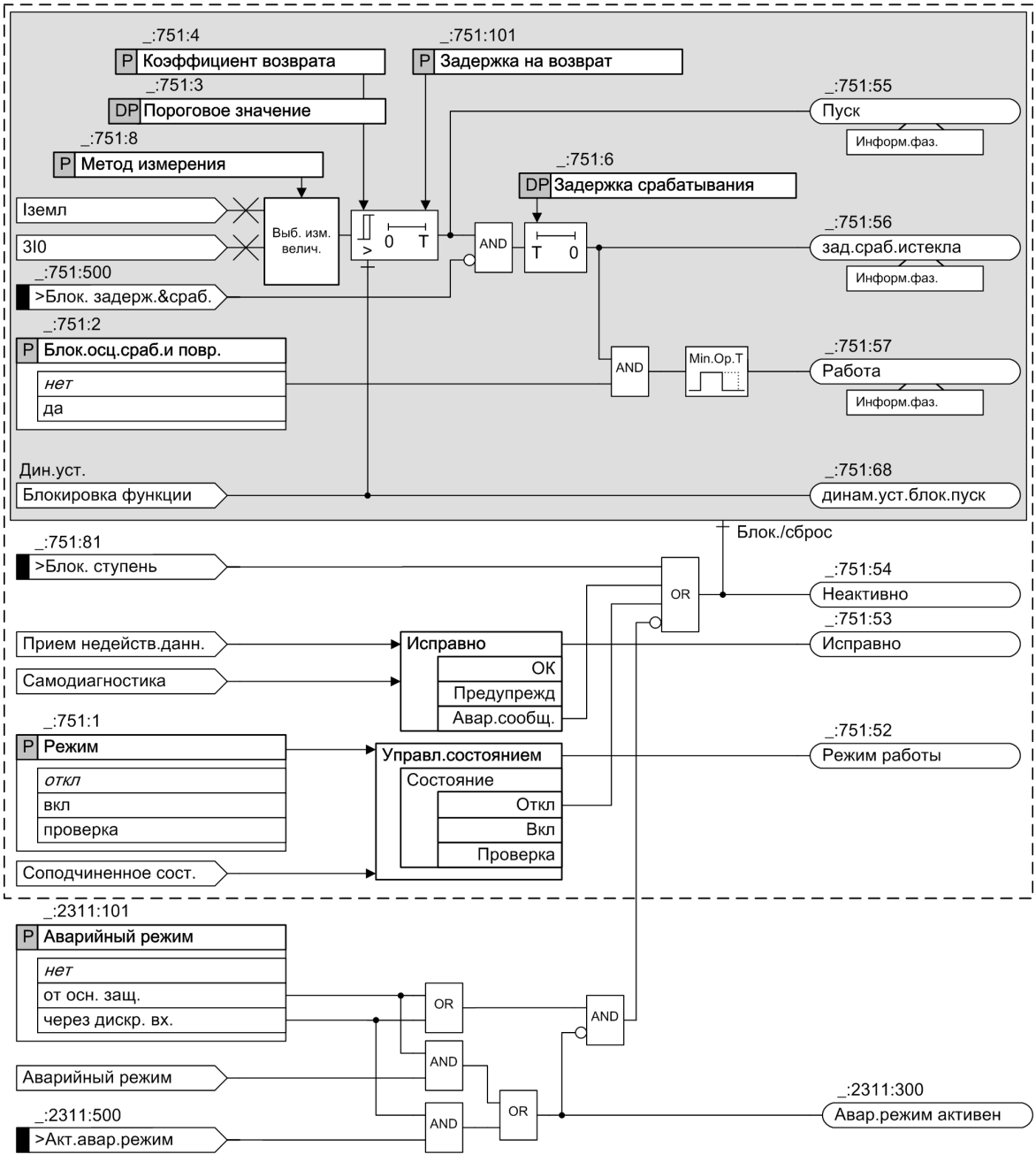
Логика базовой функциональности



[loocpgb1-060213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-179 Логическая схема работы максимальной токовой защиты нулевой последовательности с независимой выдержкой времени – Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[loocpgr1-081111-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-180 Логическая схема работы максимальной токовой защиты нулевой последовательности с независимой выдержкой времени – Расширенная функциональность

Аварийный режим (Расширенная функциональность)

Используйте параметр **Аварийный режим**, чтобы определить, работает ли ступень в качестве аварийной МТЗ или в качестве резервной МТЗ. Если задать уставку **Аварийный режим** = ***от осн. защ.***, то при неисправности основных защит МТЗ автоматически начинает работать в качестве аварийной защиты. Это происходит, например, в случае возникновения короткого замыкания или обрыва в цепях трансформатора напряжения дистанционной защиты, либо в случае, когда имеется неисправность канала связи дифференциальной защиты. Это означает, что защита в аварийном режиме в случае короткого замыкания будет заменять основную защиту. При соответствующей

настройке уставки (**Аварийный режим** = **через дискр. вх.**) включение аварийного режима также может производиться от внешнего источника.

Если МТЗ установлена как резервная защита (параметр **Аварийный режим** = ***нет***), то она работает независимо, т. е. параллельно основной защите. Резервная МТЗ также может выполнять функции единственной защиты от КЗ, когда, например, отсутствуют трансформаторы напряжения, необходимые для организации защиты.

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Задержка на возврат (Расширенная функциональность)

Если значение измеряемой величины снижается ниже уставки возврата, то происходит возврат защиты. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Выдержка времени на срабатывание продолжает набираться до возврата. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Посредством функции **динамических настроек** (см. главу **Влияние других функций на динамические настройки** и раздел *6.12.8.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.12.7.1 Описание*.

6.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:751:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания**

- Уставка по умолчанию **(_:751:3) Пороговое значение** = ***1,20 A*** (для первой ступени)
- Уставка по умолчанию **(_:751:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 c*** (для первой ступени)

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с расчетом для вашего случая.

Следующая информация относится к двухступенчатой защите (первая ступень = ступень МТЗ с независимой выдержкой времени и вторая ступень = ступень токовой отсечки)

Первая ступень (ступень максимальной токовой защиты):

Значение уставки зависит от минимального тока замыкания на землю. Значение должно быть задано.

При малых токах короткого замыкания на землю Siemens рекомендует использовать функцию **Защита от замыканий на землю через большое переходное сопротивление в системах с заземленной нейтралью**.

Уставка **Задержка срабатывания** рассчитывается, исходя из условий обеспечения требований селективности. В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Вторая ступень (токовая отсечка):

Ступень используется в качестве токовой отсечки без выдержки времени. Такая защита используется на длинных линиях с малым полным сопротивлением источника или для оборудования с большим индуктивным сопротивлением (например, трансформаторы, шунтирующие реакторы). Задайте такое значение параметра **Пороговое значение**, чтобы обеспечить несрабатывание данной ступени при КЗ на шинах смежной подстанции.

Установите значение параметра **Задержка срабатывания** равным ***0***.

Siemens рекомендует определять значения уставок, исходя из анализа параметров энергосистемы. Следующий пример иллюстрирует пример выбора уставки срабатывания для защиты длинной линии.

ПРИМЕР

Ступень токовой отсечки: Воздушная линия напряжением 110 кВ, сечение проводов 150 мм²

s (длина)	= 60 км
$Z_л$/s	= 0,46 Ом/км

Отношение сопротивления нулевой последовательности к сопротивлению прямой последовательности: $Z_{л0}/Z_{л1} = 4$

Мощность короткого замыкания в начале линии:

$S_{кз}'$ = 2,5 ГВА

Отношение сопротивления нулевой последовательности к сопротивлению прямой последовательности полного сопротивления источника в начале линии: $Z_{Р0}/Z_{Р1} = 2$

Трансформатор тока = 600 A / 5 A

Вычисляем полное сопротивление линии $Z_л$ и сопротивление источника $Z_Р$:

$$Z_Л = 0.46\ Ом/км \cdot 60\ км = 27.6\ Ом$$

[fo_OCP002_030311, 1, ru_RU]

$$Z_Р = \frac{110\ кВ^2}{2500\ МВА} = 4.84\ Ом$$

[fo_OCP003_030311, 1, ru_RU]

Вычисление тока однофазного КЗ в конце линии $I_{кз.кон.}$:

$$I_{кз.кон.} = \frac{1.1 \cdot U_Н \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot \left[Z_Р \cdot \left(2 + \frac{Z_{Р0}}{Z_{Р1}}\right) + Z_Л \cdot (2 + \frac{Z_{Л0}}{Z_{Л1}})\right]} = \frac{1.1 \cdot 110\ кВ \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot [4.84\ Ом \cdot (2+2) + 27.6\ Ом \cdot (2+4)]} = 1133\ A$$

[fo_ocp005_030311, 1, ru_RU]

Первичные и вторичные значения данного тока используются в качестве уставок (коэффициент отстройки равен 10 % от полученного значения):

Пороговое значение, ступень 2 (перв.) = 1.1 · 1133 A = 1246.3 A

Пороговое значение, ступень 2 (втор.) = $1.1 \cdot \frac{1133\ A}{600\ A} \cdot 5\ A = 10.39\ A$

[foocpgr4-030311-01.tif, 3, ru_RU]

КЗ произошло на защищаемой линии, если ток КЗ превышает значение 1246 A (первичных) или 10,39 A (вторичных). В этом случае данная ступень защиты отключает поврежденное присоединение без выдержки времени.

Примечание: Полученные в примере значения являются достаточно точными для задания уставок срабатывания для воздушных линий. Если сопротивление источника, полное сопротивление линии и сопротивление нулевой последовательности имеют различные углы, необходимо использовать комплексные числа для вычисления **Пороговое значение**.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:751:101) Задержка на возврат** = ***0***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Siemens рекомендует использовать стандартное значение, равное ***0***, если возврат ступени должен происходить мгновенно.

Для согласования характеристики возврата с электромеханическими реле можно использовать значение параметра **Задержка на возврат** ≠ ***0***. Это необходимо для согласования защит по времени. Для этой цели должно быть известно время возврата электромеханического реле. Вычтите время возврата своего собственного устройства (см. Технические данные) и введите полученное значение.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:751:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***.

Для получения большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например, до ***0,98***. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то задаваемое значение уставки параметра **Коэффициент возврата** можно уменьшить. Это позволяет избежать "дребезга" при срабатывании на грани уставки.

6.12.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Аварийный режим		• нет • от осн. защ. • через дискр. вх.	нет
_:2311:9	Общие данные:Измеренное значение		• 3I0 расчетный • IN измеряемый	IN измеряемый
Общие данные				
_:751:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:751:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:751:26	НезавВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:751:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:751:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:751:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:751:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:751:101	НезавВыдВр 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:751:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:751:28	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:751:35	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:751:29	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:751:36	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:14	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:751:20	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:751:30	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:751:37	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:15	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:751:21	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:751:31	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:751:38	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:16	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:751:22	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:751:32	НезавВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:751:39	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:17	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 100 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 50 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 50 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.200 А
		5 А при 16 Iном	0.002 А до 8.000 А	6.000 А
_:751:23	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:751:33	НезавВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:751:40	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:18	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 100 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 50 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 50 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.200 А
		5 А при 16 Iном	0.002 А до 8.000 А	6.000 А
_:751:24	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:751:34	НезавВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:751:41	НезавВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:751:19	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 100 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 50 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 50 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.200 А
		5 А при 16 Iном	0.002 А до 8.000 А	6.000 А

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:751:25	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Общие данные				
_:752:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:752:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:752:26	НезавВыдВр 2:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:752:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:752:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:752:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 А при 100 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 100 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 50 Iном	0.010 А до 35.000 А	1.200 А
		5 А при 50 Iном	0.05 А до 175.00 А	6.00 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	1.200 А
		5 А при 16 Iном	0.002 А до 8.000 А	6.000 А
_:752:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:752:101	НезавВыдВр 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:752:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:752:28	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:752:35	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:752:29	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:752:36	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:752:14	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:20	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:752:30	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:752:37	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:752:15	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:21	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:752:31	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:752:38	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:752:16	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:22	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:752:32	НезавВыдВр 2:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:752:39	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:752:17	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:23	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:752:33	НезавВыдВр 2:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:752:40	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:752:18	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:24	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
Дин.уст.:ДВх				
_:752:34	НезавВыдВр 2:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:752:41	НезавВыдВр 2:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:752:19	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:752:25	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

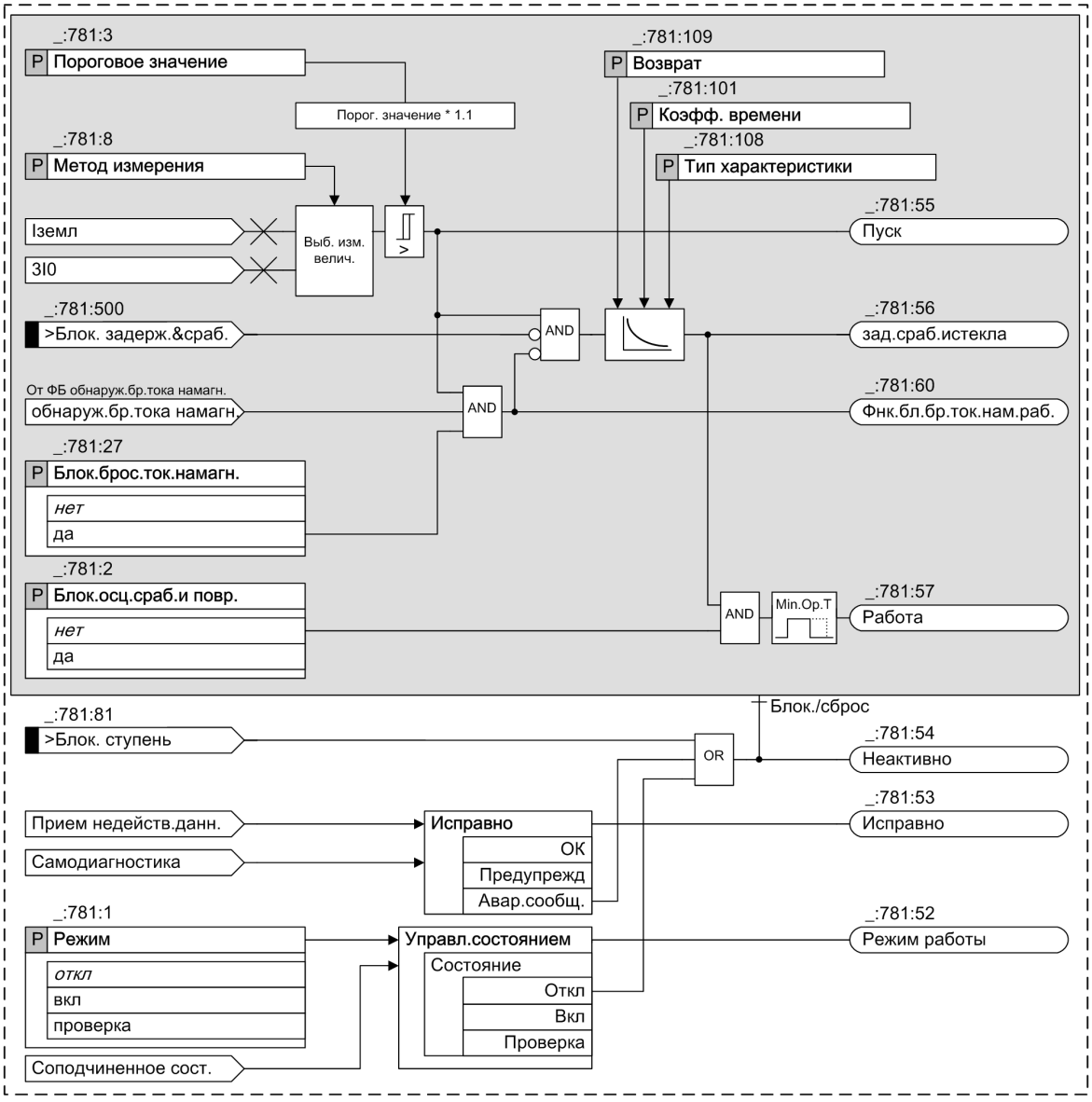
6.12.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Акт.авар.режим	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Авар.режим активен	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:751:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:751:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:751:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:751:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:751:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:751:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:751:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:751:62	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:751:63	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:751:64	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВциклЗакт	SPS	O
_:751:65	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>Закт	SPS	O
_:751:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:751:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:751:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:751:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:751:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:751:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.12.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.12.5.1 Описание

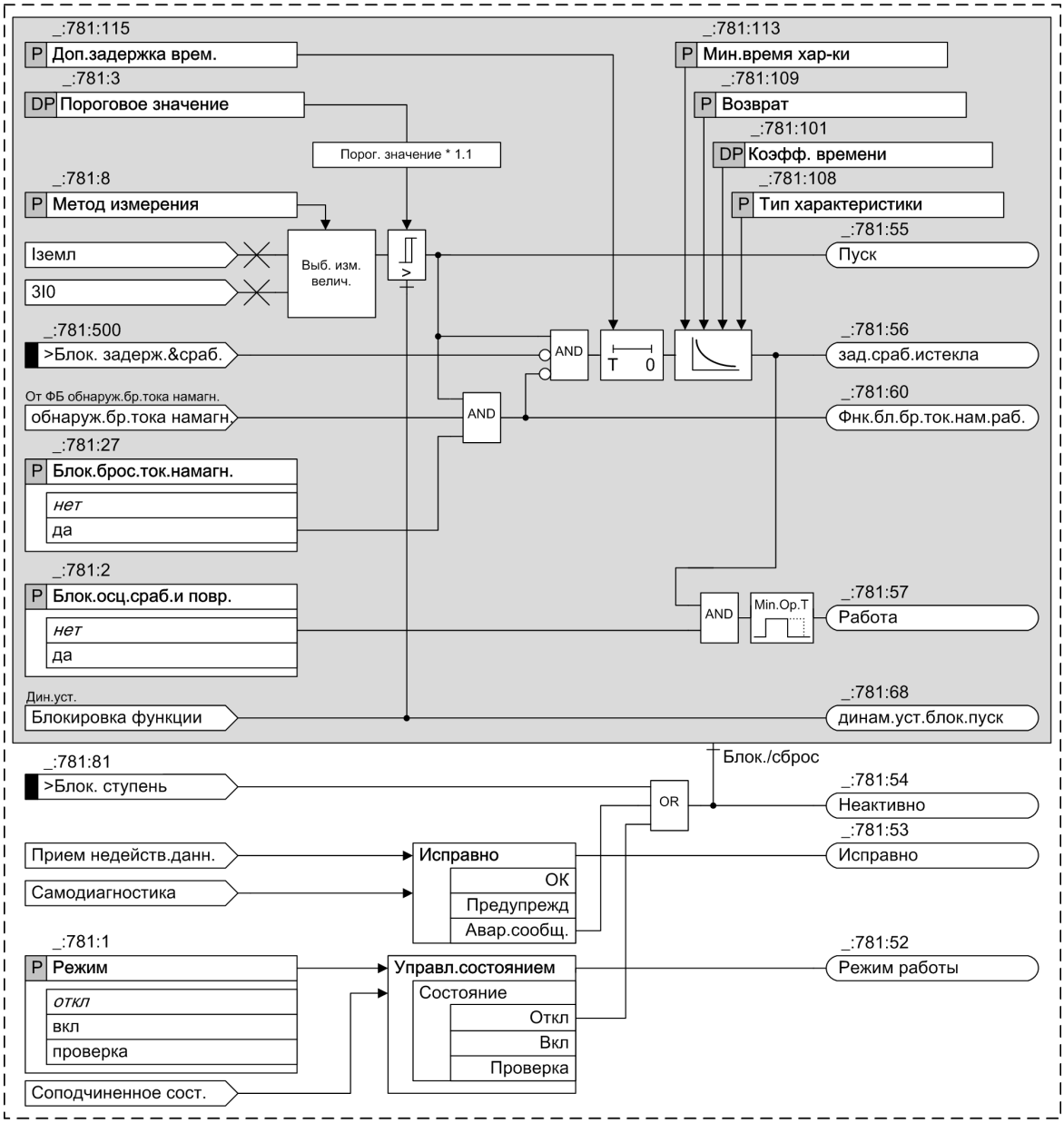
Логика базовой функциональности



[lo_ocp_gr2, 4, ru_RU]

Рисунок 6-181 Логическая схема работы максимальной токовой защиты нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени – Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[loocpgn2-291112-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-182 Логическая схема работы максимальной токовой защиты нулевой последовательности с обратнозависимой характеристикой выдержки времени – Расширенная функциональность

Аварийный режим (Расширенная функциональность)

Используйте параметр **Аварийный режим**, чтобы определить, работает ли ступень в качестве аварийной МТЗ или в качестве резервной МТЗ. Если задать уставку **Аварийный режим** = ***от осн. защ.***, то при неисправности основных защит МТЗ автоматически начинает работать в качестве аварийной защиты. Это происходит, например, в случае возникновения короткого замыкания или обрыва в цепях трансформатора напряжения дистанционной защиты, либо в случае, когда имеется неисправность канала связи дифференциальной защиты. Это означает, что защита в аварийном режиме в случае короткого замыкания будет заменять основную защиту. При соответствующей настройке уставки (**Аварийный режим** = ***через дискр. вх.***) включение аварийного режима также может производиться от внешнего источника.

Если МТЗ установлена как резервная защита (параметр **Аварийный режим** = ***нет***), то она работает независимо, т. е. параллельно основной защите. Резервная МТЗ также может выполнять функции единственной защиты от КЗ, когда, например, отсутствуют трансформаторы напряжения, необходимые для организации защиты.

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI (базовая и расширенная функциональность)

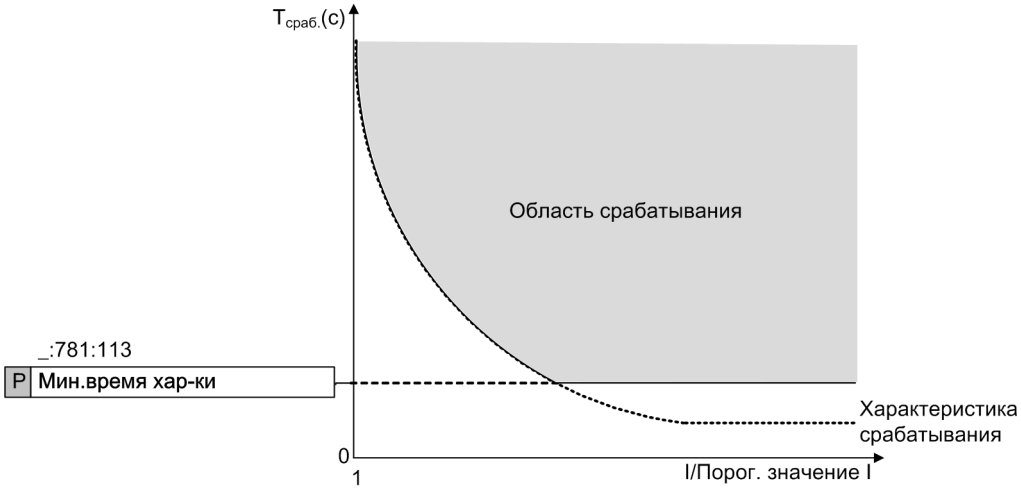
Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время характеристики (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение.



[Dwocpgr3Mi_20140716-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-183 Минимальное время характеристики срабатывания

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику. С помощью этой уставки характеристика смещается по оси времени на это дополнительное время.

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Посредством функции **динамических уставок** (см. подзаголовок **Влияние других функций на динамические уставки** и главу *6.12.8.1 Описание*).

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональности)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства "Обнаружение броска тока намагничивания" (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.12.7.1 Описание*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Автоматическое повторное включение
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.8.1 Описание* .

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

- Автоматическое повторное включение
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.12.8.1 Описание* .

6.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:781:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:781:108) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения. Для получения дополнительной информации о параметре **Тип характеристики** см. главу*11.13.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:781:113) Мин.время хар-ки** = ***0,00 с***

Этот параметр доступен только для ступени с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение. Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для большинства применений Siemens рекомендует значение - 0 сек.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время срабатывания инверсной характеристики, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время срабатывания.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:781:115) Доп.задержка врем.** = ***0,00 с***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику.

Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:781:3) Пороговое значение** = ***1,20 A***

Значение уставки зависит от минимального тока замыкания на землю. Значение должно быть задано.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:781:101) Коэфф. времени** = ***1***

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). В случае использования МТЗ в качестве аварийной защиты резонно использовать уменьшенные выдержки времени (на одну ступень селективности больше быстродействующих ступеней), поскольку защита работает в аварийном режиме только в том случае, если отказала основная защита.

Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным ***1***.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:781:109) Возврат** = ***эмуляция диска***

Уставка **Возврат** определяет тип характеристики возврата – мгновенная или имитирующая индукционный диск электромеханического реле.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Используйте эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.12.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Аварийный режим		• нет • от осн. защ. • через дискр. вх.	нет
_:2311:9	Общие данные:Измеренное значение		• 3I0 расчетный • IN измеряемый	IN измеряемый
Общие данные				
_:781:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:781:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:781:26	ИнвВыдВр 1:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:781:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:781:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:781:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:108	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:781:113	ИнвВыдВр 1:Мин.время хар-ки		0.00 с до 1.00 с	0.00 с
_:781:109	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:781:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
_:781:115	ИнвВыдВр 1:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:781:28	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:781:35	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:781:29	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:781:36	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:781:14	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:102	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:781:30	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:781:37	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:781:15	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:103	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:781:31	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:781:38	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:781:16	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:104	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:781:32	ИнвВыдВр 1:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:781:39	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:781:17	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:105	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:781:33	ИнвВыдВр 1:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:781:40	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:781:18	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:106	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:781:34	ИнвВыдВр 1:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:781:41	ИнвВыдВр 1:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:781:19	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:781:107	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.00 до 15.00	1.00

6.12.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Акт.авар.режим	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Авар.режим активен	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:781:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:781:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:781:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:781:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:781:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:781:53	ИнвВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:781:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:781:62	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:781:63	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:781:64	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:781:65	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:781:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:781:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:781:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:781:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:781:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:781:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:781:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.12.6 Ступень с пользовательской характеристикой

6.12.6.1 Описание

Эта ступень доступна только в функции с расширенной функциональностью.

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность** (см. главу *6.12.5.1 Описание*). Единственные различия заключаются в следующем:

- Вы можете определить собственную произвольную характеристику.
- Поведение срабатывание и возврата этой ступени определяются стандартным параметром **Пороговое значение** и, при необходимости, дополнительным параметром **Уставка (абс.знач.)**.

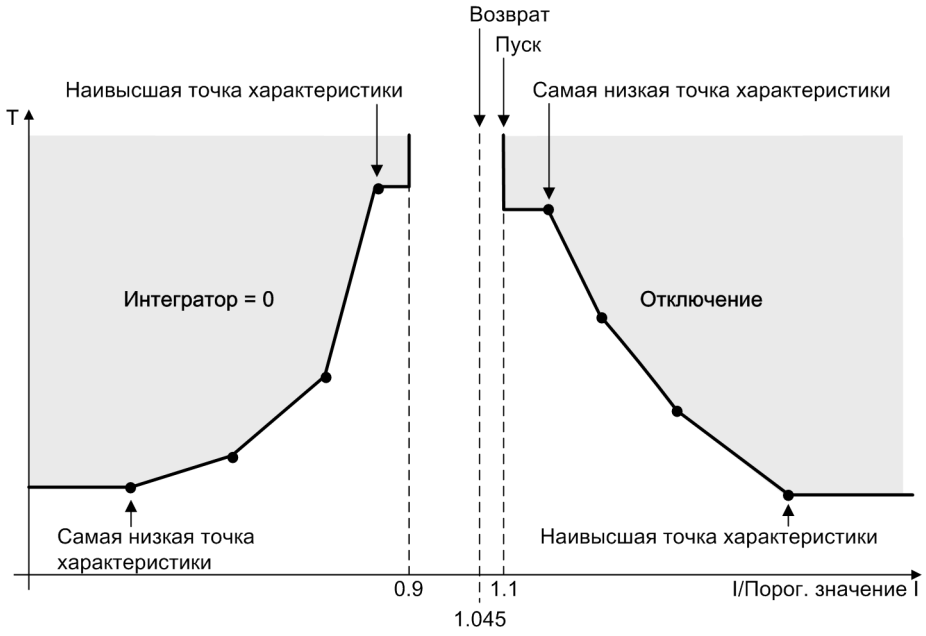
Определяемая пользователем характеристика срабатывания

С помощью определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Пуск и возврат ступени с пользовательской характеристикой времени срабатывания

Если измеряемое значение превышает 1,1* **Пороговое значение**, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x **Пороговое значение**), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-184 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания, не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

Если вы хотите изменить порог срабатывания ступени без изменения всех точек характеристики срабатывания, можно использовать дополнительный параметр **`Уставка (абс.знач.)`**.

Вы можете установить значение параметра **`Уставка (абс.знач.)`** больше, чем 1,1 * значение **`Пороговое значение`**. Тогда поведение ступени выглядит следующим образом:

- Ступень срабатывает, когда измеренное значение тока превышает значение **`Уставка (абс.знач.)`**.
- Ступень начинает возврат, когда измеренное значение тока ниже значения **`Уставка (абс.знач.)`**, умноженного на 0,95.
- Для измеренных значений тока ниже значения **`Уставка (абс.знач.)`** срабатывание не происходит и, следовательно, характеристика срабатывания не обрабатывается.

Если вы установили значение **`Уставка (абс.знач.)`** меньше, чем 1,1 * значение **`Пороговое значение`**, то поведение срабатывания и возврата не зависит от параметра **`Уставка (абс.знач.)`**.

6.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность**. Единственные различия описаны в главе *6.12.6.1 Описание* . В этой главе приведены только варианты применения и указания по применению и вводу уставок настройки, чтобы определить характеристики срабатывания и настроить параметр **`Уставка (абс.знач.)`**. Дополнительную информацию о других параметрах ступени можно найти в главе *6.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок* .

Параметр: Пары ток/время (для характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** *1,00*, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику.

Задайте значение времени в секундах. Ввод смещения характеристики обеспечивается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:101) Коэфф. времени** = *1*

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу). Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **Коэфф. времени** равным *1*.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:110) Возврат** = *эмуляция диска*

Уставка **Возврат** определяет тип характеристики возврата – мгновенная или имитирующая индукционный диск электромеханического реле.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** *1,00*, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику.

Задайте значение времени в секундах. Ввод смещения характеристики обеспечивается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

Параметр: `Уставка (абс.знач.)`

- Уставка по умолчанию **`(_:113) Уставка (абс.знач.)`** = ***`0,000 A`***

Параметр **`Уставка (абс.знач.)`** позволяет определить и изменить абсолютный порог срабатывания ступени без изменения всех точек характеристики.

Параметр используется только для особых случаев. При использовании уставки по умолчанию эта функция отключена. Более подробную информацию можно найти в *Пуск и возврат ступени с пользовательской характеристикой времени срабатывания , Страница 719*.

6.12.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:26	Польз.хар-ка #:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:113	Польз.хар-ка #:Уставка (абс.знач.)	1 A при 100 Iном	0.000 A до 35.000 A	0.000 A
		5 A при 100 Iном	0.00 A до 175.00 A	0.00 A
		1 A при 50 Iном	0.000 A до 35.000 A	0.000 A
		5 A при 50 Iном	0.00 A до 175.00 A	0.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	0.000 A
		5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	0.000 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
_:115	Польз.хар-ка #:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:28	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:35	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:29	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:36	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:14	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:102	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:30	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:37	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:15	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:103	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:31	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:38	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:16	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:104	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:32	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:39	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:17	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:105	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:19	Польз.хар-ка #:Порого-вое значение	1 A при 100 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.010 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.05 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	6.000 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

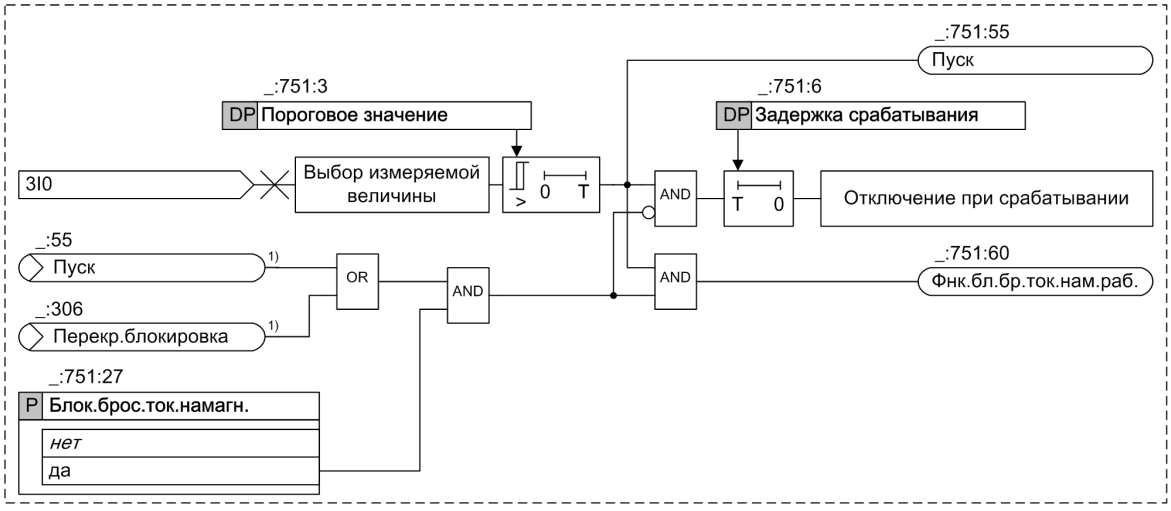
6.12.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:62	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:63	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:64	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:65	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.12.7 Блокировка отключения от внутренней функции устройства обнаружения броска тока намагничивания

6.12.7.1 Описание

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступенью защиты при обнаружении броска тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки срабатывания и сигнал срабатывания блокируются. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. По окончании выдержки времени на срабатывание ступень срабатывает. Приведенный ниже рисунок показывает только часть логики работы ступени (в качестве примера рассматривается первая ступень с независимой выдержкой времени), которая иллюстрирует влияние обнаружения броска тока намагничивания. Блокировка срабатывания ступени МТЗ может быть выполнена, только если ФБ **Обнаружение броска тока намагничивания** введен в работу (см. раздел *11.47 Обнаружение броска тока намагничивания*).



[loocpgrd-210812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-185 Логическая схема влияния обнаружения броска тока намагничивания на примере первой ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

6.12.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: **Блок.брос.ток.намагн.**

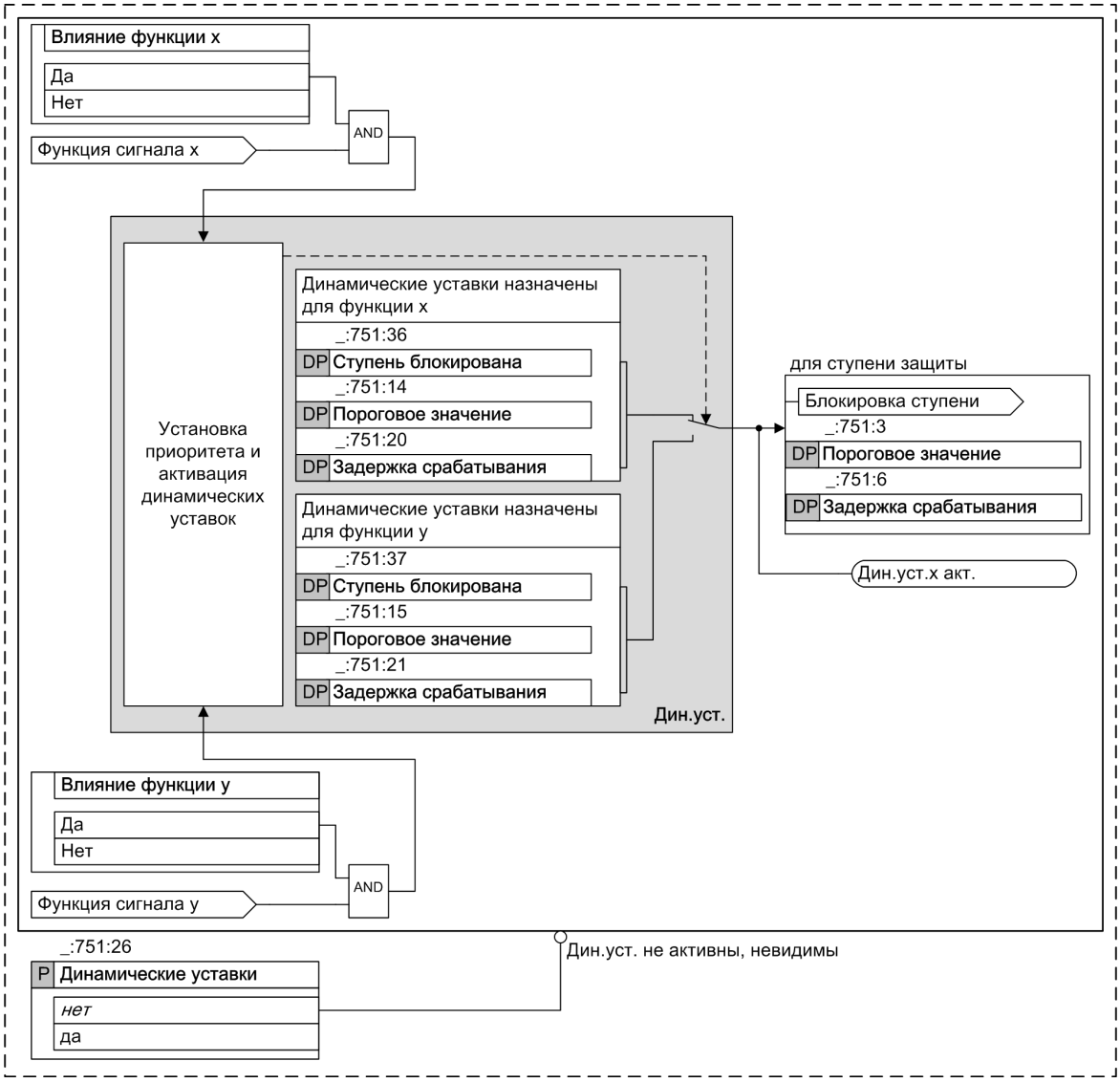
- Уставка по умолчанию **(_:751:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция ОбнБроскаТокаФ трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень со ступенчатой характеристикой выдержек времени для повреждений на НН трансформатора.

6.12.8 Динамическое изменение уставок от других функций

6.12.8.1 Описание

Параметры **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, используемые для отключения, носят название **Динамические уставки**. В зависимости от различных параметров и сигналов внешних функций или состояний дискретных входов указанные уставки могут быть изменены. В зависимости от различных параметров и сигналов внешних функций или состояний дискретных входов ступень также может быть динамически заблокирована. Эта возможность доступна только с расширенной функциональностью.



[loocpgnd-030311-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-186 Принцип динамического изменения значений параметров на примере 1-й ступени МТЗ с независимой выдержкой времени

Если нижеприведенные функции доступны в устройстве, они могут повлиять на ступени максимальной токовой защиты:

Функциональность	**Приоритет**
Автоматическое повторное включение (АПВ)	Приоритет 1
Обнаружение холодного пуска	Приоритет 2

Функциональность	Приоритет
Входной дискретный сигнал	Приоритет 3

Эти функции генерируют сигналы, которые изменяют значения динамических уставок ступени защиты или блокируют ее при необходимости. Блокировка работы ступеней защиты будет производиться вне зависимости от значений параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**. Каждая внешняя функция, оказывающая влияние на динамические уставки, создает свой блок с набором уставок, который включает параметр **Влияние функции ...** и динамические значения (**Задержка срабатывания** и **Пороговое значение**). Параметр Влияние функции определяет будет ли данная внешняя функция изменять стандартные уставки на заранее предопределенные динамические уставки. Если сигнал внешней функции, влияющей на динамические уставки становиться активным и параметр Влияние функции установлен в положение да, то уставки меняются на динамические. Это означает, что динамическая уставка замещает стандартную уставку. Если сигнал внешней функции, влияющей на динамическое изменения уставки становится неактивным, то восстанавливается значение стандартной уставки. Об активации динамической уставки информирует соответствующий сигнал.

Если несколько сигналов внешних функций, влияющих на динамическое изменение уставки становятся активными, то активируются динамические уставки функции с большим приоритетом (см. таблицу выше). Рассмотрим вариант, когда одновременно появились сигналы от функции с приоритетом 2 и 3. В этом случае динамические уставки, привязанные к сигналу от функции с приоритетом 2 становятся активными.

Функцию динамических уставок можно отключать. В этом случае блоки с наборами динамических уставок становятся недоступными пользователю и не влияют на работу защиты.

Взаимодействие с внутренней функцией *Обнаружение холодного пуска (Расширенная функциональность)*



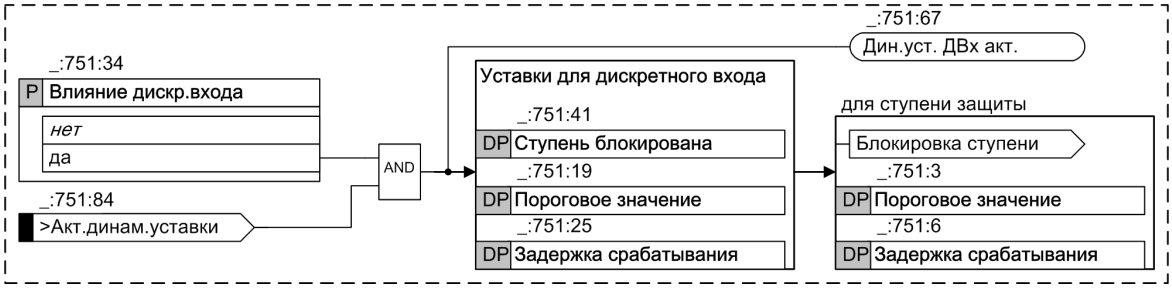
[lo_ocp_kal_gnd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-187 Влияние функции обнаружения холодного пуска на ступень максимальной токовой защиты

При холодном пуске имеется возможность изменить значения **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** для ступени защиты. Также предусмотрена возможность блокировки ступени. Чтобы это сделать, вы должны активизировать влияние функции холодного пуска. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки, или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

Способ формирования сигналов с помощью параметра **Дин.корр.уставок** описан в разделе *5.9.9 Функция обнаружения холодного пуска (опция)*.

Взаимодействие с внешней *функцией посредством дискретного входного сигнала (Расширенная функциональность)*



[loocpbingnd-030311-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-188 Влияние дискретного входа на ступень максимальной токовой защиты

Вы можете использовать дискретный входной сигнал **>Акт.динам.уставки**, чтобы динамически изменить уставки **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** ступени защиты. Также предусмотрена возможность блокировки ступени. Чтобы это сделать, пользователь должен активировать влияние дискретного входа на ступень защиты. Необходимо задать значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**, заменяющие стандартные уставки, или **Ступень блокирована** для блока с набором динамических уставок.

6.12.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)

Входной дискретный сигнал: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:751:26) Динамические уставки** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства не обязательно.
да	Если внешние и внутренние функции (АПВ или обнаружение холодного пуска) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение параметра необходимо изменить на ***да***. Это делает параметр конфигурации **Влияние функции...**, а также динамические параметры **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания** и **Ступень блокирована** ступени МТЗ видимыми и разрешает их применение.

Взаимодействие с функцией АПВ

Пример использование ступени МТЗ (1-я ступень) в качестве быстродействующей ступени до АПВ иллюстрирует взаимодействие с функцией АПВ.

Уставка по времени для ступени МТЗ (1-я ступень) выбирается по ступенчатому принципу. Уставка должна использоваться на быстродействующей ступени до автоматического повторного включения. Поскольку до АПВ быстрое отключение тока короткого замыкания обладает более высоким приоритетом по сравнению с селективностью, параметр **Задержка срабатывания** можно установить равным ***0*** или очень малому значению. Для обеспечения селективности время последнего отключения поврежденного участка должно быть согласовано с другими выдержками времени для данной сети.

АПВ настроено на два цикла включения. Для ступени максимальной токовой защиты подразумевается вторичный **Пороговое значение** как ***1,5 A*** и **Задержка срабатывания** как ***600 мс*** (согласно плану выдержки времени). Эти значения установлены в качестве стандартных настроек ступени.

Для правильной работы параметры конфигурации **Влияние АПВ, цикл 1** и **Влияние АПВ, цикл 2** в данном примере изменены на значение ***да*** (= влияние). При этом входные сигналы **1-й цикл АПВ** и

2-й цикл АПВ становятся активными. При их активации происходит применение значений динамических параметров.

Значения двух динамических параметров **Задержка срабатывания**, соответствующих данным входным сигналам, устанавливаются на значение ***0*** (мгновенное срабатывание). Значения двух динамических параметров **Пороговое значение**, соответствующие данным сигналам, устанавливаются на значение ***1,5 A***.

Если значение уставки (***1,5 A***) превышается до 1-го и 2-го цикла АПВ, то ступень МТЗ срабатывает мгновенно. Если повреждение не устранилось после 2-го цикла АПВ (неуспешное АПВ), то срабатывание ступени МТЗ происходит через ***600 мс*** в соответствии с выдержками времени для данной сети.

Взаимодействие с внешними устройствами

Работа ступеней МТЗ может управляться внешними устройствами. В приведенном выше примере, иллюстрирующем использование ступени МТЗ (1-я ступень) в качестве быстродействующей ступени до АПВ, предполагается, что функция АПВ реализуется во внешнем устройстве.

Для правильной работы параметр конфигурации **Влияние дискр.входа** должен быть изменен на значение ***да*** (= влияние). При этом входной сигнал ступени **>Акт.динам.уставки** становится активным При его активации происходит применение значений динамических параметров. Внешнее устройство должно формировать сигналы **Цикл 1** и **Цикл 2** или сигнал АПВ готово. Данные сигналы должны быть связаны с дискретным входным сигналом **>Акт.динам.уставки**.

Динамическая уставка **Задержка срабатывания**, назначенная входному сигналу (источнику влияния) **>Акт.динам.уставки**, устанавливается равной временной задержке ***0*** (мгновенное отключение). Значения двух динамических параметров **Пороговое значение**, соответствующие данным сигналам, устанавливаются на значение ***1,5 A***.

Если значение уставки (***1,5 A***) превышается до 1-го и 2-го цикла АПВ, то ступень МТЗ срабатывает мгновенно. Если повреждение не устранилось после 2-го цикла АПВ (неуспешное АПВ), то срабатывание ступени МТЗ происходит через ***600 мс*** в соответствии с выдержками времени для данной сети.

6.13 Направленная токовая защита нулевой последовательности

6.13.1 Обзор функций

Функция **Токовая направленная защита нулевой последовательности, заземл.нейтраль** (ANSI 67N):

- Определяет короткие замыкания на землю, затрагивающие электрооборудование
- Обеспечивает селективное обнаружение замыкания на землю в параллельных линиях или трансформаторах с односторонним питанием
- Обеспечивает селективное обнаружение замыкания на землю в кабельных линиях с двухсторонним питанием или в кольцевых сетях

6.13.2 Структура функции

Функция **Токовая направленная защита нулевой последовательности** может использоваться в функциональных группах защиты, которые обеспечивают измерения тока и напряжения нулевой последовательности. Предлагаются 2 типа функций:

- **Токовая направленная защита нулевой последовательности – расширенная функциональность** (67N ТНЗНП-A)
- **Токовая направленная защита нулевой последовательности – базовая функциональность** (67N ТНЗНП-B)

Базовая функциональность будет использоваться для стандартных применений. Расширенная функциональность обеспечивает больший объем функций и подразумевает использование в более сложных случаях.

Оба типа функциональности по умолчанию включают в себя 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Функция **Токовая направленная защита нулевой последовательности – расширенная функциональность** может обеспечивать одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **ТНЗНП с независимой выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **ТНЗНП с инверсной выдержкой времени с расширенной функциональностью**
- 1 ступень **ТНЗНП с логарифмически-инверсной характеристикой выдержки времени**
- 1 ступень **ТНЗНП с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба**
- 1 ступень **ТНЗНП с пользовательской характеристикой**

Функция **Токовая направленная защита нулевой последовательности –базовая функциональность** может обеспечивать одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум 4 ступени **ТНЗНП с независимой выдержкой времени – базовая функциональность**
- 1 ступень **ТНЗНП с инверсной выдержкой времени - базовая функциональность**

В соответствии с *Рисунок 6-189* и *Рисунок 6-190* не предусмотренные заводскими настройками ступени показаны серым цветом. По структуре данные ступени отличаются только характеристиками выдержек времени.

Общие функции включают определение направления и выбор измеренных значений (только расширенная функциональность). Это выполняется на функциональном уровне и применяется ко всем ступеням защиты (см. *Рисунок 6-189* и главу *6.7.3 Общая функциональность*). Это гарантирует, что все ступени функции используют одинаковый источник измеренного тока и одинаковое направление. Каждая ступень может быть настроена на работу в прямом или обратном направлении.

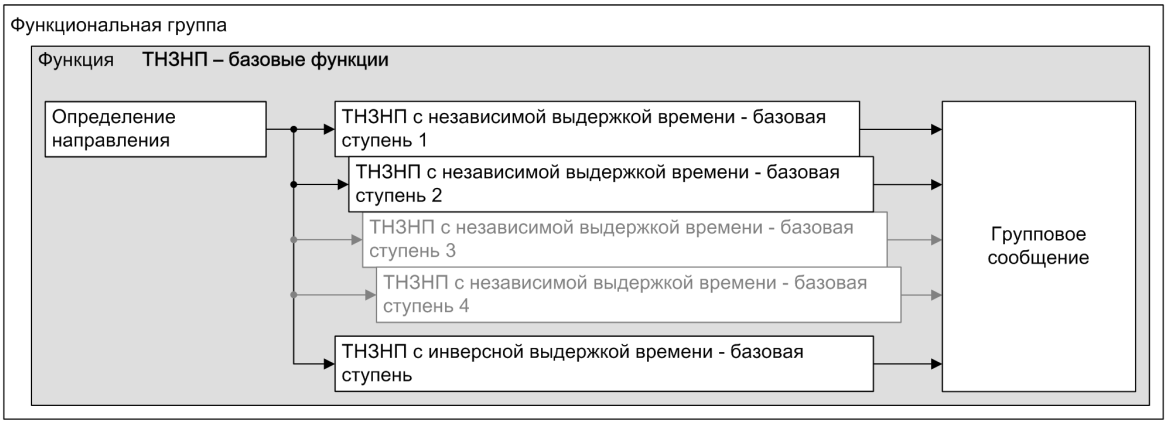
Группы сообщений выходной логики формируют на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции по схеме ИЛИ:

- Пуск
- Срабатывание



[dwrdirad-300913, 3, ru_RU]

Рисунок 6-189 Структура/реализация функции токовой направленной защиты нулевой последовательности с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, расширенная функциональность)



[dwrdirba-300913, 2, ru_RU]

Рисунок 6-190 Структура/реализация функции токовой направленной защиты нулевой последовательности с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, базовая функциональность)

Если указанные ниже внутренние функции присутствуют в устройстве, то они могут влиять на значения срабатывания и выдержки времени ступеней или могут блокировать их действие. На работу ступеней ТНЗНП так же могут оказывать влияние дискретные входные сигналы от внешних устройств защиты.

- Автоматическое повторное включение (АПВ)
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

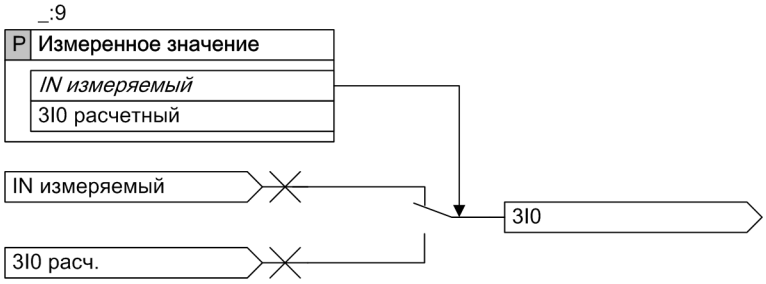
Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

6.13.3 Общая функциональность

6.13.3.1 Выбор измеряемого значения

Логика

Функция предоставляет возможность выбора между значениями ***IN измер*** или ***3I0 расч***.



[loMasValue-201505-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-191 Логическая блок-схема выбора измеряемого значения

Оба варианта доступны только для типов подключения трансформатора тока ***3-фаз + IN*** и ***3-фаз + IN-отд***. Для других типов соединений может быть возможен только один вариант. Если вы выберете неразрешенную опцию, появится сообщение о несовместимости.

В зависимости от вторичного номинального тока ТТ, типа соединения ТТ и выбранной настройки диапазон вторичных пороговых значений будет изменяться в соответствии со следующей таблицей.

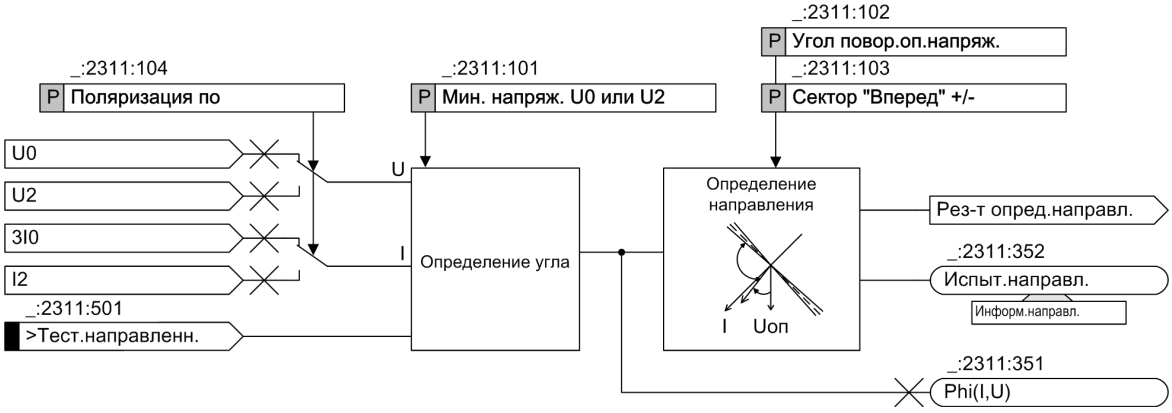
Таблица 6-7 Диапазон пороговых значений

Тип соединения	Измеренное значение	Тип клеммы ТТ	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 1 А, IN = 1 А)	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 1 А, IN = 5 А)	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 5 А, IN = 1 А)	Диапазон пороговых значений (ном. I-втор.: ф = 5 А, IN = 5 А)
3ф + IN	3I0 расчетный	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 А	Н/д	Н/д	от 0,15 до 175,00 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	Н/д	Н/д	от 0,005 до 8,000 А
	IN измеряемый	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 А	Н/д	Н/д	от 0,15 до 175,00 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	Н/д	Н/д	от 0,005 до 8,000 А
3ф + IN-отд.	3I0 расчетный	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 А	от 0,030 до 35,000 А	от 0,15 до 175,00 А	от 0,15 до 175,00 А
		3 x для целей защиты, 1 x чувств.	от 0,030 до 35,000 А	от 0,030 до 35,000 А	от 0,15 до 175,00 А	от 0,15 до 175,00 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	от 0,001 до 1,600 А	от 0,005 до 8,000 А	от 0,005 до 8,000 А
	IN измеряемый	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 А	от 0,15 до 175,00 А	от 0,030 до 35,000 А	от 0,15 до 175,00 А
		3 x для целей защиты, 1 x чувств.	от 0,001 до 1,600 А	от 0,005 до 8,000 А	от 0,001 до 1,600 А	от 0,005 до 8,000 А
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 А	от 0,005 до 8,000 А	от 0,001 до 1,600 А	от 0,005 до 8,000 А

6.13.3.2 Определение направления

Логика определения направления

На следующем рисунке представлена логика определения направления. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



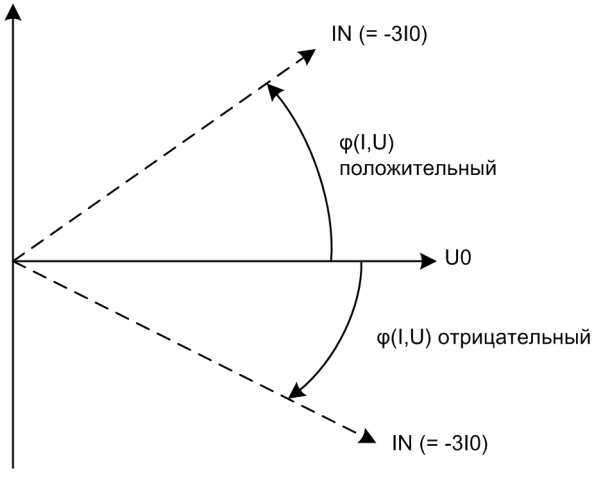
[lodirdet-280812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-192 Логическая схема определения направления

Измеряемый параметр для определения направления

С помощью параметра **Поляризация по** вы определяете, будет ли направление определяться по составляющим нулевой последовательности 3I0 и U0 или по составляющим обратной последовательности I2 и U2, которые появляются в сети во время замыканий.

Угол между IN (=-3I0) и U0 (между -I2 и U2 соответственно, в случае использования составляющих обратной последовательности) доступен как функционально измеряемое значение. Данная величина существует только во время замыканий в сети.



[DwUlkenn-240812-01.vsd, 1, ru_RU]

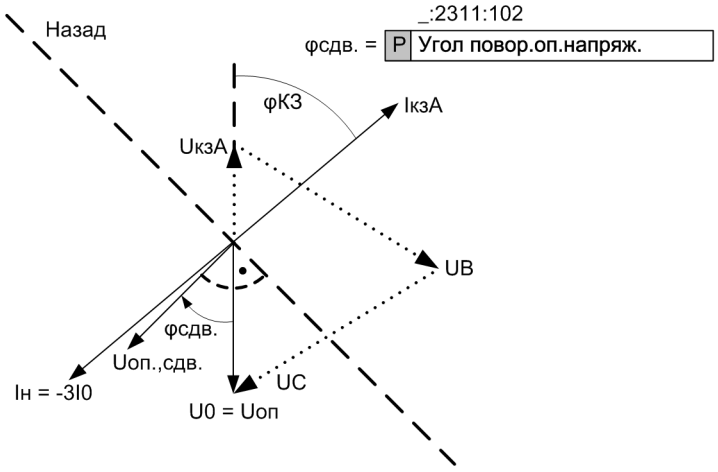
Рисунок 6-193 Определение измеряемых величин

Пуск функции определения направления

Если ток нулевой последовательности 3I0 превышает пороговое значение срабатывания ступени и выбранное напряжение (U0 или U2) также превышает параметр **Мин. напряж. U0 или U2**, запускается функция определения направления.

Определение направления по составляющим нулевой последовательности

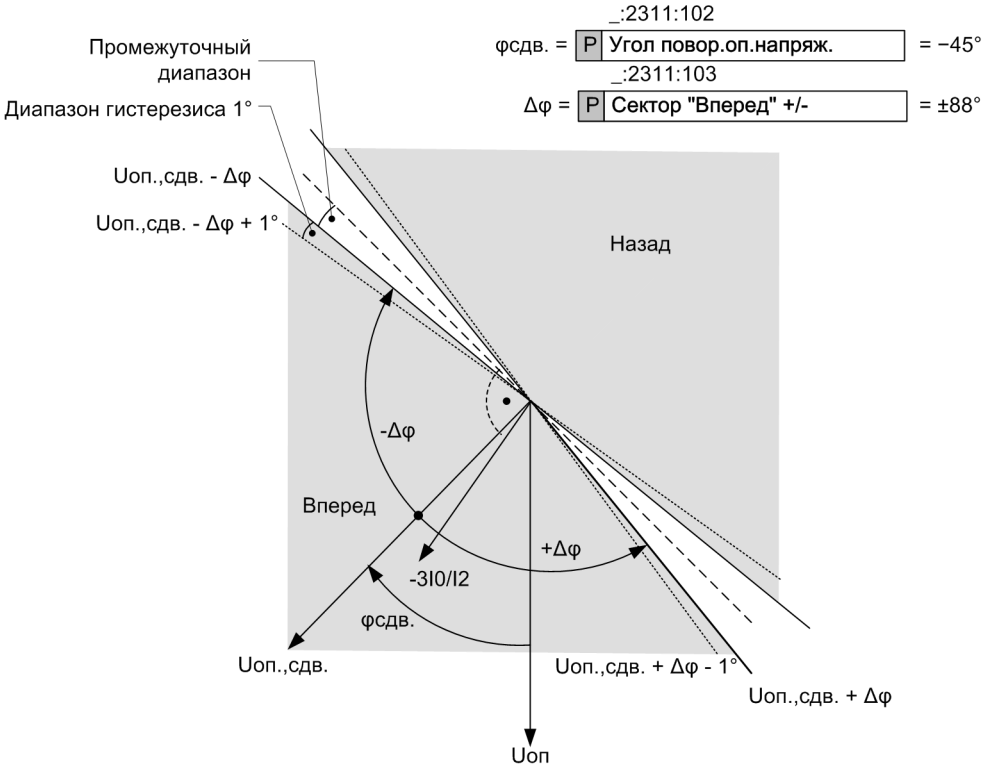
Направление определяется вычислением фазового угла между током КЗ -3I0 и опорным напряжением $U_{оп,сдв}$. В отличие от функции **Направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени от междуфазных коротких замыканий**, которая работает с напряжением неповрежденной фазы в качестве опорного, напряжение повреждения U0 само по себе является опорным для функции **Токовая направленная защита нулевой последовательности**. Если принимать во внимание разные состояния системы и разные области применения, опорное напряжение U0 может поворачиваться на регулируемый угол (параметр **`Угол повор.оп.напряж.`**). Это позволяет переместить вектор опорного напряжения к вектору тока КЗ -3I0. Следовательно, имеем надежный результат определения направления. *Рисунок 6-194* иллюстрирует соотношение для однофазного КЗ на землю фазы A. Ток повреждения имеет сдвиг по фазе 180° по отношению к току IкзA и отстает от напряжения повреждения на угол повреждения φкз. Опорное напряжение U0 поворачивается на угол φпов, равный -45°.



[dwroreze-300913, 2, ru_RU]

Рисунок 6-194 Поворот вектора опорного напряжения, направленная максимальная токовая защита с выдержкой времени, функция защиты от замыканий на землю по составляющим нулевой последовательности.

Сдвинутое опорное напряжение $U_{оп,сдв}$ и параметр **`Сектор "Вперед" +/-`** определяют диапазоны в прямом и обратном направлении, см. *Рисунок 6-195*. Диапазон в прямом направлении рассчитывается как ± Δφ° вокруг вектора опорного напряжения $U_{оп.сдв}$ Δφ устанавливается при помощи параметра **`Сектор "Вперед" +/-`**. Если вектор тока КЗ -3I0 находится в данном диапазоне, то устройство определяет замыкание в прямом направлении. Если вектор тока КЗ находится в зеркальном диапазоне, то устройство определяет замыкание в обратном направлении. В промежуточной зоне направление является неопределенным.



[dwforrev-281013, 2, ru_RU]

Рисунок 6-195 Прямая/обратная характеристика направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени, функция защиты от замыканий на землю

Определение направления по составляющим обратной последовательности

Метод работает так же, как и с составляющими нулевой последовательности. Вместо 3I0 и U0 для определения направления используются составляющие обратной последовательности I2 и U2.

Тестовое определение направленности

При активации дискретного входного сигнала *>Тест.направленн.* определение направления осуществляется даже в случае, если не превышена уставка по току. Направление может быть определено, как только ток 3I0 и напряжение U0 нулевой последовательности превысят прибл.7% от вторичных номинальных значений фазного тока и напряжения.

6.13.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Измеренное значение`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:9) Измеренное значение`** = ***`IN измеряемый`***

Данный параметр не доступен для функции с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
`IN измеряемый`	Функция работает с измеренным током замыкания на землю IN. Это рекомендуемая уставка, если нет особой причины использовать рассчитанный ток нулевой последовательности 3I0.
`3I0 расчетный`	Функция работает с рассчитанным током нулевой последовательности 3I0. Этот параметр настройки может использоваться в случае применения резервной функции 50N/51N по соображениям безопасности.

Параметр: Мин. напряж. U0 или U2

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Мин. напряж. U0 или U2** = ***2 В***

Данный параметр не доступен для функции с базовой функциональностью. Базовая функция использует фиксированное значение, равное 2В.

Используйте параметр **Мин. напряж. U0 или U2** для задания минимального напряжения нулевой или обратной последовательности с целью определения направления. Минимальное напряжение должно быть отстроено от максимального несимметричного режима работы энергосистемы плюс погрешности трансформатора напряжения.

Т.к. погрешности в измерении отдельных трансформаторов напряжения не суммируются, решающее влияние на погрешность измерения оказывает несимметрия первичной сети.

Siemens рекомендует отслеживать рабочее напряжение нулевой последовательности U0 защищаемого объекта (например, линии) посредством рабочих измеряемых величин устройства и обеспечивать максимальное значение с точностью в 50 %.

ПРИМЕР

Максимальная рабочая измеряемая величина напряжения нулевой последовательности U0 = 0,5 В втор.

Мин. напряж. U0 или U2 = 1,5 · 0,5 В = 0,75 Uвтор

Если у вас нет информации о максимальном несимметричном режиме работы энергосистемы, Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Угол повор.оп.напряж. / Сектор "Вперед" +/-

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:102) Угол повор.оп.напряж.** = ***-45°***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:103) Сектор "Вперед" +/-** = ***88°***

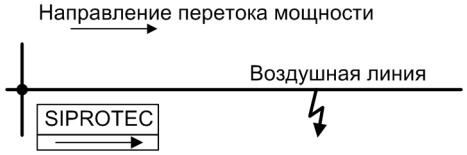
Параметр **Сектор "Вперед" +/-** недоступен для функции с базовой функциональностью. Базовая функция использует фиксированное значение, равное 88°.

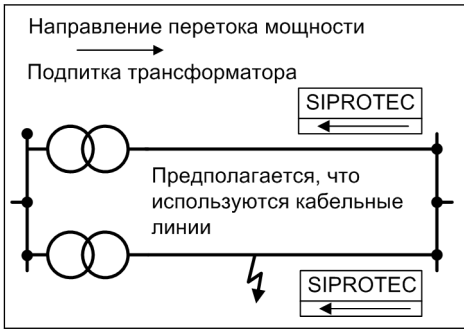
Характеристика направленности, т.е. область диапазонов прямого и обратного направлений, устанавливается с помощью параметров **Угол повор.оп.напряж.** и **Сектор "Вперед" +/-**. Угол КЗ, как правило, имеет индуктивный характер и расположен в диапазоне от -30° до -60°. В большинстве случаев стандартная настройка в -45° может быть использована для надежного определения направления.

Некоторые ориентировочные значения данного угла приведены ниже в *Таблица 6-8*. Заметьте, что для однофазных замыканий на землю опорным является напряжение нулевой последовательности U0. Значения угла поворота:

Угол повор.оп.напряж. = -φk измерения фаза-земля (однофазные замыкания на землю)

Таблица 6-8 Пример задания значений

Применение	φk тип.	Уставка **Угол повор.оп.напряж.**
	60°	-60°
	30°	-30°

	30°	-30°

Параметр: **Поляризация по**

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Поляризация по** = ***нул.последов.***

Данный параметр не доступен для функции с базовой функциональностью. Siemens рекомендует использовать составляющие нулевой последовательности для определения направления.

Используйте параметр **Поляризация по** для выбора значений для определения направления.

Значение параметра	Описание
нул.последов.	Выберите ***нул.последов.*** для определения направления посредством составляющих нулевой последовательности U0 и 3I0. Siemens рекомендует использовать составляющие нулевой последовательности для определения направления.
обр. последов.	Выберите ***обр. последов.*** для определения направления посредством составляющих обратной последовательности U2 и I2. Составляющие обратной последовательности могут использоваться в случае, если напряжение нулевой последовательности слишком мало из-за неблагоприятных условий по сопротивлению нулевой последовательности, или если параллельная линия влияет на составляющие нулевой последовательности.

Входной сигнал: ***>Тест.направленн.***

При активации дискретного входного сигнала *>Тест.направленн.* определение направления осуществляется даже в случае, если не превышена уставка по току. Это позволяет произвести проверку определения направления при наладке устройства, не изменяя уставки срабатывания ступеней защиты.

6.13.3.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:9	Общие данные:Измеренное значение		• 3I0 расчетный • IN измеряемый	IN измеряемый
_:2311:101	Общие данные:Мин. напряж. U0 или U2		0.150 В до 20.000 В	2.000 В
_:2311:102	Общие данные:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	-45 °
_:2311:103	Общие данные:Сектор "Вперед" +/-		0 ° до 90 °	88 °
_:2311:104	Общие данные:Поляризация по		• нул.последов. • обр. последов.	нул.последов.

6.13.3.5 Список сообщений

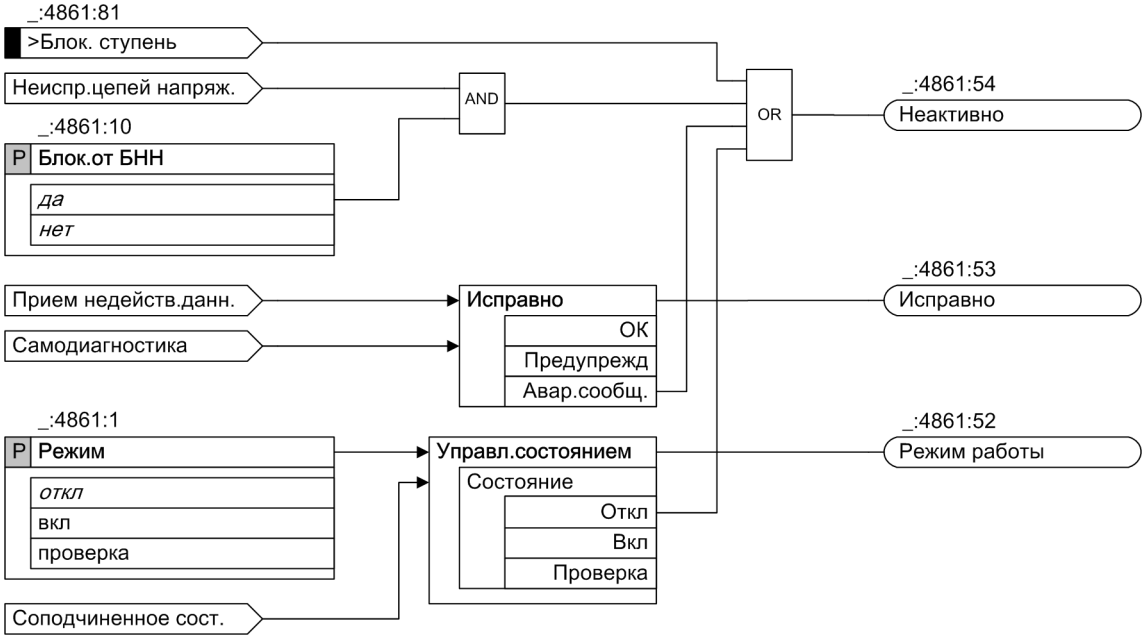
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.		I
_:2311:352	Общие данные:Испыт.направл.		O
_:2311:351	Общие данные:Phi(I,U)		O

6.13.4 Управление ступенью

6.13.4.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логическая схема работы ступени защиты. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



[lostacon-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-196 Логическая схема работы ступени защиты

Блокировка ступени при исчезновении измеряемого напряжения

В случае исчезновения измеряемого напряжения ступени могут быть заблокированы. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- При срабатывании внутренней функции **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения**
- Из внешнего источника через сигнал на дискретном входе *>отключение* функционального блока **Выключатель трансформатора напряжения**, который связыван с отключением выключателя трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок. по повр. в цепях изм. напр.`** может быть выставлен либо на блокировку, либо разблокировку ступени при срабатывании функции **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения**.

6.13.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемая уставка **(_:4861:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях измерения напряжения.

Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения может быть выполнено при выполнении одного из следующих условий:

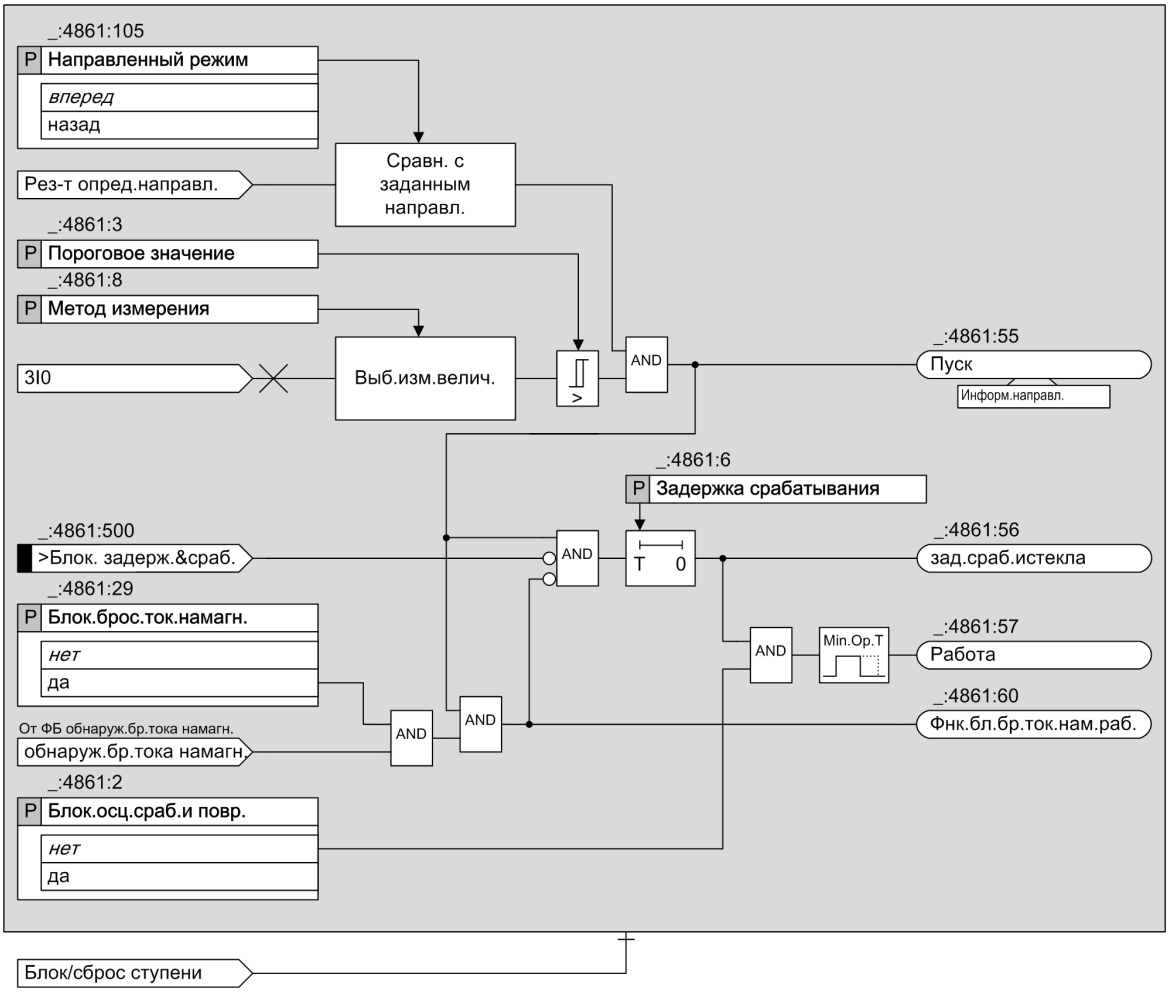
- Внутренняя функция **Обнаружение повреждений в цепях измерения напряжения** сконфигурирована и введена в работу.
- Дискретный входной сигнал *>отключение* функционального блока **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень направленной МТЗ блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, т.к. правильная работа функции определения направления не гарантируется при наличии повреждений в цепях измерения напряжения.
нет	Ступень направленной МТЗ не блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения.

6.13.5 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

6.13.5.1 Описание

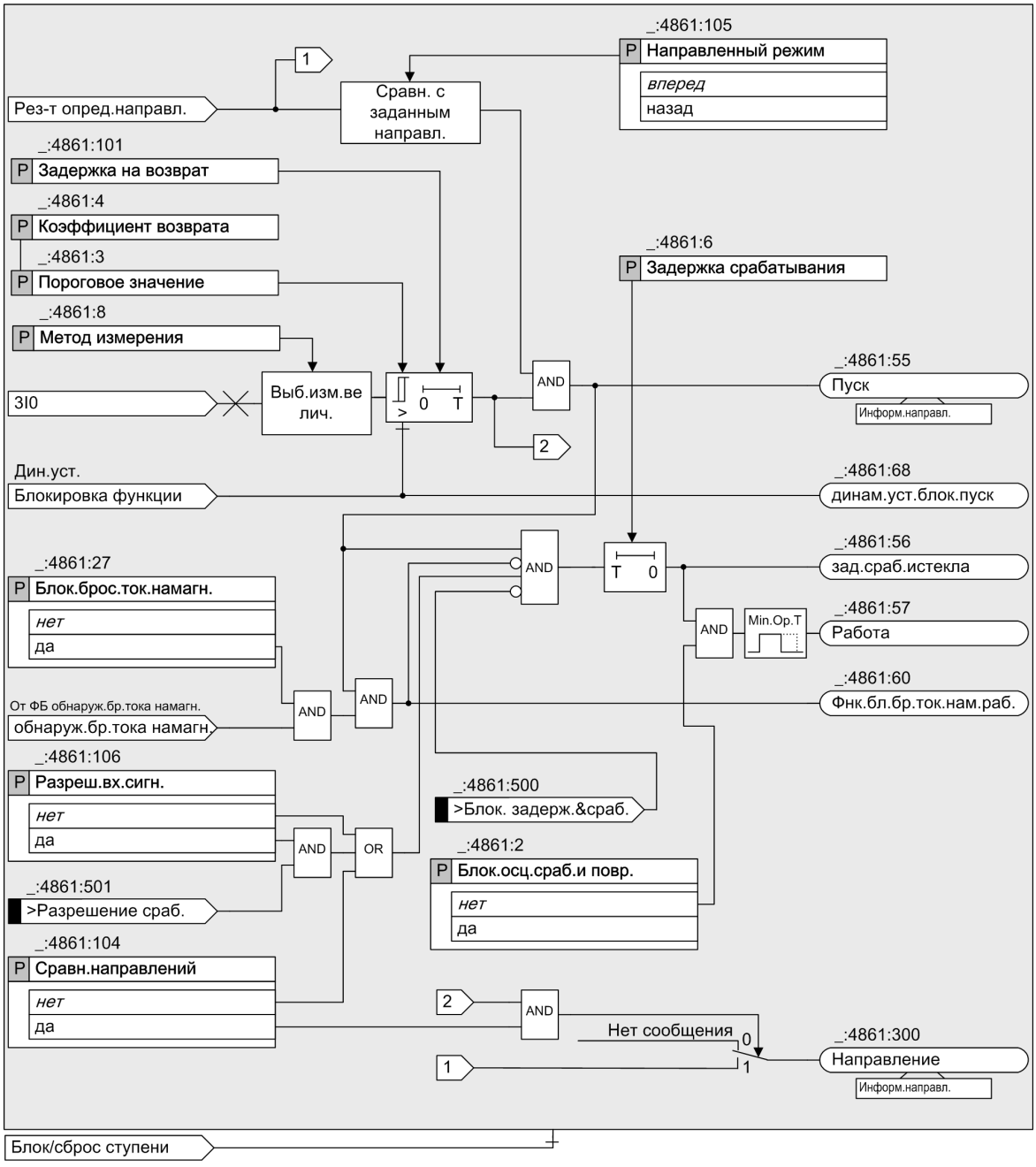
Логика базовой функциональности



[lodirovb-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-197 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, базовая функциональность)

Логика расширенной функциональности



[lodirova-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-198 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени (от КЗ на землю, расширенная функциональность)

Измеряемая величина (базовая и расширенная функциональность)

Функция использует ток нулевой последовательности (3I0) в качестве критерия определения КЗ на землю.

В зависимости от параметра уставки типа подключения **Точка измер. I 3ф** ток нулевой последовательности измеряется или рассчитывается. В зависимости от типа клемм ТТ диапазон 3I0 **Пороговое значение** изменяется согласно следующей таблице.

Таблица 6-9 Диапазон пороговых значений

Тип подключения точки измерения **I 3ф**	**Ток замыкания на землю**	**Тип клеммы ТТ**	**Диапазон уставок порогового значения (вторичный)**
Трехфазный	Рассчитанный	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
x + IN x + IN отд.	Измеренное	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,001 до 1,600 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале ***осн. гармоника*** или действующим (среднеквадратичным) ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Направленный режим (базовая и расширенная функциональность)

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для определения того, в каком направлении работает ступень - прямом или обратном.

Определение направления работает для всех ступеней (см. раздел *6.13.3.2 Определение направления*).

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка посредством дискретного входного сигнала *>Блок. ступень* (см. главу *6.13.4.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. главу *6.13.4.1 Описание*)
- Посредством динамических уставок (доступных только в типах с расширенной функциональностью, см. **Влияние других функций через динамические уставки** и главу *6.13.10 Динамическое изменение уставок от других функций*)

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональность)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на срабатывания, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и осциллографе не блокируется.

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от внутренней функции устройства Обнаружение броска тока намагничивания (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.12.7.1 Описание*.

Задержка на возврат (Расширенная функциональность)

Если значение измеряемой величины снижается ниже уставки возврата, то происходит возврат защиты. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. В этот момент выдержка времени на срабатывание продолжает набираться. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Защита по сравнению направлений (расширенная функциональность)

Ступень может использоваться для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений с двух концов защищаемого объекта. Для этого необходимо использовать уставку **Сравн.направлений**. Если установлено значение параметра ***да***, то при превышении протекающим током параметра пуска функция определяет направление (вперед или назад) и формирует сообщение *Направление*. Сообщение об определенном направлении формируется независимо от уставки Направленный режим ступени защиты.

Параметр **Разреш.вх.сигн.** и входной сигнал *>Разрешение сраб.* доступны с защитой по сравнению направлений. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск выдержки времени на срабатывание, а следовательно, и формирование сигнала срабатывания ступени, возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Следующие функции, если они имеются в устройстве, могут оказывать влияние на ступень МТЗ:

- Автоматическое повторное включение
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.13.10 Динамическое изменение уставок от других функций*.

6.13.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:4861:105) Направленный режим** = ***вперед***

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для задания направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении линии).
назад	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении к шинам).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4861:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Сравн.направлений, Разреш.вх.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:4861:104) Сравн.направлений** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:4861:106) Разреш.вх.сигн.** = ***нет***

Параметры **Сравн.направлений** и **Разреш.вх.сигн.** не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использоваться защитой, основанной на принципе сравнения направлений. Защита по схеме сравнения направлений выполняется с использованием сигналов *Направление* и *>Разрешение сраб.*.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал *Направление* и входной сигнал *>Разрешение сраб.* становятся доступными. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск задержки на срабатывание и сигнал срабатывания ступени возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*. Входной сигнал *>Разрешение сраб.* должен быть соединен с информацией о срабатывании с противоположного конца (информация о прямом направлении от выходного сигнала *Направление*). См. также пример в главе *6.11.9 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений*

Параметр: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:4861:26) Динамические уставки** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства отсутствует.
да	Если внешние и внутренние функции (**АПВ** или **Обнаружение холодного пуска**) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение уставки необходимо изменить на ***да***. Это делает параметры конфигурации, на которые влияют **АПВ**/**Холодный пуск**/**Дискретный вход**, так же, как и динамические уставки **Пороговое значение**, **Задержка срабатывания** и **Ступень блокирована** ступени, видимыми и позволяет выставлять уставки для специфического воздействия.

За дальнейшими указаниями по заданию уставок обратитесь к главе *6.12.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)* функции **МТЗ нулевой последовательности**.

Параметр: **Блок.брос.ток.намагн.**

- Уставка по умолчанию **(_:4861:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания Uкз трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция ОбнБроскаТока трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Эту уставку следует выбирать, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень защиты стороны НН трансформатора.

Параметр: **Пороговое значение**

- Уставка по умолчанию **(_:4861:3) Пороговое значение** = ***1,20 A***

Для задания уставок срабатывания необходимо руководствоваться положениями, определенными для ненаправленной максимальной токовой защиты.

Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *6.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок* .

Параметр: **Коэффициент возврата**

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4861:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки ***0,95***.

В случае необходимости можно уменьшить значение уставки параметра **Коэффициент возврата**, например, до 0,98. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение параметра **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4861:101) Задержка на возврат** = ***0 с***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Siemens рекомендует использовать задержку на возврат 0 с, т.к. возврат ступени защиты должен осуществляться как можно быстрее.

Для согласования характеристики возврата с электромеханическими реле можно использовать значение уставки параметра **Задержка на возврат** ≠ ***0 с***. Это необходимо для согласования защит по времени. Для этой цели должно быть известно время возврата электромеханического реле. Вычтите время возврата своего собственного устройства (см. Технические данные) и введите полученное значение.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:4861:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 с*** (для первой ступени)

Значение параметра **Задержка срабатывания** устанавливается, исходя из согласования с уставками времени энергосистемы (по ступенчатому принципу).

Примеры задания выдержек времени приведены в разделах *6.11.8 Указания по применению функции определения направления для параллельных* и *6.11.9 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений* .

6.13.5.3 Уставки

6.13.5.4 Список сообщений

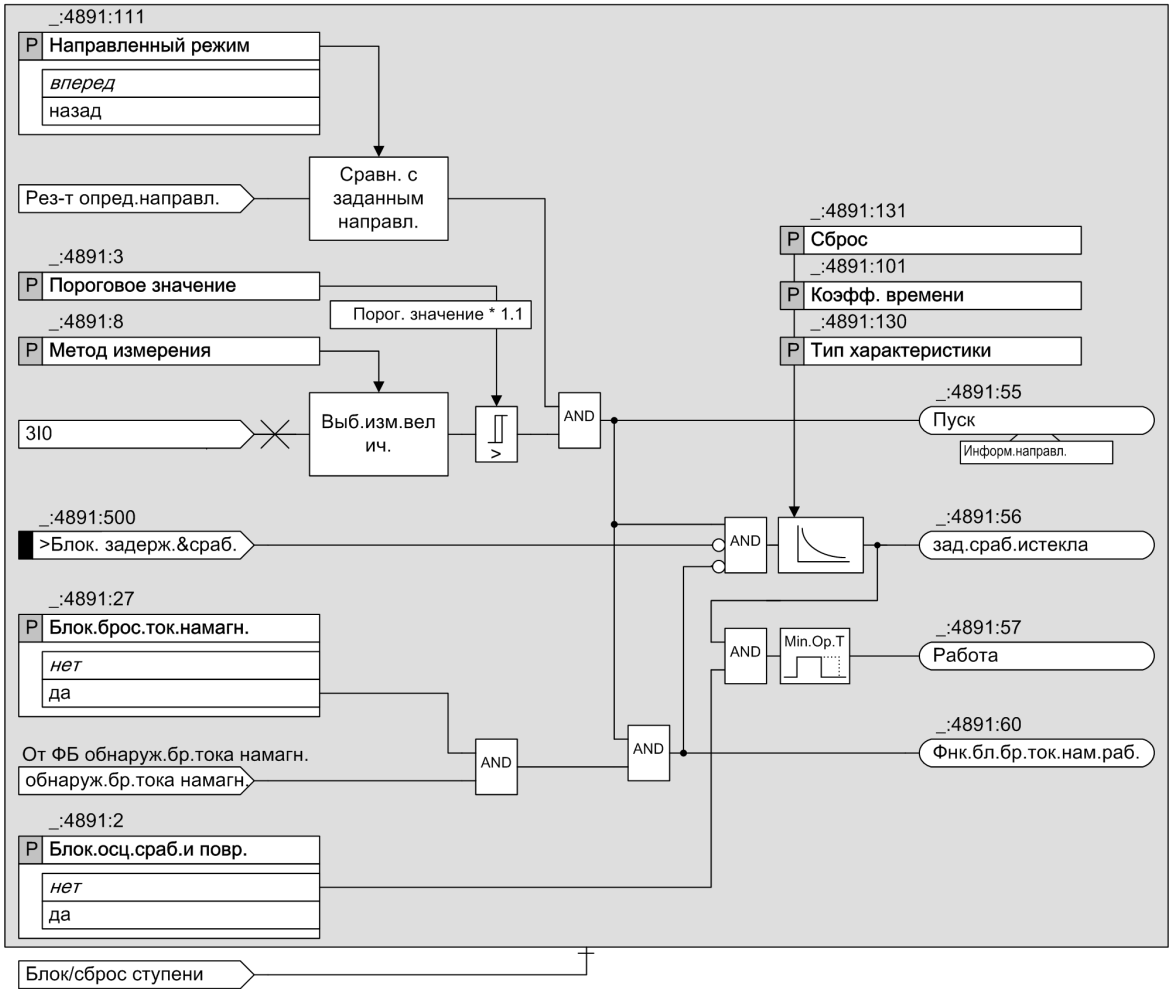
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:501	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:352	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
_:2311:351	Общие данные:Phi(I,U)	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:4861:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:4861:501	НезавВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:4861:84	НезавВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:4861:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:4861:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:4861:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:4861:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:4861:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:4861:62	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:4861:63	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:4861:64	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4861:65	НезавВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>Закт	SPS	O
_:4861:66	НезавВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:4861:67	НезавВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:4861:68	НезавВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:4861:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:4861:300	НезавВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:4861:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:4861:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.13.6 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.13.6.1 Описание

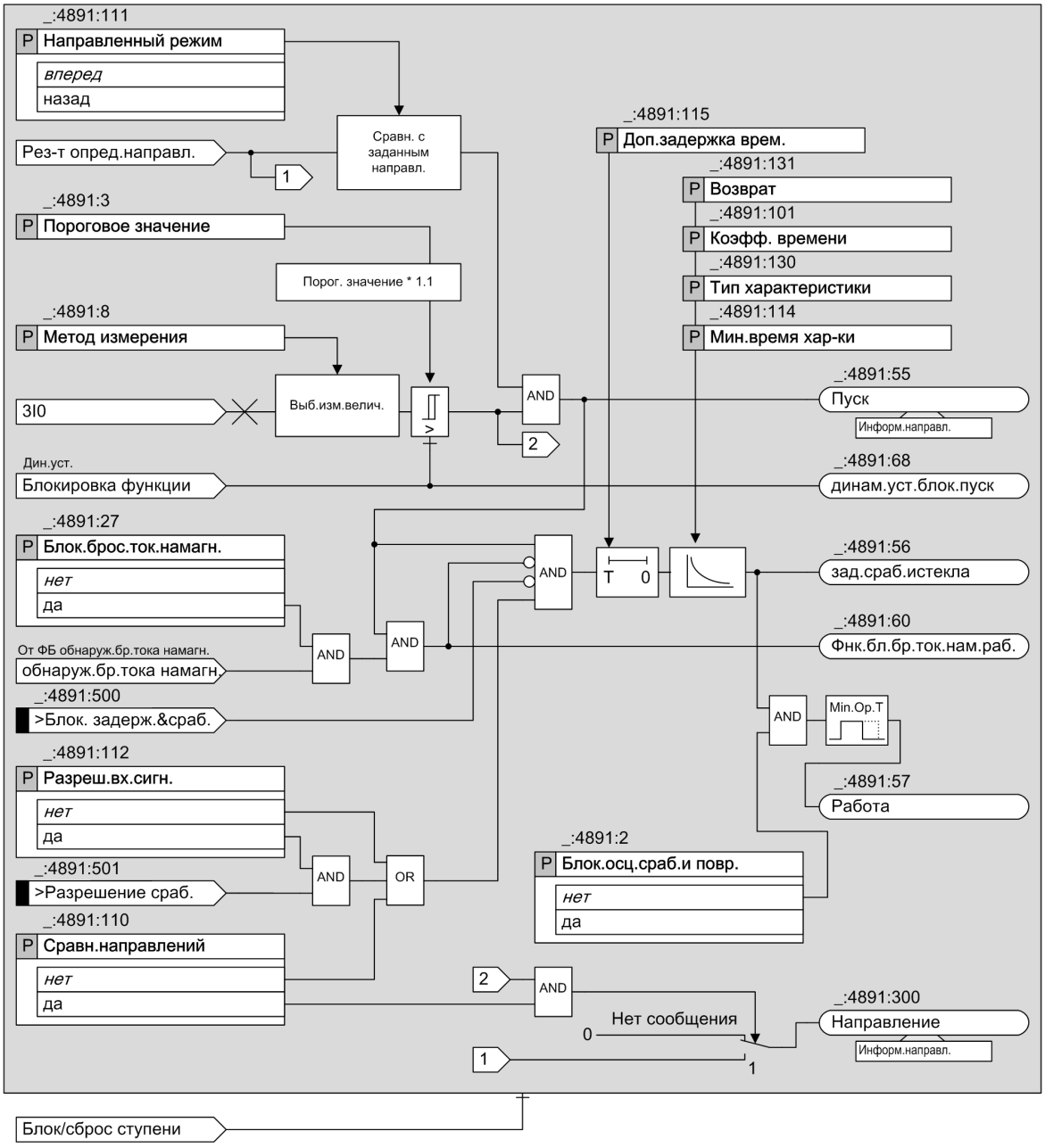
Логика базовой функциональности



[lodiinvb-280812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-199 Логическая схема работы направленной максимальной токовой защиты нулевой последовательности с инверсной характеристикой выдержки времени – Базовая функциональность

Логика расширенной функциональности



[lodiinva-280812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-200 Логическая схема работы направленной максимальной токовой защиты нулевой последовательности с инверсной характеристикой выдержки времени – Расширенная функциональность

Измеряемая величина (базовая и расширенная функциональность)

Функция использует ток нулевой последовательности (3I0) в качестве критерия определения КЗ на землю.

В зависимости от параметра уставки типа подключения **Точка измер. I 3ф** ток нулевой последовательности измеряется или рассчитывается. В зависимости от типа клемм ТТ диапазон 3I0 **Пороговое значение** изменяется согласно следующей таблице.

Таблица 6-10 Диапазон пороговых значений

Тип подключения Точка измер. I 3ф	Ток замыкания на землю	Тип клеммы ТТ	Диапазон уставок порогового значения (вторичный)
Трехфазный	Рассчитанный	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
x + IN x + IN отд.	Измеренное	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,001 до 1,600 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A

Метод измерения (базовая и расширенная функциональность)

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале ***осн. гармоника*** или действующим (среднеквадратичным) ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка дискретных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Направленный режим (базовая и расширенная функциональность)

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для определения того, в каком направлении работает ступень - прямом или обратном.

Определение направления работает для всех ступеней (см. раздел *6.13.3.2 Определение направления*).

Инверсные характеристики пуска и возврата согласно МЭК и ANSI (базовая и расширенная функциональность)

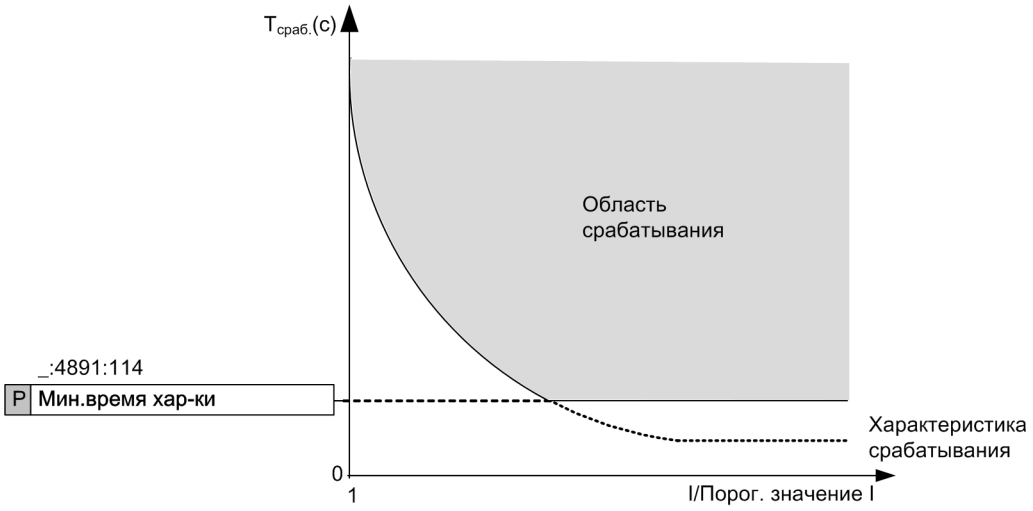
Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раза (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Имеется возможность изменять характеристику возврата. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Минимальное время характеристики (расширенная функциональность)

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение.



[DwMinTime_20140708-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-201 Минимальное время характеристики срабатывания

Дополнительная выдержка времени (расширенная функциональность)

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику. С помощью этой уставки характеристика смещается по оси времени на это дополнительное время.

Блокировка ступени (базовая и расширенная функциональность)

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка посредством дискретного входного сигнала *>Блок. ступень* (см. главу *6.13.4.1 Описание*)
- Повреждение в цепях напряжения (см. главу *6.13.4.1 Описание*)
- Посредством динамических уставок (доступных только в типах с расширенной функциональностью, см. **Влияние других функций через динамические уставки** и главу *6.13.10 Динамическое изменение уставок от других функций*)

Блокировка выдержки времени (базовая и расширенная функциональность)

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, выдачу сигнала на срабатывания, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Формируется сообщение о пуске. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и осциллографе не блокируется.

Блокировка выдержки времени и сигнала срабатывания от внутренней функции устройства Обнаружение броска тока намагничивания (базовая и расширенная функциональность)

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от **ФБ ОбнБроскаТока** описана в разделе "Блокировка срабатывания от функции ОбнБроскаТока".

Для получения более подробной информации обратитесь к *6.12.7.1 Описание*.

Защита по сравнению направлений (расширенная функциональность)

Ступень может использоваться для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений с двух концов защищаемого объекта. Для этого необходимо использовать уставку **Сравн.направлений**. Если установлено значение параметра ***да***, то при превышении протекающим током параметра пуска функция определяет направление (вперед или назад) и формирует сообщение *Направление*. Сообщение об определенном направлении формируется независимо от уставки Направленный режим ступени защиты.

Параметр **Разреш.вх.сигн.** и входной сигнал *>Разрешение сраб.* доступны с защитой по сравнению направлений. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск выдержки времени на срабатывание, а следовательно, и формирование сигнала срабатывания ступени, возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*.

Влияние других функций посредством динамических уставок (расширенная функциональность)

Следующие функции, если они имеются в устройстве, могут оказывать влияние на ступень МТЗ:

- Автоматическое повторное включение
- Обнаружение холодного пуска
- Входной дискретный сигнал

Влияние этих функций на динамические уставки описывается в главе *6.13.10 Динамическое изменение уставок от других функций*.

6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:4891:111) Направленный режим** = ***вперед***

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для задания направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в прямом направлении (в направлении линии).
назад	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении к шинам).

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4891:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Сравн.направлений, Разреш.вх.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:4891:110) Сравн.направлений** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:4891:112) Разреш.вх.сигн.** = ***нет***

Параметры **Сравн.направлений** и **Разреш.вх.сигн.** не применимы для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Данный параметр определяет, будет ли данная ступень использоваться защитой, основанной на принципе сравнения направлений. Защита по схеме сравнения направлений выполняется с использованием сигналов *Направление* и *>Разрешение сраб.*.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не используется для организации защиты, основанной на принципе сравнения направлений.
да	Если значение параметра **Сравн.направлений** установлено на ***да***, то параметр **Разреш.вх.сигн.**, выходной сигнал *Направление* и входной сигнал *>Разрешение сраб.* становятся доступными. Если параметр **Разреш.вх.сигн.** установлен на ***да***, то пуск задержки на срабатывание и сигнал срабатывания ступени возможны только в случае активности входного сигнала *>Разрешение сраб.*. Входной сигнал *>Разрешение сраб.* должен быть соединен с информацией о срабатывании с противоположного конца (информация о прямом направлении от выходного сигнала *Направление*). См. также пример в главе *6.11.9 Указания по применению защиты основанной на принципе сравнения направлений* .

Параметр: Динамические уставки

- Уставка по умолчанию **(_:4891:26) Динамические уставки** = ***нет***

Данный параметр не применим для функции МТЗ с базовой функциональностью.

Значение параметра	Описание
нет	Влияние на ступень защиты со стороны внутренних или внешних функций устройства отсутствует.
да	Если внешние и внутренние функции (**АПВ** или **Обнаружение холодного пуска**) должны влиять на работу ступени МТЗ (например, изменять уставку срабатывания и выдержку времени или блокировать работу ступени), то значение уставки необходимо изменить на ***да***. Это делает параметры конфигурации, на которые влияют **АПВ**/**Холодный пуск**/**Дискретный вход**, так же, как и динамические уставки **Пороговое значение**, **Коэфф. времени** и **Ступень блокирована** ступени, видимыми и позволяет выставлять уставки для специфического воздействия.

За дальнейшими указаниями по заданию уставок обратитесь к главе *6.12.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)* функции **МТЗ нулевой последовательности**.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:4891:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального передаваемого тока короткого замыкания.
да	Когда функция ОбнБроскаТока трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Эту уставку следует выбирать, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень защиты стороны НН трансформатора.

Параметр: Мин.время хар-ки

- Уставка по умолчанию **(_:4891:114) Мин.время хар-ки** = ***0,00 с***

Этот параметр доступен только для ступени с расширенной функциональностью.

С помощью параметра **Мин.время хар-ки** можно определить минимальную выдержку времени срабатывания. Ступень с инверсной характеристикой никогда не сработает до истечения минимальной выдержки времени на отключение. Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для большинства применений Siemens рекомендует значение - 0 сек.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если заданное значение меньше, чем минимально возможное время срабатывания инверсной характеристики, то этот параметр не оказывает никакого влияния на время срабатывания.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:4891:115) Доп.задержка врем.** = ***0,00 с***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику.

Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., то этот параметр не оказывает никакого воздействия на инверсную характеристику.

Этот параметр помогает согласовывать карты селективности и совместную работу с АПВ. Для всех других приложений Siemens рекомендует оставить настройки по умолчанию - 0 сек.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:4891:3) Пороговое значение** = ***1,20 А***

Значение уставки зависит от минимального тока замыкания на землю, которое должно быть обнаружено.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в значении уставки срабатывания. Ступень запустится только при 10% превышении параметра **Пороговое значение**.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:4891:130) Тип характеристики** = ***МЭК нормально инверсная***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:4891:101) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение уставки для параметра **Коэфф. времени** получают из схемы согласования ступеней по времени, которая используется в энергосистеме.

Если изменение крутизны характеристики не требуется, значение уставки **Коэфф. времени** следует выставить равным ***1*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:4891:131) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы определеить, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

6.13.6.3 Уставки

6.13.6.4 Список сообщений

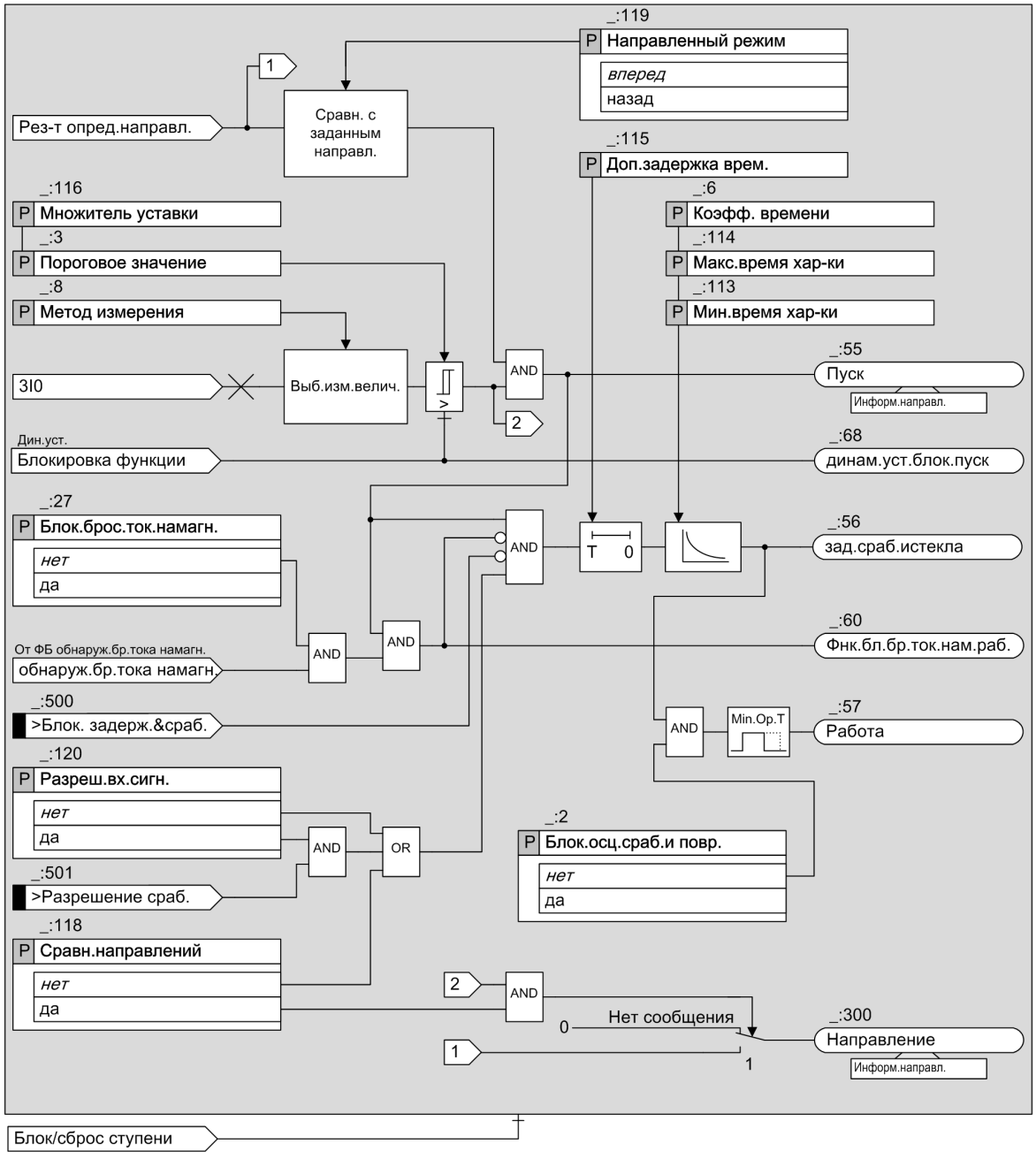
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ИнвВыдВр 1			
_:4891:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:4891:501	ИнвВыдВр 1:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:4891:84	ИнвВыдВр 1:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:4891:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:4891:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:4891:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:4891:53	ИнвВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:4891:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:4891:62	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:4891:63	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:4891:64	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4891:65	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.АПВц.>Закт	SPS	O
_:4891:66	ИнвВыдВр 1:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:4891:67	ИнвВыдВр 1:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:4891:68	ИнвВыдВр 1:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:4891:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:4891:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:4891:300	ИнвВыдВр 1:Направление	ACD	O
_:4891:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:4891:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.13.7 Ступень ТНЗНП с инверсной выдержкой времени с логарифмической инверсной кривой характеристики

6.13.7.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodiloin-280812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-202 Логическая схема работы направленной логарифмической максимальной токовой защиты нулевой последовательности с инверсной характеристикой выдержки времени

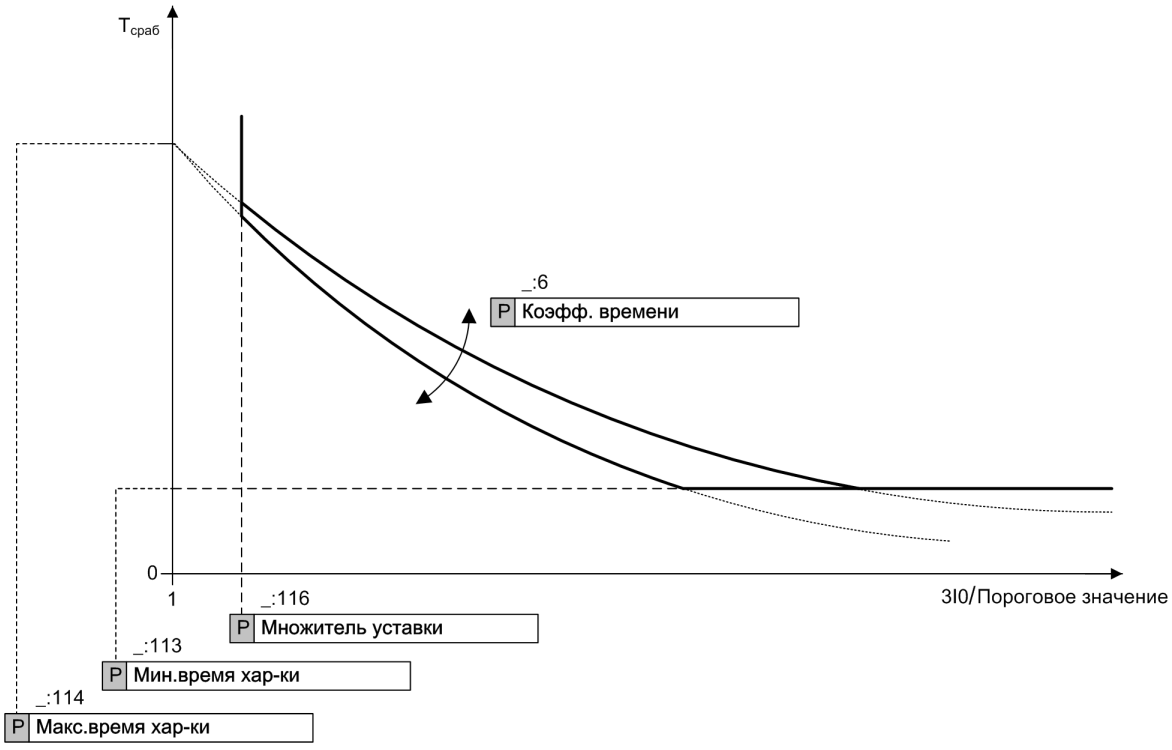
Кроме характеристики срабатывания, данный тип ступени практически идентичен ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени – расширенная функциональность** (см. главу *6.13.6.1 Описание*).

В этом разделе описываются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.13.6.1 Описание*.

Характеристика срабатывания

При срабатывании функции используется логарифмически инверсная характеристика выдержки времени. Значение времени $T_{сраб}$ рассчитывается при превышении величины 95 % порогового значения пуска ступени. Интегратор суммирует значение $1/T_{сраб}$. Если интегральное значение становится равным 1, ступень срабатывает.

Характеристика, используемая для расчета значения времени $T_{сраб}$, показана на следующем рисунке. Параметр **Множитель уставки** определяет начало характеристики. Параметр **Макс.время хар-ки** определяет начальное значение характеристики. Параметр **Коэфф. времени** изменяет наклон характеристики. Параметр **Мин.время хар-ки** определяет нижнюю границу времени.



[dwloginv-300913, 3, ru_RU]

Рисунок 6-203 Характеристика срабатывания логарифмически-инверсной характеристики

Время срабатывания рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{сраб.} = T_{макс.} - T_d \ln\left(\frac{3I0}{I_{порог.перв.} \times I_{мно.}}\right)$$

[fomula01-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Где

$T_{макс}$	Максимальное время характеристики (параметр **Макс.время хар-ки**)
T_d	Коэффициент выдержки времени (параметр **Коэфф. времени**)
$T_{сраб}$	Время срабатывания
3I0	Измеряемый ток нулевой последовательности
$I_{порог.}$	Пороговое значение (параметр **Пороговое значение**)
$I_{мно}$	Множитель порогового значения (параметр **Множитель уставки**)

Если рассчитанное время меньше $T_{мин}$ (параметр **Мин.время хар-ки**), используется время $T_{мин}$.

6.13.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Помимо характеристики, этот тип ступени идентичен типу защиты от замыканий на землю с инверсной выдержкой времени согласно МЭК и ANSI (расширенная функциональность) (см. главу *6.13.6.1 Описание*).

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Выбор типа ступени

Выбирайте этот тип ступени, если задержка на срабатывание должна зависеть от уровня тока согласно кривой логарифмической характеристики.

Динамические уставки: `Уставка`

- Уставка по умолчанию **`(_:3) Пороговое значение`** = ***`1.20 A`***

Определите значение срабатывания в соответствии с применением. При этом для ступеней с выдержкой времени в ступенчатой характеристике необходимо учитывать уставку ступеней более высокого и более низкого порядка согласно карте селективности.

Параметр: `Множитель уставки`

- Уставка по умолчанию **`(_:116) Множитель уставки`** = ***`1.1`***

Параметр **`Множитель уставки`** можно использовать для определения начала характеристики по оси тока (по отношению к пороговому значению).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

ПРИМЕР

`Пороговое значение` (Вторичный ток)	$I_{порог.}$ = 1.2 A
`Множитель уставки`	$I_{мн.}$ = 1.1
Значение срабатывания (Вторичный ток)	I_{PU} = 1.2 A ×1.1 = 1.32 A

Динамические уставки: `Коэфф. времени`

- Уставка по умолчанию **`(_:6) Коэфф. времени`** = ***`1.250 c`***

Параметр **`Коэфф. времени`** можно использовать для изменения наклона кривой характеристики.

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: `Макс.время хар-ки`

- Уставка по умолчанию **`(_:114) Макс.время хар-ки`** = ***`5.800 c`***

Параметр **`Макс.время хар-ки`** определяет начальное значение характеристики (для 3I0 = **`Пороговое значение`**).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: `Мин.время хар-ки`

- Уставка по умолчанию **`(_:113) Мин.время хар-ки`** = ***`1.200 c`***

Параметр **`Мин.время хар-ки`** определяет нижнюю границу времени (при больших токах).

Общая информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: `Доп.задержка врем.`

- Рекомендуемая уставка **`(_:115) Доп.задержка врем.`** = ***`0 c`***

Вы можете задать дополнительную независимую от тока выдержку времени. Эта дополнительная задержка предназначена для специальных применений.

Siemens рекомендует выставлять это время на ***0 c***, так чтобы эта выдержка не влияла на работу ступени.

6.13.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Лог.инв.-Т #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Лог.инв.-Т #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:119	Лог.инв.-Т #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	Лог.инв.-Т #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:118	Лог.инв.-Т #:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:120	Лог.инв.-Т #:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	Лог.инв.-Т #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:26	Лог.инв.-Т #:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:27	Лог.инв.-Т #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:6	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
_:113	Лог.инв.-Т #:Мин.время хар-ки		0.000 с до 60.000 с	1.200 с
_:114	Лог.инв.-Т #:Макс.время хар-ки		0.000 с до 60.000 с	5.800 с
_:116	Лог.инв.-Т #:Множитель уставки		1.00 до 4.00	1.10
_:115	Лог.инв.-Т #:Доп.задержка врем.		0.000 с до 60.000 с	0.000 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:28	Лог.инв.-Т #:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:35	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:29	Лог.инв.-Т #:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:36	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:14	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:107	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:30	Лог.инв.-Т #:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:37	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:15	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:108	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:31	Лог.инв.-Т #:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:38	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:16	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:109	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:32	Лог.инв.-Т #:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:39	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:17	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:110	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Лог.инв.-Т #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:111	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Лог.инв.-Т #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Лог.инв.-Т #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:19	Лог.инв.-Т #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:112	Лог.инв.-Т #:Коэфф. времени		0.000 с до 60.000 с	1.250 с

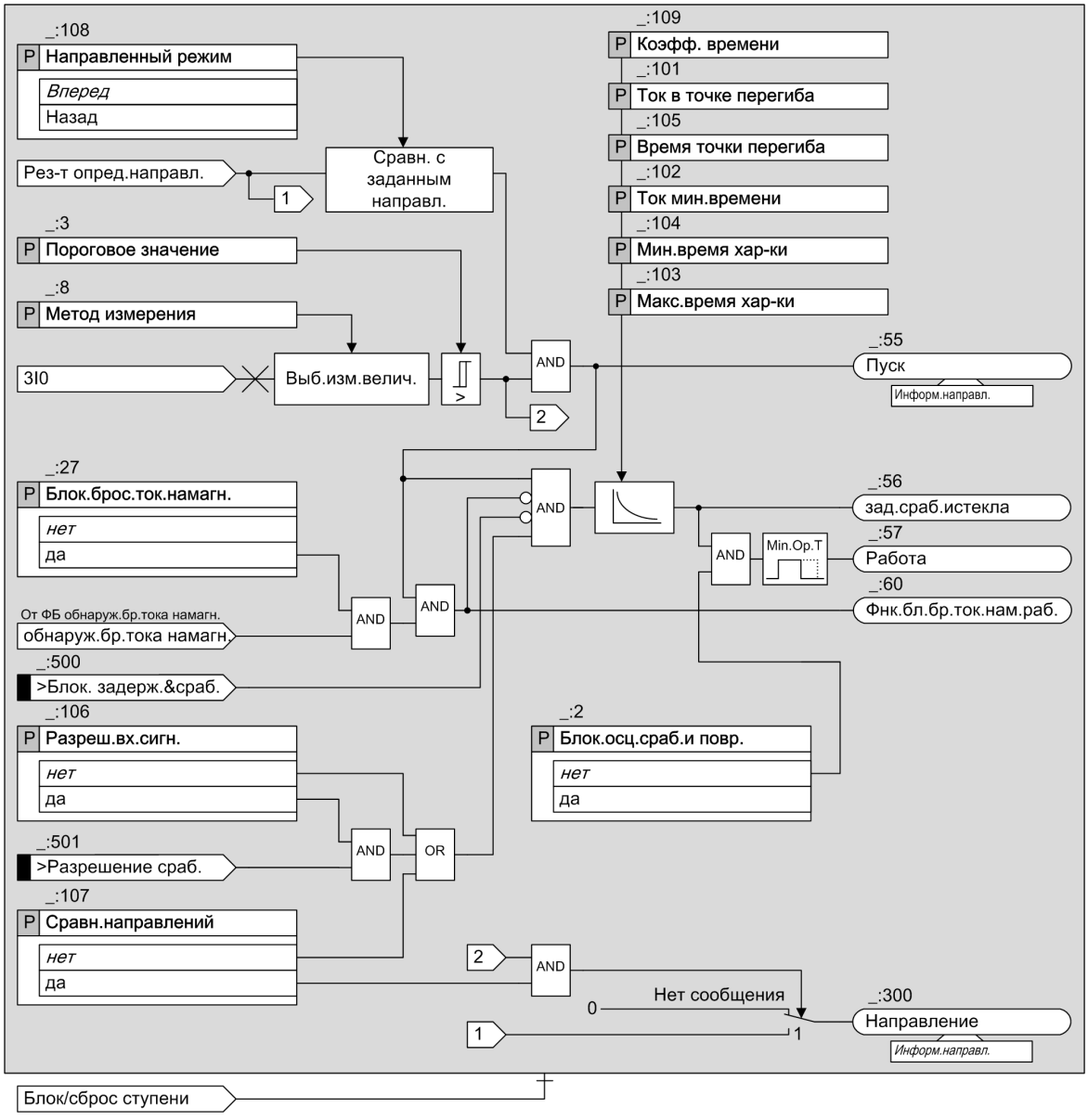
6.13.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Лог.инв.-Т #			
_:81	Лог.инв.-Т #:>Блок. ступень		I
_:501	Лог.инв.-Т #:>Разрешение сраб.		I
_:84	Лог.инв.-Т #:>Акт.динам.уставки		I
_:500	Лог.инв.-Т #:>Блок. задерж.&сраб.		I
_:54	Лог.инв.-Т #:Неактивно		O
_:52	Лог.инв.-Т #:Режим работы		O
_:53	Лог.инв.-Т #:Статус исправности		O
_:60	Лог.инв.-Т #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.		O
_:62	Лог.инв.-Т #:Дин.уст.АПВц.1акт.		O
_:63	Лог.инв.-Т #:Дин.уст.АПВцикл2акт		O
_:64	Лог.инв.-Т #:Дин.уст.АПВцикл3акт		O
_:65	Лог.инв.-Т #:Дин.уст.АПВц.>3акт		O
_:66	Лог.инв.-Т #:Дин.уст.ДинУст акт.		O
_:67	Лог.инв.-Т #:Дин.уст. ДВх акт.		O
_:68	Лог.инв.-Т #:динам.уст.блок.пуск		O
_:55	Лог.инв.-Т #:Пуск		O
_:300	Лог.инв.-Т #:Направление		O
_:56	Лог.инв.-Т #:зад.сраб.истекла		O
_:57	Лог.инв.-Т #:Работа		O

6.13.8 Ступень с хар-кой срабатывания по точке перегиба

6.13.8.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodilokn-280812-02.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-204 Логическая схема направленной МТЗ, включенной на ток нулевой последовательности с логарифмически инверсной характеристикой с точкой перегиба

Кроме характеристики срабатывания, данный тип ступени практически идентичен ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени – расширенная функциональность** (см. главу *6.13.6.1 Описание*). Различие заключается в том, что динамическое изменение уставок функционально недоступно.

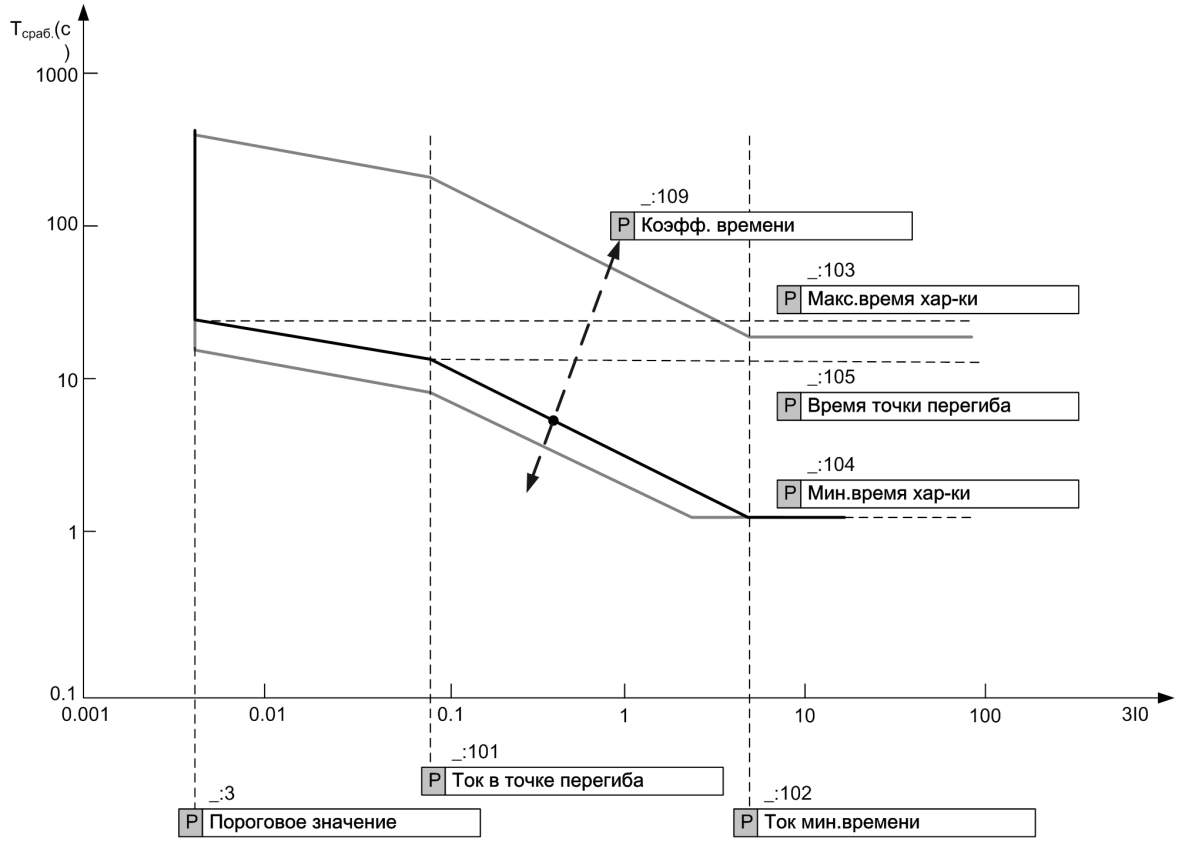
В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.13.6.1 Описание*.

Характеристика срабатывания

При срабатывании функции используется логарифмически инверсная характеристика выдержки времени. Значение времени $T_{срab}$ рассчитывается при превышении величины тока 95 % порогового значения пуска ступени. Интегратор суммирует значение $1/T_{срab}$. Если интегральное значение становится равным 1, ступень срабатывает.

Характеристика, используемая для расчета значения времени $T_{срab}$, показана на следующем рисунке.

Характеристика состоит из двух участков с различным наклоном. Для определения логарифмически-инверсной характеристики с точкой перегиба используются 7 параметров. Параметр **Макс.время хар-ки** определяет начальное значение времени характеристики и соответствует значению 3I0 **Пороговое значение**. Переходная точка определяется параметром **Ток в точке перегиба** и параметром **Время точки перегиба**. Параметр **Мин.время хар-ки** соответствует нижней границе по времени, а параметр **Ток мин.времени** определяет величину тока, при котором характеристика будет ограничиваться по времени параметром **Мин.время хар-ки**. Параметр **Коэфф. времени** служит в качестве коэффициента.



[dwloinkn-300913, 3, ru_RU]

Рисунок 6-205 Характеристика срабатывания для логарифмически инверсной характеристики с точкой перегиба (в примере **Пороговое значение** = ***0,004 A***)

6.13.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Кроме характеристики срабатывания, данный тип ступени практически идентичен ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени – расширенная функциональность** (см. главу *6.13.6.1 Описание*). Различие заключается в том, что динамическое изменение уставок функционально недоступно.

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***1,20 A***

Вы можете использовать параметр **Пороговое значение** для определения значения срабатывания ступени в соответствии с конкретным применением.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:6) Коэфф. времени** = *0,2*

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Более подробная информация не предоставляется. Задайте значение в соответствии с применением.

Параметр: Точка перегиба

- Уставка по умолчанию **(_:101) Ток в точке перегиба** = *1,300 A*
- Уставка по умолчанию **(_:105) Время точки перегиба** = *23,60 c*

Вы можете использовать параметр **Ток в точке перегиба** и параметр **Время точки перегиба** для определения точки перегиба характеристики срабатывания.

Более подробная информация не предоставляется. Определите значение в соответствии с применением.

Параметр: Минимальное время характеристики срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:104) Мин.время хар-ки** = *0,80 c*
- Уставка по умолчанию **(_:102) Ток мин.времени** = *1,500 A*

С помощью параметров **Мин.время хар-ки** и **Ток мин.времени** точка характеристики срабатывания определяется по наибольшему току, при котором время срабатывания минимально.

Более подробная информация не предоставляется. Задайте значение в соответствии с применением.

Параметр: Максимальное время характеристики срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:103) Макс.время хар-ки** = *93,00 c*

Вы можете использовать параметр **Макс.время хар-ки** для определения начального значения характеристики срабатывания (для 3I0 = **Пороговое значение**).

Более подробная информация не предоставляется. Задайте значение в соответствии с применением.

6.13.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	ЛогИнвВт.пер.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	ЛогИнвВт.пер.#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:108	ЛогИнвВт.пер.#:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	ЛогИнвВт.пер.#:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:107	ЛогИнвВт.пер.#:Сравн. направлений		• нет • да	нет
_:106	ЛогИнвВт.пер.#:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:10	ЛогИнвВт.пер.#:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	ЛогИнвВт.пер.#:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	ЛогИнвВт.пер.#:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:109	ЛогИнвВт.пер.#:Коэфф. времени		0.05 до 1.50	0.20
_:101	ЛогИнвВт.пер.#:Ток в точке перегиба	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.300 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.500 A
_:105	ЛогИнвВт.пер.#:Время точки перегиба		0.00 с до 100.00 с	23.60 с
_:102	ЛогИнвВт.пер.#:Ток мин.времени	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:104	ЛогИнвВт.пер.#:Мин.время хар-ки		0.00 с до 30.00 с	0.80 с
_:103	ЛогИнвВт.пер.#:Макс.время хар-ки		0.00 с до 200.00 с	93.00 с

6.13.8.4 Список сообщений

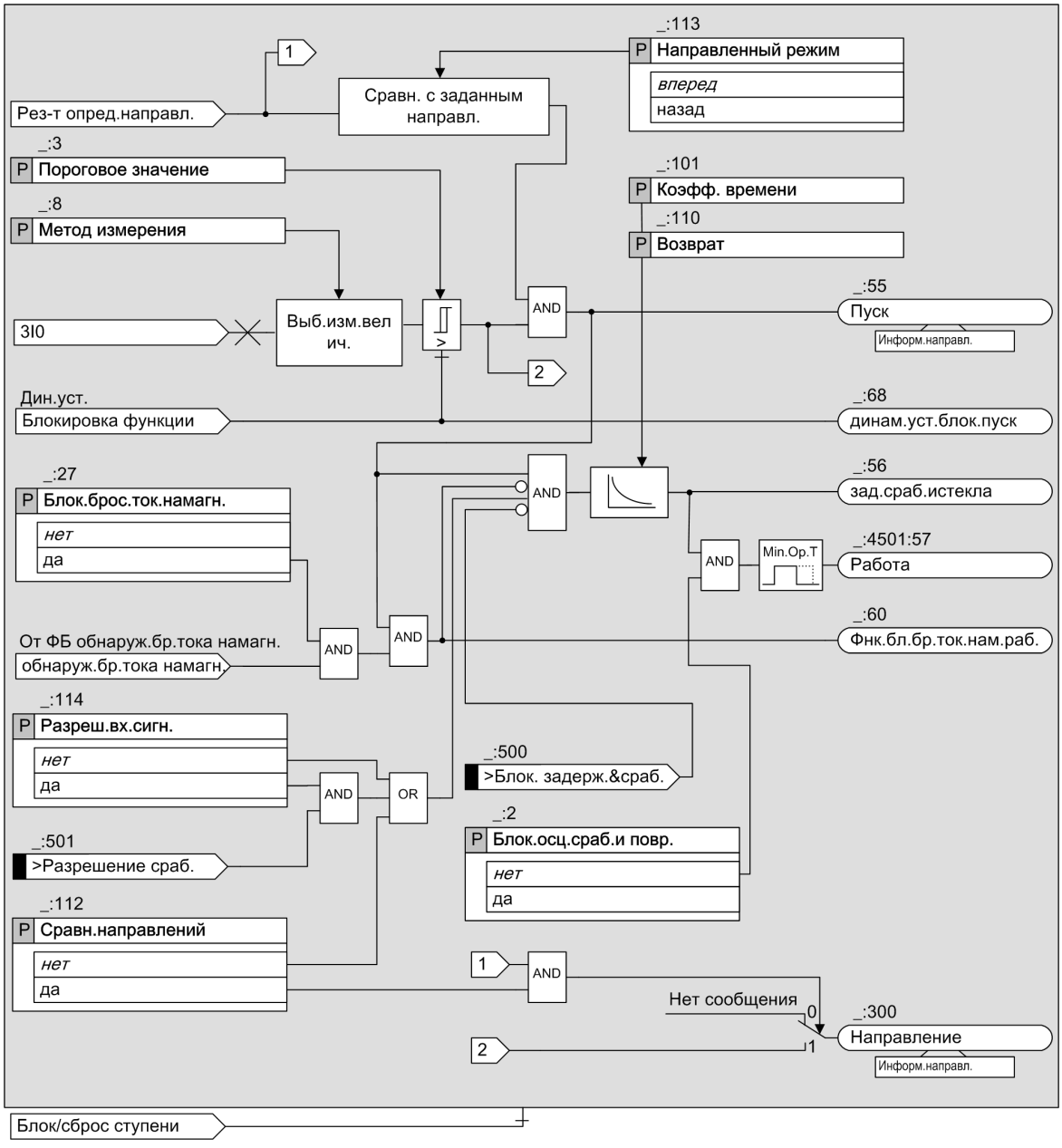
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень #			
_:81	ЛогИнвВт.пер.#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	ЛогИнвВт.пер.#:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:500	ЛогИнвВт.пер.#:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	ЛогИнвВт.пер.#:Неактивно	SPS	O
_:52	ЛогИнвВт.пер.#:Режим работы	ENS	O
_:53	ЛогИнвВт.пер.#:Статус исправности	ENS	O
_:60	ЛогИнвВт.пер.#:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:55	ЛогИнвВт.пер.#:Пуск	ACD	O
_:300	ЛогИнвВт.пер.#:Направление	ACD	O
_:56	ЛогИнвВт.пер.#:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	ЛогИнвВт.пер.#:Работа	ACT	O

6.13.9 Ступень с пользовательской характеристикой

6.13.9.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodirusr-280812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-206 Логическая схема направленной максимальной токовой защиты с определяемой пользователем характеристикой срабатывания

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность** (см. главу *6.13.6.1 Описание*). Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания.

В этом разделе обсуждаются только основные свойства характеристики срабатывания. Для получения более подробной информации обратитесь к главе *6.13.6.1 Описание*.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

С помощью направленной, определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

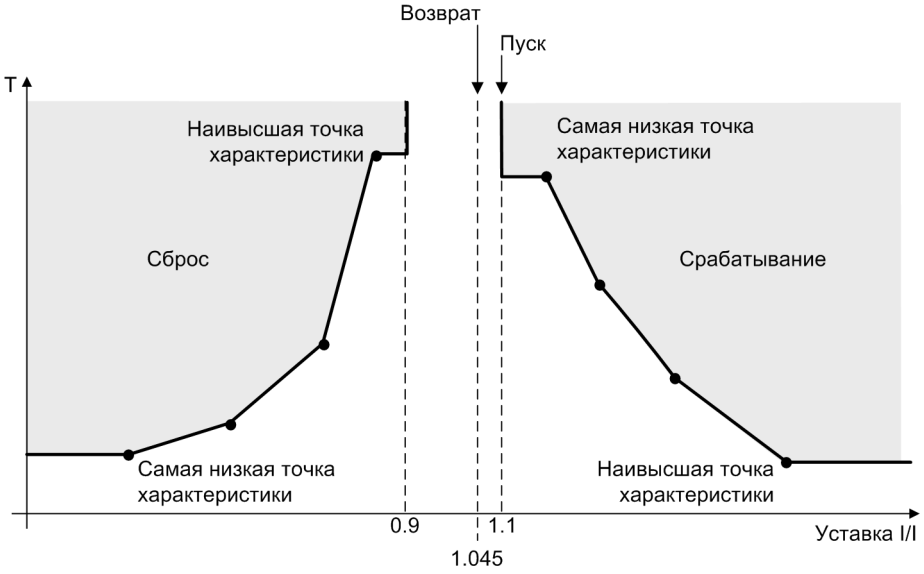
Характеристики пуска и возврата на базе определяемых пользователем характеристик

Если измеряемое значение превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раза (0,95 x 1,1 x пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

На следующем рисунке показаны характеристики пуска и возврата для направленной определяемой пользователем кривой.



[dwpidrbe-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-207 Срабатывание и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.13.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Данная ступень по структуре аналогична ступени **МТЗ с инверсной выдержкой времени — расширенная функциональность**. Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для зада-

ваемой характеристики срабатывания. Руководящие указания по заданию других параметров ступени приведены в главе *6.13.6.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Пары значений ток/время (для характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** *1,00*, чтобы можно было получить простое выражение. Вы можете изменить уставку возврата и потом, если захотите сместить характеристику возврата.

Значения по времени необходимо задавать в секундах. Кривая характеристики смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:101) Коэфф. времени** = *1*

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение уставки для параметра **Коэфф. времени** является производным графика ступенчатой выдержки времени, который используется в энергосистеме. Если нет ступенчатой выдержки времени, а следовательно и не требуется смещение характеристики, оставьте **Коэфф. времени** установленным на *1*.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:110) Возврат** = *эмуляция диска*

Вы можете использовать параметр **Возврат**, чтобы определить, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = диск ротора) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Эта уставка должна быть задана как для кривой срабатывания, так и для характеристики возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Пары значений ток/время (характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите получить.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **Пороговое значение** *1,00*, чтобы можно было получить простое выражение. Вы можете изменить уставку возврата и потом, если захотите сместить характеристику возврата.

Значения по времени необходимо задавать в секундах. Кривая характеристики смещается с помощью параметра **Коэфф. времени**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

6.13.9.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:113	Польз.хар-ка #:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:112	Польз.хар-ка #:Сравн.направлений		• нет • да	нет
_:114	Польз.хар-ка #:Разреш.вх.сигн.		• нет • да	нет
_:10	Польз.хар-ка #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:26	Польз.хар-ка #:Динамические уставки		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
ДинУст:АПВвыв/нг				
_:28	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ гот./не гот.		• нет • да	нет
_:35	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Дин.уст.АПВ ц.1				
_:29	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 1		• нет • да	нет
_:36	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:14	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:102	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.2				
_:30	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 2		• нет • да	нет
_:37	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:15	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:103	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.АПВ ц.3				
_:31	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл 3		• нет • да	нет
_:38	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:16	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:104	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Дин.уст.:АПВ ц.>3				
_:32	Польз.хар-ка #:Влияние АПВ, цикл >3		• нет • да	нет
_:39	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:17	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:105	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.Уст:кор.хл.пск				
_:33	Польз.хар-ка #:Влияние дин.корр.уст.		• нет • да	нет
_:40	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:18	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:106	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
Дин.уст.:ДВх				
_:34	Польз.хар-ка #:Влияние дискр.входа		• нет • да	нет
_:41	Польз.хар-ка #:Ступень блокирована		• нет • да	нет
_:19	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:107	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.13.9.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Польз.хар-ка #:>Разрешение сраб.	SPS	I
_:84	Польз.хар-ка #:>Акт.динам.уставки	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	SPS	O
_:62	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.1акт.	SPS	O
_:63	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл2акт	SPS	O
_:64	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВцикл3акт	SPS	O
_:65	Польз.хар-ка #:Дин.уст.АПВц.>3акт	SPS	O
_:66	Польз.хар-ка #:Дин.уст.ДинУст акт.	SPS	O
_:67	Польз.хар-ка #:Дин.уст. ДВх акт.	SPS	O
_:68	Польз.хар-ка #:динам.уст.блок.пуск	SPS	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:300	Польз.хар-ка #:Направление	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.13.10 Динамическое изменение уставок от других функций

6.12.8.1 Описание и *6.12.8.2 Примечания по применению и уставкам для ступеней (расширенная функциональность)* описывают влияние других функций на динамические уставки.

6.14 Максимальная токовая защита, 1ф

6.14.1 Обзор функции

Функция **МТЗ, 1-фазн.** (ANSI 50N/51N):

- Выявляет и контролирует ток, измеренный в заземленной нейтрали трансформатора
- Может работать в качестве чувствительной защиты от утечки токов с бака трансформатора.
- Выявляет и контролирует ток, циркулирующий между нейтралями двух батарей конденсаторов.
- Мгновенно отключает повреждения при больших токах

6.14.2 Структура функции

Функция **Максимальная токовая защита, 1ф** используется в функциональных группах защиты с однофазным измерением тока. Предлагаются 2 типа функций:

- **МТЗ, 1-фазная — расширенная функциональность** (50N/51N МТЗ-1ф-A)
- **МТЗ, 1-фазная — базовая функциональность** (50N/51N МТЗ-1ф-B)

Базовая функциональность предоставляется для стандартных вариантов применения. Расширенная функциональность предлагает больше возможностей и поставляется для более сложных вариантов применения.

Оба типа функциональности по умолчанию включают в себя 2 ступени с **Независимыми выдержками времени** и 1 ступень с **Обратнозависимой характеристикой выдержки времени**.

Тип **МТЗ, 1-фазная — расширенная функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

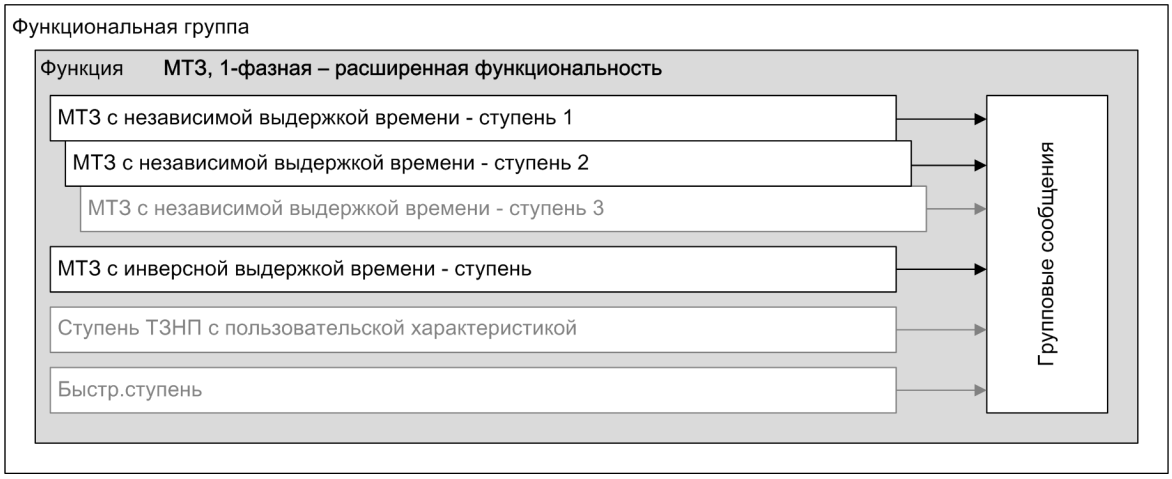
- Максимум три ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени** (UMZ)
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью** (AMZ)
- 1 ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой**
- 1 **Быстрая ступень**

Тип **МТЗ, 1-фазная — базовая функциональность** поддерживает одновременную работу следующих ступеней:

- Максимум три ступени **МТЗ с независимой выдержкой времени**
- 1 ступень **МТЗ с инверсной выдержкой времени с базовой функциональностью**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, на *Рисунок 6-208* и *Рисунок 6-209*, по умолчанию показаны серым цветом. Кроме характеристики выдержки времени, ступень **МТЗ с независимой выдержкой времени**, ступень **МТЗ с инверсной характеристикой выдержки времени** и ступень **МТЗ с пользовательской характеристикой** имеют идентичную структуру.

Быстрая ступень использует алгоритм быстрого отключения. Соответственно, она особенно подходит для чувствительного обнаружения замыкания на землю на основе высокоомного принципа выполнения защиты.



[dwocp1pa-280113-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-208 Структура/реализация функции МТЗ, 1-фазная — Расширенная функциональность



[dwocp1pb-310113-01.tif, 3, ru_RU]

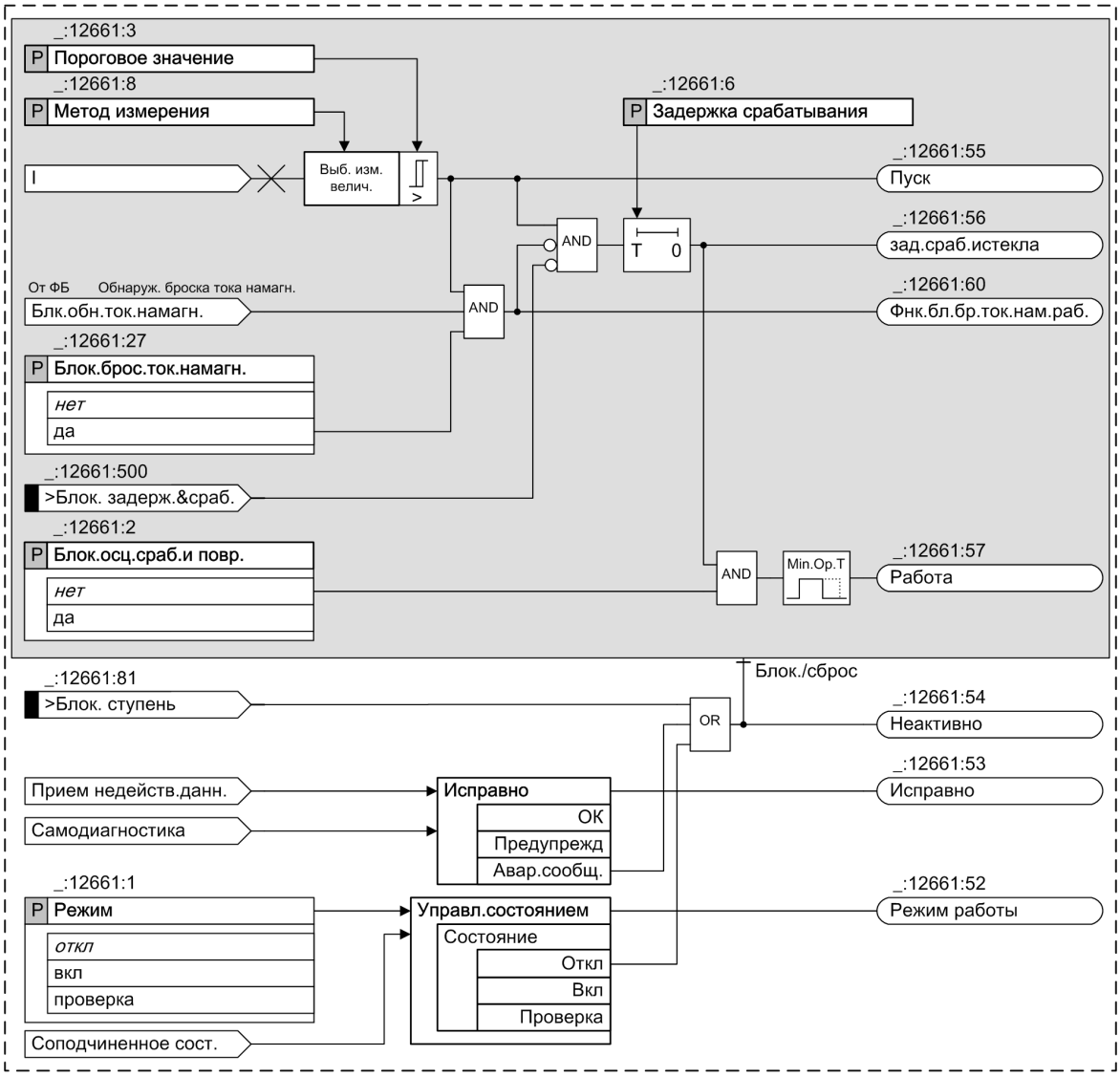
Рисунок 6-209 Структура/реализация функции МТЗ, 1-фазная — Базовая функциональность

Если устройство оснащено функцией **ОбнБроскаТока**, сообщения о срабатывании ступеней блокируются при обнаружении бросков токов намагничивания трансформатора.

6.14.3 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

6.14.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[loinvocp-270612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-210 Логическая схема работы ступени с независимой выдержкой времени 1-фазной МТЗ

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени

Можно полностью заблокировать ступень через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, сигнал срабатывания, используется сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и осциллографе не блокируется.

Блокировка отключения от функционального блока ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать срабатывание ступени МТЗ при отклонении порогового значения из-за броска тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. После этого времени ступень производит отключение. Блокировку можно установить только в том случае, если ФБ **ОбнБроскаТока** введен в работу.

Блокировка **отключения с помощью функции ОбнБроскаТока** возможна только при соблюдении следующих условий:

- Центральная **функция ОбнБроскаТока** должна быть доступна в другой группе функций защит с измерением 3-фазного тока.
- Вы должны подключить группу функций защит с измерением 1-фазного тока к группе функций защит с измерением 3-фазного тока. Вы подключаете группы функций защит в DIGSI 5 Дерево проекта → Название устройства → **Соединение функциональных групп**.

Соответствующие разделы

6.10.7.1 Описание

6.14.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12661:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:12661:3) Пороговое значение** = ***1,200 A*** (для первой ступени)
- Уставка по умолчанию **(_:12661:6) Задержка срабатывания** = ***0,300 c*** (для первой ступени)

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с расчетом для вашего случая.

6.14.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
НезавВыдВр 1				
_:12661:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12661:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12661:27	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12661:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:12661:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:12661:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 c до 60.00 c	0.30 c
НезавВыдВр 2				
_:12662:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12662:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12662:27	НезавВыдВр 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12662:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:12662:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:12662:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

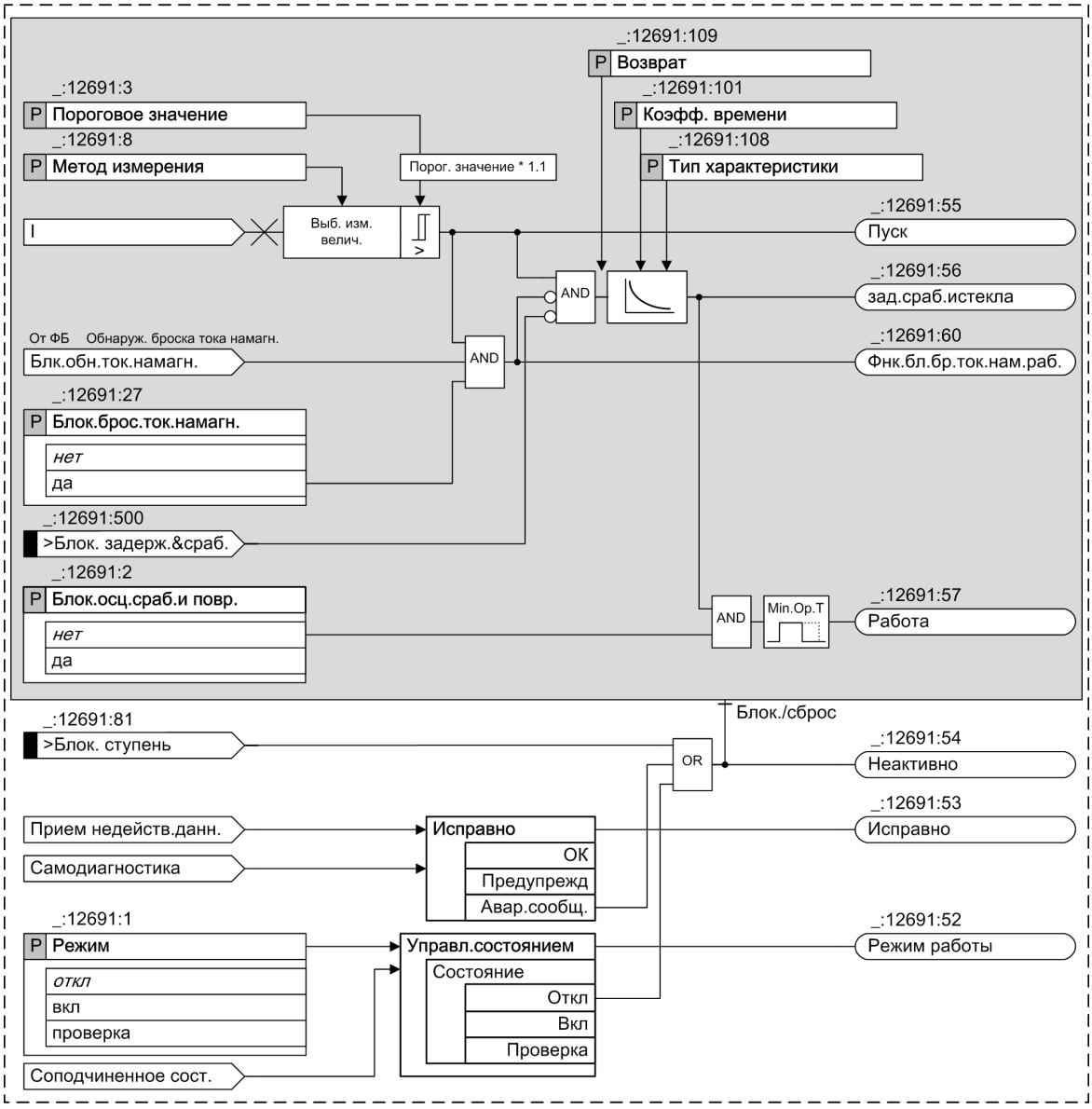
6.14.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:12661:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12661:500	НезавВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12661:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:12661:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:12661:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:12661:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12661:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:12661:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12661:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:12662:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:12662:500	НезавВыдВр 2:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12662:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:12662:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:12662:53	НезавВыдВр 2:Статус исправности	ENS	O
_:12662:60	НезавВыдВр 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12662:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:12662:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12662:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.14.4 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.14.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodefocp-270612-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-211 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой выдержки времени (1 фаза)

Пуск и возврат ступени с инверсной характеристикой времени срабатывания в соответствии МЭК и ANSI

Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характе-

ристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени

Можно полностью заблокировать ступень через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и, таким образом, сигнал срабатывания, используется сигнал **>Блок. задерж.&сраб.**. Текущая выдержка времени сбрасывается. Сообщение о пуске и появление соответствующей записи в журналах событий и осциллографе не блокируется.

Блокировка отключения от функционального блока ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать срабатывание ступени МТЗ при отклонении порогового значения из-за броска тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени. После этого времени ступень производит отключение.

Блокировка **отключения с помощью функции ОбнБроскаТока** возможна только при соблюдении следующих условий:

- Центральная **функция ОбнБроскаТока** должна быть доступна в другой группе функций защит с измерением 3-фазного тока.
- Вы должны подключить группу функций защит с измерением 1-фазного тока к группе функций защит с измерением 3-фазного тока. Вы подключаете группы функций защит в DIGSI 5 Дерево проекта → Название устройства → **Соединение функциональных групп**.

6.14.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12691:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:12691:108) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:12691:3) Пороговое значение** = ***1,20 A***

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Тип характеристики** в соответствии с расчетом для вашего случая.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в характеристике срабатывания. Ступень запустится только при 10 % превышении параметра **Пороговое значение**.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:12691:101) Коэфф. времени** = ***1***

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Если изменение крутизны характеристики не требуется, значение уставки **Коэфф. времени** следует выставить равным ***1*** (уставка по умолчанию)

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:12691:109) Возврат** = ***эмуляция диска***

Используйте параметр **Возврат**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Данное значение определяет мгновенный возврат защиты после исчезновения условий пуска.

6.14.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ИнвВыдВр 1				
_:12691:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12691:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12691:27	ИнвВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12691:8	ИнвВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:12691:3	ИнвВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.200 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.000 A
_:12691:108	ИнвВыдВр 1:Тип характеристики			
_:12691:109	ИнвВыдВр 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:12691:101	ИнвВыдВр 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.14.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:12691:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12691:500	ИнвВыдВр 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12691:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:12691:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:12691:53	ИнвВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:12691:60	ИнвВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12691:59	ИнвВыдВр 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:12691:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:12691:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12691:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.14.5 Ступень с пользовательской характеристикой

6.14.5.1 Описание

Ступень **МТЗ с определяемой пользователем характеристикой срабатывания** доступна только в функциях с расширенной функциональностью.

По структуре эта ступень аналогична ступени с инверсной характеристикой. Разница состоит лишь в том, что пользователь может задавать любую характеристику срабатывания.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

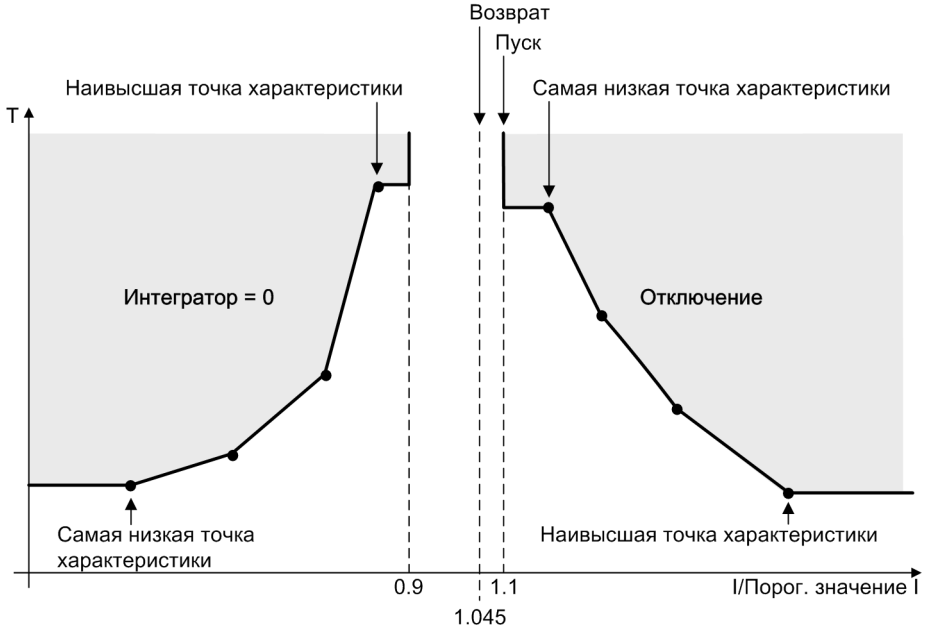
С помощью определяемой пользователем характеристики срабатывания вы можете точка за точкой задавать характеристику срабатывания, используя до 30 пар значений тока и времени. Устройство использует линейную интерполяцию для расчета характеристики. Вы также по желанию можете задать и характеристику возврата.

Пуск и возврат ступени с пользовательской характеристикой времени срабатывания

Если измеряемое значение превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раз (0,95 x 1,1 x Пороговое значение), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.



[dwocpken-140611-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-212 Пуск и возврат по заданной пользователем характеристике

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики срабатывания не увеличивают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока до точки с наименьшим значением на характеристике. Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

6.14.5.2 Указания по применению и вводу уставок

По структуре эта ступень аналогична ступени с инверсной характеристикой. Разница состоит лишь в том, что вы можете задавать желаемую характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся пример и примечания по вводу уставок для задаваемой характеристики срабатывания.

Параметр: `Пары ток/время` (для задаваемой характеристики срабатывания)

Используйте эти уставки для задания характеристики срабатывания. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** параметра равным ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику срабатывания.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика срабатывания смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

Параметр: `Коэфф. времени`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Коэфф. времени`** = ***`1`***

Вы можете использовать параметр **`Коэфф. времени`** для перемещения характеристики по оси времени.

Если согласование ступеней по времени не используется, и, следовательно, не требуется сдвиг характеристики срабатывания по оси времени, оставьте параметр **`Коэфф. времени`** равным ***`1`***.

Параметр: `Возврат`

- Уставка по умолчанию **`Возврат`** = ***`эмуляция диска`***

Используйте параметр **`Возврат`**, чтобы задать, будет ли возврат ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска = индукционного диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
`эмуляция диска`	Если вы задаете эту уставку, то в дополнение к характеристике срабатывания будет необходимо определить и характеристику возврата. Выберите эту уставку в том случае, если устройство согласуется с электромеханическими устройствами или другими устройствами, для которых возврат осуществляется с "эмуляцией диска".
`мгновенный`	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: `Пары значений ток/время` (для характеристики возврата)

Используйте эти уставки для задания характеристики возврата. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики возврата, которую вы хотите реализовать.

Задайте значение тока как кратное пороговому значению. Siemens рекомендует задавать значение **`Пороговое значение`** параметра равным ***`1,00`***, чтобы можно было получить простое выражение. Пользователь может изменить пороговую величину позже, если необходимо сместить характеристику возврата.

Задайте значение времени в секундах. Характеристика возврата смещается с помощью параметра **`Коэфф. времени`**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться одна за другой.

6.14.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:27	Польз.хар-ка #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	Польз.хар-ка #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:3	Польз.хар-ка #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.200 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.00 A
_:110	Польз.хар-ка #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:101	Польз.хар-ка #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.14.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
`Польз.хар-ка #`			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Польз.хар-ка #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:60	Польз.хар-ка #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:59	Польз.хар-ка #:Эмул.диска в работе	SPS	O

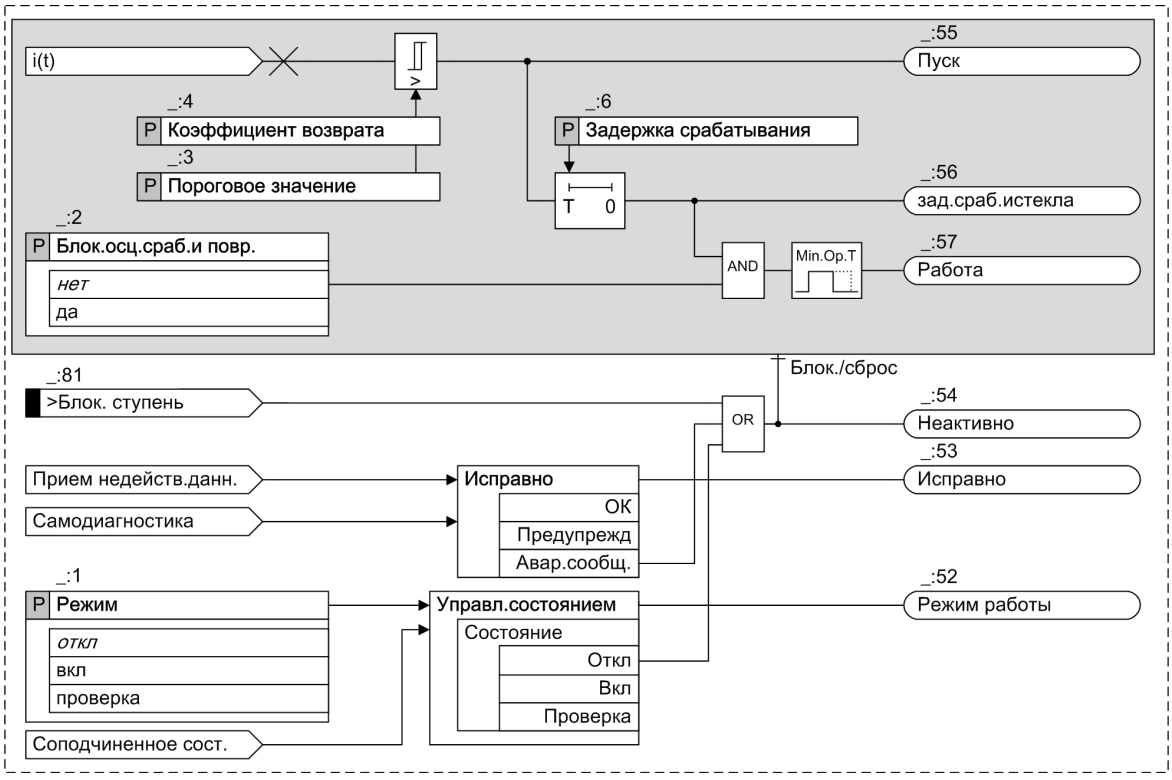
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.14.6 Быстрая ступень

6.14.6.1 Описание

Логическая схема ступени

Быстрая ступень доступна только в расширенном типе функции.



[loocp1hs-280113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-213 Логическая схема быстрой ступени, однофазная

Метод измерений, поведение быстрой ступени при пуске и возврате

Данная ступень производит оценку нефильтрованных результатов измерения. Таким образом можно достичь хорошего быстродействия. Если абсолютные значения двух последовательных измерений за последний период превышают **Пороговое значение**, то происходит срабатывание ступени. Возврат ступени производится в случае, если значения всех отсчетов за предыдущий период оказываются меньше уставки возврата.

Блокировка ступени

Можно полностью заблокировать ступень через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.14.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***10,00 A***
- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,00 c***

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания** в соответствии с расчетом для вашего случая.

Убедитесь в том, что значения отсчетов сравниваются с уставкой непосредственно, без учета дополнительных факторов.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:4) Коэффициент возврата** = ***0,90***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки ***0,90***. Для получения высокоточных измерений значение **Коэффициент возврата** можно уменьшить. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно уставки срабатывания, то значение уставки **Коэффициент возврата** можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" при срабатывании на грани уставки.

6.14.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Быстр.ступ. #				
_:1	Быстр.ступ. #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Быстр.ступ. #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3	Быстр.ступ. #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	50.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	50.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	10.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	50.000 A
_:4	Быстр.ступ. #:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.90
_:6	Быстр.ступ. #:Задержка срабатывания		0.00 c до 60.00 c	0.00 c

6.14.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Быстр.ступ. #			
_:81	Быстр.ступ. #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	Быстр.ступ. #:Неактивно	SPS	O
_:52	Быстр.ступ. #:Режим работы	ENS	O
_:53	Быстр.ступ. #:Статус исправности	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:55	Быстр.ступ. #:Пуск	ACD	O
_:56	Быстр.ступ. #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Быстр.ступ. #:Работа	ACT	O

6.14.7 Пример применения: высокоомная дифференциальная защита от замыканий на землю

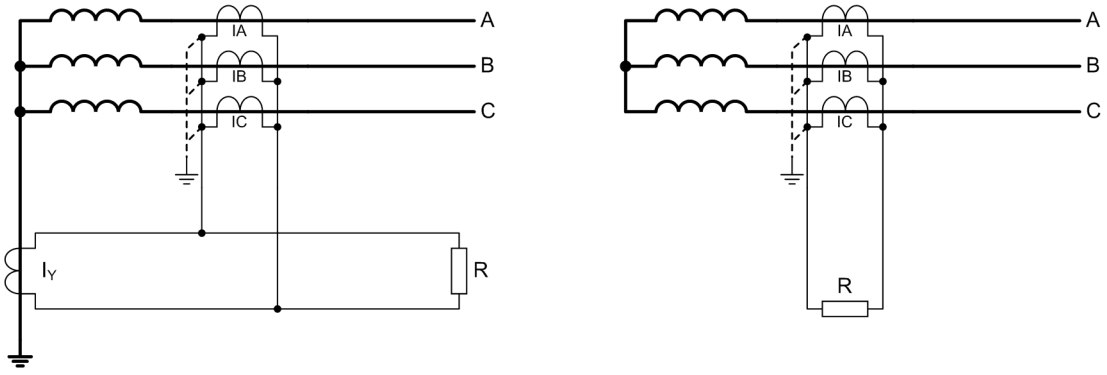
6.14.7.1 Описание

При использовании высокоомной дифференциальной защиты все трансформаторы тока, ограничивающие защищаемую зону, работают параллельно общему резистору R с большим сопротивлением, на котором измеряется напряжение.

Трансформаторы тока должны иметь однотипную конструкцию и должны предусматривать не менее одного собственного сердечника для высокоомной ограниченной защиты от замыканий на землю. Также трансформаторы должны обладать одинаковым коэффициентом трансформации и примерно одинаковым значением напряжения в точке перегиба вольт-амперной характеристики.

Высокоомный принцип хорошо подходит для защиты от замыканий на землю в заземленных сетях, на трансформаторах, генераторах, электродвигателях и шунтирующих реакторах.

В левой части *Рисунок 6-214* показан пример для установки с заземленной обмоткой трансформатора или заземленным электродвигателем/генератором. Справа показан пример с незаземленной обмоткой трансформатора или незаземленным электродвигателем/генератором. В примере предполагается, что сеть заземлена в другой точке.



[dwhimpef-310113-01.tif, 2, ru_RU]

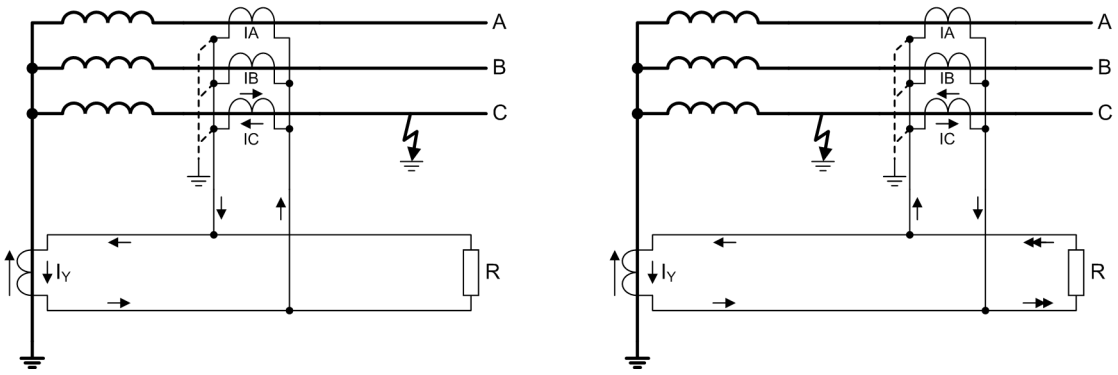
Рисунок 6-214 Высокоомная ограниченная защита от замыканий на землю

Принцип работы защиты

Принцип работы объясняется на примере защиты заземленной обмотки трансформатора.

В нормальном состоянии ток нулевой последовательности отсутствует, т. е. ток нейтрали трансформатора $I_Y = 0$ и фазные токи $3I_0 = I_A + I_B + I_C = 0$.

При наличии внешнего повреждения с замыканием на землю (левая часть на *Рисунок 6-215*), ток короткого замыкания, протекающий через заземленную нейтраль трансформатора, равен токам в нейтрали трансформатора и току в поврежденной фазе. Соответствующие вторичные токи (при одинаковом коэффициенте трансформации у всех трансформаторов) компенсируют друг друга. Они включены последовательно. Напряжение на резисторе R увеличивается незначительно; это увеличение определяется внутренним сопротивлением трансформаторов и соединительных проводов. Если трансформатор тока насыщается на короткое время, его сопротивление уменьшается и трансформатор становится низкоимпедансным шунтом по отношению к резистору с повышенным сопротивлением R. Таким образом, высокое сопротивление резистора оказывает стабилизирующий эффект (так называемая стабилизация резистора).



[dwprhimp-310113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-215 Принцип работы ограниченной защиты от замыканий на землю в соответствии с высокоомным принципом

При замыкании на землю в зоне защиты (справа на *Рисунок 6-215*) в любом случае протекает ток нейтрали I_Y. Амплитуда тока нулевой последовательности в фазных токах зависит от условий заземления в остальной сети. Через резистор R пытается протекать вторичный ток, соответствующий полному току короткого замыкания. Однако поскольку этот резистор обладает высоким сопротивлением, то значительное падение напряжения, возникающее на резисторе, вызывает насыщение трансформатора тока. Таким образом, действующее напряжение на резисторе примерно соответствует напряжению на трансформаторах тока в точке перегиба.

Сопротивление резистора R выбирается таким, чтобы даже самый малый ток обнаруживаемого короткого замыкания на землю вызывал вторичное напряжение, равное половине напряжения насыщения трансформаторов тока (см. раздел 2.5.4).

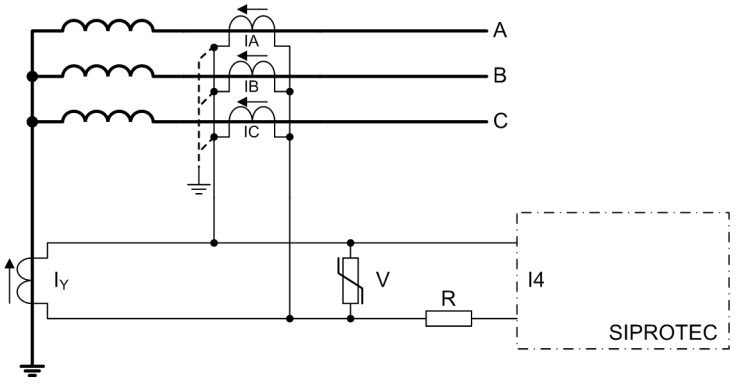
Более подробная информация приведена в разделе "Обзор чувствительности высокоомной дифференциальной защиты" в главе *6.14.7.2 Указания по применению и вводу уставок* .

Высокоомная ограниченная защита от замыканий на землю в устройствах SIPROTEC 5

Для высокоомной ограниченной защиты от замыканий на землю в устройствах SIPROTEC 5 используется измерительный вход I4. Этот вход обладает повышенной чувствительностью. Поскольку это токовый вход, то защита фиксирует ток, протекающий через резистор R, а не напряжение на нем.

На *Рисунок 6-216* показана схема подключения. Устройство защиты включается последовательно с резистором R и таким образом измеряет, протекающий через нее ток.

Варистор V ограничивает напряжение при внутренних повреждениях. Варистор отсекает высокие мгновенные пики напряжения, возникающие при насыщении трансформатора. В то же время напряжение выравнивается без уменьшения среднего значения.



[dwanedif-310113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-216 Схема подключений ограниченной защиты от замыканий на землю в соответствии с высокоомным принципом

Для защиты от перенапряжений также важно, чтобы устройство подключалось непосредственно к заземленному выводу ТТ, тогда высокое напряжение на резисторе не прикладывается к устройству. Таким образом, повышенное напряжение на резисторе не влияет на устройство.

Для генераторов, двигателей и шунтирующих реакторов ограниченная высокоомная защита от замыканий на землю может использоваться аналогичным образом. При использовании автотрансформаторов необходимо обеспечить, чтобы все ТТ на сторонах ВН, СН и выводе нейтрали автотрансформатора были подключены параллельно.

Метод может быть реализован для любых защищаемых объектов. Например, для защиты сборных шин устройство подключается через резистор к параллельно соединенным ТТ всех присоединений.

6.14.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Предварительным условием для применения ограниченной высокоомной защиты является наличие трансформатора тока в нейтрали на стороне станции (см. пример в (*Рисунок 6-216*). Кроме этого, должна быть обеспечена возможность использовать трансформатор чувствительного входа на входе устройства I4. Задайте уставку срабатывания по току на входе I4 с помощью функции **МТЗ, однофазная**.

Учтите взаимосвязь характеристики трансформатора тока, внешнего резистора и напряжения на резисторе R в пределах всей функции ограниченной высокоомной защиты от замыканий на землю. Пояснения будут даны далее.

Данные трансформатора тока для ограниченной высокоомной защиты от замыканий на землю

Все используемые трансформаторы должны обладать одинаковым коэффициентом трансформации и примерно одинаковым значением напряжения в точке перегиба. Обычно используются трансформаторы тока одного типа, с одинаковыми номинальными данными. На основании номинальных данных пользователь может рассчитать напряжение в точке перегиба следующим способом:

$$U_{ТП} = \left(R_{внутр} + \frac{P_{ном}}{I_{ном}^{2}} \right) \cdot n \cdot I_{ном}$$

[foukniep-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$U_{ТП}$	Напряжение в точке перегиба характеристики
Rвнутр	Внутреннее сопротивление трансформатора тока
$P_{ном}$	Номинальная мощность трансформатора тока
$I_{ном}$	Номинальный вторичный ток трансформатора тока
n	Номинальный коэффициент перегрузки по току

Номинальный ток, номинальная мощность и коэффициент перегрузки по току указаны на фирменной табличке с данными тансформатора.

ПРИМЕР

Трансформатор тока со следующими данными на фирменной табличке: 800/5; 5P10; 30 ВА

Эти данные соответствует следующим параметрам:

$I_{ном}$	= 5 А (из 800/**5**)
n	= 10 (из 5P**10**)
$P_{ном}$	= **30** ВА

Внутреннее сопротивление часто указывается в протоколе испытаний трансформатора. Если внутреннее сопротивление неизвестно, его можно приблизительно определить на основе измерения сопротивления вторичной обмотки по постоянному току.

ПРИМЕР

Расчет напряжения в точке перегиба

Трансформатор тока 800/5; 5P10; 30 ВА с R_i = 0,3 Ом

$$U_{ТП} = \left(R_{внутр} + \frac{P_{ном}}{I_{ном}^2} \right) \cdot n \cdot I_{ном} = \left(0.3\,Ом + \frac{30\,ВА}{(5\,А)^2} \right) \cdot 10 \cdot 5\,А = 75\,В$$

[foukp5aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Трансформатор тока 800/1; 5P10; 30 ВА с $R_{внутр}$ = 5 Ом

$$U_{ТП} = \left(R_{внутр} + \frac{P_{ном}}{I_{ном}^2} \right) \cdot n \cdot I_{ном} = \left(5\,Ом + \frac{30\,ВА}{(1\,А)^2} \right) \cdot 10 \cdot 1\,А = 350\,В$$

[foukp1aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Кроме данных трансформатора тока, должно быть известно сопротивление самого длинного кабеля от ТТ до устройства.

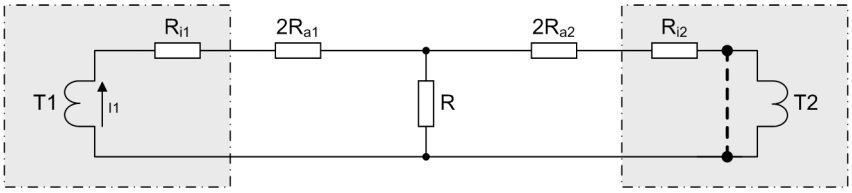
Оценка стабильности ограниченной высокоомной защиты от замыканий на землю

Упрощенная оценка условий торможения базируется на предположении, что в случае внешнего повреждения один трансформатор тока полностью насыщен, а другие передают пропорциональные частичные токи. Теоретически это представляет наихудший случай. Коэффициент надежности обеспечивается автоматически, поскольку на практике даже насыщенный трансформатор передает некоторый ток.

На *Рисунок 6-217* показана эквивалентная схема такого упрощенного подхода. Предполагается, что T1 и T2 являются идеальными трансформаторами тока с внутренними сопротивлениями R_{i1} и R_{i2}. R_a представляют сопротивления жил соединительных кабелей между трансформатором и резистором R; используется удвоенное сопротивление (прямой и обратный провода). R_{a2} представляет сопротивление самого длинного кабеля.

T1 передает ток I1. Предполагается, что T2 находится в насыщенном состоянии. Это указывается пунктирной линией, изображающей перемычку. Следовательно, из-за насыщения трансформатор представляет шунт с малым сопротивлением.

Еще одним условием является выполнение неравенства $R >> (2R_{a2} + R_{i2})$.



[dwvebhdi-310113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-217 Упрощенная схема подключения для ограниченной высокоомной защиты от замыканий на землю

Напряжение на R составляет

$U_R = I_1 \cdot (2R_{a2} + R_{i2})$

Еще одно допущение состоит в том, что значение срабатывания SIPROTEC 5 соответствует половине напряжения точки перегиба трансформаторов тока. Для крайнего случая,

$U_R = U_{ТП}/2$

В результате этого получаем граничный ток стабильности $I_{стаб.пред.}$, т.е. максимальный сквозной ток, ниже которого схема остается стабильной:

$$I_{стаб.пред.} = \frac{U_{ТП}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}}$$

[foistabl-310113-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕР

Для трансформатора на 5 А с напряжением $U_{ТП}$ = 75 В и R_i = 0,3 Ом

Наиболее длинный кабель = 22 м с поперечным сечением 4 мм²; что соответствует R = 0,1 Ом

$$I_{стаб.пред.} = \frac{U_{ТП}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}} = \frac{37.5\,В}{2 \cdot 0.1\,Ом + 0.3\,Ом} = 75\,А$$

[foisl5aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

В примере предельное торможение равно 15 × номинальному току и составляет 12 кА в первичной цепи.

Для трансформатора на 1 А с напряжением $U_{КР}$ = 350 В и R_i = 5 Ом

Наиболее длинный кабель = 107 м с поперечным сечением 2,5 мм²; что соответствует R = 0,75 Ом

$$I_{стаб.пред.} = \frac{U_{ТП}/2}{2 \cdot R_{a2} + R_{i2}} = \frac{175\,В}{2 \cdot 0.75\,Ом + 5\,Ом} = 27\,А$$

[foisl1aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

В примере предельное торможение равно 27 × номинальному току и составляет 21,6 кА в первичной цепи.

Оценка чувствительности ограниченной высокоомной защиты от замыканий на землю

Напряжение группы ТТ подводится к защитному устройству через последовательный резистор R, т.о. формируется значение тока пропорциональное напряжению. При определении параметров резистора нужно учитывать следующее:

Ограниченная высокоомная защита от замыканий на землю должна срабатывать примерно на половинном значении напряжения в точке перегиба характеристики токового трансформатора. Исходя из этого рассчитывается резистор R.

Поскольку устройство измеряет ток, протекающий через резистор, то этот резистор и измерительный вход устройства необходимо соединить последовательно. Поскольку, кроме того, сопротивление должно быть большим (условие: $R >> 2R_{a2} + R_{i2}$), как упоминалось выше, собственным сопротивлением измерительного входа можно пренебречь. Сопротивление вычисляется из тока срабатывания $I_{сраб}$ и половины напряжения точки перегиба:

$$R = \frac{U_{ТП}/2}{I_{пуск}}$$

[foberecr-310113-01.tif, 1, ru_RU]

ПРИМЕР

Для приведенного выше трансформатора на 5 А

Требуемое значение уставки $I_{сраб}$ = 0,1 А (соответствует 16 А первичного тока)

$$R = \frac{U_{ТП}/2}{I_{пуск}} = \frac{75\,В/2}{0.1\,А} = 375\,Ом$$

[fober5aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Для приведенного выше трансформатора на 1 А

Требуемое значение уставки $I_{сраб}$ = 0,05 А (соответствует 40 А первичного тока)

$$R = \frac{U_{ТП}/2}{I_{пуск}} = \frac{350\,В/2}{0.05\,А} = 3500\,Ом$$

[fober1aw-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Последовательный резистор R должен быть рассчитан на минимальную длительную нагрузку $P_{нагр.длит.}$.

$$P_{нагр.длит.} \geq \frac{(U_{ТП}/2)^2}{R} = \frac{37.5^2}{375} = 3.75\,Вт \qquad при\ трансформаторе\ 5\ А$$

[fopdau5a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$$P_{нагр.длит.} \geq \frac{(U_{ТП}/2)^2}{R} = \frac{175^2}{3500} = 8.75\,Вт \qquad при\ трансформаторе\ 1\ А$$

[fopdau1a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Кроме того, последовательный резистор R должен быть рассчитан на ток повреждения, длящегося примерно 0,5 с. Обычно этого времени достаточно для определения повреждения с помощью резервной защиты.

Нагрев последовательного резистора зависит от напряжения $U_{действ,торм}$, присутствующего во время внутреннего повреждения. Параметр рассчитываются по следующей формуле:

$$U_{действ.,торм.} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{U_{ТП}^3 \cdot R \cdot I_{повр.макс.внутр.}} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{75^3 \cdot 375 \cdot 250} = 579.7\,В \qquad при\ трансформаторе\ 5\ А$$

[fousta5a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$$U_{действ.,торм.} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{U_{ТП}^3 \cdot R \cdot I_{повр.макс.внутр.}} = 1.3 \cdot \sqrt[4]{350^3 \cdot 3500 \cdot 50} = 2151.6\,В \qquad при\ трансформаторе\ 1\ А$$

[fousta1a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

$I_{повр.макс.внутр.}$ соответствует максимальному току короткого замыкания в случае внутреннего повреждения.

Трансформатор тока на 5 А (800/5) с первичным током 40 кА соответствует $I_{повр.макс.внутр.}$ = 250 А во вторичной цепи.

Трансформатор тока на 1 А (800/1) с первичным током 40 кА соответствует $I_{повр.макс.внутр.}$ = 50 А во вторичной цепи.

Таким образом, временная нагрузка для последовательного резистора для времени более 0,5 с:

$$P_{0.5\,с} = \frac{U_{действ.торм.}^2}{R} = \frac{579.7^2}{375} = 896\,Вт \qquad при\ трансформаторе\ 5\ А$$

[fop05s5a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

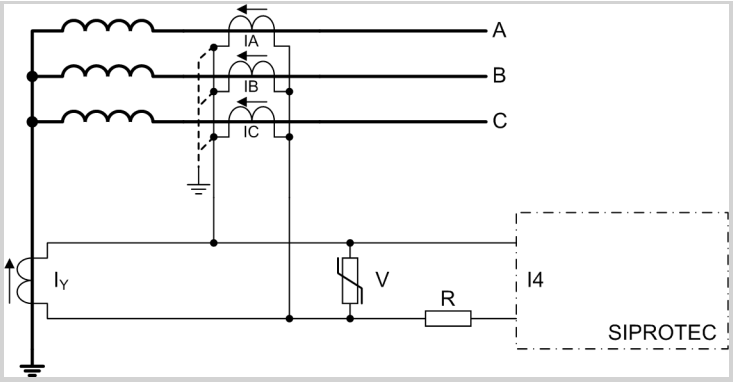
$$P_{0.5с} = \frac{U_{действ.торм.}^2}{R} = \frac{2151.6^2}{3500} = 1322.7\,Вт \qquad при\ трансформаторе\ 1\ А$$

[fop05s1a-310113-01.tif, 1, ru_RU]

Помните, что при выборе более высокого значения уставки пуска $I_{пуск}$, сопротивление резистора уменьшается, что приводит к резкому увеличению рассеиваемой мощности.

Параметры варистора (см. следующий рисунок) должны быть выбраны так, чтобы обеспечить повышенное сопротивление до напряжения в точке перегиба характеристики, например:

- Примерно 100 В для трансформатора на 5 А
- Примерно 500 В для трансформатора на 1 А



[dwanedif-310113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-218 Схема подключений ограниченной защиты от замыканий на землю

По соображениям техники безопасности даже при неудачном подключении максимальная амплитуда напряжения не должна превышать 2 кВ.

Если для достижения нужных параметров требуется параллельное соединение нескольких варисторов, то во избежание разбалансировки нагрузки следует выбирать приборы с плоской характеристикой. Компания Siemens рекомендует следующие типы производства METROSIL:

600A/S1/S256 (k = 450, β = 0,25)

600A/S1/S1088 (k = 900, β = 0,25)

В примере задана уставка пуска первой ступени МТЗ с независимой выдержкой времени (уставка **Пороговое значение**), равная 0,1 А для трансформаторов тока на 5 А или 0,05 А для трансформаторов тока на 1 А. Другие ступени защиты не требуются. Удалите или выведите эти ступени. Задайте уставку **Задержка срабатывания**, равную 0 с.

Так, если несколько трансформаторов тока соединены последовательно и используются для защиты сборных шин с несколькими питающими линиями, токи намагничивания параллельно включенных трансформаторов более не могут игнорироваться. В этом случае прибавьте токи намагничивания к половине напряжения в точке перегиба характеристики (соответствует уставке **Пороговое значение**). Эти токи намагничивания уменьшают ток, проходящий через резистор R. Таким образом, фактическое значение уставки пуска защиты окажется более высоким.

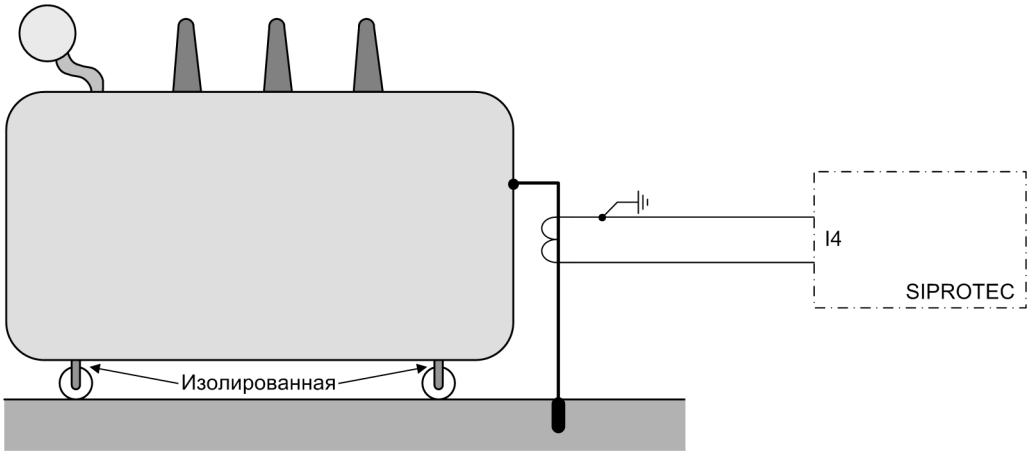
6.14.8 Пример использования: Защита от утечки токов с бака трансформатора

6.14.8.1 Описание

Защита от замыканий на корпус трансформатора фиксирует короткие замыкания на землю, включая замыкания с высоким сопротивлением, происходящие между фазой и баком трансформатора. Бак изолирован или заземлен через сопротивление. Бак должен быть подключен к заземлению отдельным проводником. Ток, проходящий по этому проводнику, передается в устройство защиты. При возникновении короткого замыкания в баке ток повреждения (ток бака) протекает на заземление подстанции через заземляющий проводник.

Функция **Максимальная токовая защита, 1ф** обнаруживает утечки с бака трансформатора. Если значение тока бака превышает уставку **Пороговое значение**, то функция **Максимальная токовая защита, 1ф** формирует сообщение о срабатывании. В зависимости от уставки **Задержка срабатывания** трансформатор может отключаться немедленно или с задержкой.

Для защиты от замыканий на корпус используется вход чувствительного однофазного измерения тока.



[dwprkess-310113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-219 Принцип работы с баком

6.14.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Предварительным условием для применения защиты от утечки токов с бака трансформатора является доступность измерений чувствительного трансформатора тока на входе устройства I4.

Если производится подключение параметра **Точка измерения I 1ф** из функциональной группы **Напряжение-ток 1ф**, то функция **Максимальная токовая защита, 1ф** работает с однофазным током, подключенным к входу I4.

Используйте только первую ступень МТЗ с независимой выдержкой времени из функции **Максимальная токовая защита, 1ф**. Параметр **Пороговое значение** служит для ввода величины уставки срабатывания. Другие ступени защиты не требуются. Удалите или выведите эти ступени. Задайте уставку **Задержка срабатывания**, равную 0 с.

6.15 Фазная МТЗ с зависимостью от напряжения

6.15.1 Обзор функций

Максимальная токовая защита с пуском по напряжению(ANSI 51V):

- Обнаружение КЗ
- Может использоваться в особых случаях, когда уставки функции МТЗ по току должны снижаться в зависимости от напряжения повреждения.
- Может использоваться для генераторов, где напряжение возбуждения выводится из показаний на клеммах машины, а срабатывание по токовой защите должно поддерживаться в зависимости от напряжения повреждения

6.15.2 Структура функции

Максимальная токовая защита с зависимостью от напряжения относится к группе защитных функций с измерением 3-фазных тока и напряжения.

Функция **Максимальная токовая защита с зависимостью от напряжения** поставляется вместе со следующими заводскими уставками ступеней:

- Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени, с зависимостью от напряжения
- Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени и подхватом по напряжению

В рамках этой функции следующие ступени могут работать одновременно:

- Максимум 2 ступени максимальной токовой защиты с контролем напряжения и инверсной характеристикой выдержки времени
- Максимум 2 ступени максимальной токовой защиты с пуском по напряжению и с инверсной характеристикой выдержки времени
- Максимум 2 ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени с подхватом по напряжению
- Максимум 2 ступени максимальной токовой защиты, без зависимости от напряжения, с независимой выдержкой времени, с подхватом по напряжению



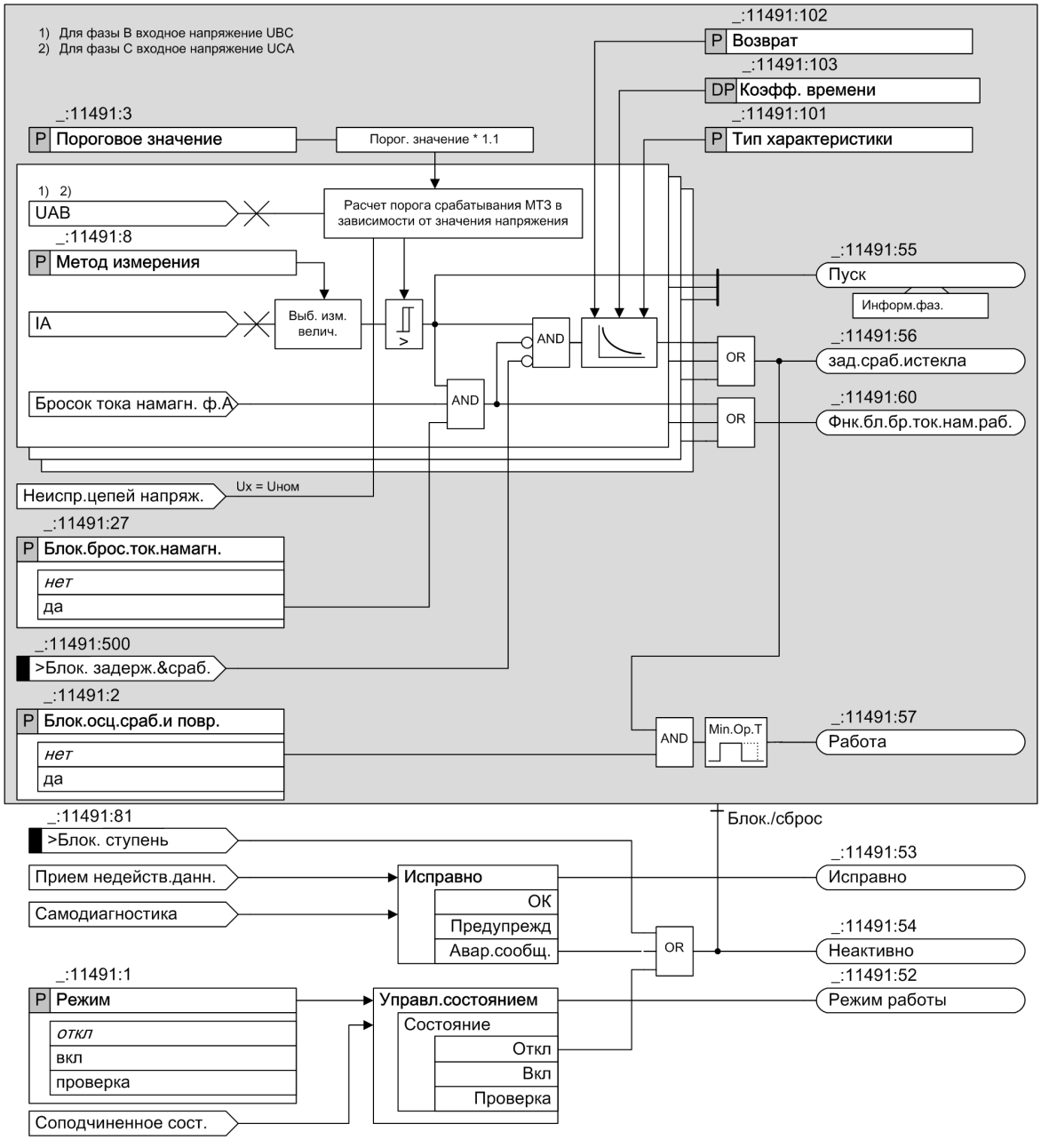
[dw_stuvol_release, 3, ru_RU]

Рисунок 6-220 Структура/реализация функции

6.15.3 Описание ступени МТЗ с обратно зависимой характеристикой выдержки времени, управляемой напряжением

6.15.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[lovoldep-210713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-221 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с инверсной характеристикой выдержки времени и пуском по напряжению

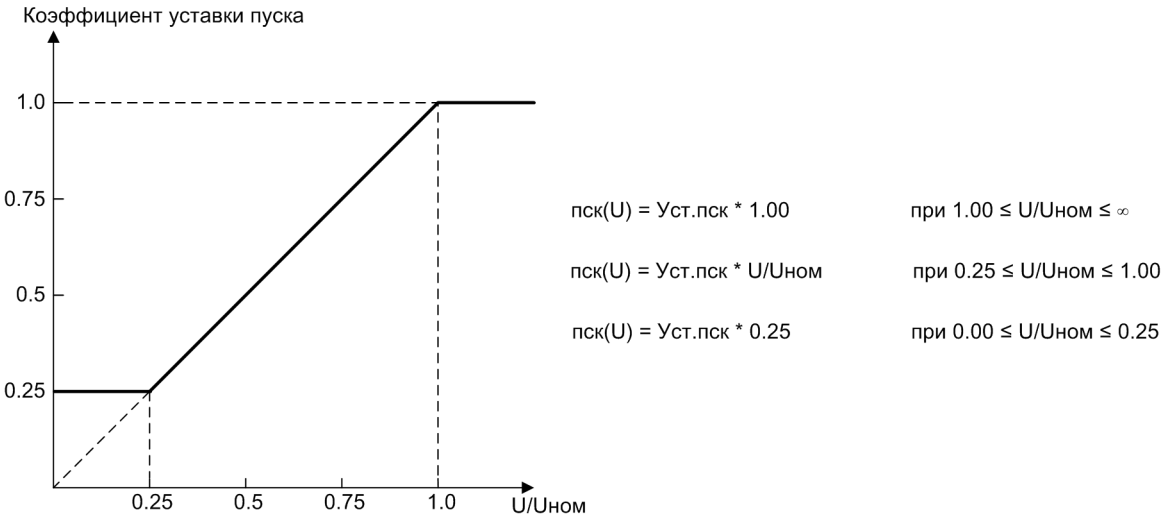
Метод измерения

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале *осн. гармоника* или действующим (среднеквадратичным) *Действ. знач.*.

- Измерение основной гармоники:
  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:
  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Уставка пуска при работе с пуском по напряжению

Уставка пуска ступени МТЗ зависит от величины напряжения. Более низкое напряжение снижает текущее значение пуска (см. *Рисунок 6-222*). В диапазоне между $U/U_{ном.}$ = от 1,00 до 0,25 реализуется линейная, прямо пропорциональная зависимость.



[dwvolpic-220713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-222 Влияние напряжения на уставку пуска

Где:

U	=	Измеряемое линейное напряжение
$U_{ном.}$	=	Номинальное напряжение (параметр Номинальное напряжение в функциональном блоке Общее в группе защитных функций)
Уст. пск.	=	Уставка порога срабатывания (адрес параметра: _11491:3)
ПСК(U)	=	Применяемая уставка пуска в зависимости от влияния напряжения

Минимальное текущее пороговое значение срабатывания равно 0,03 Iном. Это значение не может быть далее снижено, даже с учетом уставки пуска при работе с пуском по напряжению.

Снижение уставки пуска выполняется для каждой фазы. Назначение напряжения для фаз с токовой нагрузкой показано на *Таблица 6-11*.

Таблица 6-11 Управляющее напряжение относительно тока повреждения

Ток	Управляющее напряжение
I_A	U_{AB}
I_B	U_{BC}
I_C	U_{CA}

Пуск и возврат ступени с инверсной характеристикой времени срабатывания в соответствии МЭК и ANSI

Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени.

Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 1,045 раза (0,95 x 1,1 x порог), происходит возврат функции. Ситуация будет расцениваться как отсутствие пуска. Характеристику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат в соответствии с используемой характеристикой (эмуляция диска) соответствует остановке вращения индукционного диска. Взвешенное уменьшение времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Влияние на кривую срабатывания

Порог срабатывания по току снижается пропорционально снижению напряжения. Соответственно, для постоянного тока соотношение I/пороговое значение увеличивается, а время срабатывания сокращается. В сравнении со стандартными характеристиками, представленными в **Технических данных**, кривая срабатывания смещается влево по мере снижения напряжения.

Обнаружение неисправности цепей напряжения

В случае обнаружения неисправности цепей напряжения значение напряжения автоматически устанавливается равным $U_{ном.}$ таким образом, чтобы коэффициент уставки пуска был равен 1.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание ступени, следует использовать входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выдается сообщение о пуске, и происходит запись соответствующих данных о повреждении в журнал и осциллограмму процесса.

Блокировка задержки срабатывания и сигнала отключения от внутренней функции устройства Обнаружение броска тока намагничивания

Блокировка пуска выдержки времени на срабатывание и сигнала отключения от внутренней функции устройства **Обнаружение броска тока намагничивания** описана в главе *6.10.7.1 Описание* .

6.15.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Блок.брос.ток.намагн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:11491:27) Блок.брос.ток.намагн.`** = ***`нет`***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: • Если данное устройство не используется для защиты трансформатора. • Если устройство используется для защиты трансформатора, и уставка срабатывания ступени задана больше максимального значения броска тока намагничивания трансформатора. Это применяется, например, для ступени токовой отсечки, уставки срабатывания которой выбираются в соответствии с напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора таким образом, что она срабатывает только при повреждениях на стороне ВН трансформатора. Бросок тока намагничивания трансформатора не может быть выше максимального тока КЗ с низкой стороны.
да	Когда функция обнаружения броска тока намагничивания трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать срабатывание ступени, запуск выдержки времени и срабатывания блокируются. Эту уставку следует выбирать, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора. Это применяется для ступени максимальной токовой защиты, которая используется как резервная ступень защиты стороны НН трансформатора.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:11491:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11491:3) Пороговое значение** = ***1,500 A***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки 1,500 А.

Задайте значения параметров **Пороговое значение** и **Тип характеристики** в соответствии с расчетом для вашего случая.

Значение уставки зависит от максимально возможного нагрузочного тока. Необходимо исключить пуски защиты из-за возможного увеличения нагрузки, поскольку МТЗ работает с малыми выдержками времени, как защита от КЗ, а не как защита от перегрузки.

Задайте параметр **Пороговое значение** для линии приблизительно на 10 %, для трансформаторов и двигателей — приблизительно на 20 % выше максимальной ожидаемой нагрузки.

Необходимо отметить, что коэффициент отстройки уже учтен в характеристике срабатывания. Ступень запустится только при 10% превышении параметра **Пороговое значение**.

Параметр Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:11491:101) Тип характеристики** = ***МЭК нормально инверсная***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения.

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:11491:102) Возврат** = ***эмуляция диска***

Параметр **Возврат** используется для определения того, будет ли возврат отключающей ступени происходить согласно характеристике возврата (аналогично поведению ступени при эмуляции диска) или мгновенно.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Выберите эту уставку, если возврат не должен осуществляться с учетом эмуляции диска, а вместо этого предпочтителен мгновенный возврат.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:11491:103) Коэфф. времени** = ***1***

Вы можете использовать параметр **Коэфф. времени** для перемещения характеристики по оси времени.

Значение уставки для параметра **Коэфф. времени** получают из схемы согласования ступеней по времени, которая используется в энергосистеме.

Если изменение крутизны характеристики не требуется, значение уставки **Коэфф. времени** следует выставить равным 1 (уставка по умолчанию)

6.15.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U-зависим. 1				
_:11491:1	U-зависим. 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11491:2	U-зависим. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11491:27	U-зависим. 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:11491:8	U-зависим. 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11491:3	U-зависим. 1:Порого-вое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:11491:101	U-зависим. 1:Тип характеристики			
_:11491:102	U-зависим. 1:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:11491:103	U-зависим. 1:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

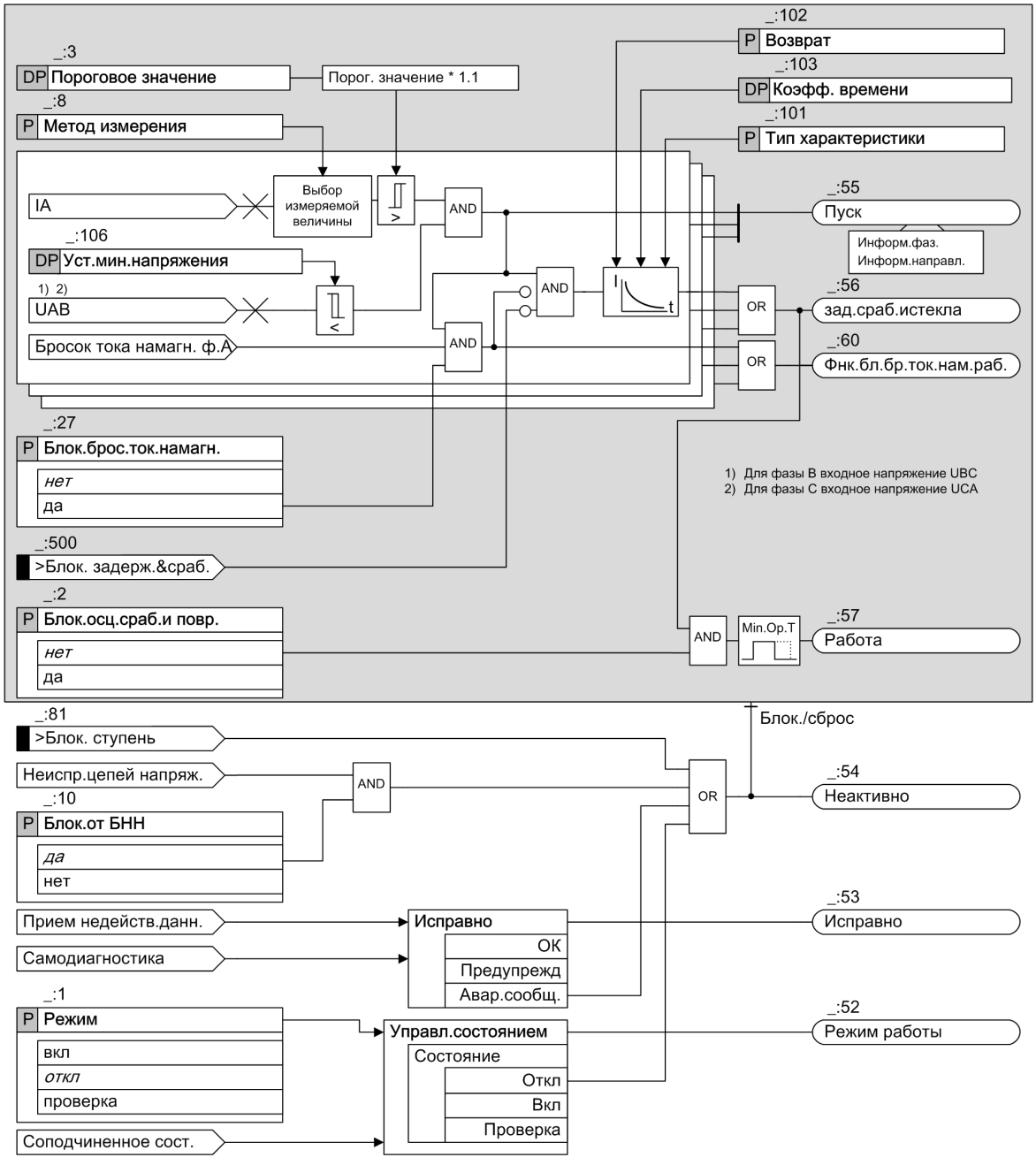
6.15.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
U-зависим. 1			
_:11491:81	U-зависим. 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11491:500	U-зависим. 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:11491:54	U-зависим. 1:Неактивно	SPS	O
_:11491:52	U-зависим. 1:Режим работы	ENS	O
_:11491:53	U-зависим. 1:Статус исправности	ENS	O
_:11491:60	U-зависим. 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:11491:59	U-зависим. 1:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:11491:55	U-зависим. 1:Пуск	ACD	O
_:11491:56	U-зависим. 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11491:57	U-зависим. 1:Работа	ACT	O

6.15.4 Описание ступени МТЗ с обратно зависимой характеристикой выдержки времени с блокировкой по напряжению

6.15.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lovolrel-210713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-223 Логическая схема работы максимальной токовой защиты с инверсной характеристикой выдержки времени, без зависимости от напряжения

Данная ступень структурируется аналогично ступени МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени с зависимым напряжением (см. главу *6.15.3.1 Описание*). Единственное различие заключается в условиях срабатывания и влиянии на характеристику срабатывания.

Срабатывание измерительных элементов

Когда контролируемое напряжение снижается ниже уставки **порога минимального напряжения**, соответствующий измерительный элемент срабатывает.

Срабатывание измерительных элементов выполняется для каждой фазы отдельно. Назначение напряжения для фаз с токовой нагрузкой показано на *Рисунок 6-222*.

Блокировка ступени при неисправности измеряемого напряжения.

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- При срабатывании внутренней функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключение* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.15.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Данная ступень структурируется аналогично ступени **МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени с пуском по напряжению**. Единственное различие заключается в условиях срабатывания и влиянии на характеристику срабатывания. В этом разделе приводятся только сведения по применению и установке параметров **Блок.от БНН** и **Уст.мин.напряжения**. Руководящие указания по установке других параметров данной ступени приведены в главе *6.15.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях измерения напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Внутренняя функция **Обнаружение неисправности цепей напряжения** сконфигурирована и введена в работу.
- Дискретный входной сигнал *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю, расположенному во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень МТЗ не блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения.
да	Ступень МТЗ блокируется при обнаружении повреждения в цепях измерения напряжения. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, т. к. правильное срабатывание ступени не гарантируется при неисправности измеряемого напряжения.

Параметр: Уст.мин.напряжения

- Уставка по умолчанию **(_:104) Уст.мин.напряжения** = ***75,0 В***

Когда контролируемое напряжение ниже установленного значения, в работу вводится ступень **МТЗ с обратнозависимой выдержкой времени**.

Параметр устанавливается равным значению ниже самого низкого предела допустимого линейного напряжения, например от 75 до 80 % от $U_{ном}$.

6.15.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U-пуск #				
_:1	U-пуск #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	U-пуск #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	U-пуск #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	U-пуск #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	U-пуск #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:3	U-пуск #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:101	U-пуск #:Тип характеристики		• ANSI длительно инв. • ANSI кратковременно инв. • ANSI предельно инв. • ANSI сильно инверсная • ANSI нормально инверсная • ANSI умеренно инв. • ANSI определенно инверсная • МЭК нормально инверсная • МЭК сильно инверсная • МЭК предельно инв. • МЭК длительно инверсная	МЭК нормально инверсная
_:102	U-пуск #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:103	U-пуск #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00
_:104	U-пуск #:Уст.мин.напряжения		0.300 В до 175.000 В	75.000 В

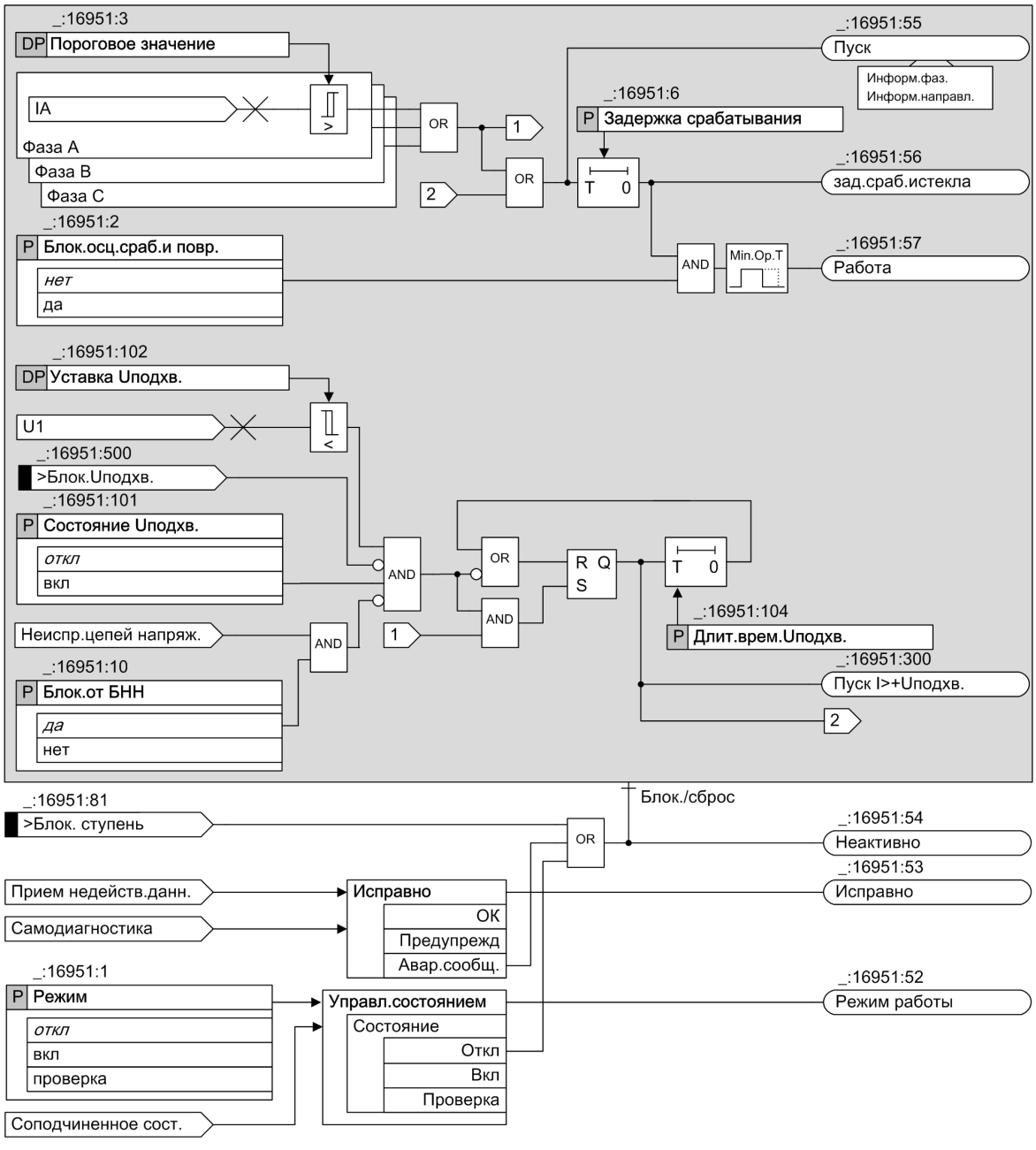
6.15.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U-пуск #			
_:81	U-пуск #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	U-пуск #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	U-пуск #:Неактивно	SPS	O
_:52	U-пуск #:Режим работы	ENS	O
_:53	U-пуск #:Статус исправности	ENS	O
_:60	U-пуск #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:59	U-пуск #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	U-пуск #:Пуск	ACD	O
_:56	U-пуск #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	U-пуск #:Работа	ACT	O

6.15.5 Ступень МТЗ с независимой выдержкой времени и подхватом по напряжению

6.15.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_Seal-in_20150215, 2, ru_RU]

Рисунок 6-224 Логическая схема работы МТЗ с независимой выдержкой времени, с подхватом при недостаточном напряжении

Подхват при недостаточном напряжении

В генераторах, где напряжение возбуждения берется с той же цепи, к которой подключены клеммы электрической машины, ток короткого замыкания быстро уменьшается в случае замыканий (например, в генераторе или в блоке трансформатора-генератора). В течение нескольких секунд ток

уменьшается до значения ниже порогового значения тока из-за отсутствия напряжения возбуждения. Чтобы избежать возврата реле, в качестве дополнительного критерия для обнаружения короткого замыкания используются напряжения прямой последовательности.

Сигнал срабатывания поддерживается в течение настраиваемого времени подхвата **Длит.врем.Uподхв.**, если напряжение положительной последовательности падает ниже установленного порога **Уставка Uподхв.** после срабатывания МТЗ, даже если ток снова падает ниже порогового значения. Если напряжение восстанавливается до истечения времени подхвата или если подхват минимального напряжения заблокирован через дискретный вход *>Блок.Uподхв.*, выполняется немедленный возврат сигнала *Пуск I>+Uподхв.*.

Вы можете отключить подхват при недостаточном напряжении с помощью параметра **Состояние Uподхв.**.

Блокировка подхвата при недостаточном напряжении при неисправности измеряемого напряжения

В случае неисправности измеряемого напряжения функция **Подхват при недостаточном напряжении** может быть заблокирована. В случае блокировки выполняется немедленный возврат сигнала срабатывания *Пуск I>+Uподхв.*. Возможны следующие варианты блокировки функции **Подхват при недостаточном напряжении**:

- При срабатывании внутренней функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** можно использовать для управления обнаружением неисправности цепей напряжения. Функция **Подхват при недостаточном напряжении** остается незадействованной, если параметр **Блок.от БНН** выключен.

6.15.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:16951:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:16951:3) Пороговое значение** = ***1,350 A***

Уставка в основном определяется максимальным рабочим током.

Срабатывание по перегрузке следует исключить, поскольку в случае короткого времени задержки срабатывания защита может отключиться. Установите параметр **Пороговое значение** для генераторов на 20 - 30 %, для трансформаторов и двигателей прибл. на 40 % выше ожидаемой пиковой нагрузки.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:16951:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 c***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть согласован с выдержкой времени защиты сети, чтобы гарантировать селективность. Практические временные задержки составляют от 1 до 2 с.

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:16951:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** позволяет включить (***да***) или отключить (***нет***) блокировку с помощью функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**. Рекомендуется использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Состояние Uподхв.

- Уставка по умолчанию **(_:16951:101) Состояние Uподхв.** = ***выкл***

Параметр **Состояние Uподхв.** позволяет включить функцию подхвата (переключение ***вкл***). Siemens рекомендует использовать эту уставку, если трансформатор возбуждения подключен к основному выходу генератора.

Параметр: Уставка Uподхв.

- Уставка по умолчанию **(_:16951:102) Уставка Uподхв.** = ***46,2 В***

Параметр **Уставка Uподхв.** (напряжение прямой последовательности) устанавливается равным значению, которое ниже минимального линейного напряжения, допустимого во время работы, например 80 % от номинального напряжения генератора. Выполняется оценка напряжения прямой последовательности. Практичное значение для трансформатора напряжения с номинальным вторичным напряжением 100 В составляет 46,2 В.

В следующей таблице приведен пример спецификации:

Пороговое значение	1,4 * $I_{ном, ген}$		
Задержка срабатывания	3,00 с		
Подхват при недостаточном напряжении	0,8 * $U_{ном, ген}$		
Продолжительность времени удержания напряжения	4,00 с		
Коэффициент возврата	0,95		
Номинальный ток $I_{ном, ген}$	483 А	Номинальное напряжение $U_{ном, ген}$	6,3 кВ
Номинальный ток $I_{ном, ТН, перв}$	500 А	Номинальное напряжение $U_{ном, ТН, перв}$	6,3 кВ
Номинальный ток $I_{ном, ТН, втор}$	1 А	Номинальное напряжение $U_{ном, ТН, втор}$	100 В

Это позволяет определить следующие вторичные уставки:

$$\text{Пороговое значение} = \frac{1.4 \cdot I_{ном.\,ген.}}{I_{ном,\,перв,\,ТТ}} \cdot I_{ном,\,в\,тор,ТН} = \frac{1.4 \cdot 483\ \text{А}}{500\ \text{А}} \cdot 1\ \text{А} = 1.35\ \text{А}$$

[fo_OCP_UVSI_threshold, 1, ru_RU]

$$\text{Подхват по снижU} = \frac{0.8 \cdot U_{ном.\,ген.}}{U_{ном,\,перв,\,ТН}} \cdot \frac{U_{ном,\,в\,тор,\,ТН}}{\sqrt{3}} = \frac{0.8 \cdot 6.3\ \text{кВ}}{6.3\ \text{кВ}} \cdot \frac{100\ \text{В}}{\sqrt{3}} = 46.200\ \text{В}$$

[fo_OCP_UVSI_Seal-in, 1, ru_RU]

Параметр: Длит.врем.Uподхв.

- Уставка по умолчанию **(_:16951:104) Длит.врем.Uподхв.** = ***4,00 с***

Параметр **Длит.врем.Uподхв.** ограничивает подхват срабатывания, вызванное перегрузкой по току или низким напряжением. Значение должно быть установлено выше значения параметра **Задержка срабатывания**. Разница должна быть больше 0,5 с. В настройке по умолчанию используется разница в 1 с.

6.15.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U подхв. 1				
_:16951:1	U подхв. 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:16951:2	U подхв. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:16951:3	U подхв. 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.350 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.75 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.350 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.75 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.350 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.750 A
_:16951:6	U подхв. 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:16951:10	U подхв. 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:16951:101	U подхв. 1:Состояние Uподхв.		• откл • вкл	откл
_:16951:102	U подхв. 1:Уставка Uподхв.		0.300 В до 175.000 В	80.019 В
_:16951:104	U подхв. 1:Длит.врем.Uподхв.		0.10 с до 60.00 с	4.00 с

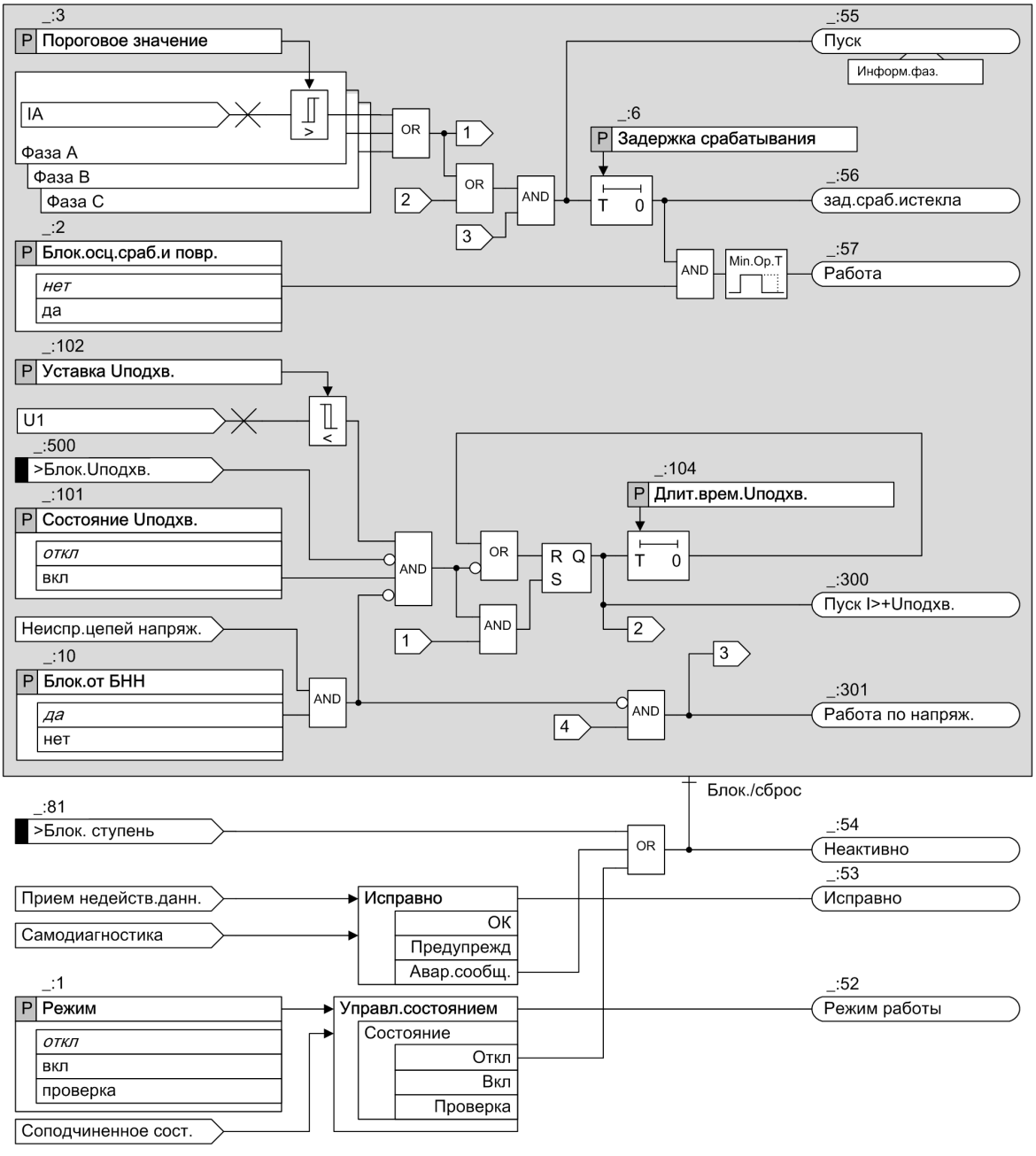
6.15.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U подхв. 1			
_:16951:81	U подхв. 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:16951:500	U подхв. 1:>Блок.Uподхв.	SPS	I
_:16951:52	U подхв. 1:Режим работы	ENS	O
_:16951:53	U подхв. 1:Статус исправности	ENS	O
_:16951:54	U подхв. 1:Неактивно	SPS	O
_:16951:55	U подхв. 1:Пуск	ACD	O
_:16951:300	U подхв. 1:Пуск I>+Uподхв.	SPS	O
_:16951:56	U подхв. 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:16951:57	U подхв. 1:Работа	ACT	O

6.15.6 Ступень с МТЗ с независимой выдержкой времени и с контролем и подхватом по напряжению

6.15.6.1 Описание

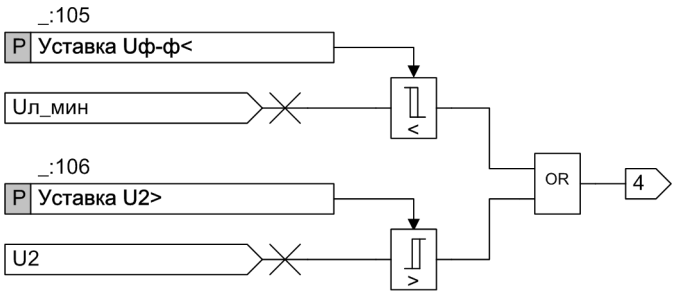
Логическая схема ступени



[lo_Seal-in_Rel20150215, 2, ru_RU]

Рисунок 6-225 Логическая схема работы МТЗ с независимой выдержкой времени, без зависимости от напряжения, с подхватом при недостаточном напряжении, часть 1

Сигнал 4 на следующем рисунке относится к *Рисунок 6-225*.



[lo_Seal-in_Rel2, 1, ru_RU]

Рисунок 6-226 Логическая схема работы МТЗ с независимой выдержкой времени, без зависимости от напряжения, с подхватом при недостаточном напряжении, часть 2

Пуск по напряжению

В дополнение к критерию тока с подхватом при недостаточном напряжении в системе должна присутствовать логика, независимая от напряжения, для выдачи сообщения *Пуск*. Логика, независимая от напряжения, контролирует напряжение обратной последовательности и линейные напряжения соответственно для обнаружения несимметричных и симметричных повреждений. Используя логику, независимую от напряжения, уставку параметра **Пороговое значение** можно уменьшить в определенном диапазоне, что позволит также повысить надежность и чувствительность этой функции.

Подхват при недостаточном напряжении

В генераторах, где напряжение возбуждения берется с той же цепи, к которой подключены клеммы электрической машины, ток короткого замыкания быстро уменьшается в случае замыканий (например, в генераторе или в блоке трансформатора-генератора). В течение нескольких секунд ток уменьшается до значения ниже порогового значения тока из-за отсутствия напряжения возбуждения. Чтобы избежать возврата реле, в качестве дополнительного критерия для обнаружения короткого замыкания используются напряжения прямой последовательности.

Сигнал срабатывания поддерживается в течение настраиваемого времени подхвата **Длит.врем.Uподхв.**, если напряжение положительной последовательности падает ниже установленного порога **Уставка Uподхв.** после срабатывания МТЗ, даже если ток снова падает ниже порогового значения. Если напряжение восстанавливается до истечения времени подхвата или если подхват минимального напряжения заблокирован через дискретный вход *>Блок.Uподхв.*, выполняется немедленный возврат сигнала *Пуск I>+Uподхв.*.

Вы можете отключить подхват при недостаточном напряжении с помощью параметра **Состояние Uподхв.**.

Блокировка подхвата при недостаточном напряжении при неисправности измеряемого напряжения

В случае неисправности измеряемого напряжения функция **Подхват при недостаточном напряжении** может быть заблокирована. В случае блокировки выполняется немедленный возврат сигнала срабатывания *Пуск I>+Uподхв.*. Возможны следующие варианты блокировки функции **Подхват при недостаточном напряжении**:

- При срабатывании внутренней функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от ННН** можно использовать для управления обнаружением неисправности цепей напряжения. Функция **Подхват при недостаточном напряжении** остается незадействованной, если параметр **Блок.от ННН** выключен.

6.15.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***1,350 A***

Уставка в основном определяется максимальным рабочим током.

Срабатывание по перегрузке следует исключить, поскольку в случае короткого времени задержки срабатывания защита может отключиться. Установите параметр **Пороговое значение** для генераторов на 20 - 30 %, для трансформаторов и двигателей прибл. на 40 % выше ожидаемой пиковой нагрузки.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 c***

Параметр **Задержка срабатывания** должен быть согласован с выдержкой времени защиты сети, чтобы гарантировать селективность. Практические временные задержки составляют от 1 до 2 с.

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** позволяет включить (***да***) или отключить (***нет***) блокировку с помощью функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**. Рекомендуется использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Состояние Uподхв.

- Уставка по умолчанию **(_:101) Состояние Uподхв.** = ***выкл***

Параметр **Состояние Uподхв.** позволяет включить функцию подхвата (переключение ***вкл***). Siemens рекомендует использовать эту уставку, если трансформатор возбуждения подключен к основному выходу генератора.

Параметр: Уставка Uподхв.

- Уставка по умолчанию **(_:102) Уставка Uподхв.** = ***46,2 B***

Параметр **Уставка Uподхв.** (напряжение прямой последовательности) устанавливается равным значению, которое ниже минимального линейного напряжения, допустимого во время работы, например 80 % от номинального напряжения генератора. Выполняется оценка напряжения прямой последовательности. Практичное значение для трансформатора напряжения с номинальным вторичным напряжением 100 В составляет 46,2 В.

В следующей таблице приведен пример спецификации:

Пороговое значение	$1,4 * I_{ном, ген}$		
Задержка срабатывания	3,00 с		
Подхват при недостаточном напряжении	$0,8 * U_{ном, ген}$		
Продолжительность времени удержания напряжения	4,00 с		
Коэффициент возврата	0,95		
Номинальный ток $I_{ном, ген}$	483 A	Номинальное напряжение $U_{ном, ген}$	6,3 кВ

Номинальный ток $I_{ном, ТН, перв}$	500 A	Номинальное напряжение $U_{ном, ТН, перв}$	6,3 кВ
Номинальный ток $I_{ном, ТН, втор}$	1 A	Номинальное напряжение $U_{ном, ТН, втор}$	100 В

Это позволяет определить следующие вторичные уставки:

$$\text{Пороговое значение} = \frac{1.4 \cdot I_{ном.\,ген.}}{I_{ном,\,перв,\,ТТ}} \cdot I_{ном,\,втор,ТН} = \frac{1.4 \cdot 483\ A}{500\ A} \cdot 1\ A = 1.35\ A$$

[fo_OCP_UVSI_threshold, 1, ru_RU]

$$\text{Подхват по снижU} = \frac{0.8 \cdot U_{ном.\,ген.}}{U_{ном,\,перв,\,ТН}} \cdot \frac{U_{ном,\,втор,\,ТН}}{\sqrt{3}} = \frac{0.8 \cdot 6.3\ кВ}{6.3\ кВ} \cdot \frac{100\ В}{\sqrt{3}} = 46.200\ В$$

[fo_OCP_UVSI_Seal-in, 1, ru_RU]

Параметр: `Длит.врем.Uподхв.`

- Уставка по умолчанию **`(_:104) Длит.врем.Uподхв.`** = ***`4,00 с`***

Параметр **`Длит.врем.Uподхв.`** ограничивает подхват срабатывания, вызванное перегрузкой по току или низким напряжением. Значение должно быть установлено выше значения параметра **`Задержка срабатывания`**. Разница должна быть больше 0,5 с. В настройке по умолчанию используется разница в 1 с.

Параметр: `Уставка Uф-ф<`

- Уставка по умолчанию **`(_:105) Уставка Uф-ф<`** = ***`60,000 В`***

Параметр **`Уставка Uф-ф<`** позволяет установить пороговое значение, при котором выходной сигнал *Работа по напряж.* активируется, если минимальное линейное напряжение падает ниже этого порогового значения.

Параметр: `Уставка U2>`

- Уставка по умолчанию **`(_:106) Уставка U2>`** = ***`4,600 В`***

Параметр **`Уставка U2>`** позволяет установить пороговое значение, при котором выходной сигнал *Работа по напряж.* выдается в том случае, если напряжение U2 превышает это пороговое значение.

6.15.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Uподхв.Uконт.#`				
_:1	Uподхв.Uконт.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Uподхв.U конт.#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:3	Uподхв.Uконт.#:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.350 A
		5 A при 100 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.750 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.350 A
		5 A при 50 Iном	0.150 A до 175.000 A	6.750 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.350 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.750 A
_:6	Uподхв.U конт.#:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:10	Uподхв.U конт.#:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:101	Uподхв.U конт.#:Состояние Uподхв.		• откл • вкл	откл
_:102	Uподхв.U конт.#:Уставка Uподхв.		0.300 В до 175.000 В	46.200 В
_:104	Uподхв.U конт.#:Длит.врем.U подхв.		0.10 с до 60.00 с	4.00 с
_:105	Uподхв.U конт.#:Уставка Uф-ф<		0.300 В до 175.000 В	60.000 В
_:106	Uподхв.U конт.#:Уставка U2>		0.300 В до 200.000 В	4.600 В

6.15.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Uподхв.Uконт.#			
_:81	Uподхв.Uконт.#:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Uподхв.Uконт.#:>Блок.Uподхв.	SPS	I
_:52	Uподхв.Uконт.#:Режим работы	ENS	O
_:53	Uподхв.Uконт.#:Статус исправности	ENS	O
_:54	Uподхв.Uконт.#:Неактивно	SPS	O
_:55	Uподхв.Uконт.#:Пуск	ACD	O
_:300	Uподхв.Uконт.#:Пуск I>+Uподхв.	SPS	O
_:301	Uподхв.Uконт.#:Работа по напряж.	SPS	O
_:56	Uподхв.Uконт.#:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Uподхв.Uконт.#:Работа	ACT	O

6.16 Максимальная токовая защита при пуске

6.16.1 Обзор функций

Функция **Максимальная токовая защита при пуске** (ANSI 51) защищает генераторы или двигатели, например, газотурбинные гидроаккумулирующие генераторы, которые могут запускаться с помощью преобразователей частоты (SFC) на низкой частоте (<15 Гц) во время пуска.

6.16.2 Структура функции

Функция **Максимальная токовая защита при пуске** может использоваться в функциональных группах **Статор генератора** и **Сторона генератора**.

Заводские настройки функции **Максимальная токовая защита при пуске** предусматривают 1 ступень. В данной функции одновременно могут работать максимум 4 отключающих ступеней.



[dw_SOCP_Structure, 1, ru_RU]

Рисунок 6-227 Структура/реализация функции

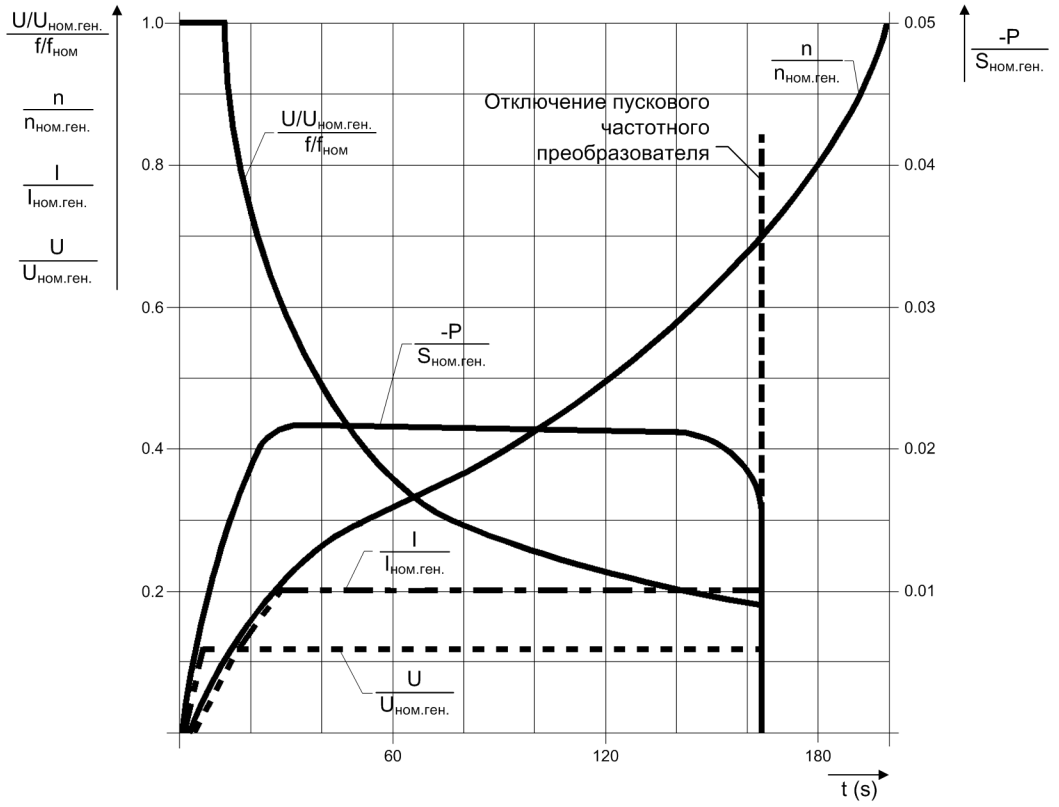
6.16.3 Общая функциональность

6.16.3.1 Описание

Процедура пуска

Если генератор пускается с помощью пускового частотного преобразователя (SFC), управляемый преобразователь подает ток в генератор и создает вращающееся поле постепенно увеличивающейся частоты. Вращающееся поле заставляет ротор вращаться и приводит в движение турбину. При достижении приблизительно 70 % номинальной скорости пусковой частотный преобразователь отключается, турбина запускается и далее разгоняется до тех пор, пока не достигнет номинальной скорости.

На следующем рисунке показаны характерные величины для запуске при $S_{ном.ген.}$ = 150 МВА, $U_{ном.ген.}$ = 10,5 кВ и P_{SFC} = 2,9 МВт. Все величины масштабируются до номинальных значений.



[dw_SOCP_Characteristic quantities, 1, ru_RU]

Рисунок 6-228 Параметры характеристики при пуске газовой турбины

Функция **Максимальная токовая защита при пуске** является функцией защиты от короткого замыкания, которая срабатывает в тот момент, когда частота системы питания составляет от 2 Гц до 15 Гц. Если частота больше 15 Гц, функция **Максимальная токовая защита при пуске** отключается.

Когда частота энергосистемы достигает 10 Гц:

- Активируется отслеживание частоты.
- Все остальные функции защиты от короткого замыкания, такие как **Максимальная токовая защита**, **Дистанционная защита** и **Дифференциальная защита** активны с той же чувствительностью, что и при номинальной частоте, и обеспечивают защиту генератора.

Взаимодействие функций защиты от короткого замыкания

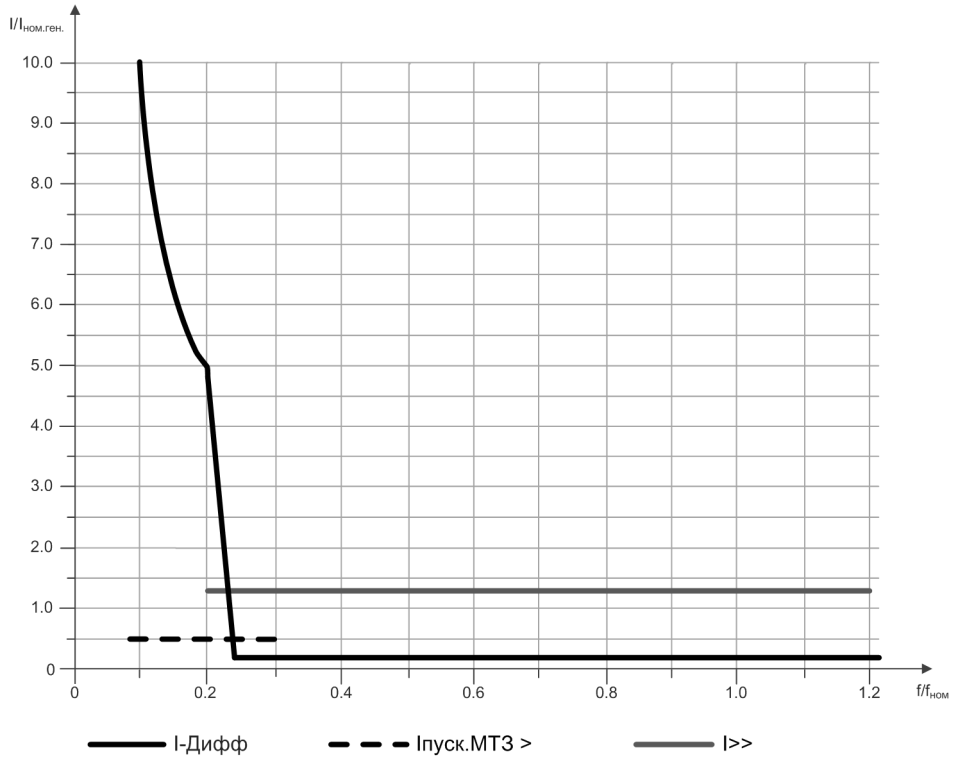
На следующем рисунке показано взаимодействие между функциями защиты от короткого замыкания, например:

- **Максимальная токовая защита при пуске**
- **Дифференциальная защита**
- Ступень **Максимальная токовая защита** в качестве резервной ступени при частоте 10 Гц и выше

Здесь пороговые значения срабатывания задаются условно.

Дифференциальная защита $I_{дифф}$ и максимальная токовая защита I>> эффективны при частоте от 10 Гц. Кроме того, работает функция **Максимальная токовая защита при пуске**, которая обеспечивает защиту в нижнем диапазоне частот.

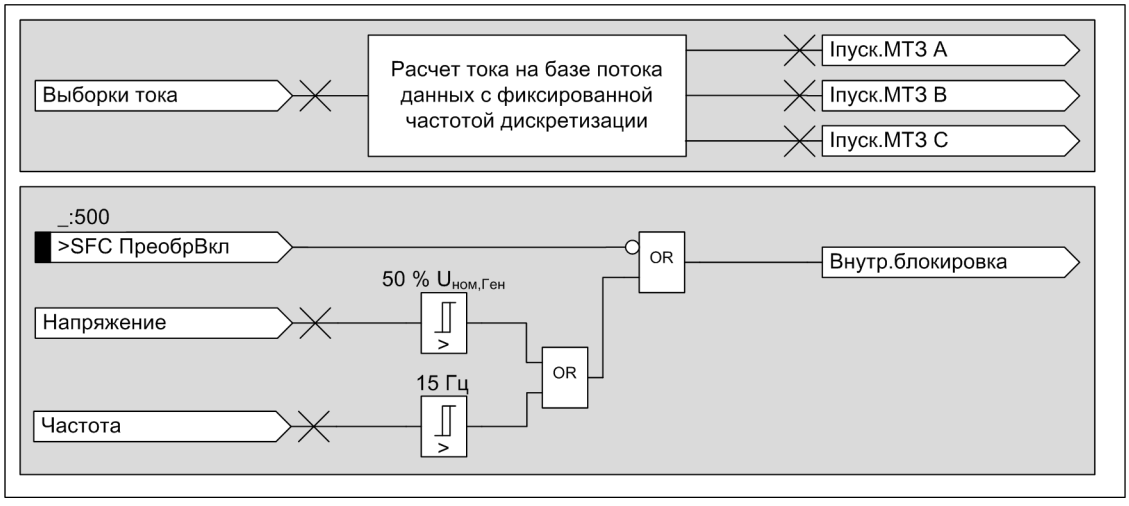
Результатом является концепция защиты от короткого замыкания, в которой функции дополняют друг друга.



[dw_SOCP_Operating range_threshold, 1, ru_RU]

Рисунок 6-229 Рабочий диапазон и возможный порог срабатывания защиты от короткого замыкания

Логика



[lo_SOCP_General functionality, 2, ru_RU]

Рисунок 6-230 Логическая схема общих функций

Чтобы избежать ложного срабатывания, рассчитанные значения напряжения и частоты используются в качестве внутренних сигналов блокировки. Затем можно установить порог срабатывания ниже номинального тока.

В качестве дополнительной меры безопасности для блокировки может использоваться дискретный сигнал из от пускового частотного преобразователя (SFC).

Измеряемая величина

Общая функция через специальный фильтр вычисляет эквивалентное действующее значение тока на фазу на основе фиксированных оцифрованных фазных токов. Вычисленные измеренные значения передаются во все подчиненные ступени.

Блокировка подчиненных ступеней

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Сигнал *Частота* или *Напряжение* используется в качестве функции внутреннего блокирования. Если внутреннее пороговое значение превышено, функция автоматически блокируется.
- Дискретный входной сигнал *>SFC ПреобрВкл* является критерием разрешения или блокировки.
  - Если сигнал становится низким (SFC выключен), функция блокируется.
  - Если сигнал не настроен, он считается сигналом низкого уровня, и функция блокируется.
  - Если сигнал не нужен, его можно ранжировать на ***H (активный без напряжения)*** в матрице DIGSI, или установить его в состояние ***B (активный с напряжением)*** с помощью схемы CFC.

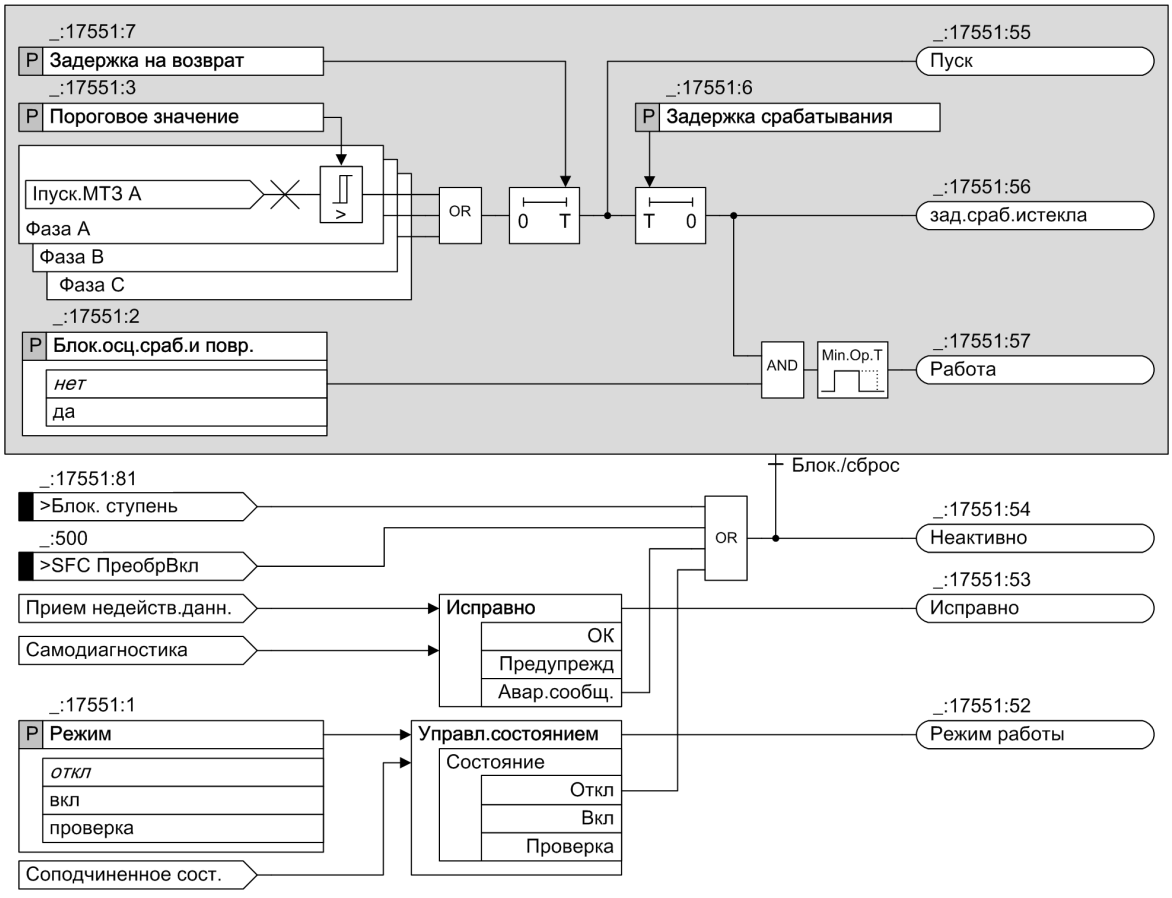
6.16.3.2 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:15781:500	Общие данные:>SFC ПреобрВкл	SPS	I

6.16.4 Описание ступени

6.16.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_SOCP_stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-231 Логическая схема ступени максимальной токовой защиты при запуске

Измеряемые величины

Ступень использует измеренные значения, которые рассчитываются в общих функциях. Более подробную информацию можно найти в разделе *6.16.3.1 Описание*.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Для этого используется дискретный входной сигнал *>SFC ПреобрВкл*, более подробную информацию можно найти в разделе *Блокировка подчиненных ступеней, Страница 823*.
- Посредством сигнала дискретного входа *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника

6.16.4.2 Указания по применению и вводу уставок

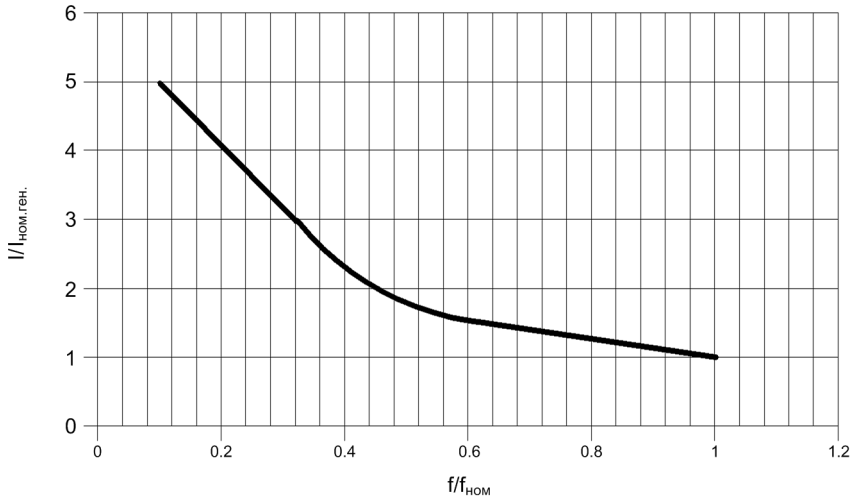
Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:17551:3) Пороговое значение** = *1,300 A*

Параметр **Пороговое значение** определяет порог срабатывания тока для функции **Максимальная токовая защита при пуске**.

Пусковая характеристика (см. *Рисунок 6-228*) показывает, что токи при пуске составляют приблизительно 20 % от номинальных токов. Это позволяет в принципе устанавливать уставку защиты ниже номинального тока. В соответствии с условиями безопасности, показанными в *Рисунок 6-230*, функция блокируется на частотах выше 15 Гц и управляется пусковым частотным преобразователем (SFC) с помощью входного сигнала *>SFC ПреобрВкл* .

Рисунок 6-232 показывает пример расчетных токов короткого замыкания на разных частотах. Токи короткого замыкания могут быть кратными номинальному току, функция настраивается на заводе с более высоким значением номинального тока. Практическим значением является 1,3 x номинальный ток генератора. *Рисунок 6-232* также показывает, что если частота выше 15 Гц, то можно использовать функцию максимальной токовой защиты с настройкой в диапазоне от 1,2 $I/I_{ном.ген.}$ до 1,4 $I/I_{ном.ген.}$.



[dw_SOCP_Short-circuit currents, 1, ru_RU]

Рисунок 6-232 Короткие замыкания в генераторе во время пуска ($S_{ном.ген.}$ = 300 MBA, $U_{ном.ген.}$ = 15,75 кВ и $f_{ном}$ = 50 Гц)

Параметр: `Задержка на возврат`

- Уставка по умолчанию **`(_:17551:7) Задержка на возврат`** = ***`0,00 c`***

Параметр **`Задержка на возврат`** определяет задержку возврата, чтобы избежать возможного «дребезга» срабатывания. Siemens рекомендует использовать задержку на возврат 0 с, т.к. возврат ступени защиты должен осуществляться как можно быстрее.

Необходимо настроить **`Задержка на возврат`** для конкретного применения.

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:17551:6) Задержка срабатывания`** = ***`0,5 c`***

Поскольку выключатель генератора во время пуска отключен, нет необходимости координировать временную задержку с сетью. Там, где это возможно, не следует использовать вообще никакой временной задержки, поскольку при более низкой частоте время работы функции защиты пропорционально увеличивается, см. главу *11.19 Максимальная токовая защита при пуске*. Если выбрана чувствительная настройка, то временная задержка полезна для того, чтобы избежать ложного срабатывания. Основываясь на самой низкой регистрируемой частоте 2 Гц, установите временную задержку равной 0,5 с.

Параметр: `Блок.осц.сраб.и повр.`

- Уставка по умолчанию **`(_:17551:2) Блок.осц.сраб.и повр.`** = ***`нет`***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`**.

6.16.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:17551:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17551:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17551:3	Ступень 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.100 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 100 Iном	0.50 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 50 Iном	0.100 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 50 Iном	0.50 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.003 A до 1.600 A	1.300 A
		5 A при 16 Iном	0.017 A до 8.000 A	6.500 A
_:17551:7	Ступень 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:17551:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.16.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:17551:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17551:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:17551:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:17551:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:17551:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:17551:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17551:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.17 Групповые сообщения от функций МТЗ

6.17.1 Описание

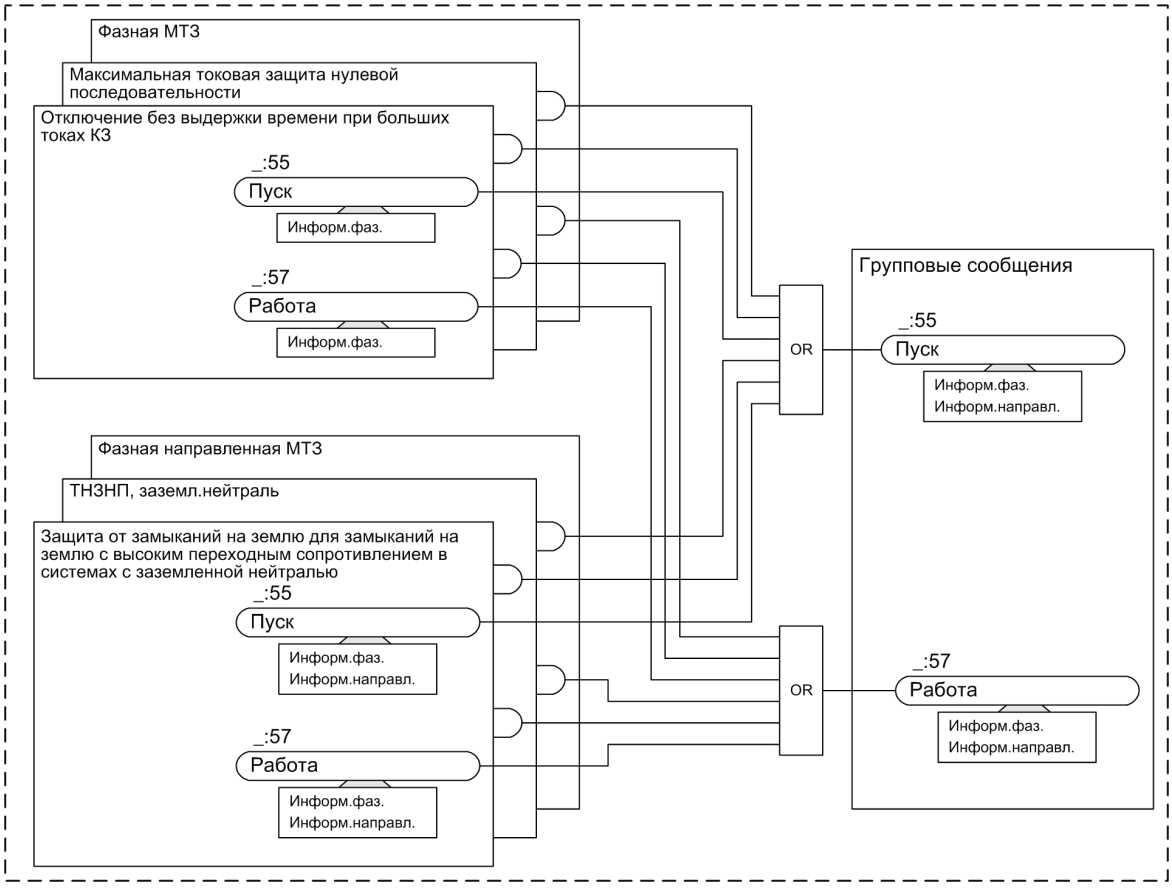
Функциональный блок **Гр.сообщ.МТЗ** использует сообщения пуска и срабатывания следующих функций:

- Фазная МТЗ
- МТЗ нулевой последовательности
- Фазная направленная МТЗ
- Токовая направленная защита нулевой последовательности
- Защита от замыканий на землю для замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в системах с заземленной нейтралью
- Быстродействующая МТЗ без выдержки времени (токовая отсечка)

Групповые сообщения пуска и срабатывания формируются по схеме ИЛИ, объединяя пуски и срабатывания ступеней указанных выше функций (см. также *Рисунок 6-233*):

- **`Пуск`**
- **`Работа`**

Сообщения о пуске и срабатывании выводятся по факту их появления, включая информацию о направлении повреждения.



[loocgrin-240112-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-233 Логическая схема групповых сообщений группы защитных функций МТЗ

6.18 Ненаправленная защита от перемежающегося замыкания на землю

6.18.1 Обзор функций

Типовая характеристика перемежающихся замыканий на землю заключается в том, что замыкания часто исчезают автоматически и появляются снова спустя некоторое время. Продолжительность замыкания может составлять от нескольких миллисекунд до нескольких секунд. Соответственно, такие повреждения не обнаруживаются вообще или не обнаруживаются селективно с помощью обычной защиты от перегрузки по току. Если длительность импульсов чрезмерно короткая, не все устройства защиты в цепи короткого замыкания могут срабатывать. Таким образом, селективное отключение не гарантируется.

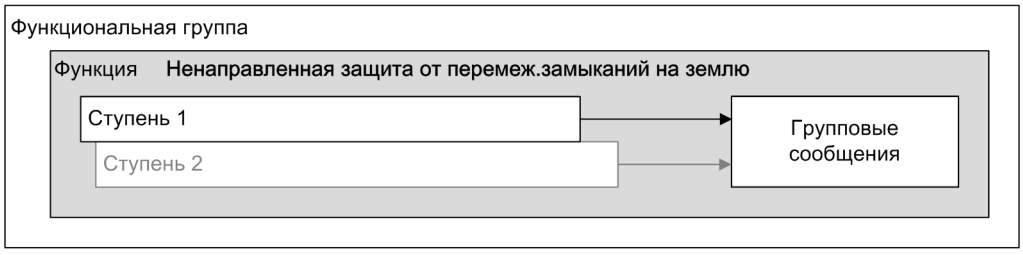
Из-за выдержки времени функции защиты от перегрузки по току такие повреждения слишком кратковременны, чтобы инициировать отключение поврежденного кабеля. Защита от коротких замыканий может устранять такие замыкания на землю селективно только в том случае, если замыкания на землю становятся постоянными.

Но подобные перемежающиеся короткие замыкания на землю уже несут опасность теплового повреждения оборудования. Вот почему устройства SIPROTEC 5 имеют функцию защиты, которая способна обнаруживать подобные перемежающиеся короткие замыкания на землю и накапливать их продолжительность. Если в течение некоторого времени сумма достигает заданного значения, предел допустимой тепловой нагрузки будет превышен. Если перемежающиеся короткие замыкания на землю распределяются в течение длительного периода времени или если замыкание на землю исчезает и не появляется повторно спустя некоторое время, считается, что оборудование, находящееся под нагрузкой, успевает остыть. В этом случае отключение не требуется.

Функция **Ненаправленная защита от перемежающихся коротких замыканий на землю** используется для защиты от перемежающихся замыканий на землю, которые возникают, например, в кабелях из-за плохой изоляции или из-за попадания воды в кабельные соединения.

6.18.2 Структура функции

Функция **Ненаправленная защита от перемежающихся замыканий** может использоваться в функциональной группе защиты с измерениями тока. Функция предварительно сконфигурирована производителем с одной ступенью, причем максимум две ступени могут срабатывать одновременно. Ступени, не сконфигурированные предварительно, закрашены в серый цвет на следующем рисунке.

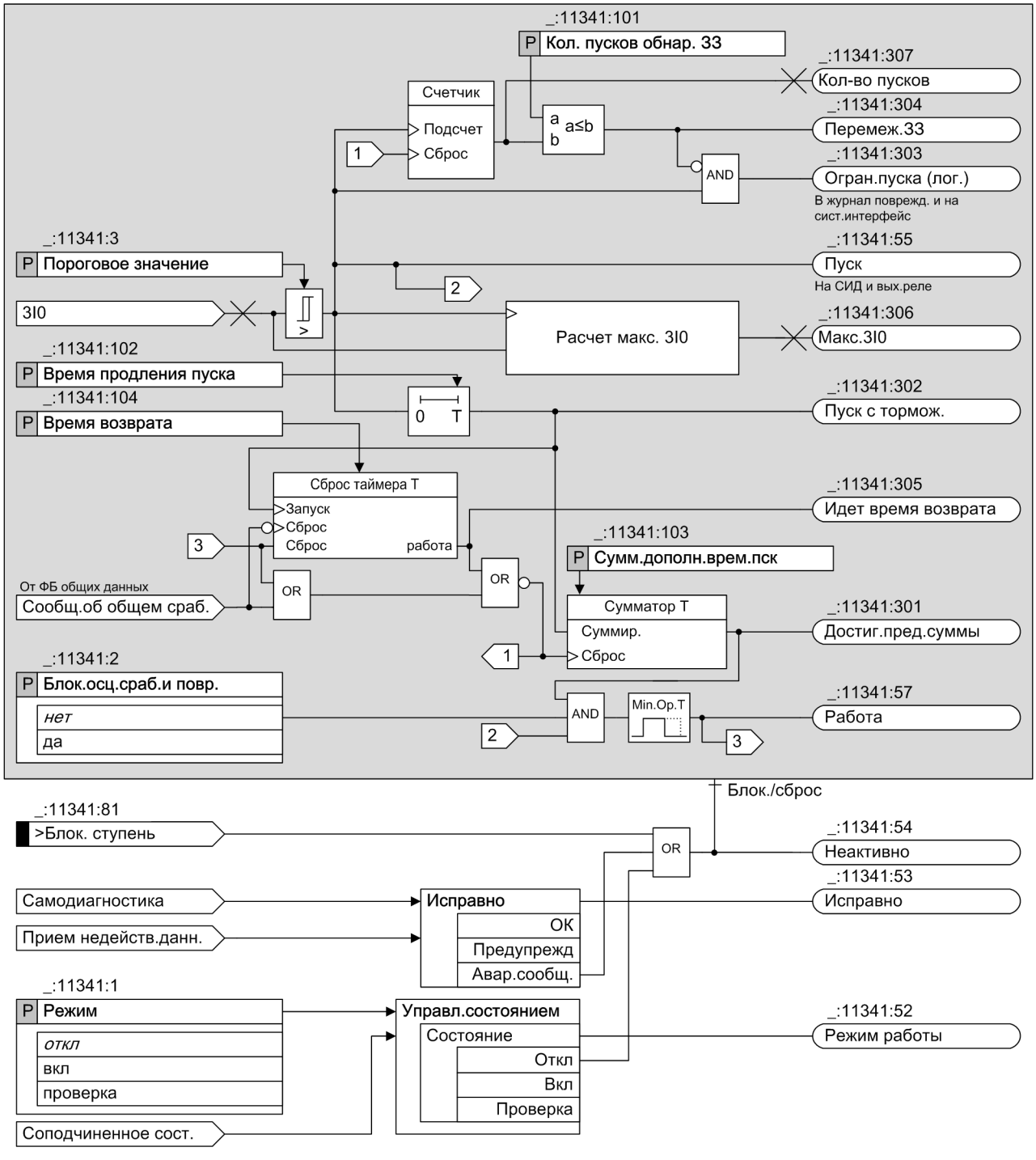


[DwIntGFP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-234 Структура/реализация функции

6.18.3 Описание ступени

Логика



[LoIntnon, 1, ru_RU]

Рисунок 6-235 Логика работы ненаправленной защиты от перемежающихся замыканий на землю

Определение 3I0

Ток 3I0 перемежающегося замыкания на землю может быть измерен с помощью трансформатора тока нулевой последовательности, подключенного к стандартному входу IN или чувствительному

входу I_{NS}. Он может быть также рассчитан по сумме 3-фазных токов. Текущее значение и его диапазон зависят от параметра **Тип подключения** для точки измерения I 3ф.

Таблица 6-12 Диапазон уставок порогового значения при различных типах соединения

Тип подключения Точка измер. I 3ф	**Пороговое значение тока 3I0/IN**	**Тип клеммы ТТ**	**Диапазон пороговых значений (Вторичное)[18]**
Трехфазный	Рассчитанный 3I0[19]	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
3 фазн.тока +IN 3-ф. + IN отд.	Измеренный IN[20]	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
	Измеренный IN и рассчитанный 3I0 при IN > 1,6 A	3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,001 до 35,000 A

Метод измерения

Ступенью вычисляется среднеквадратичное (действующее) значение 3I0, поскольку это значение учитывает компоненты гармоник более высокого порядка и составляющую постоянного тока (DC). Пуск, ограниченный пуск и стабилизированный пуск

Максимум 3I0 для повреждения

Ступенью регистрируется максимальное среднеквадратичное значение 3I0 во время перемежающегося замыкания на землю. Статистическое значение *Макс.3I0* представляет собой процентное значение, вычисляемое путем деления первичного максимального действующего значения на значение номинального тока защищаемого объекта. Вместе с поступающим сигналом срабатывания при срабатывании защиты это значение регистрируется с помощью сигнала *Макс.3I0*.

Пуск и сообщение о перемежающемся замыкании на землю

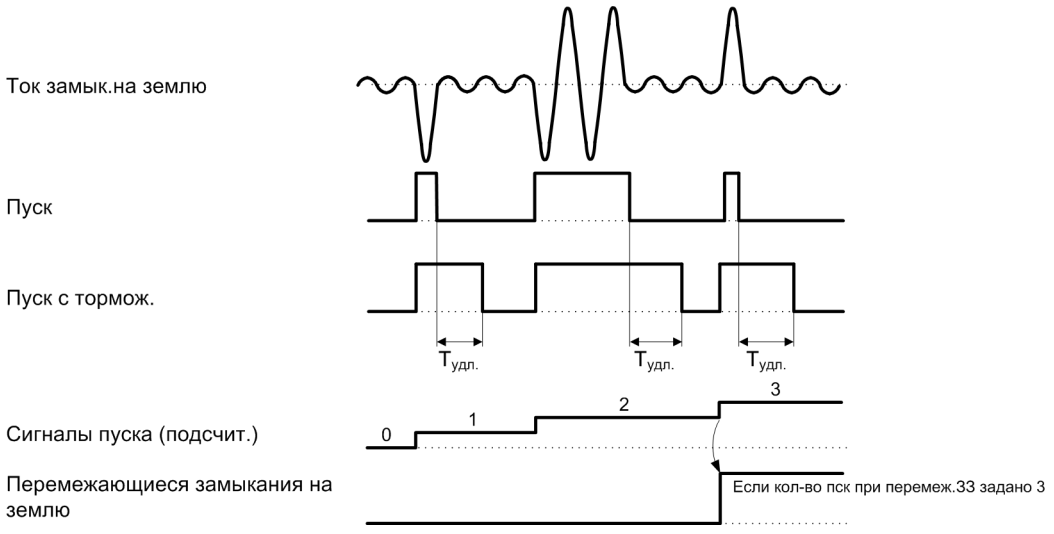
Когда 3I0 превышает пороговое значение, подаются сигналы пуска *Пуск* и *Огран.пуска (лог.)*. Ступенью генерируется сигнал *Пуск с тормож.* путем продления *Пуск* на определенное время (параметр **Время продления пуска**).

Ступенью ведется счет сигналов *Пуск*. Если подсчитываемое число достигает заданного значения **Кол. пусков обнар. 3З**, подается сигнал *Перемеж.3З*. Сигнал *Огран.пуска (лог.)* сбрасывается после формирования сигнала *Перемеж.3З*.

18 Эти значения применяются для вторичного номинального тока 1 A. Если вторичный номинальный ток равен 5 A, то значения должны быть умножены на 5.

19 Если тип соединения не использует IN, например 3-фазное, то пороговое значение тока представляет собой рассчитанное значение 3I0.

20 Если тип соединения использует IN, такое как 3-фазное + IN, то пороговое значение тока представляет собой измеренное значение IN.



[DwIntFaD, 2, ru_RU]

Рисунок 6-236 Обнаружение повреждений защитой от перемежающихся коротких замыканий

$T_{удл.}$ Заданное время для удлинения сигнала *Пуск*

Количество пусков

Ступенью подсчитывается количество сигналов *Пуск* во время перемежающегося замыкания на землю. Вместе со срабатыванием ступени это число регистрируется с помощью сигнала *Кол-во пусков*.

Интегрирование тока перемежающихся замыканий на землю и формирование сигнала срабатывания

Перемежающееся замыкание на землю оказывает негативное тепловое воздействие на защищаемое оборудование. Величина и продолжительность действия тока замыкания на землю являются решающими факторами, определяющими величину теплового воздействия. Чтобы рассчитать тепловую нагрузку, ступенью суммируется длительность устойчивых пусков с помощью интегрирующего устройства. Если интегрируемое значение достигает предварительно заданной величины **Сумм.дополн.врем.пск**, достигается предел тепловой нагрузки. Ступень подает сигнал *Достиг.пред.суммы* и срабатывает, когда активен сигнал *Пуск*.

Таймер сброса для определения интервала между независимыми замыканиями на землю

Если между замыканиями на землю существует большой интервал времени или если замыкание на землю исчезает и не появляется вновь в течение длительного времени, оборудование не испытывает тепловой перегрузки. В этом случае срабатывание защиты не требуется. Интервал между замыканиями на землю контролируется с помощью таймера сброса. Если возникает замыкание на землю, **Таймер T-возврата** с уставкой **Время возврата** запускается одновременно с **Интегратор T-сумм**. В отличие от интегратора каждое новое замыкание на землю запускает таймер возврата с его исходным значением. Если выдержка времени **Таймер T-возврата** истекает, то есть не обнаруживается никакого нового замыкания на землю в течение установленного периода времени, вся память и логические схемы функционирования ступени сбрасываются в исходное состояние. Таким образом, **Таймер T-возврата** определяет время, в течение которого должно возникнуть следующее замыкание на землю, чтобы быть распознанным как перемежающееся замыкание на землю. Замыкание на землю, возникающее позже этого времени, считается новым повреждением.

Условия сброса

Таймер T-возврата сбрасывается при выполнении одного из двух следующих условий:

- Срабатывает ступень защиты от перемежающихся замыканий на землю.
- Сформировано сообщение об общем срабатывании

Интегратор Т-сумм и **счетчик Кол-во пусков** сбрасываются в исходное состояние, и вся ступень сбрасывается и возвращается в свое состояние покоя, когда выполняется одно из следующих условий.

- Истекает выдержка времени **Таймер Т-возврата**, без появления сигнала срабатывания данной ступени и без выполнения другой функции.
- Активен сигнал срабатывания ступени защиты от перемежающихся замыканий на землю.
- Сформировано сообщение об общем срабатывании без выдачи сигнала срабатывания ступени защиты от перемежающихся замыканий на землю.

Регистрация аварийных событий и Осциллографирование

Существует возможность выбора между журналом замыканий на землю без регистрации повреждений и обычным журналом повреждений с регистрацией аварийных событий. Если установить для параметра **Блок.осц.сраб.и повр.** значение ***да***, срабатывание ступени и регистрация повреждения блокируются, и информация появляется автоматически в журнале замыканий на землю. В противном случае регистрация срабатывания и повреждений не блокируется, и информация появляется в обычном журнале повреждений.

Пуск и останов регистрации повреждений, записи в журнал повреждений и общего пуска

Сигнал *Пуск с тормож.* инициирует регистрацию повреждений, запись в журнал повреждений и общий пуск функциональной группы. Регистрация повреждений начинается согласно времени предварительного срабатывания до подачи сигнала *Пуск с тормож.*.

При выполнении условия сброса для данной ступени регистрация повреждений, запись повреждений в журнал и общий пуск функциональной группы останавливаются.

Влияние на другие функции для исключения большого количества сигналов

Перемежающиеся замыкания на землю могут вызывать пуски и срабатывания других функций защиты, которые в своих алгоритмах используют значения тока, это может привести к большому количеству сигналов. Чтобы избежать переполнения журнала повреждений, после обнаружения перемежающихся замыканий на землю применяется специальный механизм к сигналам функций защит, которые реагируют на изменение тока (сигнал *Перемеж.33*).

Специальный механизм применяется к следующим защитам и на другие функции не действует:

- Фазная МТЗ
- МТЗ нулевой последовательности
- Фазная направленная МТЗ
- Токовая направленная защита нулевой последовательности
- Максимальная токовая защита, 1ф
- Токовая защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени
- Направленная защита от несимметричной нагрузки (защита по обратной последовательности) с независимой выдержкой времени
- Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ или sin φ
- Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ (U,I)
- Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по 3I0

Если функция срабатывает, обычно ее выходные сигналы передаются непосредственно в целевые объекты информации, например сигнал пуска записывается в журнал сообщений о повреждениях. Чтобы избежать переполнения журналов из-за перемежающихся замыканий на землю, используется специальный буферный механизм журнала. Если после обнаружения перемежающегося замыкания на землю срабатывает одна из функций или ступеней, указанных выше (выводится сигнал *Перемеж.33*), ее выходные сигналы обрабатываются так, как показано в следующих двух таблицах.

Таблица 6-13 Обработка изменений состояния сигнала

Обработка изменений состояния сигнала	**Описание**
Специальный механизм буферизации	Изменения состояний сигналов записываются в специальный буфер. В этом буфере хранится максимум два изменения состояния (самые последние) для каждого сигнала. Возьмем сигнал пуска в качестве примера: если одна из указанных выше функций или ступеней срабатывает во время активного сигнала *Перемеж.ЗЗ*, то последующие появления сигнала пуска больше не записываются в журнал повреждений, если не происходит последующего срабатывания. После срабатывания буферизованные сигналы записываются в конечный информационный объект с меткой исходного времени. Эта мера гарантирует, что сигнал пуска, хотя и с задержкой, всегда фиксируется в сочетании с командой срабатывания.
Сброс	Изменения статуса сигналов сбрасываются.
Сквозное прохождение	Сигнал направляется в информационный целевой объект без ограничения. Специальная буферизация не применяется для специальных целевых информационных объектов, которые используются функциями защиты, например, эти сигналы необходимы для работы обратной блокировки или телеускорения.

Таблица 6-14 Обработка изменений состояния сигналов для различных информационных целевых объектов

Информационный целевой объект		**Обработка изменений состояния сигнала**
Обработка изменений состояния сигнала	Журнал рабочих сообщений Журнал сообщений о повреждениях Журнал сообщений о замыканиях на землю Журнал пользователя	Специальный механизм буферизации
Интерфейс связи	Клиент/сервер МЭК 61850-8-1 МЭК 60870-5-103/104 DNP V3.0	Специальный механизм буферизации
Интерфейс защиты	PDI	Сквозное прохождение
МЭК 61850-8-1 GOOSE		Сквозное прохождение
CFC		Сквозное прохождение
Светодиоды		Сквозное прохождение
Дискретный выход		Сквозное прохождение
Регистратор повреждений		Сквозное прохождение
Функция АПВ		Сброс
УРОВ		Сброс
Групповые сообщения		Сброс

6.18.4 Указания по применению и вводу уставок

Отсутствие пуска функции АПВ

Автоматическое повторное включение не является эффективной мерой против перемежающихся замыканий на землю, так как функция защиты срабатывает только после повторного обнаружения

повреждения или после того, как накопленное значение достигает предварительной заданной величины **Сумм.дополн.врем.пск**. Помимо этого, основное назначение этой функции состоит в предотвращении тепловой перегрузки. По этим причинам функция защиты от перемежающихся замыканий на землю не предназначена для пуска функции автоматического повторного включения.

Ранжирование сигналов пуска

Предполагается, что сигнал *Пуск* должен ранжироваться на светодиод и реле. Сведения о сигнале *Огран.пуска (лог.)* сообщаются в журнал повреждений и интерфейс связи только до подачи сигнала *Перемеж.33*. Такая схема работы предотвращает появление большого количества сообщений.



ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы избежать большого количества сообщений, не ранжируйте сигнал *Пуск* в рабочий журнал и журнал повреждений.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11341:3) Пороговое значение** = ***1,00 A***

С помощью параметра **Пороговое значение** устанавливается пороговое значение тока нулевой последовательности 3I0, измеренного в виде среднеквадратичного значения.

Возможна настройка с большей чувствительностью, чтобы реагировать также на замыкания на землю, поскольку время пуска сокращается по мере увеличения тока замыканий на землю.

Параметр: Кол. пусков обнар. 33

- Уставка по умолчанию **(_:11341:101) Кол. пусков обнар. 33** = ***3***

С помощью параметра **Кол. пусков обнар. 33** задается число подсчитываемых сигналов *Пуск*, после которых замыкание на землю считается перемежающимся.

Параметр: Время продления пуска

- Уставка по умолчанию **(_:11341:102) Время продления пуска** = ***0,10 c***

С помощью параметра **Время продления пуска** можно получить стабилизированный сигнал пуска. Эта стабилизация особенно важна для согласования с существующими статическими или электромеханическими максимальными токовыми реле.

Параметр: Сумм.дополн.врем.пск

- Уставка по умолчанию **(_:11341:103) Сумм.дополн.врем.пск** = ***20 c***

С помощью параметра **Сумм.дополн.врем.пск** устанавливается пороговое значение для интегратора. Когда интегрирование достигает значения **Сумм.дополн.врем.пск**, ступень срабатывает, если присутствует состояние пуска.

Данный параметр **Сумм.дополн.врем.пск** представляет один из четырех критериев выбора (порог пуска, время продления пуска, время сброса и порог интегратора) для согласования защит на смежных присоединениях. Он сравним со ступенчатой выдержкой времени максимальной токовой защиты. Защита в радиальной сети, которая является ближайшей к перемежающимся коротким замыканиям на землю и срабатывает, имеет наименьшее время суммирования **Сумм.дополн.врем.пск**.

Параметр: Время возврата

- Уставка по умолчанию **(_:11341:104) Время возврата** = ***300 c***

С помощью параметра **Время возврата** можно задать максимальный интервал между двумя соседними замыканиями на землю. Если интервал больше, чем **Время возврата**, выполняется сброс счетчика и интегратора.

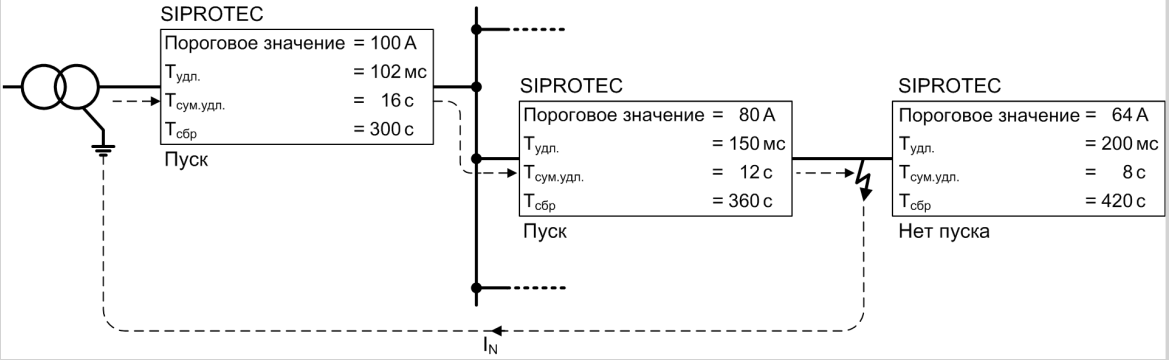
Уставка **Время возврата** должна быть намного больше, чем значение уставки параметра **Сумм.дополн.врем.пск**.

Параметр: `Блок.осц.сраб.и повр.`

- Уставка по умолчанию **`(_:11341:2) Блок.осц.сраб.и повр.`** = ***`нет`***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

ПРИМЕР



[TiExaInt, 1, ru_RU]

Рисунок 6-237 Пример критерия избирательности для защиты от перемежающихся замыканий на землю

6.18.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Ступень 1`				
_:11341:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11341:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11341:3	Ступень 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:11341:101	Ступень 1:Кол. пусков обнар. 33		2 до 10	3
_:11341:102	Ступень 1:Время продления пуска		0.00 с до 10.00 с	0.10 с
_:11341:103	Ступень 1:Сумм.дополн.врем.пск		0.00 с до 100.00 с	20.00 с
_:11341:104	Ступень 1:Время возврата		1.00 с до 600.00 с	300.00 с

6.18.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:11341:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11341:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:11341:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:11341:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:11341:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:11341:302	Ступень 1:Пуск с тормож.	ACD	O
_:11341:303	Ступень 1:Огран.пуска (лог.)	ACD	O
_:11341:304	Ступень 1:Перемеж.ЗЗ	SPS	O
_:11341:301	Ступень 1:Достиг.пред.суммы	SPS	O
_:11341:305	Ступень 1:Идет время возврата	SPS	O
_:11341:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
_:11341:306	Ступень 1:Макс.3I0	MV	O
_:11341:307	Ступень 1:Кол-во пусков	MV	O

6.19 Чувствительное обнаружение замыкания на землю

6.19.1 Обзор функций

Для обнаружения замыкания на землю доступны 2 функции: направленная и ненаправленная.

Функция **Направленное чувствительное обнаружение замыканий на землю** (ANSI 67Ns) выполняет следующие функции:

- Направленное обнаружение устойчивых повреждений на землю в сети с изолированной или компенсированной нейтралью
- Направленное обнаружение быстро устраняемых переходных повреждений на землю в сети с изолированной или компенсированной нейтралью
- Определение поврежденной фазы
- Обнаружение замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в сетях с глухозаземленной нейтралью или в сетях с заземленной через малое сопротивление нейтралью

Функция **Ненаправленное чувствительное определение замыкания на землю** (ANSI 51Ns) выполняет следующие функции:

- Обнаружение замыканий на землю в сети с изолированной или скомпенсированной нейтралью
- Обнаружение замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в сетях с глухозаземленной нейтралью или в сетях с заземленной через малое сопротивление нейтралью

6.19.2 Структура функции

Направленное чувствительное определение замыкания на землю

Функция **Направленное чувствительное обнаружение замыканий на землю** может использоваться в функциональных группах защитных функций, в которых доступны величины тока и напряжения нулевой последовательности (3I0 и U0). Функция имеет предустановленную на заводе ненаправленную ступень **U0> с напряжением нулевой последовательности/напряжением смещения**, направленную ступень **3I0> с измерением cos φ или sin φ** и направленную **ступень от перемежающихся замыканий на землю**.

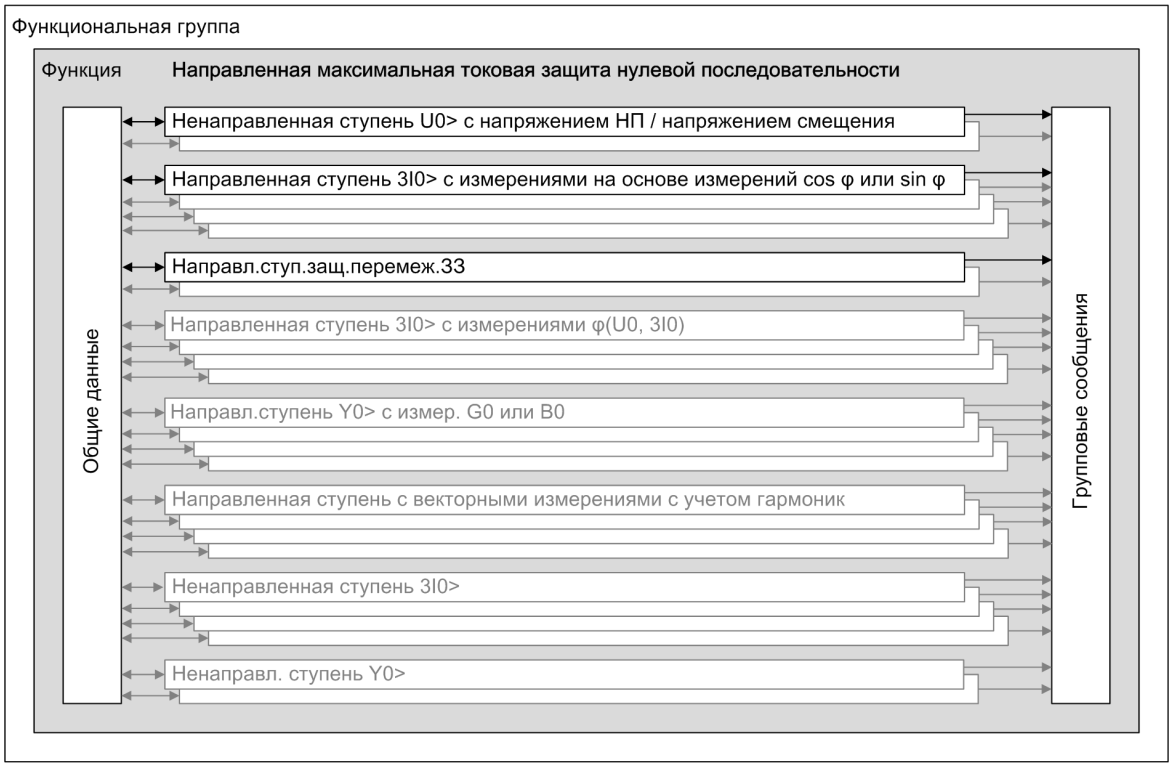
В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 2 ненаправленные ступени **U0> с напряжением нулевой последовательности/напряжением смещения**
- 4 направленных **ступени 3I0> с измерениями cos φ или sin φ**
- 2 направленные **ступени от перемежающихся замыканий на землю**
- 4 направленные **ступени 3I0> с измерением φ(U0, 3I0)**
- 4 направленные **ступени Y0> с измерением G0 или B0** (метод полной проводимости)
- 4 направленные **ступени с векторными измерениями с учетом гармоник**
- 4 ненаправленных **ступени 3I0>**
- 2 ненаправленных **ступени Y0>**

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.

На основании сообщений от отдельных ступеней генерируются следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Работа



[DwStrGFP-250113-02, 1, ru_RU]

Рисунок 6-238 Структура/реализация направленной функции в группах защитных функций

Ненаправленное чувствительное определение замыкания на землю

Функцию **Ненаправленное чувствительное определение замыкания на землю** можно использовать в группах защитных функций, в которых доступны только величины нулевой последовательности (3I0). Функция имеет предустановленную на заводе-изготовителе ненаправленную **ступень 3I0>**.

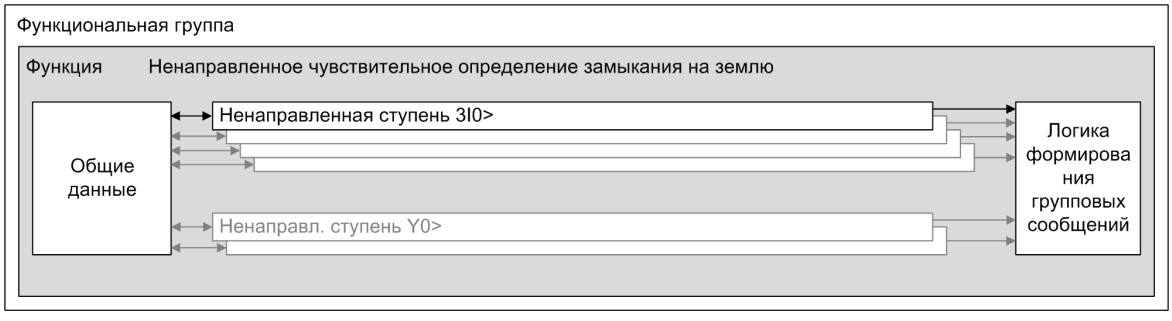
В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 4 ненаправленных **ступени 3I0>**
- 2 ненаправленных **ступени Y0>**

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.

На основании сообщений от отдельных ступеней генерируются следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Работа



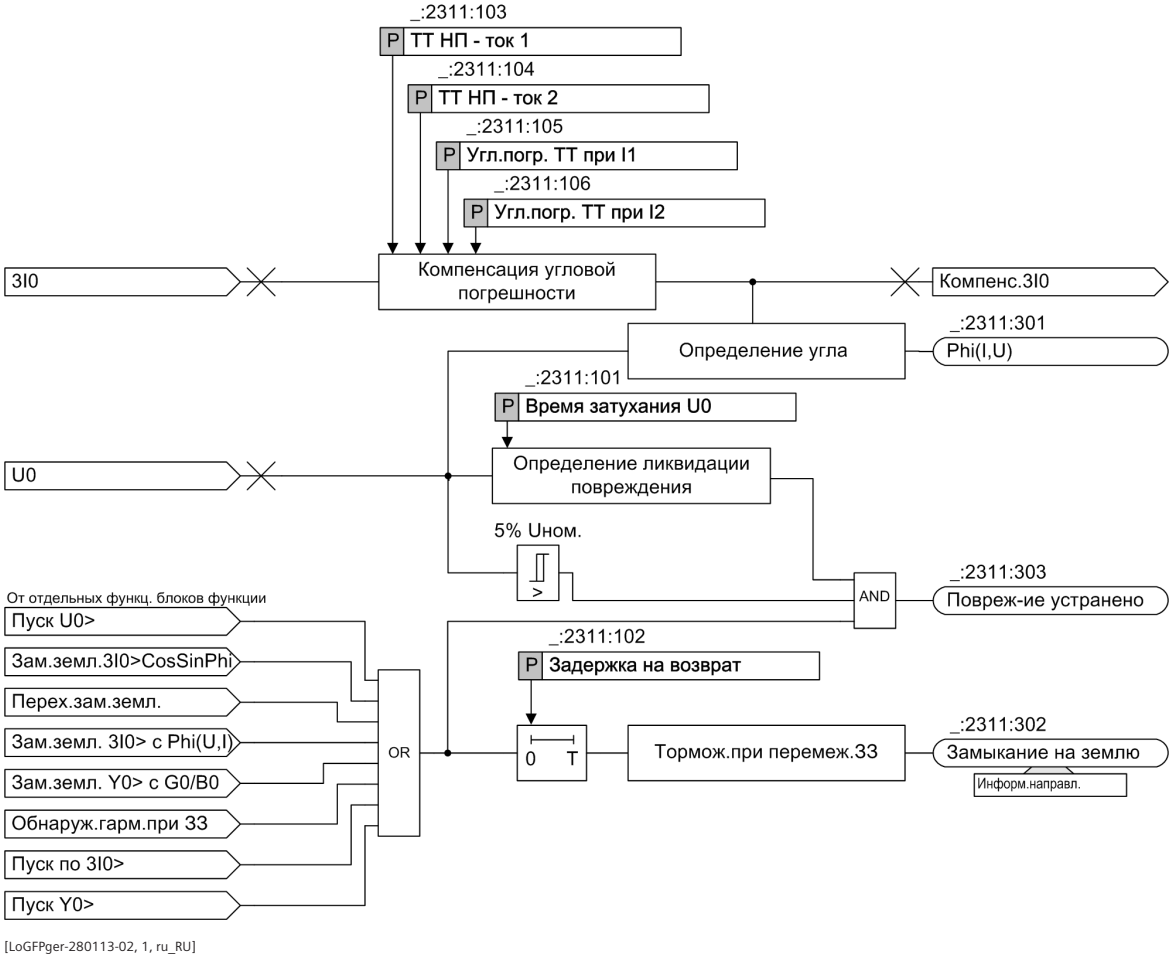
[DwSGFPu4-230113-02, 1, ru_RU]

Рисунок 6-239 Структура/реализация функции ненаправленной функции в группах защитных функций

6.19.3 Общая функциональность

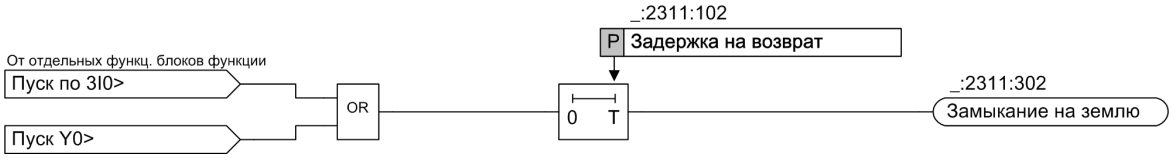
6.19.3.1 Описание

Логика



[LoGFPger-280113-02, 1, ru_RU]

Рисунок 6-240 Логическая схема перекрестной функциональности направленных ступеней чувствительной защиты от замыканий на землю

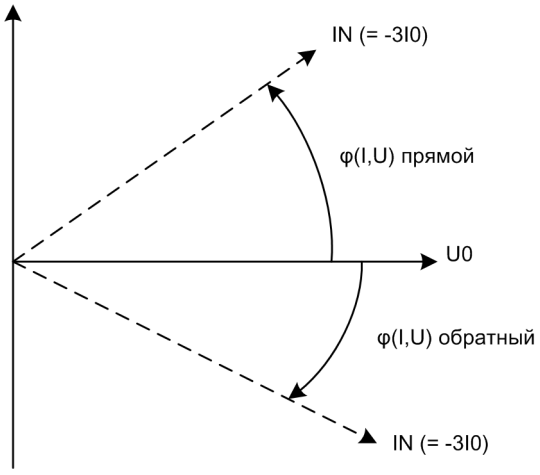


[logfpnon-261012-02.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-241 Логическая схема перекрестной функциональности ненаправленных ступеней чувствительной защиты от замыканий на землю

Рабочие измеряемые величины φ(I,U)

Функциональный блок рассчитывает угол между IN и U0, а результат вычислений делает доступным в виде измеренного значения функции *Phi(I,U)*.



[DwPhINU0, 1, ru_RU]

Рисунок 6-242 Определение угла Phi (I, U)

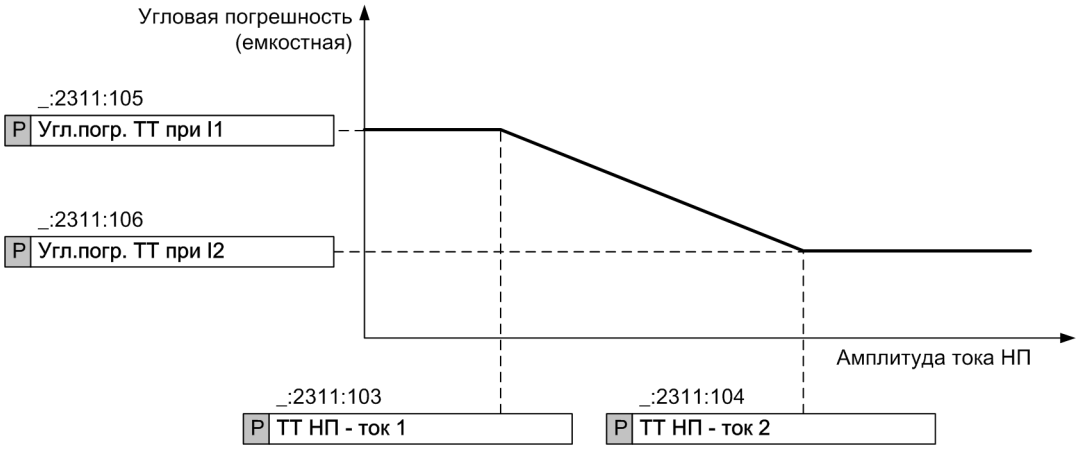
Фиксация ликвидации повреждения

Устранение повреждения определяется по факту уменьшения значения напряжения нулевой последовательности. В зависимости от условий в системе и характера повреждения этот процесс может длиться несколько сотен миллисекунд. Если в течение заданного времени **`Время затухания U0`** фиксируется непрерывное снижение значения напряжения нулевой последовательности, то считается, что повреждение устранено. Выдается сигнал *Повреж-ие устранено*.

Таким образом, существует возможность сбросить **3I0> cos/sinφ**, непосредственно после устранения повреждения, чтобы избежать излишних по времени действий на выходные реле терминала.

Компенсация угловой погрешности

Высокий коэффициент реактивной мощности в сетях, заземленных через дугогасящую катушку и наличие воздушного зазора в сердечнике ТТ НП часто приводят к необходимости использовать функцию компенсации угловой погрешности ТТ НП. Устройство обрабатывает угловую погрешность ТТ НП согласно характеристике, показанной с достаточной точностью на следующем рисунке.



[dwerdwdl-110512-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-243 Коррекция измерений ТТ НП

Сообщение о замыкании на землю, стабилизация при перемежающихся замыканиях на землю

Сообщение *Замыкание на землю* указывает на короткое замыкание на землю и управляет журналом замыканий на землю (см. *Журнал сообщений о замыканиях на землю, Страница 841*). Для генерации этого сообщения доступна соответствующая информация используемых ступеней.

Сообщение *Замыкание на землю* содержит информацию о направлении, независимо от заданного рабочего направления ступени. Таким образом, сообщение подходит для передачи на станцию.

Чтобы избежать большого количества сообщений в случае перемежающегося замыкания на землю, для одного замыкания на землю регистрируется максимум 30 изменений состояния. Перемежающееся замыкание на землю должно рассматриваться в качестве единого процесса, поэтому может выполняться соответствующая стабилизация. Это обеспечивается с помощью параметра **`Задержка на возврат`**, который увеличивает время возврата сообщения *Замыкание на землю*. Если следующий пробой на землю происходит во время задержки на возврат, сообщение не исчезает и журнал остается открытым.

ПРИМЕЧАНИЕ

Сообщение *Замыкание на землю* в общей ступени должно быть ранжировано в Журнал сообщений о замыканиях на землю. В противном случае, вы можете столкнуться с переполнением Журнала сообщений о замыканиях на землю при возникновении перемежающегося замыкания на землю.

Журнал сообщений о замыканиях на землю

Замыкания за землю могут быть зарегистрированы в предназначенном для этого буфере, журнале сообщений о замыканиях на землю. Если параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`** установлен равным ***да***, все сообщения, направляемые в журнал замыканий на землю, регистрируются в этом журнале.

Критерием для начала записи в журнале сообщений о замыканиях на землю является появление любого сообщения, которое ранжировано в журнал сообщений о замыканиях на землю, например, сообщение *Замыкание на землю* . Критерием окончания записи в журнале является исчезновение всех ранжированных сообщений.

Соответствующие разделы

Вы можете найти общие замечания касательно регистрации замыканий на землю в главе **Сообщения** в *3.1.5.4 Журнал замыканий на землю*.

Регистрируемые измеренные величины

Если следующие величины могут быть рассчитаны, они записываются в журнал (журнал сообщений о замыканиях на землю или журнал сообщений о повреждениях) во время 1-го появления сообщения о замыкании на землю или первого сообщения о срабатывании любой ступени.

- 3I0 (действующее значение)
- Активный компонент 3I0
- Реактивный компонент 3I0
- U0
- φ (IN, U0)

6.19.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Сообщение: *Замыкание на землю*

Для обозначения замыкания на землю и его направления через протокол, Siemens рекомендует использовать сообщение *(_:2311:302) Замыкание на землю*. Сообщение содержит информацию о направлении, независимо от заданного рабочего направления ступени. И это сообщение будет выделятся при большом количестве сообщений в случае перемежающегося замыкания на землю.

Параметр: `Время затухания U0`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:2311:101) Время затухания U0`** = ***`0,10 с`***

С помощью параметра **Время затухания U0** задается интервал времени для фиксации устранения повреждения. Если U0 в течение этого времени непрерывно уменьшается, то фиксируется устранение повреждения, и выдается сообщение *Повреж-ие устранено*.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:102) Задержка на возврат** = ***1,00 с***

Чтобы предотвратить так называемый "дребезг" сообщения *Замыкание на землю* во время перемежающегося замыкания на землю и, соответственно, частого открытия и закрытия журнала замыканий на землю, отключение сообщения *Замыкание на землю* (и закрытие журнала) может быть отложено с помощью параметра **Задержка на возврат**.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Использование уставки по умолчанию гарантирует отсутствие большого количества сообщений в случае перемежающегося замыкания на землю для сообщения *Замыкание на землю*. Затем перемежающееся замыкание на землю обрабатывается в качестве замыкания на землю, и может быть выполнена стабилизация сообщения *Замыкание на землю*.

Компенсация угловой погрешности трансформатора тока нулевой последовательности

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) ТТ НП - ток 1** = ***0,050 А***
- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) ТТ НП - ток 2** = ***1,000 А***
- Уставка по умолчанию **(_:2311:105) Угл.погр. ТТ при I1** = ***0,0°***
- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Угл.погр. ТТ при I2** = ***0,0°***

Высокий коэффициент реактивной мощности в сетях, заземленных через дугогасящую катушку и наличие воздушного зазора в сердечнике ТТ НП часто приводят к необходимости использовать функцию компенсации угловой погрешности ТТ НП. Для актуальной подключенной нагрузки вводятся максимальная угловая погрешность **Угл.погр. ТТ при I1** и соответствующий вторичный ток **ТТ НП - ток 1**, а также следующая рабочая точка **Угл.погр. ТТ при I2**/**ТТ НП - ток 2**, начиная с которой угловая погрешность уже существенно не меняется.

В сетях с изолированной или заземленной нейтралью компенсацию угловой погрешности использовать не обязательно.

6.19.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Время затухания U0		0.06 с до 0.20 с	0.10 с
_:2311:102	Общие данные:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
_:2311:103	Общие данные:ТТ НП - ток 1	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.25 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.25 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:104	Общие данные:ТТ НП - ток 2	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:2311:105	Общие данные:Угл.погр. ТТ при I1		0.0 ° до 5.0 °	0.0 °
_:2311:106	Общие данные:Угл.погр. ТТ при I2		0.0 ° до 5.0 °	0.0 °

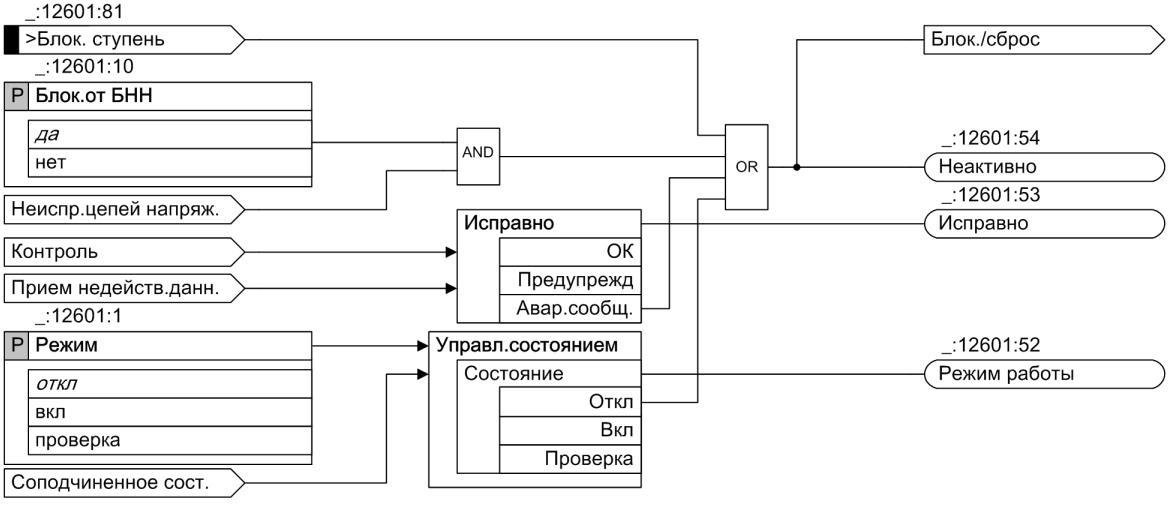
6.19.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:302	Общие данные:Замыкание на землю	ACD	O
_:2311:303	Общие данные:Повреж-ие устранено	SPS	O
_:2311:309	Общие данные:Откр.окно измерений	SPS	O
_:2311:301	Общие данные:Phi(I,U)	MV	O

6.19.4 Ступень направленной ТНЗНП с измерениями на основе cos φ -sin φ

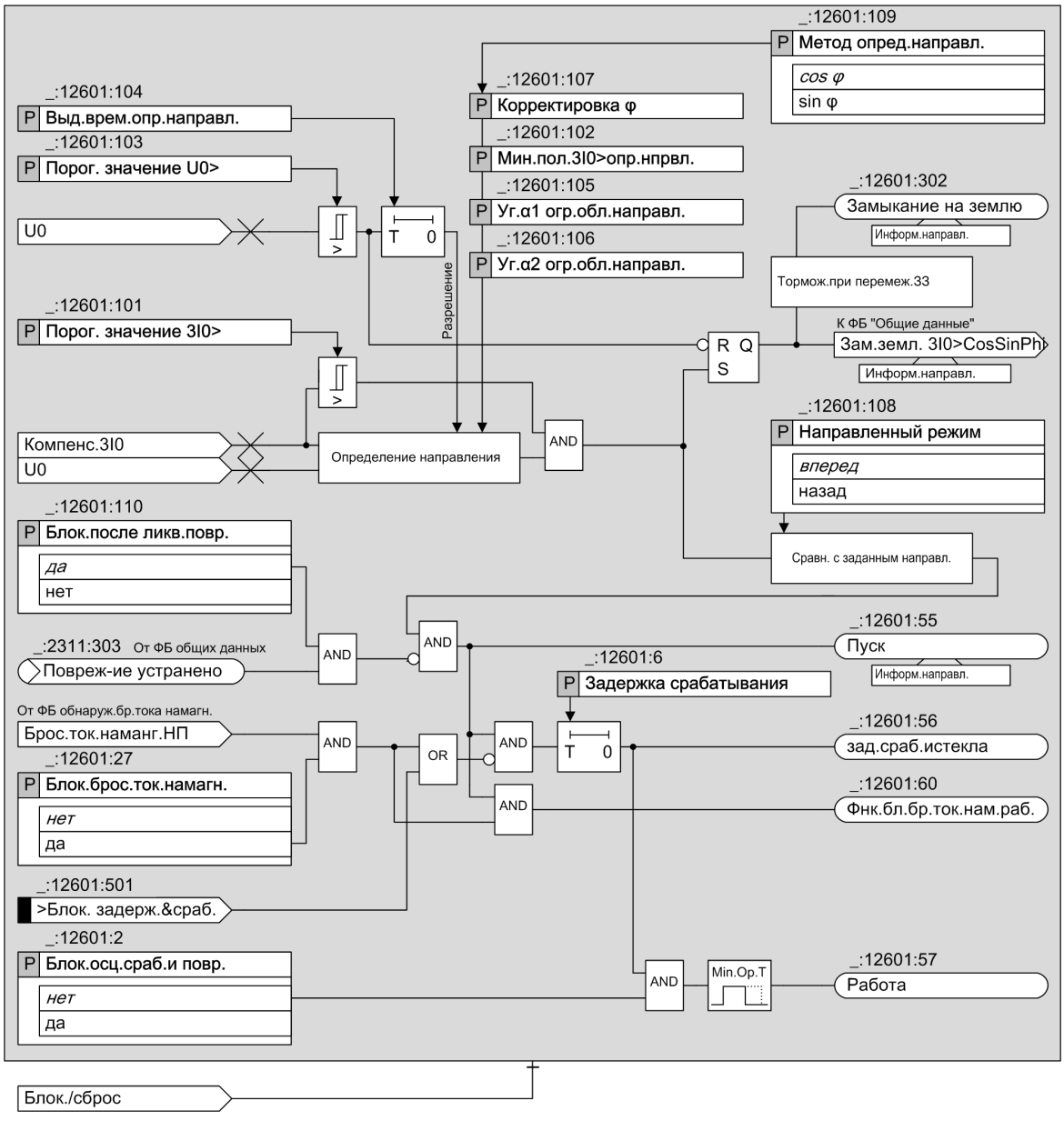
6.19.4.1 Описание

Логика



[logfp3i0stufe-280314-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-244 Логическая схема работы ступени защиты



[logfp3i0f-280314-01, 4, ru_RU]

Рисунок 6-245 Логическая схема направленной ступени 3I0 с измерением Cos φ или Sin φ

Определение значения U0, метод измерения

Устройство может измерять напряжение смещения нейтрали с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение UN преобразуется в значение относительно напряжения нулевой последовательности U0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей U_A, U_B и U_C, используя характеристическое уравнение.

Такой метод измерений позволяет обрабатывать выборки напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

Определение значения 3I0, метод измерения

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 А, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция пере-

ключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

В зависимости от уставки параметра **Тип подключения** и Точка измер. **I 3ф**, а также используемого модуля токового входа, будут отличаться следующие диапазон измерений и диапазоны уставок в дополнение к обычным уставкам:

Тип подключения Точка измер. I 3ф	Пороговое значение тока 3I0/IN	Модуль токовых входов	3I0 Диапазон уставок порогового значения (Вторичное)[21]
Трехфазный	Рассчитанный 3I0[22]	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
3 фазн.тока +IN 3-ф. + IN отд.	Измеренный IN[23]	4 x для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A
		4 x для целей измерения	от 0,001 до 1,600 A
	Измеренный IN и рассчитанный 3I0 при IN > 1,6 A	3 x для целей защиты, 1 x чувствительный	от 0,001 до 35,000 A

При использовании функции в однофазной функциональной группе и, следовательно, для однофазной точки измерения **I 1ф**.

Точка измерения I 1ф	Пороговое значение тока	Модуль токовых входов	3I0 Диапазон уставок порогового значения (Вторичное) [24]
	Измеренное	Чувствительный	от 0,001 до 1,600 A
		Для целей защиты	от 0,030 до 35,000 A

Функция работает с выборками основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала.

Методы измерения характеризуются высокой точностью и нечувствительностью к гармоникам, особенно к 3-й и 5-й, которые часто присутствуют в токе замыкания на землю (остаточном).

Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 превышает пороговое значение **Порог. значение 3I0>** и абсолютное значение напряжения U0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Порог. значение U0>**, ступень распознает замыкание на землю. Определение направления (см. следующий раздел) запускается при превышении порогового значения U0. Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**). Если результат определения направления соответствует заданному направлению (параметр **Направленный режим**), ступень запускается.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение порог.значения U0 нул.послед. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение.

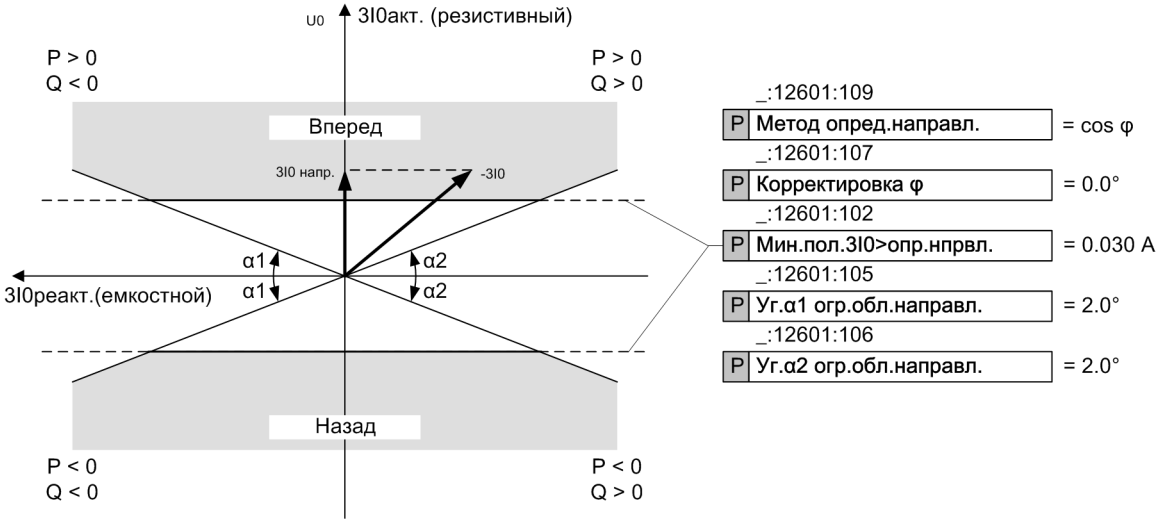
21 Эти значения применяются для вторичного номинального тока 1 A. Если вторичный номинальный ток равен 5 A, то значения должны быть умножены на 5.

22 Если тип соединения не использует IN, например 3-фазное, то пороговое значение тока представляет собой рассчитанное значение 3I0.

23 Если тип соединения использует IN, такое как 3-фазное + IN, то пороговое значение тока представляет собой измеренное значение IN.

24 Эти значения применяются для вторичного номинального тока 1 A. Если вторичный номинальный ток равен 5 A, то значения должны быть умножены на 5.

На следующем рисунке приведен пример определения направления в комплексной векторной диаграмме метода замера направления cos-φ с корректирующим значением прямых направления от 0 (параметр **Корректировка φ**). Пример подходит для определения направления замыкания на землю в системе с заземлением нейтрали через дугогасительную катушку, где параметр 3I0 · cos φ является решающим для определения направления.



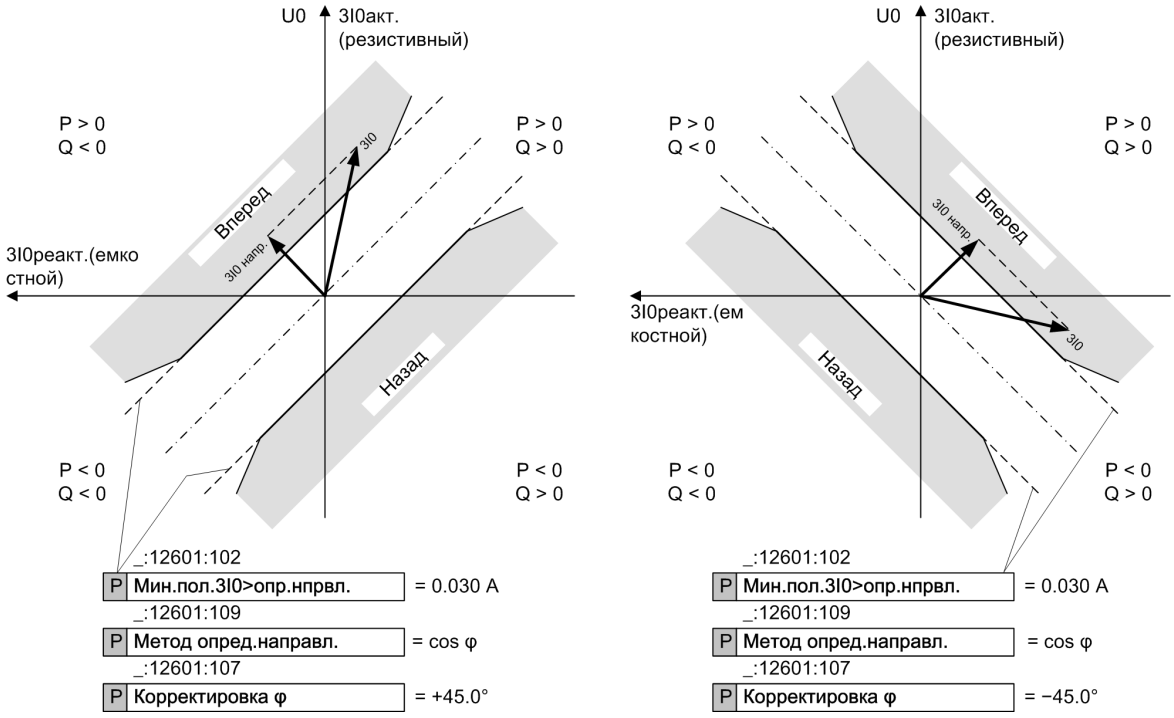
[dwcosphi-171012-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-246 Направленная характеристика при измерении cos φ

Напряжение нулевой последовательности U0 обычно отстраивается по оси ординат. Для этого примера ось симметрии характеристики направленности совпадает с осью 3I0реакт. Для определения направления основным критерием является составляющая тока, проходящего вертикально по отношению к оси симметрии (3I0напр.). В приведенном примере это является активной составляющей 3I0акт. тока 3I0. Ток 3I0напр. (здесь = 3I0акт.) рассчитывается и сравнивается со значением уставки **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.**. Если ток 3I0напр. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "вперед". Если ток 3I0напр. превышает отрицательное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

С помощью параметров **Уг.α1 огр.обл.направл.** и **Уг.α2 огр.обл.направл.** можно ограничить зону направленности, как показано на рисунке. При использовании этого метода определение направления гарантируется в случае больших значений тока в направлении оси симметрии.

Ось симметрии может поворачиваться на угол коррекции (параметр **Корректировка φ**) в диапазоне ±45°. Благодаря этому можно достичь максимальной чувствительности для систем с активно-индуктивной нейтралью путем поворота характеристики на -45°. Для случая с электрическими машинами, подключенными к шинам системы с изолированной нейтралью, самой высокой чувствительности можно добиться с помощью поворота на +45°.

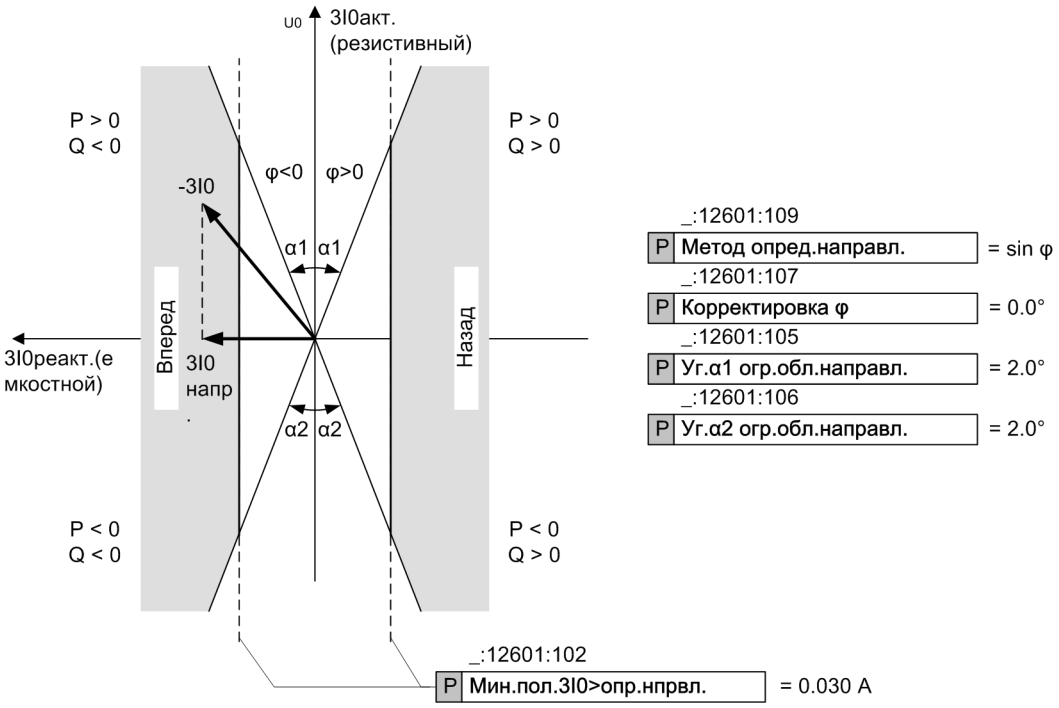


[dwphicor-171012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-247 Повороты направленной характеристики при измерении Cos φ с коррекцией угла

Если установить параметр **Метод опред.направл.** на ***sin φ***, а параметр **Корректировка φ** на ***0***, ось симметрии направленной характеристики совпадает с осью 3I0актив и осью U0. Поскольку здесь составляющая тока, перпендикулярная к характеристики направленности (ось симметрии), при определении направления (3I0напр.) является определяющей, то при расчетах используется ток 3I0реакт. Если ток 3I0напр. (здесь = 3I0реакт.) превышает отрицательное значение уставки **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.**, направление определяется как "вперед". Если ток 3I0напр. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

Такое измерение направления подходит для определения направления замыкания на землю в системах с изолированной нейтралью.



[dwsinphi-011112-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-248 Направленная характеристика при измерении Sin φ

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

Блокирование пуска после ликвидации повреждения

Устранение повреждения может быть распознано быстрее, чем вернется основной орган ступени U0, при использовании мгновенных значений напряжения нулевой последовательности. В этом случае пуск ступени можно заблокировать быстрым органом определения ликвидации повреждения. Это позволяет быстро сбрасывать излишне продолжающиеся пуски при длительных процессах затухания в системе нулевой последовательности. Параметр **Блок.после ликв.повр.** включает или отключает ускоренное обнаружение устранения повреждения.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении превышения пороговых значений при броске тока намагничивания. В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.19.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:12601:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12601:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* функционального блока **Автомат ТН** подключается с помощью автомата трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12601:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно задать, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Блок.после ликв.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12601:110) Блок.после ликв.повр.** = ***да***

Если параметр **Блок.после ликв.повр.** установлен равным ***да***, пуск блокируется после обнаружения ликвидации повреждения. Это позволяет быстро сбрасывать излишне продолжающиеся пуски при длительных процессах затухания в системе нулевой последовательности. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:12601:108) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Метод опред.направл., Корректировка φ, Мин.пол.3I0>опр.нпрвл., Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:12601:109) Метод опред.направл.** = ***cos φ***
- Уставка по умолчанию **(_:12601:107) Корректировка φ** = ***0,0°***
- Уставка по умолчанию **(_:12601:102) Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** = ***0,030 A***
- Уставка по умолчанию **(_:12601:101) Порог. значение 3I0>** = ***0,050 A***

Эти параметры служат для задания характеристики направленности ступени. Используемая характеристика направленности зависит от режима работы нейтрали сети.

Обратите внимание, что для определения направления важным критерием является только составляющая тока, проходящая вертикально по отношению к установленной характеристике направленности (3I0напр.). Также см. *6.19.4.1 Описание*. Эта составляющая тока сравнивается с пороговым значением **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.**. И наоборот, абсолютное значение тока 3I0 сравнивается с параметром **Порог. значение 3I0>**.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
Заземлено	Для определения направления в сети с заземленной нейтралью через дугогасящую катушку решающим является ток нулевой последовательности утечки 3I0 · cos φ дугогасящей катушки. Для оценки тока нулевой последовательности утечки необходимо задать следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = ***cos φ*** • **Корректировка φ** = ***0,0°*** Определение направления для короткого замыкания на землю еще более затруднено тем, что намного больший реактивный ток, емкостной или индуктивный, накладывается на незначительный ток нулевой последовательности утечки. Поэтому, в зависимости от конфигурации сети и погрешностей, результирующий ток замыкания на землю, подводимый к устройству, может значительно изменяться в своем значении и фазовом угле. Однако, устройство должно оценивать только активную составляющую тока замыкания на землю. Это требует чрезвычайно высокой точности, особенно в отношении измерения фазового угла всех измерительных трансформаторов. Более того, устройство не должно быть очень чувствительным. Ожидать надежное измерение направления можно, только обеспечив подключение к трансформатору тока нулевой последовательности. Для задания параметра **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** используется следующее эмпирическое правило: Установить значение пуска только для половины ожидаемого измеряемого тока, при этом использовать можно только активную составляющую тока нулевой последовательности утечки. Параметр **Порог. значение 3I0>** также можно установить для половины ожидаемого измеряемого тока, при этом здесь можно использовать весь ток НП.
Изолированная	Для определения направления в сети с изолированной нейтралью решающим является емкостный реактивный ток замыкания на землю 3I0 · sin φ. Для оценки емкостного реактивного тока замыкания на землю задайте следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = ***sin φ*** • **Корректировка φ** = ***0,0°*** В изолированной сети емкостные токи замыкания на землю всей электрически связанной сети в случае короткого замыкания на землю протекают через точку измерения. Ток замыкания на землю поврежденного фидера компенсируется в точке измерения. Выбирается значение пуска параметров **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** и **Порог. значение 3I0>** для половины емкостного тока замыкания на землю, который протекает через точку измерения.
Заземление через сопротивление	Для определения направления в системе, заземленной через сопротивление, решающим является активно-индуктивный ток замыкания на землю. Для оценки этого тока короткого замыкания задайте следующие параметры: • **Метод опред.направл.** = ***cos φ*** • **Корректировка φ** = ***-45,0°*** Задайте параметры **Мин.пол.3I0>опр.нпрвл.** и **Порог. значение 3I0>** равными значению, которое меньше минимально возможного тока замыкания на землю.

Параметр: Уг.α1 огр.обл.направл., Уг.α2 огр.обл.направл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12601:105) Уг.α1 огр.обл.направл.** = ***2°***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:12601:106) Уг.α2 огр.обл.направл.** = ***2°***

С помощью параметров **Уг.α1 огр.обл.направл.** и **Уг.α2 огр.обл.направл.** вы определяете угол ограничения области определения направления. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, равные 2°.

В сети с заземленной нейтралью через дугогасящую катушку в фидерах с очень большим реактивным током может оказаться целесообразным установить несколько большее значение угла α1, чтобы избежать ложных пусков из-за погрешностей трансформатора и алгоритма.

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:12601:103) Порог. значение U0>** = ***30,000 В***

Параметр **Порог. значение U0>** позволяет задать чувствительность по напряжению нулевой последовательности ступени. Установите пороговое значение менее, чем минимальное абсолютное значение напряжения нулевой последовательности U0, которое должно определяться.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:12601:104) Выд.врем.опр.направл.** = ***0,00 с***

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется режимом работы сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:12601:6) Задержка срабатывания** = ***2,0 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.19.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> cos/sinφ1				
_:12601:1	3I0> cos/sinφ1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12601:2	3I0> cos/sinφ1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12601:10	3I0> cos/sinφ1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:12601:27	3I0> cos/sinφ1: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:12601:110	3I0> cos/sinφ1:Блок.после ликв.повр.		• нет • да	да
_:12601:108	3I0> cos/sinφ1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:12601:109	3I0> cos/sinφ1:Метод опред.направл.		• cos φ • sin φ	cos φ

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:12601:107	3I0> cos/sinφ1:Коррек-тировка φ		-45 ° до 45 °	0 °
_:12601:102	3I0> cos/ sinφ1:Мин.пол.3I0> опр.нпрвл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.15 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.15 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 35.000 A	0.150 A
_:12601:105	3I0> cos/sinφ1:Уг.α1 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:12601:106	3I0> cos/sinφ1:Уг.α2 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:12601:101	3I0> cos/sinφ1:Порог. значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 35.000 A	0.250 A
_:12601:103	3I0> cos/sinφ1:Порог. значение U0>		0.300 В до 200.000 В	30.000 В
_:12601:104	3I0> cos/ sinφ1: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:12601:6	3I0> cos/ sinφ1:Задержка сраба-тывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.19.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> cos/sinφ1			
_:12601:81	3I0> cos/sinφ1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12601:501	3I0> cos/sinφ1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:12601:54	3I0> cos/sinφ1:Неактивно	SPS	O
_:12601:52	3I0> cos/sinφ1:Режим работы	ENS	O
_:12601:53	3I0> cos/sinφ1:Статус исправности	ENS	O
_:12601:60	3I0> cos/sinφ1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:12601:302	3I0> cos/sinφ1:Замыкание на землю	ACD	O
_:12601:55	3I0> cos/sinφ1:Пуск	ACD	O
_:12601:56	3I0> cos/sinφ1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12601:57	3I0> cos/sinφ1:Работа	ACT	O

6.19.5 Ступень защиты от замыканий на землю при переходных процессах

6.19.5.1 Описание

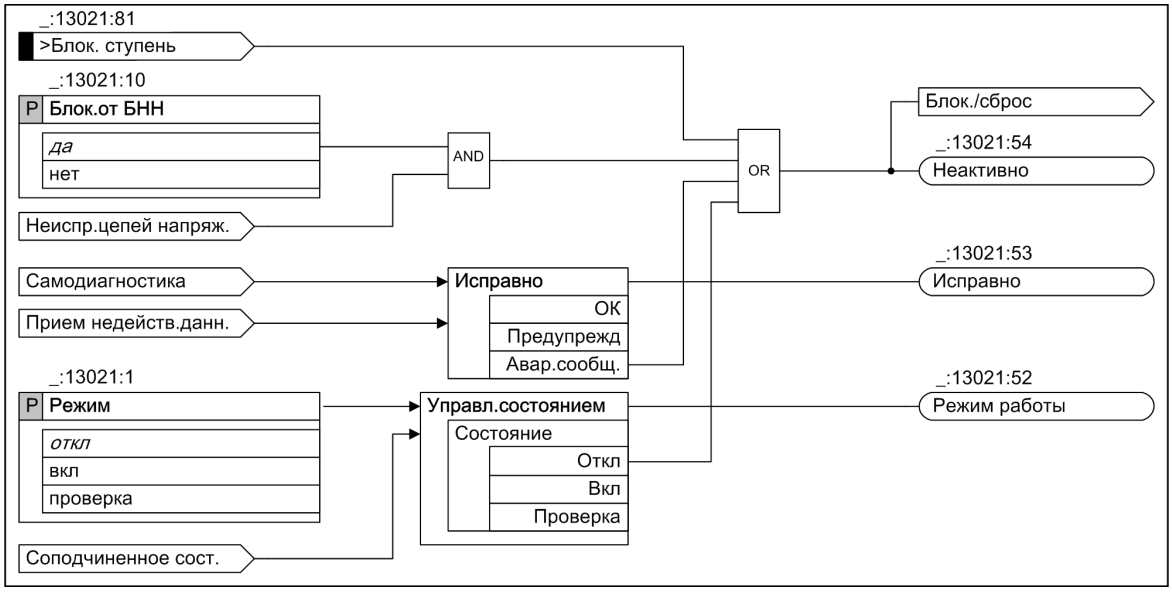
Обзор

Замыкания на землю, возникающие в системах с изолированной или компенсированной нейтралью, часто представляют собой неустойчивые перемежающиеся дуговые замыкания. Такие повреждения характеризуются многочисленными пробоями за короткий промежуток времени. Для обнаружения направления протекания тока замыкания на землю при таких замыканиях необходимо применять специальный метод измерения, который также может захватывать высокие частоты. Традиционные методы, основанные на вычислении векторов тока, не подходят. Даже при кратковременных замыканиях на землю в исправных фазах обычно возникают высокочастотные процессы. Метод измерения способен определять направление протекания тока замыкания во время переходного процесса. Интегральный элемент метода измерения обеспечивает высокий уровень чувствительности и устойчивость от помех в системе нулевой последовательности.

В силу того, что устойчивые замыкания на землю начинаются с переходного процесса в исправных фазах, такие повреждения также будут обнаруживаться.

Данный метод больше всего подходит для использования в замкнутых контурах или в сложных системах. Рабочие, циркулирующие токи нулевой последовательности учитываются при измерении и не влияют на результат определения направления.

Логика работы ступени защиты



[lostuwis-240113-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-249 Логическая схема работы ступени защиты

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

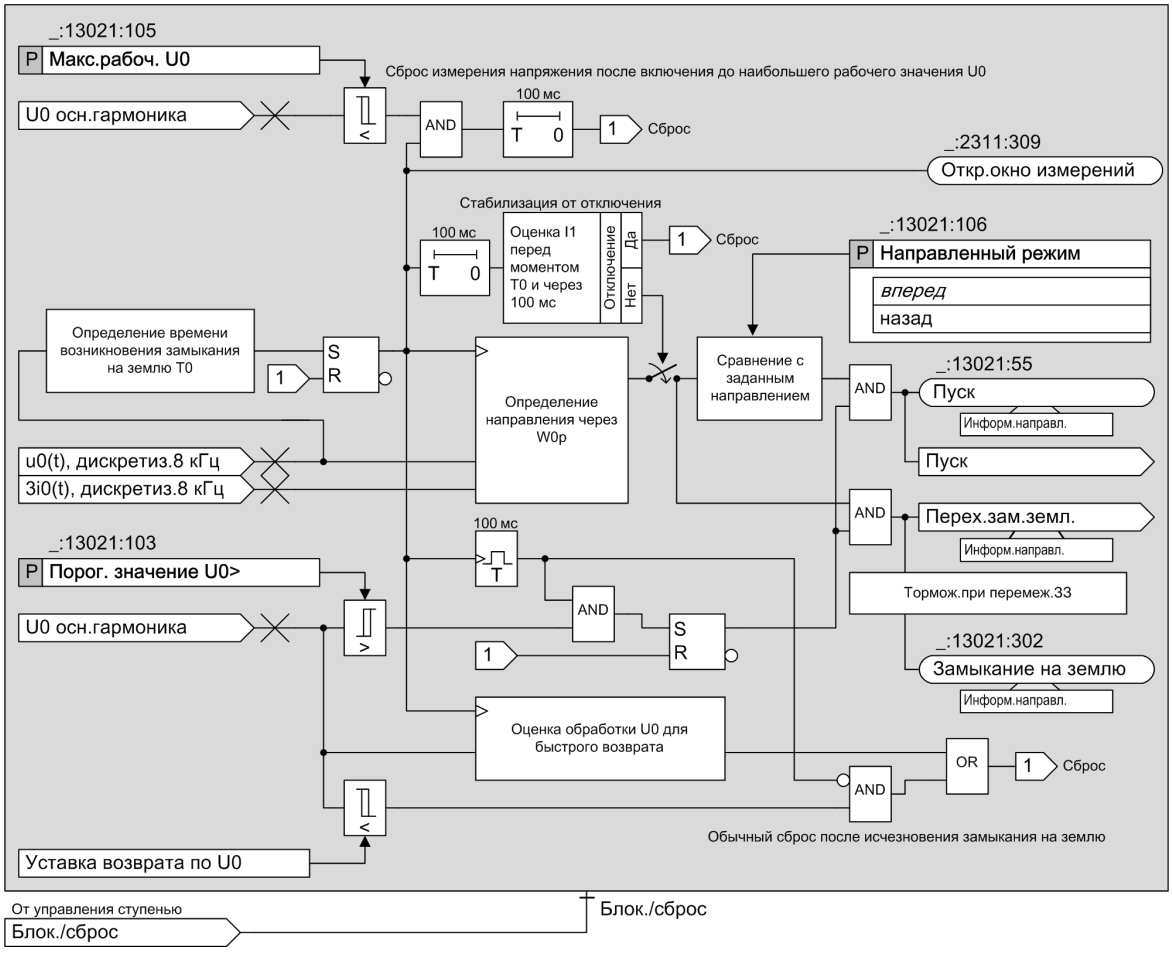
Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы функция **обнаружения неисправности цепей напряжения** блокировала или не блокировала ступень.

Логика функционала переходных замыканий на землю



[lowisfut-240113-01.tif, 7, ru_RU]

Рисунок 6-250 Логическая схема направленной ступени защиты от перемежающихся замыканий на землю

Измеряемые величины, метод измерения

Значения напряжения и тока нулевой последовательности измеряются непосредственно или вычисляются из фазных величин. Для возможности получения измеренных значений необходимо

- ТН, вторичные обмотки которого собраны в разомкнутый треугольник
- Подключить фазные ТТ по схеме Холмгрина или отдельный ТТ нулевой последовательности

Измеренное напряжение от ТН преобразуется в напряжение нулевой последовательности U_0.

Для определения момента замыкания на землю T0 используются мгновенные значения напряжения нулевой последовательности U0(t) с частотой дискретизации 8 кГц.

Мгновенные значения напряжения нулевой последовательности u0(t) и тока заземления 3i0(t), которые сканируются с высокой частотой (8 кГц), являются основанием для определения направления.

Действующие значения основной гармоники напряжения U0 нулевой последовательности служат для формирования результата определения направления и пуска, а также выступают в качестве критерия для стабилизации при коммутациях.

Симметричные составляющие прямой последовательности тока и напряжения также служат для отстройки от переходных процессов при коммутациях в сети.

Действующие значения основной гармоники U0 и 3I0 используются в опциональной логике отключения.

Рабочие, т. е. циркулирующие токи нулевой последовательности, могут возникать в замкнутых контурах или в сложных системах. Такой тип токов нулевой последовательности также присутствует в случае неисправности устройства и может искажать результат определения направления. Таким образом, рабочий ток нулевой последовательности устраняется.

Определение времени появления замыкания на землю

Алгоритм использует оценку мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, чтобы проверить наличие повреждения. Алгоритм работает постоянно, независимо от того превысило ли действующее значение основной гармоники U0 уставку Порог. значение U0 или нет. Если произошло замыкание на землю, алгоритм открывает окно измерений для определения направления. Об открытии окна определения направления сигнализирует сообщение *Откр.окно измерений* (в ФБ **Общие данные**). Точное определение времени возникновения замыкания на землю T0 является решающим фактором для правильного определения направления.

Определение направления, метод измерения

Для определения направления рассчитывается активная энергия нулевой последовательности. После того как обнаружено возникновение замыкания на землю, активная энергия рассчитывается приблизительно за 1 период. Если активная энергия нулевой последовательности — отрицательная, присутствует повреждение в прямом направлении, в противном случае — повреждение в обратном направлении.

Сообщение о результате определения направления, пуск

Определение момента возникновения замыкания на землю и направления всегда выполняется с максимальной чувствительностью. Используя параметр **Порог. значение U0>**, можно задать чувствительность для сообщения направления и срабатывания ступени.

Если значение напряжения U0 нулевой последовательности с основной гармоникой превышает соответствующее пороговое значение (параметр**Порог. значение U0>**) в течение 100 мс после обнаружения замыкания на землю, появится сообщение с результатом направления. Таким образом, будет также зарегистрировано замыкание на землю с высоким полным сопротивлением, для которого значения системы нулевой последовательности будут расти медленно, и, по этой причине, возникновение короткого замыкания на землю обнаруживается заметно раньше, чем по критерию превышения заданного порогового значения.

Результат определения направления сообщается функции через *(_:2311:302) Замыкание на землю* функционального блока **Общая информация**. Это сообщение передается независимо от уставки направленности.

Если определенное направление соответствует направлению, заданному параметрами (параметр **Направленный режим**), происходит пуск.

Сброс алгоритма

Чтобы разрешить новое измерение направления, необходимо сбросить алгоритм. Нормальный сброс происходит тогда, когда значение основной гармоники напряжения U0 нулевой последовательности падает ниже порога сброса U0. Этот порог сброса представляет собой небольшой внутренний порог U0

устройства. Он также зависит от рабочего значения U0 и, следовательно, является динамическим порогом. Пороговое значение равно 3,0 В, без динамического воздействия.

Отстройка от переходных режимов при коммутациях

Операции коммутации в защищаемой системе могут вызывать переходные процессы, характеризующиеся появлением тока и напряжения нулевой последовательности. Чтобы избежать ложных срабатываний необходимо отстраиваться от подобных режимов.

Применимы следующие механизмы:

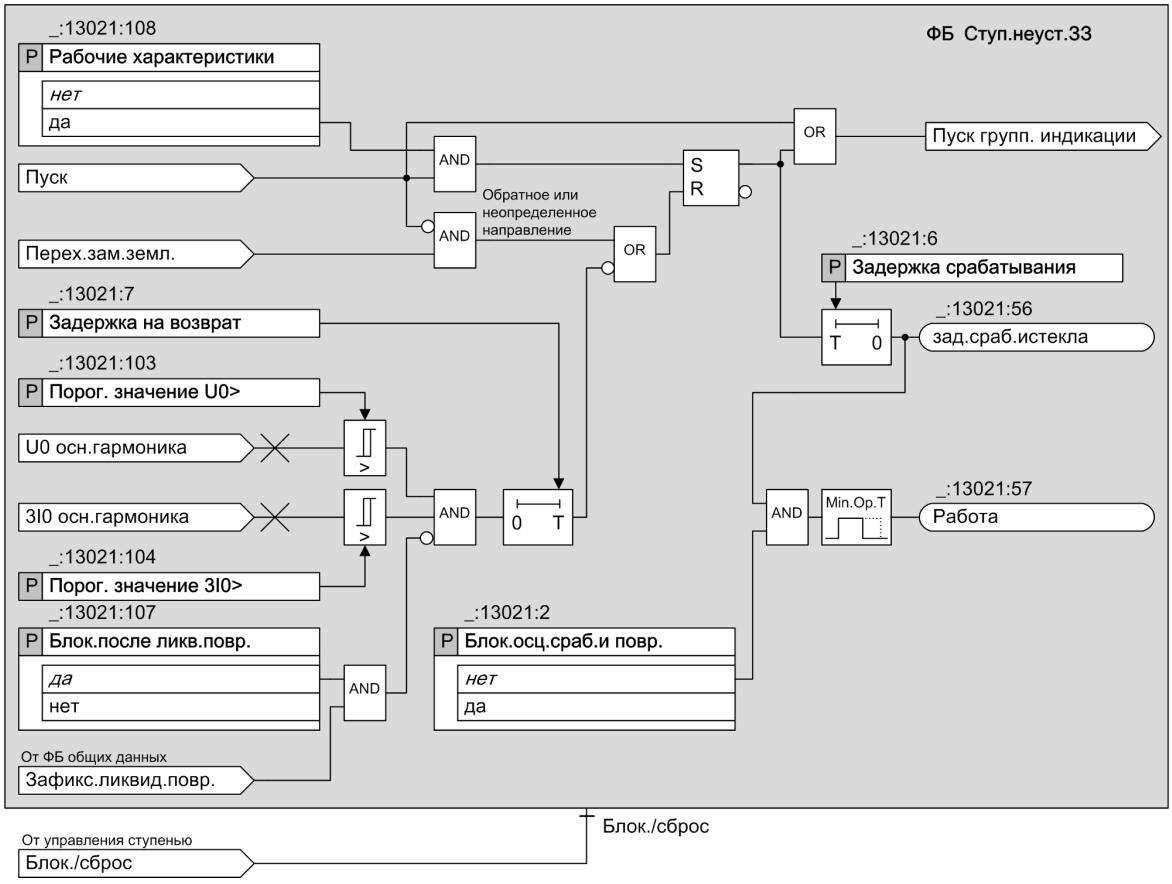
- Для сообщения результата направления значение основной гармоники напряжения нулевой последовательности должно превышать значение **Порог. значение U0>** в течение 100 мс после возникновения замыкания на землю. Это эффективно подавляет неверные сообщения в результате операций переключения.
- Значение напряжения U0 нулевой последовательности с основной гармоникой не зависит от переключений и, таким образом, является хорошим критерием для различения короткого замыкания на землю при коммутациях. Состояние системы, при котором действующее значение основной гармоники должно превысить порог **Порог. значение U0>** для сообщения результата направления, эффективно подавляет влияние операций переключения.

  Для тех редких случаев, когда возникают высокие напряжения нулевой последовательности в течение длительных периодов времени после выключения фидера или линии, можно также эффективно использовать критерий на основе тока прямой последовательности. Этот критерий сравнивает ток системы прямой последовательности до и после переходного процесса, и, таким образом обнаруживает отключение. В случае определения отключения результат работы органа направления мощности не сообщается.

  При использовании механизмов отстройки от переходных процессов результат работы органа направления мощности сообщается через 100 мс после начала замыкания на землю. Таким образом, срабатывание происходит с задержкой в 100 мс.

  Если ступень используется в 1-фазной функциональной группе, дополнительный критерий с применением тока прямой последовательности не является эффективным.
- Функция обнаруживает переходные явления в напряжении нулевой последовательности. В системах с рабочими напряжениями нулевой последовательности, если измерительное напряжение включено, функция может быть запущена изнутри. Если значение основной гармоники напряжения нулевой последовательности не превышает пороговое значение **Макс.рабоч. U0** в течение 100 мс после запуска функции, то выполняется внутренний сброс функции.

Логика отключения от защиты



[loauswis-240113-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-251 Логическая схема отключения

В большинстве случаев защита от перемежающихся замыканий на землю используется только для указания направления. Поэтому, обычно, логика отключения не требуется и остается отключенной. Тем не менее, данная ступень также может использоваться для отключения постоянных замыканий на землю. Для этого следует включить дополнительную логику отключения с помощью параметра **Рабочие характеристики**. Если действующие значения основной гармоники U0 и 3I0 превышают установленные параметры срабатывания, после пуска защиты начинается отсчет времени на отключение (параметр **Задержка срабатывания**). Если параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** установлен равным ***нет***, ступень работает, когда истекает время задержки отключения.

Блокировка задержки отключения после ликвидации повреждения

Устранение замыкания на землю может быть распознано быстрее, чем вернется основной орган ступени U0, при использовании мгновенных значений напряжения нулевой последовательности. Функция определения ликвидации повреждения (см. функциональный блок **Общая информация**) блокирует выдержку времени отключения после истечения времени действия задержки. Этот механизм ускоренной блокировки включается/выключается с помощью параметра **Блок.после ликв.повр.**.

6.19.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Рабочие характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:13021:108) Рабочие характеристики** = ***нет***

Если ступень перемежающихся замыканий на землю используется только для указания направления, данная дополнительная логика отключения не требуется и остается отключенной. Если ступень пере-

межающихся замыканий на землю используется также для отключения устойчивых повреждений, данная опциональная логика отключений активна. Срабатывание ступени запускает задержку отключения.

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:13021:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:13021:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* функционального блока **Автомат ТН** подключается с помощью автомата трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Блок.после ликв.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:13021:107) Блок.после ликв.повр.** = ***да***

Если параметр **Блок.после ликв.повр.** установлен равным ***да***, задержка отключения сбрасывается после обнаружения ликвидации повреждения. Соответственно, если задержка отключения установлена на короткий период, исключается возможность излишней работы функции. Причина излишней работы функции может заключаться в более медленном затухании процессов в системе нулевой последовательности после устранения повреждения. Siemens рекомендует сохранить эту настройку, если ступень используется для отключения.

Для защиты от перемежающихся замыканий на землю ступень использует параметр **Задержка на возврат**, чтобы отложить возврат из-за исчезновения повреждения. Если вы используете ступень защиты от перемежающихся замыканий на землю, отключите блокировку.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:13021:106) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:13021:103) Порог. значение U0>** = ***15,000 В***

Используя параметр **Порог. значение U0>**, можно задать чувствительность для сообщения направления и срабатывания ступени.

Следует отметить, что чувствительность самого определения направления не затронута. Определение направления всегда действует с максимальной чувствительностью.

Если также требуются сообщения о замыканиях на землю с высоким сопротивлением, можно установить очень высокую чувствительность, например **Порог. значение U0>** = *5 В*.

Параметр: Макс.рабоч. U0

- Рекомендуемое значение уставки **(_:13021:105) Макс.рабоч. U0** = *3,000 В*

Параметр **Макс.рабоч. U0** определяет максимальное рабочее напряжение нулевой последовательности U0. Если значение основной гармоники напряжения нулевой последовательности U0 не превышает значение параметра **Макс.рабоч. U0** в течение 100 мс после пуска функции, выполняется сброс функции.

Уставка определяется со ссылкой на напряжение нулевой последовательности U0 в соответствии с его определением.

Структура сети	Описание
Радиальная сеть	В радиальных сетях рабочие напряжения нулевой последовательности довольно малы. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию, равную 3,000 В.
Кольцевая сеть, сложнозамкнутая сеть	В кольцевых или сложнозамкнутых сетях могут возникать большие рабочие напряжения нулевой последовательности. Вторичные рабочие напряжения нулевой последовательности можно определить путем считывания напряжения смещения нейтрали $U_{N\ втор}$ или напряжения нулевой последовательности $U_{0\ втор}$ из симметричных составляющих с помощью панели устройства или через DIGSI. Если вы считали вторичное напряжение смещения $U_{N\ втор}$, вы преобразуете его в значение $U_{0\ втор}$ с помощью параметра **Коэфф.согл.Uф/UN**. Дополнительная информация приведена в главе *6.1.4 Указания по применению и вводу уставок для точки измерения 3-фазного напряжения (U 3ф)*. Если $U_{0\ втор}$ превышает 2,5 В, значение **Макс.рабоч. U0** следует увеличить до $U_{0\ втор} \cdot 1{,}2$. Пример: $U_{N\ втор}$ = 5,000 В **Коэфф.согл.Uф/UN** = $\sqrt{3}$ $U_{0\ втор}$ = 5,000 В · $\sqrt{3}$ / 3 = 2,887 В **Макс.рабоч. U0** = 2,887 В · 1,2 = 3,464 В В большинстве случаев рабочее напряжение нулевой последовательности меньше 2,500 В. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию, равную 3,000 В.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:13021:104) Порог. значение 3I0>** = *0,030 А*

Уставка имеет значение только для дополнительной логики для отключения постоянных замыканий на землю. Выберите настройку таким образом, чтобы устойчивый ток короткого замыкания на землю превышал пороговое значение. Вы можете отключить этот критерий, установив значение 0 А.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:13021:7) Задержка на возврат** = *0,00 с*

Кроме того, параметр **Задержка на возврат** позволяет использовать эту функцию в качестве защиты от перемежающихся замыканий на землю. Параметр **Задержка на возврат** определяет задержку или удержание возврата состояния срабатывания после исчезновения повреждения до возникновения следующего повреждения. Таким образом, задержка срабатывания может продолжаться и отключить повреждение.

Установите время равным значению, в пределах которого возникновение нового повреждения все еще может быть связано с предыдущем повреждением. Типовые значения находятся в диапазоне от нескольких сотен миллисекунд до нескольких секунд.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:13021:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

Уставка параметра **Задержка срабатывания** зависит от конкретных условий применения. Убедитесь в том, что срабатывание задерживается на 100 мс в отношении времени возникновения замыкания на землю.

6.19.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Перемеж.ЗЗ 1				
_:13021:1	Перемеж.ЗЗ 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13021:2	Перемеж.ЗЗ 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13021:10	Перемеж.ЗЗ 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:13021:107	Перемеж.ЗЗ 1:Блок.после ликв.повр.		• нет • да	да
_:13021:108	Перемеж.ЗЗ 1:Рабочие характеристики		• нет • да	нет
_:13021:106	Перемеж.ЗЗ 1:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:13021:103	Перемеж.ЗЗ 1:Порог. значение U0>		0.300 В до 200.000 В	15.000 В
_:13021:105	Перемеж.ЗЗ 1:Макс.рабоч. U0		0.300 В до 200.000 В	3.000 В
_:13021:104	Перемеж.ЗЗ 1:Порог. значение 3I0>	1 А при 100 Iном	0.000 А до 35.000 А	0.030 А
		5 А при 100 Iном	0.00 А до 175.00 А	0.15 А
		1 А при 50 Iном	0.000 А до 35.000 А	0.030 А
		5 А при 50 Iном	0.00 А до 175.00 А	0.15 А
		1 А при 1.6 Iном	0.000 А до 1.600 А	0.030 А
		5 А при 16 Iном	0.000 А до 8.000 А	0.150 А
_:13021:6	Перемеж.ЗЗ 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с
_:13021:7	Перемеж.ЗЗ 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

6.19.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Перемеж.ЗЗ 1			
_:13021:81	Перемеж.ЗЗ 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13021:54	Перемеж.ЗЗ 1:Неактивно	SPS	O
_:13021:52	Перемеж.ЗЗ 1:Режим работы	ENS	O
_:13021:53	Перемеж.ЗЗ 1:Статус исправности	ENS	O
_:13021:302	Перемеж.ЗЗ 1:Замыкание на землю	ACD	O
_:13021:55	Перемеж.ЗЗ 1:Пуск	ACD	O
_:13021:56	Перемеж.ЗЗ 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13021:57	Перемеж.ЗЗ 1:Работа	ACT	O

6.19.6 Информация об использовании для обнаружения перемежающихся повреждений на землю

Ступень типа **3I0> с измеренным значением cos φ или sin φ** может использоваться для обнаружения направления перемежающегося повреждения на землю. Многолетний опыт непосредственной эксплуатации и полевые испытания показали, что определение направления данной ступени обеспечивает надежное определение направления пиковых значений тока. Между пиковыми значениями тока обнаруженное направление имеет значение *неизвестно*. Для генерирования срабатывания или аварийного сообщения можно проанализировать отдельные пуски ступени (каждый направленный пуск соответствует пиковому значению тока) в зависимости от времени или подсчитать их через дополнительную пользовательскую логику (схема CFC).

Также результат можно получить через пользовательскую логику с помощью второй направленной ступени, которая работает в обратном направлении, а также как ступень U0.

Третья направленная ступень может работать параллельно для обнаружения постоянных повреждений на землю.

Далее поясняются некоторые уставки, необходимые для этого применения (обнаружение перемежающихся повреждений на землю):

- Параметр: **(_:2311:102) Задержка на возврат**

  Функция должна обрабатывать промежуточные процессы как одно повреждение на землю. Для этого необходимо, чтобы сообщение *Замыкание на землю* не выпадало между 2 последовательными пиковыми значениями тока. Для этого применяется параметр **Задержка на возврат** (ФГ **Общие данные**). Подходящим значением задержки на возврат является 1 с.

- Параметр: **(_:12601:104) Выд.врем.опр.направл.**

  Для определения направления задайте задержку 0 с, чтобы можно было определить направление пиков тока.

- Параметр: **(_:12601:105) Уг.α1 огр.обл.направл.** и **(_:12601:106) Уг.α2 огр.обл.направл.**

  На основании пиковых значений тока повреждения можно определить сопротивление. Данные параметры позволяют ограничить характеристику направления и обеспечить надежный результат определения направления.

  Для обоих параметров Siemens рекомендует задать значение 10°.

- Параметр: **(_:12601:110) Блок.после ликв.повр.**

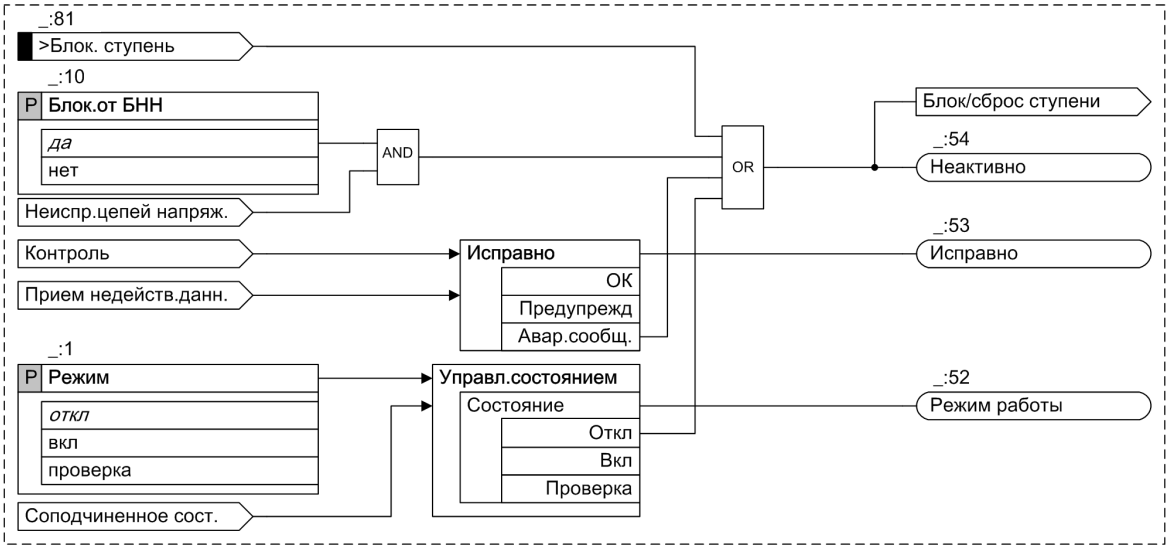
  Для активации постоянного и немедленного обнаружения пиковых значений тока отключите блокировку после подавления замыкания.

Для перемежающихся повреждений на землю учитывать другие параметры не требуется. Данные значения можно задать идентично обнаружению постоянных повреждений на землю.

6.19.7 Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением φ(U0,3I0)

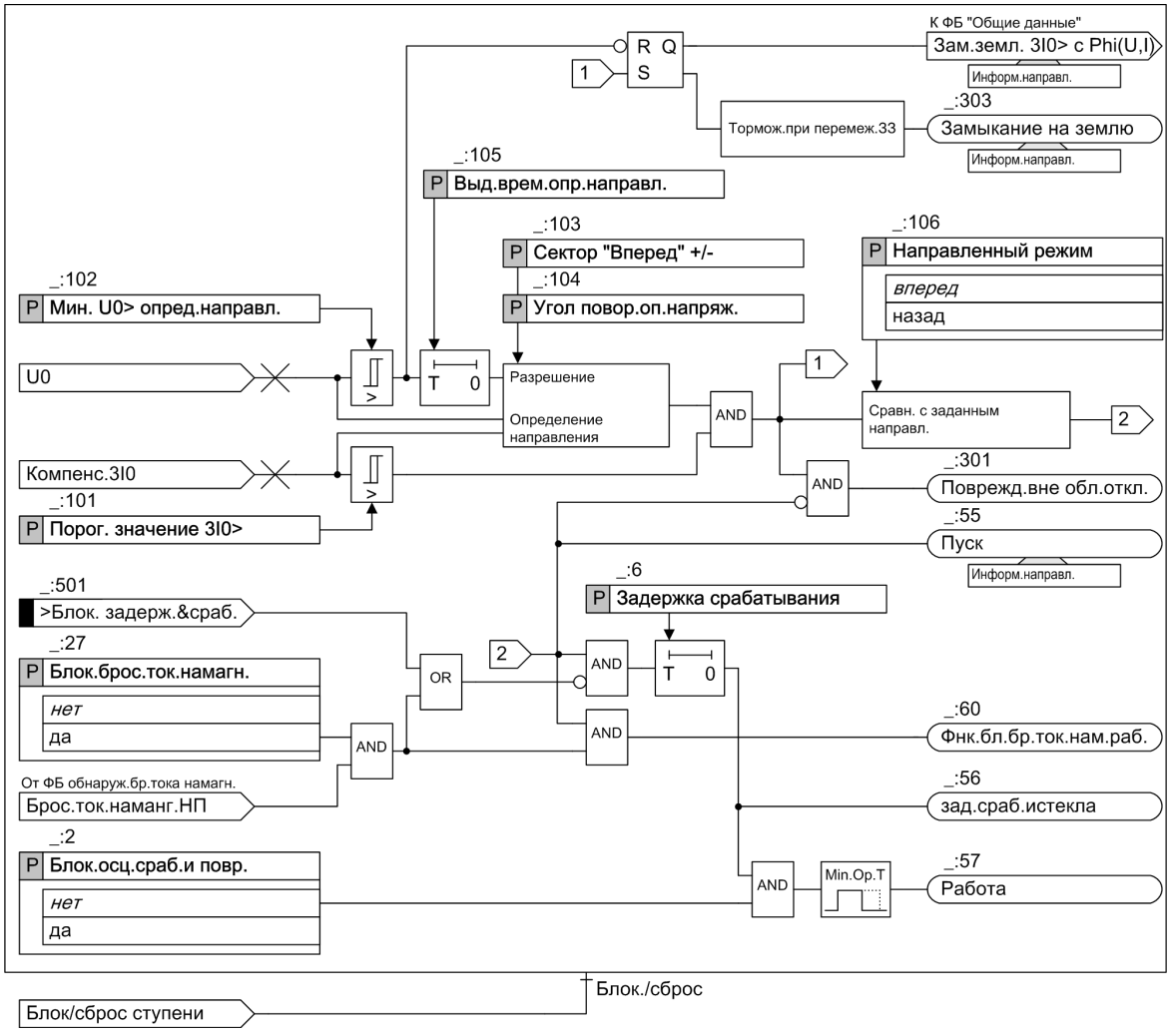
6.19.7.1 Описание

Логика



[logfppvi-291112-02.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-252 Логическая схема работы ступени защиты



[lo_dir sens GFP 3I0 phi VI, 5, ru_RU]

Рисунок 6-253 Логическая схема направленной ступени 3I0 с измерением φ (U0,3I0)

Определение значения U0, метод измерения

Устройство может измерять напряжение смещения нейтрали с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в значение относительно напряжения нулевой последовательности U0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей UA, UB и UC, используя характеристическое уравнение.

Такой метод измерений позволяет обрабатывать выборки напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

Определение значения 3I0, метод измерения

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 A, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

Функция работает с выборками основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала.

В зависимости от типа соединения точки измерения и используемых клеммных колодок применяются разные диапазоны линейности и настройки. Дополнительная информация приведена в главе *6.19.4.1 Описание*.

Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение тока замыкания на землю вектор 3I0 превышает пороговое значение **Порог. значение 3I0>** и абсолютное значение напряжения вектора U0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Мин. U0> опред.направл.**, ступень определяет замыкание на землю. Определение направления (см. следующий пункт) начинается с превышения порогового значения напряжения нулевой последовательности. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение вектора тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение. Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**).

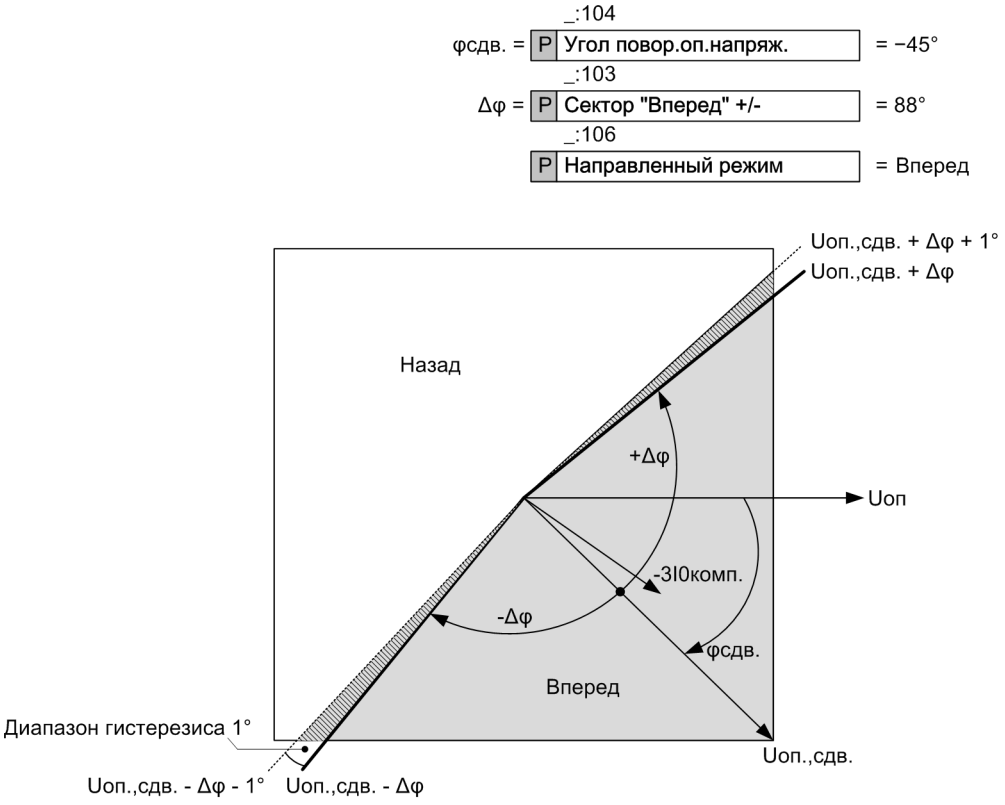
Если результат определения направления соответствует заданному направлению (параметр **Направленный режим**), ступень запускается.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение порог.значения U0 нул.послед. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**.

Определение направления производится путем определения фазового угла между компенсированным на угловую погрешность током замыкания на землю 3I0комп и повернутым напряжением нулевой последовательности, обозначаемым далее в качестве опорного напряжения $U_{оп,сдв}$. В зависимости от расчетов, которые должны учитывать состояние энергосистемы, опорное напряжение можно повернуть на регулируемый угол (параметр **Угол повор.оп.напряж.**). Угол поворота должен задаваться таким образом, чтобы опорное напряжение совпадало с вектором тока замыкания на землю -3I0комп. В этом случае результат определения направления будет максимально надежным.

Сдвинутое опорное напряжение $U_{оп,сдв}$ и параметр **Сектор "Вперед" +/-** определяют диапазоны в прямом и обратном направлении. Направление вперед определяется как зона ± Δφ вокруг сдвинутого опорного напряжения, $U_{оп,сдв}$. Значение ± Δφ задается параметром **Сектор "Вперед" +/-**. Остальная область, кроме прямого направления, представляет собой диапазон в обратном направлении. Между диапазонами в прямом и обратном направлении определяется гистерезис, см. *Рисунок 6-254*.



[dwdirrot-011112-02.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-254 Направление характеристики "Вперед"

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы функция **обнаружения неисправности цепей напряжения** блокировала или не блокировала ступень.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **`Блок.брос.ток.намагн.`** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении превышения пороговых значений при броске тока намагничивания. В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки

времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.19.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю, расположенному во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно задать, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:106) Направленный режим** = ***вперед***

Если обнаружено повреждение, то выбор параметра **Направленный режим** определяет, будет ли происходить срабатывание ступени в прямом или обратном направлении.

Если параметр **Направленный режим** устанавливается как ***ненаправленная***, определение направления не учитывается. Условие срабатывания зависит только от абсолютных значений 3I0 и U0 и соответствующих пороговых значений. Направление к двигателю считается прямым.

Параметр: Угол повор.оп.напряж.,Сектор "Вперед" +/-

- Уставка по умолчанию **(_:104) Угол повор.оп.напряж.** = ***-45°***
- Уставка по умолчанию **(_:103) Сектор "Вперед" +/-** = ***88°***

Характеристика направленности, т.е. расположение участков в направлении вперед и назад, устанавливается с помощью параметров **Угол повор.оп.напряж.** и **Сектор "Вперед" +/-**. С их

помощью задается характеристика направленности в соответствии с условиями системы или режимом работы нейтрали.

Стандартные уставки параметра **Угол повор.оп.напряж.**:

- Заземление нейтрали через дугогасящую катушку: 0°
- Сеть с изолированной нейтралью: +45°
- Сеть с заземленной нейтралью: -45°

Обычно параметр **Сектор "Вперед" +/-** можно оставить таким, каким он задан по умолчанию. Целесообразным будет уменьшение области «вперед» на несколько градусов, например, в сети с заземленной нейтралью через дугогасящую катушку с длинными кабельными фидерами, которые образуют высокоемкостные токи повреждения.

Параметр: Мин. U0> опред.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:102) Мин. U0> опред.направл.** = ***2,000 В***

С помощью параметра **Мин. U0> опред.направл.** определяется минимальное напряжение U0, необходимое для разрешения определения направления, которое должно быть достигнуто в пределах выдержки времени **Выд.врем.опр.направл.**.

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:101) Порог. значение 3I0>** = ***0,050 А***

Параметр **Порог. значение 3I0>** позволяет задать чувствительность по току замыкания на землю ступени. Задайте пороговое значение меньше минимального абсолютного значения тока замыкания на землю 3I0, которое нужно определить.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Выд.врем.опр.направл.** = ***0,10 с***

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется режимом работы сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.19.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> φ(UI) #				
_:1	3I0> φ(UI) #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> φ(UI) #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

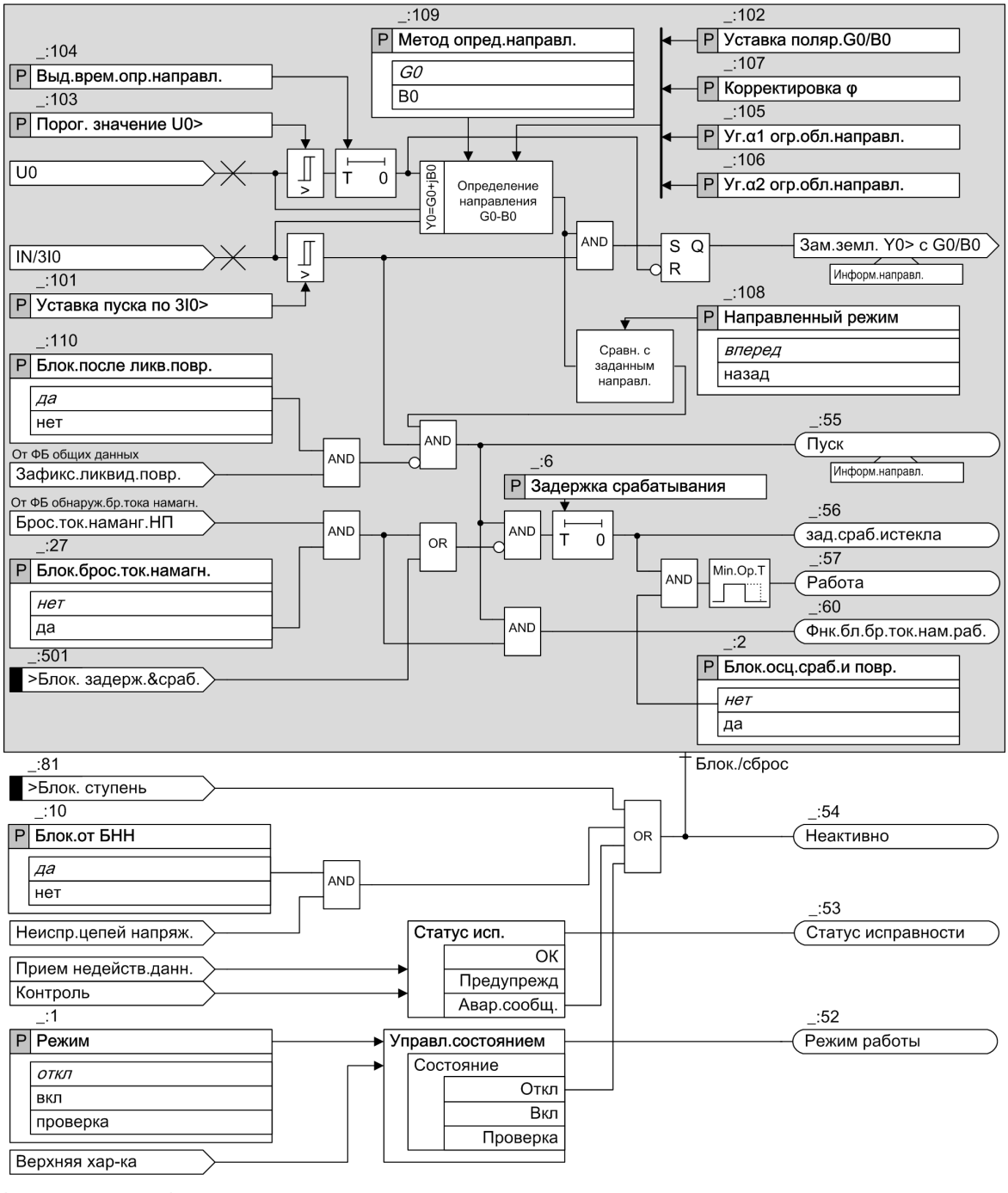
Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:10	3I0> φ(UI) #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	3I0> φ(UI) #: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:106	3I0> φ(UI) #:Направ-ленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:104	3I0> φ(UI) #:Угол повор.оп.напряж.		-180 ° до 180 °	-45 °
_:103	3I0> φ(UI) #:Сектор "Вперед" +/-		0 ° до 180 °	88 °
_:102	3I0> φ(UI) #:Мин. U0> опред.направл.		0.300 В до 200.000 В	2.000 В
_:101	3I0> φ(UI) #:Порог. значение 3I0>	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.25 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.050 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.25 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.050 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.250 А
_:105	3I0> φ(UI) #: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6	3I0> φ(UI) #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.19.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> φ(UI) #			
_:81	3I0> φ(UI) #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	3I0> φ(UI) #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> φ(UI) #:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> φ(UI) #:Режим работы	ENS	O
_:53	3I0> φ(UI) #:Статус исправности	ENS	O
_:301	3I0> φ(UI) #:Поврежд.вне обл.откл.	SPS	O
_:60	3I0> φ(UI) #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:303	3I0> φ(UI) #:Замыкание на землю	ACD	O
_:55	3I0> φ(UI) #:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> φ(UI) #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> φ(UI) #:Работа	ACT	O

6.19.8 Направленная ступень с измерением G0 или B0

6.19.8.1 Описание



[LoY0G0B0-300713-01, 5, ru_RU]

Рисунок 6-255 Логическая схема направленной ступени Y0 с измерением G0 или B0

Определение значения U0, метод измерения

Устройство может измерять напряжение смещения нейтрали с помощью TH, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение UN преобразуется в значение относительно напряжения нулевой последовательности U0. Если напряжение смещения не доступно устройству при изме-

рении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей UA, UB и UC, используя характеристическое уравнение.

Метод измерений позволяет обрабатывать выборки напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

Определение значения 3I0, метод измерения

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного измерительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 A, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

Функция работает с выборками основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала. Методы измерения характеризуются высокой точностью и нечувствительностью к гармоникам, особенно к 3-й и 5-й, которые часто присутствуют в токе замыкания на землю (остаточном).

В зависимости от типа соединения точки измерения и используемых клеммных колодок применяются разные диапазоны линейности и настройки. Более подробную информацию можно найти в разделе *Определение значения 3I0, метод измерения , Страница 844*.

Y0, G0, B0

Значения основной гармоники U0 и 3I0 используются для вычисления полной проводимости Y0 = G0 + jB0. Значения G0 или B0 можно использовать для определения направления.

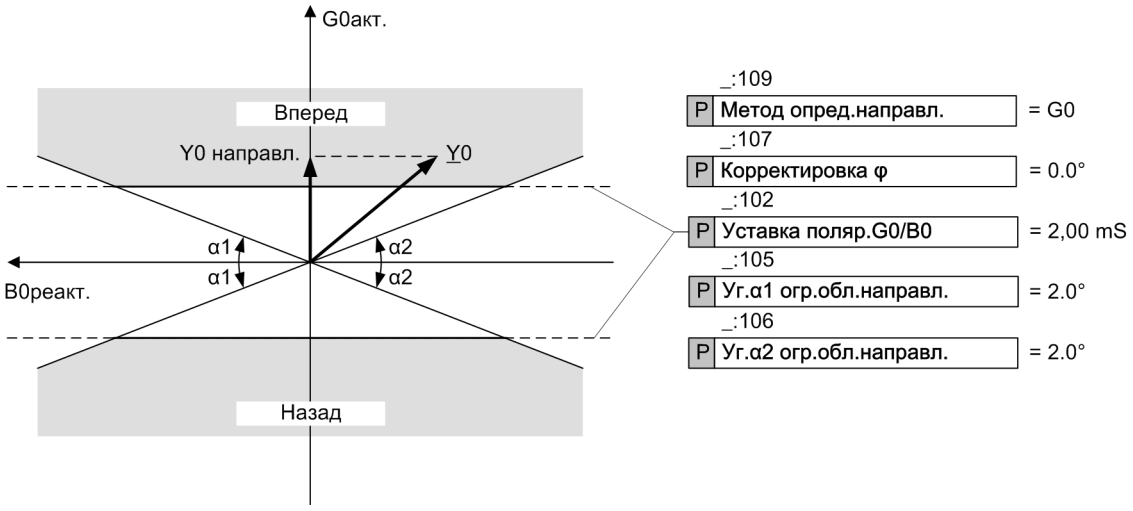
Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 превышает пороговое значение **Уставка пуска по 3I0>** и абсолютное значение напряжения U0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Порог. значение U0>**, ступень распознает замыкание на землю. Вычисление G0 или B0 начинается с превышения пороговых значений, а затем выполняется определение направления (см. дальше). Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю* (в функциональном блоке **Общие данные**). Если результат определения направления соответствует заданному направлению (параметр **Направленный режим**), ступень запускается.

Определение направления

Критерием для замыкания на землю является превышение порог.значения U0 нул.послед. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Результат определения направления действителен только в том случае, когда абсолютное значение тока замыкания на землю 3I0 также превысило пороговое значение.

На следующем рисунке приведен пример определения направления для метода G0 с углом коррекции прямого направления равным 0 (параметр **Корректировка φ**). Пример подходит для определения направления замыкания на землю в системе с компенсированной нейтралью, где значение G0 является основным при определении направления.



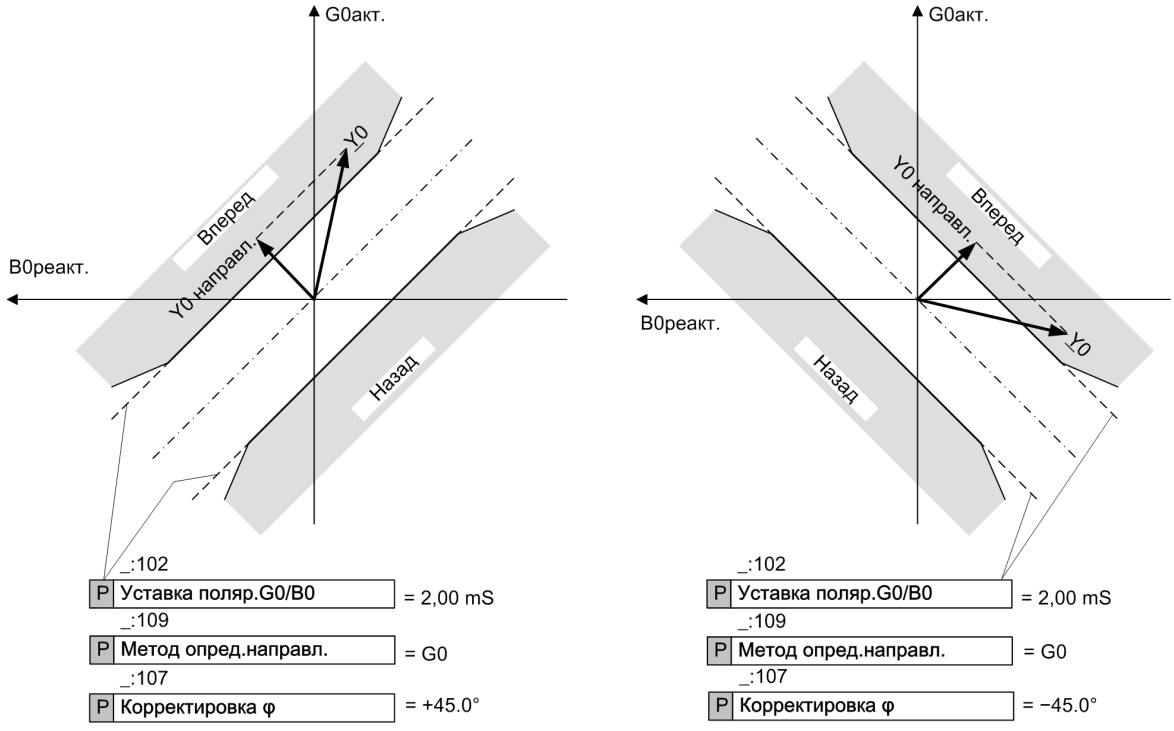
[DwY0Dire-171012-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-256 Определение направления для измерения G0

Напряжение нулевой последовательности U0 является опорным и совпадает с осью активной проводимости G0. В этом примере ось симметрии совпадает с (реактивной) осью B0. Для определения направления компонент полной проводимости, перпендикулярный установленной оси симметрии, является основным G0направл (=Y0направл). В данном примере это активный компонент **G0актив** полной проводимости Y0. Активная проводимость G0направ. (здесь = G0акт.) рассчитывается и сравнивается со значением уставки **`Уставка поляр.G0/B0`**. Если активная проводимость G0направ. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "вперед". Если активная проводимость G0направ. превышает отрицательное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

С помощью параметров **`Уг.α1 огр.обл.направл.`** и **`Уг.α2 огр.обл.направл.`** можно ограничить зону направленности так, как показано на рисунке *Рисунок 6-257*. При использовании этого метода определение направления гарантируется в случае больших значений тока в направлении оси симметрии.

Ось симметрии может быть повернута на угол корректировки (параметр**`Корректировка φ`**) в диапазоне ±45. Благодаря этому можно достичь максимальной чувствительности для систем с активно-индуктивной нейтралью путем поворота характеристики на -45°. Для случая с электрическими машинами, подключенными к шинам системы с изолированной нейтралью, самой высокой чувствительности в активно-емкостной области можно добиться с помощью поворота на +45° (см. следующий рисунок).

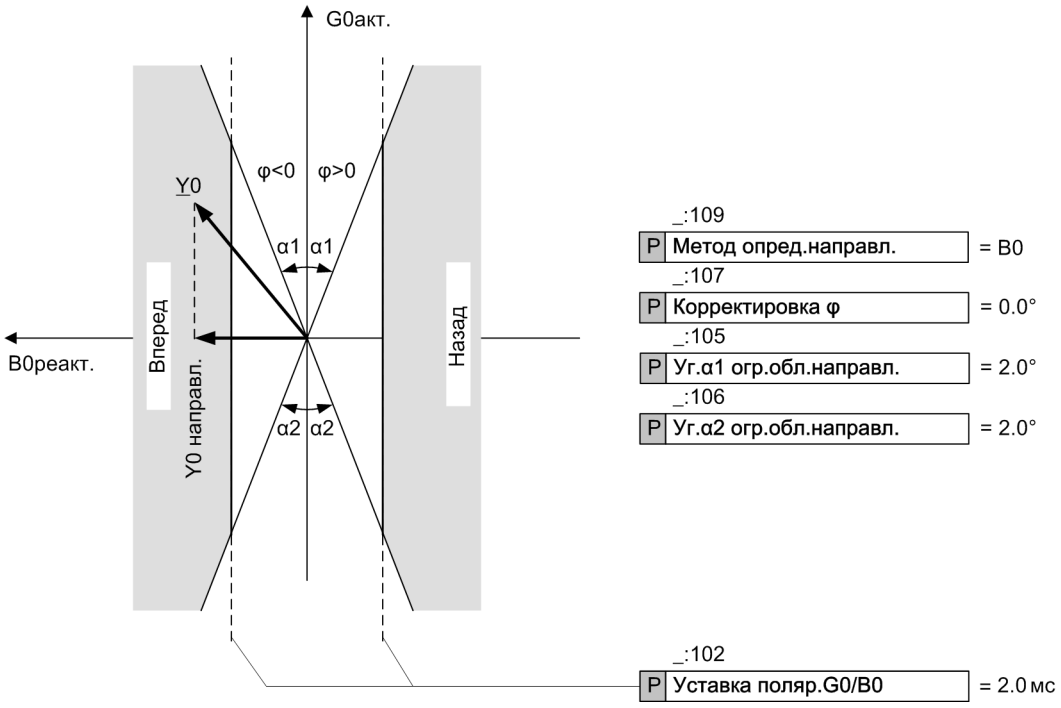


[DwY0meas-171012-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-257 Повороты характеристики направленности при измерении G0 с коррекцией угла

Если установить параметр **Метод опред.направл.** в B0 и параметр **Корректировка φ** в *0*, ось симметрии характеристики направленности совпадет с осями G0 и U0. Так как компонент полной проводимости Y0, перпендикулярный = оси симметрии, является решающим (B0направ. (=Y0направ.)), здесь в определении направления используется реактивная проводимость B0. Если реактивная проводимость B0направ. (B0реакт.) превышает отрицательное значение уставки **Уставка поляр.G0/B0**, направление определяется как "вперед". Если реактивная проводимость B0направ. превышает положительное значение уставки, направление определяется как "назад". В промежуточном диапазоне направление не определяется.

Такое измерение направления подходит для определения направления замыкания на землю в системах с изолированной нейтралью.



[DwSiCoY0-011112-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-258 Определение направления для измерения B0

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **`Блок.от БНН`** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

Блокирование пуска после ликвидации повреждения

Устранение повреждения может быть распознано быстрее при использовании мгновенных значений напряжения нулевой последовательности, чем вернется основной орган U0 ступени. В этом случае пуск ступени можно заблокировать быстрым органом определения ликвидации повреждения. Это позволяет быстро сбрасывать излишне продолжающиеся пуски при длительных процессах затухания в системе нулевой последовательности. Параметр **`Блок.после ликв.повр.`** включает или отключает ускоренное обнаружение устранения повреждения.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания от ФБ обнаружения броска тока намагничивания

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении превышения пороговых значений при броске тока намагничивания. В случае блокировки и выполнения условий пуска выполняется пуск ступени. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а условия срабатывания все еще выполняются, начинается отсчет выдержки времени.

6.19.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.от ННН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от ННН** = ***да***

Параметр **Блок.от ННН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (ННН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* функционального блока **Автомат ТН** подключается с помощью автомата трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно задать, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Siemens рекомендует отключить блокировку. Основная гармоника напряжения нулевой последовательности является надежным критерием для определения замыкания на землю и не изменяется после процедуры включения.

Параметр: Блок.после ликв.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:110) Блок.после ликв.повр.** = ***да***

Если параметр **Блок.после ликв.повр.** установлен равным ***да***, пуск блокируется после обнаружения ликвидации повреждения. Это позволяет быстро сбрасывать излишне продолжающиеся пуски при длительных процессах затухания в системе нулевой последовательности. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:108) Направленный режим** = ***вперед***

При возникновении повреждения выбор значения параметра **Направленный режим** определяет, в каком направлении произойдет пуск ступени (вперед или назад).

Параметр: Метод опред.направл., Корректировка φ, Уставка поляр.G0/B0, Уставка пуска по 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:109) Метод опред.направл.** = ***G0***
- Уставка по умолчанию **(_:107) Корректировка φ** = ***0,0°***

- Уставка по умолчанию **(_:102) Уставка поляр.G0/B0** = ***2,00 мСм***
- Уставка по умолчанию **(_:101) Уставка пуска по 3I0>** = ***0,002 А***

Эти параметры служат для задания характеристики направленности ступени. Используемая характеристика направленности зависит от режима работы нейтрали сети.

Обратите внимание, что по существу для определения направления решающим является компонент полной проводимости, перпендикулярный установленной характеристике направленности, см. главу *6.19.8.1 Описание*. Этот компонент полной проводимости сравнивается с пороговым значением **Уставка поляр.G0/B0**. И наоборот, абсолютное значение тока 3I0 сравнивается с параметром **Уставка пуска по 3I0>**.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
Заземлено	Для определения направления в сети с заземленной нейтралью через дугогасящую катушку решающим является ток нулевой последовательности утечки 3I0 · cos φ дугогасящей катушки. Для оценки тока нулевой последовательности утечки необходимо задать следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = *G0* • **Корректировка φ** = *0,0°* Определение направления для короткого замыкания на землю еще более затруднено тем, что намного больший реактивный ток, емкостной или индуктивный, накладывается на незначительный ток нулевой последовательности утечки. Поэтому, в зависимости от конфигурации сети и погрешностей, результирующий ток замыкания на землю, подводимый к устройству, может значительно изменяться в своем значении и фазовом угле. Однако, устройство должно оценивать только активную составляющую тока замыкания на землю. Это требует чрезвычайно высокой точности, особенно в отношении измерения фазового угла всех измерительных трансформаторов. Более того, устройство не должно быть очень чувствительным. Ожидать надежное измерение направления можно, только обеспечив подключение к трансформатору тока нулевой последовательности. Для задания параметра **Уставка поляр.G0/B0** применяется следующая формула: $G0 > k_{отс} \frac{I_{0актив.}}{\sqrt{3}U_{ном}} + \frac{I_{0мин}}{U0 >}$ где: $k_{отс}$ коэффициент отстройки $k_{отс}$ = 1,2 (кабельные сети), $k_{отс}$ = 2,0 (воздушные линии) $I_{0актив.}$: Активный компонент тока замыкания на землю (ток нулевой последовательности утечки) защищаемой линии $U_{ном.}$: вторичное номинальное напряжение в нормальном режиме $I_{0мин}$: минимальный ток на землю в нормальном режиме, 5 - 10 мА (трансформатор тока нулевой последовательности), 50 - 100 мА (трансформатор Холмгрина) U0>: Порог пуска напряжения смещения нейтрали ≈ 0,1 $\sqrt{3}U_{ном.}$ Если в дугогасящей катушке используется параллельный резистор Rп, пороговое значение G0 также должно быть меньше, чем: $G0 \leq \frac{1}{k_{отс}} \frac{I_{Rп}}{\sqrt{3}U_{ном}}$ где: $k_{отс}$: коэффициент отстройки ≥ 1,5 $I_{Rп}$: вторичный номинальный ток параллельного резистора $U_{ном.}$: вторичное номинальное напряжение в нормальном режиме Параметр **Уставка пуска по 3I0>** можно установить для половины ожидаемого измеряемого тока, при этом здесь можно использовать весь ток нулевой последовательности.
Изолированная	Для определения направления в сети с изолированной нейтралью решающим является емкостный реактивный ток замыкания на землю 3I0 · sin φ.

Тип сети / Режим работы нейтрали	Описание
	Для оценки емкостного реактивного тока замыкания на землю задайте следующие уставки: • **Метод опред.направл.** = ***B0*** • **Корректировка φ** = ***0,0°*** В системах с изолированной нейтралью замыкание на землю позволит емкостным токам замыкания на землю всей электрически связанной системы, за исключением тока замыкания на землю в самом поврежденном кабеле, протекать через точку измерения, поскольку последние текут непосредственно от места повреждения (т. е. не через точку измерения). Чтобы определить значение пуска для параметра **Уставка поляр.G0/B0**, можно использовать следующую формулу. $B0 \geq \frac{I_{0мин}}{U0>}$ где: $I_{0мин}$: Ток замыкания на землю в нормальном режиме U0>: Порог пуска напряжения смещения нейтрали ≈ $0.02\sqrt{3}U_{ном.}$ в нормальном режиме B0 ≤ 0. Для параметра **Уставка пуска по 3I0>** выберите около половины данного емкостного тока короткого замыкания на землю, протекающего через точку измерения.
Заземление через сопротивление	Для определения направления в системе, заземленной через сопротивление, решающим является активно-индуктивный ток замыкания на землю. Для оценки этого тока короткого замыкания задайте следующие параметры: • **Метод опред.направл.** = ***G0*** • **Корректировка φ**= ***-45,0°*** Для задания параметра **Уставка поляр.G0/B0** используется следующее эмпирическое правило: Установите значение пуска согласно следующей формуле, где может использоваться только активный ток короткого замыкания на землю. $G0 > k_{отс} \frac{I_{0актив.}}{\sqrt{3}U_{ном}} + \frac{I_{0мин}}{U0>}$ где: $k_{отс}$: коэффициент отстройки $k_{отс}$ = 1,2 (кабельные сети), $k_{отс}$ = 2,0 (воздушные линии) $I_{0актив.}$: активный компонент тока короткого замыкания на землю (активный ток утечки) защищаемой линии $U_{ном.}$: вторичное номинальное напряжение в нормальном режиме $I_{0мин}$: минимальный ток на землю в нормальном режиме, 5 - 10 мА (трансформатор тока нулевой последовательности), 50 - 100 мА (трансформатор Холмгрина) U0>: Порог пуска напряжения смещения нейтрали ≈ 0,02 $\sqrt{3}U_{ном.}$ Параметру **Уставка пуска по 3I0>** должно быть задано значение, установленное меньше минимально возможного тока замыкания на землю.

Параметр: Уг.α1 огр.обл.направл., Уг.α2 огр.обл.направл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Уг.α1 огр.обл.направл.** = *2°*
- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Уг.α2 огр.обл.направл.** = *2°*

С помощью параметров **Уг.α1 огр.обл.направл.** и **Уг.α2 огр.обл.направл.** вы определяете угол ограничения области определения направления. Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, равные 2°.

В сети с заземленной нейтралью через дугогасящую катушку в фидерах с очень большим реактивным током может оказаться целесообразным установить несколько большее значение угла α1, чтобы избежать ложных пусков из-за погрешностей трансформатора и алгоритма.

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:103) Порог. значение U0>** = *30,000 В*

Параметр **Порог. значение U0>** позволяет задать чувствительность по напряжению нулевой последовательности ступени. Пороговое значение должно быть меньше минимального значения напряжения НП U0, которое нужно определить.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Выд.врем.опр.направл.** = *0,10 с*

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Для получения измерений стабильного состояния определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется режимом работы сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = *2,0 с*

Параметр **Задержка срабатывания** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.19.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Y0> G0/B0				
_:1	Y0> G0/B0:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Y0> G0/B0:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	Y0> G0/B0:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	Y0> G0/B0: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:110	Y0> G0/B0:Блок.после ликв.повр.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:108	Y0> G0/B0:Направленный режим		• вперед • назад	вперед
_:109	Y0> G0/B0:Метод опред.направл.		• G0 • B0	G0
_:107	Y0> G0/B0:Корректировка φ		-45 ° до 45 °	0 °
_:102	Y0> G0/B0:Уставка поляр.G0/B0		0.10 мСм до 100.00 мСм	2.00 мСм
_:105	Y0> G0/B0:Уг.α1 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:106	Y0> G0/B0:Уг.α2 огр.обл.направл.		1 ° до 15 °	2 °
_:101	Y0> G0/B0:Уставка пуска по 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.15 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.030 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.15 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.030 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.150 A
_:103	Y0> G0/B0:Порог. значение U0>		0.300 В до 200.000 В	30.000 В
_:104	Y0> G0/B0: Выд.врем.опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6	Y0> G0/B0:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.19.8.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Y0> G0/B0			
_:81	Y0> G0/B0:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Y0> G0/B0:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Y0> G0/B0:Неактивно	SPS	O
_:52	Y0> G0/B0:Режим работы	ENS	O
_:53	Y0> G0/B0:Статус исправности	ENS	O
_:60	Y0> G0/B0:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	Y0> G0/B0:Пуск	ACD	O
_:56	Y0> G0/B0:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Y0> G0/B0:Работа	ACT	O

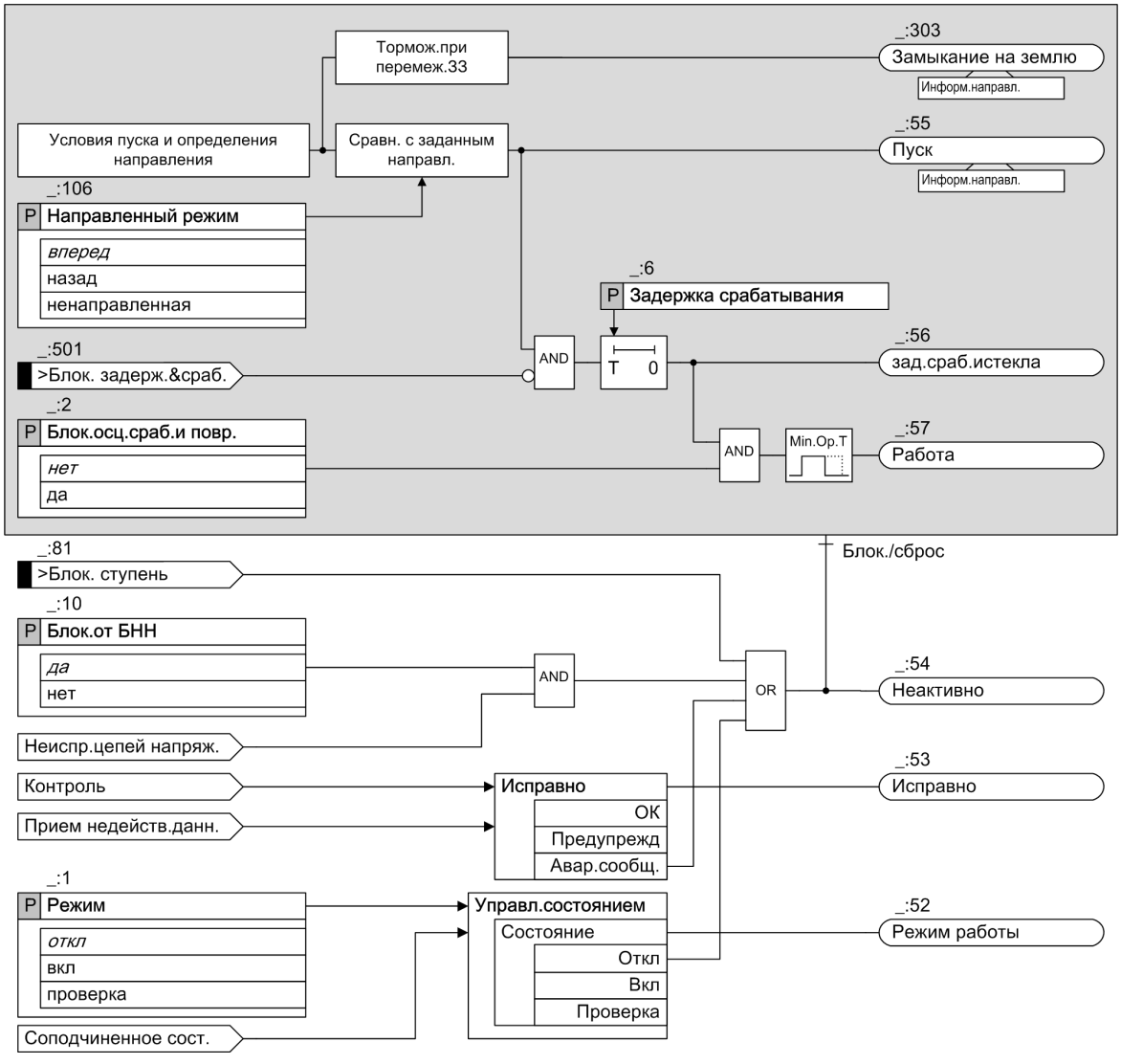
6.19.9 Направленная ступень с векторными измерениями с учетом гармоник

6.19.9.1 Описание

Функция **Направленная ступень с измерением параметров вектора определенной гармоники** основана на непрерывном измерении для определения направления. Ступень определяет направ-

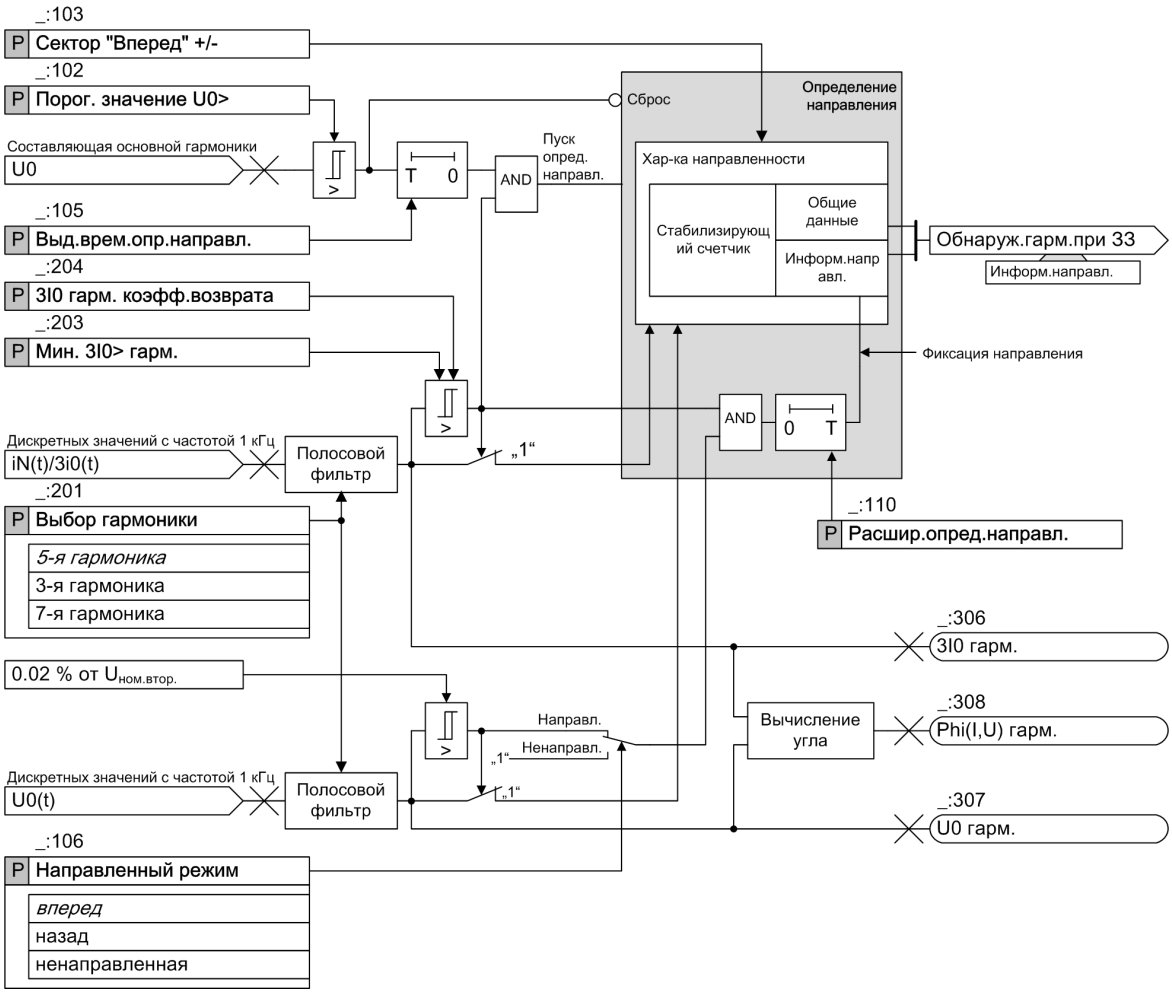
ление через векторы 3-й, 5-й или 7-й гармоник напряжения нулевой последовательности U0 и тока 3I0.

Логика



[lo_sensGFP V0 dir harmonic, 1, ru_RU]

Рисунок 6-259 Логическая схема направленной ступени с измерением параметров вектора определенной гармоники



[lo_start condition and dir. determ, 1, ru_RU]

Рисунок 6-260 Логическая схема условий запуска и определения направления

Измеряемые величины, методы измерения

Устройство может измерять напряжение смещения нейтрали с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в значение относительно напряжения нулевой последовательности U0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей U_A, U_B и U_C, используя характеристическое уравнение.

Дополнительную информацию для измеренного значения 3I0 и метода измерения можно найти в разделе *Определение значения 3I0, метод измерения , Страница 844*.

Функция для определения направления использует значение основной гармоники U0 и векторы 3-й, 5-й или 7-й гармоник U0 и 3I0. Вектор конкретной гармоники, который будет использоваться, определяется уставкой **Выбор гармоники**.

Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если значение основной гармоники напряжения нулевой последовательности U0 превышает пороговое значение **Порог. значение U0>**, ступень обнаруживает замыкание на землю и запускается отсчет таймера **Выд.врем.опр.направл.**.

Если выполняются 2 следующих условия, то выдается сигнал о замыкании на землю и начинается определение направления:

- Значение основной гармоники напряжения нулевой последовательности U0 по-прежнему превышает пороговое значение **Порог. значение U0>** в течение периода действия таймера **Выд.врем.опр.направл.**.
- Абсолютное значение тока гармоники нулевой последовательности 3I0гарм. превышает пороговое значение **Мин. 3I0> гарм.** в момент завершения работы таймера **Выд.врем.опр.направл.**.

Чтобы выполнить определение направления, в дополнение к двум предыдущим условиям должно быть выполнено следующее условие:

Напряжение гармоники нулевой последовательности U0гарм. должно превышать порог, который составляет 0,02% от вторичного номинального напряжения трансформатора напряжения. Если это условие не выполняется, результатом будет **неизвестно**.

Результат определения направления сообщается через сигнал *Замыкание на землю*.

Срабатывание ступени зависит от результата определения направления и от параметра **Направленный режим**:

- Если параметр **Направленный режим** установлен равным ***вперед*** или ***назад***, ступень срабатывает, когда результат определения направления равен спараметрированному направлению, и сигнал *Пуск* сообщается с определенным направлением.
- Если параметр **Направленный режим** установлен равным ***ненаправленная***, ступень срабатывает независимо от результата определения направления, и сигнал *Пуск* сообщается в состоянии **неизвестно**.

Определение направления

Параметр **Выбор гармоники** позволяет выбрать для обнаружения направления вектор 3-й, 5-й или 7-й гармоники. Направление определяется путем вычисления фазового угла между следующими значениями:

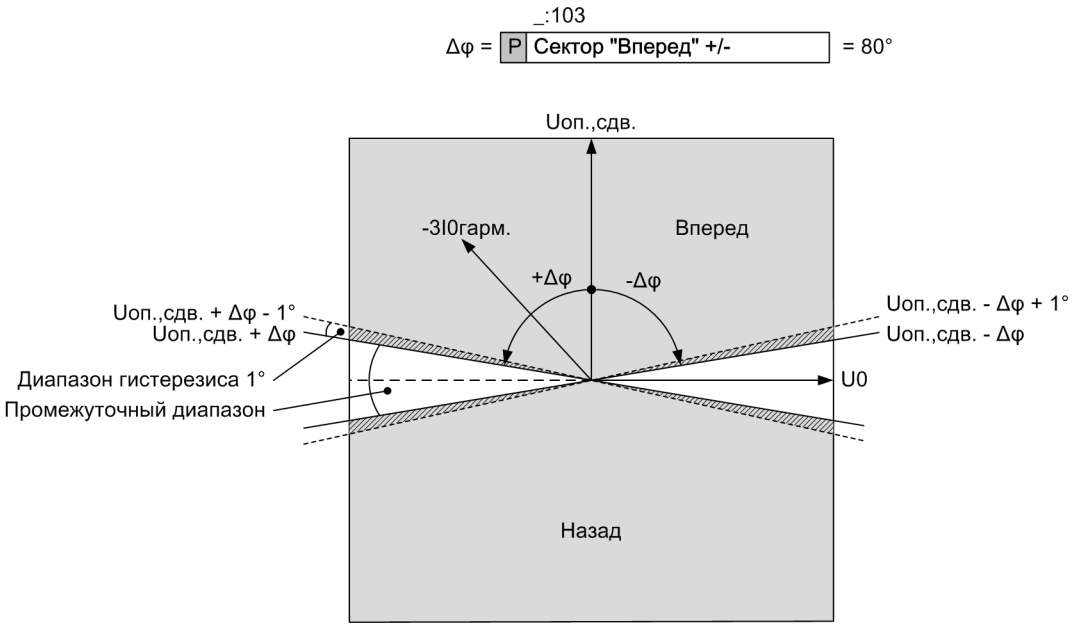
- Ток гармоники нулевой последовательности 3I0гарм.
- Сдвинутое напряжение гармоники нулевой последовательности U0гарм., указанное ниже в качестве опорного напряжения $U_{оп,сдв}$

Опорное напряжение сдвинуто на угол + 90° по отношению к U0. Это обеспечивает максимальную безопасность для определения направления, предполагая, что 3I0гарм. является реактивным током.

Сдвинутое опорное напряжение $U_{оп,сдв}$ и параметр **Сектор "Вперед" +/-** определяют диапазоны в прямом и обратном направлении. Подробную информацию см. в *Рисунок 6-261*.

Области на рисунке ниже можно описать следующим образом:

- Направление вперед определяется как зона ± Δφ вокруг сдвинутого опорного напряжения, $U_{оп,сдв}$. Значение ± Δφ можно определить с помощью параметра **Сектор "Вперед" +/-**. Если вектор вторичного тока замыкания на землю -3I0гарм. лежит в этой области, определено направление вперед.
- Зеркальная область для направления вперед представляет собой диапазон в обратном направлении. Если вектор вторичного тока замыкания на землю -3I0гарм. лежит в этой области, определено направление назад.
- В промежуточной зоне направление является **неопределенным**.



[dw_sensGFP V0 dir harmonic, 1, ru_RU]

Рисунок 6-261 Характеристика направления

Счетчик стабилизации

Для надежного определения направления функция использует счетчик стабилизации. Чтобы показать результат направления, определенное направление должно быть стабильным в течение 4 последовательных циклов измерения. Время цикла составляет 10 мс.

Продление результата определения направления

Таймер **Расшир.опред.направл.** может продлить действие последнего результата определения направления, если условия для дальнейшего определения направления больше не выполняются. Результат последнего определения направления сохраняется до тех пор, пока не будут выполнены условия для дальнейшего определения направления (таймер сбрасывается) или до истечения таймера. Поведение продления для результата направления изменяется в соответствии с настройкой параметра **Направленный режим**:

- **Направленный режим** = ***вперед*** или ***назад***

  Как только ток гармоники нулевой последовательности 3I0гарм. или напряжение гармоники нулевой последовательности U0гарм. падает ниже соответствующего значения возврата, запускается таймер **Расшир.опред.направл.**. Если результат направления равен уставке параметра **Направленный режим**, то последний сигнал *Пуск* также продляется.

  Если оба параметра 3I0гарм. и U0гарм. снова превышают свои пороговые значения, таймер **Расшир.опред.направл.** немедленно сбрасывается, и определение направления выполняется снова.

- **Направленный режим** = ***ненаправленная***

  Как только ток гармоники нулевой последовательности 3I0гарм. падает ниже соответствующего значения возврата, запускается таймер **Расшир.опред.направл.**.

  В этом направленном режиме сообщение *Пуск* выдается только с информацией о направлении *неизвестно*, независимо от фактического направления, которое указано в сигнале *Замыкание на землю*. Следовательно, сигнал *Пуск* с информацией *неизвестно* продляется.

  Если параметр 3I0гарм. снова превышает свое пороговое значение, таймер **Расшир.опред.направл.** немедленно сбрасывается, и определение направления выполняется повторно.

Отображение измеренного значения

Если таймер **Выд.врем.опр.направл.** истекает, а значение основной гармоники U0 продолжает превышать **Порог. значение U0>**, выдаются следующие измеренные значения:

- *U0 гарм.*
- *3I0 гарм.*
- *Phi(I,U) гарм.*

Эти измеренные значения отображаются в виде ---, если значение 3I0гарм. или U0гарм. составляет менее 0,005% от номинального вторичного тока или напряжения.

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция **Обнаружение неисправности цепей напряжения** блокировала или не блокировала ступень.

6.19.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:102) Порог. значение U0>** = ***20,000 В***

Параметр **Порог. значение U0>** позволяет задать чувствительность по напряжению (основная гармоника) нулевой последовательности ступени. Установите пороговое значение менее, чем минимальное абсолютное значение напряжения нулевой последовательности U0, которое должно определяться. Типовые значения находятся в диапазоне от 15 до 25 В.

Параметр: Выд.врем.опр.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Выд.врем.опр.направл.** = ***0,00 с***

Начало замыкания на землю обычно сопровождается значительными переходными процессами. Это может привести к неправильному определению направления. Определение направления может быть отсрочено от момента появления напряжения нулевой последовательности на время, задаваемое параметром **Выд.врем.опр.направл.**. Продолжительность переходного процесса определяется режимом работы сети и соответствующими характеристиками. Если вы не знаете приемлемые значения выдержки времени, Siemens рекомендует оставить уставки по умолчанию.

Параметр: Сектор "Вперед" +/-

- Уставка по умолчанию **(_:103) Сектор "Вперед" +/-** = ***80°***

Параметр **Сектор "Вперед" +/-** задает характеристику направления, т.е. направление вперед и назад.

Обычно параметр **Сектор "Вперед" +/-** можно оставить таким, каким он задан по умолчанию. Уменьшая область направления вперед, можно обеспечить большую безопасность для результата направления, но, с другой стороны, вы увеличиваете вероятность неэффективности работы ступени.

Параметр: Расшир.опред.направл.

- Уставка по умолчанию **(_:110) Расшир.опред.направл.** = ***5,00 с***

Параметр **Расшир.опред.направл.** определяет время для продления действия последнего результата определения направления, если условия для дальнейшего определения направления больше не выполняются.

Этот таймер может использоваться для генерации сообщения о стабильном направлении при изменении содержания гармоник нулевой последовательности. Для реализации схемы определения приоритетов между различными методами параллельной работы (ступенями) может снова потребоваться генерация сообщения стабильного направления.

Параметр: Выбор гармоники

- Уставка по умолчанию **(_:201) Выбор гармоники** = ***5-я гармоника***

Параметр **Выбор гармоники** позволяет использовать для определения направления векторы 3-й, 5-й или 7-й гармоник напряжения нулевой последовательности U0 и тока нулевой последовательности 3I0.

Параметр: Мин. 3I0> гарм.

- Уставка по умолчанию **(_:203) Мин. 3I0> гарм.** = ***0,030 A***

Параметр **Мин. 3I0> гарм.** определяет пороговое значение тока гармоники нулевой последовательности 3I0гарм. для обнаружения замыкания на землю и определения направления пуска. Более подробную информацию можно найти в разделе *Обнаружение замыкания на землю, пуск, Страница 882*.

Этот параметр необходимо установить в соответствии с опытом работы в конкретной сети. Для этого необходимо проанализировать постоянные повреждения на землю в сети. Если такая информация недоступна, Siemens рекомендует установить довольно низкую настройку во вторичных величинах от 5 мА до 10 мА.

Параметр: 3I0 гарм. коэфф.возврата

- Уставка по умолчанию **(_:204) 3I0 гарм. коэфф.возврата** = ***0,60***

Параметр **3I0 гарм. коэфф.возврата** определяет порог возврата для параметра **Мин. 3I0> гарм.**.

Понижение этого порога возврата увеличивает диапазон и период определения направления при изменении содержания гармоник нулевой последовательности. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:106) Направленный режим** = ***вперед***

Параметр **Направленный режим** определяет, для какого направления функция генерирует состояние срабатывания:

- Если параметр **Направленный режим** установлен равным ***вперед*** или ***назад***, ступень срабатывает, когда результат определения направления равен спараметрированному направлению, и сигнал *Пуск* сообщается с определенным направлением.
- Если параметр **Направленный режим** установлен равным ***ненаправленная***, ступень срабатывает независимо от результата определения направления, и сигнал *Пуск* сообщается в состоянии **неизвестно**.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***1,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.



ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании обоих параметров **Задержка срабатывания** и **Расшир.опред.направл.** параметр **Задержка срабатывания** обычно имеет значительно большее значение, чем **Расшир.опред.направл.**. Если значение **Задержка срабатывания** меньше значения **Расшир.опред.направл.**, функция будет работать для каждого повреждения независимо от его продолжительности, если направление повреждения равно заданному направлению.

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю, расположенному во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

6.19.9.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U0>напр.гарм.#				
_:1	U0>напр.гарм.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	U0> напр.гарм.#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	U0> напр.гарм.#:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:106	U0> напр.гарм.#:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	U0>напр.гарм.#:Сектор "Вперед" +/-		0 ° до 90 °	80 °
_:102	U0>напр.гарм.#:Порог. значение U0>		0.300 В до 200.000 В	20.000 В
_:201	U0>напр.гарм.#:Выбор гармоники		• 3-я гармоника • 5-я гармоника • 7-я гармоника	5-я гармоника
_:203	U0>напр.гарм.#:Мин. 3I0> гарм.	1 А при 100 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.030 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.15 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 35.000 А	0.030 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 175.00 А	0.15 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.030 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.150 А
_:204	U0>напр.гарм.#:3I0 гарм. коэфф.возврата		0.10 до 0.95	0.60
_:110	U0> напр.гарм.#:Расшир.опред.направл.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:105	U0> напр.гарм.#:Выд.врем. опр.направл.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	U0> напр.гарм.#:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

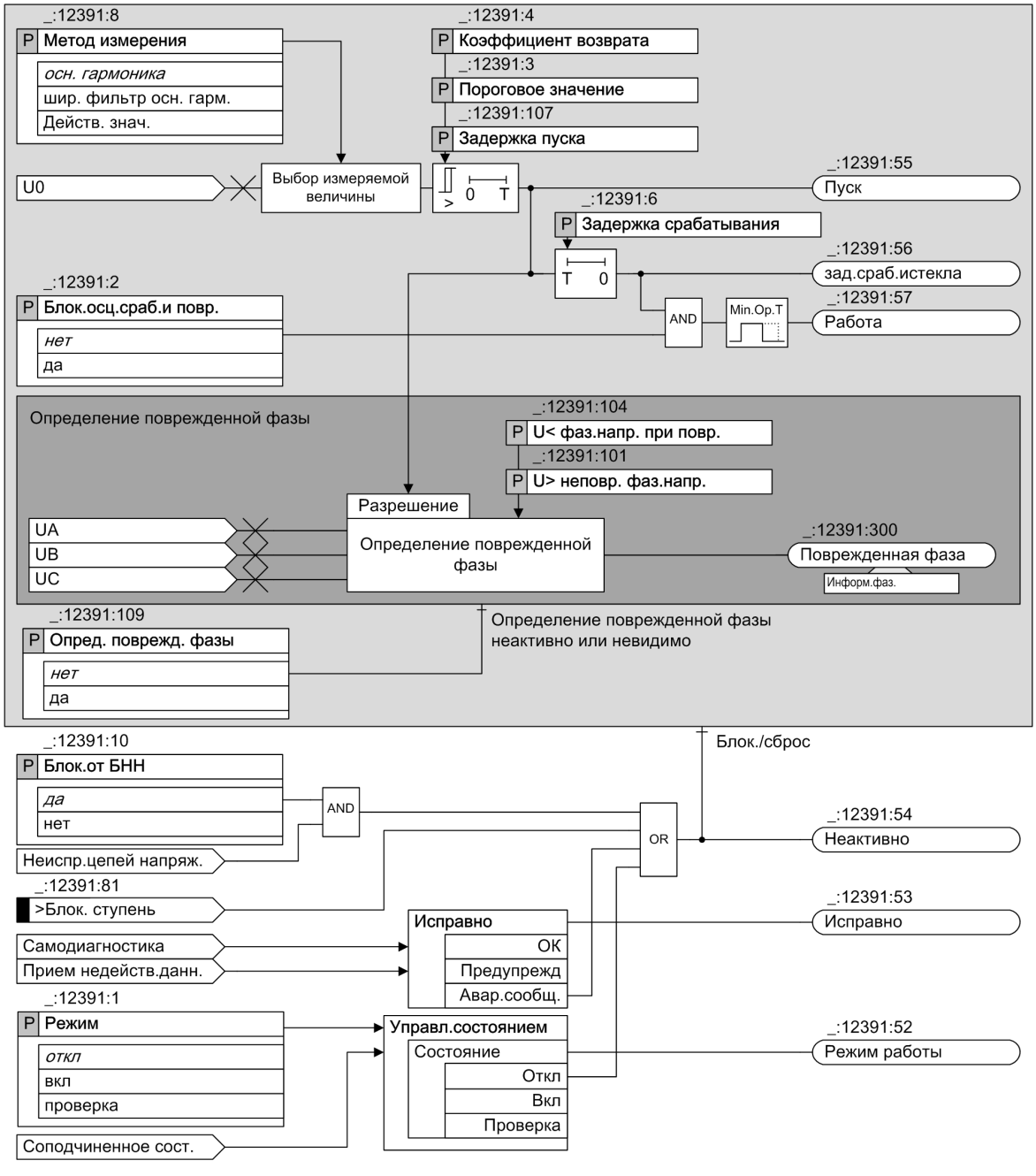
6.19.9.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U0>напр.гарм.#			
_:81	U0>напр.гарм.#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	U0>напр.гарм.#:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	U0>напр.гарм.#:Неактивно	SPS	O
_:52	U0>напр.гарм.#:Режим работы	ENS	O
_:53	U0>напр.гарм.#:Статус исправности	ENS	O
_:303	U0>напр.гарм.#:Замыкание на землю	ACD	O
_:55	U0>напр.гарм.#:Пуск	ACD	O
_:56	U0>напр.гарм.#:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	U0>напр.гарм.#:Работа	ACT	O
_:308	U0>напр.гарм.#:Phi(I,U) гарм.	MV	O
_:307	U0>напр.гарм.#:U0 гарм.	MV	O
_:306	U0>напр.гарм.#:3I0 гарм.	MV	O

6.19.10 Ступень напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения

6.19.10.1 Описание

Логика



[lo_gfps v0, 4, ru_RU]

Рисунок 6-262 Логическая схема ненаправленной ступени U0 для напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения

Измеряемая величина, метод измерения

Устройство может измерять напряжение смещения нейтрали с помощью TH, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение UN преобразуется в значение относительно напря-

жения нулевой последовательности U0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей U_A, U_B и U_C, используя характеристическое уравнение.

Параметр **Метод измерения** используется для выбора соответствующего метода измерения в зависимости от применения:

- Измерение основной гармоники (стандартный фильтр):
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать выборки напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.
- Измерение действующего значения (среднеквадратичное значение):
  Метод измерения определяет величину напряжения из выборок согласно формуле для среднеквадратичного значения.
- Измерение основной гармоники на основе 2-циклового фильтра с треугольным окном:
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать выборки напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники. Увеличение длины фильтра по сравнению со стандартным фильтром и использование треугольного окна позволяет сильнее подавлять высшие гармоники при неустойчивых повреждениях. Фильтр с увеличенной длиной вызывает увеличение времени срабатывания по сравнению со стандартным фильтром (см. *11.20.6 Ненаправленная ступень U0 для напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения*).

Пуск, возврат

Ступень сравнивает **Пороговое значение** с напряжением нулевой последовательности U0. Параметр **Задержка пуска** позволяет вам задержать пуск ступени по напряжению нулевой последовательности.

Значение параметра **Коэффициент возврата** определяет коэффициент возврата по отношению к значению **Пороговое значение**.

Определение поврежденной фазы

Параметр **Опред. поврежд. фазы** позволяет включить или отключить определение поврежденной фазы. Определение выполняется, когда ступень проводит измерение. Если напряжения 2 фаз превышают пороговое значение **U> неповр. фаз.напр.**, а напряжение третьей фазы падает ниже порогового значения **U< фаз.напр. при повр.**, считается, что последняя фаза повреждена и выдается сигнал.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.19.10.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Стандартный цифровой фильтр Фурье, обеспечивающий достаточное подавления гармоник и апериодических составляющих. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов).
шир. фильтр осн. гарм.	Для реализации особенно сильного ослабления гармоник и апериодической составляющей следует выбрать этот метод измерения. В отличие от стандартного фильтра, длительность окна данного фильтра составляет 2 периода. Обратите внимание, что в этом случае время срабатывания ступени незначительно увеличится (см. *11.20.6 Ненаправленная ступень U0 для напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения*).

Параметр: Задержка пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:107) Задержка пуска** = ***0 мс***

Параметр **Задержка пуска** позволяет отложить анализ измеренных параметров (генерировать пуск) при фиксации напряжения нулевой последовательности. Задержка может потребоваться, если возможно возникновение длительных переходных процессов вследствие большой емкости относительно земли линий электропередач.

Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **Задержка пуска** = ***0 мс***.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:12391:3) Пороговое значение** = ***30 В***

Пороговым значением функции является напряжение нулевой последовательности U0. Устройство производит расчет напряжения нулевой последовательности U0 либо на основе непосредственного измерения напряжения обмотки разомкнутого треугольника, либо на основе измерения трех фазных напряжений.

Заданное значение зависит от режима заземления нейтрали сети:

- Т.к. напряжение нулевой последовательности появляется в изолированных или компенсированных сетях только при замыканиях на землю, то значение уставки не имеет большого значения. Siemens рекомендует, чтобы значение уставки находилось в диапазоне от 20 до 40 В. Более высокая чувствительность (меньшее значение уставки) может потребоваться в случае замыкания на землю через большое активное сопротивление.
- Siemens рекомендует устанавливать более чувствительное (меньшее) значение в заземленных сетях. Данная уставка должна быть выше максимального возможного напряжения нулевой последовательности, вызванного несимметричным режимом работы.

ПРИМЕР

Для изолированных сетей

Напряжение нулевой последовательности измеряется трехфазным трансформатором напряжения, вторичные обмотки которого собраны в разомкнутый треугольник

- При однофазном замыкании на землю к устройству подводится напряжение нулевой последовательности, равное 100 В.
- Пороговое значение следует установить таким образом, чтобы ступень срабатывала при 50 % от значения полного напряжения нулевой последовательности.

- Полное напряжение нулевой последовательности составляет 100 В/√3 = 57,7 В.
  Таким образом уставка срабатывания должна быть задана равной: 0,5 · 57,7 В = 28,9 В ≈ 30 В

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки ***0,95***. Для большей точности измерений коэффициент возврата может быть уменьшен, например до 0,98.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:12391:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 с***

Уставка **Задержка срабатывания** позволяет предотвратить срабатывание функции при появлении напряжения нулевой последовательности в переходном режиме. Значение зависит от конкретного применения.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:12391:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.
Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена **Обнаруж.неиспр.цепей напряжения (БНН)**.
- Дискретный входной сигнал *>Открыт* функционального блока **Автомат ТН** подключается с помощью автомата трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Опред. поврежд. фазы

- Уставка по умолчанию **(_:12391:109) Опред. поврежд. фазы** = ***нет***

Параметр **Опред. поврежд. фазы** задает поведение ступени при определении замыкания конкретной фазы на землю.

Значение параметра	Описание
нет	Фаза, поврежденная при замыкании на землю, не определяется. Выберите данное значение, если ступень не будет использоваться для определения замыкания на землю, например, при использовании в сетях с заземленной нейтралью.
да	После пуска по напряжению нулевой последовательности устройство определяет поврежденную при замыкании на землю фазу. Данное значение следует выбирать при использовании в изолированных или компенсированных сетях.

Параметр: U< фаз.напр. при повр.

- Уставка по умолчанию **(_:12391:104) U< фаз.напр. при повр.** = ***30 В***

Задайте соответствующее значение порога в параметре **U< фаз.напр. при повр.** для определения поврежденной фазы. Задаваемое значение приводится к фазным величинам.

Это значение должно быть меньше минимального значения фазного напряжения в нормальном режиме. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U< фаз.напр. при повр.** = ***30 В***.

Параметр: U> неповр. фаз.напр.

- Уставка по умолчанию **(_:12391:101) U> неповр. фаз.напр.** = ***70 В***

Задайте значение уставки для двух неповрежденных фаз в параметре **U> неповр. фаз.напр.**. Задаваемое значение – это измеряемое фазное напряжение.

Это значение должно быть больше максимального значения фазного напряжения в нормальном режиме, но меньше минимального значения линейного напряжения. Например, при $U_{ном}$ = 100 В следует задать значение 70 В. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U> неповр. фаз.напр.** = ***70 В***.

Работа в режиме мониторинга

Чтобы ступень выполняла только регистрацию, можно отменить сообщение об операциях с выключателем и регистрацию повреждений через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.19.10.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
U0> 1				
_:12391:1	U0> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:12391:2	U0> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:12391:10	U0> 1:Блок.от ННН		• нет • да	да
_:12391:109	U0> 1:Опред. поврежд. фазы		• нет • да	нет
_:12391:8	U0> 1:Метод измерения		• осн. гармоника • шир. фильтр осн. гарм. • Действ. знач.	осн. гармоника
_:12391:3	U0> 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	30.000 В
_:12391:4	U0> 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:12391:107	U0> 1:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:12391:6	U0> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:12391:101	U0> 1:U> неповр. фаз.напр.		0.300 В до 200.000 В	70.000 В
_:12391:104	U0> 1:U< фаз.напр. при повр.		0.300 В до 200.000 В	30.000 В

6.19.10.4 Список сообщений

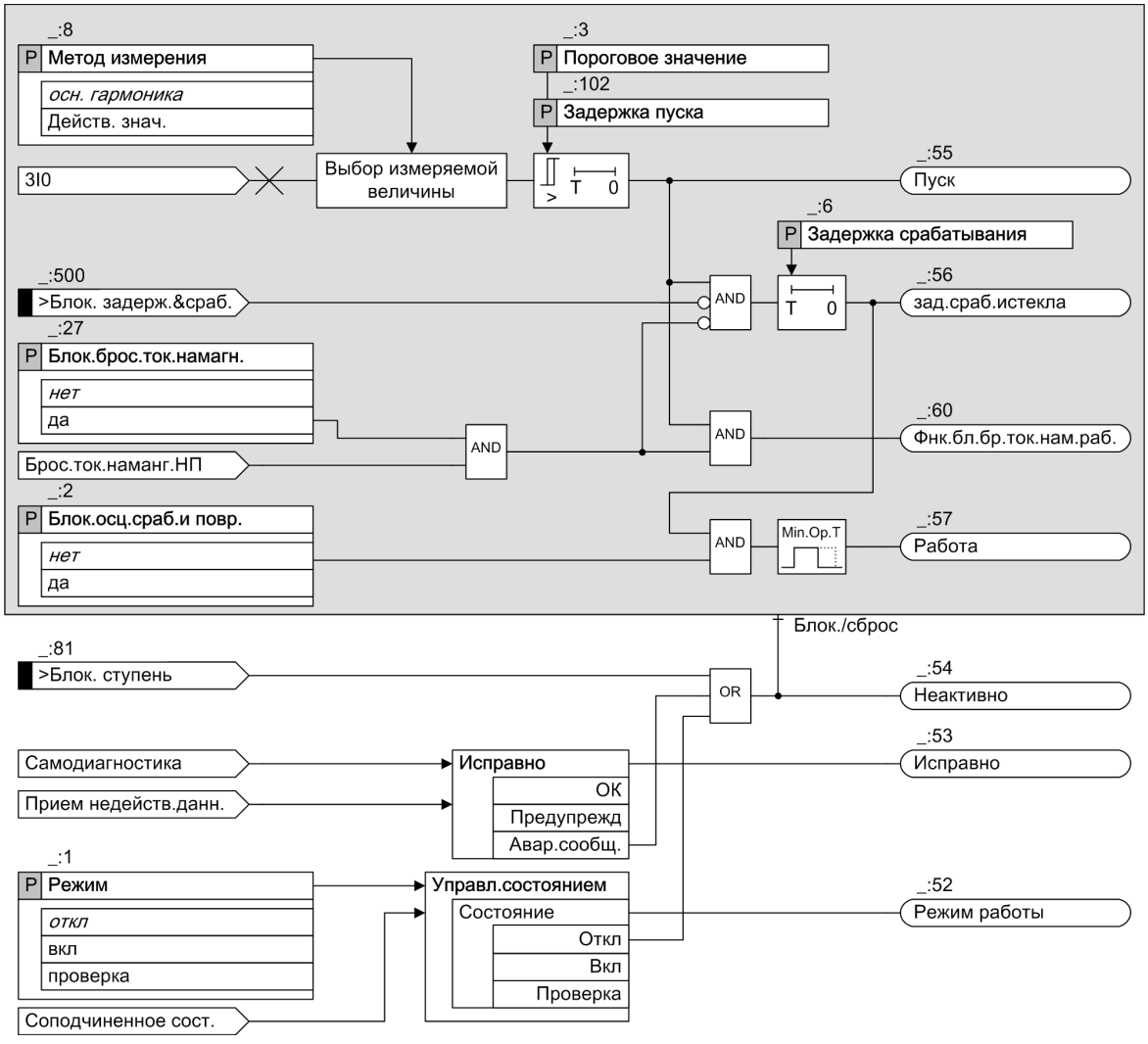
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
U0> 1			
_:12391:81	U0> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:12391:54	U0> 1:Неактивно	SPS	O
_:12391:52	U0> 1:Режим работы	ENS	O
_:12391:53	U0> 1:Статус исправности	ENS	O
_:12391:300	U0> 1:Поврежденная фаза	ACT	O
_:12391:55	U0> 1:Пуск	ACD	O
_:12391:56	U0> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:12391:57	U0> 1:Работа	ACT	O

6.19.11 Ненаправленная ступень 3I0

6.19.11.1 Описание

В функцию **Направленное чувствительное обнаружение повреждений на землю** может быть добавлена **ненаправленная ступень 3I0**.

Логика



[lo_sensitive ground-current protection 3I0, 2, ru_RU]

Рисунок 6-263 Логическая схема направленной ступени 3I0

Определение 3I0

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 A, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

В зависимости от типа соединения точки измерения и используемых клеммных колодок применяются разные диапазоны линейности и настройки. Более подробную информацию можно найти в разделе *Определение значения 3I0, метод измерения , Страница 844*.

Метод измерения

Параметр **Метод измерения** применяется для того, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:

  При этом методе измерений осуществляется вычисление среднеквадратичного значения амплитуды тока за 1 период промышленной частоты. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Ступень можно заблокировать, используя дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&сраб.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка отключения от ФБ ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении превышения пороговых значений при броске тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени.

6.19.11.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, блокируется ли отключение в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***0,050 A***

Параметр **Пороговое значение** позволяет установить пороговое значение тока замыкания на землю равным 3I0.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:102) Задержка пуска** = ***0,00 с***

С помощью параметра **Задержка пуска** можно задать уставку касательно того, необходима ли выдержка времени для ступени. Если переходной процесс при замыкании на землю оценивать не нужно, установите выдержку времени равную, например, 100 мс.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***0,30 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.19.11.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
3I0> #				
_:1	3I0> #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	3I0> #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:27	3I0> #: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8	3I0> #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:3	3I0> #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A
_:102	3I0> #:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	3I0> #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.19.11.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
3I0> #			
_:81	3I0> #:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	3I0> #:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	3I0> #:Неактивно	SPS	O
_:52	3I0> #:Режим работы	ENS	O

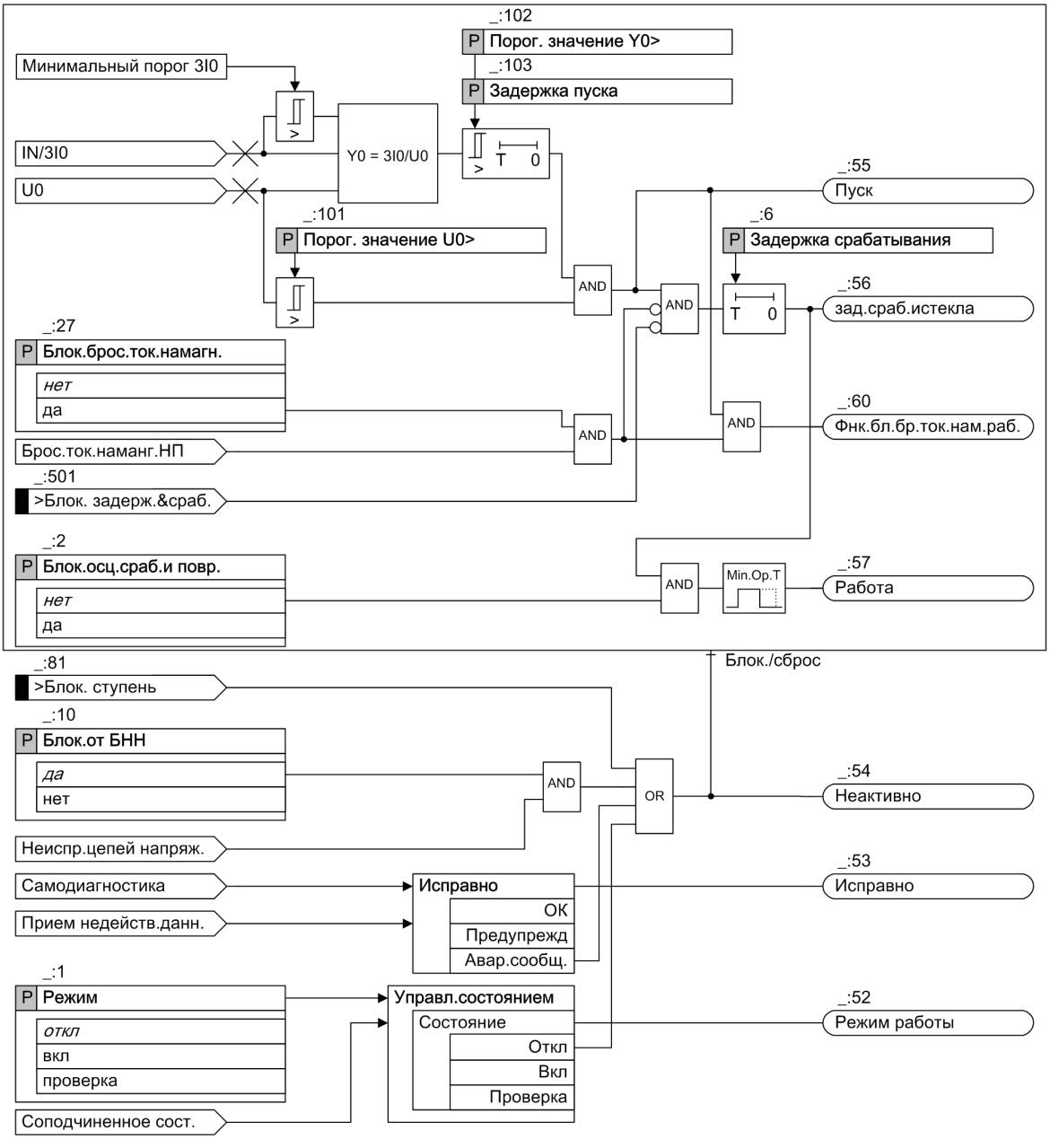
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:53	3I0> #:Статус исправности	ENS	O
_:60	3I0> #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	3I0> #:Пуск	ACD	O
_:56	3I0> #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	3I0> #:Работа	ACT	O

6.19.12 Ненаправленная ступень Y0

6.19.12.1 Описание

В функцию **Направленное чувствительное обнаружение повреждений на землю** может быть добавлена **ненаправленная ступень Y0**.

Логика



[logfpsy0-240614-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-264 Логическая схема ненаправленной ступени Y0

Определение значения U0, метод измерения

Устройство может измерять напряжение смещения нейтрали с помощью TH, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение UN преобразуется в значение относительно напряжения нулевой последовательности U0. Если значение смещения нейтрали недоступно, устройство вычисляет значение напряжения нулевой последовательности U0 на основе из фазных напряжений U_A, U_B и U_C.

Метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

Определение значения 3I0, метод измерения

Функция обычно оценивает чувствительно измеряемый ток НП 3I0 с помощью трансформатора тока нулевой последовательности. Поскольку диапазон измерений чувствительного входа заканчивается ориентировочно на 1,6 А, для больших величин вторичных токов замыкания на землю функция переключается на значение 3I0, которое рассчитывается из фазных токов. Таким образом, обеспечивается достаточно широкий диапазон измерений и допустимых уставок.

Функция работает с выборками основной гармоники после выполнения цифровой фильтрации сигнала.

В зависимости от типа соединения точки измерения и используемых клеммных колодок применяются разные диапазоны линейности и настройки. Более подробную информацию можно найти в разделе *Определение значения 3I0, метод измерения , Страница 844*.

Y0

Значения основной гармоники U0 и 3I0 используются для вычисления полной проводимости Y0 по формуле Y0 = 3I0/U0. Эта ступень использует Y0 в качестве условия для распознавания замыкания на землю.

Минимальное пороговое значение 3I0

Чтобы начать вычисление Y0, значение IN/3I0 должно превышать минимальное пороговое значение 3I0. Для трансформаторов тока для целей защиты пороговое значение составляет 30 мА ($I_{ном, втор}$ = 1 А) или 150 мА ($I_{ном, втор}$ = 5 А). Для чувствительных трансформаторов тока пороговое значение составляет 1 мА ($I_{ном, втор}$ = 1 А) или 5 мА ($I_{ном, втор}$ = 5 А).

Обнаружение замыкания на землю, пуск

Если абсолютное значение напряжения U0 нулевой последовательности превышает пороговое значение **Порог. значение U0>** и значение Y0 превышает пороговое значение **Порог. значение Y0>**, ступень определяет замыкание на землю. Если пороговые значения остаются превышенными в течение времени **Задержка пуска**, выполняется срабатывание ступени.

Блокировка ступени через сигнал на дискретном входе

Возможна внешняя или внутренняя блокировка ступени через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Блокировка ступени при неисправности цепей напряжения

В случае неисправности цепей напряжения ступень может быть заблокирована. При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени.

Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН**, который связан со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

Блокировка выдержки времени

Чтобы блокировать пуск выдержки времени и срабатывание, используется дискретный входной сигнал *>Блок. задерж.&срab.*. Текущая выдержка времени сбрасывается. Выводится сообщение о пуске, и создается запись в журнале повреждений.

Блокировка срабатывания через функцию внутреннего обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет определить, должно ли сообщение о срабатывании ступени блокироваться при обнаружении превышения пороговых значений при броске тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Пуск выдержки времени и сигнал срабатывания блокируется. Функция обозначает это соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, а пороговая величина ступени все еще превышена, начинается отсчет выдержки времени.

6.19.12.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. В этом случае создается журнал регистрации замыканий на землю, а не журнал регистрации повреждений.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения. Неисправность в цепях измеренного напряжения может быть обнаружена только в том случае, если выполняется одно из двух условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Дискретный входной сигнал *>Отключен* функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю, расположенному во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:27) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

С помощью параметра **Блок.брос.ток.намагн.** можно определить, блокируется ли срабатывание в процессе обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: Порог. значение U0>

- Уставка по умолчанию **(_:101) Порог. значение U0>** = ***5,000 В***

Параметр **Порог. значение U0>** позволяет задать чувствительность по напряжению нулевой последовательности ступени. Пороговое значение должно быть меньше минимального значения напряжения НП U0, которое нужно определить.

Параметр: Порог. значение Y0>

- Уставка по умолчанию **(_:102) Порог. значение Y0>** = ***2,00 мСм***

С помощью параметра **Порог. значение Y0>** задается пороговое значение проводимости по земле Y0. Если проводимость по земле для заданного значения неизвестна, можно предположить следующее соотношение:

$$Y0 > k_{отс}\frac{I_{с,лин}}{3U_{ф-з}} + \frac{3I_{0мин}}{U0>}$$

[fo_SeGfY0-270614-01, 2, ru_RU]

$k_{отс}$:	Коэффициент отстройки, учитывает омические составляющие тока (1,2 для воздушных линий, 1,0-1,05 для кабельных систем)
$I_{с,лин}$	Вторичный емкостной ток замыкания на землю для защищаемой линии
$U_{ф-з}$	Вторичное фазное напряжение в нормальном режиме
$3I_{0мин}$	Вторичный ток замыкания на землю в нормальном режиме (из-за погрешности трансформатора тока), от 5 до 10 мА (трансформатор тока нулевой последовательности), от 50 до 100 мА (трансформатор холмгрина)
U0>	Вторичное пороговое значение срабатывания напряжения нулевой последовательности

Параметр: `Задержка пуска`

- Уставка по умолчанию **`(_:103) Задержка пуска`** = ***`0,00 с`***

С помощью параметра **`Задержка пуска`** можно задать уставку касательно того, необходима ли выдержка времени для ступени. Если переходной процесс при замыкании на землю оценивать не нужно, установите выдержку времени равную, например, 100 мс.

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:6) Задержка срабатывания`** = ***`0,30 с`***

Параметр **`Задержка срабатывания`** определяет время, в течение которого должны существовать условия срабатывания, чтобы выдать команду срабатывания. Сообщение о срабатывании формируется только после превышения этого периода времени.

6.19.12.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Y0>`				
_:1	Y0>:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Y0>:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	Y0>:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:27	Y0>: Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:101	Y0>:Порог. значение U0>		0.300 В до 200.000 В	5.000 В
_:102	Y0>:Порог. значение Y0>		0.10 мСм до 100.00 мСм	2.00 мСм
_:103	Y0>:Задержка пуска		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6	Y0>:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.19.12.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Y0>			
_:81	Y0>:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Y0>:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:54	Y0>:Неактивно	SPS	O
_:52	Y0>:Режим работы	ENS	O
_:53	Y0>:Статус исправности	ENS	O
_:60	Y0>:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:55	Y0>:Пуск	ACD	O
_:56	Y0>:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Y0>:Работа	ACT	O

6.20 Минимальная токовая защита

6.20.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения тока** (ANSI 37):

- Обнаруживает проходящий ток в присоединении после отключения вводного выключателя
- Обнаруживает потери нагрузок
- Обнаруживает и защищает насосы от режима холостого хода

6.20.2 Структура функции

Функция **Защита от снижения тока** используется в функциональных группах защиты с измерением тока.

Функция **Защита от снижения тока** имеет одну ступень защиты, настроенную на заводе. Функция обеспечивает одновременную работу не более двух ступеней защиты. Ступени защиты имеют одинаковую логическую структуру.

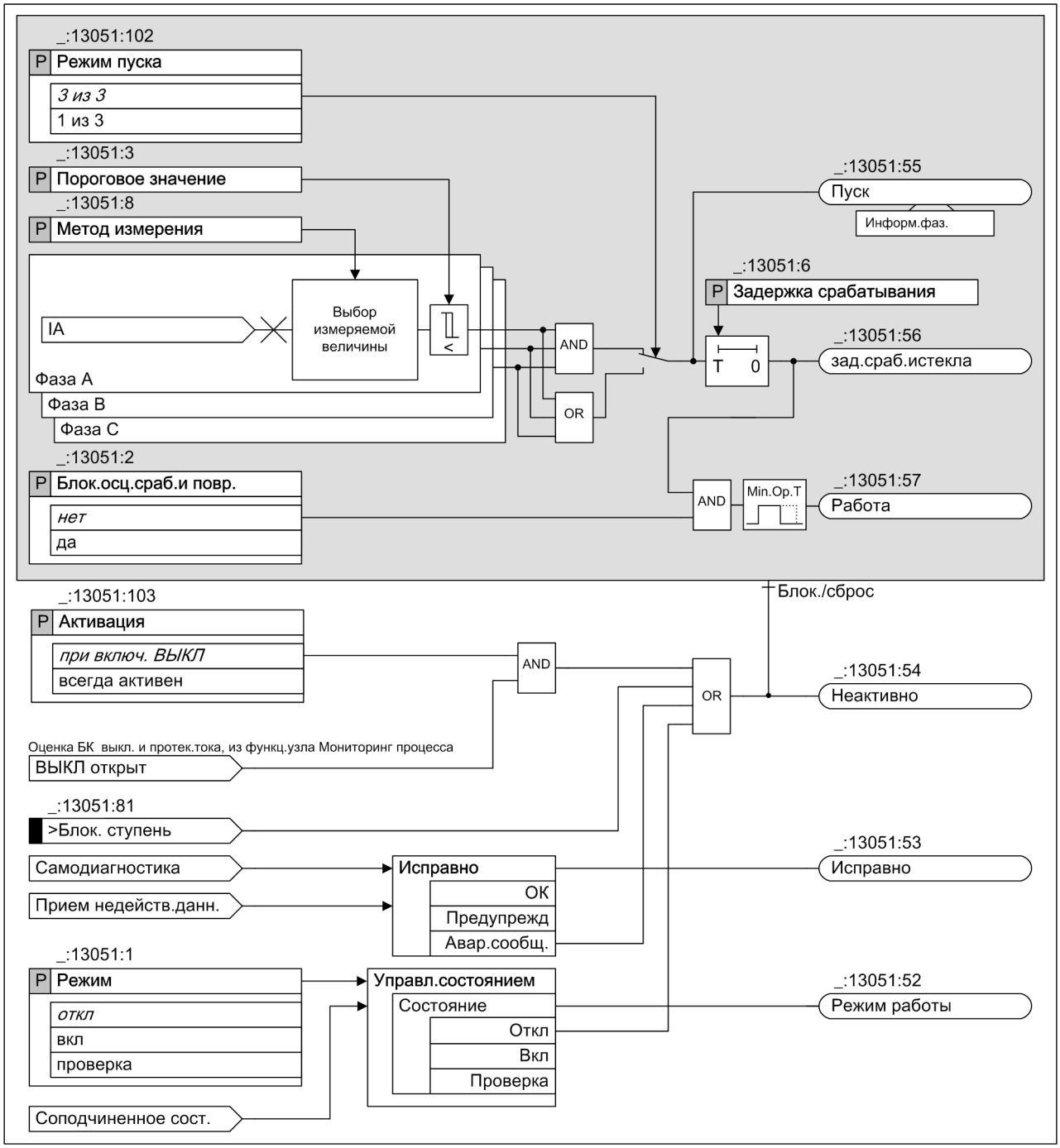


[lostuundcu-150813, 2, ru_RU]

Рисунок 6-265 Структура/реализация функции

6.20.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[loundcur-200713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-266 Логическая схема защиты минимального тока

Метод измерения

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале ***осн. гармоника*** или действующим (среднеквадратичным) ***Действ. знач.***.

- Измерение основной гармоники:
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения тока и выполнять цифровую фильтрацию основной гармоники.
- Измерение действующего (среднеквадратического) значения параметра:
  Метод измерения определяет величину амплитуды тока из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Режим пуска

Параметр **Режим пуска** определяет, срабатывает ли ступень защиты, если все три измерительных элемента обнаруживают состояние снижения тока (***3 из 3***) или если это состояние обнаруживает только один измерительный элемент (***1 из 3***).

Блокировка ступени

При блокировке выполняется возврат сработавшей ступени защиты. Блокировать ступень можно как изнутри, так и снаружи, с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

Активация и блокировка ступени в зависимости от состояния выключателя

Параметр **Активация** определяет, всегда ли активна ступень **Защита от снижения тока** или она активна только в том случае, если обнаружено положение выключателя **включен**.

Если параметр **Активация** установлен равным ***при включ. ВЫКЛ*** и местный выключатель не **включен**, функция **Защита от снижения тока** блокируется, и срабатывания не происходит.

Положение выключателя определяется как **включен**, если выполняется одно из следующих условий:

- Дискретные входы подключены к блок-контактам выключателя. Положение выключателя должно определяться как **включено** с помощью связанных дискретных входов сообщения **Положение**. Это также верно при условии отсутствия протекания фазного тока.
- Критерий контроля тока указывает на то, что выключатель **включен**. Это также верно при условии, когда блок-контакты показывают, что выключатель **отключен**.

6.20.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Активация

- Уставка по умолчанию **(_:13051:103) Активация** = ***при включ. ВЫКЛ***

Значение параметра	Описание
при включ. ВЫКЛ	**ЗащМинТок** активна, только когда положение выключателя определено как **включен**. Предварительное условие: сообщение **Положение** ранжируется на дискретные входы для получения информации о положении выключателя через его блок-контакты. Если это не так, функция всегда будет неактивна.
всегда активен	Ступень **ЗащМинТок** всегда активна, независимо от положения выключателя.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:13051:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень стандартный метод ***осн. гармоника*** или рассчитанное значение ***Действ. знач.***.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	При данном методе измерений осуществляется расчет среднеквадратичного значения сигнала (действующего) за 1 период промышленной частоты, таким образом учитывается значение и гармоник. Учтите, что апериодические компоненты постоянного тока, присутствующие во вторичной цепи, также измеряются и могут вызывать перегрузку. При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 0,1 $I_{ном.втор}$. Если в токовом интерфейсе функциональной группы добавляются токи из более чем одной точки измерения, то значение настройки не должно быть установлено ниже значения 0,1 $I_{ном,втор}$, умноженного на число добавленных токов.

Параметр: Режим пуска

- Уставка по умолчанию **(_:13051:102) Режим пуска** = ***3 из 3***

Параметр **Режим пуска** определяет, срабатывает ли ступень защиты, если все три измерительных элемента обнаруживают состояние снижения тока (***3 из 3***) или если это состояние обнаруживает только один измерительный элемент (***1 из 3***).

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:13051:3) Пороговое значение** = ***0,050 A***

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:13051:6) Задержка срабатывания** = ***0,05 c***

Задержка срабатывания должна быть задана в соответствии с конкретным применением. Общие указания по применению не предоставляются.

6.20.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:13051:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13051:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13051:103	Ступень 1:Активация		• всегда активен • при включ. ВЫКЛ	при включ. ВЫКЛ
_:13051:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:13051:102	Ступень 1:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	3 из 3

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13051:3	Ступень 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A
_:13051:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.20.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:13051:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13051:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:13051:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:13051:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:13051:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:13051:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13051:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.21 Защита от повышения 3-фазного напряжения

6.21.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения 3-фазного напряжения** (ANSI 59) используется для:

- Контроля за допустимым диапазоном напряжения
- Защиты оборудования (например, оборудования электрической станции) от повреждений, связанных с перенапряжениями
- Деления энергетической системы (например, парки ветряных электростанций)

Появление перенапряжений в энергетической системе в основном связано с неправильной работой регулятора напряжения трансформатора или с наличием длинных слабонагруженных линий электропередач.

При наличии в защищаемой сети реакторов устройство релейной защиты должно быстро отключать линию при их неисправности (например, при ликвидации КЗ). Т.к. при неисправности реактора может возникнуть опасное для изоляции повышенное напряжение.

Повышенное напряжение на конденсаторных батареях может быть вызвано резонансом с индуктивным сопротивлением линии или трансформатора.

Наличие повышенного напряжения на электрических подстанциях может быть вызвано одним из следующих факторов:

- Неправильное ручное управление системой возбуждения
- Неисправность автоматики регулирования напряжения трансформатора
- Полный сброс нагрузки генератора
- Отделение генератора от сети или его изолированная работа

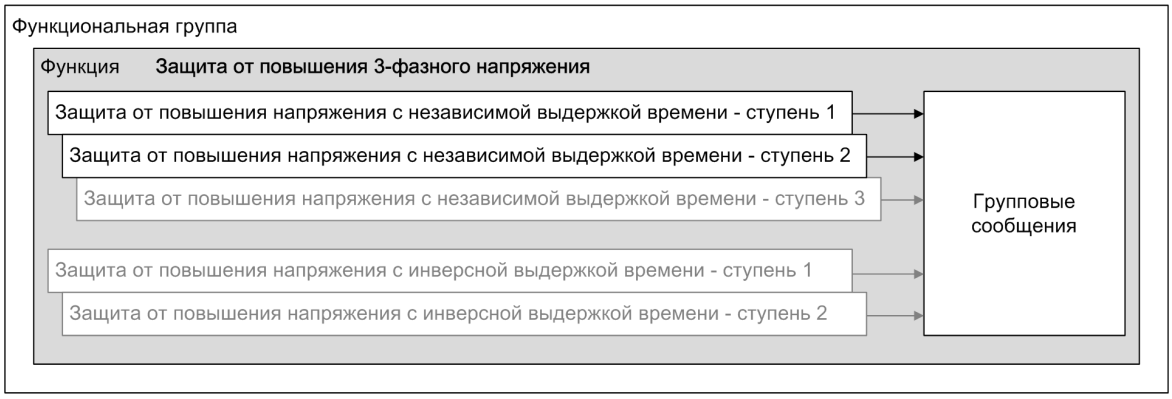
6.21.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от повышения напряжения, для трехфазного подведенного напряжения** имеет 2 ступени с заводскими уставками **Защита от повышения с независимой выдержкой времени**. В рамках этой функции следующие ступени могут работать одновременно:

- 3 ступени **Защита от повышения напряжения с независимой выдержкой времени**
- 2 ступени **Защита от повышения напряжения с инверсной выдержкой времени**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны на следующем рисунке серым цветом.

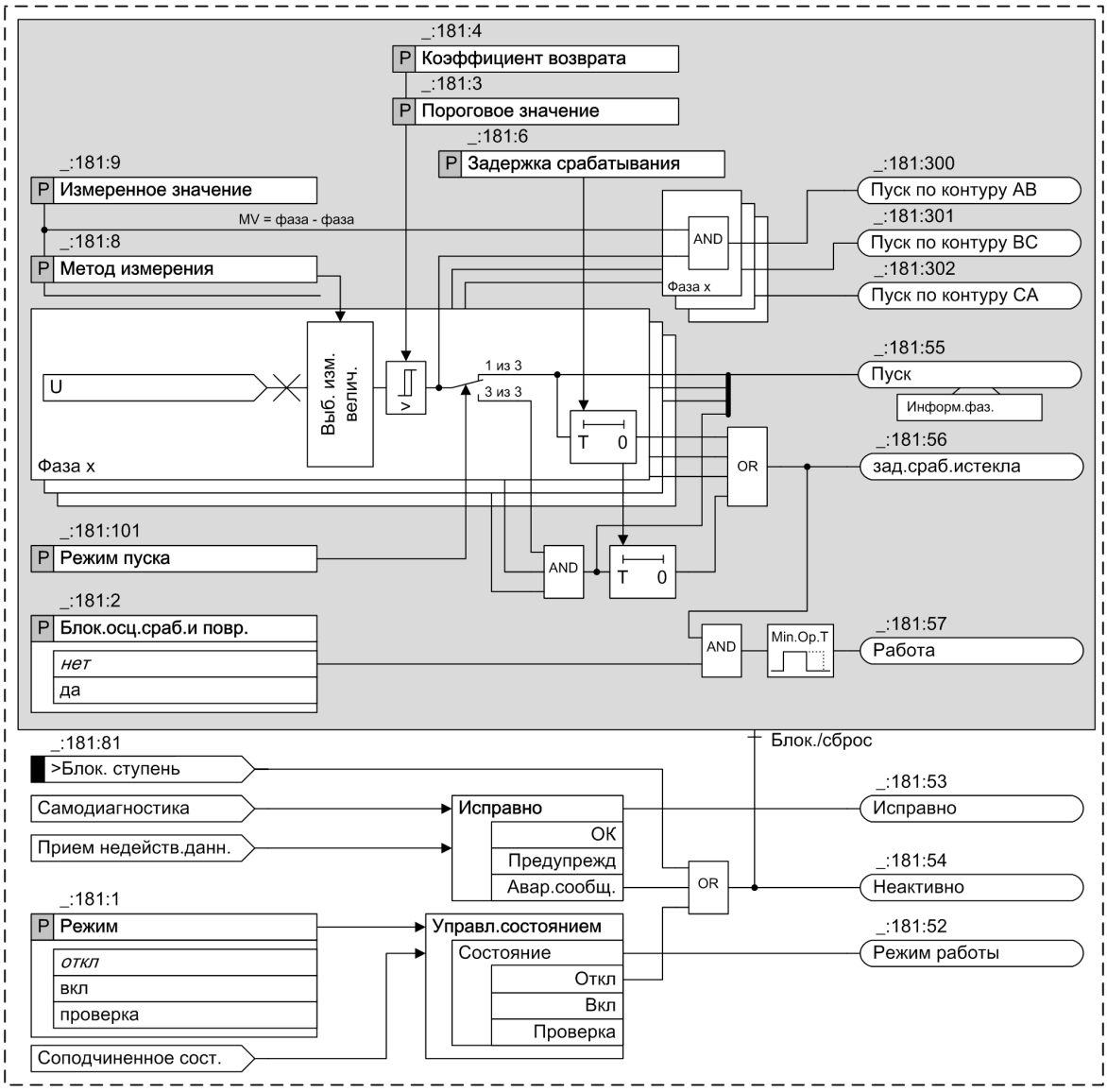


[dw3phovp-030211-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-267 Структура функции

6.21.3 Описание

Логическая схема ступени



[lo3phasi-090611-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-268 Логическая схема защиты от повышения напряжения, для трехфазного подведенного напряжения

Метод измерения

Используйте параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли эта ступень ***осн. гармоника*** или ***Действ. знач.***.

- Измерение ***осн. гармоника***:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение ***Действ. знач.***:

  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Режим пуска

Параметр **Режим пуска** определяет, срабатывает ли ступень защиты, если все три измерительных элемента обнаруживают состояние превышения напряжения (***3 из 3***), или если это состояние обнаруживает только один измерительный элемент (***1 из 3***).

Измеренное значение

Используйте уставку **Измеренное значение** определяет, контролирует ли ступень отключения линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или напряжения фаза-земля U_A, U_B и U_C.

Если измеренное значение задается как линейное напряжение, функция сообщает о сработавших измерительных органах.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.21.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:181:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале (осн. гармоника) или действующим (среднеквадратичным) значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать данный метод в качестве уставки по умолчанию.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Уставка по умолчанию **(_:181:9) Измеренное значение** = ***линейн.***

Используйте параметр **Измеренное значение** для определения того, контролирует ли отключающая ступень линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или напряжения фаза-земля U_A, U_B и U_C.

Значение параметра	Описание
линейн.	Если вы хотите контролировать диапазон напряжения, установите ***линейн.*** в качестве уставки по умолчанию. При данном значении параметра срабатывание функции не произойдет при возникновении замыканий на землю. Siemens рекомендует использовать тип измеряемой величины ***линейн.*** в качестве уставки по умолчанию.
фазн.	Выберите уставку ***фазн.***, если вы хотите обнаружить состояния несимметрии напряжений и перенапряжения, вызванные повреждениями на землю.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:182:3) Пороговое значение** = ***110 В***

В зависимости от параметра **Измеренное значение**, значения **Пороговое значение** задаются в виде линейного или фазного значения. Защита от повышения напряжения используется для защиты электрических машин и их изоляции от недопустимых значений напряжения. Параметры по умолчанию выбраны с учетом данного обстоятельства.

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:181:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:181:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например до 0,98.

Параметр: Режим пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:181:101) Режим пуска**= ***1 из 3***

Параметр **Режим пуска** определяет, срабатывает ли ступень защиты, если все три измерительных элемента обнаруживают состояние превышения напряжения (***3 из 3***), или если это состояние обнаруживает только один измерительный элемент (***1 из 3***).

Значение параметра	Описание
1 из 3	Выберите данное значение, если функция используется для защиты от снижения напряжения в фазах. Компания Siemens рекомендует использовать ***1 из 3*** как уставку по умолчанию. Данная характеристика срабатывания функции использовалась в предыдущих модификациях устройства (SIPROTEC 4, SIPROTEC 3).
3 из 3	Выберите данную уставку, если срабатывание ступени должно приводить к отключению защищаемого объекта от энергосистемы (например, ветряных электростанций).

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

ПРИМЕР

Двухступенчатая защита от повышения напряжения

В данном примере описывается выбор уставок для двухступенчатой защиты от повышения напряжения. Будут рассмотрены значения уставок **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**.

- 1. Ступень:

  Для определения установившегося перенапряжения задайте уставку порогового значения, выбранного для первого элемента защиты от повышения напряжения, немного выше, чем допустимое значение напряжения. Стандартное значение составляет от 1,10 до 1,15 раз от напряжения генератора. Siemens рекомендует выбрать параметр в DIGSI в первичных значениях или по единичным значениям, поскольку преобразования во вторичные значения выполняются автоматически. Влияние коэффициентов трансформации учитывается автоматически.

  При установке параметра **Измеренное значение** равным линейному напряжению и вторичному номинальному напряжению 100 В вторичное задаваемое значение параметра первого элемента перенапряжения рассчитывается следующим образом:

  Трансформатор напряжения: 1,10 $U_{ном.}$

  $U_{пор, втор} = 1,1\ U_{ном, втор} = 1,1 \cdot 100\ В = 110\ В$

  Предполагается, что номинальное первичное напряжение защищаемого объекта и трансформатора напряжения совпадают. Если первичные номинальные напряжения различаются, отрегулируйте значение пуска.

  Параметр **Задержка срабатывания** зависит от скорости регулятора напряжения. Вы можете начать со скорости регулятора напряжения от 1,5 с до 5 с. Предварительная настройка, равная 3 с, является практическим значением, которое необходимо проверить при первичном тестировании.

- 2. Ступень:

  Вторая ступень защиты от повышения напряжения предназначена для срабатывания при импульсных (кратковременных) перенапряжениях. Это перенапряжение возникает в том случае, когда существует полное отключение нагрузки генератора в качестве переходного напряжения, а затем оно снижается до номинального значения по команде регулятора напряжения. Таким образом, необходимо настроить отключающую ступень так, чтобы переходное напряжение не приводило к отключению.

  Типовые настройки:

  – Значение пуска: прибл. 1,30 $U_{ном.}$

  – Задержка отключения: прибл. 0,5 с

Ступень	Значения уставок	
	Пороговое значение	Выдержка времени
1	1,1 $U_{ном.}$	3 с
2	1,3 $U_{ном.}$	прибл. 0,5 с

6.21.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
НезавВыдВр 1				
_:181:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:181:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:181:9	НезавВыдВр 1:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:181:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:181:101	НезавВыдВр 1:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:181:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:181:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:181:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 300.00 с	3.00 с
НезавВыдВр 2				
_:182:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:182:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:182:9	НезавВыдВр 2:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:182:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:182:101	НезавВыдВр 2:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:182:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	130.000 В
_:182:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:182:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 300.00 с	0.50 с

6.21.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:181:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:181:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:181:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:181:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:181:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:181:300	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:181:301	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру BC	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:181:302	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:181:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:181:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:182:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:182:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:182:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:182:53	НезавВыдВр 2:Статус исправности	ENS	O
_:182:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O
_:182:300	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:182:301	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру BC	SPS	O
_:182:302	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:182:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:182:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.22 Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения

6.22.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности/напряжению смещения** (ANSI 59N):

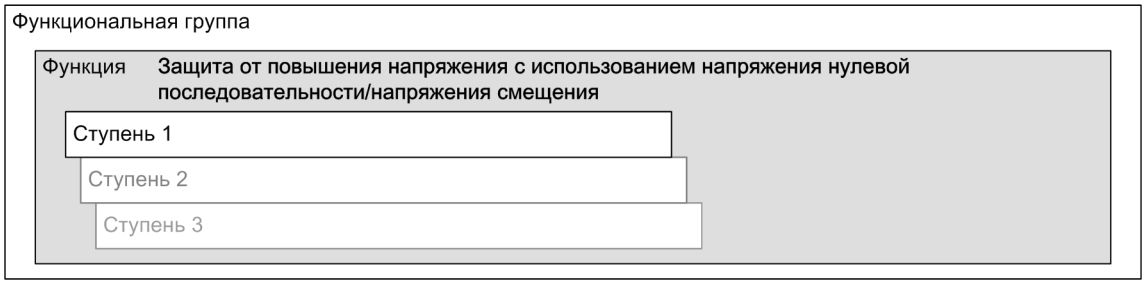
- Обнаруживает замыкания на землю в изолированных или компенсированных системах
- Определяет, в какой фазе произошло замыкание на землю
- Служит для обнаружения замыканий на землю в обмотках статора электрических машин

6.22.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функция **Обнаружение замыканий на землю в изолированных или дугогасительных системах с заземлением** имеет 1 ступень. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающие ступени.

Все ступени защиты имеют одинаковую структуру.

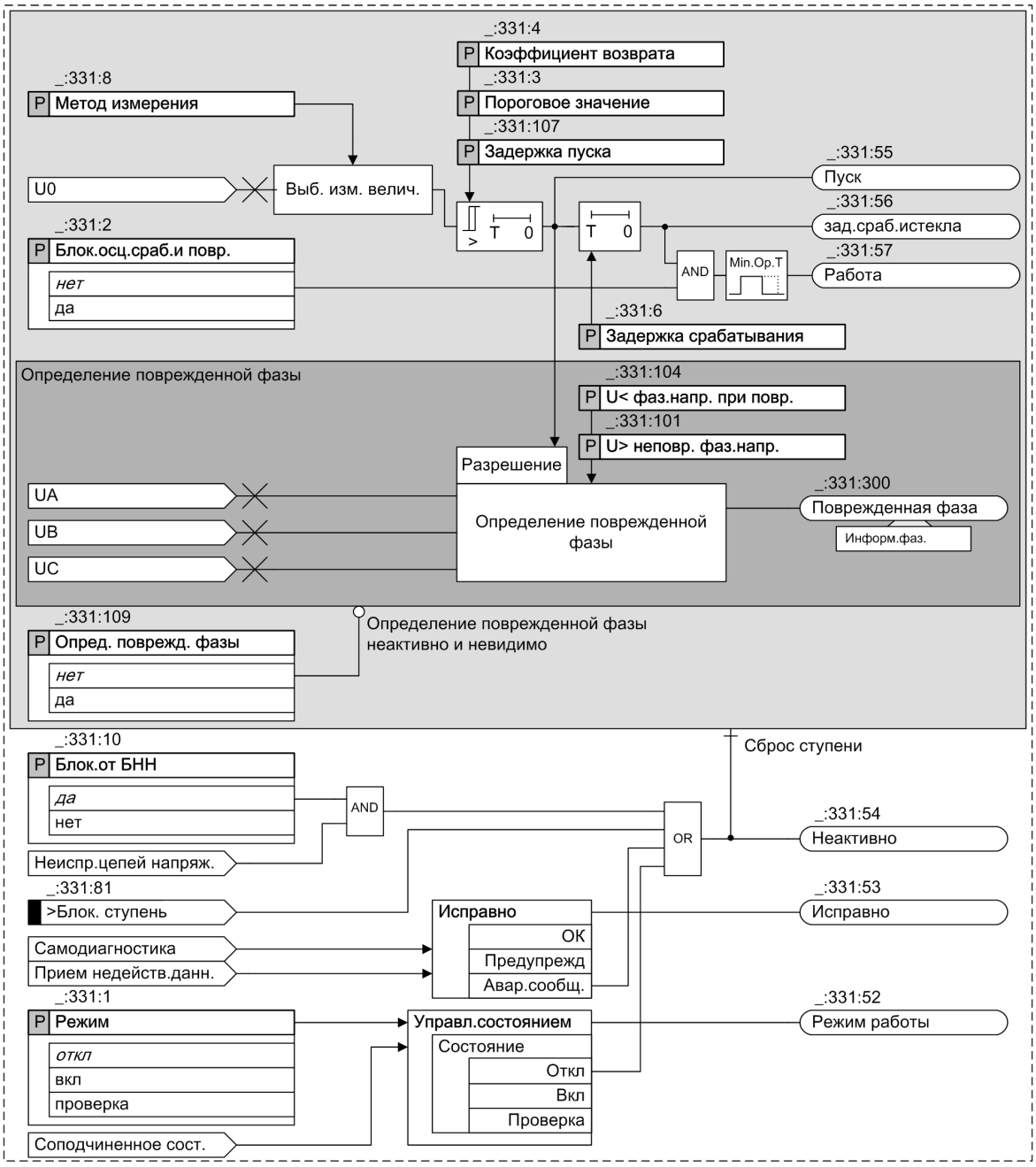


[dwu0ovps-030211-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-269 Структура/реализация функции

6.22.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[loovpu03-090611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-270 Логическая схема работы защиты от повышения напряжения нулевой последовательности/ступени напряжения смещения

Измеряемая величина, метод измерения

Устройство измеряет напряжение с помощью ТН, соединенных в разомкнутый треугольник. Измеренное напряжение преобразуется в напряжение нулевой последовательности U_0. Если напряжение смещения не доступно устройству при измерении, напряжение нулевой последовательности U_0 вычисляется из измеренного напряжения между фазой и землей U_A, U_B и U_C, используя характеристическое уравнение.

Параметр **Метод измерения** используется для выбора соответствующего метода измерения в зависимости от применения:

- Измерение ***осн. гармоника*** (стандартный фильтр):

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение значения уставки параметра ***Действ. знач.*** (реальное среднеквадратичное значение):

  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения.

- ***шир. фильтр осн. гарм.*** (основная гармоника на основе 2-циклового фильтра с треугольным окном):

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники. Увеличение длины фильтра по сравнению со стандартным фильтром и использование треугольного окна позволяет сильнее подавлять высшие гармоники при неустойчивых повреждениях. Фильтр с увеличенной длиной вызывает повышение времени пуска по сравнению со стандартным фильтром (смотри Технические данные).

Пуск, возврат

Ступень сравнивает **Пороговое значение** с напряжением нулевой последовательности U_0. Параметр **Задержка пуска** позволяет вам задержать пуск ступени по напряжению нулевой последовательности.

Значение параметра **Коэффициент возврата** определяет коэффициент возврата по отношению к значению **Пороговое значение**.

Определение поврежденной фазы

Вы можете использовать параметр **Опред. поврежд. фазы** для разрешения или отмены определения фазы, поврежденной при замыкании на землю. Определение выполняется, когда ступень проводит измерение. Если напряжения 2 фаз превышают пороговое значение **U> неповр. фаз.напр.** а напряжение третьей фазы падает ниже порогового значения **U< фаз.напр. при повр.**, считается, что последняя фаза подвержена замыканию на землю, и выдается сигнал.

Блокировка ступени

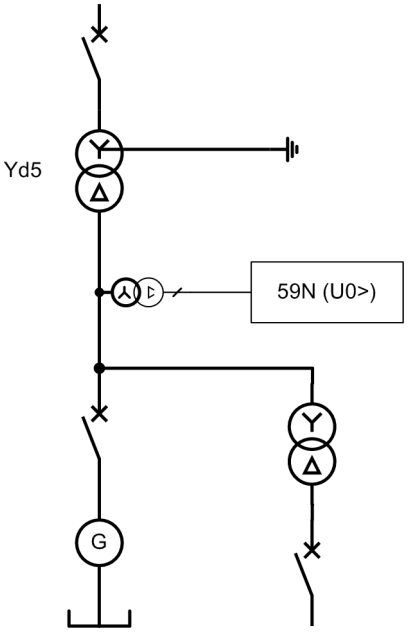
При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. главу *8.3.2.1 Обзор функций*). Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала **>Открыт** от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.22.4 Указания по применению и вводу уставок

Для применения защиты генератора функция **Защита от перенапряжения с напряжением нулевой последовательности/напряжением смещения** может быть использована в качестве защиты статора от повреждений на землю. Это применение может работать параллельно с функцией **Защита статора**

от повреждений на землю. Если выключатель генератора в блок-схеме отключен, то при этом можно контролировать напряжение смещения на стороне низкого напряжения блочного трансформатора (см. рисунок ниже).



[dw_ovp_v0_1-240314, 1, ru_RU]

Рисунок 6-271 Защита от замыкания на землю с отключенным выключателем генератора

Уставка защиты выбирается с учетом режима работы системы и зависит от потенциального возмущающего воздействия, присутствующего во время замыкания на землю на стороне высокого напряжения.

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:331:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	Стандартный цифровой фильтр Фурье, обеспечивающий достаточное подавления гармоник и апериодических составляющих. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 10 В.
шир. фильтр осн. гарм.	Для реализации особенно сильного ослабления гармоник и переходных процессов выберите этот метод измерения. В отличие от стандартного фильтра, длительность окна данного фильтра составляет 2 периода. В этом случае время срабатывания ступени незначительно увеличится (см. раздел "Технические данные").

Параметр: Задержка пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:331:107) Задержка пуска** = ***0,00 мс***

Параметр **Задержка пуска** позволяет отложить анализ измеренных параметров (генерировать пуск) в зависимости от наличия напряжения нулевой последовательности. Задержка может потребоваться, если возможно возникновение длительных переходных процессов вследствие большой емкости относительно земли линий электропередач.

Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **Задержка пуска** = ***0,00 мс***.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:331:3) Пороговое значение** = ***22,000 В*** [25]

Пороговым значением функции является напряжение нулевой последовательности U_0. Устройство производит расчет напряжения нулевой последовательности U_0 либо на основе непосредственного измерения напряжения обмотки разомкнутого треугольника, либо на основе измерения трех фазных напряжений.

Значение параметра зависит от режима работы системы и применения.

Для примера, показанного в *Рисунок 6-271*, пороговое значение должно быть таким, чтобы функция не срабатывала в том случае, когда замыкание на землю происходит на стороне высокого напряжения. Величина возмущающего воздействия определяется конденсатором связи между стороной высокого напряжения и стороной низкого напряжения блочного трансформатора, а также емкостями фазы-земли на стороне низкого напряжения.

ПРИМЕР

Для данного примера предполагается наличие блочного трансформатора со следующими характеристиками:

Коэффициент трансформации	= 110 кВ/10,5 кВ
Конденсатор связи C_c	= 10 нФ
Емкость относительно земли C_E	= 0,5 нФ
Трансформатор напряжения на стороне сниженного напряжения	= 10,5 кВ/√3/100 В/3

Потенциальное напряжение помех может быть рассчитано следующим образом:

$$U_{дист} = \frac{C_C}{C_C + C_E} U_{0ВС} = \frac{10\,нф}{10\,нф + 500\,нф} \cdot \frac{110\,кВ}{\sqrt{3}} = 1{,}5\,кВ$$

[fo_ovp_v0_1-240314, 2, ru_RU]

Со ссылкой на сторону низкого напряжения это является компонентом:

$$К = \frac{U_{дист}}{\frac{U_{нс}}{\sqrt{3}}} = \frac{1{,}5\,кВ}{\frac{10{,}5\,кВ}{\sqrt{3}}} = 0{,}25\,кВ$$

[fo_ovp_v0_2-240314, 2, ru_RU]

Поскольку напряжение трансформатора регулируется по напряжению низкой стороны, то вторичное значение пуска может быть определено с учетом коэффициента безопасности (Кзапаса = 1,5).

$$U0_{втор.} = Кзапаса \cdot К \cdot \frac{U_{da-dn}}{\sqrt{3}} = 1{,}5 \cdot 0{,}25 \cdot \frac{100\,В}{\sqrt{3}} = 21{,}65\,В$$

[fo_ovp_v0_3-240314, 2, ru_RU]

Таким образом можно получить задаваемое значение 22 В.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:331:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

25 Значение уставки зависит от параметров трансформаторов и способов подключения.

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***. Коэффициент возврата можно уменьшить, например до 0,98, чтобы получить более точное измерение.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:331:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 с***

Уставка **Задержка срабатывания** позволяет предотвратить срабатывание функции при появлении напряжения нулевой последовательности в переходном режиме. Значение зависит от конкретного применения. Если выключатель генератора разомкнут, то система может оставаться в эксплуатации в течение определенного времени. Это время зависит от философии оператора.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:331:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Опред. поврежд. фазы

- Уставка по умолчанию **(_:331:109) Опред. поврежд. фазы** = ***нет***

Параметр **Опред. поврежд. фазы** задает поведение ступени при определении замыкания конкретной фазы на землю.

Значение параметра	Описание
нет	Фаза, поврежденная при замыкании на землю, не определяется. Выберите уставку по умолчанию, если вы не хотите использовать ступень для обнаружения замыканий на землю. Например, при использовании в заземленных системах.
да	После пуска по напряжению нулевой последовательности устройство определяет поврежденную при замыкании на землю фазу. Данное значение следует выбирать при использовании в изолированных или компенсированных сетях.

Для примера, описанного в этой главе, установите параметр **Опред. поврежд. фазы** равным ***да***.

Параметр: U< фаз.напр. при повр.

- Уставка по умолчанию **(_:331:104) U< фаз.напр. при повр.** = ***40,000 В*** [26]

Задайте соответствующее значение порога в параметре **U< фаз.напр. при повр.** для определения поврежденной фазы. Задаваемое значение приводится к фазным величинам.

26 Значения уставки зависят от данных трансформаторов и способов подключения.

Это значение должно быть меньше минимального значения фазного напряжения в нормальном режиме. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U< фаз.напр. при повр.** = ***40,000 В***.

Параметр: U> неповр. фаз.напр.

- Уставка по умолчанию **(_:331:101) U> неповр. фаз.напр.** = ***75,000 В*** [27]

Установите значение порога для двух неповрежденных фаз в параметре **U> неповр. фаз.напр.**. Задаваемое значение приводится к фазным величинам.

Это значение должно быть больше максимального значения фазного напряжения в нормальном режиме, но меньше минимального значения линейного напряжения. Например, при $U_{ном}$ = 100 В следует задать значение 75 В. Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию **U> неповр. фаз.напр.** = ***75.000 В***.

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.22.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:331:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:331:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:331:10	Ступень 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:331:109	Ступень 1:Опред. поврежд. фазы		• нет • да	нет
_:331:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • шир. фильтр осн. гарм. • Действ. знач.	осн. гармоника
_:331:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	30.000 В
_:331:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:331:107	Ступень 1:Задержка пуска		0.00 с до 320.00 с	0.00 с
_:331:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:331:101	Ступень 1:U> неповр. фаз.напр.		0.300 В до 200.000 В	75.000 В
_:331:104	Ступень 1:U< фаз.напр. при повр.		0.300 В до 200.000 В	40.000 В

27 Значения уставки зависят от данных трансформаторов и способов подключения.

6.22.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:331:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:331:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:331:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:331:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:331:300	Ступень 1:Поврежденная фаза	ACT	O
_:331:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:331:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:331:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.23 Защита от повышения напряжения прямой последовательности

6.23.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения прямой последовательности** (ANSI 59) используется для:

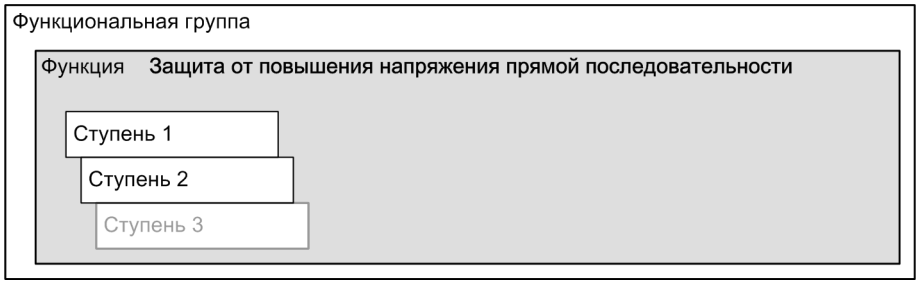
- Обнаружения симметричных устойчивых перенапряжений
- Контроля диапазона напряжения, если напряжение прямой последовательности является определяющей величиной

Несимметричные перенапряжения, например, вызванные замыканиями на землю и несимметричными повреждениями, не обнаруживаются при анализе напряжения прямой последовательности.

6.23.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения прямой последовательности** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функция **Защита от повышения напряжения прямой последовательности** имеет 2 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

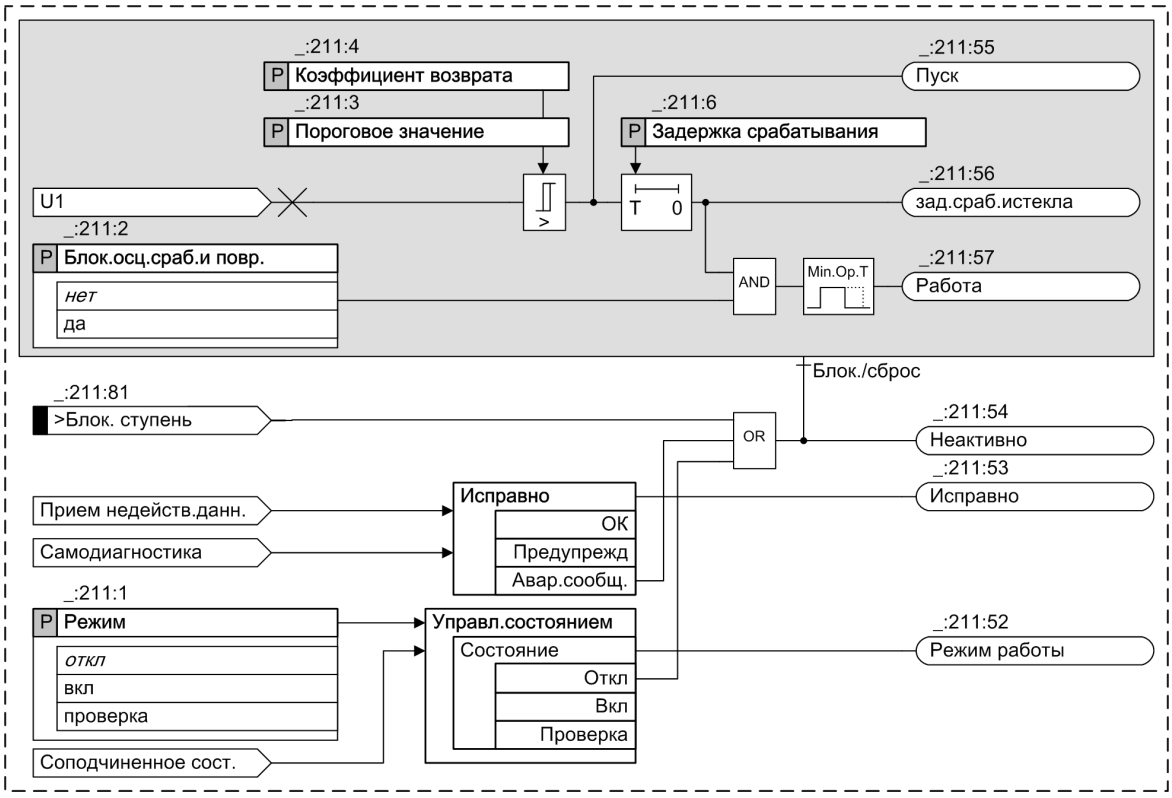


[dwovpu1s-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-272 Структура функции

6.23.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[logovpu1-090611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-273 Логическая схема ступени: Защита от повышения напряжения прямой последовательности

Метод измерения

Для ступени используется напряжение прямой последовательности. Напряжение прямой последовательности вычисляется из измеренного фазного напряжения в соответствии с определяющим уравнением.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал **>Блок. ступень**.

6.23.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:211:3) Пороговое значение** = ***65 В***

Пороговое значение устанавливается в соответствии с напряжением прямой последовательности.

Укажите Пороговое значение (уставка пуска) для конкретного применения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:211:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:211:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Значение по умолчанию ***0,95*** подходит для большинства применений. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например до 0,98.

Общие примечания

Если имеет место значительное перенапряжение, первая ступень защиты может выполнить отключение за короткое время. Если перенапряжение не такое большое, вторая ступень может либо только выдать предупредительную сигнализацию о превышении уставки (см. Работа в качестве функции контроля) либо отключить с большей задержкой, чтобы позволить регулятору напряжения вернуть напряжение обратно в рамки номинального диапазона.

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.23.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:211:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:211:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:211:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	65.000 В
_:211:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:211:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:212:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:212:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:212:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	75.000 В
_:212:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:212:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.23.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:211:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:211:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:211:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:211:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:211:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:211:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:211:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:212:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:212:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:212:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:212:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:212:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:212:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:212:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.24 Защита от повышения напряжения обратной последовательности

6.24.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности** (ANSI 47) используется для следующего:

- Контролирует наличие несимметрии напряжений в энергосистемах и электрических машинах
- Определяет критерий разрешения срабатывания для максимальной токовой защиты в случае несимметричных повреждений

Несимметрия напряжений может быть вызвана рядом различных причин:

- Наиболее распространенной причиной является несимметричная нагрузка, например, вызванная разными потребителями в отдельных фазах.
- Несимметрия напряжений также может быть вызвана обрывом фазы, например, при перегорании однофазного предохранителя, обрыве провода и т.п.
- Другими причинами могут быть КЗ в энергосистеме, например, в трансформаторе или в установках для компенсации реактивной мощности.

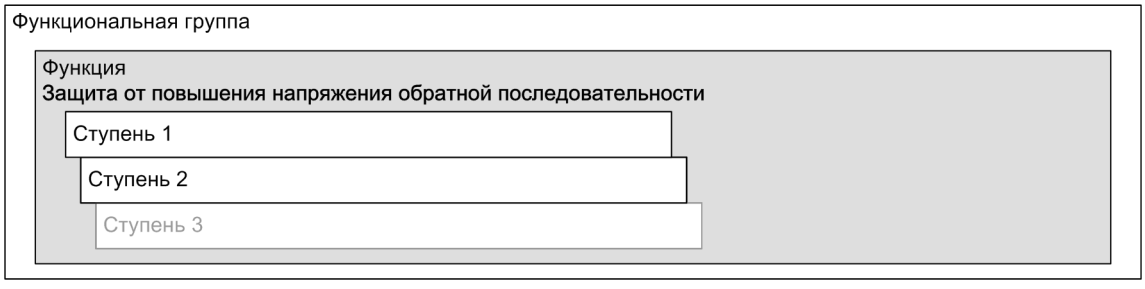
6.24.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности** имеет 2 ступени.

В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающие ступени.

Все ступени защиты имеют одинаковую структуру.



[dwu2ovpsExt.vsd, 2, ru_RU]

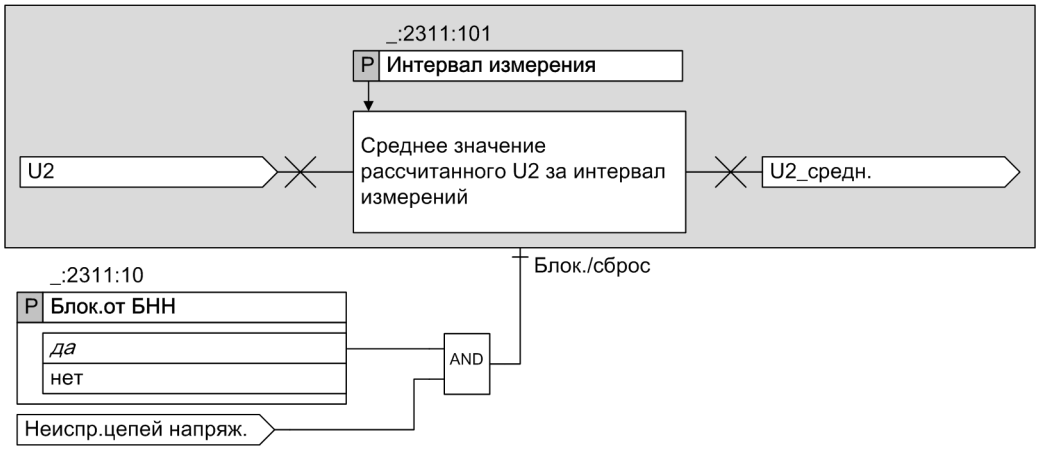
Рисунок 6-274 Структура/реализация функции

6.24.3 Общая функциональность

6.24.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логика вычисления средних значений напряжения обратной последовательности. Среднее значение передается во все подчиненные ступени.



[lo_GeneralFunctionality_20150323, 1, ru_RU]

Рисунок 6-275 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Среднее значение напряжения обратной последовательности определяется по установленному интервалу времени (параметр: **Интервал измерения**). Параметр **Интервал измерения** может адаптировать эту функцию к любым условиям энергосистемы.

Можно установить для параметра **Интервал измерения** большее значение, чтобы получить более точный результат расчета, что приводит к увеличению времени срабатывания.

Блокировка функции при неисправности цепей напряжения

В случае блокировки сработавшая функция сбрасывается. Для функции доступны следующие параметры блокировки:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. раздел *8.3.2.1 Обзор функций*).
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы ступень обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.24.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Интервал измерения

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Интервал измерения** = ***1 период***

  Параметр **Интервал измерения** используется для оптимизации точности измерения или времени срабатывания данной функции.

  Для чувствительных уставок параметра **Пороговое значение**, например, менее 10 % от номинального напряжения, Siemens рекомендует использовать большее количество периодов. Siemens рекомендует использовать ***10 периодов***, и в этом случае время срабатывания увеличивается.

  Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *11.25 Защита от повышения напряжения обратной последовательности* .

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка функции при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Функция защиты блокируется (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Функция защиты остается в работе.

6.24.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:10	Общие данные:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:2311:101	Общие данные:Интервал измерения		1 периоды до 10 периоды	1 периоды

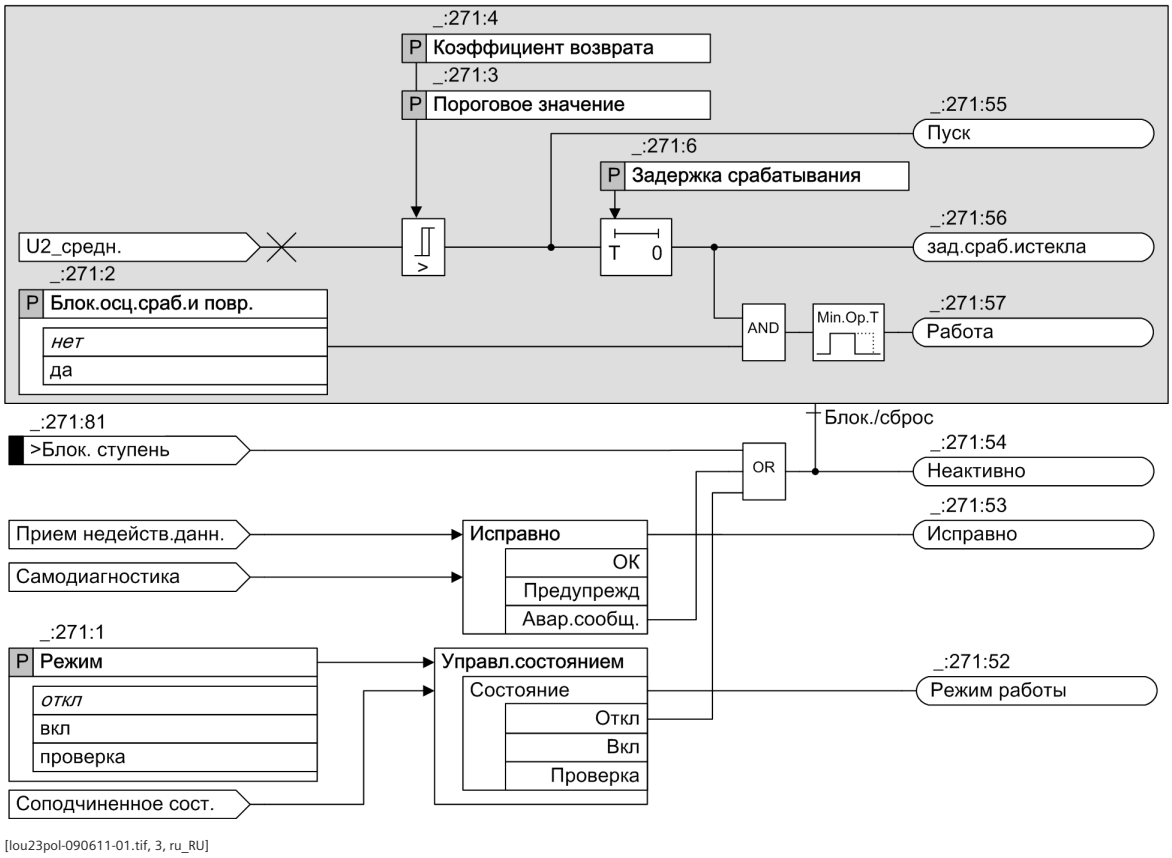
6.24.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:U2средн.	MV	O

6.24.4 Ступень с напряжением обратной последовательности

6.24.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lou23pol-090611-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-276 Логическая схема ступени Защита максимального напряжения обратной последовательности

Метод измерения

Функция использует среднее значение соотношения напряжения обратной последовательности, которое рассчитывается функциональным блоком **Общие функции**. Дополнительные сведения см. в разделе *6.24.3.1 Описание*.

Блокировка ступени

В случае блокировки сработавшая функция сбрасывается. Для функции доступен следующий параметр блокировки:

- Посредством сигнала на дискретном входе от внешнего или внутреннего источника *>Блок. ступень*

6.24.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:271:3) Пороговое значение** = ***5,800 В***

Параметр **Пороговое значение** установлен в соответствии с напряжением обратной последовательности.

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

Если трансформатор напряжения настроен на номинальное напряжение, можно использовать вторичное напряжение трансформатора напряжения. Значение напряжения 10% обратной последовательности при номинальном вторичном напряжении 100 В:
100 В / 1,73 * 0,1 = 5,77 В

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **(_:271:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Уставка по умолчанию ***0,95*** подходит для большинства применений.

Вы можете уменьшить коэффициент возврата, чтобы избежать дребезга ступени в случае низкого порогового значения. Например, для ступени с настройкой 2% вы можете использовать коэффициент возврата 0,90.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:271:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 с***

Определите **Задержка срабатывания** для конкретного применения. Практическое значение - 3,00 с.

Более высокие пороговые значения требуют применения более коротких задержек отключения.

Работа в режиме мониторинга

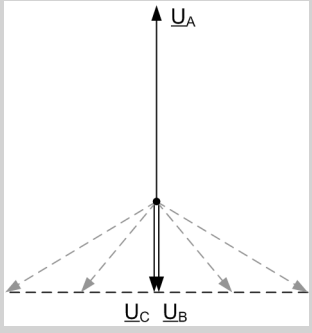
Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Пример 1:

Пуск ступени максимальной токовой защиты для несимметричных повреждений

В следующем разделе описывается задание параметров функции отключения ступени **МТЗ** в случае несимметричных повреждений. Задайте ступень **МТЗ** немного выше тока нагрузки. Таким образом будет задана очень высокая чувствительность защиты. Чтобы предотвратить непроизвольное срабатывание ступени **МТЗ**, пуск ступени **МТЗ** выполняется, когда срабатывает ступень **Напряжение обратной последовательности**. Ступень **МТЗ** остается заблокированной до тех пор, пока не сработала ступень **Напряжение обратной последовательности**.

Рисунок 6-277 отображает векторы напряжения при двухфазном повреждении между фазами B и C. Линейное напряжение U_{BC} практически равно 0.



[dwuazeig-020412-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-277 Векторы напряжения при двухфазном повреждении

Локальное 2-фазное повреждение создает относительно большое напряжение обратной последовательности — до 50 % фазного напряжения. Часть обратной последовательности уменьшается в случае удаленного повреждения. Нижний предел уставки обуславливается возможной несимметрией при полной нагрузке. Если взять, например, 5 % напряжение обратной последовательности, то значение срабатывания должно быть больше. Величина уставки 10 % гарантирует дополнительную стабильность во время рабочих несимметрий и достаточную чувствительность, чтобы разблокировать ступень **максимальной токовой защиты** при повреждении.

Для получения значения вторичного напряжения, равного 100 В, следует задать следующее вторичное пороговое напряжение:

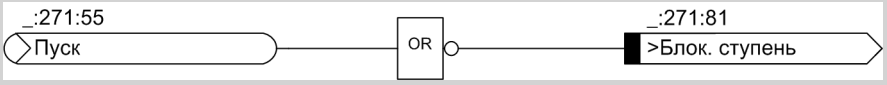
$$U2_{втор} = \frac{U_{ном}\ 100\ В}{\sqrt{3}} \cdot 10\ \% = \frac{100\ В}{\sqrt{3}} \cdot 0{,}1 \approx 5{,}8\ В$$

[fo_OVP_V2_Secondary Threshold, 1, ru_RU]

Для коэффициента возврата значение по умолчанию можно оставить равным 0,95. Это позволяет избежать "дребезга" ступени.

Задайте ступень **защиты от повышения напряжения обратной последовательности** так, чтобы она не вызывала повреждения при срабатывании и не приводила к отключению. Ступень **МТЗ** генерирует сообщение о повреждении. Срабатывание ступени **защиты от повышения напряжения обратной последовательности** используется в качестве критерия отключения, так как функция **защиты от повреждений** должна быть запущена немедленно после срабатывания **защиты от повышения напряжения обратной последовательности**. Поэтому выдержка времени не имеет значения и может оставаться заданной по умолчанию.

Используйте срабатывание ступени **МТЗ** с помощью схемы логических блоков. Инвертор соединяет срабатывание ступени **защиты от повышения напряжения обратной последовательности** с блокировкой ступени **МТЗ**.



[loinvert-020412-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-278 Соединение срабатывания ступени защиты от повышения напряжения обратной последовательности

Ступень	Значения уставок		
	Вторичное пороговое значение	Выдержка времени	Коэффициент возврата
1	5,800 В	3,00 с	0,95

Вторая ступень не нужна. Она удалена или остается выключенной.

Пример 2:

Напряжение обратной последовательности собственных нужд электростанции вызывает появление токов обратной последовательности на двигателях. Это приводит к тепловой перегрузке роторов. В большинстве случаев можно принять следующую зависимость: 1 % напряжения обратной последовательности может привести к повышению тока обратной последовательности примерно на 5 % или 6 %.

Напряжение обратной последовательности может быть вызвано обрывом провода на стороне высокого напряжения. Возникшее напряжение обратной последовательности может, например, инициировать быстрое переключение подпитки, чтобы предотвратить отключение от защиты от несимметричной нагрузки двигателей.

Siemens рекомендует использовать несколько отключающих ступеней для устранения повреждения, в результате чего чувствительная уставка порогового значения получает увеличенную задержку срабатывания.

Для примера рассмотрено только 2 ступени.

Первая ступень имеет порог срабатывания 10 % с временной задержкой 1,5 с. Вторая ступень имеет порог срабатывания 3 % с временной задержкой 8 с, см.*Таблица 6-15*. Кроме того, предполагается, что трансформатор напряжения настроен на номинальное напряжение.

$$U2_{втор} = \frac{100\ В}{1{,}73} \cdot \frac{U2\ [\%]}{100\%}$$

[fo_OVP_V2_SecondaryThreshold2, 1, ru_RU]

Таблица 6-15 Рекомендуемые уставки

Ступень	Пороговое значение	Задержка срабатывания
Ступень 1	5,800 В	1,50 с
Ступень 2	1,730 В	8,00 с

6.24.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:271:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:271:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:271:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	5.800 В
_:271:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:271:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:272:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:272:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:272:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	9.000 В
_:272:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:272:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.24.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:U2средн.	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:271:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:271:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:271:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:271:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:271:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:271:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:271:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:272:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:272:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:272:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:272:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:272:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:272:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:272:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.25 Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП

6.25.1 Обзор функций

Функция **Защита от перенапряжения обратной последовательности/прямой последовательности** используется для:

- Контролирует наличие несимметрии напряжений в энергосистемах и электрических машинах
- Определяет критерий разрешения срабатывания для максимальной токовой защиты в случае несимметричных повреждений

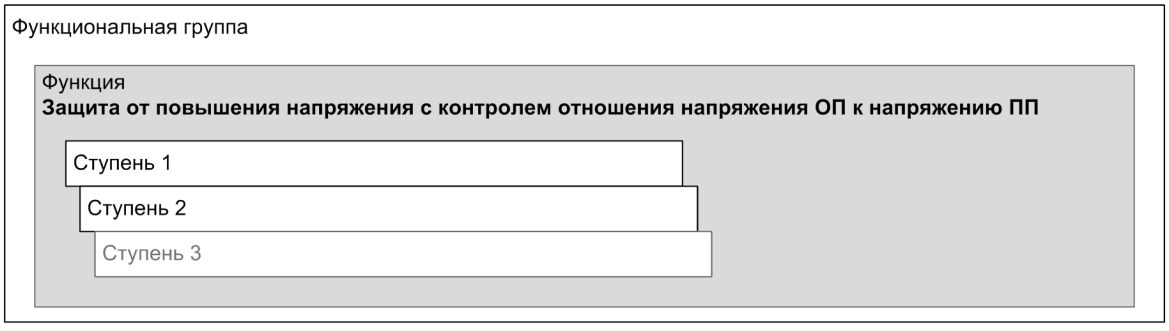
Несимметрия напряжений может быть вызвана рядом различных причин:

- Наиболее распространенной причиной является несимметричная нагрузка, например, вызванная разными потребителями в отдельных фазах.
- Несимметрия напряжений также может быть вызвана обрывом фазы, например, при перегорании однофазного предохранителя, обрыве провода и т.п.
- Другими причинами могут быть КЗ в энергосистеме, например, в трансформаторе или в установках для компенсации реактивной мощности.

6.25.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности/прямой последовательности** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функция **Защита от повышения напряжения обратной последовательности/прямой последовательности** имеет 2 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающие ступени. Все ступени защиты имеют одинаковую структуру.



[Structure-V2/V1_20150521, 2, ru_RU]

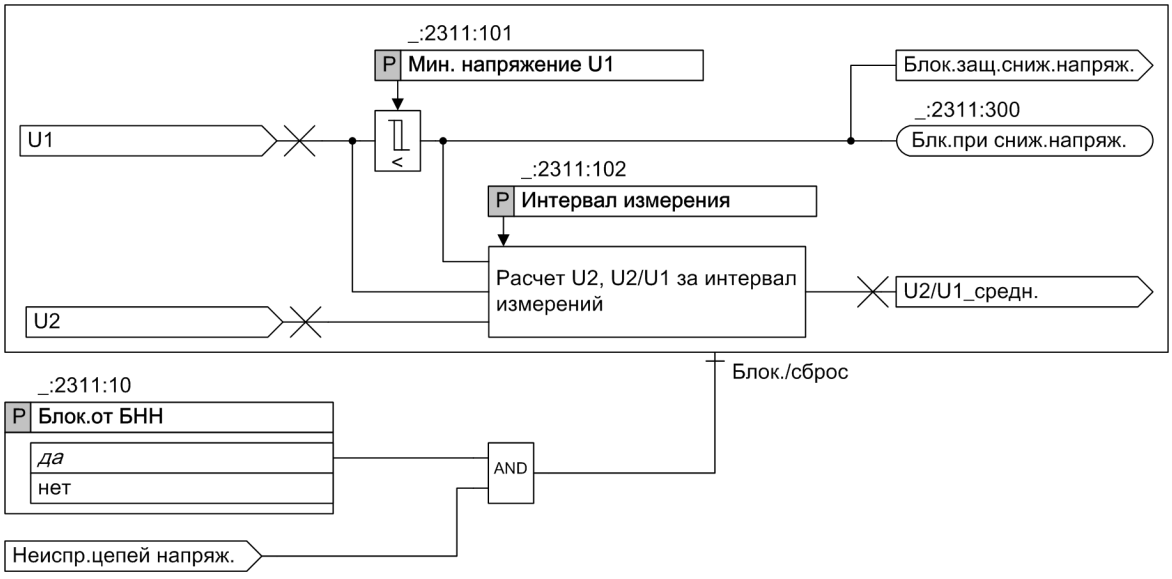
Рисунок 6-279 Структура/реализация функции

6.25.3 Общая функциональность

6.25.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логика вычисления средних значений отношения напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности. Среднее значение передается во все подчиненные ступени.



[lo_V2toV1_FB General_20150326, 1, ru_RU]

Рисунок 6-280 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Среднее значение отношения напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности определяется установленным интервалом времени (параметр: **Интервал измерения**). Параметр **Интервал измерения** может адаптировать эту функцию к любым условиям энергосистемы.

Можно установить для параметра **Интервал измерения** большее значение, чтобы получить более точный результат расчета, что приводит к увеличению времени срабатывания.

Блокировка функции при неисправности цепей напряжения

В случае блокировки сработавшая функция сбрасывается. Для функции доступны следующие параметры блокировки:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. раздел *8.3.2.1 Обзор функций*).
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы ступень обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.25.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Интервал измерения

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Интервал измерения** = ***1 период***

  Параметр **Интервал измерения** используется для оптимизации точности измерения или времени срабатывания данной функции.

  Для чувствительных уставок параметра **Пороговое значение**, например, менее 10 % от номинального напряжения, Siemens рекомендует использовать большее количество периодов. Siemens рекомендует использовать ***10 периодов***, и в этом случае время срабатывания увеличивается.

  Для получения более подробной информации обратитесь к разделу *11.26 Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП*.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка функции при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Функция защиты блокируется (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Функция защиты остается в работе.

6.25.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:10	Общие данные:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:2311:102	Общие данные:Интервал измерения		1 периоды до 10 периоды	1 периоды
_:2311:101	Общие данные:Мин. напряжение U1		0.300 В до 60.000 В	5.000 В

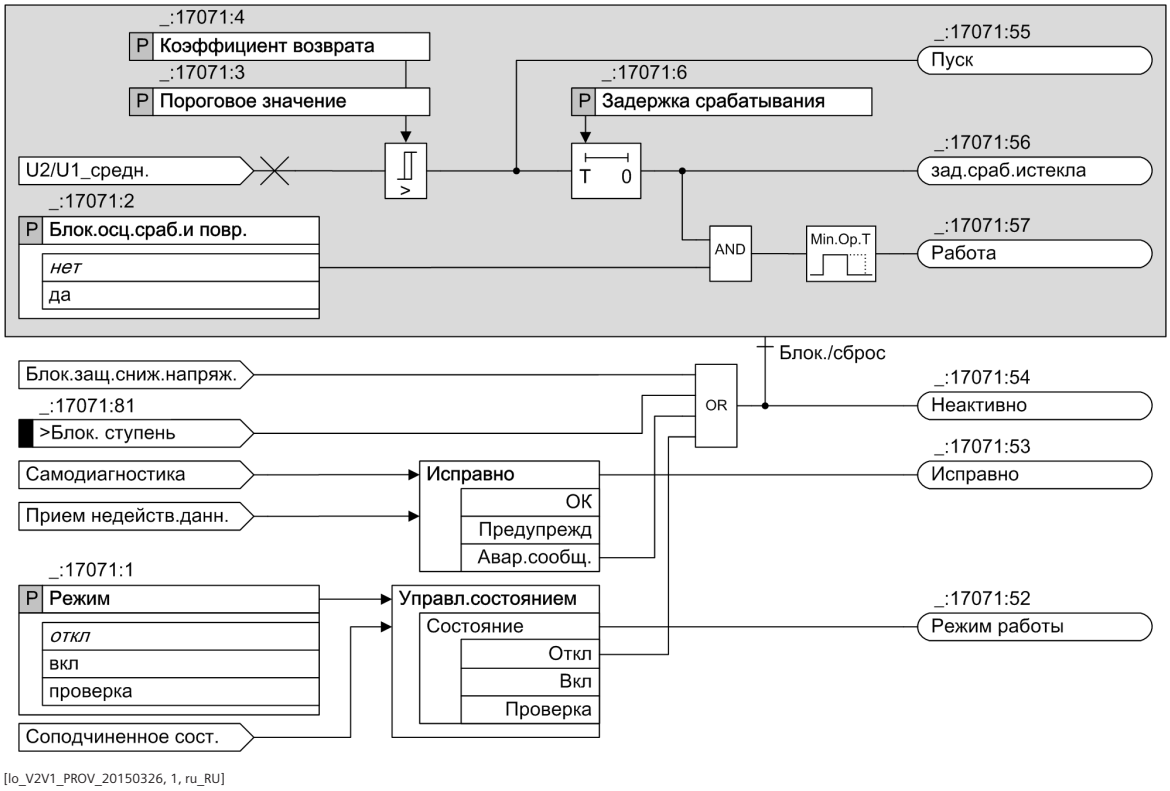
6.25.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
_:2311:301	Общие данные:U2/U1	MV	O

6.25.4 Ступень с напряжением обратной последовательности/напряжением прямой последовательности

6.25.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_V2V1_PROV_20150326, 1, ru_RU]

Рисунок 6-281 Логическая схема ступени Защита от перенапряжения с напряжением обратной последовательности/прямой последовательности

Метод измерения

Функция использует среднее значение соотношения напряжения обратной/прямой последовательности, которое рассчитывается функциональным блоком **Общие функции**. Дополнительные сведения см. в разделе *6.25.3.1 Описание*.

Блокировка ступени

В случае блокировки сработавшая функция сбрасывается. Для функции доступен следующий параметр блокировки:

- Посредством сигнала на дискретном входе от внешнего или внутреннего источника *>Блок. ступень*

6.25.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:17071:3) Пороговое значение** = *10,00 %*

Параметр **Пороговое значение** устанавливается в процентах в соответствии с определением симметричных компонентов. Это отношение напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности.

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

В случае применения с более низким пороговым значением около 2,00 % существует риск перегрузки из-за ошибок измерения с небольшими значениями, а также влияния помех.

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **(_:17071:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

При использовании более высокого порогового значение уставка по умолчанию ***0,95*** подходит для большинства применений.

Вы можете уменьшить коэффициент возврата, чтобы избежать дребезга ступени в случае низкого порогового значения. Например, для ступени с настройкой 2 % вы можете использовать коэффициент возврата 0,90.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:17071:6) Задержка срабатывания** = ***3,00 c***

Определите**Задержка срабатывания**для конкретного применения. При использовании чувствительных уставок порогового значения, которые описаны в этой главе, выполнение функции может быть отложено на 3,00 с.

Более высокие пороговые значения требуют применения более коротких задержек отключения.

Работа в режиме мониторинга

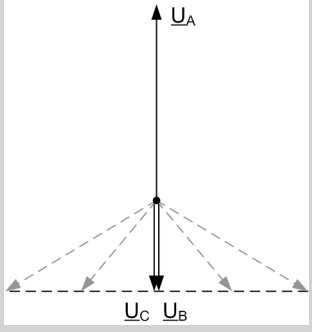
Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Пример 1:

Пуск ступени максимальной токовой защиты для несимметричных повреждений

В следующем разделе описывается задание параметров функции отключения ступени **МТЗ** в случае несимметричных повреждений. Задайте ступень **МТЗ** немного выше тока нагрузки. Таким образом будет задана очень высокая чувствительность защиты. Чтобы предотвратить непроизвольное срабатывание ступени **МТЗ**, пуск ступени **МТЗ** выполняется, когда срабатывает ступень **Напряжение обратной последовательности**. Ступень **МТЗ** остается заблокированной до тех пор, пока не сработала ступень **Напряжение обратной последовательности**.

Рисунок 6-282 отображает векторы напряжения при двухфазном повреждении между фазами B и C. Линейное напряжение U_{BC} практически равно 0.



[dwuazeig-020412-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-282 Векторы напряжения при двухфазном повреждении

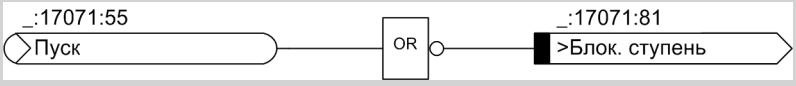
Локальное 2-фазное повреждение создает относительно большое напряжение обратной последовательности — до 100 % относительно напряжения прямой последовательности. Часть обратной последовательности уменьшается в случае удаленного повреждения. Нижний предел уставки обуславливается возможной несимметрией при полной нагрузке. Если взять, например, 5 %-е отношение напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности, то значение срабатывания должно быть больше. Величина уставки 10 % гарантирует дополнительную стабильность

во время рабочих несимметрий и достаточную чувствительность, чтобы разблокировать ступень **максимальной токовой защиты** при повреждении.

Для коэффициента возврата значение по умолчанию можно оставить равным 0,95. Это позволяет избежать "дребезга" ступени.

Задайте ступень **защиты от повышения напряжения обратной последовательности** так, чтобы она не вызывала повреждения при срабатывании и не приводила к отключению. Ступень **МТЗ** генерирует сообщение о повреждении. Срабатывание ступени **защиты от повышения напряжения обратной последовательности** используется в качестве критерия отключения, так как функция **защиты от повреждений** должна быть запущена немедленно после срабатывания **защиты от повышения напряжения обратной последовательности**. Поэтому выдержка времени не имеет значения и может оставаться заданной по умолчанию.

Используйте срабатывание ступени **МТЗ** с помощью схемы логических блоков. Инвертор соединяет срабатывание ступени **защиты от повышения напряжения обратной последовательности** с блокировкой ступени **МТЗ**.



[lo_Pickup of V2_20150507, 1, ru_RU]

Рисунок 6-283 Соединение срабатывания ступени защиты от повышения напряжения обратной последовательности

Ступень	Значения уставок		
	Процент отношения напряжения обратной последовательности к напряжению прямой последовательности.	**Выдержка времени**	**Коэффициент возврата**
1	10,00 %	3,00 с	0,95

Вторая ступень не нужна. Она удалена или остается выключенной.

Пример 2:

Напряжение обратной последовательности собственных нужд электростанции вызывает появление токов обратной последовательности на двигателях. Это приводит к тепловой перегрузке роторов. В большинстве случаев можно принять следующую зависимость: 1 % напряжения обратной последовательности может привести к повышению тока обратной последовательности примерно на 5 % или 6 %.

Напряжение обратной последовательности может быть вызвано обрывом провода на стороне высокого напряжения. Возникшее напряжение обратной последовательности может, например, инициировать быстрое переключение подпитки, чтобы предотвратить отключение от защиты от несимметричной нагрузки двигателей.

Siemens рекомендует использовать несколько отключающих ступеней для устранения повреждения, в результате чего чувствительная уставка порогового значения получает увеличенную задержку срабатывания.

Для примера рассмотрено только 2 ступени.

Первая ступень имеет порог срабатывания 10 % с временной задержкой 1,5 с. Вторая ступень имеет порог срабатывания 3 % с временной задержкой 8 с, см.*Таблица 6-16*.

Таблица 6-16 Рекомендуемые уставки

Ступень	Пороговое значение	Задержка срабатывания
Ступень 1	10,00 %	1,50 с
Ступень 2	3,00 %	8,00 с

6.25.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:17071:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17071:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17071:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.50 % до 100.00 %	10.00 %
_:17071:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:17071:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:17072:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17072:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17072:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.50 % до 100.00 %	15.00 %
_:17072:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:17072:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.25.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:17071:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17071:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:17071:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:17071:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:17071:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:17071:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17071:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:17072:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:17072:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:17072:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:17072:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:17072:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:17072:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17072:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.26 Защита от повышения напряжения

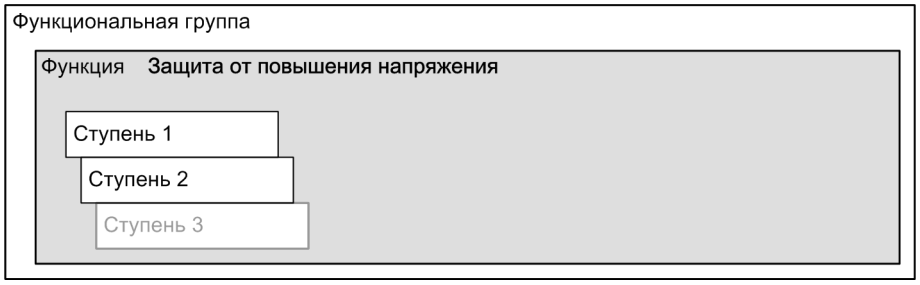
6.26.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения напряжения** (ANSI 59) обнаруживает повышение напряжения в 1 фазе и предназначена для особых применений.

6.26.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения напряжения** относится к группе защитных функций, использующих измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита от повышения напряжения** имеет 2 ступени с заводскими уставками. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

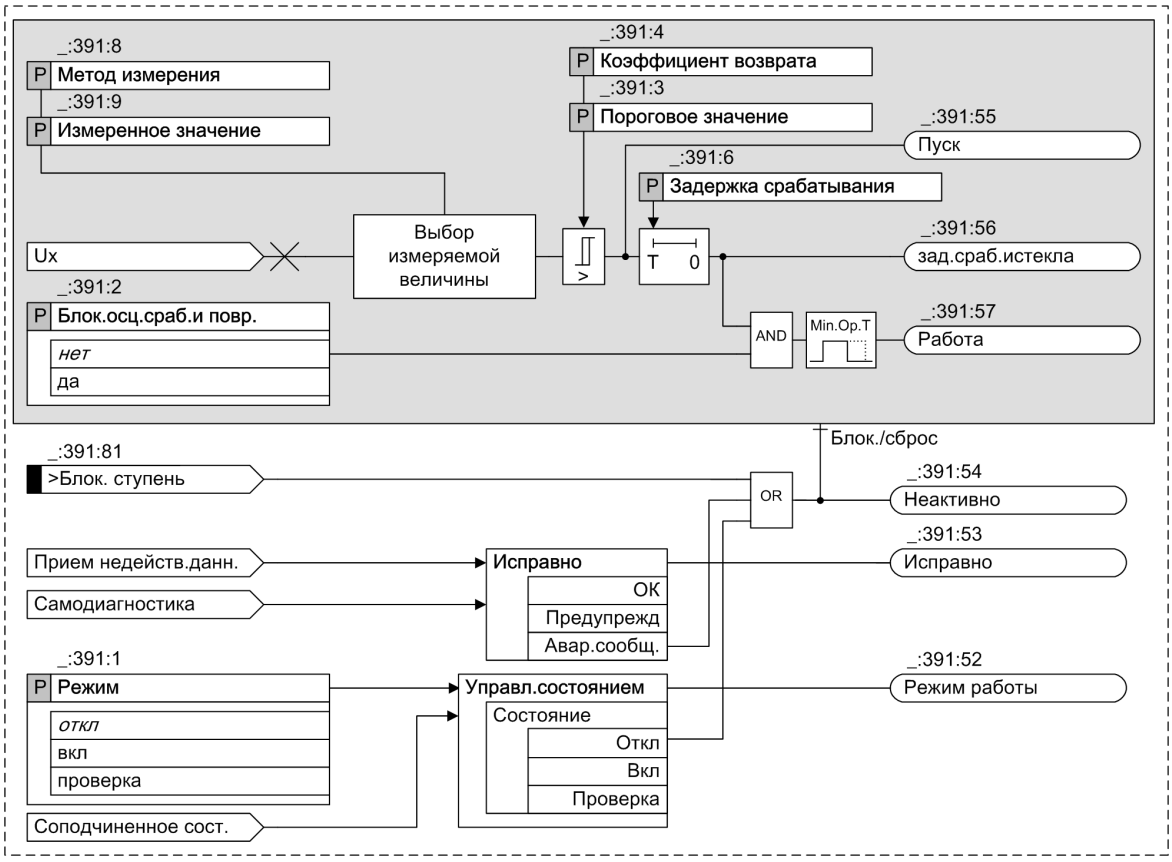


[dwovpuxs-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-284 Структура/реализация функции

6.26.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louxovpr-211212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-285 Логическая схема ступени: Защита от повышения напряжения

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Защита от повышения напряжения** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Метод измерения

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

- Измерение ***осн. гармоника***:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение значения параметра ***Действ. знач.***:

  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** позволяет определить, использует ли ступень измеренные величины напряжения (непосредственно заведенные в устройство) или вычисленные линейные напряжения.

Если функция **Защита от повышения напряжения** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.26.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:391:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале (осн. гармоника) или действующим (среднеквадратичным) (действ. знач.)

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать данный метод в качестве уставки по умолчанию.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Уставка по умолчанию **(_:391:9) Измеренное значение** = ***UA измер.***

Параметр **Измеренное значение** используется для определения напряжения, которое контролируется ступенью.
Объем уставок зависит от типа подключения трансформаторов напряжения и ранжирования измеряемых величин на точку измерения напряжения. Примеры подключения к трансформаторам напряжения можно найти в Приложении.
Доступны следующие варианты уставок:

- Измеряемое фазное напряжение U_A (***UA измер.***)
- Измеряемое фазное напряжение U_B (***UB измер.***)
- Измеренное фазное напряжение U_C (***UC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA измер.***)
- Вычисляемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB расчетное***)
- Вычисляемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC расчетное***)
- Вычисляемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA расчетное***)
- Вычисляемое напряжение U0 (***U0 расч.***)

Выбор зависит от конкретного применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Начиная с версии V7.30, значение ***Измеренное UN*** больше не предоставляется. Если вы выбрали это значение в более ранних версиях, то можно использовать следующие методы вместо того, чтобы обновлять конфигурацию до версии V7.30 или более поздней:

- Выберите значение ***U0 расч.*** для параметра **Измеренное значение** в функции **Защита от повышения напряжения**.
- Используйте функцию **Защита от повышения напряжения с использованием напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения**.

Если функция **Защита от повышения напряжения** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:391:3) Пороговое значение** = ***110 В***

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

В зависимости от измеренного значения, **Пороговое значение** устанавливается как **Измеренное напряжение** или как **Линейное значение**.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:391:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:391:4) Коэффициент возврата** = ***0,95***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,95***. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например до 0,98.

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.26.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:391:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:391:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:391:9	Ступень 1:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:391:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:391:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:391:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:391:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:392:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:392:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:392:9	Ступень 2:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:392:8	Ступень 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:392:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	130.000 В
_:392:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:392:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.26.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:391:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:391:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:391:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:391:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:391:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:391:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:391:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:392:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:392:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:392:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:392:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:392:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:392:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:392:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.27 Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения

6.27.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения 3-фазного напряжения** (ANSI 27):

- Контролирует допустимый диапазон напряжения
- Защищает оборудование (например, оборудование электрической станции) от повреждений, связанных со снижением напряжения
- Управляет отключениями или разгрузкой потребителей

6.27.2 Структура функции

Функция **СнижНапр3ф** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

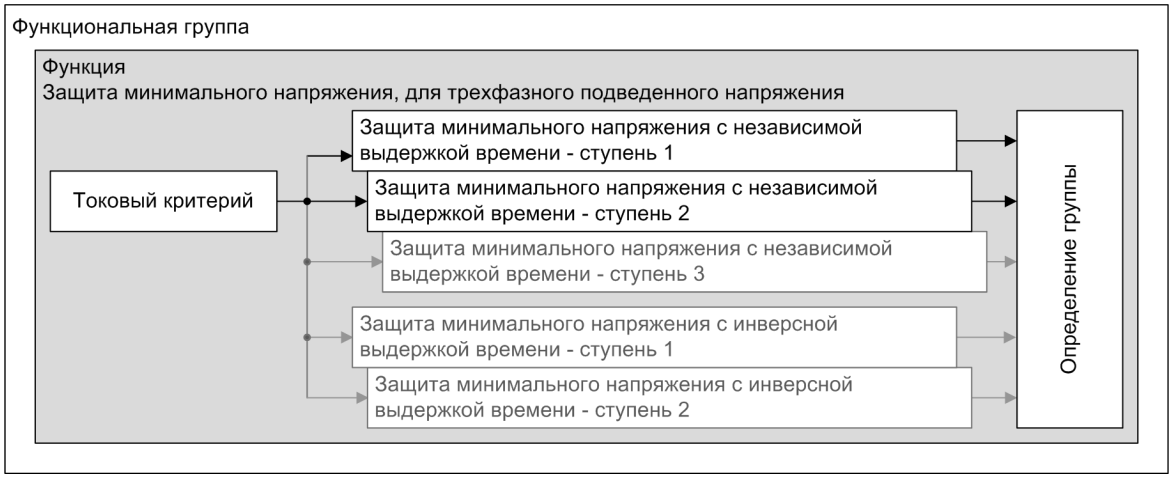
В соответствии с заводским настройками функция **Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения** имеет 2 ступени с заводскими уставками **Защита минимального напряжения с независимой выдержкой времени**.

В функции **Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения** одновременно могут работать следующие ступени:

- 3 ступени **Защита минимального напряжения с независимой выдержкой времени**
- 2 ступени **Защита минимального напряжения с инверсной выдержкой времени**

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны на следующем рисунке серым цветом.

Функция защиты построена таким образом, что один критерий протекания тока может действовать на все ступени защиты минимального напряжения (см. *Рисунок 6-286*). Если измерение тока отсутствует для группы защитных функций, то реализовать критерий по наличию тока **возможно** только при помощи соответствующего входного дискретного сигнала.



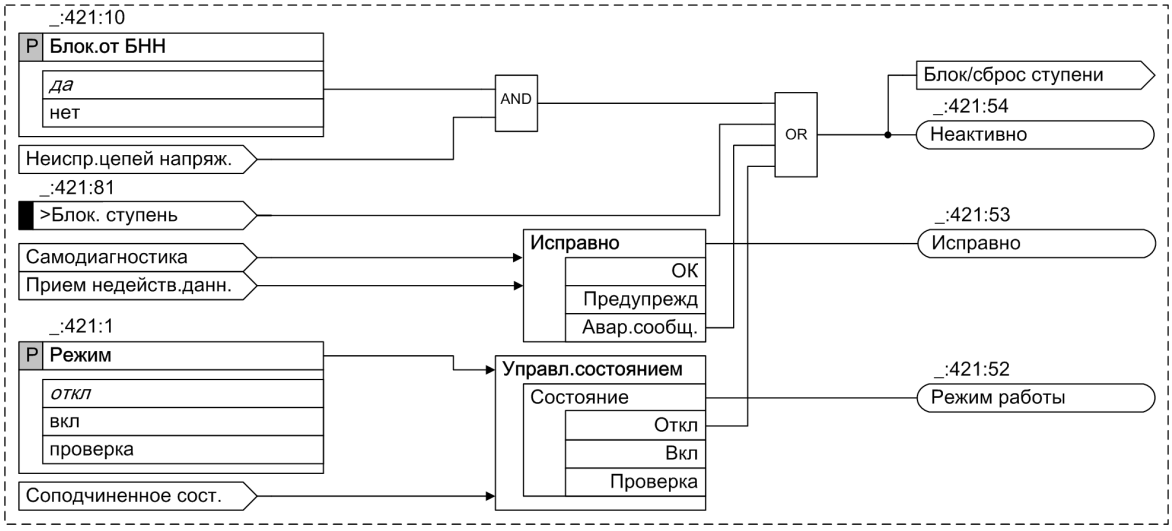
[dwstru3p-110211-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-286 Структура/реализация функции

6.27.3 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

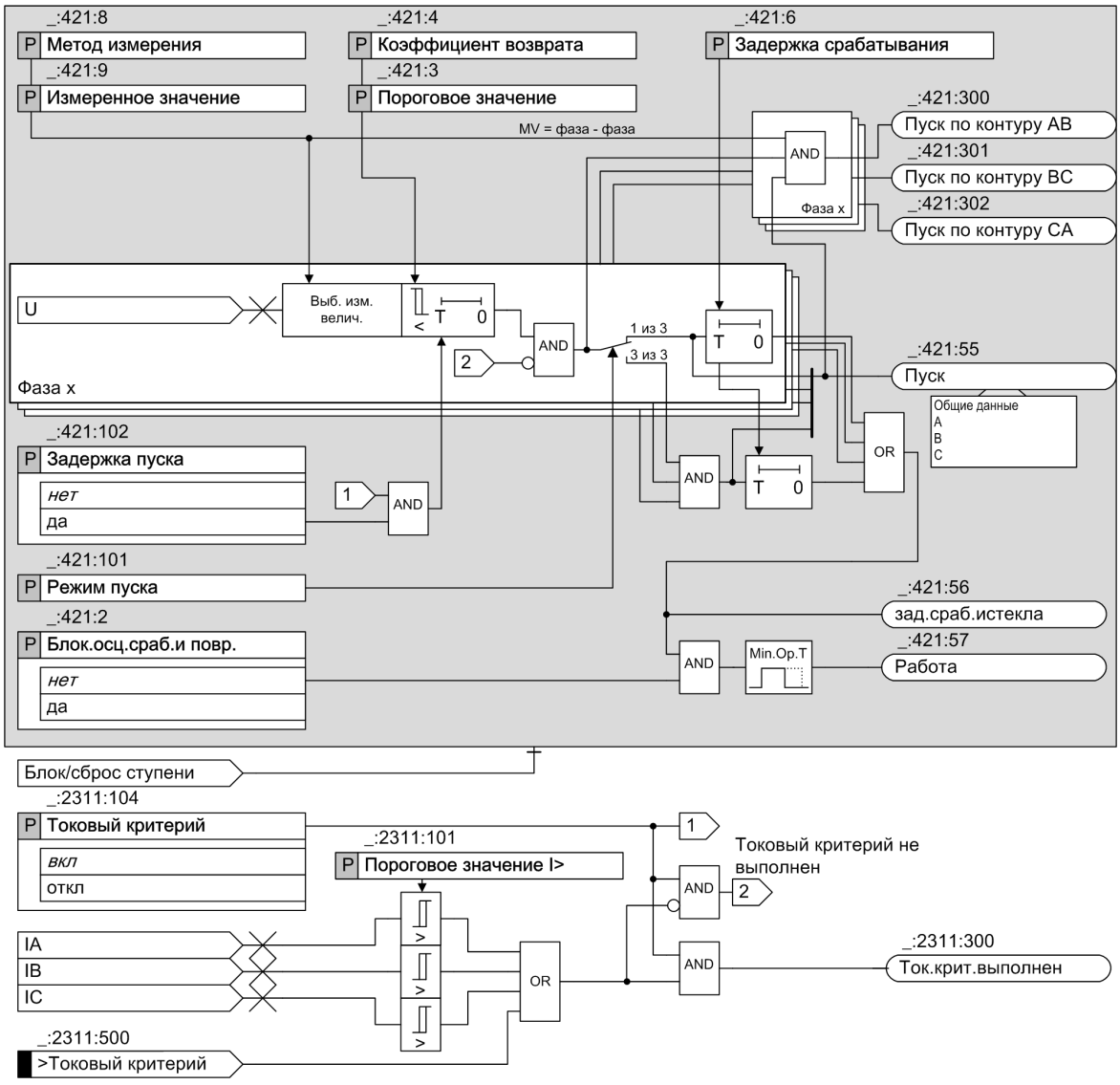
6.27.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[louvp3ph-140611-01_stagecontrol.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-287 Логическая схема работы ступени защиты



[louvp3ph-140611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-288 Логическая схема защиты минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения

Метод измерения

С помощью параметра **Метод измерения** вы выбираете соответствующий метод измерения в зависимости от применения защиты.

- Измерение основной гармоники:
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.
- Измерение действующего значения:
  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Используйте параметр **Измеренное значение** для определения того, контролирует ли отключающая ступень линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или напряжения фаза-земля U_A, U_B и U_C.

Если измеренное значение задается как линейное напряжение, функция сообщает о сработавших измерительных органах.

Режим пуска

Используйте уставку **Режим пуска** для определения того, сработает ли ступень в том случае, когда существует незначительное превышение порогового значения для одного измерительного элемента (***1 из 3***) или когда существует незначительное превышение порогового значения для всех 3 измерительных элементов (***3 из 3***).

Задержка пуска

Параметр **Задержка пуска** становится доступным и имеет значение только при использовании критерия протекания тока (значение уставки параметра **Токовый критерий** = ***вкл***).

Если при использовании критерия протекания тока отключается выключатель, функции обнаружения снижения напряжения и критерий протекания тока конфликтуют друг с другом. В зависимости от заданного порога для обнаружения снижения напряжения и критерия протекания тока возможна ситуация, когда снижение напряжения будет обнаружено прежде, чем произойдет возврат критерия протекания тока. В этом случае ступень запустится на короткое время. Для предотвращения кратковременного пуска ступени в ситуации, когда отключается выключатель, используйте параметр **Задержка пуска**. Это позволит задержать пуск примерно на 40 мс.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Уставка **Токовый критерий** работает для всех отключающих ступеней.

Если активирован параметр **Токовый критерий**, защита от снижения напряжения будет пускаться только в том случае, если минимальный задаваемый ток (**Пороговое значение I>**) превышен. Если значение тока меньше этой минимальной уставки, то ступени блокируются.

Критерий протекания тока может быть задан как **выполнен** с помощью дискретного входа **>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-288* показано влияние критерия протекания тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2311:104) Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита от снижения напряжения активна. Уставку параметра можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. раздел *8.3.2.1 Обзор функций*). Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.27.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:421:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале (осн. гармоника) или действующим (среднеквадратичным) значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот параметр как значение по умолчанию.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:421:9) Измеренное значение** = ***линейн.***

Используйте параметр **Измеренное значение** для определения того, контролирует ли отключающая ступень линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или напряжения фаза-земля U_A, U_B и U_C. Значение параметра

Значение параметра	Описание
линейн.	Если необходимо контролировать снижение напряжения при междуфазных КЗ, то следует оставить стандартное значение параметра (линейное напряжение). При данном значении параметра срабатывание функции не произойдет при возникновении замыканий на землю. Siemens рекомендует использовать тип измеряемой величины ***линейн.*** в качестве уставки по умолчанию.
фазн.	Если необходимо выявлять несимметрию и повышение напряжения в фазах, вызванное возникновением замыканий на землю, то следует установить значение уставки ***фазн.***.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:421:3) Пороговое значение** = ***80 В***

Тип задаваемой величины **Пороговое значение** выбирается в соответствии с выбранным значением параметра **Измеренное значение** и может выражаться как ***линейн.***, так и ***фазн.*** значением напряжения.

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

Для уставки по умолчанию нижний предел контролируемого диапазона напряжения определяется как 80 % от номинального напряжения защищаемого объекта.

ПРИМЕР:

Номинальное напряжение защищаемого объекта:	$U_{ном, об.}$ = 10 кВ
Трансформатор напряжения:	$K_{тн} = \frac{10\,кВ/\sqrt{3}}{100\,В/\sqrt{3}}$
Пороговое значение:	80% от $U_{ном., об.}$

Значение уставки (во вторичных величинах) рассчитывается следующим образом:

$$U_{\text{порог.втор.}} = \frac{0{,}8 \cdot U_{\text{ном.об.}}}{K_{\text{тн}}} = \frac{0{,}8 \cdot 10\,\text{кВ} \cdot 100\,\text{В}}{10\,\text{кВ}} = 80\,\text{В}$$

[foschwlw-190309-01.tif, 2, ru_RU]

Параметр: Режим пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:421:101) Режим пуска** = ***1 из 3***

Используйте уставку **Режим пуска** для определения того, сработает ли ступень в том случае, когда существует незначительное превышение порогового значения для одного измерительного элемента (***1 из 3***) или когда существует незначительное превышение порогового значения для всех 3 измерительных элементов (***3 из 3***).

Значение параметра	Описание
1 из 3	Выберите данное значение, если функция используется для защиты от снижения напряжения в фазах. Компания Siemens рекомендует использовать ***1 из 3*** как уставку по умолчанию. Данная характеристика срабатывания функции использовалась в предыдущих модификациях устройства (SIPROTEC 4, SIPROTEC 3).
3 из 3	Выберите данную уставку, если срабатывание ступени должно приводить к отключению защищаемого объекта от энергосистемы (например, ветряных электростанций).

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:421:102) Задержка пуска** = ***нет***

Параметр **Задержка пуска** становится доступным только при использовании критерия протекания тока (значение уставки параметра **Токовый критерий** = ***вкл***). Если токовый критерий не используется, то уставка Задержка пуска становится недоступной.

Параметр **Задержка пуска** определяет, будет ли использоваться выдержка времени для пуска ступени (приблизительно 40 мс). Выдержка времени позволяет избежать пуска ступени при отключении выключателя.

Значение параметра	Описание
нет	Данное значение следует выбирать, если необходим мгновенный пуск ступени в случае повреждения. При данном значении параметра пуск функции будет происходить максимально быстро. Учтите, что проведение переключений (например, отключение выключателя) может привести к мгновенному срабатыванию ступени защиты (в зависимости от значения заданных уставок). Для предотвращения ошибочных срабатываний функции должна быть введена выдержка времени в 50 мс.
да	Данное значение следует выбирать, если коммутационные операции (например, отключение выключателя) не должны приводить к пуску функции. Обратите внимание, что срабатывание функции происходит через 40 мс. Данная задержка суммируется с собственным временем срабатывания функции.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:421:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:421:4) Коэффициент возврата** = ***1,05***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки ***1,05***. Для получения большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено (например, до 1,02).

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:421:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Токовый критерий

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Токовый критерий** = ***вкл***

В зависимости от главной схемы, трансформаторы напряжения (ТН) могут находиться как со стороны питания, так и со стороны нагрузки. Эти 2 разных места расположения трансформатора напряжения влияют на работу функции после отключения и размыкания выключателя:

- Если ТН расположены со стороны питания, то на них присутствует напряжение.
- Если ТН расположены со стороны перехода, напряжение отсутствует.

Значение параметра	Описание
вкл	Если ТН расположены со стороны нагрузки, то можно использовать критерий по наличию тока для надежного возврата функции при снижении тока ниже минимального значения (параметр **Пороговое значение I>**).
откл	В случае снижения напряжения, если токовый критерий не используется, то ступени защиты минимального напряжения остаются в работе.

Параметр: Пороговое значение I>

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Пороговое значение I>** = ***0,05 A***

Параметр **Пороговое значение I>** используется для определения включенного положения выключателя. Siemens рекомендует задавать значение уставки параметра **Пороговое значение I>**, равное 5 % от значения номинального тока. При вторичном номинальном токе трансформатора тока в 1 А задаваемое значение уставки **Пороговое значение I>** будет равно 0,05 А.

Если чувствительность параметра **Пороговое значение I>** задается слишком высокой, то длительные переходные процессы во вторичной цепи трансформатора тока могут увеличить время возврата функции. Увеличьте значение уставки для ускорения возврата функции.

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.** .

6.27.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:104	Общие данные:Токовый критерий		• откл • вкл	вкл
_:2311:101	Общие данные:Пороговое значение I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A
НезавВыдВр 1				
_:421:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:421:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:421:10	НезавВыдВр 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:421:9	НезавВыдВр 1:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:421:8	НезавВыдВр 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:421:101	НезавВыдВр 1:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:421:102	НезавВыдВр 1:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:421:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение		0.300 В до 175.000 В	80.000 В
_:421:4	НезавВыдВр 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:421:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
НезавВыдВр 2				
_:422:1	НезавВыдВр 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:422:2	НезавВыдВр 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:422:10	НезавВыдВр 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:422:9	НезавВыдВр 2:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:422:8	НезавВыдВр 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:422:101	НезавВыдВр 2:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:422:102	НезавВыдВр 2:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:422:3	НезавВыдВр 2:Пороговое значение		0.300 В до 175.000 В	65.000 В
_:422:4	НезавВыдВр 2:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:422:6	НезавВыдВр 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.27.3.4 Список сообщений

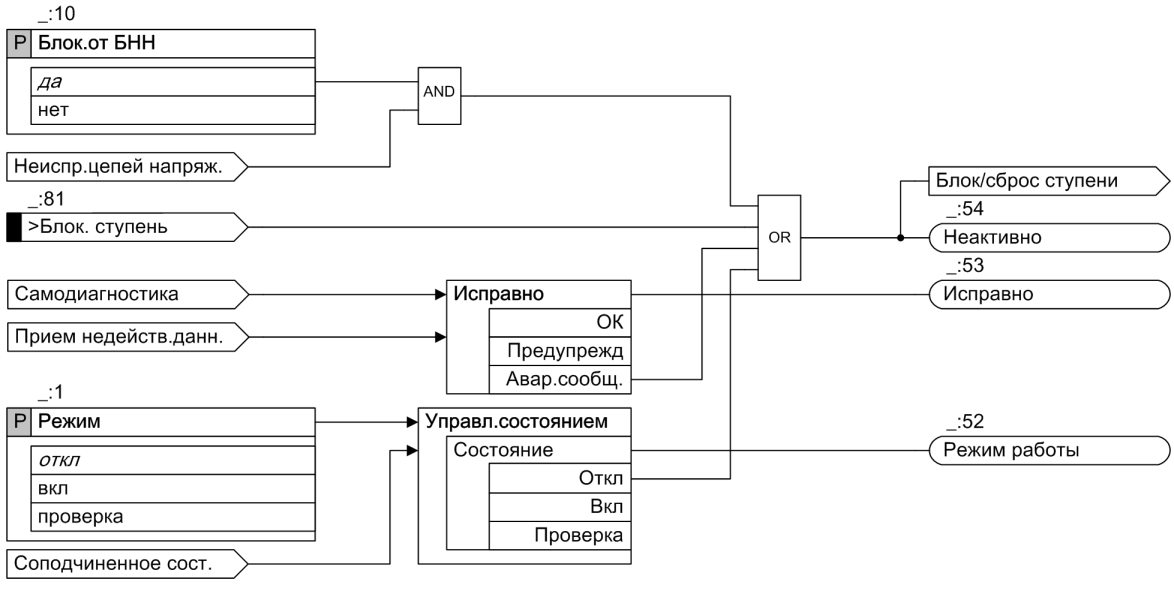
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Токовый критерий	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Ток.крит.выполнен	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:421:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:421:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:421:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:421:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:421:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:421:300	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:421:301	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру BC	SPS	O
_:421:302	НезавВыдВр 1:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:421:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:421:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 2			
_:422:81	НезавВыдВр 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:422:54	НезавВыдВр 2:Неактивно	SPS	O
_:422:52	НезавВыдВр 2:Режим работы	ENS	O
_:422:53	НезавВыдВр 2:Статус исправности	ENS	O
_:422:55	НезавВыдВр 2:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:422:300	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:422:301	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру BC	SPS	O
_:422:302	НезавВыдВр 2:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:422:56	НезавВыдВр 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:422:57	НезавВыдВр 2:Работа	ACT	O

6.27.4 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

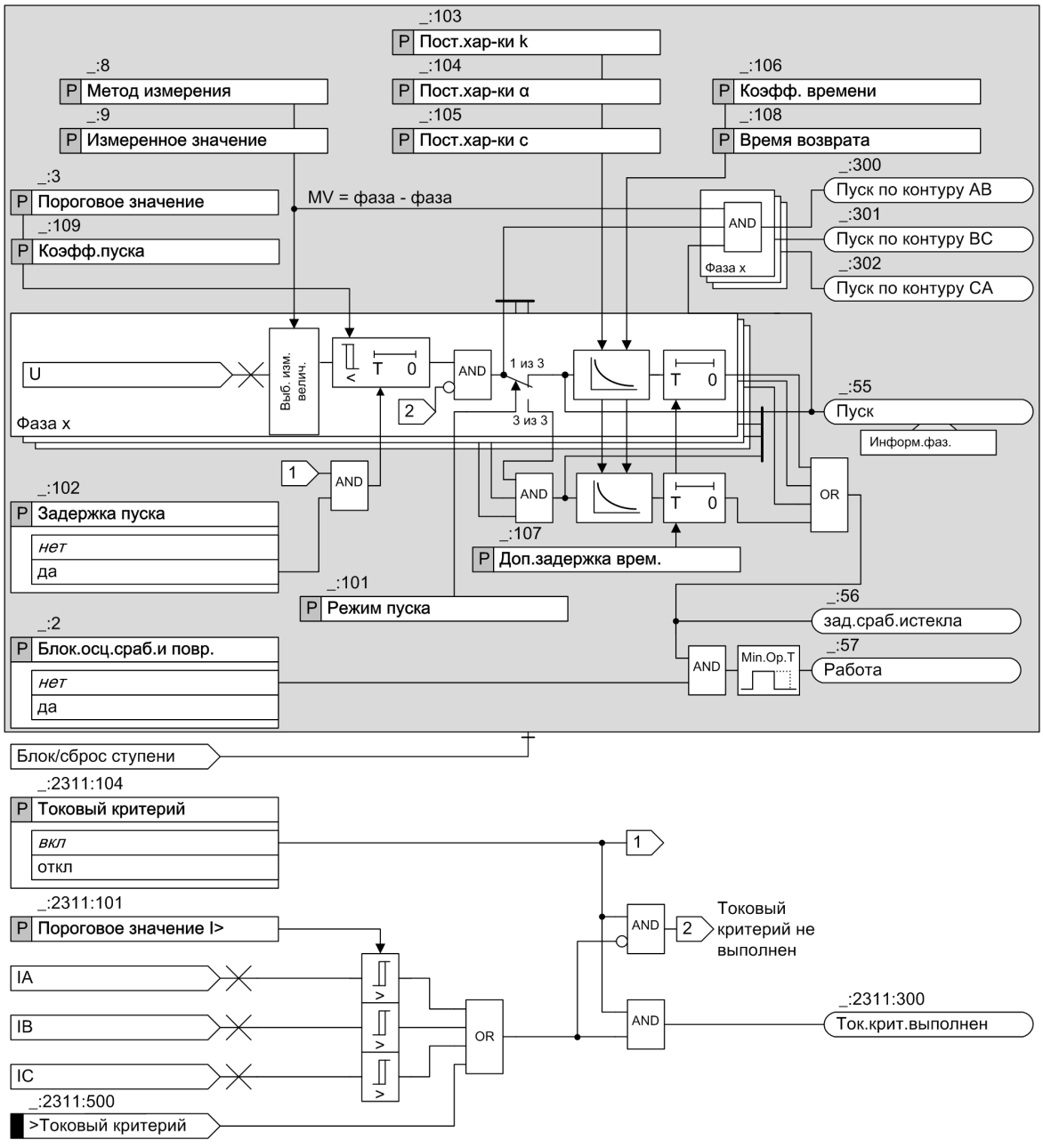
6.27.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_UVP3ph_In_StageControl, 2, ru_RU]

Рисунок 6-289 Логическая схема работы ступени защиты



[lo_UVP3ph_In, 4, ru_RU]

Рисунок 6-290 Логическая схема ступени: защита от снижения напряжения с инверсной характеристикой времени, для трехфазного подведенного напряжения

Метод измерения

Вы используете параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли ступень ***осн. гармоника*** или ***Действ. знач.***.

- Измерение ***осн. гармоника***:

  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.

- Измерение ***Действ. знач.***:

  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Используйте параметр **Измеренное значение** для определения того, контролирует ли отключающая ступень линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или напряжения фаза-земля U_A, U_B и U_C.

Если измеренное значение задается как линейное напряжение, функция сообщает о сработавших измерительных органах.

Режим пуска

Используйте уставку **Режим пуска** для определения того, сработает ли ступень в том случае, когда существует незначительное превышение порогового значения для одного измерительного элемента (***1 из 3***) или когда существует незначительное превышение порогового значения для всех 3 измерительных элементов (***3 из 3***).

Характеристики пуска и срабатывание

Когда входное напряжение падает ниже порогового значения на устанавливаемое значение **Коэфф.пуска**, осуществляется пуск ступени и обрабатывается инверсная характеристика времени срабатывания. Запускается отсчет времени срабатывания. Задержка срабатывания представляет собой сумму инверсной задержки времени и дополнительной задержки времени.

$T_{сраб}=T_{инв}+T_{доп}$

Где:

$T_{сраб}$	Задержка срабатывания
$T_{инв}$	Инверсная выдержка времени
$T_{доп}$	Дополнительная задержка времени (параметр **Доп.задержка врем.**)

После срабатывания значение времени $T_{инв}$ рассчитывается для каждого входного напряжения, которое меньше значения возврата. Интегратор накапливает значение $1/T_{инв}$. Как только интегральное значение достигает фиксированного значения 1, инверсная временная задержка истекает.
Инверсная выдержка времени рассчитывается по следующей формуле:

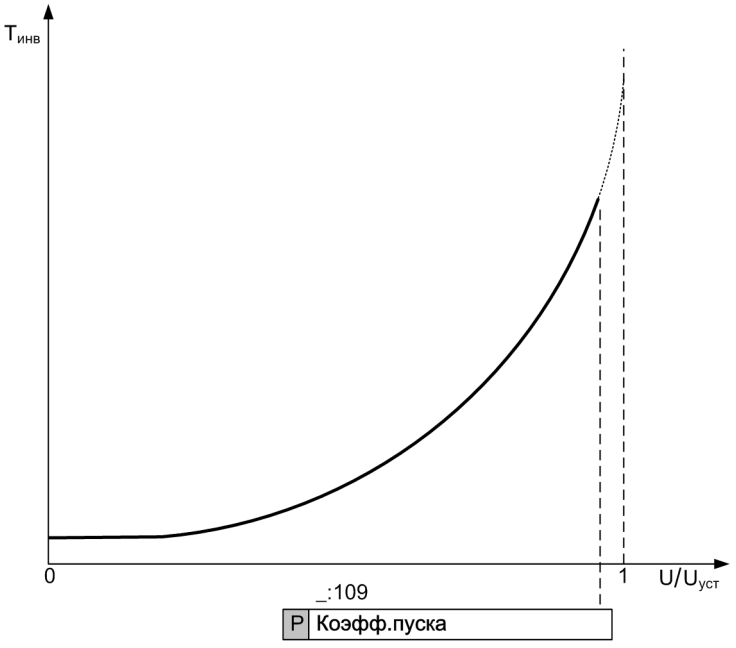
$$T_{инв} = T_p \left(\frac{k}{1 - \left(\frac{U}{U_{Уставка}} \right)^{\alpha}} + c \right) [c]$$

[fo_UVP3ph_inverse, 2, ru_RU]

Где

$T_{инв}$	Инверсная выдержка времени
T_p	Коэффициент времени (параметр **Коэфф. времени**)
B	Измеренное снижение напряжения
$U_{Уставка}$	Пороговое значение (параметр **Пороговое значение**)
k	Постоянная характеристики k (параметр **Пост.хар-ки k**)
α	Постоянная характеристики α (параметр **Пост.хар-ки α**)
c	Постоянная характеристики c (параметр **Пост.хар-ки c**)

Инверсная временная характеристика показана на следующем рисунке:



[dwUVP3ph_inverse, 1, ru_RU]

Рисунок 6-291 Инверсные характеристики времени для защиты минимального напряжения

Задержка пуска

Параметр **Задержка пуска** становится доступным и имеет значение только при использовании критерия протекания тока (значение уставки параметра **Токовый критерий** = ***вкл***).

Если при использовании критерия протекания тока отключается выключатель, функции обнаружения снижения напряжения и критерий протекания тока конфликтуют друг с другом. В зависимости от заданного порога для обнаружения снижения напряжения и критерия протекания тока возможна ситуация, когда снижение напряжения будет обнаружено прежде, чем произойдет возврат критерия протекания тока. В этом случае ступень запустится на короткое время. Для предотвращения кратковременного пуска ступени в ситуации, когда отключается выключатель, используйте параметр **Задержка пуска** . Это позволит задержать пуск примерно на 40 мс.

Поведение при возврате

Когда напряжение превышает значение возврата (1,05 x коэффициент срабатывания x пороговое значение), запускается передача сигнала срабатывания, и начинается возврат. Поведение при возврате можно определить с помощью параметра **Время возврата**. Мгновенный сброс осуществляется путем установки параметра **Время возврата** равным 0 с. Отложенный сброс происходит путем установки желаемого времени задержки.

В течение времени Время возврата (> 0 с) значение, набранное выдержкой времени на срабатывание, фиксируется. Если в течение этого периода ступень снова срабатывает, то она будет работать, когда истекает остаток задержки срабатывания.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Уставка **Токовый критерий** работает для всех отключающих ступеней.

Если активирован параметр **Токовый критерий**, защита от снижения напряжения будет пускаться только в том случае, если минимальный задаваемый ток (**Пороговое значение I>**) превышен. Если значение тока меньше этой минимальной уставки, то ступени блокируются.

Критерий протекания тока может быть задан как **выполнен** с помощью дискретного входа **>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-288* показано влияние критерия протекания тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2311:104) Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита от снижения напряжения активна. Уставку параметра можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

В случае блокировки сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. главу *8.3.2.1 Обзор функций*) . Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.27.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале (осн. гармоника) или действующим (среднеквадратичным) значением.

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот параметр как значение по умолчанию.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:9) Измеренное значение** = ***линейн.***

Используйте параметр **Измеренное значение** для определения того, контролирует ли отключающая ступень линейные напряжения U_{AB}, U_{BC} и U_{CA} или напряжения фаза-земля U_A, U_B и U_C.

Значение параметра	Описание
линейн.	Если необходимо контролировать снижение напряжения при междуфазных КЗ, то следует оставить стандартное значение параметра (линейное напряжение). При данном значении параметра срабатывание функции не произойдет при возникновении замыканий на землю. Siemens рекомендует использовать тип измеряемой величины ***линейн.*** в качестве уставки по умолчанию.
фазн.	Если необходимо выявлять несимметрию и повышение напряжения в фазах, вызванное возникновением замыканий на землю, то следует установить значение уставки ***фазн.***.

Параметр: Режим пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Режим пуска** = ***1 из 3***

Используйте уставку **Режим пуска** для определения того, сработает ли ступень в том случае, когда существует незначительное превышение порогового значения для одного измерительного элемента (***1 из 3***) или когда существует незначительное превышение порогового значения для всех 3 измерительных элементов (***3 из 3***).

Значение параметра	Описание
1 из 3	Выберите данное значение, если функция используется для защиты от снижения напряжения в фазах. Компания Siemens рекомендует использовать ***1 из 3*** как уставку по умолчанию. Данная характеристика срабатывания функции использовалась в предыдущих модификациях устройства (SIPROTEC 4, SIPROTEC 3).
3 из 3	Выберите данную уставку, если срабатывание ступени должно приводить к отключению защищаемого объекта от энергосистемы (например, ветряных электростанций).

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:102) Задержка пуска** = ***нет***

Параметр **Задержка пуска** становится доступным только при использовании критерия протекания тока (значение уставки параметра **Токовый критерий** = ***вкл***). Если токовый критерий не используется, то уставка Задержка пуска становится недоступной.

Параметр **Задержка пуска** определяет, будет ли использоваться выдержка времени для пуска ступени (приблизительно 40 мс). Выдержка времени позволяет избежать пуска ступени при отключении выключателя.

Значение параметра	Описание
нет	Данное значение следует выбирать, если необходим мгновенный пуск ступени в случае повреждения. При данном значении параметра пуск функции будет происходить максимально быстро. Учтите, что проведение переключений (например, отключение выключателя) может привести к мгновенному срабатыванию ступени защиты (в зависимости от значения заданных уставок). Для предотвращения ошибочных срабатываний функции должна быть введена выдержка времени в 50 мс.
да	Данное значение следует выбирать, если коммутационные операции (например, отключение выключателя) не должны приводить к пуску функции. Обратите внимание, что срабатывание функции происходит через 40 мс. Данная задержка суммируется с собственным временем срабатывания функции.

Параметр: Пост.хар-ки k, Пост.хар-ки α, Пост.хар-ки c

- Уставка по умолчанию **(_:103) Пост.хар-ки k** = ***1,00***
- Уставка по умолчанию **(_:104) Пост.хар-ки α** = ***1,000***
- Уставка по умолчанию **(_:105) Пост.хар-ки c** = ***0,000***

Используя значения **Пост.хар-ки k**, **Пост.хар-ки α** и **Пост.хар-ки c**, вы определяете требуемую инверсную характеристику времени.

Параметр: Коэфф. времени

- Уставка по умолчанию **(_:106) Коэфф. времени** = ***1,00***

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Как правило, изменение времени для защиты напряжения и, соответственно, смещение характеристики срабатывания отсутствует, Siemens рекомендует оставить параметр **Коэфф. времени** равным ***1,00*** (уставка по умолчанию).

Параметр: Время возврата

- Уставка по умолчанию **(_:108) Время возврата** = ***0,00 c***

Параметр **Время возврата** определяет временную задержку сброса, которая запускается, когда напряжение превышает значение возврата. Когда требуется мгновенный сброс, задайте параметр **Время возврата** равным 0 с.

В условиях сети с перемежающимися КЗ или КЗ, возникающими друг за другом, Siemens рекомендует установить параметр **Время возврата** равным соответствующему значению > 0 с для обеспечения работы. В противном случае Siemens рекомендует сохранить значение по умолчанию для быстрого возврата функции.

Параметр: Доп.задержка врем.

- Уставка по умолчанию **(_:107) Доп.задержка врем.** = ***0,00 c***

Используя параметр **Доп.задержка врем.**, можно задать выдержку времени, дополняющую инверсную характеристику.

Если уставка остается равной своему значению по умолчанию 0 сек., работает только инверсная характеристика времени.

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Повреждение в цепях напряжения может быть обнаружено при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Токовый критерий

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Токовый критерий** = ***вкл***

В зависимости от главной схемы, трансформаторы напряжения (ТН) могут находиться как со стороны питания, так и со стороны нагрузки. Эти 2 разных места расположения трансформатора напряжения влияют на работу функции после отключения и размыкания выключателя:

- Если ТН расположены со стороны питания, то на них присутствует напряжение.
- Если ТН расположены со стороны перехода, напряжение отсутствует.

Значение параметра	Описание
вкл	Если ТН расположены со стороны нагрузки, то можно использовать критерий по наличию тока для надежного возврата функции при снижении тока ниже минимального значения (параметр **Пороговое значение I>**).
откл	В случае снижения напряжения, если токовый критерий не используется, то ступени защиты минимального напряжения остаются в работе.

6.27.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ИнвВыдВр #				
_:1	ИнвВыдВр #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	ИнвВыдВр #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:10	ИнвВыдВр #:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:9	ИнвВыдВр #:Измеренное значение		• фазн. • линейн.	линейн.
_:8	ИнвВыдВр #:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:101	ИнвВыдВр #:Режим пуска		• 1 из 3 • 3 из 3	1 из 3
_:102	ИнвВыдВр #:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:3	ИнвВыдВр #:Пороговое значение		0.300 В до 175.000 В	80.000 В
_:109	ИнвВыдВр #:Коэфф.пуска		0.80 до 1.00	0.90
_:103	ИнвВыдВр #:Пост.харки k		0.00 до 300.00	1.00
_:104	ИнвВыдВр #:Пост.харки α		0.010 до 5.000	1.000
_:105	ИнвВыдВр #:Пост.харки c		0.000 до 5.000	0.000
_:106	ИнвВыдВр #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:107	ИнвВыдВр #:Доп.задержка врем.		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:108	ИнвВыдВр #:Время возврата		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

6.27.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ИнвВыдВр #			
_:81	ИнвВыдВр #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	ИнвВыдВр #:Неактивно	SPS	O
_:52	ИнвВыдВр #:Режим работы	ENS	O
_:53	ИнвВыдВр #:Статус исправности	ENS	O
_:55	ИнвВыдВр #:Пуск	ACD	O
_:300	ИнвВыдВр #:Пуск по контуру AB	SPS	O
_:301	ИнвВыдВр #:Пуск по контуру BC	SPS	O
_:302	ИнвВыдВр #:Пуск по контуру CA	SPS	O
_:56	ИнвВыдВр #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	ИнвВыдВр #:Работа	ACT	O

6.28 Защита минимального напряжения прямой последовательности

6.28.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения напряжения прямой последовательности** (ANSI 27):

- Контролирует допустимый диапазон напряжения
- Защищает оборудование (например, оборудование электрической станции) от повреждений, связанных со снижением напряжения
- Защищает двигатели и генераторы от недопустимых режимов и возможной потери устойчивости в случае снижения напряжения

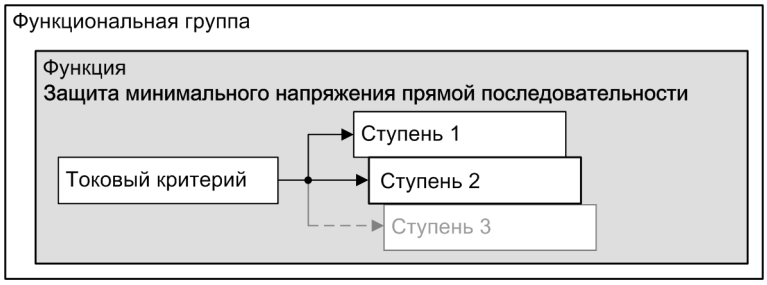
Двухфазные короткие замыкания или замыкания на землю, ведущие к несимметричному снижению напряжения, не оказывают заметного влияния на напряжение прямой последовательности, по сравнению с тремя однофазными измерительными системами. Поэтому данная функция, в частности, подходит для оценки проблем устойчивости.

6.28.2 Структура функции

Функция **Защита минимального напряжения прямой последовательности** используется в группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводскими настройками функция **Защита минимального напряжения прямой последовательности** имеет 2 ступени отключения. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Функция защиты построена таким образом, что один критерий протекания тока может действовать на все ступени защиты минимального напряжения (см. *Рисунок 6-292*). Если измерение тока отсутствует для группы защитных функций, то реализовать критерий по наличию тока **возможно** только при помощи соответствующего входного дискретного сигнала.

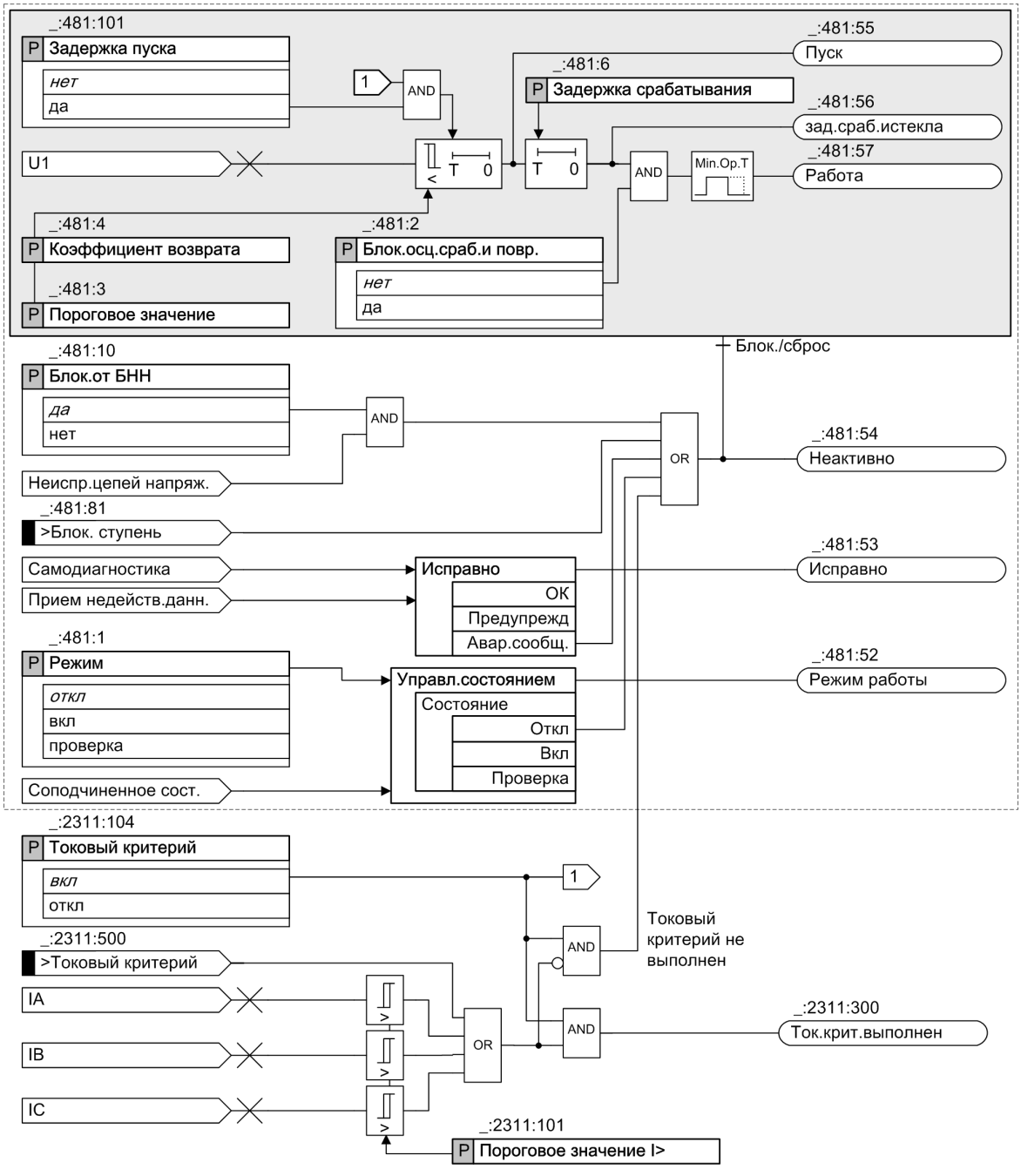


[dwstuvu1-110211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-292 Структура/реализация функции

6.28.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louv3pu1-021012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-293 Логическая схема ступени защиты минимального напряжения прямой последовательности

Метод измерения

Для ступени используется напряжение прямой последовательности. Напряжение прямой последовательности вычисляется из измеренного фазного напряжения в соответствии с определяющим уравнением.

Задержка пуска

Параметр **Задержка пуска** становится доступным и имеет значение только при использовании критерия протекания тока (значение уставки параметра **Токовый критерий** = ***вкл***).

Если при использовании критерия протекания тока отключается выключатель, функции обнаружения снижения напряжения и критерий протекания тока конфликтуют друг с другом. В зависимости от заданного порога для обнаружения снижения напряжения и критерия протекания тока возможна ситуация, когда снижение напряжения будет обнаружено прежде, чем произойдет возврат критерия протекания тока. В этом случае отключающая ступень запустится на короткий промежуток времени. Для предотвращения кратковременного пуска отключающей ступени в ситуации, когда отключается выключатель, используйте параметр **Задержка пуска**. Это позволит задержать пуск примерно на 40 мс.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Критерий наличия тока работает для всех ступеней.

Если активирован параметр **Токовый критерий**, защита от снижения напряжения будет пускаться только в том случае, если минимальный задаваемый ток (**Пороговое значение I>**) превышен по крайней мере в одной фазе. Если значение тока меньше этой минимальной уставки, то отключающие ступени блокируются.

Критерий протекания тока может быть задан как **выполнен** с помощью дискретного входа **>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-293* показано влияние критерия протекания тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита от снижения напряжения активна. Уставку параметра можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. главу *8.3.2.1 Обзор функций*). Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли отключающая ступень заблокирована или останется в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения. Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы функция обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала ступень.

6.28.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:481:3) Пороговое значение** = ***46 В***

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения. Для уставки по умолчанию нижний предел контролируемого диапазона напряжения определяется как 80 % от номинального напряжения защищаемого объекта.

Параметр: Задержка пуска

- Уставка по умолчанию **(_:481:101) Задержка пуска** = ***нет***

Параметр **Задержка пуска** становится доступным только при использовании критерия протекания тока (значение уставки параметра **Токовый критерий** = ***вкл***). Если токовый критерий не используется, то уставка Задержка пуска становится недоступной.

Параметр **Задержка пуска** определяет, будет ли использоваться выдержка времени для пуска ступени (приблизительно 40 мс). Выдержка времени позволяет избежать пуска ступени при отключении выключателя.

Значение параметра	Описание
нет	Данное значение следует выбирать, если необходим мгновенный пуск ступени. При данном значении параметра пуск функции будет происходить максимально быстро. Учтите, что проведение коммутационных операций (например, отключение выключателя) может привести к мгновенному срабатыванию ступени защиты (в зависимости от значения заданных уставок). Для предотвращения ошибочных срабатываний функции должна быть введена выдержка времени в 50 мс.
да	Данное значение следует выбирать, если коммутационные операции (например, отключение выключателя) не должны приводить к пуску функции. Обратите внимание, что срабатывание функции происходит через 40 мс. Данная задержка суммируется с собственным временем срабатывания функции.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:481:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:481:4) Коэффициент возврата** = ***1,05***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение уставки 1,05. Для получения высокоточных измерений значение **Коэффициент возврата** можно уменьшить.

Параметр: Блок.от БНН

- Уставка по умолчанию **(_:481:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при повреждениях в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Сконфигурирована и включена функция внутреннего контроля **Обнаружение неисправности цепей напряжения**.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Ступень защиты заблокирована (= уставка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Защита остается в работе при обнаружении неисправности цепей напряжения.

Параметр: Токовый критерий

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Токовый критерий** = ***вкл***

В зависимости от системы трансформаторы напряжения (ТН) могут находиться как со стороны питания, так и со стороны нагрузки. Эти 2 разных места расположения трансформатора напряжения влияют на работу функции после отключения и размыкания выключателя:

- Если ТН расположены со стороны питания, то на них присутствует напряжение.
- Если ТН расположены со стороны нагрузки, напряжение отсутствует.

Значение параметра	Описание
вкл	Если ТН расположены на стороне выхода, то можно использовать критерий по наличию тока для надежного возврата функции при снижении тока ниже минимального значения (параметр Пороговое значение I>).
откл	В случае снижения напряжения, если токовый критерий не используется, то ступени защиты минимального напряжения остаются в работе.

Параметр: Пороговое значение I>

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Пороговое значение I>** = ***0,05 A***

Параметр **Пороговое значение I>** используется для определения включенного положения выключателя. Siemens рекомендует задавать значение уставки параметра **Пороговое значение I>**, равное 5 % от значения номинального тока. При вторичном номинальном токе трансформатора тока в 1 А задаваемое значение уставки **Пороговое значение I>** будет равно 0,05 А.

Если чувствительность параметра **Пороговое значение I>** задается слишком высокой, то длительные переходные процессы во вторичной цепи трансформатора тока могут увеличить время возврата функции. Увеличьте значение уставки для ускорения возврата функции.

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

ПРИМЕР двухступенчатой защиты минимального напряжения

Защиту минимального напряжения можно использовать для защиты двигателей в энергосистеме станции. В данном примере описывается выбор уставок для двухступенчатой защиты минимального напряжения. Будут рассмотрены значения уставок **Пороговое значение** и **Задержка срабатывания**.

1. Ступень:

Задайте **Пороговое значение** равным прибл. 80 % номинального напряжения. Если напряжение снизится до этого значения, двигатель все еще можно запустить. В зависимости от характеристик машины может понадобиться также немного снизить **Пороговое значение**.

Применимо следующее:

Номинальное напряжение двигателя:	$U_{ном.двиг.}$ = 6 кВ
Минимальное напряжение пуска:	80 % номинального напряжения двигателя
Коэффициент трансформации трансформатора напряжения	$K_{тпл} = \frac{6\ кВ / \sqrt{3}}{100\ В / \sqrt{3}}$

При задании порогового значения убедитесь в том, что напряжение прямой последовательности, как определено, равно значению напряжения фаза-земля. Учитывая номинальное первичное напряжение двигателя, значение уставки в первичных величинах первой ступени вычисляется следующим образом

$$U_{перв} = 0{,}8 \cdot U_{ном,маш} = 0{,}8 \cdot \frac{6\ кВ}{\sqrt{3}} = 2{,}77\ кВ$$

[fobglei1-190309-01.tif, 2, ru_RU]

При задании значения уставки во вторичных величинах вычисляйте значение уставки следующим образом, учитывая коэффициент трансформации напряжения:

$$U_{втор.} = \frac{U_{перв.}}{K_{тн}} = \frac{2{,}77\ кВ}{6\ кВ/\sqrt{3}} \cdot 100\ В/\sqrt{3} = 46{,}2\ В$$

[fobglei3-190309-01.tif, 2, ru_RU]

Задайте значение параметра **Задержка срабатывания**, равное 3 с.

2. Ступень:

Снижение напряжения вызывает избыточный крутящий момент и перегрузку по току, которые подвергают двигатель недопустимой нагрузке. Напряжение, при котором двигатели больше не запускаются, находится в диапазоне (0,55 ... 0,70) от $U_{ном.двиг}$. Если отсутствуют данные, используйте эмпирическое значение прибл. 70% номинального напряжения для уставки параметра **Пороговое значение**. Задайте параметр **Задержка срабатывания** так, чтобы он слегка накладывался на время срабатывания МТЗ собственных нужд станции. Если производителем двигателя не указано иначе, задайте **Задержка срабатывания** от 0,5 с до 3 с. Предпочтительнее более короткое время.

Ступень	Значения уставок	
	Пороговое значение	Выдержка времени
1	0,70 до 0,85 $U_{ном.двиг.}$ (например, 0,80 от $U_{ном.двиг.}$)	Прибл. от 3 до 5 с
2	0,55 до 0,70 $U_{ном.двиг.}$ (например, 0,70 от $U_{ном.двиг.}$)	от 0,5 с до 3 с

6.28.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:104	Общие данные:Токовый критерий		• откл • вкл	вкл
_:2311:101	Общие данные:Пороговое значение I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:481:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:481:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:481:10	Ступень 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:481:101	Ступень 1:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:481:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 200.000В	46.000В
_:481:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:481:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
Ступень 2				
_:482:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:482:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:482:10	Ступень 2:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:482:101	Ступень 2:Задержка пуска		• нет • да	нет
_:482:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 200.000 В	40.000В
_:482:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:482:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.28.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Токовый критерий	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Ток.крит.выполнен	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:481:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:481:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:481:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:481:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:481:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:481:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:481:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:482:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:482:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:482:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:482:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:482:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:482:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:482:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.29 Защита минимального напряжения

6.29.1 Обзор функций

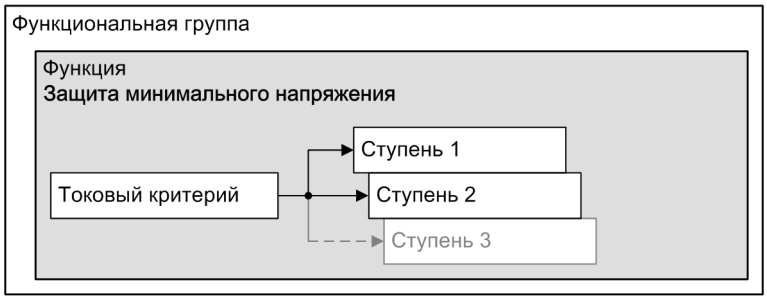
Функция **Защита от снижения напряжения** (ANSI 27) обнаруживает снижение напряжения в 1 фазе и предназначена для особых применений.

6.29.2 Структура функции

Структура функции. Функция **Защита минимального напряжения** относится к группе защитных функций, которые используют измерение напряжения.

В соответствии с заводским настройками функция **Защита минимального напряжения** имеет 2 ступени с заводскими уставками. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Функция защиты построена таким образом, что один критерий протекания тока может действовать на все ступени защиты минимального напряжения (см. *Рисунок 6-294*).

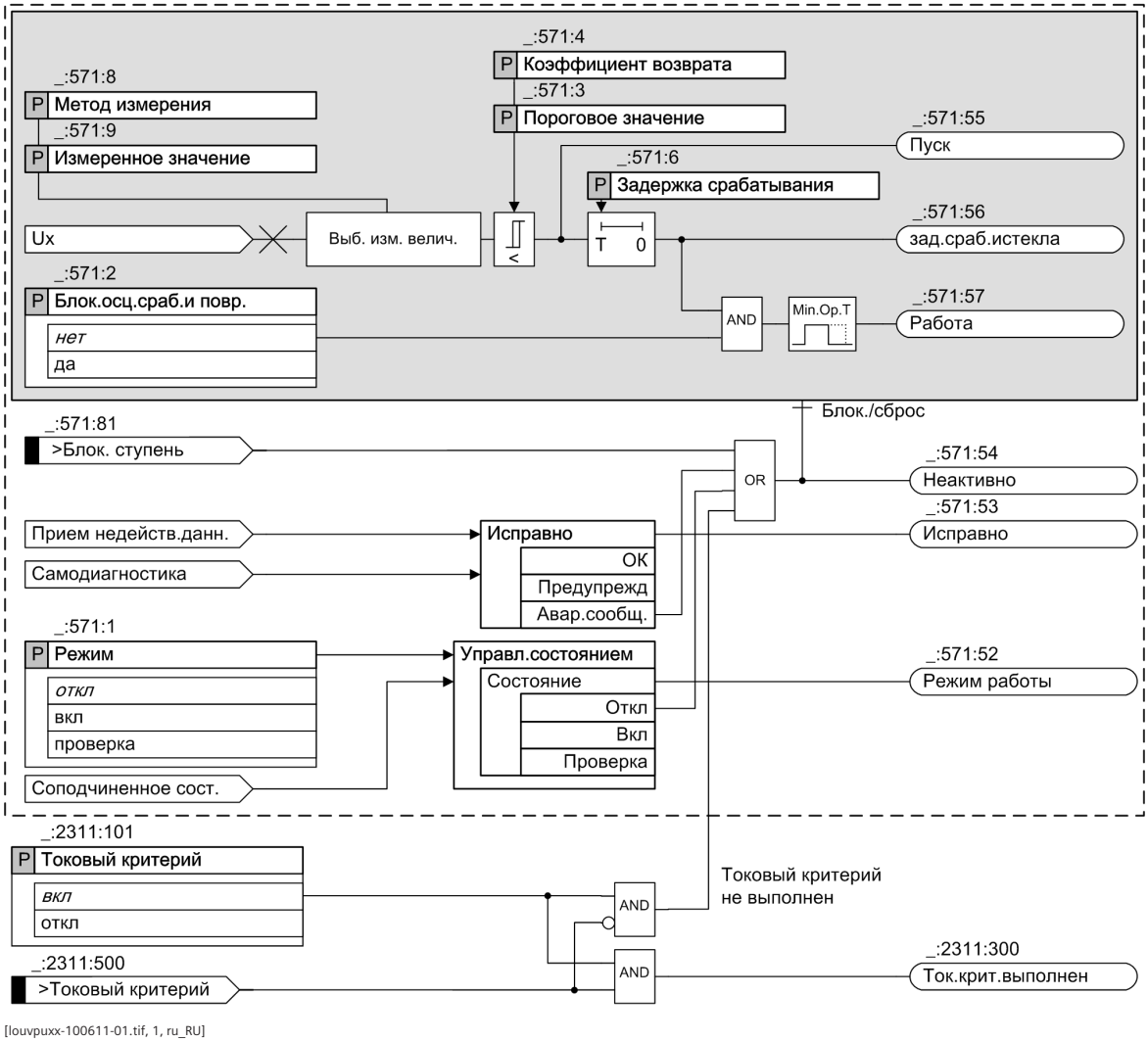


[dwstuvux-110211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-294 Структура/реализация функции

6.29.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[louvpuxx-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-295 Логическая схема ступени: Защита минимального напряжения

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Защита от снижения напряжения** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Метод измерения

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная функция с основной гармоникой или расчетным среднеквадратичным значением.

- Измерение основной гармоники:
  Такой метод измерений позволяет обрабатывать оцифрованные значения напряжения и выполнять цифровую фильтрацию значений основной гармоники.
- Измерение среднеквадратичного (действующего) значения:
  Метод измерения определяет величину напряжения из оцифрованных значений согласно формуле для среднеквадратичного значения. Для данного метода измерений используется анализ гармоник.

Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** позволяет определить, использует ли ступень измеренные величины напряжения (непосредственно заведенные в устройство) или вычисленные линейные напряжения.

Если функция **Защита от снижения напряжения** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Критерий протекания тока

Ступени защиты от снижения напряжения как вариант могут работать с токовым критерием. Критерий наличия тока работает для всех ступеней.

При введенной уставке параметра **Токовый критерий** защита от снижения напряжения пускается только в том случае, когда критерий протекания тока задан как **выполнен** через сигнал на дискретном входе **>Токовый критерий**. Когда условия критерия протекания тока выполняются, функция сообщает об этом.

На *Рисунок 6-295* показано влияние критерия протекания тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2311:101) Токовый критерий** деактивирован, то устройство пускается немедленно в случае обнаружения отсутствия измеряемого напряжения, когда защита от снижения напряжения активна. Уставку параметра можно изменить, даже когда устройство пустилось.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Блокировать ступень можно как изнутри, так и снаружи, с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

6.29.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Метод измерения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:571:8) Метод измерения** = ***осн. гармоника***

Уставка **Метод измерения** позволяет определить, работает ли данная ступень со значением основной гармоники в сигнале (осн. гармоника) или действующим (среднеквадратичным) (действ. знач.)

Значение параметра	Описание
осн. гармоника	При данном методе измерений осуществляется выделение основной гармоники сигнала, таким образом подавляется влияние гармонических составляющих и переходных процессов. Siemens рекомендует использовать этот параметр как значение по умолчанию.
Действ. знач.	Выберите этот метод измерения, если вы хотите, чтобы отключающая ступень учитывала в расчетах и гармонические составляющие (например, при защите батарей конденсаторов). При данном методе измерений Siemens не рекомендует устанавливать **значение срабатывания** меньше 10 В.

Параметр: Измеренное значение

- Уставка по умолчанию **(_:571:9) Измеренное значение** = ***UA измер.***

Параметр **Измеренное значение** используется для определения напряжения, которое контролируется ступенью.

Объем уставок зависит от типа подключения трансформаторов напряжения и ранжирования измеряемых величин на точку измерения напряжения. Примеры подключения к трансформаторам напряжения можно найти в Приложении.

Доступны следующие варианты уставок:

- Измеряемое фазное напряжение U_A (***UA измер.***)
- Измеряемое фазное напряжение U_B (***UB измер.***)
- Измеренное фазное напряжение U_C (***UC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC измер.***)
- Измеряемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA измер.***)
- Вычисляемое линейное напряжение U_{AB} (***UAB расчетное***)
- Вычисляемое линейное напряжение U_{BC} (***UBC расчетное***)
- Вычисляемое линейное напряжение U_{CA} (***UCA расчетное***)
- Вычисляемое напряжение U0 (***U0 расч.***)

Выбор зависит от конкретного применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Начиная с версии V7.30, значение ***Измеренное UN*** больше не предоставляется. Если вы выбрали это значение в более ранних версиях, то можно выбрать значение ***U0 расч.*** вместо того, чтобы обновлять конфигурацию до версии V7.30 или более поздней.

Если функция **Защита от снижения напряжения** используется в 1-фазной функциональной группе, параметр **Измеренное значение** не отображается.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:571:3) Пороговое значение** = ***80 В***

Укажите **Пороговое значение** (уставка пуска) для конкретного применения.

В зависимости от параметра **Измеренное значение**, значение **Пороговое значение** задается как **измеряемое напряжение** или как **линейное напряжение**.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:571:6) Задержка срабатывания** = ***3 с***

Уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:571:4) Коэффициент возврата** = ***1,05***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***1,05***. Для большей точности измерений значение параметра **Коэффициент возврата** может быть уменьшено, например до 1,02.

Параметр: Токовый критерий

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Токовый критерий** = ***вкл***

Значение параметра	Описание
вкл	В зависимости от случая применения может понадобиться, чтобы ступень была введена (не заблокирована) только при определенном протекающем токе (см. примечания).
откл	Мониторинг протекания тока не имеет значения для случая применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Из-за возможности гибкого выбора варианта измерения напряжения, сама функция не фиксирует ток, соответствующий напряжению. Пользователь должен создать подходящую функцию мониторинга протекания тока с помощью дополнительной логики (CFC), которую необходимо подключить к дискретному входному сигналу **>Токовый критерий**.

Работа в режиме мониторинга

Если необходимо, чтобы ступень выполняла только информационную роль, без генерации рабочих сообщений и пуска регистратора повреждений, в этом случае следует использовать уставку **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.29.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Токовый критерий		• откл • вкл	вкл
Ступень 1				
_:571:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:571:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:571:9	Ступень 1:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:571:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:571:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:571:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:571:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 2				
_:572:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:572:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:572:9	Ступень 2:Измеренное значение		• UA измер. • UB измер. • UC измер. • UAB измер. • UBC измер. • UCA измер. • UAB расчетное • UBC расчетное • UCA расчетное • U0 расч.	UA измер.
_:572:8	Ступень 2:Метод измерения		• осн. гармоника • Действ. знач.	осн. гармоника
_:572:3	Ступень 2:Пороговое значение		0.300 В до 340.000 В	65.000 В
_:572:4	Ступень 2:Коэффициент возврата		1.01 до 1.20	1.05
_:572:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.29.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Токовый критерий	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Ток.крит.выполнен	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:571:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:571:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:571:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:571:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:571:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:571:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:571:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 2			
_:572:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:572:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:572:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:572:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:572:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:572:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:572:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.30 Схема защиты по реактивной мощности с контролем снижения напряжения

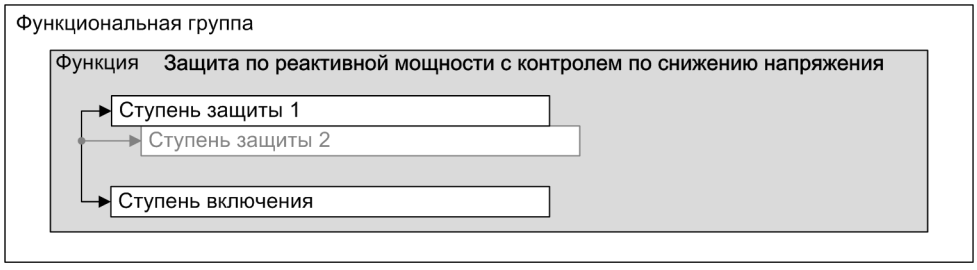
6.30.1 Обзор функций

Функция **Защита по реактивной мощности с контролем снижения напряжения** (ANSI 27/Q):

- Обнаруживает критические повреждения в энергосистеме, в основном в случае генерации с обратной связью
- Предотвращает лавину напряжения, отключая электроэнергетическую установку от главных энергосистем
- Обеспечивает повторное подключение при восстановлении устойчивого состояния энергосистемы

6.30.2 Структура функции

Функцию **Защита по реактивной мощности, управляемая снижением напряжения** можно использовать в функциональных группах защиты, содержащих измерения 3-фазного напряжения и тока. В завиимости от устройства, эта функция предварительно настраивается производителем с 1 **ступенью защиты** и 1 **ступенью повторного включения**. В функции одновременно могут работать максимум 2 **ступени защиты** и 1 **ступень повторного включения**.



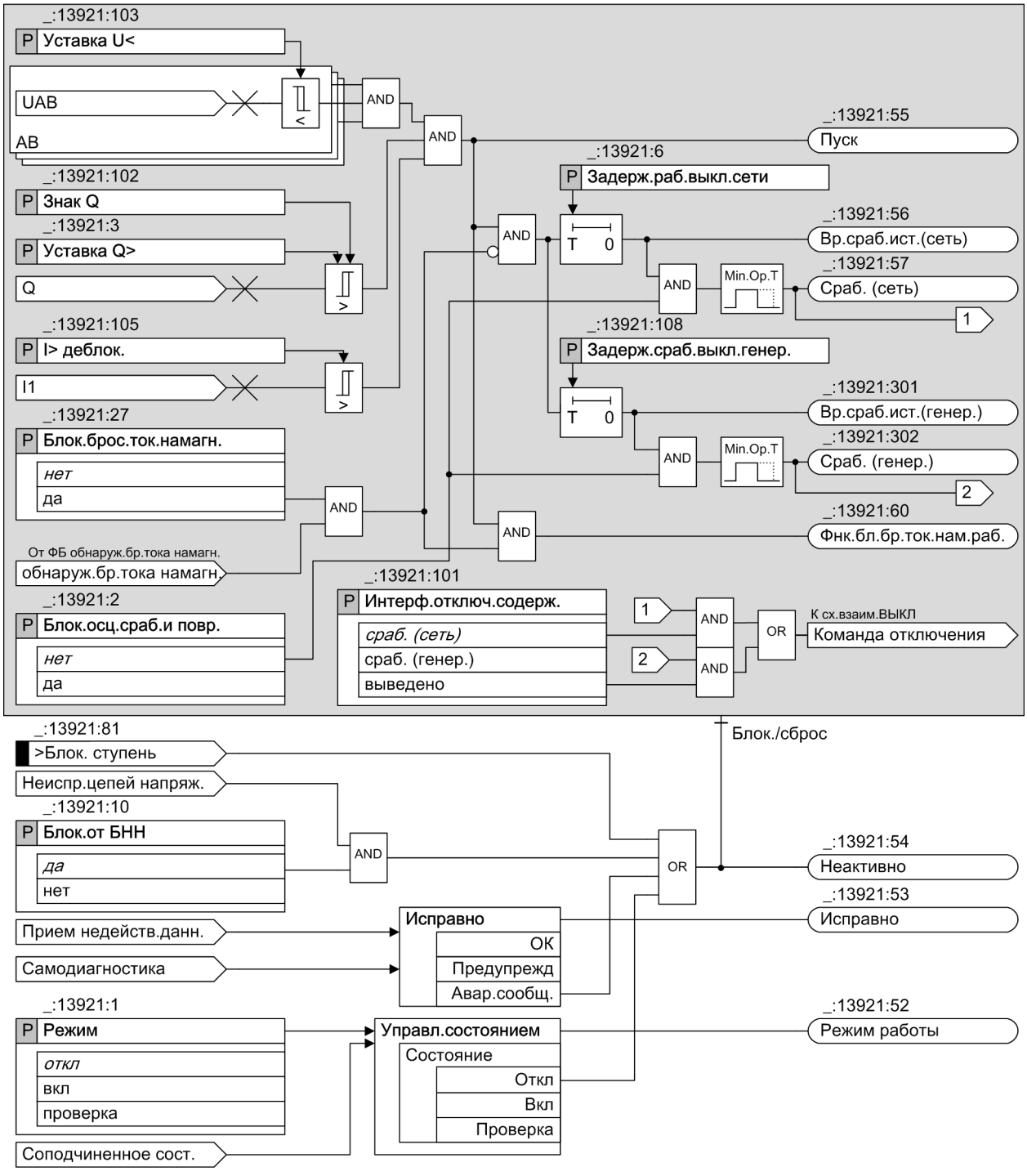
[dwqvprot-110713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-296 Структура/реализация функции

6.30.3 Ступени защиты

6.30.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[loqvprst-110713-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-297 Логическая схема ступени защиты функции защиты по реактивной мощности, управляемой снижением напряжения

Измеряемая величина

Для обнаружения критических ситуаций в энергосистеме функция **Защита по реактивной мощности, управляемая снижением напряжения** использует значения основной гармоники линейных напряжений, тока прямой последовательности и реактивной мощности.

Направление Q-измерения

Направление положительного стока реактивной мощности Q по умолчанию совпадает с прямым направлением защиты от КЗ — это направление в сторону защищаемого объекта. С помощью параметра **Знак Q** можно изменить направление положительного стока реактивной мощности Q (инвертировать знак реактивной мощности Q).

Пуск

Ступень защиты срабатывает при следующих условиях:

- Все три линейных напряжения снижаются ниже параметризованного порогового значения.
- Ток прямой последовательности I_1 превышает параметризованное пороговое значение.
- Электроэнергетической установке требуется мощность, превышающая параметризованное значение реактивной мощности (Q превышает параметризованное пороговое значение).

Интерфейс отключения

Ступень предусматривает 2 сигнала срабатывания: *Сраб. (генер.)* и *Сраб. (сеть)*. В зависимости от параметра **Интерф.отключ.содерж.** на интерфейс отключения выключателя будет отправляться один из этих сигналов или не будет отправляться ни один из них.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка через сигнал дискретного входа *>Блок. ступень*
- Повреждение в цепях измерения напряжения

Блокировка выдержки времени на отключение и сигнала отключения от внутренней функции устройства Обнаружение броска тока намагничивания

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет указать, должна ли блокироваться задержка срабатывания при нарушении порогового значения в результате броска тока намагничивания.

Дополнительные сведения о внутренней функции **Обнаружение броска тока намагничивания** см. в главе *6.10.7.1 Описание* .

6.30.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое задаваемое значение **(_:13921:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет, будет ли происходить блокировка ступени защиты при исчезновении измеряемого напряжения.

Обнаружение исчезновения измеряемого напряжения может быть выполнено при выполнении одного из двух следующих условий:

- Внутренняя функция **Обнаружение исчезновения измеряемого напряжения** сконфигурирована и введена в работу.
- Дискретный входной сигнал *>отключение* функционального блока **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** подключен к автоматическому выключателю трансформатора напряжения.

Значение параметра	Описание
да	**Ступень защиты** блокируется при обнаружении исчезновения измеряемого напряжения. Siemens рекомендует использовать стандартные настройки, т. к. правильная работа **ступени защиты** не гарантируется при наличии повреждений в цепях измерения напряжения.
нет	**Ступень защиты** не блокируется при обнаружении исчезновения измеряемого напряжения.

Параметр: `Блок.брос.ток.намагн.`

- Уставка по умолчанию **`(_:13921:27) Блок.брос.ток.намагн.`** = ***`нет`***

С помощью параметра **`Блок.брос.ток.намагн.`** можно определить, должны ли блокироваться задержка срабатывания и сигнал срабатывания во время обнаружения броска тока намагничивания.

Параметр: `I> деблок.`

- Рекомендуемое задаваемое значение **`(_:13921:105) I> деблок.`** = ***`0,100 A`***

Параметр **`I> деблок.`** определяет предварительное условие, при котором может сработать ступень. Уставка по умолчанию составляет 10 % от номинального тока. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: `Уставка U<`

- Рекомендуемая уставка **`(_:13921:103) Уставка U<`** = ***`85,000 B`***

Параметр **`Уставка U<`** определяет один из двух критериев пуска. Критерий пуска выполняется, если все три линейных напряжения падают ниже параметризованного порогового значения снижения напряжения.

Уставка должна быть меньше нижней границы допустимого диапазона напряжения, в соответствии с национальными стандартами. В Германии рекомендуемый порог снижения напряжения составляет 85 % от номинального напряжения. Поэтому компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: `Уставка Q>`

- Уставка по умолчанию **`(_:13921:3) Уставка Q>`** = ***`5 %`***

Параметр **`Уставка Q>`** определяет второй из 2 критериев пуска. Критерий пуска выполняется, если положительная реактивная мощность превышает параметризованное значение **`Уставка Q>`**.

В следующем примере пуск происходит, если Q превышает 5 % от номинальной мощности энергетической системы.

ПРИМЕР

В следующем примере показаны настройки вторичных значений.

Номинальное напряжение: $U_{ном, втор}$ = 100 В

Номинальный ток: $I_{ном, втор}$ = 1 А

Пороговое значение: 5 % от номинальной мощности энергосистемы

Задаваемое значение можно рассчитать следующим образом:

$$Q >_{Пороговое\ значение} = 100\,В \cdot 1\,В \cdot \sqrt{3} \cdot 0.05 = 8.7\,ВАр$$

[foqvprot-110713-01.tif, 1, ru_RU]

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **`(_:13921:6) Задерж.раб.выкл.сети`** = ***`1,50 c`***
- Уставка по умолчанию **`(_:13921:108) Задерж.сраб.выкл.генер.`** = ***`0,50 c`***

Можно задать **Задерж.раб.выкл.сети** для выключателя в точке подключения энергосистемы или задать **Задерж.сраб.выкл.генер.** для выключателя электроэнергетической установки, например генератора.

Время **Задерж.раб.выкл.сети** всегда должно быть больше, чем время **Задерж.сраб.выкл.генер.**.

Параметр: Интерф.отключ.содерж.

- Уставка по умолчанию **(_:13921:101) Интерф.отключ.содерж.** = ***сраб. (сеть)***

Ступень предусматривает 2 сигнала срабатывания: *Сраб. (генер.)* и *Сраб. (сеть)*.

Параметр **Интерф.отключ.содерж.** определяет, будет ли отправляться на интерфейс отключения выключателя один из этих сигналов или не будет отправляться ни один из них. Выбранный сигнал срабатывания будет отключать выключатель, связанный с функциональной группой защиты.

Настройка зависит от конкретного применения.

Параметр: Знак Q

- Уставка по умолчанию **(_:13921:102) Знак Q** = ***не инвертировано***

Направление положительного стока реактивной мощности Q по умолчанию совпадает с прямым направлением защиты от КЗ — это направление в сторону основного защищаемого объекта (например, присоединения). Параметр **Знак Q** используется для изменения знака (и, следовательно, направления) стока реактивной мощности Q. Такое изменение может потребоваться для применения, в котором основной защищаемый объект (например, линия в направлении основных энергосистем) находится в другом направлении относительно электроэнергетической установки.

Значение параметра	Описание
не инвертировано	Защищаемый объект находится в том же направлении, что и электроэнергетическая установка.
инвертировано	Защищаемый объект находится не в том направлении, в котором находится электроэнергетическая установка.

6.30.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступ. защиты 1				
_:13921:1	Ступ. защиты 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13921:2	Ступ. защиты 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13921:10	Ступ. защиты 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:13921:27	Ступ. защиты 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:13921:101	Ступ. защиты 1:Интерф.отключ.содерж.		• выведено • сраб. (генер.) • сраб. (сеть)	сраб. (сеть)
_:13921:102	Ступ. защиты 1:Знак Q		• не инвертировано • инвертировано	не инвертировано
_:13921:3	Ступ. защиты 1:Уставка Q>		1.00 % до 200.00 %	5.00 %

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13921:103	Ступ. защиты 1:Уставка U<		3.000 В до 175.000 В	85.000 В
_:13921:105	Ступ. защиты 1:I> деблок.	1 А при 100 Iном	0.030 А до 10.000 А	0.100 А
		5 А при 100 Iном	0.15 А до 50.00 А	0.50 А
		1 А при 50 Iном	0.030 А до 10.000 А	0.100 А
		5 А при 50 Iном	0.15 А до 50.00 А	0.50 А
		1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	0.100 А
		5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	0.500 А
_:13921:108	Ступ. защиты 1:Задерж.сраб.выкл.генер.		0.00 с до 60.00 с	0.50 с
_:13921:6	Ступ. защиты 1:Задерж.раб.выкл.сети		0.00 с до 60.00 с	1.50 с

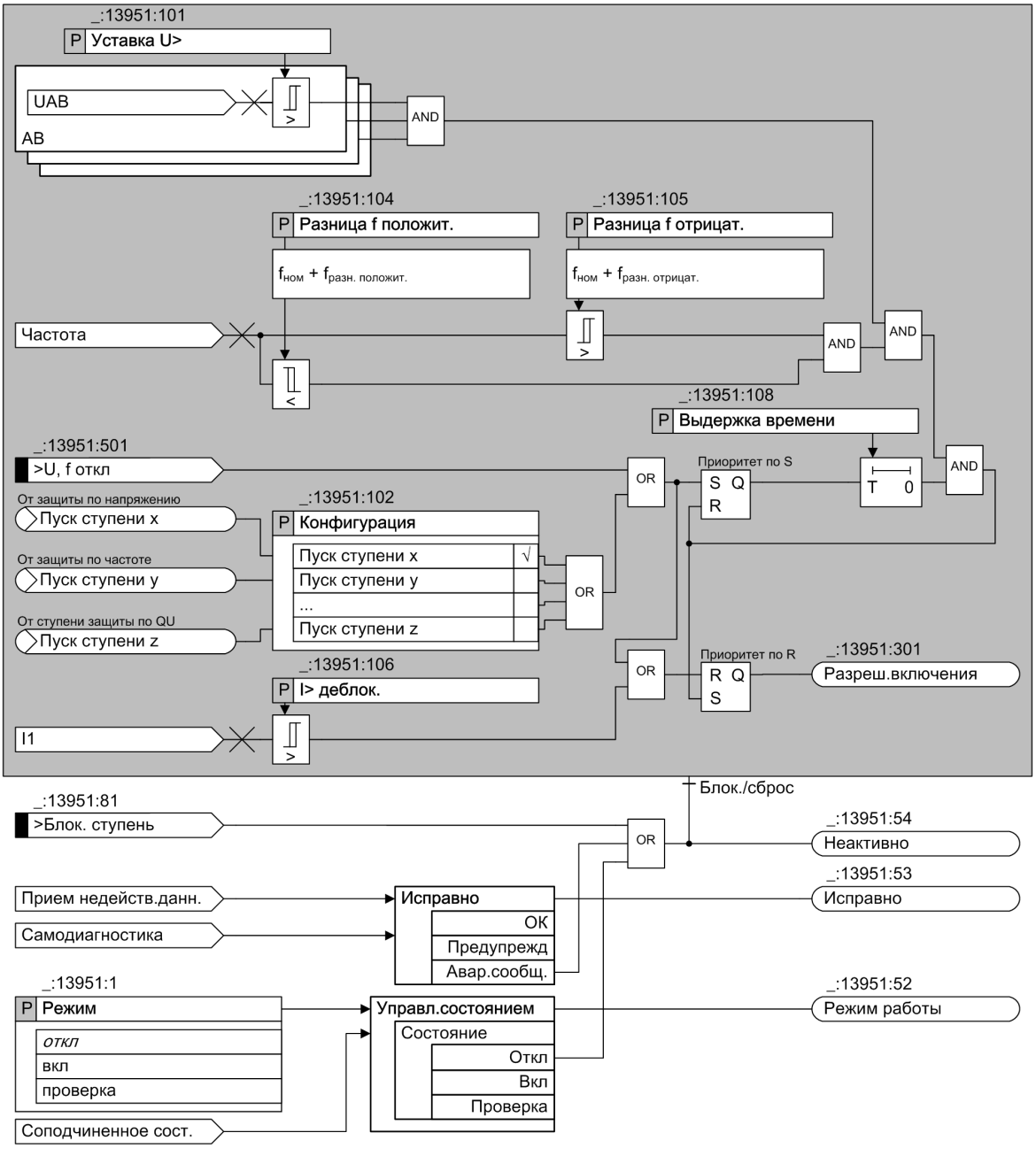
6.30.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступ. защиты 1			
_:13921:81	Ступ. защиты 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13921:54	Ступ. защиты 1:Неактивно	SPS	O
_:13921:52	Ступ. защиты 1:Режим работы	ENS	O
_:13921:53	Ступ. защиты 1:Статус исправности	ENS	O
_:13921:60	Ступ. защиты 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:13921:55	Ступ. защиты 1:Пуск	ACD	O
_:13921:301	Ступ. защиты 1:Вр.сраб.ист.(генер.)	ACT	O
_:13921:302	Ступ. защиты 1:Сраб. (генер.)	ACT	O
_:13921:56	Ступ. защиты 1:Вр.сраб.ист.(сеть)	ACT	O
_:13921:57	Ступ. защиты 1:Сраб. (сеть)	ACT	O

6.30.4 Ступень повторного включения

6.30.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[loqvclst-110713-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-298 Логическая схема ступени повторного включения мощности, управляемой снижением напряжения

Измеряемая величина

Ступень работает со значениями основной гармоники напряжения и тока.

Разрешение повторного включения

Разрешение на повторное включение электроэнергетической установки выдается при следующих условиях:

- Все три линейных напряжения превышают пороговое значение.
- Частота сети находится в пределах заданного диапазона.
- Истекла выдержка времени, запущенная при срабатывании определенных функций защиты. Выдержка времени запускается первым сигналом срабатывания ступеней защиты, настроенных с помощью параметра **Конфигурация**. Для настройки доступны все ступени защиты по напряжению, частоте и реактивной мощности.

Внешний запуск выдержки времени повторного включения

Выдержка времени повторного включения может быть запущена с помощью сигнала дискретного входа *>U, f откл*, который может быть подключен к внешним сигналам отключения защиты по напряжению и частоте.

Блокировка ступени

Ступень может быть заблокирована с помощью сигнала *>Блок. ступень*.

6.30.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Конфигурация

- Уставка по умолчанию **(_:13951:102) Конфигурация** = ***нет ступени***

Параметр **Конфигурация** определяет, какой сигнал срабатывания функций защиты разрешает запуск выдержки времени **ступени повторного включения**:

- Защита максимальной частоты
- Защита минимальной частоты
- Защита максимального напряжения
- Защита минимального напряжения
- Ступень защиты функции защиты по реактивной мощности, управляемой снижением напряжения

Если выбрана ступень защиты функции защиты по реактивной мощности, управляемой снижением напряжения, только сигнал *Сраб. (генер.)* может запустить выдержку времени этой ступени. Сигнал *Сраб. (сеть)* не может запустить выдержку времени.
Настройка зависит от конкретного применения.

Параметр: I> деблок.

- Рекомендуемая уставка **(_:13951:106) I> деблок.** = ***0,100 A***

Параметр **I> деблок.** определяет предварительное условие, при котором может работать ступень.

Уставка по умолчанию составляет 10% от номинального тока. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Уставка U>

- Рекомендуемая уставка **(_:13951:101) Уставка U>** = ***95,000 B***

Параметр **Уставка U>** определяет один из двух критериев пуска. Уставка должна быть больше нижней границы допустимого диапазона напряжения, в соответствии с национальными стандартами. В Германии рекомендуемый порог перенапряжения составляет 95 % от номинального напряжения. Поэтому компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Диапазон частот

- Рекомендуемая уставка **(_:13951:104) Разница f положит.** = ***0,05 Гц***
- Рекомендуемая уставка **(_:13951:105) Разница f отрицат.** = ***-2,50 Гц***

Эти два параметра используются для определения допустимого отклонения от номинальной частоты. Параметр **Разница f положит.** определяет верхний предел диапазона частот. Параметр **Разница f отрицат.** определяет нижний предел диапазона частот.

Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию, которая отражает обычную практику в Германии. Требования других национальных стандартов могут незначительно отличаться.

Параметр: Выдержка времени

- Уставка по умолчанию **(_:13951:108) Выдержка времени** = ***0.00 с***

Параметр **Выдержка времени** используется для указания минимальной выдержки времени для разрешения повторного включения электроэнергетической установки после ее отключения функцией защиты.

Уставка зависит от конкретного применения.

6.30.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
СтупПовтВключ				
_:13951:1	СтупПовтВключ:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13951:101	СтупПовтВключ:Уставка U>		3.000 В до 340.000 В	95.000 В
_:13951:104	СтупПовтВключ:Разница f положит.		0.01 Гц до 5.00 Гц	0.05 Гц
_:13951:105	СтупПовтВключ:Разница f отрицат.		-5.00 Гц до -0.01 Гц	-2.50 Гц
_:13951:106	СтупПовтВключ:I> деблок.	1 A	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A	0.150 A до 50.000 A	0.500 A
_:13951:108	СтупПовтВ-ключ:Выдержка времени		0.00 с до 3600.00 с	0.00 с
_:13951:102	СтупПовтВключ:Конфигурация		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.30.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
СтупПовтВключ			
_:13951:81	СтупПовтВключ:>Блок. ступень	SPS	I
_:13951:501	СтупПовтВключ:>U, f откл	SPS	I
_:13951:54	СтупПовтВключ:Неактивно	SPS	O
_:13951:52	СтупПовтВключ:Режим работы	ENS	O
_:13951:53	СтупПовтВключ:Статус исправности	ENS	O
_:13951:301	СтупПовтВключ:Разреш.включения	ACT	O

6.31 Защита от скачка вектора

6.31.1 Обзор функций

Функция **Защита от скачка вектора**:

- Используется для развязки сети энергоблока в случае потери нагрузки
- Оценивает скачкообразное изменение фазового угла векторов напряжения

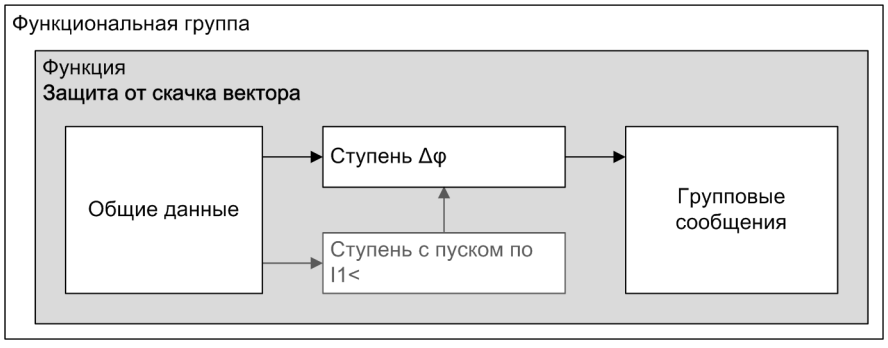
6.31.2 Структура функции

Функция **Защита от скачка вектора** может использоваться в следующих функциональных группах:

- Напряжение-ток, 3-ф
- Напряжение, 3-ф
- Сторона генератора
- Статор генератора
- Сторона трансформатора

Функция **Защита от скачка вектора** настроена на заводе со ступенью **Δφ**.
В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 1 ступень **Δφ**
- 1 ступень **с пуском по I1<**



[dw_VJP_Structure, 1, ru_RU]
Рисунок 6-299 Структура/реализация функции

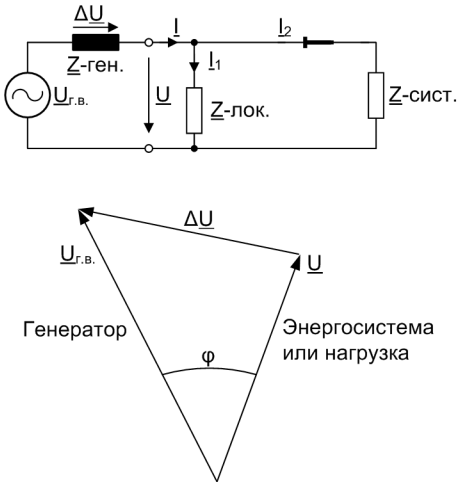
6.31.3 Общая функциональность

6.31.3.1 Описание

Принцип работы защиты от скачка вектора

На следующих 2 рисунках показан основной принцип действия функции **Защита от скачка вектора**.
На следующем рисунке показан вектор напряжения в установившемся режиме. Ток нагрузки вызывает падение напряжения между внутренним напряжением $U_{г.в.}$ и напряжением на клеммах генератора U.
Если нагрузка отключена, возникают следующие ситуации:

- Ток уменьшается.
- Возникает меньшее падение напряжения.



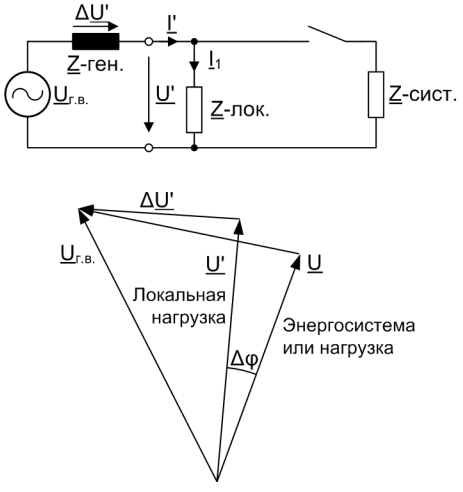
[dw_load loss, 1, ru_RU]

Рисунок 6-300 Вектор напряжения в установившемся режиме

На следующем рисунке показаны ситуации после выключения нагрузки:

- Напряжение U клеммы изменяется на U'.
- Возникает дополнительный скачок фазового угла.

Скачок фазового угла происходит с потерей нагрузки и является критерием оценки для функции **Защита от скачка вектора**. Если разность фазового угла превышает установленный порог, отключается выключатель генератора или выключатель связи с системой. Это может защитить блок генератора от недопустимого напряжения.



[dw_vector change, 1, ru_RU]

Рисунок 6-301 Изменение вектора после сброса нагрузки

Таблица 6-17 Описание вектора

Вектор	**Описание**
$\underline{U}_{г.в.}$	Вектор внутреннего напряжения генератора (напряжение ротора)
$\underline{U}$	Вектор напряжения на клеммах генератора
$\Delta\underline{U}$	Вектор разности напряжений
$\underline{U}`$	Вектор напряжения на клемме после сброса нагрузки
$\Delta\underline{U}`$	Вектор разности напряжений после сброса нагрузки

Для предотвращения нежелательного отключения применяются следующие меры:

- Корректировка отклонения частоты от номинальной в установившемся режиме
- Рабочий диапазон частот $f_{ном}$ ± 3 Гц
- Высокая точность измерений за счет использования измеренных значений с отслеживанием частоты и оценки вектора прямой последовательности
- Включение минимального напряжения для функции **Защита от скачка вектора**
- Блокирование функции при включении и выключении первичного напряжения, поскольку переключение может привести к скачку фазового угла

Логика

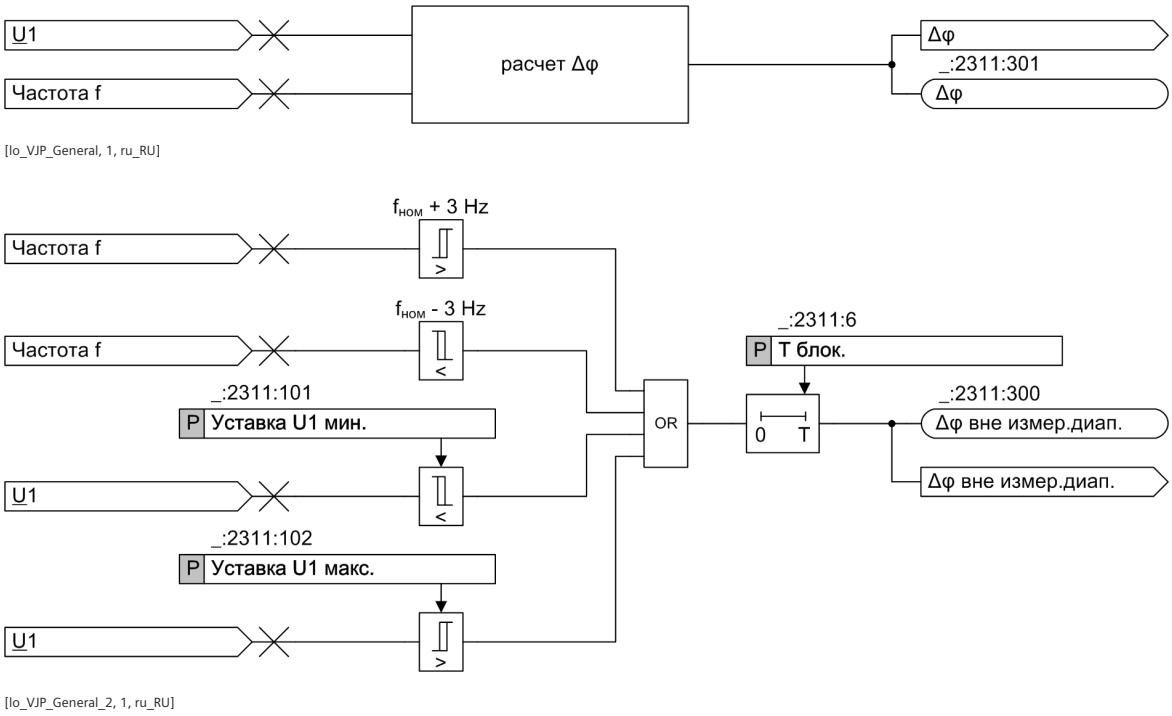


Рисунок 6-302 Логическая схема общих функций

Вычисление фазового угла

Разность фазового угла вычисляется с различными временными интервалами (t-T, t-2T, t-3T), исходя из вектора напряжения прямой последовательности, через измерение дельта-интервала. При текущей измеренной частоте мощности компенсируются погрешности измерения угла, вызванные отклонениями по частоте.

Интервал

Если измеренная частота или напряжение ниже установленного порога, функция **Защита от скачка вектора** блокируется.

Диапазоны напряжения и частоты имеют следующие пределы:

- Порог диапазона напряжения настраивается.
- Диапазоны частот фиксированы от $f_{ном}$ - 3 Гц до $f_{ном}$ + 3 Гц.

Измеряемая величина

Устройство вычисляет смещение фазового угла Δφ и передает его в ступень **Δφ**. Δφ используется для сравнения с параметром **`Уставка по Δφ`**. Значение Δφ отображается в разделе функциональных

измеренных значений, оно может быть ранжировано для осциллографирования и показано в журнале сообщений о повреждениях.

Функциональные измеренные значения Δφ в ИЧМ отображаются по-разному в следующих ситуациях:

- Если функция **Защита от скачка вектора** неактивна, то значение функции Δφ отображается в виде «---»
- Если функция **Защита от скачка вектора** активна и срабатывает, то функциональное измеренное значение Δφ отображается в виде 0,0°
- Если функция **Защита от скачка вектора** активна и сработала, то функциональное измеренное значение Δφ отображается в виде вычисленного значения (например, 12,0°) и остается неизменным до следующего срабатывания функции **Защита от скачка вектора**.

6.31.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Уставка U1 мин.`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:102) Уставка U1 мин.`** = ***`46,189 В`***

Параметр **`Уставка U1 мин.`** позволяет определить минимальный порог диапазона напряжения.

Значение уставки приближено к допустимому нижнему пределу диапазона напряжения. Значение по умолчанию составляет 80% от номинального напряжения прямой последовательности. Значение номинального напряжения прямой последовательности составляет 100 В/√3.

Параметр: `Уставка U1 макс.`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:101) Уставка U1 макс.`** = ***`75,058 В`***

Параметр **`Уставка U1 макс.`** позволяет определить максимальный порог диапазона напряжения.

Значение уставки приближено к допустимому верхнему пределу диапазона напряжения. Значение по умолчанию составляет 130% от номинального напряжения прямой последовательности. Значение номинального напряжения прямой последовательности составляет 100 В/√3.

Параметр: `T блок.`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:6) T блок.`** = ***`0,10 с`***

Параметр **`T блок.`** устанавливает задержку возврата ступени **Δφ**.

При подключении или отключении напряжения можно избежать ложного срабатывания с помощью таймера **`T блок`**.

Siemens рекомендует использовать настройку по умолчанию для параметра **`T блок.`**. Имейте в виду, что параметр **`T блок.`** всегда должен быть установлен на 2 периода больше, чем окно для измерения скачка вектора.

6.31.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:2311:102	Общие данные:Уставка U1 мин.		0.300 В до 175.000 В	46.189 В
_:2311:101	Общие данные:Уставка U1 макс.		0.300 В до 175.000 В	75.058 В
_:2311:6	Общие данные:T блок.		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

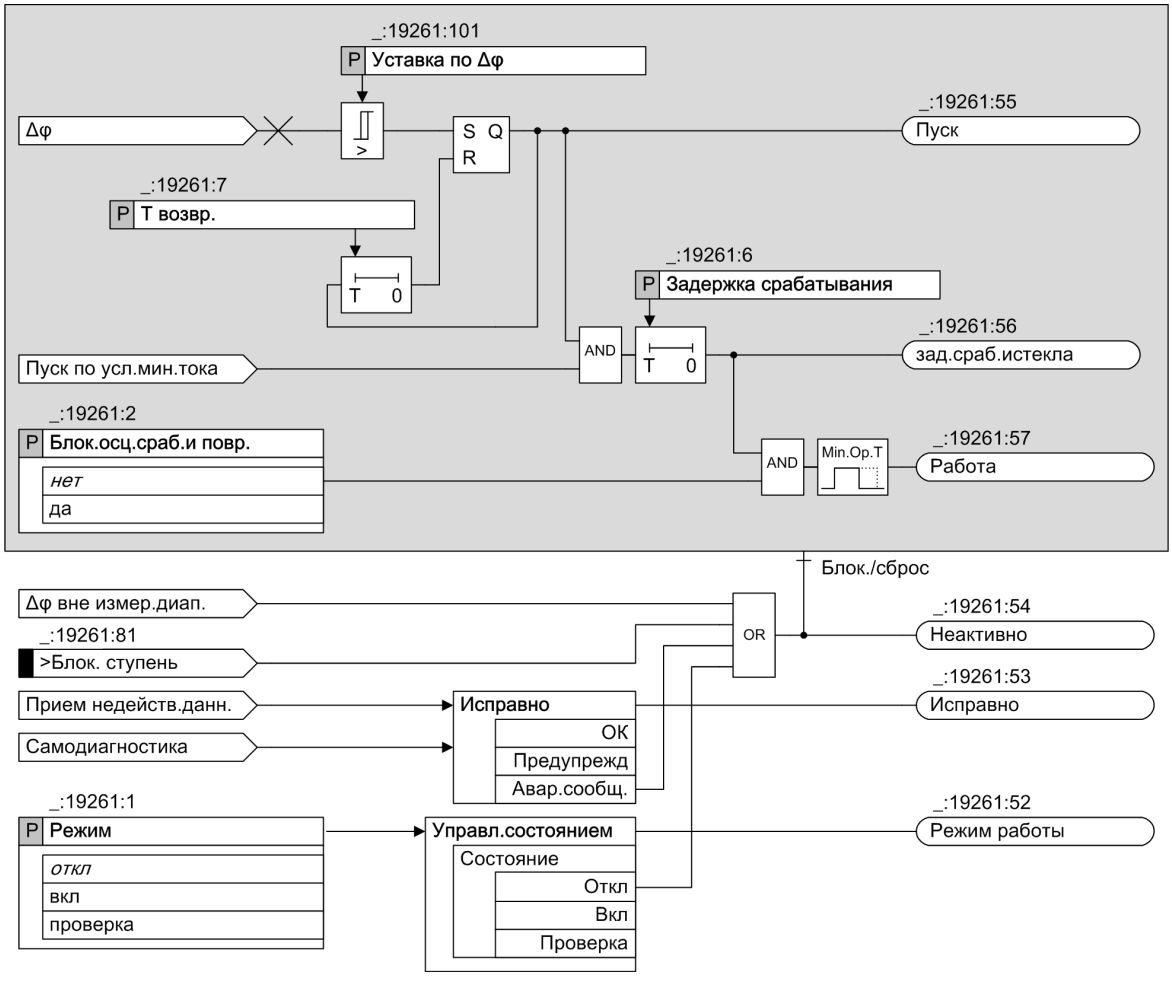
6.31.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:Δφ	MV	O
_:2311:300	Общие данные:Δφ вне измер.диап.	SPS	O

6.31.4 Ступень Δφ

6.31.4.1 Описание

Логика



[lo_DeltaPhi_Stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-303 Логическая схема ступени Δφ

В логической схеме используется ступень **I1 < Разрешение**. Дополнительная информация приведена в главе *6.31.5.1 Описание*.

Если ступень **I1 < Разрешение** не используется, операция И не оказывает никакого влияния. Сообщение *Работа* появляется при следующих условиях:

- Уставка **Блок.осц.сраб.и повр.** равна ***нет***.
- Задержка срабатывания истекает.
- Разность фазового угла превышает значение параметра **Уставка по Δφ**.

Измеряемая величина

Ступень **Δφ** получает измеренное значение *Δφ* от общей функциональности.

Пуск

Ступень **Δφ** сравнивает значение скачка вектора *Δφ* с **Уставка по Δφ**.

Если значение **Уставка по Δφ** превышено, начинается отсчет задержки срабатывания.

Скачок вектора *Δφ* сохраняется в RS-триггере. Наступление отключения может быть задержано с помощью соответствующей временной задержки.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Параметр **Режим** находится в состоянии ***откл***.
- Дискретный входной сигнал *>Блок. ступень* активен.
- Сигнал *Δφ вне измер.диап.* активен.

6.31.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:19261:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. Если вы хотите, чтобы ступень работала только на сигнал, задайте параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** равным ***да***.

Параметр: Уставка по Δφ

- Уставка по умолчанию **(_:19261:101) Уставка по Δφ** = ***10°***

Параметр **Уставка по Δφ** позволяет установить значение срабатывания ступени **Δφ**.

Значение параметра, заданное для скачка вектора, зависит от условий питания и нагрузки. Изменения нагрузки вызывают скачок вектора напряжения. Устанавливаемое значение должно быть определено для конкретной энергосистемы. Расчет можно выполнить на основе эквивалентной схемы системы в *Рисунок 6-301*. Точность расчета сети повышается с учетом соответствующих режимов работы генерации и нагрузки.

Если уставка для параметра **Уставка по Δφ** слишком чувствительна, то каждый раз при подключении или отключении нагрузки функция защиты выполняет деление сети. Поэтому, если к уставке этого параметра не применимо никакое другое рассчитанное значение, Siemens рекомендует использовать настройку по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:19261:6) Задержка срабатывания** = ***0,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** устанавливает задержку срабатывания ступени **Δφ**. Для ступени отключения установите задержку срабатывания в диапазоне от ***0,00 с*** до ***60,00 с***.

Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Следующие требования могут повлиять на изменение параметра **Задержка срабатывания** относительно уставки по умолчанию:

- Сообщение о срабатывании должно передаваться в программируемую логику с задержкой.
- Необходимо оставить достаточно времени для задействования внешней блокировки.

Параметр: T возвр.

- Уставка по умолчанию **T возвр.** = ***5,00 c***

Параметр **T возвр.** позволяет установить время сброса для сообщения *Пуск*, сохраненного в RS-триггере. Если время таймера **T сброс** истекло, функция защиты сбрасывается автоматически.

Время сброса соответствует следующим условиям:

- Время сброса зависит от требований развязки
- Время сброса должно истечь до повторного замыкания выключателя

6.31.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступ. Δφ 1				
_:19261:1	Ступ. Δф 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:19261:2	Ступ. Δф 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:19261:101	Ступ. Δф 1:Уставка по Δф		2.0° до 30.0°	10.0°
_:19261:6	Ступ. Δф 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:19261:7	Ступ. Δф 1:T возвр.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с

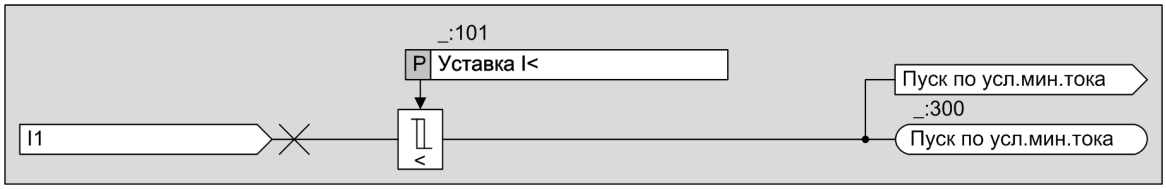
6.31.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступ. Δφ 1			
_:19261:81	Ступ. Δф 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:19261:54	Ступ. Δф 1:Неактивно	SPS	O
_:19261:52	Ступ. Δф 1:Режим работы	ENS	O
_:19261:53	Ступ. Δф 1:Статус исправности	ENS	O
_:19261:55	Ступ. Δф 1:Пуск	ACD	O
_:19261:56	Ступ. Δф 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:19261:57	Ступ. Δф 1:Работа	ACT	O

6.31.5 Ступень с пуском по I1<

6.31.5.1 Описание

Логика



[lo_UndercurrentRelease_Stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-304 Логическая схема ступени I1 < Разрешение

Ступень **I1 < Разрешение** является дополнительной ступенью и используется для снижения риска ложного срабатывания.

Сообщение *Пуск по усл.мин.тока* является дополнительным критерием безопасности, чтобы избежать неожиданного отключения. Это указывает на потерю нагрузки подключенной линии в системе, включается критерий фазового угла. Если какая-либо нагрузка в сети включена или выключена, может произойти непредвиденное отключение.

Если ступень **I1 < Разрешение** не используется, ступень **Δφ** работает без критерия протекания тока. Дополнительная информация приведена в главе *6.31.4.1 Описание*.

Если значение тока прямой последовательности становится ниже параметра **`Уставка I<`**, выдается сообщение *Пуск по усл.мин.тока* и передается в ступень **Δφ**.

6.31.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Уставка I<`

- Уставка по умолчанию **`(_:101) Уставка I<`** = ***`0,100 A`***

Параметр **`Уставка I<`** позволяет установить значение срабатывания ступени **I < Разрешение**, соответствующее конкретному применению. Учтите, что текущая точка измерения должна быть со стороны линии. Параметр **`Уставка I<`** зависит от режима работы нагрузки.

6.31.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
I1 < ввод #				
_:101	I1 < ввод #:Уставка I<	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A

6.31.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
I1 < ввод #			
_:300	I1 < ввод #:Пуск по усл.мин.тока	SPS	O

6.32 Защита по постоянному току/напряжению

6.32.1 Обзор функций

Функция **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** (ANSI 27, 59F DC/50N DC):

- Обнаруживает замыкания на землю в части постоянного тока частотного преобразователя (SFC) в генераторе, который запускается с помощью преобразователя
- Контролирует ток или напряжение возбуждения для синхронных машин

Для обнаружения постоянного тока или напряжения устройство SIPROTEC 5 должно быть оснащено быстрыми входами измерительного преобразователя (MT). В устройстве 7UM предпочтительным модулем расширения является IO210.

Модуль IO210 имеет следующие входы:

- 4 быстрых входа MT
- 4 токовых входа
- 3 входа напряжения

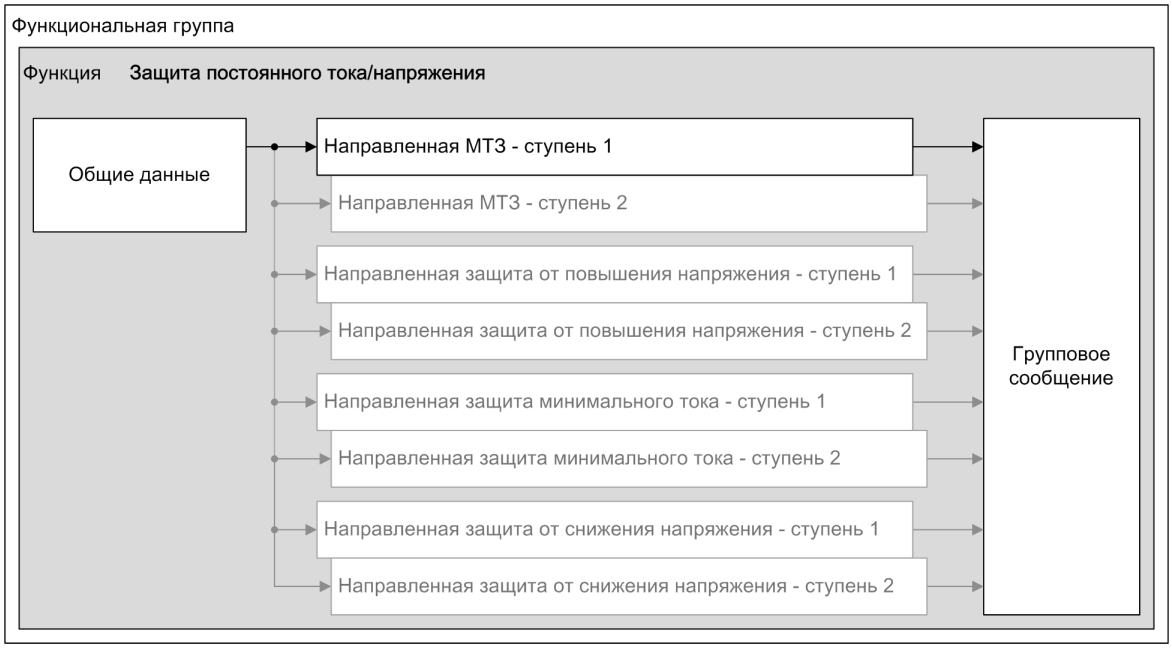
Также допускается использование модуля IO212 с 8 быстрыми входами MT. Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

6.32.2 Структура функции

Функция **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** используется в функциональной группе **Статор генератора**.

Функция **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** настроена на заводе с 1 ступенью **Защита от превышения постоянного тока**. В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 2 ступени **Защита от превышения постоянного тока**
- 2 ступени **Защита от превышения постоянного напряжения**
- 2 ступени **Защита от снижения постоянного тока**
- 2 ступени **Защита от снижения постоянного напряжения**



[dw_DC_Structure, 1, ru_RU]

Рисунок 6-305 Структура функции

6.32.3 Общая функциональность

6.32.3.1 Описание

Принцип работы функции защиты

Делитель напряжения или шунтирующий преобразователь сначала преобразуют постоянные токи или напряжения в соответствующие измерения. Затем измерения передаются в функцию **Быстрый вход МТ**. Функции **Быстр. вход МТ** можно найти в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

Функция **Быстр. вход МТ**:

- Преобразует измерения в обработанные значения
- Предоставляет выборки с частотой дискретизации 1 кГц ($f_{ном}$ = 50 Гц) или 1,2 кГц ($f_{ном}$ = 60 Гц) для функции **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** для дальнейшей обработки

ПРИМЕЧАНИЕ

Только функция **Быстр. вход МТ** допустима для работы с функцией **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения**.

Вы можете использовать функцию **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** для следующего:

- Максимальная токовая защита
- Минимальная токовая защита
- Защита максимального напряжения
- Защита минимального напряжения

Пуск может быть заблокирован с помощью дискретного входного сигнала, и выходной сигнал может быть задержан по времени.

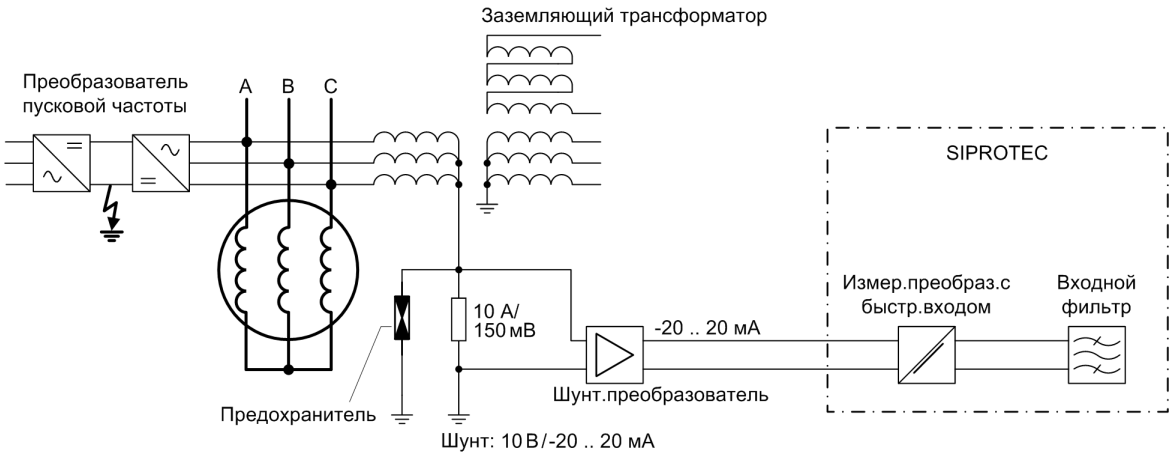
Обнаружение замыканий на землю в пусковом частотном преобразователе (SFC)

Когда пуск генератора осуществляется с помощью частотного преобразователя, может произойти замыкание на землю в цепи частотного преобразователя и вызвать протекание постоянного тока в части переменного тока. При наличии постоянного напряжения постоянный ток протекает через все заземленные части системы. Омическое сопротивление заземляющего трансформатора или трансформатора с нейтральной точкой ниже омического сопротивления трансформатора напряжения. Поэтому термические перегрузки заземляющего трансформатора или трансформатора с нейтральной точкой выше, чем термические перегрузки трансформатора напряжения.

В примере применения, показанном в *Рисунок 6-306*, шунтирующий преобразователь преобразует постоянный ток в напряжение и передает напряжение в устройство SIPROTEC. Шунтирующий преобразователь может быть измерительным преобразователем, например 7KG6131.

Расстояние между шунтирующим преобразователем и устройством определяет тип входа:

- Если расстояние не превышает 5 м, можно использовать вход напряжения.
- Если расстояние больше 5 м, необходимо использовать токовый вход (от -20 мА до 20 мА или от 4 мА до 20 мА).

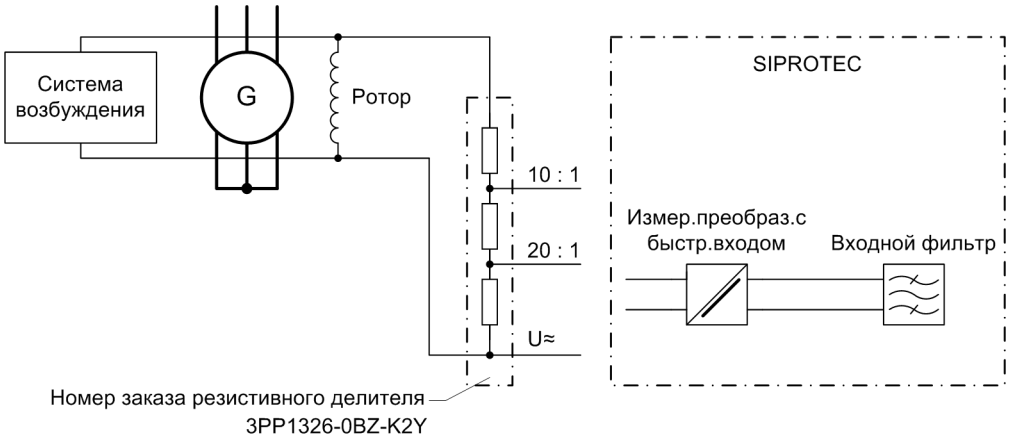


[dw_DC_Startup converter, 1, ru_RU]

Рисунок 6-306 Защита от постоянного тока для обнаружения замыкания на землю в цепи пускового частотного преобразователя (SFC)

Контроль напряжения возбуждения

На следующем рисунке показан контроль напряжения возбуждения. Напряжение возбуждения снижается до подходящего уровня с помощью делителя напряжения и подается на измерительный преобразователь.



[dw_DC_Excitation vltage monitoring, 1, ru_RU]

Рисунок 6-307 Защита от постоянного напряжения для контроля напряжения возбуждения

Конфигурация функции Быстр. вход МТ в ФГ «Аналоговые блоки»

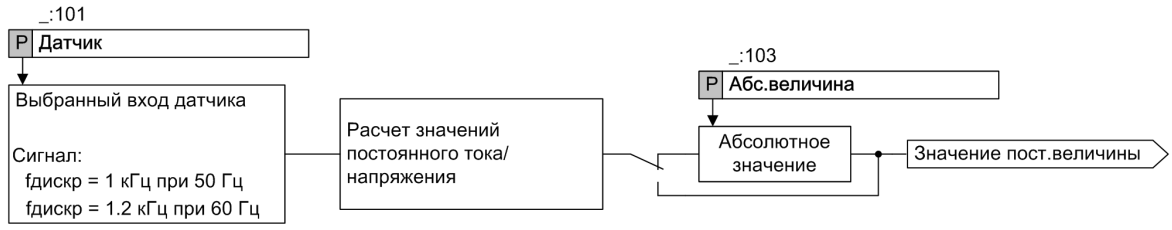
Функция **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** должна взаимодействовать с функцией **Быстр. вход МТ**. Функцию **Быстр. вход МТ** можно найти в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

При настройке параметров в ФГ **Аналоговые блоки** учтите следующее:

- Поскольку параметр **Интервал измерения** не влияет на функцию **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения**, оставьте значение по умолчанию.
- Для работы функции **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** необходимо активировать параметр **Активный диапазон**. Уставку можно активировать, установив соответствующий флажок в DIGSI (см. *Рисунок 5-101*). Если параметр не активирован, отображается сообщение о несовместимости.
- Диапазон параметра **Пороговое значение** в каждой ступени зависит от параметров **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.**.

Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

Логика



[lo_DC_General functionality, 1, ru_RU]

Рисунок 6-308 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Частота дискретизации выборок от измерительных преобразователей составляют 1 кГц ($f_{ном}$ = 50 Гц) или 1,2 кГц ($f_{ном}$ = 60 Гц).

Значения постоянного тока/постоянного напряжения рассчитываются с помощью специального фильтра среднего значения. Полученные свойства:

- Вычислены чистые значения постоянного тока/постоянного напряжения
- Частоты выше 10 Гц затухают, а специальные частоты подавляются, например:
  - Частота 20-Гц
  - Номинальная частота
  - Множитель номинальной частоты

Вычисленные значения постоянного тока/постоянного напряжения передаются во все ступени.

6.32.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Абс.величина

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Абс.величина** = ***да***

Параметр используется для **Абс.величина** преобразования входных значений в положительные значения.

Значение параметра	Описание
да	Если необходимо сравнить абсолютное значение отфильтрованного компонента постоянного тока с пороговым значением в ступени, задайте параметр **Абс.величина** равным ***да***.
нет	При контроле напряжения возбуждения возможно отрицательное значение и Siemens рекомендует установить параметр **Абс.величина** равным ***нет***.

Параметр: Датчик

С помощью параметра **Датчик** можно указать используемый датчик. Дополнительная информация приведена в главе *6.32.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

6.32.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Абс.величина		• нет • да	да
_:2311:101	Общие данные:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	

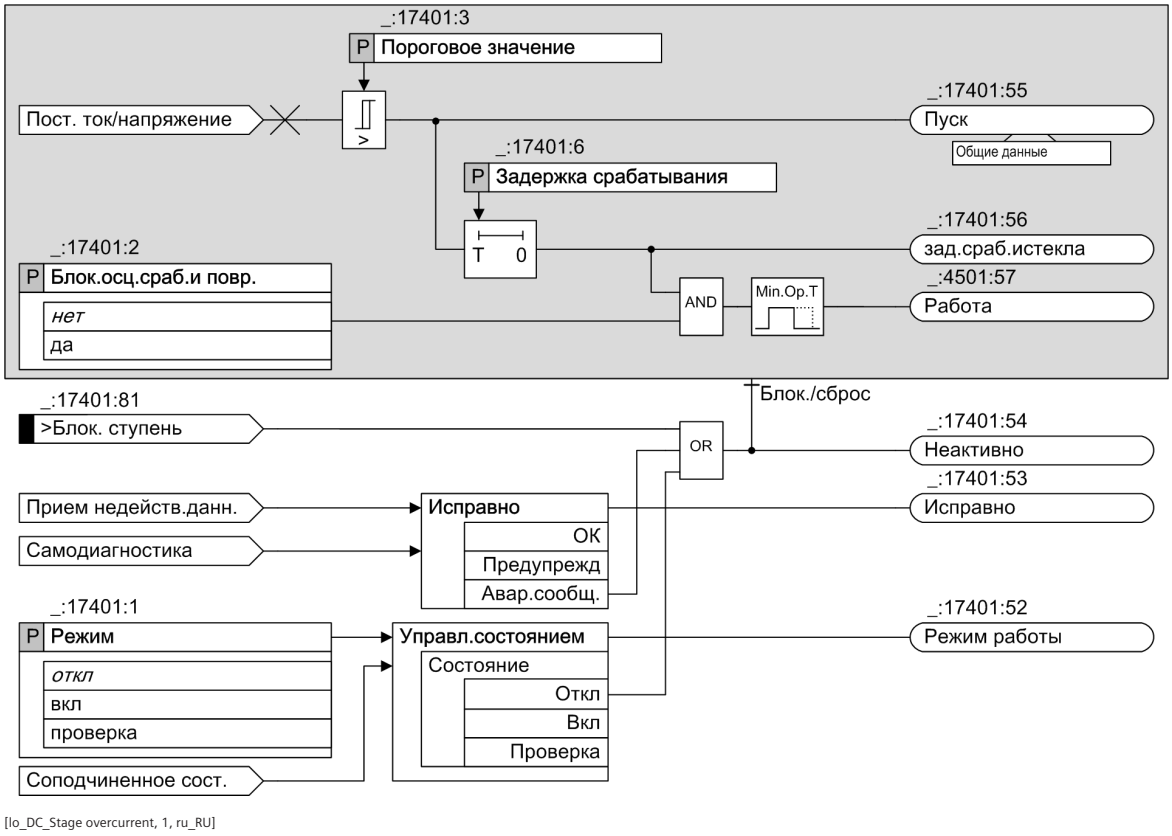
6.32.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:302	Общие данные:Отказ Преобр 4-20мА	SPS	O
_:2311:303	Общие данные:DC	MV	O

6.32.4 Описание ступени

6.32.4.1 Описание

Логика



[lo_DC_Stage overcurrent, 1, ru_RU]

Рисунок 6-309 Логическая схема защиты от постоянного тока/постоянного напряжения - Тип ступени Защита от превышения постоянного тока

Измеряемые величины

Ступень использует измеренные значения, которые рассчитываются в общих функциях. Дополнительная информация приведена в главе *6.32.3.1 Описание*.

Тип ступени

Тип ступени указывает на необходимый тип ступени.

Доступны 4 типа ступеней:

- Защита от превышения постоянного тока
- Защита от снижения постоянного тока
- Защита от превышения постоянного напряжения
- Защита от снижения постоянного напряжения

Создайте соответствующую ступень в соответствии с физической единицей измерения измеряемых значений в выбранной функции **Быстр. вход МТ**. В противном случае выдается сообщение о несовместимости.

Пуск

Ступень сравнивает значения постоянного тока с параметром **`Пороговое значение`**.

Блокировка ступени

В случае блокировки сработавшая функция сбрасывается. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.32.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию (_:17401:3) **Пороговое значение** = *0,000 A*

Параметр **Пороговое значение** определяет порог срабатывания тока для функции **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения**.

Уставка параметра **Пороговое значение** зависит от входа тока или напряжения в конкретных условиях применения.

- Для ступени **Защита от превышения постоянного тока** или **Защита от снижения постоянного тока** установите значение параметра **Пороговое значение** больше, чем первичное значение 0,3 мА.
- Для ступени **Защита от превышения постоянного напряжения** или **Защита от снижения постоянного напряжения** установите значение параметра **Пороговое значение** больше, чем первичное значение 0,1 В.

Уставки **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.** показывают диапазон параметра **Пороговое значение**. Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете несколько групп уставок, учтите следующее:

- Задайте параметр **Пороговое значение** одних и тех же ступеней с одинаковой полярностью.
- Если вы хотите использовать параметр **Пороговое значение** с другой полярностью в другой группе настроек, создайте новую ступень и включите ее. Если новая ступень не эффективна в группе настроек, отключите ее.

Применение

Существует два возможных варианта применения:

- **Обнаружение замыканий на землю в пусковом частотном преобразователе (SFC)**
  Типовым применением является защита от замыканий на землю для SFC установки газовых турбин. В случае замыкания на землю в части постоянного тока половина постоянного напряжения присутствует между нейтральной точкой трансформатора и землей, если нейтральная точка трансформатора заземлена. Это напряжение можно рассматривать как напряжение, питающее ток заземления. Если нейтральные точки трансформатора заземлены, ток протекает по всем компонентам, подключенным к напряжению питания и омическому сопротивлению всех трансформаторов, которые гальванически подключены к преобразователю и заземлены. Этот постоянный ток обычно находится в диапазоне от 3 до 4 А.
- **Контроль напряжения возбуждения**
  Другое применение заключается в том, что при использовании для контроля напряжения возбуждения функция **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** сконфигурирована для работы при низком напряжении. Порог срабатывания установлен примерно на 60-70% от напряжения возбуждения без нагрузки. Обычно между устройством защиты и напряжением возбуждения подключается делитель напряжения. Дополнительную информацию и описание функции **Защита от потери возбуждения** можно прочитать, начиная с главы *6.41.1 Обзор функции* .

ПРИМЕР

Ниже приведен пример обнаружения замыкания на землю в пусковом частотном преобразователе (SFC).

Для SFC с пусковым трансформатором $U_{N,\ пуск} \approx 1{,}4$ кВ и 6-импульсной мостовой схемы имеется постоянное напряжение 1,89 кВ ($U_{пост.тока} \approx 1{,}35 \cdot U_{N,\ пуск}$). В случае замыкания на землю в части постоянного тока напряжение смещения составляет половину постоянного напряжения ($U_{пост.тока,повр} = 0{,}5 \cdot U_{пост.тока}$, $Y_{пост.тока,повр} = 945$ В).

Если предположить, что трансформатор заземления имеет омическое сопротивление обмотки $R \approx 150$ Ом, постоянный ток 6,3 А ($I_{пост.тока} = 945$ В / 150 Ом) протекает через нейтральную точку трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ

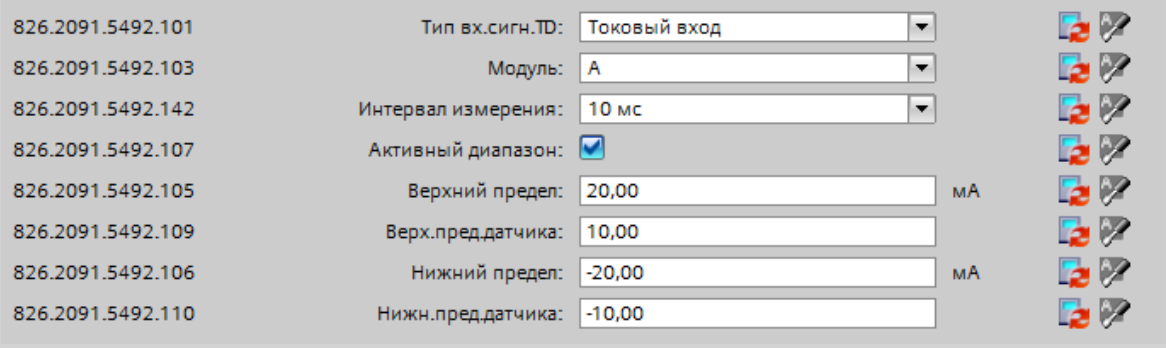
Омическое сопротивление обмотки заземления и трансформаторов с нейтральной точкой может сильно различаться в зависимости от типа трансформатора. Значения для конкретного применения можно получить у производителя или определить в процессе измерения.

Если функция **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** не активирована, ток замыкания на землю вызывает перегрев, которая приведет к разрушению трансформаторов напряжения, подключенных по схеме «звезда», и заземляющих трансформаторов. Чтобы обеспечить надежное срабатывание защиты, установите пороговое значение на значение менее половины тока замыкания на землю. В этом примере порог равен 2 А. При использовании шунта и шунтирующего преобразователя, показанных в этом примере, этот ток вызывает вторичный ток величиной 4 мА.

В этом варианте применения вы используете модуль IO210 и задаете параметр **Датчик** равным ***Быстр. вход МТ 1.МТ в 3***.

Чтобы получить измеренные значения с одинаковым знаком во всех группах настроек, задайте параметр **Абс.величина** равным ***да***.

На следующем рисунке показаны значения уставок:

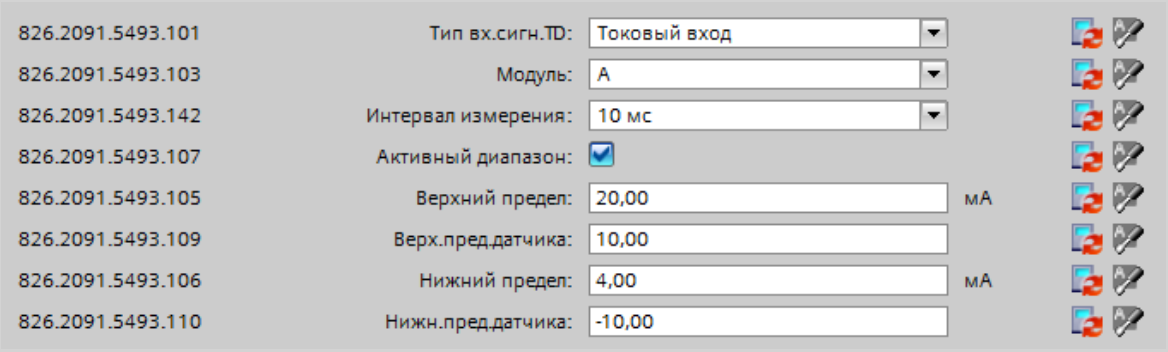


[sc_DC_20 Trans, 1, ru_RU]

Рисунок 6-310 Конфигурация измерительного преобразователя ±20-мА

Поскольку входной ток измерительного преобразователя (МТ) составляет 4 мА, параметр **Пороговое значение** устанавливается равным 2 А.

Если используется измерительный преобразователь от 4 мА до 20 мА, установите параметры, как показано на следующем рисунке:



[sc_DC_4-20 Trans, 1, ru_RU]

Рисунок 6-311 Конфигурация измерительного преобразователя от 4 до 20 мА

Ток +2 А эквивалентен входному сигналу преобразователя 9,6 мА, а ток -2 А эквивалентен входному сигналу 6,4 мА преобразователя.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании измерительных преобразователей учитывайте следующее:

- Уставки измерительных преобразователей должны быть выполнены в функции **Защита от постоянного тока/постоянного напряжения** и ФГ **Аналоговые блоки**.
- Если вы используете измерительный преобразователь от 4 до 20 мА, в функции **Быстр. вход МТ** активна функция обнаружения обрыва провода. Если входной ток ниже порогового значения 2 мА обнаружения обрыва провода, выдается предупреждающее сообщение, и ступень, использующая измерительный преобразователь от 4 до 20 мА, блокируется.

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:17401:6) Задержка срабатывания`** = ***`2,00 c`***

Параметр **`Задержка срабатывания`** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Значение зависит от конкретного применения. Для защиты генератора рекомендуется установить задержку срабатывания равной 2,00 с.

Параметр: `Блок.осц.сраб.и повр.`

- Уставка по умолчанию **`(_:17401:2) Блок.осц.сраб.и повр.`** = ***`нет`***

Параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`** позволяет блокировать следующее:

- Работа
- Осциллографирование
- Журнал сообщений о повреждениях

6.32.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`DC-I> 1`				
_:17401:1	DC-I> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:17401:2	DC-I> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17401:3	DC-I> 1:Пороговое значение		Диапазон определяется параметрами **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.**.	0.000 A или 0,000 B
_:17401:6	DC-I> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.32.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
DC-I> 1			
_:17401:81	DC-I> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17401:54	DC-I> 1:Неактивно	SPS	O
_:17401:52	DC-I> 1:Режим работы	ENS	O
_:17401:53	DC-I> 1:Статус исправности	ENS	O
_:17401:55	DC-I> 1:Пуск	ACD	O
_:17401:56	DC-I> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17401:57	DC-I> 1:Работа	ACT	O

6.33 Защита по частоте f>

6.33.1 Обзор функций

Функция **Защита от повышения частоты** (ANSI 81O):

- Обнаруживает повышение частоты в энергосистемах или электрических машинах.
- Контролирует диапазон частот и выводит сообщения о повреждениях.
- Отключает источники генерации при критических значениях частоты системы.
- Обеспечивает дополнительную защиту турбины при отказе ограничителя скорости вращения.

Отклонение частоты возникает из-за небаланса между генерируемой и потребляемой энергией. Повышение частоты вызвано отключением нагрузки (изолированный режим работы), отключением от сети или вследствие неполадок контроллера частоты. Повышение частоты влечет за собой риск самовозбуждения электрических машин, подключенных к ненагруженным длинным линиям.

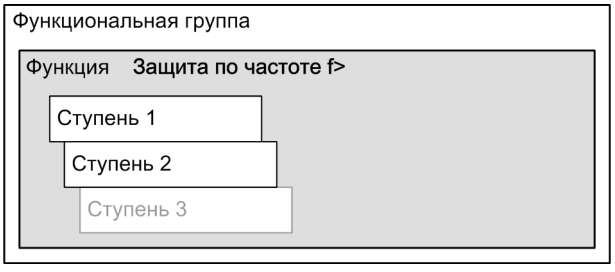
Защита от повышения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях (выбирается из библиотеки функций DIGSI). Функциональные конфигурации отличаются используемыми методами измерения частоты.

6.33.2 Структура функции

Функция **Защита от повышения частоты** принадлежит к группе защит, работающих с измеренным напряжением.

Функция защиты от повышения частоты имеет две предустановленные заводом — изготовителем ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум 3 отключающих ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Параметры **`Возврат дифф.защиты`** и **`Мин.напряжение`** устанавливаются для всех ступеней.

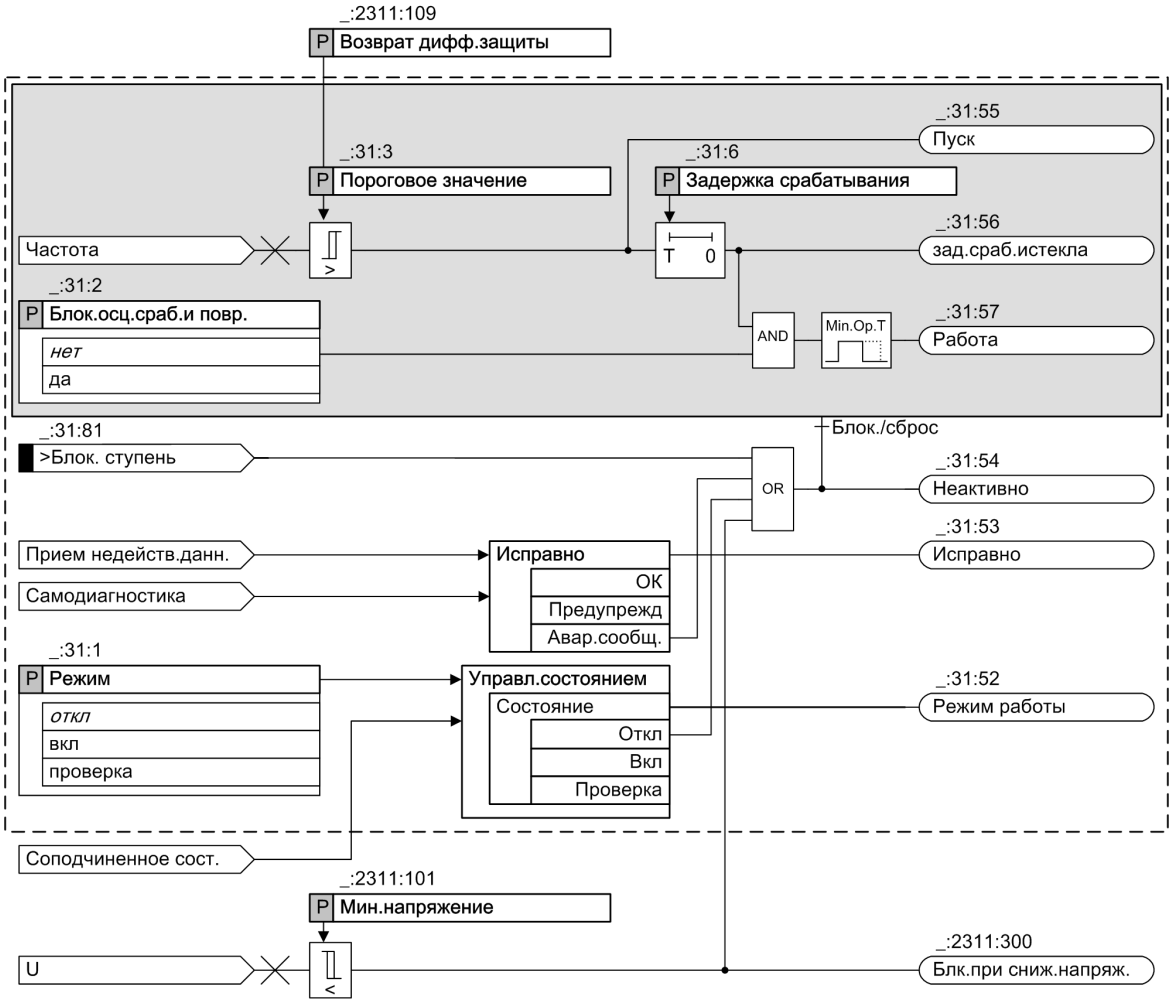


[dwstofqp-090211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-312 Структура функции

6.33.3 Ступень защиты от повышения частоты

Логическая схема ступени



[lostofqp-040411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-313 Логическая схема работы ступени защиты от повышения частоты

Метод измерения частоты

Защита от повышения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях. Эти конфигурации работают с разными методами измерения частоты. Выбор метода измерения частоты осуществляется в зависимости от применения.

- Метод разности углов (метод A):

  Метод по разнице углов определяет вектор напряжения прямой последовательности в многофазных системах. В случае однофазного подключения он всегда обрабатывает вектор подведенного напряжения. Так как изменение угла вектора напряжения за данное время пропорционально изменению частоты, то отсюда можно вычислить текущее значение частоты.

- Метод фильтрации (метод B):

  Метод фильтрации обрабатывает значения мгновенного напряжения и определяет текущее значение частоты с помощью подходящей комбинации фильтров. Функция защиты по частоте автоматически выбирает наибольшее напряжение в качестве измеряемой величины. В многофазном подключении линейное напряжение всегда наибольшее. Если в многофазном подключении выбранное напряжение более недоступно, функция автоматически переключается на измерение следующего максимального напряжения. Функция работает даже с одним напряжением.

Оба метода измерения характеризуются высокой точностью и коротким временем пуска. Значения помех, таких как гармонические, высокочастотные, скачкообразные изменения фаз во время коммутации и выравнивания мощности (из-за качаний), эффективно подавляются.

Функциональное измеряемое значение

Метод разности углов дает следующее измеренное значение:

Измеренное значение	Описание
f	Частота, вычисленная методом разности углов

Поведение за пределами рабочего диапазона

Отслеживание частоты дискретизации позволяет использовать широкий диапазон частот. Если ступень запустилась в рабочем диапазоне частоты, и измеряемое напряжение выше заданного минимального напряжения, то пуск удерживается. Возврат пуска возможен только при блокировке.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Внешняя или внутренняя блокировка через логический дискретный вход *>Блок. ступень*
- Внутренняя блокировка, если напряжение становится меньше **Мин.напряжение**

6.33.4 Указания по применению и вводу уставок

Метод измерения частоты

Метод измерения частоты выбирается с помощью функциональной конфигурации в библиотеке функций DIGSI. Буква, стоящая в конце имени функции, обозначает метод измерения.

С помощью применения двух различных методов измерения частоты, можно выполнить резервирование. Путем объединения сигналов срабатывания обеих функций через логический элемент И в CFC может быть реализован метод принятия **решения 2-из-2**. Это позволяет повысить надежность защиты.

Метод измерения частоты	Описание
Метод разности углов (метод A)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для защиты электрических машин.
Метод фильтрации (метод B)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для энергосистем.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:31:3) Пороговое значение** = ***51,50 Гц*** при $f_{ном}$ = 50 Гц

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значение срабатывания ступени защиты от повышения частоты в зависимости от конкретного применения. Типовым значением предупредительного уровня в системах с номинальной частотой 50 Гц является 51,50 Гц.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:31:6) Задержка срабатывания** = ***10 с***

Параметр **Задержка срабатывания** используется для отстройки срабатывания функции при возникновении возмущений (например, при переключениях). Для использования в целях сигнализации можно выставить довольно большие значения выдержки времени.

Параметр: Мин.напряжение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Мин.напряжение** = **37,5 В**

Для **блокировки при снижении напряжения** рекомендуется значение 65 % от номинального напряжения защищаемого объекта.

При определении уставки следует учитывать выбранный метод измерения и подключение. Если используется напряжение прямой последовательности, то необходимо помнить, что максимальное напряжение равно напряжению фаза-земля. Уставка по умолчанию задана относительно этого значения.

Параметр: Возврат дифф.защиты

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:109) Возврат дифф.защиты** = ***20 мГц***

Благодаря высокоточному измерению частоты рекомендуемое значение уставки для **Возврат дифф.защиты** может оставаться на частоте 20 мГц. Если необходим последующий возврат ступени, то необходимо увеличить уставку разности возврата. Например, если величина срабатывания (параметр **Пороговое значение**) ступени задана равной 51,5 Гц и параметр **Возврат дифф.защиты** равным 100 мГц, то возврат ступени произойдет при значении 51,4 Гц.

Пример задания уставок защиты от повышения частоты для генераторов

Если ограничитель скорости не работает должным образом, то защита от повышения частоты выдает дополнительный сигнал о неисправности. Превышение скорости вращения может быть вызвано отключением нагрузки или возмущениями в ограничителе скорости (например, в изолированной энергосистеме).

Предельное значение частоты может быть задано в 1,03 $f_{ном}$. Если скорость вращения машины не восстановится до нормальной, то она может быть отключена второй 2-й ступенью с уставкой, равной, например, 1,08 $f_{ном}$. Для отстройки от излишних срабатываний необходимо выставить достаточную выдержку времени для предупредительной сигнализации или отключения.

В данном применении используются две ступени защиты от повышения частоты. В следующей таблице приведены варианты уставок.

Ступень	Чем вызвано	Значения уставок		
		При $f_{ном.}$ = 50 Гц	При $f_{ном.}$ = 60 Гц	Выдержка времени
f1>	Предупреждение или отключение	51,50 Гц	61,80 Гц	20,00
f2>	Останов	54,00 Гц	64,80 Гц	5,00

ПРИМЕЧАНИЕ

В данной таблице показан один из возможных вариантов уставок защиты по частоте. Значения уставок могут отличаться в зависимости от области применения.

6.33.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Мин.напряжение		3.000 В до 175.000 В	37.500 В
_:2311:109	Общие данные:Возврат дифф.защиты		20 мГц до 2000 мГц	20 мГц
Ступень 1				
_:31:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:31:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:31:3	Ступень 1:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	51.50 Гц
_:31:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с
Ступень 2				
_:32:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:32:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:32:3	Ступень 2:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	54.00 Гц
_:32:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	5.00 с

6.33.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
_:2311:301	Общие данные:f	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:31:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:31:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:31:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:31:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:31:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:31:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:31:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:32:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:32:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:32:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:32:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:32:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:32:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:32:57	Ступень 2:Работа	ACT	O

6.34 Защита от снижения частоты

6.34.1 Обзор функций

Функция **Защита от снижения частоты** (ANSI 81U) выполняет следующее:

- Обнаруживает снижение частоты в энергосистемах или электрических машинах
- Контролирует диапазон частот и выводит сообщения о повреждениях.
- Выполняет разделение энергосистем.
- Отключает нагрузку для обеспечения устойчивости энергосистем и защиты электродвигателей.
- Отключает генераторы при критических значениях частоты сети (например, $f < 0{,}95\ f_{ном}$)

Отклонение частоты возникает из-за небаланса между генерируемой и потребляемой энергией. Снижение частоты вызывается увеличением потребления активной энергии или уменьшением генерации. Указанные явления возникают при отключении энергосистемы, сбое генератора или вследствие неполадок контроллера мощности и частоты.

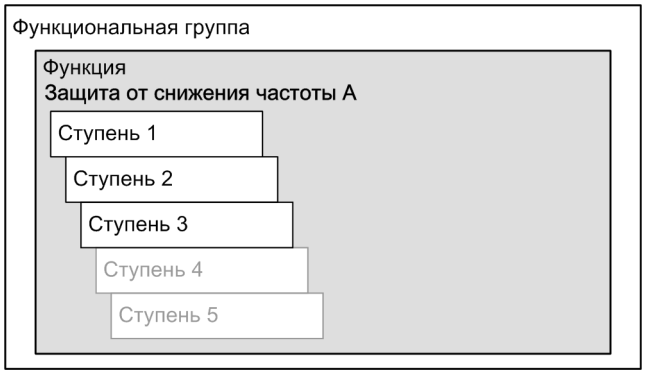
Защита от снижения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях (выбирается из библиотеки функций DIGSI). Функциональные конфигурации отличаются используемыми методами измерения частоты.

6.34.2 Структура функции

Функция **Защита от снижения частоты** принадлежит к группе защит, работающих с измеренным напряжением.

Функция **Защита от снижения частоты** имеет три предустановленные заводом-изготовителем ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум пять отключающих ступеней. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

Параметры **`Возврат дифф.защиты`** и **`Мин.напряжение`** устанавливаются для всех ступеней.

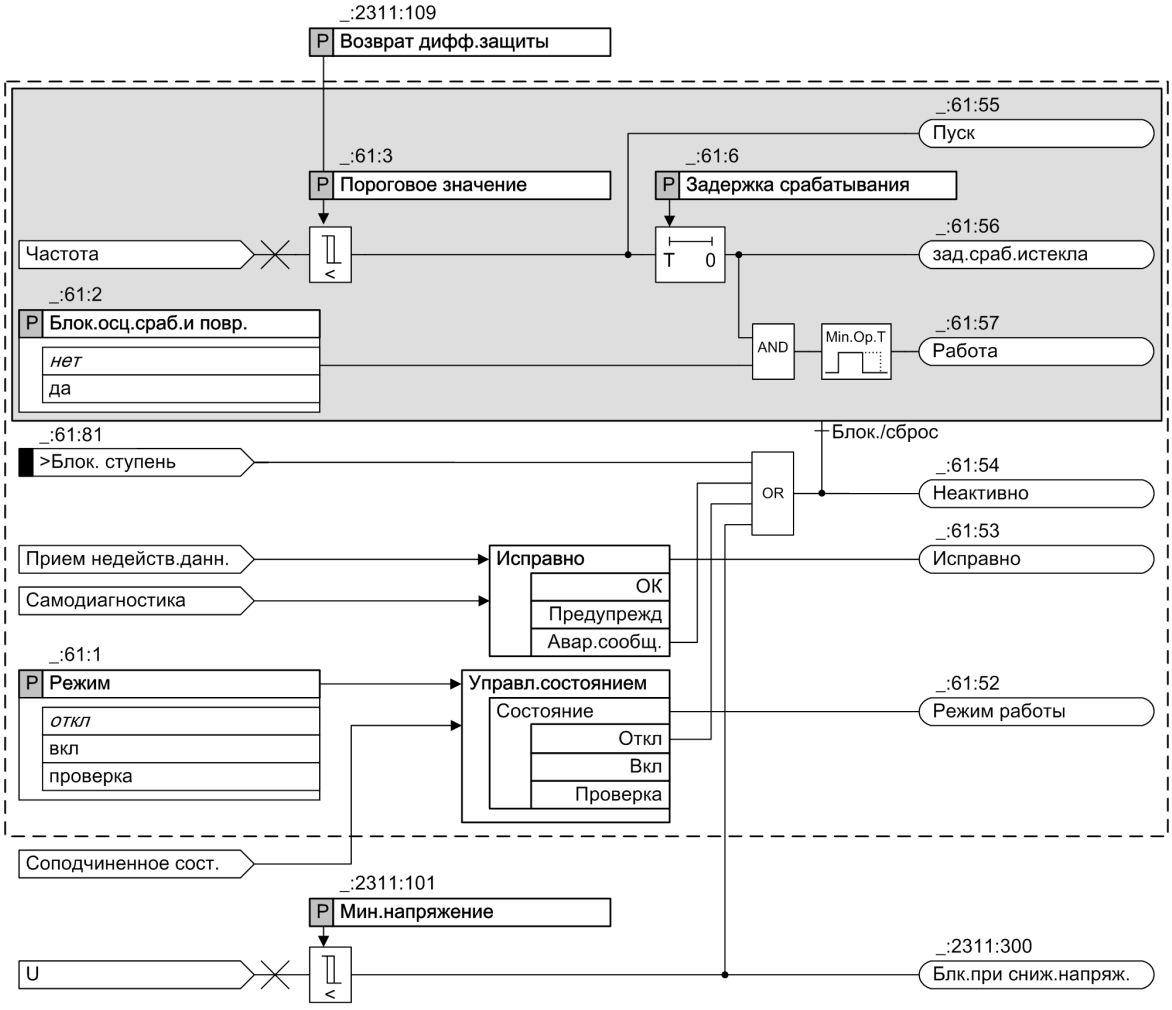


[dwstufqp-090211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-314 Структура функции

6.34.3 Ступень защиты от снижения частоты

Логическая схема ступени



[lostufqp-040411-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-315 Логическая схема работы ступени защиты от снижения частоты

Метод измерения частоты

Защита от снижения частоты доступна в двух функциональных конфигурациях. Эти конфигурации работают с разными методами измерения частоты. Выбор метода измерения частоты осуществляется в зависимости от применения.

- Метод разности углов (метод A):
  Метод по разнице углов определяет вектор напряжения прямой последовательности в многофазных системах. В случае однофазного подключения он всегда обрабатывает вектор подведенного напряжения. Так как изменение угла вектора напряжения за данное время пропорционально изменению частоты, то отсюда можно вычислить текущее значение частоты.

- Метод фильтрации (метод B):

  Метод фильтрации обрабатывает значения мгновенного напряжения и определяет текущее значение частоты с помощью подходящей комбинации фильтров. Функция защиты по частоте автоматически выбирает наибольшее напряжение в качестве измеряемой величины. В многофазном подключении линейное напряжение всегда наибольшее. Если в многофазном подключении выбранное напряжение более недоступно, функция автоматически переключается на измерение следующего максимального напряжения. Функция работает даже с одним напряжением.

Оба метода измерения характеризуются высокой точностью и коротким временем пуска. Значения помех, таких как гармонические, высокочастотные, скачкообразные изменения фаз во время коммутации и выравнивания мощности (из-за качаний), эффективно подавляются.

Поведение за пределами рабочего диапазона

Отслеживание частоты дискретизации позволяет использовать широкий диапазон частот. Если ступень запустилась в рабочем диапазоне частоты, и измеряемое напряжение выше заданного минимального напряжения, то пуск удерживается. Возврат пуска возможен только при блокировке.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Внутренняя блокировка, если напряжение становится меньше **Мин.напряжение**

6.34.4 Указания по применению и вводу уставок

Метод измерения частоты

Метод измерения частоты выбирается с помощью конфигурации функций в библиотеке функций DIGSI. Буква, стоящая в конце имени функции, обозначает метод измерения.

С помощью применения двух различных методов измерения частоты, можно выполнить резервирование. Путем объединения сигналов срабатывания обеих функций через логический элемент И в CFC может быть реализован метод принятия **решения 2-из-2**. Это позволяет повысить надежность защиты.

Метод измерения	Описание
Метод разности углов (метод A)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для защиты электрических машин.
Метод фильтрации (метод B)	Этот метод измерения следует выбирать в случае применения ступени защиты по частоте для энергосистем.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:61:3) Пороговое значение** = ***49,80 Гц*** при $f_{ном}$ = 50 Гц

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значение срабатывания ступени защиты от понижения частоты в зависимости от области применения. Типовым значением предупредительного уровня в системах с номинальной частотой 50 Гц является 49,8 Гц.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:61:6) Задержка срабатывания** = ***10,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** используется для отстройки срабатывания функции при возникновении возмущений (например, при коммутационных операциях). Для использования в целях сигнализации можно выставить довольно большие значения выдержки времени.

Параметр: Мин.напряжение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Мин.напряжение** = **37500 В**

Для **блокировки при снижении напряжения** рекомендуется значение 65 % от номинального напряжения защищаемого объекта.

При определении уставки следует учитывать выбранный метод измерения и подключение. Если используется напряжение прямой последовательности, то необходимо помнить, что максимальное напряжение равно напряжению фаза-земля. Уставка по умолчанию задана относительно этого значения.

Параметр: Возврат дифф.защиты

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:109) Возврат дифф.защиты** = ***20 мГц***

Благодаря высокоточному измерению частоты рекомендуемое значение уставки для **Возврат дифф.защиты** может оставаться на частоте 20 мГц. Если в вашем конкретном применении необходим последующий возврат отключающей ступени, то необходимо увеличить уставку разности возврата. Например, если величина срабатывания (параметр **Пороговое значение**) отключающей ступени задана в 49,8 Гц и параметр **Возврат дифф.защиты** на 100 мГц, то возврат ступени произойдет при значении 49,9 Гц.

Пример задания уставок защиты от снижения частоты для генераторов

Защита от снижения частоты является дополнительной защитой для турбин. Ее задачей является обеспечение объема генерируемой электростанцией энергии путем своевременного отключение от энергосистемы. После отключения от энергосистемы, регуляторы турбогенератора раскручивают его до номинальной скорости, поэтому требуемая мощность может по-прежнему подаваться с номинальной частотой.

Турбогенераторы могут работать длительное время на частоте 95 % от номинальной. При этом полная мощность уменьшается на такую же величину. Снижение частоты приводит не только к повышенному потреблению тока индуктивной нагрузкой, но также и грозит устойчивости системы.

Отсоединение от энергосистемы инициируется с выдержкой времени при 0,95 $f_{ном}$. После отсоединения блок генератора должен восстановить нормальную частоту вращения. Если этого не происходит, то он будет отключен собственной защитой. Снижение частоты может приводить в турбине к появлению резонансных явлений и недопустимым деформациям лопаток турбины. Отключение можно задержать с помощью выдержки времени, чтобы дать регулятору скорости достаточное время для срабатывания.

Устанавливаемое значение частоты зависит от технических данных электростанции или производителя турбины (контроль скорости). Оно составляет прибл. 0,94 $f_{ном}$.

В данном примере используются три ступени защиты от снижения частоты. В следующей таблице приведены возможные варианты уставок. Тем не менее, если вы выберете то же значение частоты для отключения сети, вы должны однозначно установить большую задержку (например, 47,5 Гц и 40 с).

Ступень	Чем вызвано	Значения уставок		
		При $f_{ном.}$ = 50 Гц	При $f_{ном.}$ = 60 Гц	Выдержка времени
f1<	Сигнализация	49,80 Гц	59,80 Гц	10,00
f2<	Отключение от энергосистемы	47,50 Гц	57,00 Гц	10,00
f3<	Останов	47,00 Гц	56,40 Гц	20,00

ПРИМЕЧАНИЕ

В данной таблице показан один из возможных вариантов уставок защиты по частоте. Значения уставок могут отличаться в зависимости от области применения и используемой турбины. Обратите внимание на требования Электросетевых стандартов.

6.34.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Мин.напряжение		3.000 В до 175.000 В	37.500 В
_:2311:109	Общие данные:Возврат дифф.защиты		20 мГц до 2000 мГц	20 мГц
Ступень 1				
_:61:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:61:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:61:3	Ступень 1:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	49.80 Гц
_:61:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с
Ступень 2				
_:62:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:62:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:62:3	Ступень 2:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	47.50 Гц
_:62:6	Ступень 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с
Ступень 3				
_:63:1	Ступень 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:63:2	Ступень 3:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:63:3	Ступень 3:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	47.00 Гц
_:63:6	Ступень 3:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	10.00 с

6.34.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Блк.при сниж.напряж.	Неактивно SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:61:81	Ступень 1:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:61:54	Ступень 1:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:61:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:61:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:61:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:61:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:61:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:62:81	Ступень 2:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:62:54	Ступень 2:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:62:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:62:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:62:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:62:56	Ступень 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:62:57	Ступень 2:Работа	ACT	O
Ступень 3			
_:63:81	Ступень 3:>Блок. ступень	Неактивно SPS	I
_:63:54	Ступень 3:Неактивно	Неактивно SPS	O
_:63:52	Ступень 3:Режим работы	ENS	O
_:63:53	Ступень 3:Статус исправности	ENS	O
_:63:55	Ступень 3:Пуск	ACD	O
_:63:56	Ступень 3:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:63:57	Ступень 3:Работа	ACT	O

6.35 Защита по скорости изменения частоты

6.35.1 Обзор функций

Функция **Защита по скорости изменения частоты** используется для следующего:

- Быстрое обнаружение изменения частоты
- Предотвращение небезопасных состояний, вызванных асимметрией между генерируемой и потребляемой активной мощностью
- Разделение сети
- Сброс нагрузки

6.35.2 Структура функции

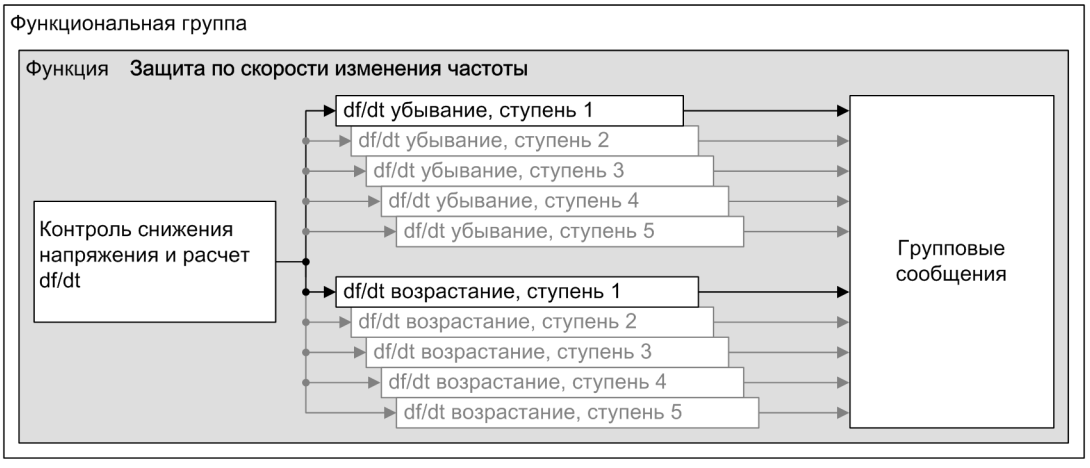
Функция **Защита по скорости изменения частоты** может использоваться в функциональных группах защиты, содержащих измерения 3-фазного напряжения.

Доступны два типа функциональных блоков:

- **Повышение df/dt**
- **Понижение df/dt**

Функция **Защита по скорости изменения частоты** предварительно настроена производителем с одной ступенью повышения df/dt и одной ступенью понижения df/dt. В функции одновременно могут работать максимум пять ступеней повышения df/dt и пять ступеней понижения df/dt. Оба типа функциональных блоков имеют похожую структуру.

Проверка понижения напряжения и расчет df/dt являются общими функциями и выполняются на функциональном уровне. Все ступени используют эти общие функции.



[dwdfdt01-160113-01.tif, 1, ru_RU]

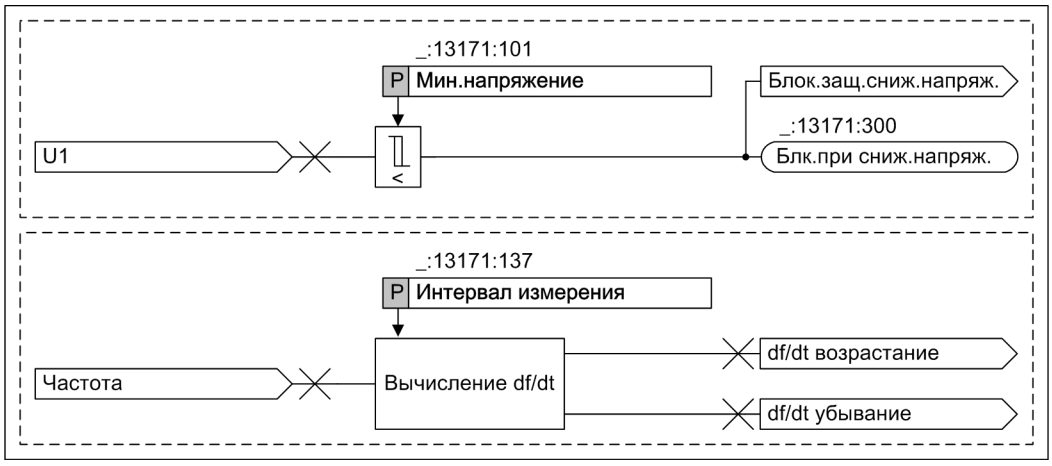
Рисунок 6-316 Структура/реализация функции

6.35.3 Общие функции (контроль снижения напряжения, вычисление df/dt)

6.35.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логика проверки понижения напряжения и расчета df/dt. Данная логика применяется для всех ступеней защиты.



[lodfdtgf-160113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-317 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Эта функция использует частоту, рассчитанную с помощью алгоритма угловой разности.

Дополнительные сведения см. в разделе *6.33.3 Ступень защиты от повышения частоты*.

Разность частот вычисляется за интервал времени, который можно задать (уставка по умолчанию: пять периодов).

Отношение разности частот к разности времени отражает изменение частоты, которое может быть положительным или отрицательным.

Счетчик стабилизации работает, чтобы избежать излишнего срабатывания. Этот счетчик увеличивает свое значение при превышении установленного порогового значения. Если значение падает ниже порогового, счетчик немедленно сбрасывается. Счетчик внутри установлен на 8 и активируется при каждом полупериоде системы.

Блокировка по минимальному напряжению

Если измеряемое напряжение падает ниже **Мин.напряжение**, **защита по скорости изменения частоты** блокируется, так как расчет точных значений частоты становится невозможным.

Функциональное измеряемое значение

Величина	Описание
df/dt	Рассчитанная скорость изменения частоты

6.35.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Мин.напряжение

- Рекомендуемая уставка **(_:13171:101) Мин.напряжение** = ***37,500 В***

Для **Блокировки при снижении напряжения** рекомендуется значение 65 % от номинального напряжения защищаемого объекта.

Метод измерения использует вектор напряжения прямой последовательности. При определении задаваемого значения имейте в виду, что абсолютное значение вычисленного напряжения прямой последовательности равно абсолютному значению фазного напряжения. Уставка по умолчанию задана относительно этого значения.

Параметр: Интервал измерения

- Уставка по умолчанию **(_:13171:137) Интервал измерения** = ***5 периодов***

Параметр **Интервал измерения** используется для оптимизации точности измерения или времени срабатывания функции. Сведения о времени срабатывания и точности измерения см. в технических данных.

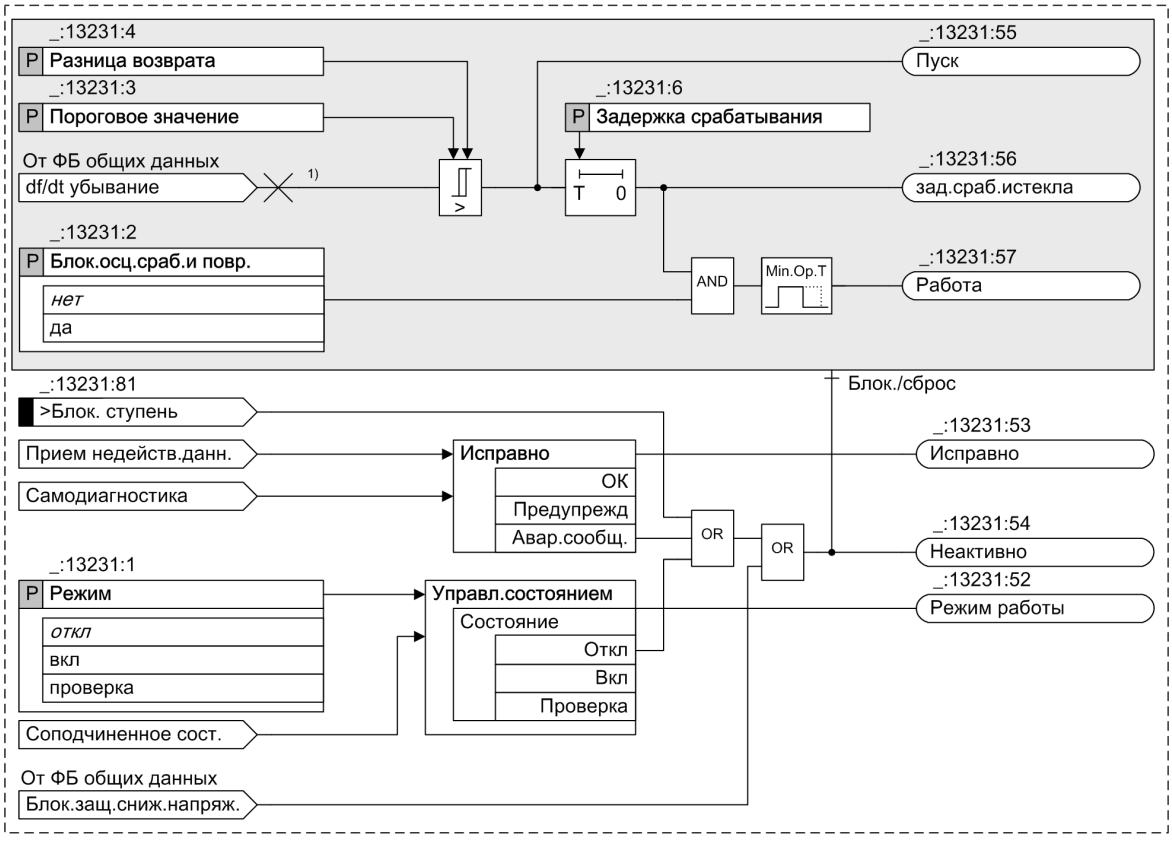
Уставка по умолчанию обеспечивает максимальную точность измерения. Если вам не требуется увеличенное время срабатывания, Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Уставка по умолчанию является разумным компромиссом между точностью измерения и временем срабатывания. Для нечувствительной уставки (высокое пороговое значение) можно установить параметр **Интервал измерения** на меньшее значение.

6.35.4 Описание ступени

6.35.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lodfdtst-160113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-318 Логическая схема защиты по скорости изменения частоты

(1) Для типа ступени **повышение df/dt** используется значение **повышения df/dt**.

Повышение/понижение частоты

Ступень **понижение df/dt** используется для обнаружения понижения частоты, а ступень **повышение df/dt** используется для обнаружения повышения частоты.

Вы устанавливаете пороговое значение в качестве абсолютного. Вы определяете направление изменения частоты с помощью выбранного типа отключающей ступени.

Блокировка ступени

Следующие блокировки приводят к полному сбросу пустившейся ступени:

- Через сигнал дискретного входа *>Блок. ступень*
- Через блокировку по минимальному напряжению, когда напряжение падает ниже **Мин.напряжение**

6.35.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:13231:3) Пороговое значение** = ***3,000 Гц/с***

Значение пуска зависит от применения и определяется условиями энергосистемы. В большинстве случаев необходим анализ сети. Мгновенное отключение нагрузок приводит к избытку активной мощности. Частота повышается и вызывает положительное изменение частоты. С другой стороны, отказы генераторов приводят к дефициту активной мощности. Частота падает и приводит к отрицательному изменению частоты.

Следующие отношения можно использовать в качестве примера для оценки. Они применяются к скорости изменения в начале изменения частоты (приблизительно 1 с).

$$\frac{df}{dt} = -\frac{f_{ном}}{2H} \cdot \frac{\Delta P}{S_{ном}}$$

Где:

$f_{ном}$	Номинальная частота
ΔP	Изменение активной мощности $\Delta P = P_{потребления} - P_{генерации}$
$S_{ном}$	Номинальная полная мощность машин
H	Инерционная постоянная

Типовые данные для H:

Для гидротурбинных генераторов (явнополюсные машины)	H = от 1,5 с до 6 с
Для турбогенераторов (неявнополюсные роторы)	H = от 2 до 10 с
Для промышленных турбогенераторов	H = от 3 до 4 с

ПРИМЕР

$f_{ном}$ = 50 Гц

H = 3 с

Вариант 1: $\Delta P/S_{ном}$ = 0,12

Вариант 2: $\Delta P/S_{ном}$ = 0,48

Вариант 1: вариант 1: df/dt = -1 Гц/с

Вариант 2: вариант 1: df/dt = -4 Гц/с

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:13231:6) Задержка срабатывания** = ***1,00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** можно использовать для отстройки от излишнего срабатывания вследствие различных возмущений (например, при операциях коммутации). Если функция защиты должна пускаться быстро, задайте параметру **Задержка срабатывания** значение 0 с.

Для контроля малых изменений (< 1 Гц/с) небольшая выдержка времени поможет избежать излишних срабатываний.

Параметр: Разница возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:13231:4) Разница возврата** = ***0,10 Гц/с***

Параметр **Разница возврата** определяет значение возврата. Рекомендованное значение уставки ***0,10 Гц/с***.

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае аварий в энергосистеме, особенно в случае проблем с передачей электроэнергии, и воздействия мер стабилизации напряжения через компоненты силовой электроники (компенсация реактивной мощности с помощью статического компенсатора реактивной мощности (СКРМ)), величина и фазный угол напряжения могут измениться. Чувствительные уставки могут привести к излишнему срабатыванию. Таким образом, целесообразно заблокировать **уровень защиты от изменения частоты**, если срабатывают другие функции защиты, например, по напряжению смещения или по напряжению обратной последовательности. Для этого используйте блокирующий вход *>Блок. ступень* и подсоедините его через CFC.

6.35.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ОбщДн				
_:13171:101	ОбщДн:Мин.напряжение		3.000 В до 175.000 В	37.500 В
_:13171:137	ОбщДн:Интервал измерения		2 периода до 5 периода	5 периода
df/dt сниж.1				
_:13231:1	df/dt сниж.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13231:2	df/dt сниж.1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13231:3	df/dt сниж.1:Пороговое значение		0.100 Гц/с до 20.000 Гц/с	3.000 Гц/с
_:13231:4	df/dt сниж.1:Разница возврата		0.02 Гц/с до 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с
_:13231:6	df/dt сниж.1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
df/dt повыш.1				
_:13201:1	df/dt повыш.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13201:2	df/dt повыш.1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13201:3	df/dt повыш.1:Пороговое значение		0.100 Гц/с до 20.000 Гц/с	3.000 Гц/с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13201:4	df/dt повыш.1:Разница возврата		0.02 Гц/с до 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с
_:13201:6	df/dt повыш.1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.35.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ОбщДн			
_:13171:300	ОбщДн:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
_:13171:301	ОбщДн:df/dt	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
df/dt сниж.1			
_:13231:81	df/dt сниж.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13231:54	df/dt сниж.1:Неактивно	SPS	O
_:13231:52	df/dt сниж.1:Режим работы	ENS	O
_:13231:53	df/dt сниж.1:Статус исправности	ENS	O
_:13231:55	df/dt сниж.1:Пуск	ACD	O
_:13231:56	df/dt сниж.1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13231:57	df/dt сниж.1:Работа	ACT	O
df/dt повыш.1			
_:13201:81	df/dt повыш.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13201:54	df/dt повыш.1:Неактивно	SPS	O
_:13201:52	df/dt повыш.1:Режим работы	ENS	O
_:13201:53	df/dt повыш.1:Статус исправности	ENS	O
_:13201:55	df/dt повыш.1:Пуск	ACD	O
_:13201:56	df/dt повыш.1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13201:57	df/dt повыш.1:Работа	ACT	O

6.36 Защита от ненормальной частоты

6.36.1 Обзор функций

Функция **Защита от аномальной частоты** (ANSI 81AF):

- Контролирует частоту генератора
- Контролирует длительность работы генератора в заданном диапазоне частот
- Генерирует аварийный сигнал или отключение генератора

Эта функция защищает только турбины. Если турбины работают слишком долго в указанном диапазоне частот, функция приводит к отключению.

6.36.2 Структура функции

Функция **Защита по аномальной частоте** используется в функциональной группе **Статор генератора**.

Функция **защиты по аномальной частоте** имеет 4 предустановленные заводом-изготовителем ступени.

- 2 ступени **Контроль времени суммирования**
- 2 ступени **Контроль длительности процесса**

В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 8 ступеней **Контроль времени суммирования**
- 8 ступени **Контроль длительности процесса**



[dw_AFQP_Structure, 1, ru_RU]

Рисунок 6-319 Структура/реализация функции

6.36.3 Общая функциональность

6.36.3.1 Описание

В разделе общей функциональности можно настроить параметр **Возврат дифф.защиты**. Параметр **Возврат дифф.защиты** действителен для всех ступеней и используется для вычисления порога

возврата. Пороговое значение возврата используется в качестве порогового значения (верхний и нижний предел частоты) установленных диапазонов частот. По умолчанию значение параметра **Возврат дифф.защиты** равно ***20 мГц***.

6.36.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Возврат дифф.защиты

- Уставка по умолчанию **(_:100) Возврат дифф.защиты** = ***20 мГц***

Параметр **Возврат дифф.защиты** позволяет установить пороговые значения возврата верхнего и нижнего предела частоты.

- Пороговое значение возврата для верхнего предела частоты вычисляется следующим образом:
  Макс. (**Верх. пред. знач. частоты** + **Возврат дифф.защиты**, **Верх. пред. знач. частоты** · 1,0003)
- Пороговое значение возврата для нижнего предела частоты вычисляется следующим образом:
  Мин. (**Нижн.пред.знач.частоты** - **Возврат дифф.защиты**, **Нижн.пред.знач.частоты** · 0,9997)

Чтобы обеспечить высокоточное измерение частоты, компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

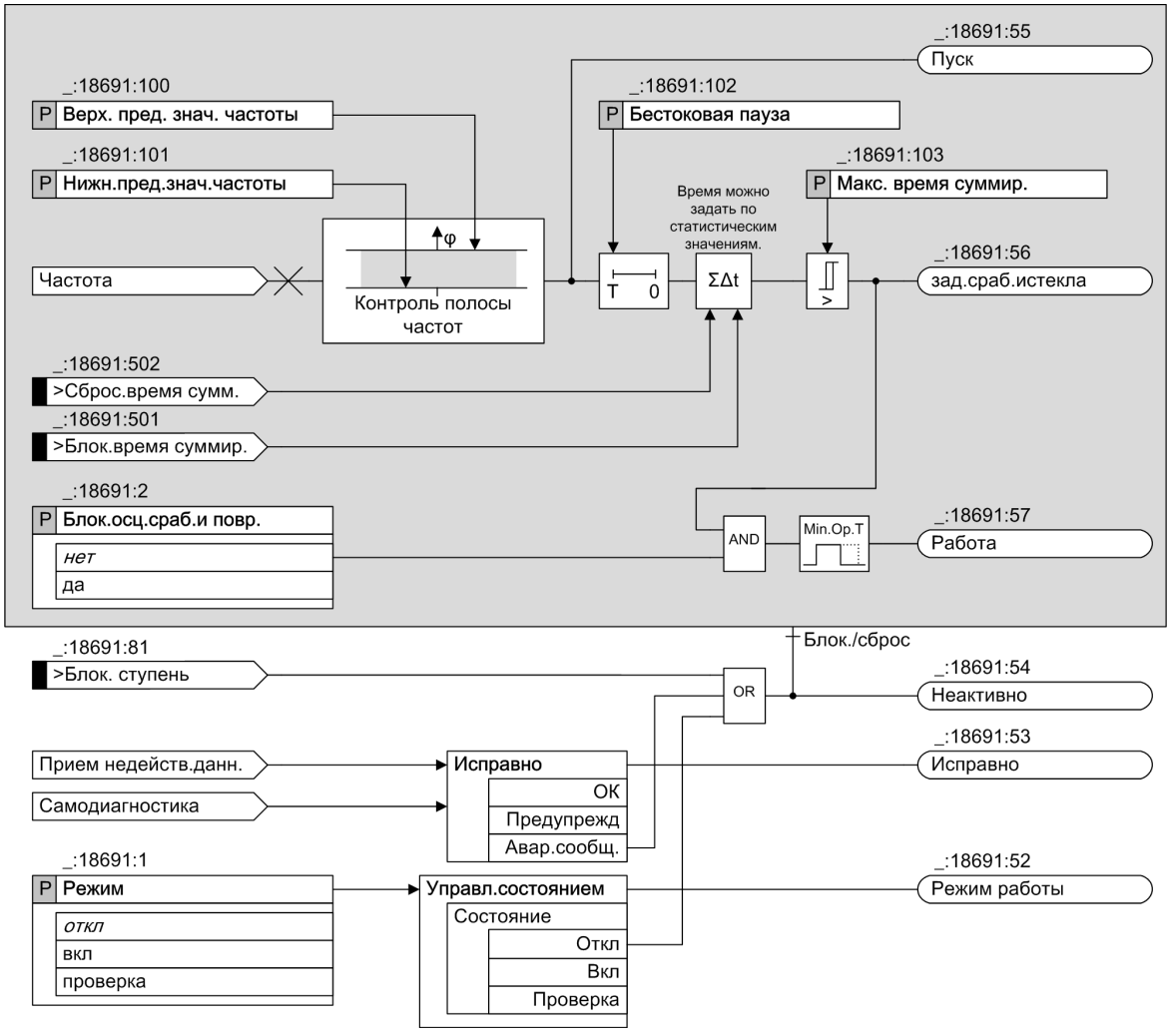
6.36.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:100	Общие данные:Возврат дифф.защиты		20 мГц до 2000 мГц	20 мГц

6.36.4 Ступень контроля суммирования времени

6.36.4.1 Описание

Логика



[lo_AccumuTimSup_Stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-320 Логическая схема ступени контроля суммарного времени

Пуск

Ступень **Контроль суммарного времени** контролирует частоту генератора.

Если все перечисленные далее условия выполняются, ступень срабатывает и запускает отсчет временной задержки:

- Частота находится в диапазоне между уставкой параметра **`Верх. пред. знач. частоты`** и параметра **`Нижн.пред.знач.частоты`**.
- Время бестоковой паузы истекает.

Когда ступень срабатывает, по истечении бестоковой паузы суммарное время начинает увеличиваться, но оно не будет превышать 1000 часов. После возврата ступени время перестает накапливаться, но не сбрасывается.

Суммарное время

Суммарное время - это время, в течение которого частота находится в пределах диапазона частот. Время отображается в разделе статистических значений.

Доступ к статистическим значениям возможен с помощью следующих вариантов:

- Панель управления на устройстве (измеренные значения или статистика)
- DIGSI
- Различные протоколы связи

Когда источник оперативного питания устройства выключен или группа уставок переключена, время будет сохранено в энергонезависимой памяти произвольного доступа (NVRAM).

Сигнал отключения может быть выдан или возвращен для следующих условий:

- Если суммарное время больше уставки параметра **Макс. время суммир.**, выдается сигнал отключения *Работа*.
- Если суммарное время меньше уставки параметра **Макс. время суммир.**, сигнал отключения *Работа* возвращается.

Частота может оставаться внутри диапазона частот в течение времени бестоковой паузы. Суммарное время не увеличивается, что позволяет избежать ненужного суммирования времени.

Суммарное время может быть сброшено, кроме того, его увеличения можно избежать при следующих условиях:

- Суммарное время будет сброшено, когда активируется входной сигнал *>Сброс.время сумм.*.
- Суммарное время не будет увеличиваться, когда активируется входной сигнал *>Блок.время суммир.*.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если активирован входной сигнал *>Сброс.время сумм.*, суммарное время сбрасывается. Если вы активируете сигнал во время испытания, помните, что необходимо установить суммарное время равным времени, суммированному до активации сигнала *>Сброс.время сумм.*.



ПРИМЕЧАНИЕ

Заменяйте батареи только при включенном питании устройства. В противном случае суммарное время будет потеряно.

Измеренное значение

Измеренное значение, используемое в ступени, представляет собой измеренное значение частоты функциональной группы **Статор генератора**.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Параметр **Режим** находится в состоянии ***откл***.
- Дискретный входной сигнал *>Блок. ступень* активен.
- Измерение частоты устройства не находится в диапазоне от 10 до 80 Гц.

6.36.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметры диапазона частот и времени предоставляются производителем турбины. Для примерной оценки можно использовать следующую таблицу.

Таблица 6-18 Предлагаемые значения уставок для функции защиты от аномальной частоты

Частота	Суммарное время
51,5 Гц	30 мин
51,0 Гц	180 мин
от 48,5 до 50,5 Гц	Непрерывная работа
48,0 Гц	300 мин
47,5 Гц	60 мин.
47,0 Гц	10 мин



ПРИМЕЧАНИЕ

Предлагаемые значения уставок основаны на стандарте DL/T 684-2012.

Следующие указания по вводу уставок показывают пример уставок по умолчанию для двух ступеней, настроенных на заводе, в соответствии с *Таблица 6-18*.

Ступень 1

Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.**

- Уставка по умолчанию **(_:18691:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. Если вы хотите, чтобы ступень работала только на сигнал, задайте параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** равным ***да***.

Параметр: **Верх. пред. знач. частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18691:100) Верх. пред. знач. частоты** = ***51,00 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметры **Верх. пред. знач. частоты** позволяют определить верхний порог диапазона частот для ступени **Контроль суммарного времени**, в зависимости от применения.

Параметр: **Нижн.пред.знач.частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18691:101) Нижн.пред.знач.частоты** = ***50,50 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметры **Нижн.пред.знач.частоты** позволяют определить нижний порог диапазона частот для ступени **Контроль суммарного времени**, в зависимости от применения.

Параметр: **Бестоковая пауза**

- Уставка по умолчанию **(_:18691:102) Бестоковая пауза** = ***0,20 с***

Параметр **Бестоковая пауза** задает время. Время указывает период, в течение которого частота находится в заданном диапазоне перед тем как истечет суммарное время. Это позволяет избежать неправильного поведения во время переходных процессов.

Параметр: **Макс. время суммир.**

- Уставка по умолчанию **(_:18691:103) Макс. время суммир.** = ***180,00 мин***

Параметр **Макс. время суммир.** определяет период, во время которого турбину можно эксплуатировать в течение срока службы. Если в течение этого времени не происходит события отключения, появляется сообщение *зад.сраб.истекла*.

Ступень 2

Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.**

- Уставка по умолчанию **(_:18692:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**. Если вы хотите, чтобы ступень работала только на сигнал, задайте параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** равным ***да***.

Параметр: **Верх. пред. знач. частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18692:100) Верх. пред. знач. частоты** = ***48,50 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметр **Верх. пред. знач. частоты** позволяет определить верхний порог диапазона частот для ступени **Контроль суммарного времени**, в зависимости от применения.

Параметр: **Нижн.пред.знач.частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18692:101) Нижн.пред.знач.частоты** = ***48,00 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметр **Нижн.пред.знач.частоты** позволяет определить нижний порог диапазона частот для ступени **Контроль суммарного времени**, в зависимости от применения.

Параметр: **Бестоковая пауза**

- Уставка по умолчанию **(_:18692:102) Бестоковая пауза** = ***0,20 с***

Параметр **Бестоковая пауза** задает время. Время указывает период, в течение которого частота находится в заданном диапазоне перед тем как истечет суммарное время. Это позволяет избежать неправильного поведения во время переходных процессов.

Параметр: **Макс. время суммир.**

- Уставка по умолчанию **(_:18692:103) Макс. время суммир.** = ***300,00 мин***

Параметр **Макс. время суммир.** определяет период, во время которого турбину можно эксплуатировать в течение срока службы. Если в течение этого времени не происходит события отключения, появляется сообщение *зад.сраб.истекла*.

6.36.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Сумм.ступ. #				
_:1	Сумм.ступ. #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Сумм.ступ. #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:100	Сумм.ступ. #:Верх. пред. знач. частоты		20.00 Гц до 80.00 Гц	1.00 Гц
_:101	Сумм.ступ. #:Нижн.пред.знач.частоты		20.00 Гц до 80.00 Гц	1.00 Гц
_:102	Сумм.ступ. #:Бестоковая пауза		0.00 с до 200.00 с	0.20 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	Сумм.ступ. #:Макс. время суммир.		0.00 мин до 60000.00 мин	180.00 мин

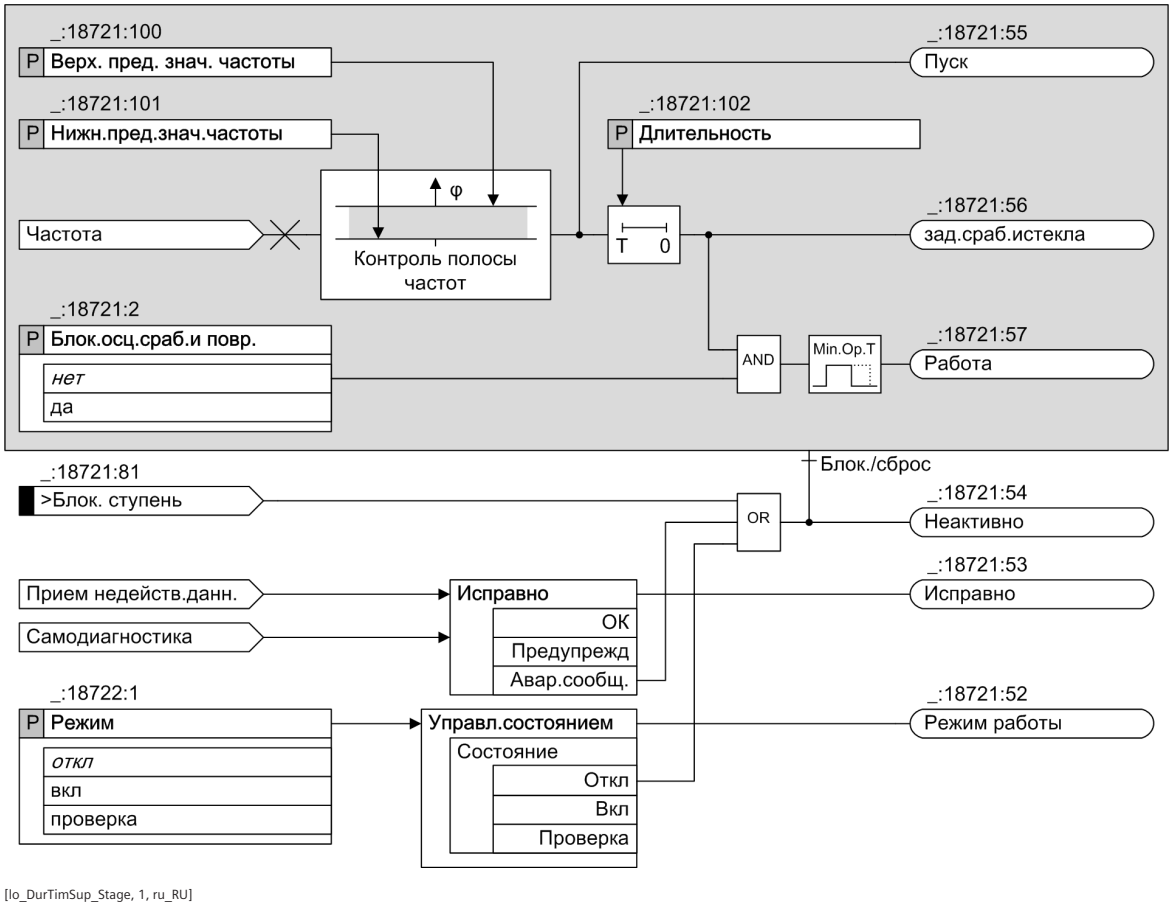
6.36.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Сумм.ступ. #			
_:81	Сумм.ступ. #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Сумм.ступ. #:>Блок.время суммир.	SPS	I
_:502	Сумм.ступ. #:>Сброс.время сумм.	SPS	I
_:54	Сумм.ступ. #:Неактивно	SPS	O
_:52	Сумм.ступ. #:Режим работы	ENS	O
_:53	Сумм.ступ. #:Статус исправности	ENS	O
_:55	Сумм.ступ. #:Пуск	ACD	O
_:56	Сумм.ступ. #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Сумм.ступ. #:Работа	ACT	O
_:305	Сумм.ступ. #:Время суммирования	MV	O

6.36.5 Ступень контроля длительности процесса

6.36.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_DurTimSup_Stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-321 Логическая схема ступени контроля времени продолжительности

Контроль времени продолжительности

Ступень **Контроль времени продолжительности** контролирует продолжительность работы турбин в диапазоне аномальной частоты:

- Если частота находится в заданном диапазоне частот, запускается время продолжительности и выдается сообщение о срабатывании.
- Когда истекает время таймера **`Длительность`**, выдается сигнал *Работа*.
- Когда частота выходит за пределы диапазона, время продолжительности сбрасывается.

Измеренное значение

Измеренное значение, используемое в ступени, представляет собой измеренное значение частоты функциональной группы **Статор генератора**.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Параметр **Режим** находится в состоянии ***откл***.
- Дискретный входной сигнал *>Блок. ступень* активен.
- Измерение частоты устройства не находится в диапазоне от 10 до 80 Гц.

6.36.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметры диапазона частот и времени предоставляются производителем турбины. Для примерной оценки можно использовать следующую таблицу.

Таблица 6-19 Предлагаемые значения уставок для функции защиты от аномальной частоты

Частота	Время продолжительности
51,5 Гц	30 с
51,0 Гц	180 с
от 48,5 до 50,5 Гц	Непрерывная работа
48,0 Гц	300 с
47,5 Гц	60 с
47,0 Гц	10 с

ПРИМЕЧАНИЕ

Предлагаемые значения уставок основаны на стандарте DL/T 684-2012.

Следующие указания по вводу уставок показывают пример уставок по умолчанию для двух ступеней, настроенных на заводе, в соответствии с *Таблица 6-19*.

Ступень 1

Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.**

- Уставка по умолчанию **(_:18721:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Параметр: **Верх. пред. знач. частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18721:100) Верх. пред. знач. частоты** = ***51,00 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметры **Верх. пред. знач. частоты** позволяют определить верхний порог диапазона частот для ступени **Контроль времени продолжительности**, в зависимости от применения.

Параметр: **Нижн.пред.знач.частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18721:101) Нижн.пред.знач.частоты** = ***50,50 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметры **Нижн.пред.знач.частоты** позволяют определить нижний порог диапазона частот для ступени **Контроль времени продолжительности**, в зависимости от применения.

Параметр: **Длительность**

- Уставка по умолчанию **(_:18721:102) Длительность** = ***180,00 с***

Параметр **Длительность** позволяет сделать следующее:

- Установить время непрерывной работы в диапазоне частот
- Сигнал *зад.сраб.истекла* генерируется, если превышено значение **Длительность**.

Если частота выходит за пределы диапазона, параметр **Длительность** сбрасывается.

Ступень 2

Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.**

- Уставка по умолчанию **(_:18722:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Параметр: **Верх. пред. знач. частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18722:100) Верх. пред. знач. частоты** = ***48,50 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметр **Верх. пред. знач. частоты** позволяет определить верхний порог диапазона частот для ступени **Контроль времени продолжительности**, в зависимости от применения.

Параметр: **Нижн.пред.знач.частоты**

- Уставка по умолчанию **(_:18722:101) Нижн.пред.знач.частоты** = ***48,00 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметр **Нижн.пред.знач.частоты** позволяет определить нижний порог диапазона частот для ступени **Контроль времени продолжительности**, в зависимости от применения.

Параметр: **Длительность**

- Уставка по умолчанию **(_:18722:102) Длительность** = ***300,00 с***

Параметр **Длительность** позволяет сделать следующее:

- Установить время непрерывной работы в диапазоне частот
- Сигнал *зад.сраб.истекла* генерируется, если превышено значение **Длительность**.

Если частота выходит за пределы диапазона, параметр **Длительность** сбрасывается.

6.36.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Длит.ступ. #				
_:1	Длит.ступ. #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Длит.ступ. #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:100	Длит.ступ. #:Верх. пред. знач. частоты		20.00 Гц до 80.00 Гц	1.00 Гц
_:101	Длит.ступ. #:Нижн.пред.знач.частоты		20.00 Гц до 80.00 Гц	1.00 Гц

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:102	Длит.ступ. #:Длитель-ность		0.00 с до 1000.00 с	180.00 с

6.36.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Длит.ступ. #			
_:81	Длит.ступ. #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	Длит.ступ. #:Неактивно	SPS	O
_:52	Длит.ступ. #:Режим работы	ENS	O
_:53	Длит.ступ. #:Статус исправности	ENS	O
_:55	Длит.ступ. #:Пуск	ACD	O
_:56	Длит.ступ. #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Длит.ступ. #:Работа	ACT	O

6.37 Обратное чередование фаз

6.37.1 Обзор функций

Функция **Контроль чередования фаз** обеспечивает корректную работу защиты устройства и функций контроля независимо от чередования фаз в системе или ее части.

Порядок чередования фаз устанавливается с помощью параметров. Пользователь может выбрать один из двух типов чередования фаз – ***ABC*** и ***ACB***.

Дискретные входы обеспечивают опцию переключения на противоположное установленному значению чередование фаз. Например, для ГАЭС с наполнением от гидроэлектростанции с двигательным или двигательно/генераторным управлением вы временно меняете направление вращения, изменяя последовательность фаз.

Порядок чередования фаз влияет на расчет параметров токов прямой и обратной последовательности, а также на расчет линейных параметров. Поэтому опция изменения порядка чередования фаз влияет на все защиты и функции контроля, использующие данные параметры.

Пользователь может изменить порядок чередования фаз двумя способами с помощью дискретных входов.

- Изменение порядка чередования фаз для устройства в целом.

  При этом переключаются все трехфазные точки измерения. Следовательно, будут затронуты все аналоговые входы (например, входы по току и напряжению одновременно).

- Изменение порядка чередования фаз для каждой точки измерения.

  При этом переключаются только активные точки измерения. Другие точки измерения не подвергаются воздействию.

6.37.2 Структура функции

Функция **Переключение порядка чередования фаз** интегрирована в функцию **Данные энергосистемы**. Сигналы в дереве каталогов проекта DIGSI 5 можно найти в пункте **Имя устройства** → **Уставки**. Здесь вы найдете параметр для установки порядка чередования фаз, а также дискретные входы, с помощью которых можно изменить порядок чередования фаз.



[dwphrein-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-322 Структура функции

6.37.3 Описание функции

Общие данные

Порядок чередования фаз системы устанавливается в устройстве с помощью параметра **Чередование фаз**. Сигналы в дереве каталогов проекта DIGSI 5 можно найти в пункте **Имя устройства** → **Уставки** → **Энергосистема** → **Общие данные**. Существует 3 метода изменения порядка чередования фаз для различных требований эксплуатации.

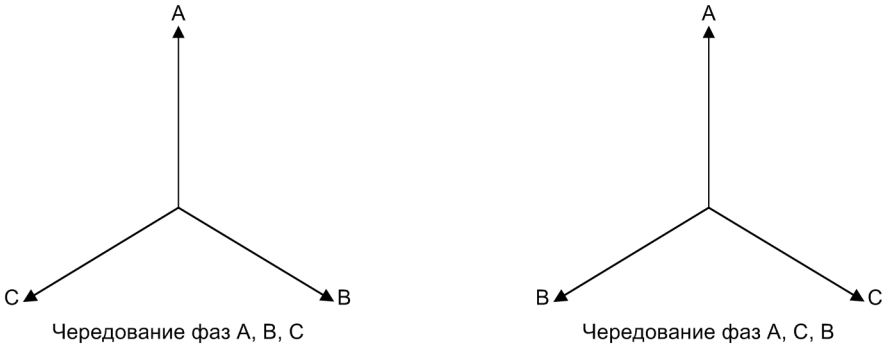
- Изменение порядка чередования фаз с помощью параметра уставки.
  - **Примечание**: Начиная с версии V7.50 и выше, эта уставка является параметром сброса. Если параметр изменен и передан в устройство, устройство выполняет перезапуск. Изменение параметра влияет на все трехфазные точки измерения. Если устройство работает и в точках измерения присутствуют измеряемые величины, будьте осторожны с изменением параметров, поскольку это затрагивает все точки измерения.
- С помощью дискретного сигнала *>Обратное черед.фаз* вы изменяете порядок чередования фаз всех точек измерения.
- Дискретный сигнал *>Инвертировать фазы* служит для изменения порядка чередования фаз для определенной точки измерения.

  Параметр **Обр.черед.фаз**, доступный для каждой точки измерения, используется для указания фаз в точке измерения, чьи фазы должны быть изменены. Параметр может быть определен для каждой 3-фазной точки измерения.

Принцип работы механизмов с двумя дискретными сигналами описан ниже.

Изменение порядка чередования фаз всех точек измерения

Направление вращения векторов токов и напряжений зависит от порядка чередования фаз. На следующем рисунке показаны определения векторов для двух вариантов чередования фаз.



[dwphrdrf-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-323 Векторные диаграммы при различных порядках чередования фаз

Порядок чередования фаз в энергосистеме или ее части определяется настройкой параметра **Чередование фаз**. Установленный параметр влияет на все точки измерения.

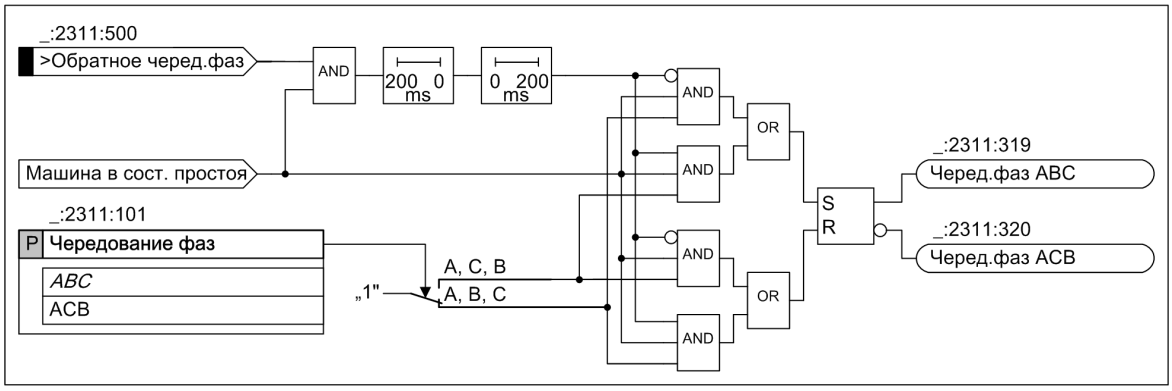
Вынужденное переключение в процессе эксплуатации между порядком чередования фаз ***ABC*** и ***ACB*** инициируется через дискретный вход *>Обратное черед.фаз*. Данное переключение порядка чередования фаз происходит для всех трехфазных точек измерения одновременно.

На следующем рисунке показана логическая схема для определения текущего расположения фаз и переключателя. Индикаторы на рисунке справа отображают текущее чередование фаз. Если порядок чередования фаз устанавливается с помощью параметра **Чередование фаз** в ***ABC***, то активация дискретного входа приведет к переключению порядка чередования фаз ***ACB***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключатель порядка чередования фаз доступен к использованию только во время отсутствия передачи измеренных значений. Команда на переключение должна сохраняться в течении по меньшей мере 200 мс. Изменение порядка чередования фаз возможно только при нахождении машины в состоянии останова. Если значения тока и напряжения всех трехфазных точек измерения ниже 5 % от номинального значения переменной, то такое состояние считается остановом машины.

Сброс параметра чередования фаз для установки необходимого значения должен производиться при обновлении состояния останова машины.



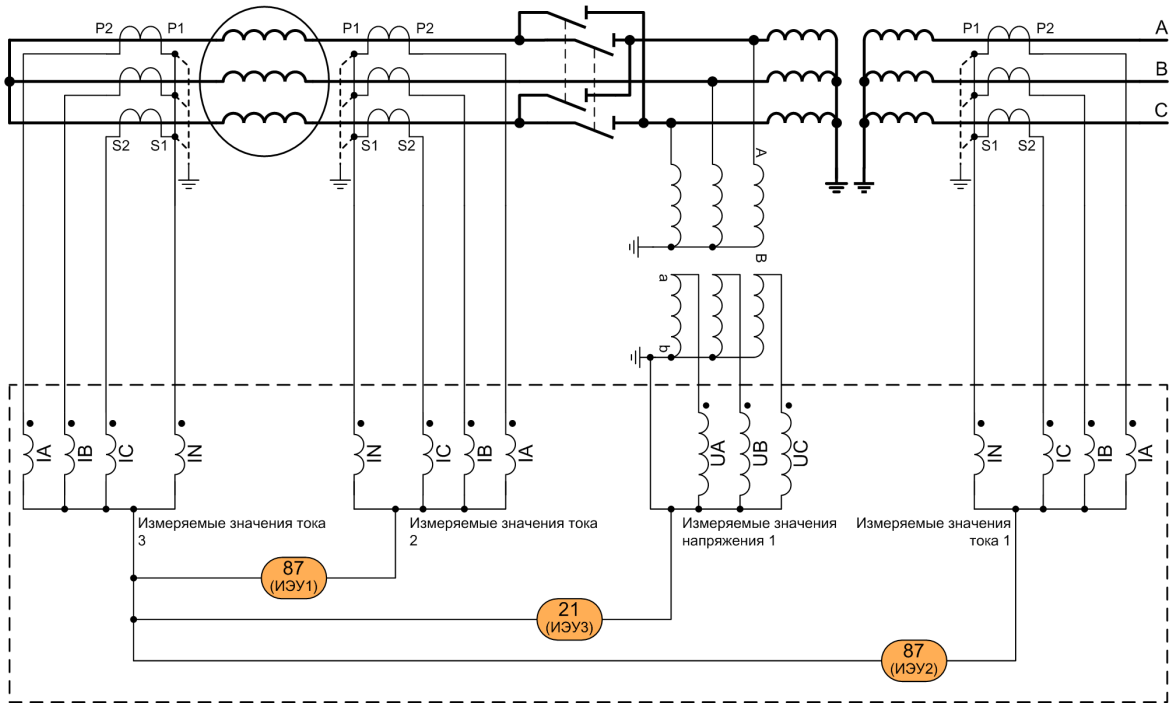
[dwphrpsys1-151013, 1, ru_RU]

Рисунок 6-324 Переключатель порядка чередования фаз

Изменение порядка чередования фаз для каждой точки измерения

Переключение порядка чередования фаз для определенной точки измерения может быть также необходимо в связи с условиями эксплуатации. Данное переключение активирует правильную работу устройства защиты при переходе, например, из генераторного режима в двигательный (насосный).

В следующем примере показано применение переключателя на ГАЭС. Переключатель порядка чередования фаз (изменение в направлении вращения) определяет переход из генераторного режима в двигательный. В зависимости от условий работы системы определяется, какие фазы и точки измерения будут переключены.



[dwphrapp-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-325 Пример применения изменения порядка чередования фаз на обратный на насосной станции

В примере показано два устройства дифференциальной защиты (ИЭУ1 и ИЭУ2) и дистанционной защиты (ИЭУ3) с подключенными точками измерения.

Порядок чередования фаз безразличен для дифференциальной защиты ИЭУ1, так как на защищаемый объект не влияет возможность переключения чередования фаз.

Порядок чередования фаз важен для дифференциальной защиты ИЭУ2, так как на защищаемый объект влияет порядок чередования фаз.

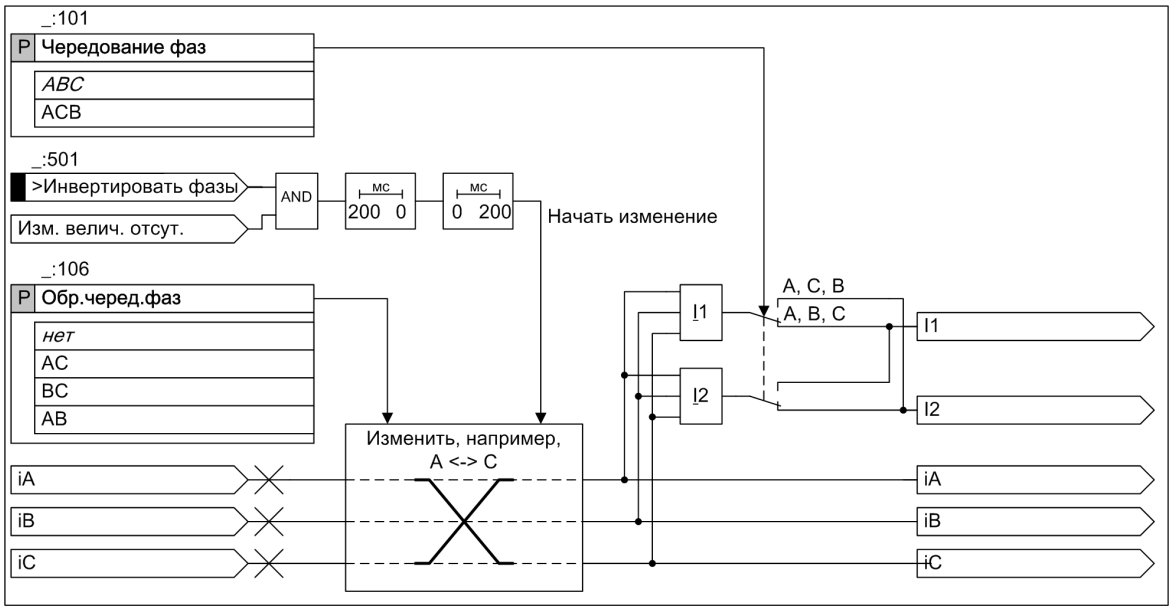
Порядок чередования фаз также важен для дистанционной защиты (ИЭУ3). Значения измеряемого напряжения 1 и значения измеряемого тока 3 имеют разный порядок чередования фаз, зависящий от положения переключателя.

Порядок чередования фаз системы устанавливается в устройстве с помощью параметра **Чередование фаз** в генераторном режиме. Параметр **Обр.черед.фаз** используется для определения фазы, перебрасываемой для соответствующей точки измерения. Информация об изменении фазы для точки измерения передается с помощью сигнала дискретного входа *>Инвертировать фазы*. Измененный порядок чередования фаз затем учитывается при расчете измеряемых величин в точке измерения.

В соответствии с *Рисунок 6-325*, устанавливается порядок чередования фаз ***ABC***. В двигательном режиме фаза A меняется с фазой C. Параметр **Обр.черед.фаз** должен иметь значение ***AC*** для точек измерения значений тока 2 и 3. Как результат, порядок чередования фаз для дифференциальной защиты ИЭУ2 и дистанционной защиты ИЭУ3 является правильным. Токи прямой последовательности и обратной последовательности рассчитываются верно.

На следующей логической схеме показан принцип определения текущего чередования фаз и измеряемых переменных на примере токов.

Переключатель порядка чередования фаз доступен к использованию только во время отсутствия передачи измеренных значений в выбранных точках измерения. Команда на переключение должна сохраняться в течении по меньшей мере 200 мс. Порядок чередования фаз реализуется только в том случае, если измеряемые величины в переключаемых точках измерения составляют менее 5% от номинальных переменных. Если токи в точках измерения для измеряемых значений тока 2 и 3 опускаются ниже 5% от их номинальных переменных, то переключение прекращается, а выбранные фазы переключаются по сигналу активного дискретного входа.



[lophrgph-190517-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-326 Величины измерения для переключаемых фаз

6.37.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Чередование фаз

- Уставка по умолчанию **(_:101) Чередование фаз** = ***ABC***

ABC	Чередование фаз A, B, C
ACB	Чередование фаз A, B, C

Параметр: Обр.черед.фаз

- Уставка по умолчанию **(_:106) Обр.черед.фаз** = ***нет***

нет	Без изменения фазы
AC	Фаза A переключается с фазой C
BC	Фаза B переключается с фазой C
AB	Фаза C переключается с фазой B

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы хотите изменить значение уставки **Обр.черед.фаз**, учтите следующее:

Устройство может принимать новое значение уставки только в том случае, если дискретный входной сигнал *>Инвертировать фазы* не является активным.

Входной сигнал: *>Обратное черед.фаз*

Дискретный вход *>Обратное черед.фаз* используется для переключения чередования фаз ***ABC*** и ***ACB***. Направление переключения зависит от выбора параметра **Чередование фаз**. При этом порядок чередования фаз всех трехфазных точек измерения изменяется. Изменение порядка чередования фаз с помощью дискретного входа возможно только в том случае, если на всех трехфазных точках измерения отсутствуют измеряемые величины (<5 % от номинальных переменных).

Входной сигнал: *>Инвертировать фазы*

Дискретный вход *>Инвертировать фазы* используется для активации параметра **Обр.черед.фаз**. При этом порядок чередования фаз выделенных точек измерения изменяется. Изменение порядка чередования фаз с помощью дискретного входа возможно только в том случае, если на всех соответствующих трехфазных точках измерения отсутствуют измеряемые величины (<5 % от номинальных переменных).

6.37.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:101	Общие данные:Чередование фаз		• ABC • ACB	ABC
Общие данные				
_:101	ТН 3ф:Ном. перв. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:102	ТН 3ф:Ном. втор. напряжение		80 В до 230 В	100 В
_:103	ТН 3ф:Коэфф.согл.Uф/UN		0.10 до 9.99	1.73
_:104	ТН 3ф:Подключение ТН		• 3 фазн.напр. + UN • 3 фазн.напр. • 3 лин.напр. + UN • 3 лин.напряж.	3 фазн.напр. + UN
_:106	ТН 3ф:Обр.черед.фаз		• нет • AC • BC • AB	нет
_:111	ТН 3ф:Трассировка		• не активен • активен	активен
_:107	ТН 3ф:ID точки измерения		0 до 100	0

6.37.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:500	Общие данные:>Обратное черед.фаз	SPS	I
_:501	Общие данные:>Инвертировать фазы	SPS	I
Общие данные			
_:319	Общие данные:Черед.фаз ABC	SPS	O
_:320	Общие данные:Черед.фаз ACB	SPS	O
_:321	Общие данные:Част.сист.вне диап.	SPS	O
_:322	Общие данные:fсист	MV	O
_:323	Общие данные:fтрасс	MV	O
Общие данные			
_:315	ТН 3ф:Фазы AB инвертир.	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:316	ТН 3ф:Фазы BC инвертир.	SPS	O
_:317	ТН 3ф:Фазы AC инвертир.	SPS	O

6.38 Мгновенное отключение при включении на повреждение

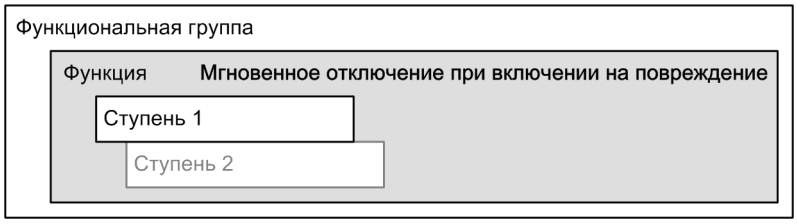
6.38.1 Обзор функций

Функция **Мгновенное отключение при включении на повреждение** служит для мгновенного отключения, когда происходит включение на КЗ.

Функция не выполняет свои собственные измерения и должна быть связана с пуском (измерениями) другой защитной функции.

6.38.2 Структура функции

Функция **Мгновенное отключение при включении на повреждение** может использоваться во всех функциональных группах защиты.Функция предварительно настроена с одной ступенью. В данной функции одновременно могут работать максимум две отключающих ступени. Все ступени защиты имеют одинаковую структуру.

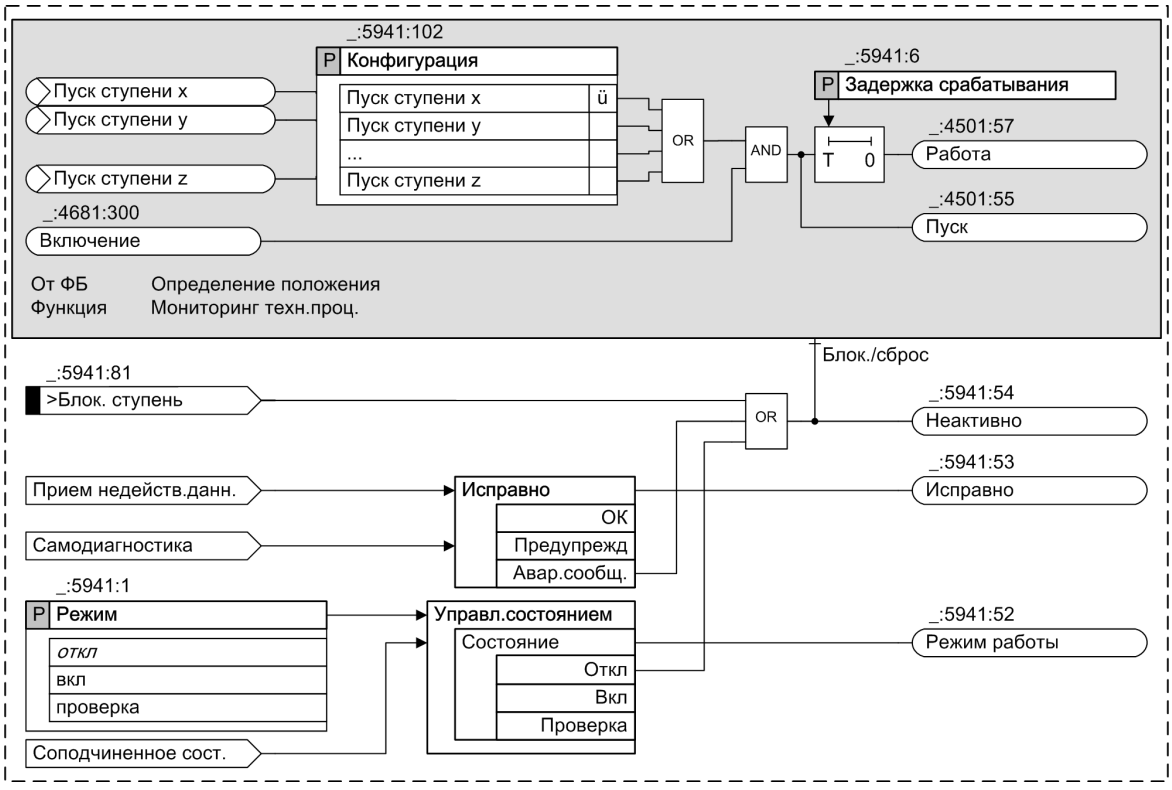


[dwstrsto-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-327 Структура/реализация функции

6.38.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[logisotf-170312-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-328 Блок-схема функции мгновенного отключения при включении на повреждение

Подключение ступени

Функция предназначена для организации автоматического ускорения защит при включении на КЗ. Для этого ступень следует подключить к одному или нескольким сигналам пуска защитных функций или ступеней, например, это пуск ступени ДЗ. Таким образом, ступень функции **Включ. на КЗ** не имеет собственных функций измерения, и ей требуется сигнал пуска другой защитной функции или ступени защиты.

Ступень активируется только в том случае, если ожидается или выполняется операция коммутации (например, см. главу *6.10 Фазная максимальная токовая защита*).



ПРИМЕЧАНИЕ

Если ступень защиты срабатывает, и срабатывание блокируется функцией **Обнаружение броска тока намагничивания**, функция **Мгновенное отключение при включении на КЗ** не срабатывает. В этом случае осциллографирование также отсутствует.

Несмотря на это, если необходимо выполнить осциллографирование, его можно активировать с помощью параметра **(_:114) Запуск регистр.ав.реж.** функции **Обнаружение броска тока намагничивания** (см. главу *6.47 Обнаружение броска тока намагничивания*).

6.38.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Конфигурация

- Уставка по умолчанию **(_:5941:102) Конфигурация** = ***нет ступени***

Параметр **Конфигурация** используется для определения, от какой защитной функции или ступени защиты будет работать функция **Мгновенное отключение при включении на повреждение**.
Обычно пуски защитных функций и ступени выбираются с помощью высокого тока КЗ:

- Дистанционная защита
- МТЗ (фазная и нулевой последовательности)
- Направленная МТЗ (фазная и нулевой последовательности)
- Защита от замыканий на землю для систем с заземленной нейтралью

В основном используется определенная ступень защиты. Такой ступенью может быть ступень защиты, обеспечивающая самостоятельно отключение с выдержкой. Можно также использовать дополнительную ступень защиты с уставками, оптимизированными для данного применения, например, с увеличенным пороговым значением и блокировкой самостоятельного отключения.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемая уставка **(_:5941:6) Задержка срабатывания** = *0.00 с*

При включении на повреждение отключение обычно должно выполняться без выдержки времени. Обычно дополнительная выдержка времени задается равной 0.

6.38.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:5941:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5941:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:5941:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:5941:102	Ступень 1:Конфигурация		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.38.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:5941:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5941:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:5941:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:5941:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:5941:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:5941:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.39 Автоматическая частотная разгрузка

6.39.1 Обзор функций

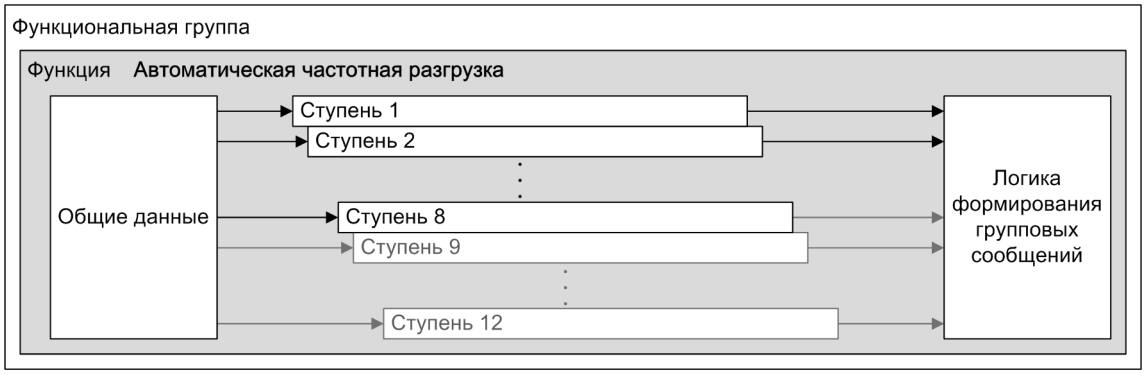
Функция **Автоматическая частотная разгрузка**:

- Обнаруживает снижение частоты в энергосистемах
- Для стабилизации частоты выключает шину или фидеры среднего напряжения, которые потребляют активную мощность
- Поддерживает работу шины среднего напряжения или фидеров, которые генерируют активную мощность

6.39.2 Структура функции

Функцию **Автоматическая частотная разгрузка** можно использовать в функциональных группах **Напряжение/Ток 3ф** и **Линия**.

Заводские настройки функции **Автоматическая частотная разгрузка**предусматривают 8 ступеней. В функции независимо могут работать максимум 12 ступени. Эти ступени идентичны по своей структуре.



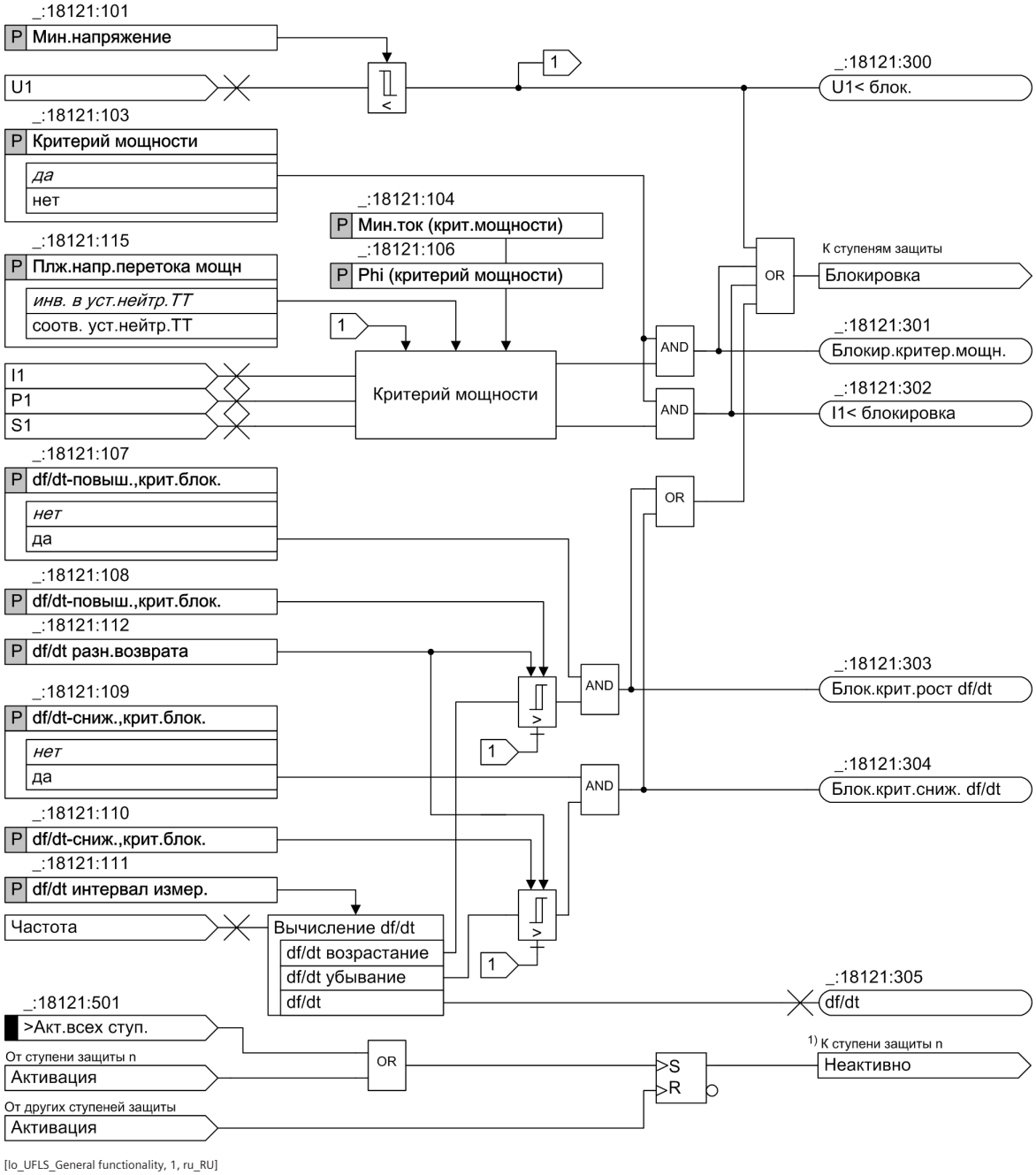
[dw_load shedding_Structure, 1, ru_RU]

Рисунок 6-329 Структура/реализация функции

6.39.3 Общая функциональность

6.39.3.1 Описание

Логика



[lo_UFLS_General functionality, 1, ru_RU]

Рисунок 6-330 Логическая схема общих функций

(1) n означает номер ступени защиты.

Измеряемые величины

Общая функциональность требует наличия следующих входных измерений:

- Напряжение прямой последовательности U1
- Ток прямой последовательности I1
- Полная мощность системы прямой последовательности S1
- Активная мощность системы прямой последовательности P1
- Частота

S1 и P1 вычисляются на основе U1 и I1. Частота вычисляется на основе U1.

Частота и скорость изменения частоты df/dt рассчитываются с помощью алгоритма угловой разности. Дополнительная информация приведена в главе *6.33.3 Ступень защиты от повышения частоты*.

Блокировка по минимальному напряжению

Частота функции **Автоматическая частотная разгрузка** рассчитывается по напряжению прямой последовательности U1. Чтобы получить достоверный и точный результат вычисления частоты, контролируется величина U1. Если величина U1 меньше, чем **Мин.напряжение**, все ступени защиты блокируются, и выдается сообщение *U1< блок.*.

Критерий мощности

Если фидер выдает активную мощность в шину или если шина среднего напряжения выдает активную мощность в шину высокого напряжения, отключение этого фидера или шины среднего напряжения во время процесса сброса нагрузки не имеет смысла. Критерий мощности определяет направление потока мощности и включает эту информацию в качестве критерия блокировки в решение о сбросе нагрузки для всех ступеней защиты.

Параметр **Плж.напр.перетока мощн** определяет положительное направление потока активной мощности функции по отношению к стандартному прямому направлению функциональности защиты. Дополнительная информация приведена в главе *6.39.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

На следующих рисунках ступени защиты пропущены, если поток мощности расположен в зоне разрешения, которая отмечена серым цветом. В оставшейся области ступени защиты блокируются.

Область разрешения настроена с помощью следующих параметров:

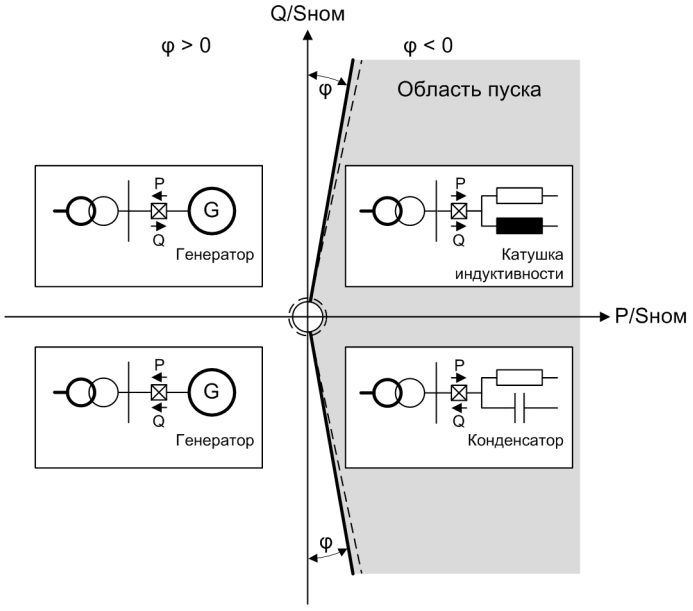
- Параметр **Phi (критерий мощности)** определяет область, которая ограничивает диапазон угла сдвига фаз.
- Параметр **Мин.ток (крит.мощности)** определяет минимальное значение тока прямой последовательности, которое должно присутствовать для надежного расчета активной мощности. На следующих рисунках минимальный ток обозначается в виде круга, центр которого является началом координат.

Критерий мощности проверяется только при выполнении следующих двух условий:

- Ток I1 прямой последовательности превышает пороговое значение **Мин.ток (крит.мощности)**, т.е. I1 находится вне круга на следующих рисунках.
- Блокировка минимального напряжения не выполняется, т.е. величина U1 больше значения **Мин.напряжение**.

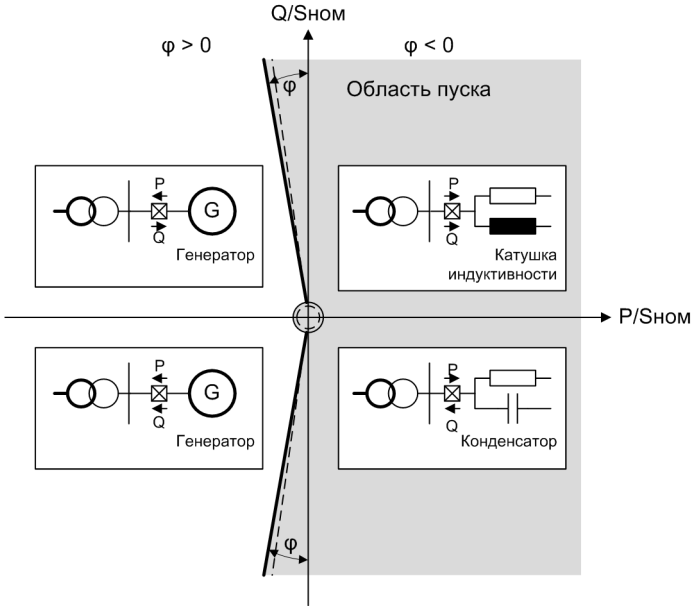
Пунктирные линии на рисунках показывают характеристики возврата. Разность возврата угла сдвига фаз 1°.

Символ φ на следующих рисунках представляет значение уставки параметра **Phi (критерий мощности)**.



[dw_load shedding_Power crit.<0, 1, ru_RU]

Рисунок 6-331 Проверка критерия мощности при **Phi (критерий мощности)** ≤ 0



[dw_load shedding_Power crit.>0, 1, ru_RU]

Рисунок 6-332 Проверка критерия мощности при **Phi (критерий мощности)** > 0

Критерий мощности содержит проверку критерия тока и критерия угла сдвига фаз.

Вы можете определить, надо ли проверять критерий мощности или нет, установив значение параметра **Критерий мощности**. Критерий мощности выполняется только тогда, когда параметр **Критерий мощности** установлен в состояние ***да***.

Метод работы критерия тока и критерия угла сдвига фаз отличается при **Phi (критерий мощности)** ≤ 0 и **Phi (критерий мощности)** > 0.

Для **Phi (критерий мощности)** ≤ 0 критерий мощности проверяется следующим образом:

- Если значение тока I1 прямой последовательности становится ниже **Мин.ток (крит.мощности)**, критерий тока не выполняется, и выдается сообщение *I1< блокировка*. Поэтому все ступени защиты блокируются, и критерий угла сдвига фаз не учитывается.
- Когда значение I1 превышает **Мин.ток (крит.мощности)** и угол сдвига фаз выходит за пределы зоны разрешения, появляется сообщение *Блокир.критер.мощн.* и блокируются все ступени защиты.

Для **Phi (критерий мощности)** > 0 критерий мощности проверяется следующим образом:

- Если значение I1 падает ниже **Мин.ток (крит.мощности)**, все ступени защиты блокируются, и критерий угла сдвига фаз не учитывается.
- Когда значение I1 превышает **Мин.ток (крит.мощности)** и угол сдвига фаз выходит за пределы зоны разрешения, появляется сообщение *Блокир.критер.мощн.* и блокируются все ступени защиты.

Блокировка df/dt

Если скорость изменения df/dt слишком велика, функция **Автоматическая частотная разгрузка** может быть больше неприменима.

Блокировка df/dt срабатывает и при снижении и при повышении df/dt.

Критерии блокировки от повышения или понижения df/dt можно включать или выключать индивидуально. Эти 2 критерия df/dt действуют только тогда, когда величина напряжения U1 прямой последовательности больше значения **Мин.напряжение**:

- Блокировка увеличения df/dt происходит тогда, когда значение возрастания df/dt превышает уставку параметра **df/dt-повыш. порог блок.**. Это состояние обозначается сообщением *Блок.крит.рост df/dt*.
- Блокировка снижения df/dt происходит тогда, когда значение снижения df/dt превышает уставку параметра **df/dt-сниж. порог блок.**. Это состояние обозначается сообщением *Блок.крит.сниж. df/dt*.

Активация/деактивация ступеней защиты

Механизм активации ступени исключения описан в разделе *Активация ступени исключения, Страница 1057*.

Функциональное измеряемое значение

Величина	Описание
df/dt	Рассчитанная скорость изменения частоты

6.39.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Мин.напряжение

- Уставка по умолчанию **(_:18121:101) Мин.напряжение** = ***0,700 o.e.***

Если величина U1 меньше, чем **Мин.напряжение**, все ступени защиты блокируются.

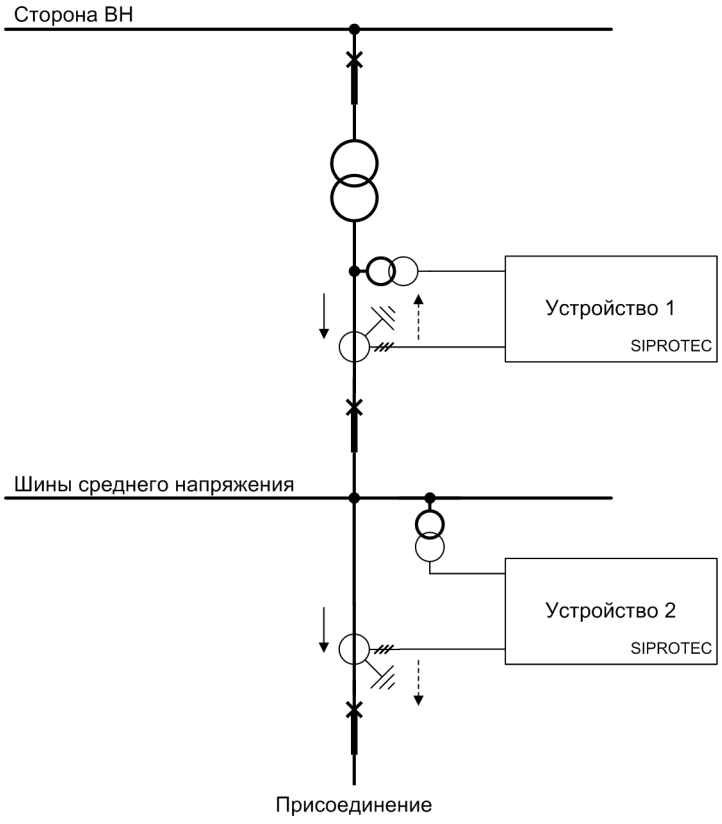
Параметр **Мин.напряжение** определяется в виде значения в относительных единицах, связанного с номинальным напряжением подключенной точки измерения напряжения. Siemens рекомендует использовать настройку по умолчанию.

Параметр: Плж.напр.перетока мощн

- Уставка по умолчанию **(_:18121:115) Плж.напр.перетока мощн** = ***инв. в уст.нейтр.TT***

Параметр **Плж.напр.перетока мощн** определяет положительное направление потока активной мощности функции по отношению к стандартному прямому направлению функциональности защиты.

На следующем рисунке показаны 2 варианта применения защитных устройств с функцией **Автоматическая частотная разгрузка**.



[dw_UFLS_positive power direction, 1, ru_RU]

Рисунок 6-333 Варианты применения

Пунктирная стрелка: Стандартное прямое направление функций защиты
Сплошная стрелка: Прямое направление потока активной мощности

Стандартным прямым направлением функции защиты является направление от шины к защищаемому объекту, который является трансформатором для устройства 1 или фидером для устройства 2. Стандартное прямое направление функций защиты настраивается с помощью параметра **(_:8881:116) Общ.тчк.ТТв объект** точки измерения I-3ф (см. главу *6.1.5 Задание уставок и примечания по вводу параметров точек измерения 3-фазного тока (I 3ф)*). Для функции сброса нагрузки прямое направление потока активной мощности может отличаться от стандартного прямого направления функций защиты, например, для устройства 1. Чтобы адаптировать функцию к такому условию, используется параметр **Плж.напр.перетока мощн**. Параметр **Плж.напр.перетока мощн** устанавливает прямое направление потока активной энергии в ту же сторону или в направлении, противоположном стандартному прямому направлению.

- Для устройства 1 установите параметр **Плж.напр.перетока мощн** равным ***инв. в уст.нейтр.ТТ***. Тогда прямое направление потока активной мощности критерия мощности будет противоположным стандартному прямому направлению функции защиты. Следовательно, функция **Автоматическая частотная разгрузка** сбрасывает нагрузку на шине среднего напряжения в том случае, когда прямым направлением потока мощности является направление от высоковольтной шины к шине среднего напряжения.
- Для устройства 2 установите параметр **Плж.напр.перетока мощн** равным ***соотв. уст.нейтр.ТТ***. Тогда прямое направление потока активной мощности критерия мощности будет таким же, как и стандартное прямое направление функции защиты. Следовательно, функция **Автоматическая частотная разгрузка** отключает фидер в том случае, когда прямым направлением потока мощности является направление от шины среднего напряжения к фидеру.

Параметр: Критерий мощности, Phi (критерий мощности), Мин.ток (крит.мощности)

- Уставка по умолчанию **(_:18121:103) Критерий мощности** = ***да***
- Уставка по умолчанию **(_:18121:106) Phi (критерий мощности)** = ***-5°***
- Уставка по умолчанию **(_:18121:104) Мин.ток (крит.мощности)** = ***0,050 o.e.***

Критерий мощности оценивает направление потока мощности в качестве критерия блокировки для ступеней защиты.

- Параметр **Критерий мощности** позволяет определить, надо ли применять критерий мощности или нет.

  Если фидер может подавать активную мощность в шину или если шина среднего напряжения питает шину высокого напряжения, то Siemens рекомендует использовать критерий мощности, чтобы исключить отключение нагрузки фидера или шины среднего напряжения. Если фидер или шина среднего напряжения всегда потребляют активную мощность, то критерий мощности не требуется.

- Параметр **Phi (критерий мощности)** позволяет решить, будет ли ступень защиты заблокирована или активна в случае низкого значения активной мощности. В случае низкого значения активной мощности определенное направление активной мощности не всегда является надежным.

  Если параметр **Phi (критерий мощности)** ≤ 0, ступень защиты будет активна для четкого прямого направления активной мощности. Если направление активной мощности надежно не определено, ступени защиты блокируются. Если параметр **Phi (критерий мощности)** > 0, функция ведет себя противоположно описанному выше.

  Параметр **Phi (критерий мощности)** можно установить по вашему усмотрению.

- Параметр **Мин.ток (крит.мощности)** устанавливает минимальный порог тока прямой последовательности для достижения надежного результата критерия активной мощности. Параметр **Мин.ток (крит.мощности)** определяется в виде значения в относительных единицах, связанного с номинальным током подключенной точки измерения тока.

Параметр: df/dt-повыш. крит. блок., df/dt-повыш. порог блок., df/dt-сниж. крит. блок., df/dt-сниж. порог блок.

- Уставка по умолчанию **(_:18121:107) df/dt-повыш. крит. блок.** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:18121:108) df/dt-повыш. порог блок.** = ***1,0 Гц/с***
- Уставка по умолчанию **(_:18121:109) df/dt-сниж. крит. блок.** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:18121:110) df/dt-сниж. порог блок.** = ***3,0 Гц/с***

Если скорость изменения df/dt слишком велика, функция **Автоматическая частотная разгрузка** может быть больше неприменима.

Параметры **df/dt-повыш. крит. блок.** и **df/dt-сниж. крит. блок.** определяют, надо ли проверять блокировку повышения и снижения df/dt.

Параметры **df/dt-повыш. порог блок.** и **df/dt-сниж. порог блок.** устанавливают пороговые скорости повышения и снижения df/dt.

Параметр: df/dt интервал измер.

- Уставка по умолчанию **(_:18121:111) df/dt интервал измер.** = ***5 периодов***

Параметр **df/dt интервал измер.** используется для оптимизации точности измерения или времени срабатывания функции.

Уставка по умолчанию обеспечивает максимальную точность измерения. Если вам не требуется увеличенное время срабатывания, Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Для нечувствительной уставки (высокое пороговое значение) можно установить параметр **df/dt интервал измер.** равным значению, которое меньше ***5 периодов***.

Параметр: df/dt разн.возврата

- Уставка по умолчанию **(_:18121:112) df/dt разн.возврата** = ***0,1 Гц/с***

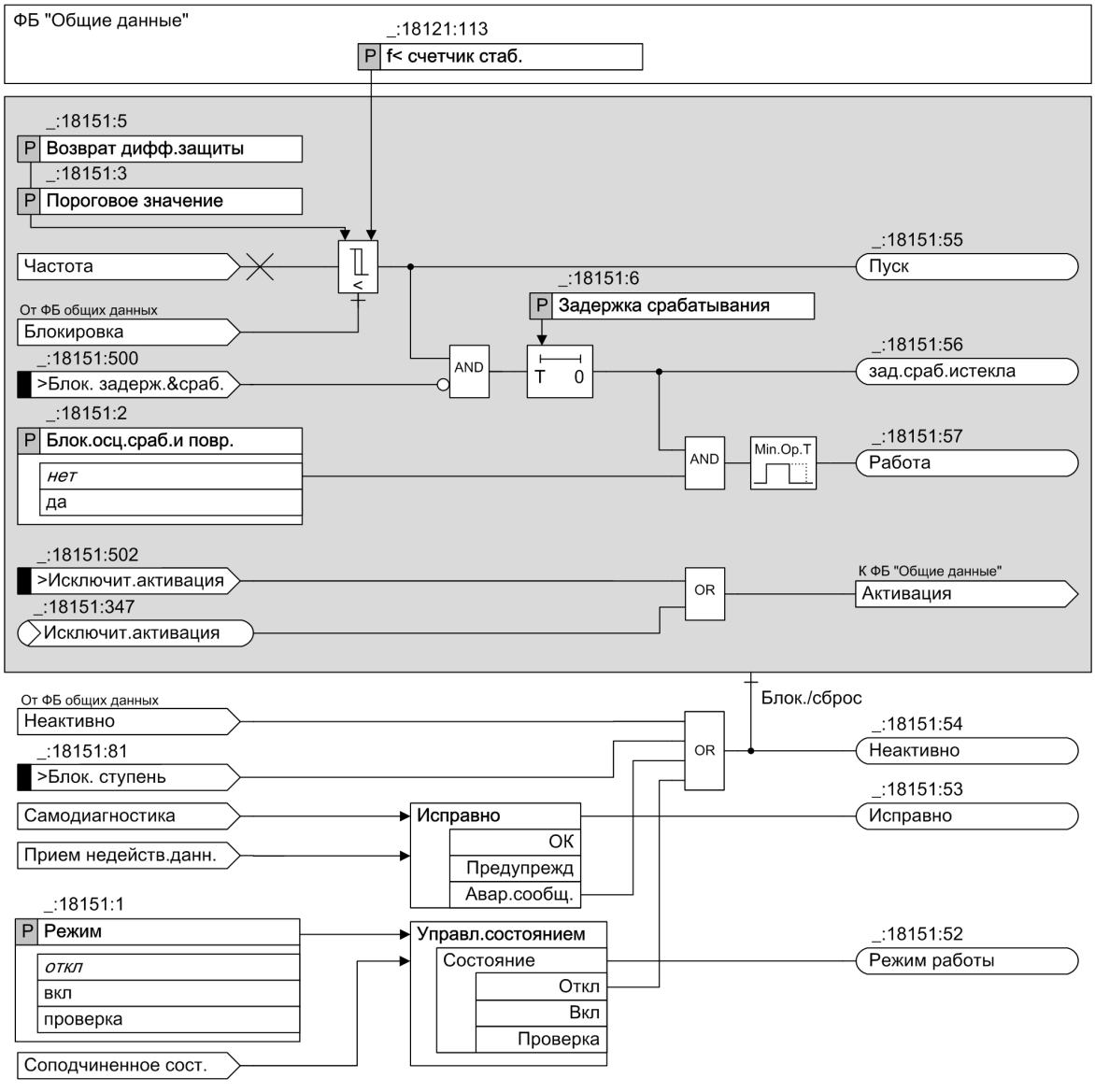
Параметр **df/dt разн.возврата** определяет порог возврата для параметров **df/dt-повыш. порог блок.** и **df/dt-сниж. порог блок.**.

Уставка по умолчанию выбрана на основе опыта эксплуатации. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

6.39.4 Описание ступени

6.39.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_load shedding_stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-334 Логическая схема ступени АЧР

Пуск и срабатывание

Если выполнены все три условия, появляется сообщение **Пуск**:

- Значение частоты падает ниже **Пороговое значение**.
- Вход **Блокировка** из функционального блока **Общие данные** неактивен.
- Предыдущие 2 условия выполняются в течение сконфигурированного числа циклов измерения частоты (время цикла = 10 мс). Количество можно установить с помощью параметра **f< счетчик стаб.**.

Если сигнал **Пуск** сохраняется в течение времени **Задержка срабатывания**, то появляется сообщение **Срабатывание**.

Активация ступени исключения

Схема сброса нагрузки определяет, в каком порядке отключаются фидеры (потребители энергии). Чтобы не отключать все время в первую очередь одних и тех же потребителей электроэнергии, этот порядок регулярно меняется. Механизм активации ступени исключения эффективно поддерживает это изменение порядка.

Даже при условии создания нескольких ступеней защиты и настройке их параметров **Режим** в состояние *включения* вы можете активировать только одну ступень за раз путем активации ступени исключения в функции **Автоматическая частотная разгрузка**.

Активация ступени исключения включает следующие входные сигналы:

- Сигнал SPS *>Исключительная активация*, который предлагается в ступени защиты.
- Сигнал SPC *Исключительная активация*, который предлагается в ступени защиты.
  Этот сигнал SPC позволяет произвести активацию ступени исключения из контроллера станции.
- Сигнал SPS *>Активировать все ступени*, который предлагается в функциональном блоке **Общие данные**.

Ступень защиты, которая принимает новый SPS-сигнал *>Исключительная активация*, или сигнал SPC *Исключительная активация*, остается активной, а все остальные ступени деактивируются. Если две или более ступени одновременно принимают сигналы SPS *>Исключительная активация* и/или сигналы SPC *Исключительная активация*, активируется только та ступень защиты, которая имеет наибольший номер.

Если активируется сигнал SPS *>Активировать все ступени*, активация ступени исключения сбрасывается, т.е. все ступени защиты, у которых параметры **Режим** установлены в состояние *включения*, снова становятся активными.

После нормального перезапуска (сброса) устройства сохраняются статусы ступеней защиты, на которые повлиял сигнал SPS *>Исключительная активация* или сигнал SPC *Исключительная активация*.

После первоначального запуска активируется активация ступени исключения.

ПРИМЕР

Настроенные ступени защиты:	Ступени защиты от 1 до 8
Ступени защиты, у которых параметры **Режим** установлены в состояние *включения*:	Ступени защиты от 1 до 8

Возможны варианты в следующей последовательности:

- **Вариант 1:**
  Сценарий: В ступени защиты 1 активирован сигнал SPS *>Исключительная активация* или сигнал SPC *Исключительная активация*.
  Результат: Ступень защиты 1 остается активной, а ступени от 2 до 8 деактивируются.

- **Вариант 2:**
  Сценарий: В ступени защиты 2 активирован сигнал SPS *>Исключительная активация* или сигнал SPC *Исключительная активация*.
  Результат: Ступень защиты 2 активируется, ступень 1 деактивируется, ступени от 3 до 8 остаются деактивированными.
- **Вариант 3:**
  Сценарий: Активизирован сигнал SPS *>Активировать все ступени*.
  Результат: Ступени защиты от 1 до 8 активируются.
- **Вариант 4:**
  Сценарий: В ступенях защиты со 2 по 4 одновременно активирован сигнал SPS *>Исключительная активация* или сигнал SPC *Исключительная активация*.
  Результат: Ступень защиты 4 активируется, а все остальные ступени деактивируются.
- **Вариант 5:**
  Сценарий: Происходит обычный перезапуск (сброс) устройства.
  Результат: После перезапуска устройства ступень защиты 4 остается включенной, а остальные ступени остаются деактивированными.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. ступень* от внешнего или внутреннего источника
- Через вход *Неактивно* из функционального блока **Общие данные**

Поведение за пределами рабочего диапазона

Отслеживание частоты дискретизации позволяет использовать широкий диапазон частот. Если ступень запустилась в рабочем диапазоне частоты, пуск удерживается. Сигнал **Пуск** сбрасывается, когда активируется условие блокировки.

6.39.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:18151:3) Пороговое значение** = ***49,00 Гц*** для $f_{ном}$ = 50 Гц

Параметр **Пороговое значение** определяет значение срабатывания ступени снижения частоты. Конкретное значение зависит от варианта применения и общего количества ступеней, применяемых параллельно.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:18151:6) Задержка срабатывания** = ***0,10 с***

Уставка параметра **Задержка срабатывания** задается, исходя из конкретных условий применения.

Параметр: Возврат дифф.защиты

- Уставка по умолчанию **(_:18151:5) Возврат дифф.защиты** = ***20 мГц***

Параметр **Возврат дифф.защиты** определяет порог возврата. Например, если установить значение параметра **Пороговое значение** равным 49,00 Гц, а разность возврата - 20 мГц, то возврат этой ступени произойдет на частоте 48,98 Гц.

Благодаря высокоточному измерению частоты рекомендуемое значение параметра может быть равным уставке по умолчанию 20 мГц.

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:18151:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Параметр: f< счетчик стаб.

- Уставка по умолчанию **(_:18121:113) f< счетчик стаб.** = ***6***

Параметр **f< счетчик стаб.** можно настроить в функциональном блоке **Общие данные**.

Параметр **f< счетчик стаб.** устанавливает количество циклов измерения, в которых измеренное значение частоты должно быть ниже порога частоты, чтобы соответствовать условию срабатывания. С помощью этой настройки можно оптимизировать надежность срабатывания в зависимости от времени срабатывания.

Время цикла измерения составляет 10 мс. При настройке по умолчанию ***6*** время срабатывания представляет собой сумму времени измерения собственной частоты (от 10 мс до 30 мс) плюс 6-кратное повторение измерений 60 мс, что составляет от 70 мс до 90 мс.

Чтобы избежать неправильного срабатывания в случае скачка вектора, Siemens рекомендует установить значение параметра **f< счетчик стаб.** не ниже 5.

6.39.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:18121:101	Общие данные:Мин.напряжение		0.300 о.е. до 0.900 о.е.	0.700 о.е.
_:18121:103	Общие данные:Критерий мощности		• нет • да	да
_:18121:104	Общие данные:Мин.ток (крит.мощности)		0.020 о.е. до 0.200 о.е.	0.050 о.е.
_:18121:115	Общие данные:Плж.напр.перетока мощн		• инв. в уст.нейтр.ТТ • соотв. уст.нейтр.ТТ	инв. в уст.нейтр.ТТ
_:18121:106	Общие данные:Phi (критерий мощности)		-30° до 30°	-5°
_:18121:107	Общие данные:df/dt-повыш. крит. блок.		• нет • да	нет
_:18121:108	Общие данные:df/dt-повыш. порог блок.		0.1 Гц/с до 20.0 Гц/с	1.0 Гц/с
_:18121:109	Общие данные:df/dt-сниж. крит. блок.		• нет • да	нет
_:18121:110	Общие данные:df/dt-сниж. порог блок.		0.1 Гц/с до 20.0 Гц/с	3.0 Гц/с
_:18121:111	Общие данные:df/dt интервал измер.		2 периода до 5 периода	5 периода
_:18121:112	Общие данные:df/dt разн.возврата		0.02 Гц/с до 0.99 Гц/с	0.10 Гц/с
_:18121:113	Общие данные:f< счетчик стаб.		1 до 20	6

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:18151:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:18151:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:18151:3	Ступень 1:Пороговое значение		40.00 Гц до 70.00 Гц	49.00 Гц
_:18151:5	Ступень 1:Возврат дифф.защиты		20 мГц до 2000 мГц	20 мГц
_:18151:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

6.39.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:18121:501	Общие данные:>Акт.всех ступ.	SPS	I
_:18121:300	Общие данные:U1< блок.	SPS	O
_:18121:301	Общие данные:Блокир.критер.мощн.	SPS	O
_:18121:302	Общие данные:I1< блокировка	SPS	O
_:18121:303	Общие данные:Блок.крит.рост df/dt	SPS	O
_:18121:304	Общие данные:Блок.крит.сниж. df/dt	SPS	O
_:18121:305	Общие данные:df/dt	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:18151:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:18151:500	Ступень 1:>Блок. задерж.&сраб.	SPS	I
_:18151:502	Ступень 1:>Исключит.активация	SPS	I
_:18151:347	Ступень 1:Исключит.активация	SPC	C
_:18151:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:18151:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:18151:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:18151:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:18151:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:18151:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.40 Защита от перевозбуждения

6.40.1 Обзор функций

Защита от перевозбуждения (ANSI 24) используется для обнаружения повышения магнитного потока или условий превышения индукции в генераторах и трансформаторах. Защищает оборудование от чрезмерных тепловых нагрузок.

Значения индукции фиксируются косвенным образом, путем анализа отношения напряжения к частоте (также именуемого защитой в "вольтах на герц"). Перевозбуждение вызывает появление избыточных токов намагничивания, а снижение частоты ведет к увеличению потерь при восстановлении намагничивания.

Опасность перевозбуждения возникает в случаях, если происходит отключение питания, а функции управления напряжением и частотой в остальной системе реагируют недостаточно быстро или если присутствует несимметрия питания.

6.40.2 Структура функции

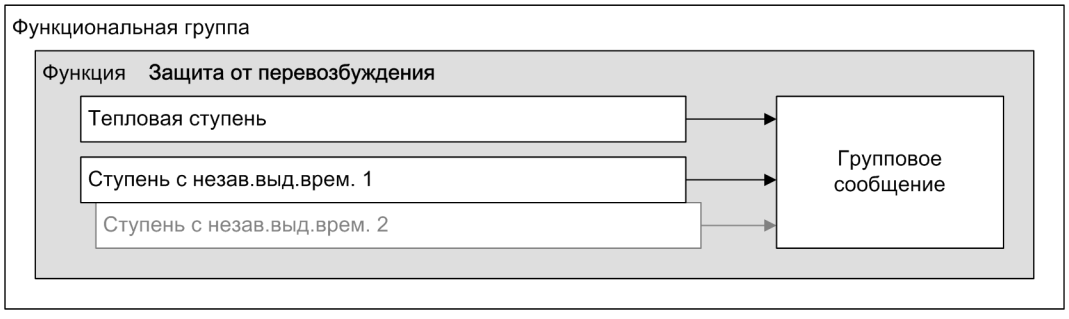
Функция **защиты от перевозбуждения** используется с группами функций защиты, имеющими трехфазные входы напряжения. Функция поставляется вместе со следующими заводскими уставками ступеней:

- Тепловая ступень является настраиваемой с помощью пользовательской характеристики
- Ступень с независимой выдержкой времени, обеспечивающая задержку с использованием временной компоненты

С помощью этой функции обеспечивается одновременная работа следующего максимального количества ступеней: одна ступень с определяемой пользователем характеристикой и 2 ступени с независимой выдержкой времени.

Группа сообщений выходной логики (см. следующий рисунок) использует логическую функцию "ИЛИ" из сообщений ступеней защиты для формирования следующих групповых сообщений функции **защиты от перевозбуждения** в целом:

- Пуск
- Работа



[dwovexuf-080513-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-335 Структура/реализация функции

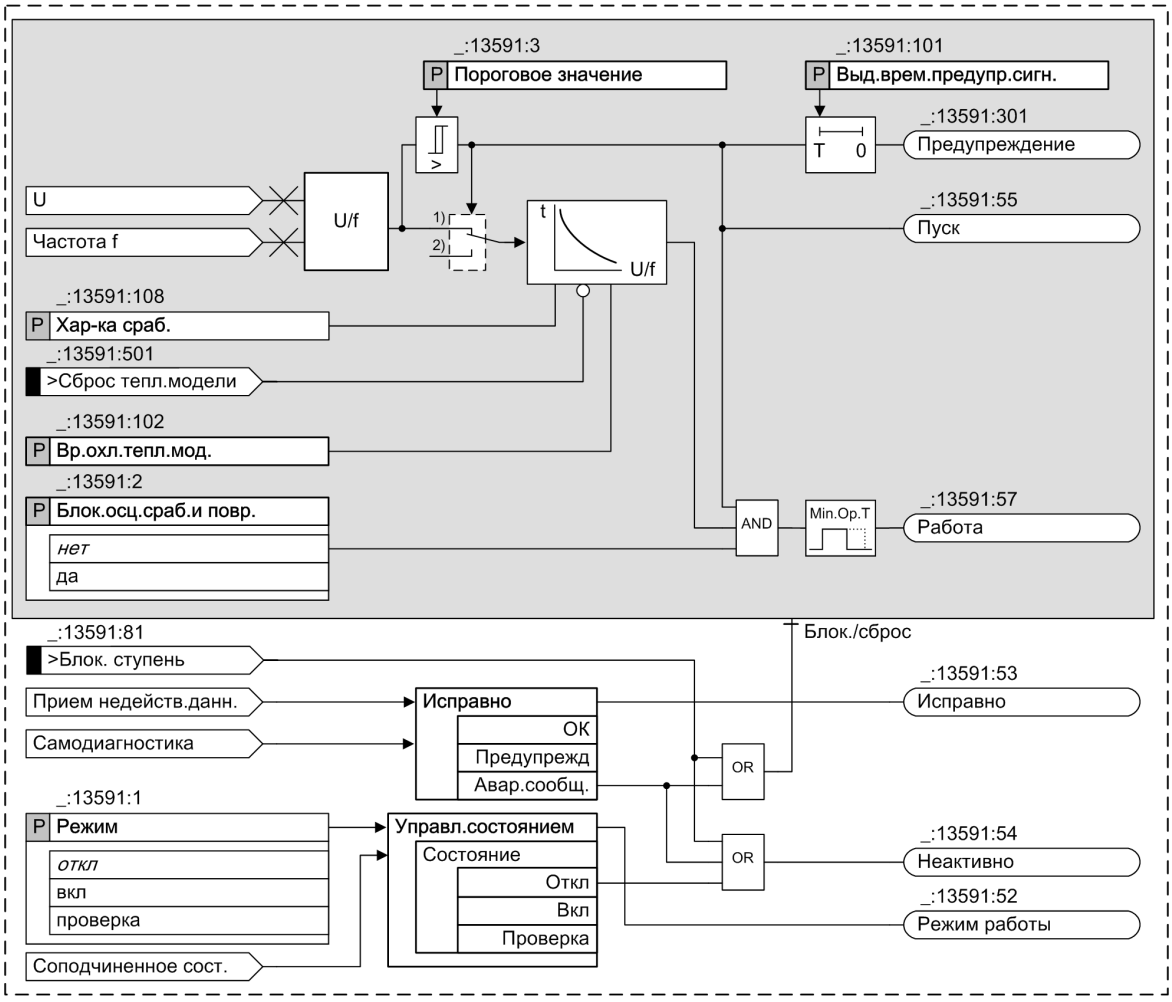
Функция измеренного значения

Измеренное значение	Описание
(_:2311:322) U/f	Значение, рассчитанное по напряжению и частоте

6.40.3 Ступень с зависимой характеристикой срабатывания (тепловая ступень)

6.40.3.1 Описание функции

Логика



[lothchuf-080513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-336 Логика защиты от перевозбуждения с использованием тепловой характеристики

(1) Нагрев
(2) Охлаждение

Метод измерения U/f

Входными величинами функции защиты являются непрерывные измерения напряжения и частоты. Для обработки данных о напряжении используются напряжения фаза-фаза. Измерение частоты производится по алгоритму разности углов (см. *6.33 Защита по частоте f>*). Обе величины формируют отношение U/f. Защитой используются относительные значения, приведенные к номинальным величинам.

Таким образом, отношение получается из следующего выражения:

$$\frac{U/U_{ном,об.}}{f/f_{ном}}$$

[foverufn-080523-01.tif, 1, ru_RU]

где

B	Измеренное линейное напряжение (максимальное напряжение фаза-фаза)
$U_{ном, об.}$	Отрегулированное номинальное напряжение защищаемого объекта
f	Измеренная частота
$f_{ном}$	Отрегулированная номинальная частота

Функция защиты рассматривает только первичные величины защищаемого объекта. Расхождение между первичным номинальным напряжением TH и защищаемого объекта корректируется автоматически.

ПРИМЕЧАНИЕ

При вторичных испытаниях следует учитывать, что все измерения проводятся в относительных величинах.

Более подробная информация по данному вопросу приведена в разделе *10.9 Проверка функционирования защиты от перевозбуждения*.

Функция сравнивает рассчитанные величины измеренного отношения U/f с величиной уставки и тепловой характеристикой, определяемой пользователем.

В зависимости от характеристики срабатывания сигнал отключения **тепловой** защиты формируется после заранее определенной задержки.

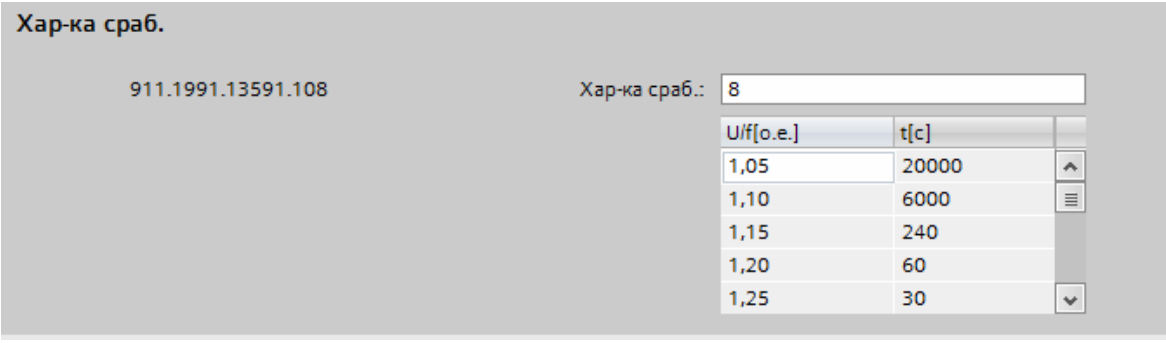
Тепловая характеристика

Пользователь может определить любую тепловую характеристику. Это позволяет максимально точно подстроить защитную характеристику для любого защищаемого объекта. Если превышена заданная величина уставки (параметр **(_:13591:3) Пороговое значение**), инициируется сравнение величины с характеристикой срабатывания. Превышение уставки ведет к формированию сообщения (*(_:13591:55) Пуск*). Кроме этого, для формирования задержанного выходного сообщения может использоваться ступень с независимой выдержкой времени (*(_:13591:301) Предупреждение*).

Пуск используется для запуска процесса интеграции (взвешенный подсчет) тепловой характеристики. Пуск инициируется, когда достигается время, соответствующее текущему отношению U/f. По аналогии с тепловой моделью, величина уставки всегда равна 100 % (см. раздел *Тепловая характеристика, Страница 1064*).

Если значение падает ниже уставки, команда на отключение сбрасывается и **внутренний счетчик** в соответствии с характеристикой охлаждения (параметр **(_:13591:102) Вр.охл.тепл.мод.**) начинает уменьшаться. Коэффициент возврата зафиксирован на уровне 0,98 * **Пороговое значение**.

Пользователь может задать не более 30 пар значений U/f и времени срабатывания "t". Характеристика срабатывания по умолчанию подходит к стандартному трансформатору.

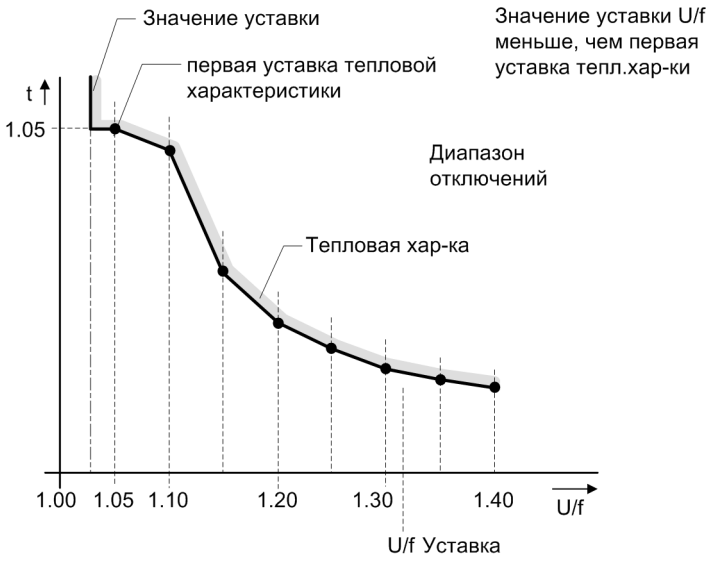


[scaulskn-200214-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-337 Справочные данные для регулировки тепловой характеристики срабатывания

Параметр **Пороговое значение** (порог срабатывания) следующим образом влияет на оценку характеристики срабатывания:

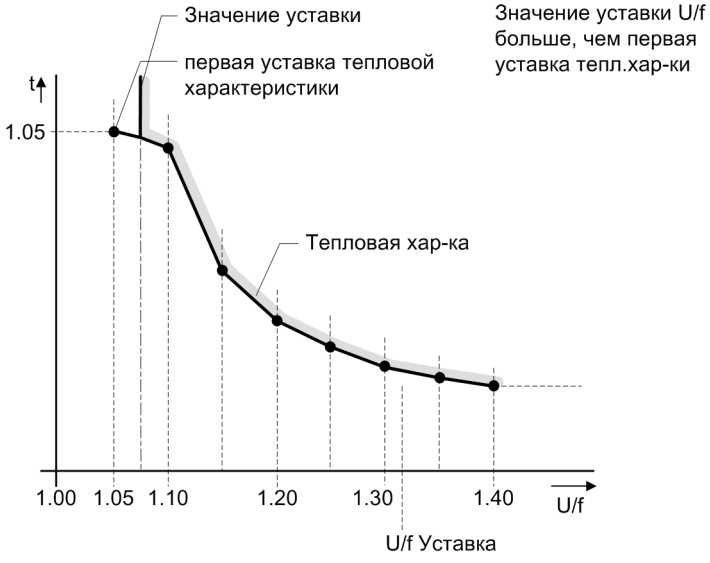
Если параметр **Пороговое значение** оказывается меньше первой пары значений характеристики срабатывания, то заданное время будет увеличено (см. *Рисунок 6-338*).



[dwovexak-210313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-338 Зона отключения для тепловой характеристики срабатывания (I)

Полная характеристика срабатывания для случая, когда параметр **Пороговое значение** больше первой точки характеристики, представлен на *Рисунок 6-339*.



[dwovexab-210313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-339 Зона отключения для тепловой характеристики срабатывания (II)

Пороговое значение сигнальной ступени

Если параметр **Пороговое значение** превышает уставку, начинается отсчет выдержки времени (параметр **(_:13591:101) Выд.врем.предупр.сигн.**). По истечении выдержки времени появляется сообщение (*(_:13591:301) Предупреждение*).

Тепловая характеристика

Время, полученное на основании характеристики срабатывания и связанное с величиной U/f, устанавливается равным 100 %. При каждом вызове функции время будет увеличиваться в соответствии с

величиной U/f соответствующего интервала. При превышении величины 100 % инициируется отключение. Если величина U/f изменяется, связанное с ней время, полученное по характеристике срабатывания, устанавливается в качестве нового значения 100 % величины.

Во избежание слишком продолжительного охлаждения тепловая память предусматривает внутреннее ограничение на уровне 150 %. Уровень *заполнения* тепловой памяти обеспечивается в виде функциональных измеренных значений.

Измеренное значение	Описание
(_:13591:321) U/fтеп	Интегральная величина нагрева в %. Если величина достигает 100 %, происходит отключение.

Время охлаждения

Если величина падает ниже уставки (**(_:13591:3) Пороговое значение**), отключение в соответствии с зависимой (тепловой) характеристикой срабатывания сбрасывается. Однако запараметрированное время охлаждения (**Вр.охл.тепл.мод.**) уменьшает тепловую память (содержимое счетчика) до 0. Этот параметр задается в секундах. Параметр определяет время охлаждения от 100 до 0 %.

Сброс тепловой модели

Дискретное входное сообщение *(_:13591:501) >Сброс тепл.модели* может служить для сброса интегральной величины нагрева до нулевого значения. После сброса тепловая модель будет иметь значение 0. Изменение параметров также приведет к сбросу тепловой модели.

Блокировка ступени

Функцию можно заблокировать по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе *(_:13591:81) >Блок. ступень*. Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции.

6.40.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Тепловая перегрузка, действующая в течение долгого времени, ухудшает работу электрического оборудования, например синхронных электродвигателей, генераторов и трансформаторов, и может привести к повреждению. При использовании тепловой характеристики срабатывания, определяемой пользователем, защита от перевозбуждения обеспечивает возможность регулировки в соответствии с конкретными уставками защищаемого оборудования.

Далее представлены рекомендованные уставки:



ПРИМЕЧАНИЕ

Следует помнить, что одним из требований, обеспечивающих правильную работу функции, является правильный ввод уставок энергосистемы.

Более подробную информацию по этому вопросу вы найдете в разделе *6.1 Данные энергосистемы*.

Дополнительные рекомендации по вводу уставок содержатся в следующих параметрах энергосистемы:

- Отрегулированная номинальная частота
- Отрегулированное номинальное напряжение защищаемого объекта
- Отрегулированное номинальное напряжение трансформатора напряжения в применимой точке измерения

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:13591:3) Пороговое значение** = *1,10*

  Параметр **Пороговое значение** используется для описания значения максимальной длительно допустимой нагрузки. Для трансформаторов в большинстве случаев используется уставка по умолчанию. Значение уставок для защит генераторов может оказаться меньше. Эти величины представлены в данных производителя.

Параметр: `Выдержка времени предупредительной сигнализации`

- Уставка по умолчанию **`(_:13591:101) Выд.врем.предупр.сигн.`** = ***`10.00 c`***

  При использовании параметра **`Выд.врем.предупр.сигн.`** время может определяться тем, какое предупреждающее сообщение должно быть задержано после срабатывания. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Это время должно явным образом превышать время реакции регуляторов. Подходящим является значение 10 с.

Параметр: `Время охлаждения тепловой модели`

- Уставка по умолчанию **`(_:13591:102) Вр.охл.тепл.мод.`** = ***`3600 c`***

Параметр **`Вр.охл.тепл.мод.`** определяет характеристики охлаждения тепловой модели. В случае отсутствия конкретных технических требований можно использовать значение по умолчанию.

Параметр: `Пары значений U/f и время` (характеристика срабатывания)

С помощью этого параметра определяется количество точек, устанавливаемых на тепловой характеристике срабатывания. Это необходимо для расчета. Количество точек определяет точность отображения заданной характеристики срабатывания. Регулировка величины производится индивидуально.

Задайте пары значений U/f и время для каждой точки характеристики. Уставка зависит от характеристики срабатывания, которую вы хотите реализовать. Графики срабатывания по умолчанию подходят к стандартному трансформатору Siemens.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пары значений должны вводиться последовательно одна за другой.

ПРИМЕЧАНИЕ

Учтите, что значения U/f, которые оказываются меньше соответствующих значений в низшей точке характеристической кривой, не увеличивают время отключения. До низшей точки характеристики срабатывания график должен идти параллельно оси U/f. Значения U/f, которые оказываются больше наивысшей точки характеристики срабатывания, не уменьшают время отключения. От наивысшей точки характеристики срабатывания график должен идти параллельно оси U/f (см.*Тепловая характеристика, Страница 1063*).

6.40.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Независ. Т 1`				
_:13621:1	Независ. Т 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13621:2	Независ. Т 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13621:3	Независ. Т 1:Пороговое значение		1.00 до 1.40	1.40
_:13621:6	Независ. Т 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
`Тепл.хар-ка`				
_:13591:1	Тепл.хар-ка:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13591:2	Тепл.хар-ка:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13591:3	Тепл.хар-ка:Пороговое значение		1.00 до 1.20	1.10
_:13591:101	Тепл.хар-ка:Выд.врем.предупр.сигн.		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
_:13591:102	Тепл.хар-ка:Вр.охл.тепл.мод.		0 с до 100000 с	3600 с

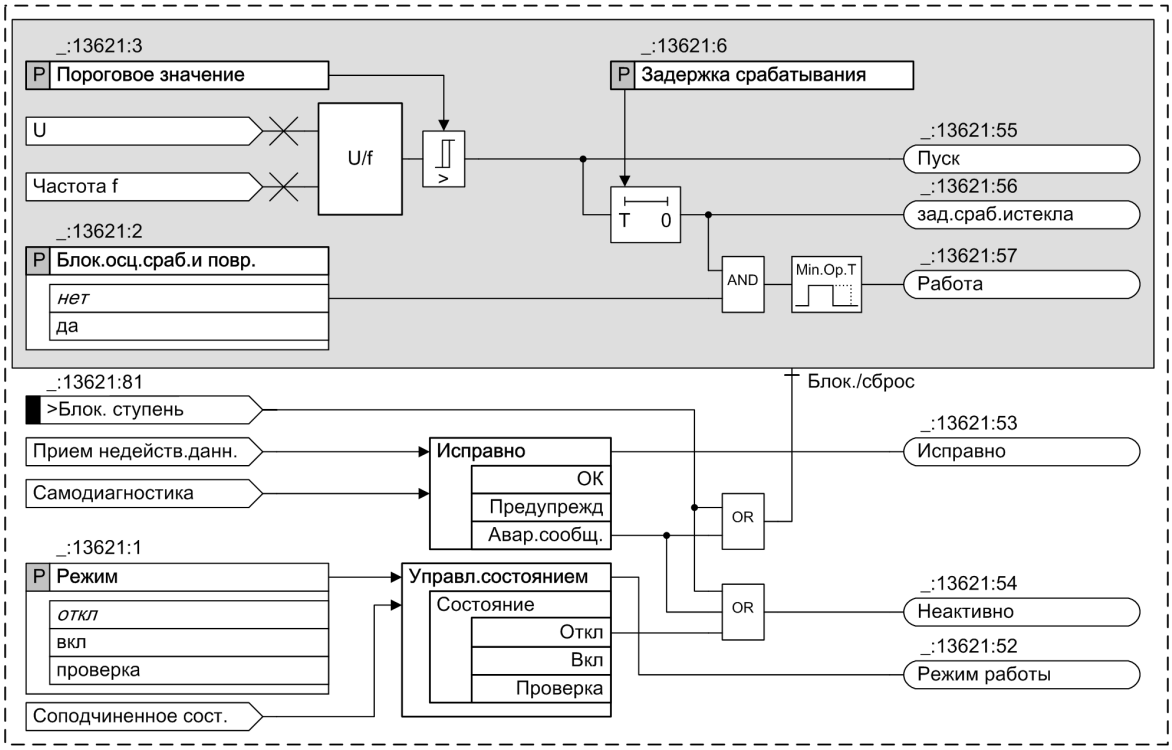
6.40.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:322	Общие данные:U/f	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Независ. Т 1			
_:13621:81	Независ. Т 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13621:54	Независ. Т 1:Неактивно	SPS	O
_:13621:52	Независ. Т 1:Режим работы	ENS	O
_:13621:53	Независ. Т 1:Статус исправности	ENS	O
_:13621:55	Независ. Т 1:Пуск	ACD	O
_:13621:56	Независ. Т 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13621:57	Независ. Т 1:Работа	ACT	O
Тепл.хар-ка			
_:13591:81	Тепл.хар-ка:>Блок. ступень	SPS	I
_:13591:501	Тепл.хар-ка:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:13591:54	Тепл.хар-ка:Неактивно	SPS	O
_:13591:52	Тепл.хар-ка:Режим работы	ENS	O
_:13591:53	Тепл.хар-ка:Статус исправности	ENS	O
_:13591:55	Тепл.хар-ка:Пуск	ACD	O
_:13591:301	Тепл.хар-ка:Предупреждение	ACT	O
_:13591:57	Тепл.хар-ка:Работа	ACT	O
_:13591:321	Тепл.хар-ка:U/fтеп	MV	O

6.40.4 Ступень с независимой характеристикой срабатывания

6.40.4.1 Описание функции

Логика



[lodtchuf-080513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-340 Логика защиты от перевозбуждения с использованием независимой характеристики (ступень с независимой выдержкой времени)

Метод измерения

Эта ступень оценивает также значение U/f, которое идентично входному значению тепловой ступени.

Более подробная информация по измерениям приведена в разделе *6.40.3 Ступень с зависимой характеристикой срабатывания (тепловая ступень)*.

Как работает ступень с независимой выдержкой времени

Ступень состоит из уставки и ступени выдержки времени. Если значение U/f превышает значение уставки, (**(_:13621:3) Пороговое значение**), то ступень отключается после окончания времени регулируемой задержки. Выдержка времени задается при помощи параметра **(_:13621:6) Задержка срабатывания**.

Коэффициент возврата для **Пороговое значение** зафиксирован на уровне 98 %.

6.40.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Ступень с независимой выдержкой времени может применяться для быстрого отключения при наличии больших значений U/f. В этом случае действие ступени имеет приоритет над действием тепловой зависимой ступени.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:13621:3) Пороговое значение** = ***1,40***

  Параметр **Пороговое значение** служит для описания величины перевозбуждения, вызывающего срабатывание функции отключения. Значение по умолчанию соответствует приемлемому верхнему пределу.

Параметр: Задержка отключения

- Уставка по умолчанию **(_:13621:6) Задержка срабатывания** = ***1,00 c***

  При использовании параметра **Задержка срабатывания** время может определяться тем, какая ступень имеет выдержку времени после пуска. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Значение по умолчанию чаще всего применяется для уставок, описанных в предыдущем разделе.

6.40.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Независ. Т 1				
_:13621:1	Независ. Т 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13621:2	Независ. Т 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13621:3	Независ. Т 1:Пороговое значение		1.00 до 1.40	1.40
_:13621:6	Независ. Т 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Тепл.хар-ка				
_:13591:1	Тепл.хар-ка:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13591:2	Тепл.хар-ка:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13591:3	Тепл.хар-ка:Пороговое значение		1.00 до 1.20	1.10
_:13591:101	Тепл.хар-ка:Выд.врем.предупр.сигн.		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
_:13591:102	Тепл.хар-ка:Вр.охл.тепл.мод.		0 с до 100000 с	3600 с

6.40.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:322	Общие данные:U/f	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Независ. T 1			
_:13621:81	Независ. T 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:13621:54	Независ. T 1:Неактивно	SPS	O
_:13621:52	Независ. T 1:Режим работы	ENS	O
_:13621:53	Независ. T 1:Статус исправности	ENS	O
_:13621:55	Независ. T 1:Пуск	ACD	O
_:13621:56	Независ. T 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:13621:57	Независ. T 1:Работа	ACT	O
Тепл.хар-ка			
_:13591:81	Тепл.хар-ка:>Блок. ступень	SPS	I
_:13591:501	Тепл.хар-ка:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:13591:54	Тепл.хар-ка:Неактивно	SPS	O
_:13591:52	Тепл.хар-ка:Режим работы	ENS	O
_:13591:53	Тепл.хар-ка:Статус исправности	ENS	O
_:13591:55	Тепл.хар-ка:Пуск	ACD	O
_:13591:301	Тепл.хар-ка:Предупреждение	ACT	O
_:13591:57	Тепл.хар-ка:Работа	ACT	O
_:13591:321	Тепл.хар-ка:U/fтеп	MV	O

6.41 Защита от потери возбуждения

6.41.1 Обзор функции

Функция **Защита от потери возбуждения** (ANSI 40):

- Обнаруживает повреждения при возбуждении (частичный или полный отказ) синхронных машин
- Реагирует на неисправное регулирование напряжения (автоматическим регулятором напряжения или вручную) во время работы с недостаточным возбуждением
- Предотвращает асинхронную работу синхронных машин и, следовательно, недопустимое напряжение турбогенераторного агрегата
- Предотвращает локальный перегрев ротора, отключая ротор по времени
- Предотвращает проблемы с устойчивостью энергосистемы, которая может быть вызвана потенциальной асинхронной работой и недопустимым недостаточным возбуждением больших синхронных машин

6.41.2 Структура функции

Функция **Защита от потери возбуждения** используется в защитной функциональной группе **Статор генератора**. Эта функция также работает в функциональной группе 3-фазный ток и напряжение.

Эта функция предварительно сконфигурирована в шаблонах применений производителем, также можно скопировать функцию в функциональную группу и сконфигурировать ее во время проектирования.

Функция **Защита от потери возбуждения** предлагает 3 разных типа ступени:

- Ступень с 3 характеристиками
- Ступень U возбуждения<
- Ступень с 1 дополнительной характеристикой срабатывания

Функция **Защита от потери возбуждения** предварительно сконфигурирована производителем с 1 ступенью типа **характеристики срабатывания**, которая содержит 3 характеристики срабатывания. При наличии 3 характеристик срабатывания можно адаптировать функцию к пределам устойчивости машины.

Ступень **U возбуждения <**, позволяет обрабатывать напряжение возбуждения. В дополнение к напряжению возбуждения эта ступень оценивает превышение характеристик срабатывания 1 и 2 (статическая устойчивость).

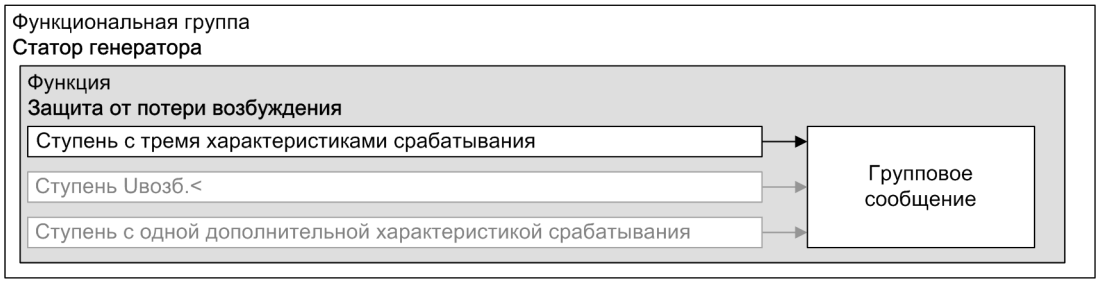
Для специальных применений можно добавить максимум 2 ступени типа **характеристики срабатывания**. Каждая ступень содержит одну характеристику срабатывания.

Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны на следующем рисунке серым цветом.

Функция **Защита от потери возбуждения** обрабатывает 3-фазные напряжения на выводе генератора, а также ток в нейтральной точке генератора.

Выходная логика групповых сообщений формирует на основании сообщений от отдельных ступеней следующие сообщения для всей функции с помощью логических элементов "ИЛИ":

- Пуск
- Работа



[dw_UEXP structure, 2, ru_RU]

Рисунок 6-341 Структура/реализация функции

6.41.3 Общие функции

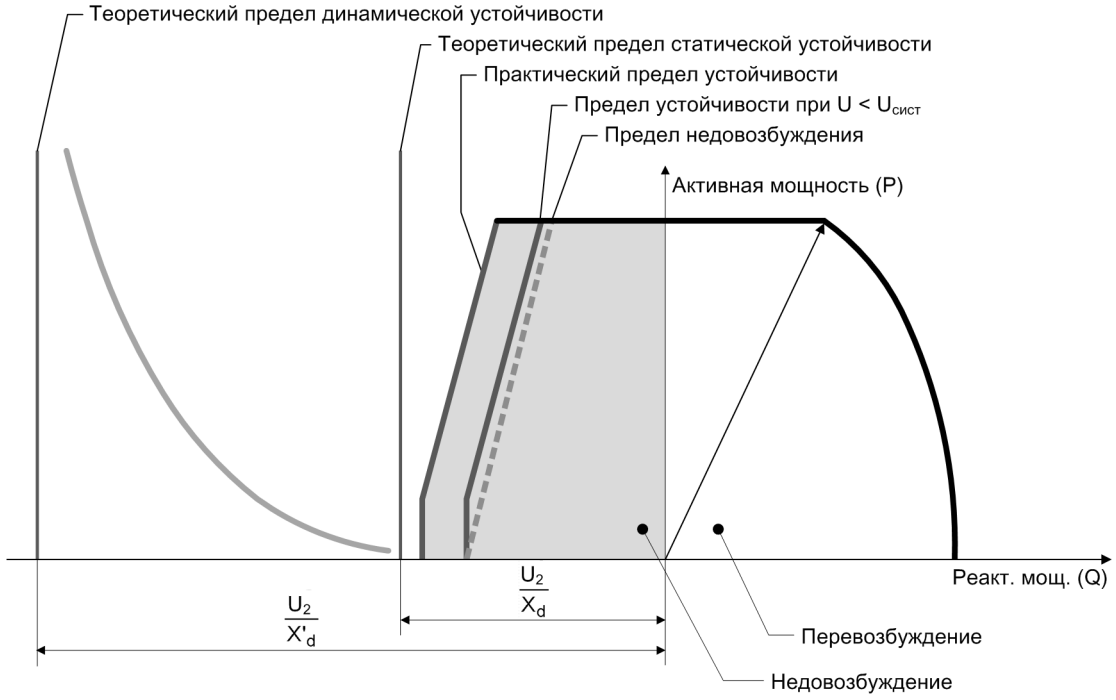
Принцип работы функции защиты от потери возбуждения

Функция защиты от потери возбуждения контролирует пределы устойчивости синхронной машины (синхронный генератор или синхронный двигатель). Диаграмма мощности описывает пределы устойчивости машины. Пределы также определяются из параметров машины **Синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси** и **Переходное реактивное сопротивление по продольной оси**.

Рисунок 6-342 представляет, например, пределы для синхронной машины с цилиндрическим ротором:

- Если синхронная машина превышает теоретические пределы устойчивости, это увеличивает риск асинхронной работы.
- Производитель машины включает в расчеты резерв и использует диаграмму мощности, чтобы указать предел устойчивости (называемый в *Рисунок 6-342* практическим пределом устойчивости). Синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси определяет точку проекции (отрицательная ось Q).
- Если предел практической устойчивости превышен и возбуждение все еще существует, то регулятор напряжения может управлять допустимым диапазоном машины. Как только указанный предел потери возбуждения будет превышен, активируется управление. Этот предел всегда должен быть ниже указанных характеристик срабатывания. Предел потери возбуждения устанавливается ниже или частично на границе устойчивости.
- Диаграмма мощности действительна для номинального напряжения. Если машина работает с минимальным напряжением, то предел устойчивости сдвигается вправо. Допустимый диапазон потери возбуждения становится меньше.
- Переходное реактивное сопротивление по продольной оси определяет предельное значение динамической устойчивости. Динамическая характеристика устойчивости асимптотически приближается к предельному значению. Производитель генератора не указывает этот предел на диаграмме мощности.

  Если кривая динамической устойчивости превышена, то машина работает в асинхронном режиме и должна быть отключена.

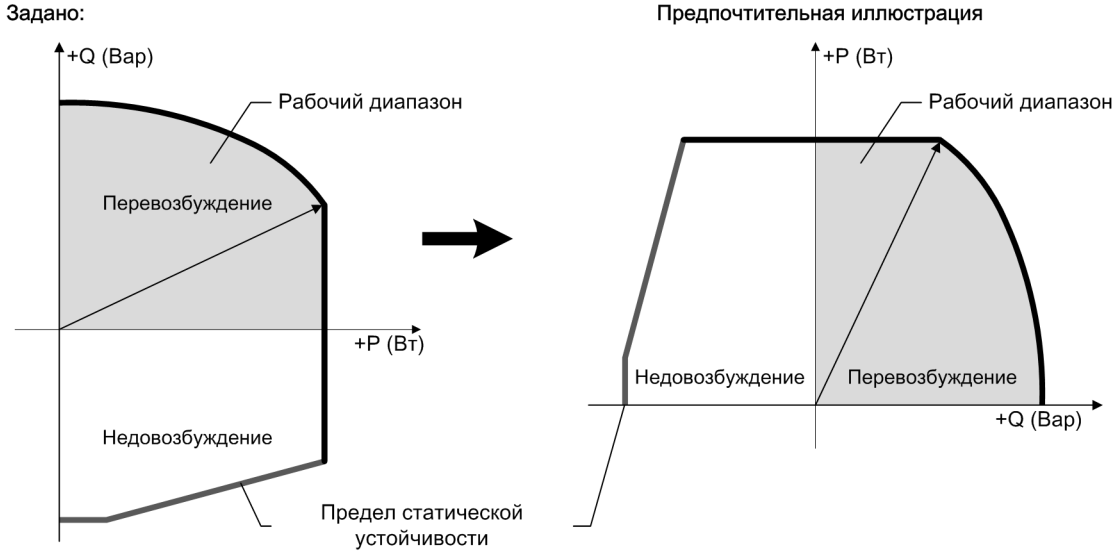


[dw_UEXP stabilization limits, 2, ru_RU]

Рисунок 6-342 Пределы устойчивости синхронной машины

ПРИМЕЧАНИЕ

Диаграмма мощности может отображаться по-разному. *Рисунок 6-343* используется только для иллюстративных целей. Диаграмма мощности в левой части пример заданный производителем, в то время как диаграмма в правой части является предпочтительной иллюстрацией. Предпочтительная иллюстрация получается путем ее поворота на 180° и последующего создания зеркального изображения.



[dw_UEXP capability diagram, 2, ru_RU]

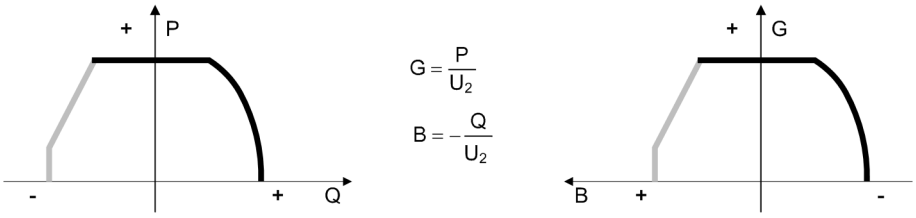
Рисунок 6-343 Отображение диаграммы мощности

Принцип измерения

Защита от потери возбуждения должна быть хорошо адаптирована к указанным пределам устойчивости и, если напряжение генератора изменяется, например, $U < U_{сист}$, то оно должно быть адаптировано к изменяющимся пределам устойчивости.

В качестве принципа измерения была использована матрица полной проводимости. Диаграмма мощности генератора преобразуется в диаграмму полной проводимости. Во время преобразования реактивная мощность, а также активная мощность делятся на U^2. Это инвертирует знак оси x. Отрицательная реактивная мощность вызывает положительную проводимость (B). Если диаграмма мощности генератора передается в диаграмму относительных единиц посредством масштабирования с номинальной полной мощностью и номинальным напряжением, это приводит к получению идентичных значений после преобразования в диаграмму полной проводимости. Дополнительная информация приведена в главе *6.41.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

На следующем рисунке показана концепция преобразования.



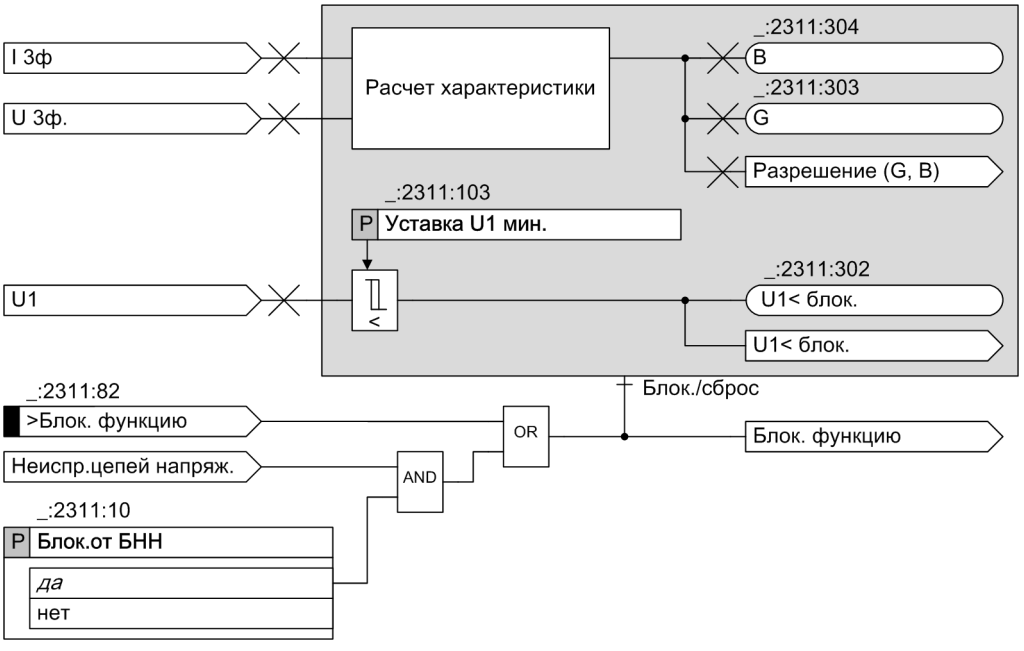
[dw_UEXP transformation concept, 3, ru_RU]

Рисунок 6-344 Преобразование диаграммы мощности в диаграмму полной проводимости

P =	Активная мощность
Q =	Реактивная мощность
G =	Проводимость
B =	Реактивная проводимость

После преобразования можно использовать параметры машины **1/xd** и **1/x'd** для ввода характеристики напрямую и без зависимости от напряжения.

Логика работы



[lo_UEXP general, 2, ru_RU]

Рисунок 6-345 Логическая схема общего функционального блока

Обработка измеренных величин

Функция **Защита от потери возбуждения** использует оцифрованные трехфазные напряжения фаза-земля и фазные токи для расчета вектора основной гармоники. Для этого используется поток отслеживаемых по частоте выборок с частотой 20 выборок на период. Высокая точность достигается во всем диапазоне отслеживания от 10 Гц до 80 Гц.

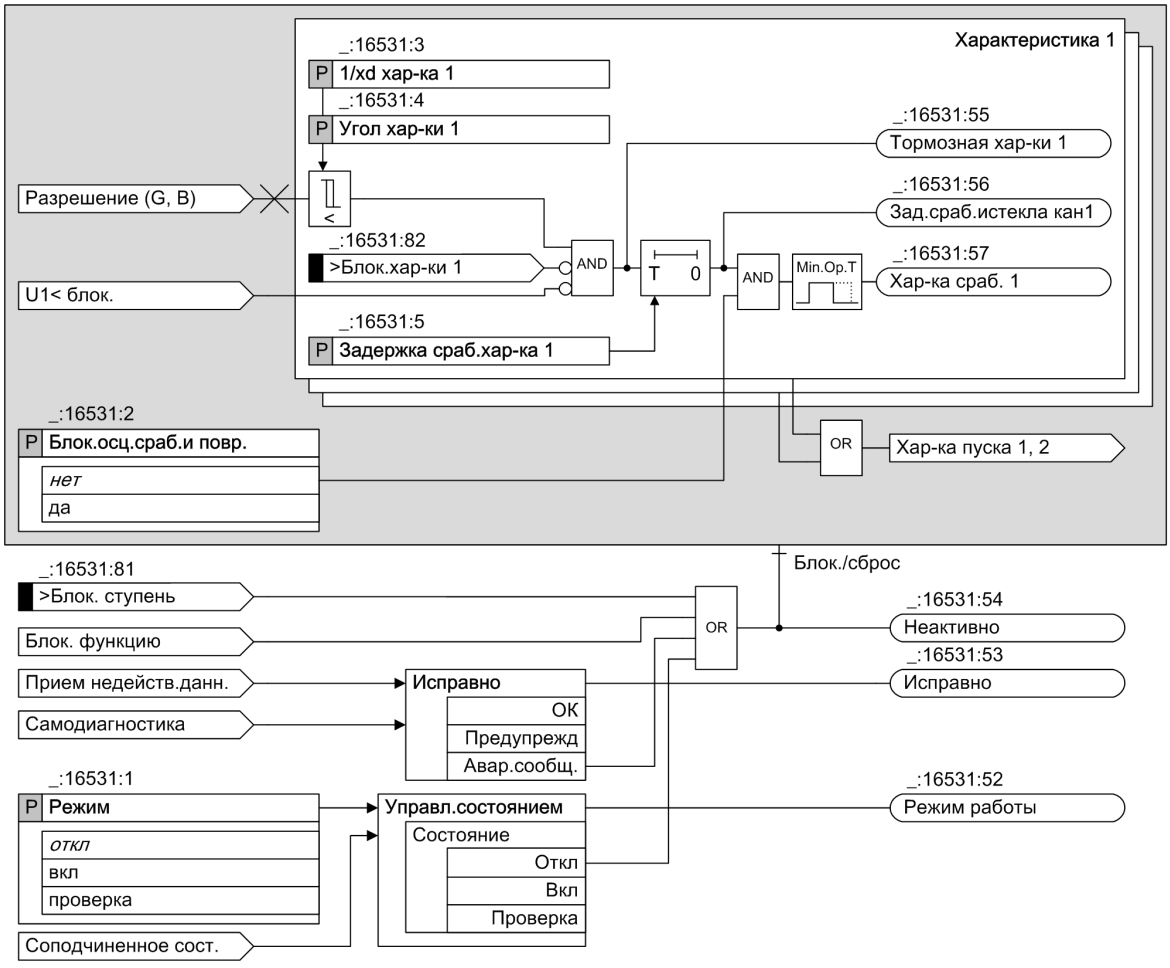
Векторы прямой последовательности (напряжение и ток прямой последовательности) рассчитываются по фазным векторам для напряжения и тока. Полная проводимость ($\underline{Y} = G + jB$) определяется из этих 2-фазных значений и делится на проводимость (G) и реактивную проводимость (B). Оба значения составляют основу для распределения в характеристики. Комплексная полная проводимость Y (G, B) передается в ступень функции **характеристики**. В то же время расчетная проводимость (G) и реактивная проводимость (B) выдаются в виде измеренного значения в относительных единицах. Эти значения относятся исключительно к первичным величинам. Если импортируется только реактивная мощность, то реактивная проводимость B равна обратному значению xd.

Функция **Защита от потери возбуждения** также оценивает снижение напряжения. Для этого используется напряжение U1 прямой последовательности. Если значение падает ниже минимального порога, это приводит к автоматическому блокированию функции и выдается сообщение **(_:2311:302) U1< блок.**.

6.41.4 Описание ступени Характеристики

6.41.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_UEXP stage characteristic curve, 2, ru_RU]

Рисунок 6-346 Логическая схема ступени характеристики (стандартная ступень)

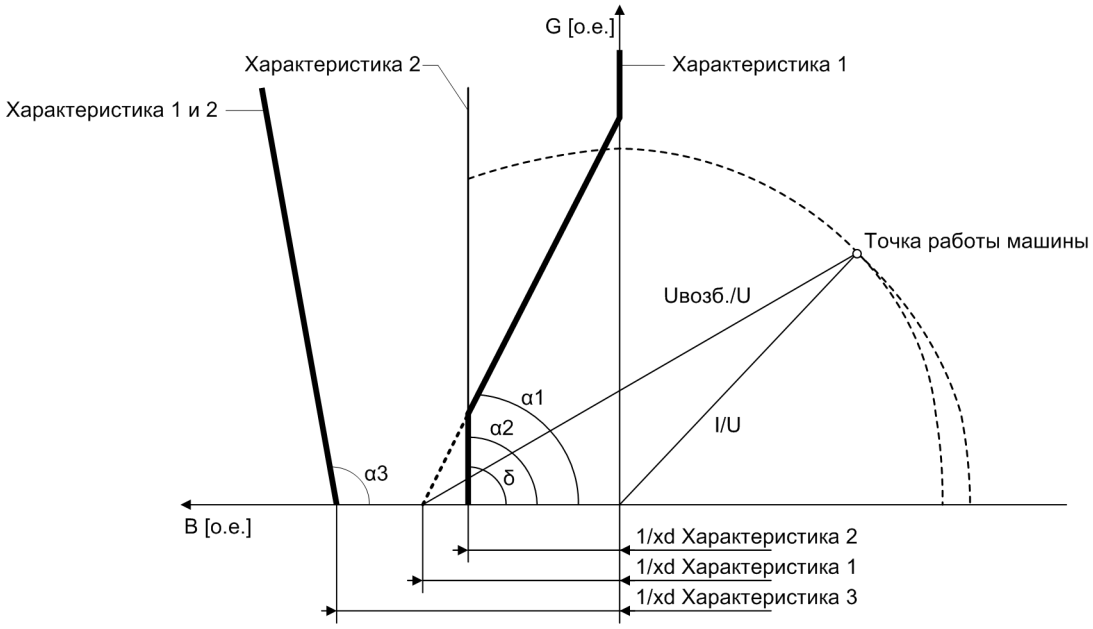
Описание ступени

Ступень **характеристики** является стандартной ступенью **Защита от недостаточного возбуждения**. Эта ступень включает 3 характеристики, которые одинаково структурированы. Эти характеристики имеют функцию контроля порогового значения характеристик и отдельную задержку срабатывания. Это обеспечивает гибкое применение. Характеристики 1 и 2 используются для адаптации к пределу статической устойчивости. Характеристика 3 используется для адаптации к пределу динамической устойчивости.

Каждая характеристика описывается точками проекции на B-оси (равными 1/xd) и наклоном, который определяется углом. Характеристики адаптируются к изменению предела устойчивости. Если угол наклона <90°, то ось проводимости (ось G) ограничивает предел устойчивости. Если вычисленные значения полной проводимости (G, B) превышены, это инициирует срабатывание.

Если ступень **U возбуждения <** была настроена, в ступень выдается внутреннее сообщение **Характеристика срабатывания 1, 2**, если превышены характеристики 1 или 2. Это включает ступень **U возбуждения <**.

На следующем рисунке показана типовая характеристика. Введите конкретные значения уставок из листа параметрирования.



[dw_UEXP stage characteristic curve standard, 2, ru_RU]

Рисунок 6-347 Характеристика стандартной ступени

где:

$$G[\text{o. e.}] = \frac{P/S_{\text{ном.}}}{(U/U_{\text{ном.}})^2}$$

Проводимость, о.е.

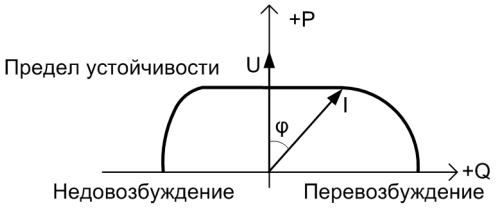
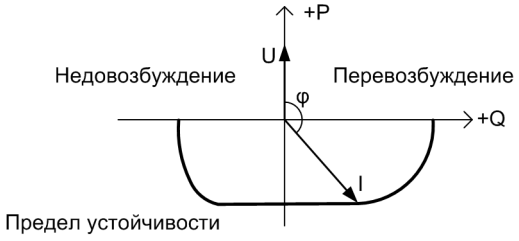
$$B\,[\text{o. e.}] = \frac{-Q/S_{\text{ном.}}}{(U/U_{\text{ном.}})^2}$$

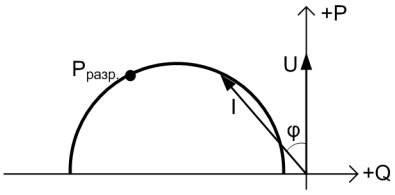
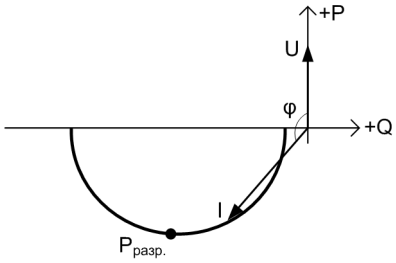
Реактивная проводимость, о.е.

ПРИМЕЧАНИЕ

Характеристика зеркально отражается относительно оси реактивной проводимости (ось B). Таким образом, вы можете без ограничений использовать функцию защиты от потери возбуждения для применения с генератором/двигателем, например, для ГАЭС. По сравнению с диаграммой мощности генератора диаграмма мощности двигателя зеркально отражается относительно оси реактивной мощности. При использовании системы определения направления генератора синхронный двигатель во время нормальной работы потребляет активную энергию и высвобождает реактивную мощность (см. следующую таблицу).

Таблица 6-20 Рабочий диапазон синхронных и асинхронных машин

Синхронный генератор	Синхронный двигатель
	
Возбуждение изменяет реактивную мощность Q Обычный сценарий: +P и +Q	Возбуждение изменяет реактивную мощность Q Обычный сценарий: -P и +Q

Асинхронный генератор	Асинхронный двигатель
	
Для поддержания возбуждения реактивная мощность выводится из энергосистемы Обычный сценарий: +P и -Q	Во время работы двигателя активная и реактивная мощность выводятся из энергосистемы. Обычный сценарий: -P и -Q

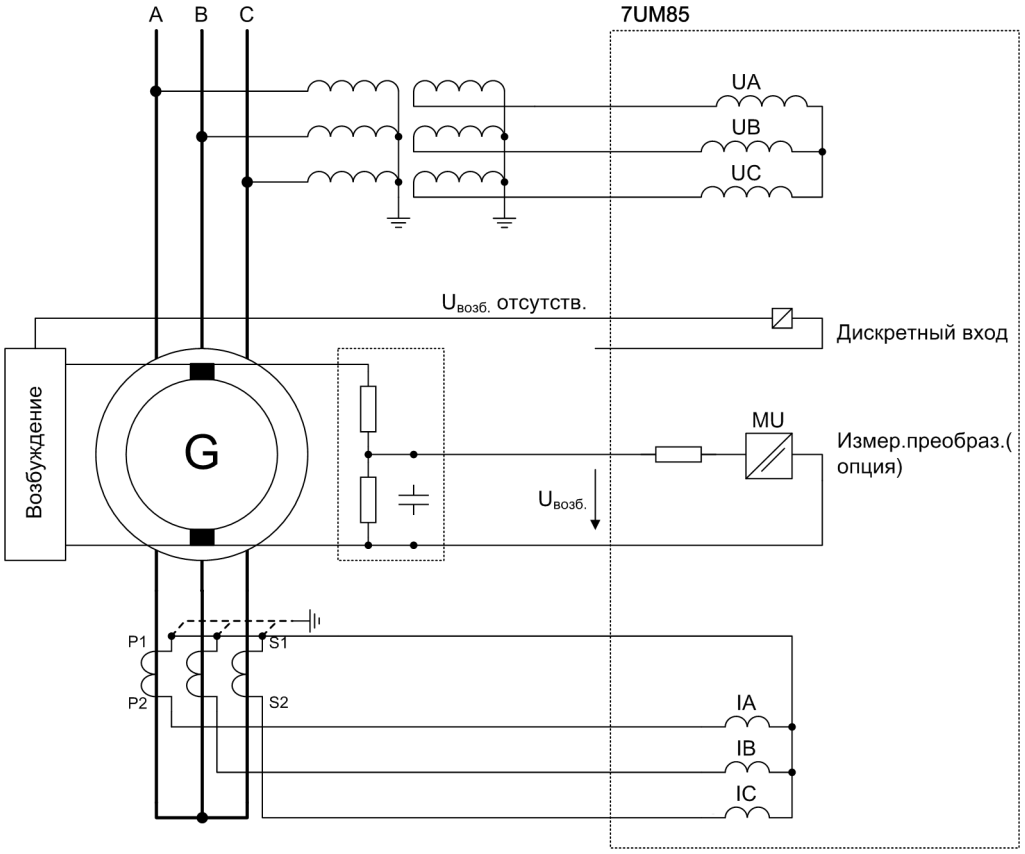
Блокировка ступени

Дискретный входной сигнал **>Блок. ступень** используется для сброса пуска сработавшей ступени (одна или несколько характеристик). Вы также можете отдельно блокировать характеристики, например, используя сигнал **>Блок.хар-ки 1**.

Если измеренное напряжение генератора слишком мало, характеристики блокируются автоматически с помощью внутреннего сообщения **U1< блок.**.

6.41.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Указания по вводу уставок рекомендуются для типового применения защиты генератора. На следующем рисунке показано типовое подключение к генератору.



[dw_UEXP connection example generator, 4, ru_RU]

Рисунок 6-348 Пример подключения

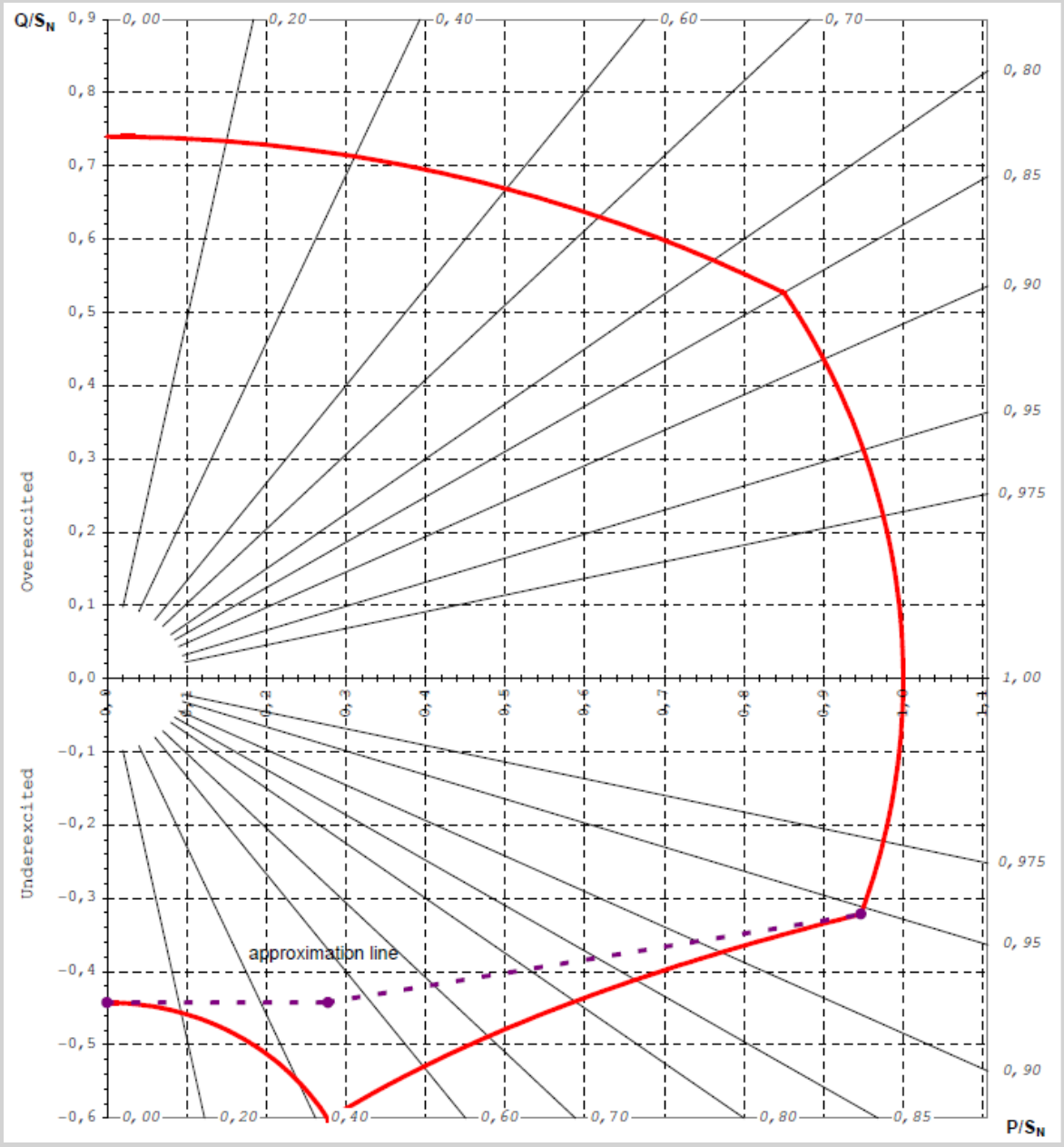
Трансформаторы ранжированы как трехфазная точка измерения напряжения и тока. Обе точки измерения связаны с функциональной группой **Статор генератора**.

Пример: Явнополюсная машина

Для настройки используйте следующую информацию, предоставленную производителем генератора:

Диаграмма мощности генератора представлена в виде стандартной диаграммы. Область недовозбуждения находится в нижней части. Генератор представляет собой явнополюсную машину.

Показанный полукруг называется кругом реакции и создается в том случае, если напряжение возбуждения = 0 В. Это означает, что генератор по-прежнему подает активную энергию в энергосистему.



[sc_UEXP generator capability diagram, 2, ru_RU]

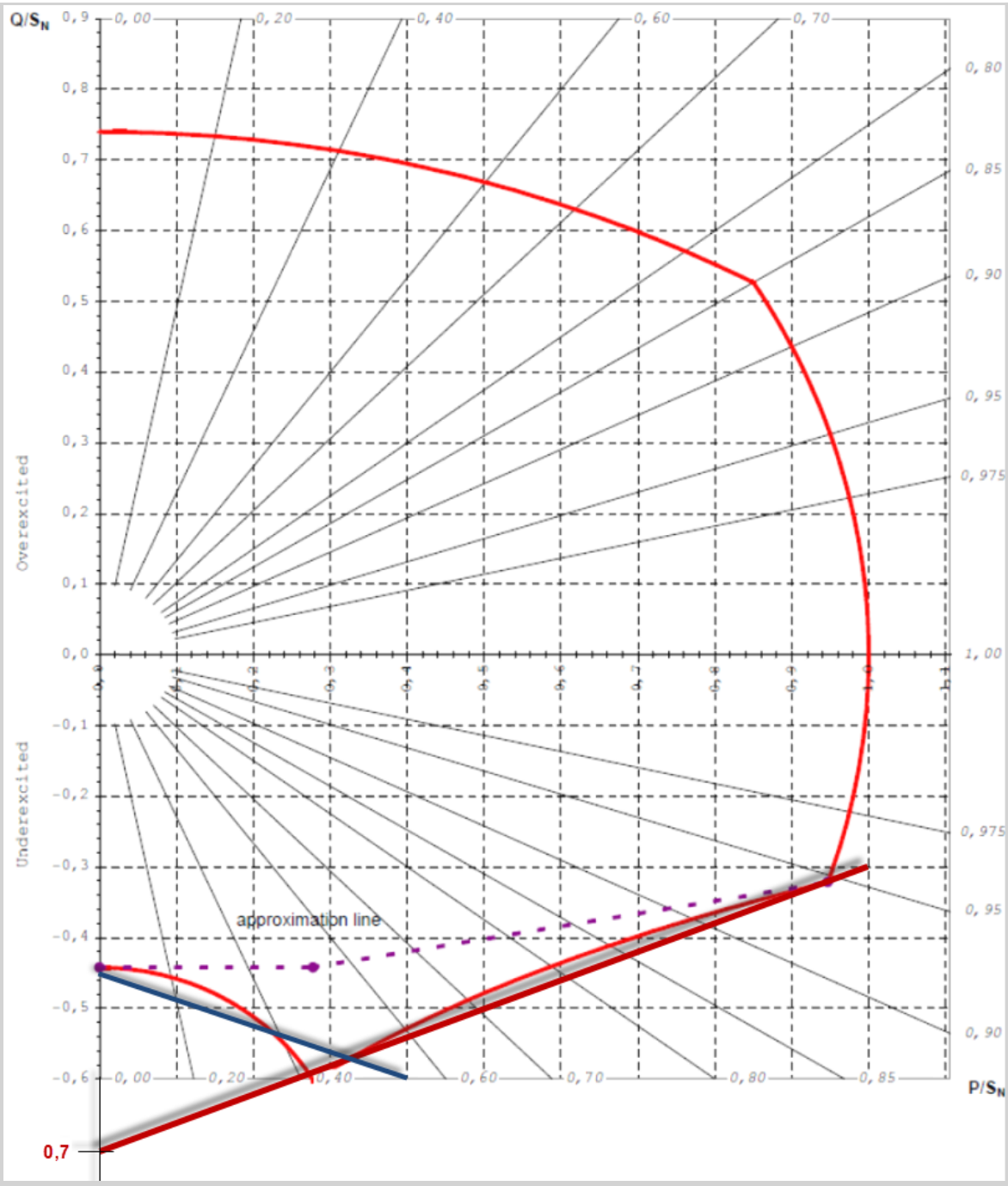
Рисунок 6-349 Диаграмма мощности генератора (Явнополюсная машина)

Номинальная полная мощность:	$S_{ном}$ = 46,6 MBA
Номинальное напряжение:	$U_{ном}$ = 11,00 кВ
Номинальная частота:	$f_{ном}$ = 50 Гц
Коэффициент мощности:	PF = 0,85

Таблица 6-21 Индуктивные сопротивления генератора без насыщения магнитной цепи

Синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси xd [%]	**Синхронное реактивное сопротивление по поперечной оси xq [%]**	**Переходное реактивное сопротивление по продольной оси x'd [%]**
203	94	21,6

Основываясь на диаграмме мощности, характеристики защиты от недовозбуждения были введены в диаграмму в относительных единицах. Характеристики адаптируются непосредственно к пределам устойчивости. Отображение в относительных единицах позволяет задавать значения напрямую.



[sc_UEXP characteristic cure 1 and 2, 2, ru_RU]

Рисунок 6-350 Характеристика 1 (красная) и характеристика 2 (синяя), показанные на диаграмме в относительных единицах

Из графика получим следующие значения:

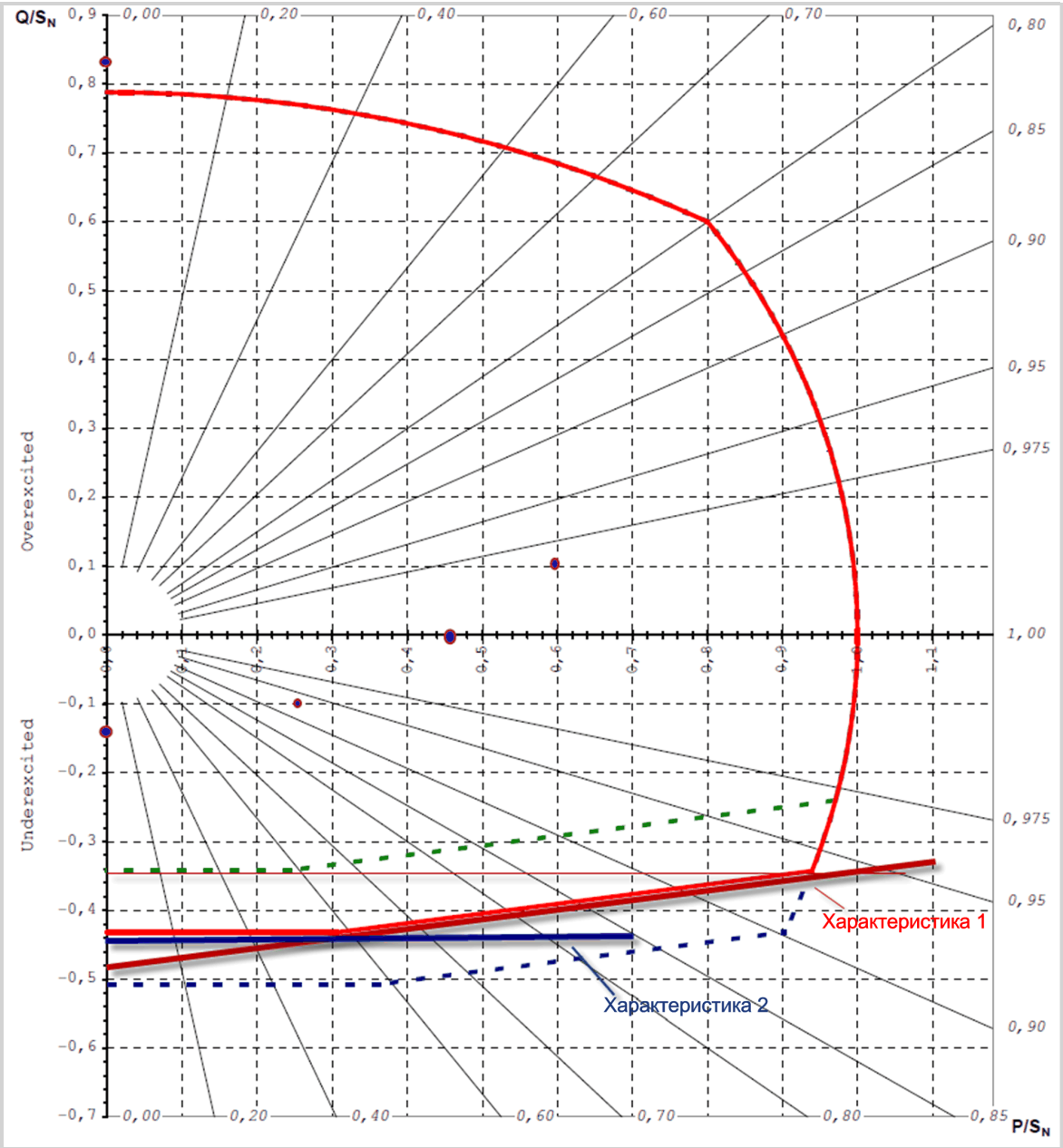
- Характеристика 1: Точка проекции 1/xd1 = 0,7; угол 68°, выбранное значение 70°
- Характеристика 2: Точка проекции 1/xd2 = 0,45; угол 110,5°, выбранное значение 110°

ПРИМЕЧАНИЕ

Характеристика зоны недостаточного возбуждения должна лежать ниже характеристик защиты от недовозбуждения. Предел частично установлен равным пределу устойчивости. Это требует, чтобы вы учитывали резерв приблизительно от 5 % до 10 % для характеристик недовозбуждения. Если характеристики функции недостаточного возбуждения немного превышают заданный предел устойчивости, это не является критическим. Производитель генератора всегда включает в расчет запас (см. главу *Принцип работы функции защиты от потери возбуждения , Страница 1072*).

Диаграмма мощности упрощена для синхронной машины с цилиндрическим ротором. Реактивное сопротивление по поперечной оси этих машин аналогично реактивному сопротивлению по прямой оси, и круг реакции не заведен.

На следующем рисунке показана диаграмма мощности синхронной машины с цилиндрическим ротором, также использующая диаграмму в относительных единицах. Таким образом, вы можете определить значения уставок для характеристик 1 и 2 непосредственно с диаграммы.



[dw_UEXP capability diagram cylindrical rotor, 2, ru_RU]

Рисунок 6-351 Диаграмма мощности синхронной машины с цилиндрическим ротором в виде диаграммы в относительных единицах

Из графика получим следующие значения:

- Характеристика 1: Точка проекции 1/xd1 = 0,48; угол 82°, выбранное значение 80°
- Характеристика 2: Точка проекции 1/xd2 = 0,44; угол 90°, выбранное значение 90°

Характеристика 3 требует адаптации к динамической устойчивости. Переходное реактивное сопротивление по продольной оси определяет предельное значение.

Приведенная ниже уставка проверена в ходе эксплуатации:

- Выберите точку проекции прибл. равной 2 · 1/xd.
  Поскольку вы можете предположить, что 1/xd = 1/xd1, это дает следующее: 1/xd3 = 2 · 1/xd1

- Угол наклона находится в диапазоне от 100° до 120°.
  Если вы не хотите полностью использовать запас, установите значение равным 100°.
  Если вы хотите полностью использовать запас, установите значение равным 120°.

Функциональная группа Статор генератора

Выполните следующие настройки в функциональной группе **Статор генератора**. Если вы используете для расчета значения в относительных единицах, необходимы уставки для масштабирования переменных. Убедитесь в том, что вы выбрали правильные данные генератора в данных энергосистемы.

Параметр: Номинальная полная мощность

- Уставка по умолчанию **(_:14671:103) Номинальная полная мощность** = ***46,60 MBA***

Установите значение **номинальной полной мощности** генератора.

Параметр: Номинальное напряжение

- Уставка по умолчанию **(_:14671:102) Номинальное напряжение** = ***11 кВ***

Установите **номинальное напряжение** генератора. В этом примере значение равно ***11 кВ***.

Уставки для функции защиты от потери возбуждения:

Выполните следующие настройки в функциональной группе **Защита от потери возбуждения**.

Параметр: Уставка U1 мин.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Уставка U1 мин.** = ***15,000 В***

Параметр **Уставка U1 мин.** устанавливает пороговое значение напряжения, при котором функция защиты от потери возбуждения начинает работать. Функция анализирует измеренное напряжение прямой последовательности. При использовании симметричных условий оно равно фазному напряжению. Рекомендуется выбирать пороговое значение, примерно равное 25 % от номинального напряжения прямой последовательности (равное номинальному напряжению/√3).

Поскольку в большинстве случаев трансформаторы напряжения адаптированы к номинальному напряжению генератора, можно выполнить расчет напрямую в упрощенном виде с использованием вторичного номинального напряжения.

$$U1_{мин} = 0.25 \frac{U_{ном.втор.}}{\sqrt{3}} = 0.25 \frac{100\ В}{\sqrt{3}} = 14.43\ В$$

[fo_UEXP threshold secondary rated voltage, 2, ru_RU]

Рекомендуемое значение уставки = ***14,500 В***

Если номинальное напряжение первичного трансформатора отличается от номинального напряжения генератора, необходимо откорректировать значение уставки.

Параметр: 1/xd хар-ка 1

- Уставка по умолчанию **(_:16531:3) 1/xd хар-ка 1** = ***0,70***

Параметр**1/xd хар-ка 1** представляет точку проекции характеристики 1. Как описано в примере явнополюсной машины, используйте точку проекции на диаграмме мощности генератора. В зависимости от вашего применения параметр должен быть перенесен на диаграмму в относительных единицах. Дополнительная информация о расчетах представлена в *Рисунок 6-347*.

Если диаграмма мощности недоступна, можно использовать реактивные сопротивления машины (синхронное и переходное сопротивление по продольной оси), чтобы определить значение уставки. Используйте значения при работе машины без насыщения магнитной цепи.

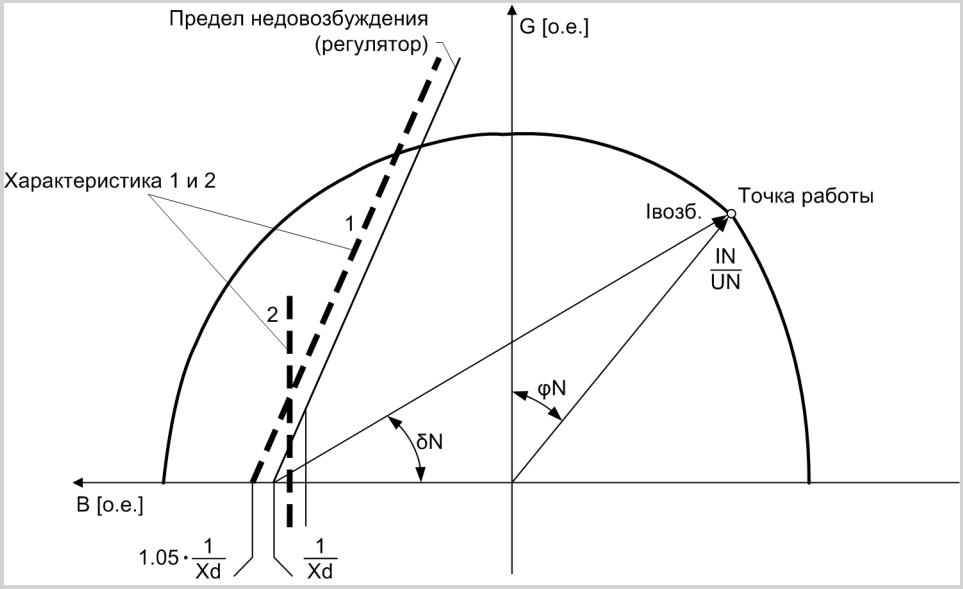
Если предел недовозбуждения совпадает с характеристикой устойчивости, умножьте значение уставки на запас прочности от 1,05 до 1,1

$$\frac{1}{xd1} = 1.05\frac{1}{xd}$$

[fo_UEXP xd1 characteristic, 2, ru_RU]

Пример: Турбогенератор

На следующем рисунке показаны основные данные.



[dw_UEXP admittance diagram turbogenerator, 2, ru_RU]

Рисунок 6-352 Диаграмма полной проводимости турбогенератора

Например, синхронный генератор с цилиндрическим ротором (турбогенератор) имеет синхронное реактивное сопротивление по продольной оси в режиме работы машины без насыщения магнитной цепи, равное 2,27. Уставка является типовым значением.

$$\frac{1}{xd1} = 1.05\frac{1}{2,27} \approx 0.46$$

[fo_UEXP xd1 unsaturated reactance, 2, ru_RU]

Параметр: `Угол хар-ки 1`

- Уставка по умолчанию **`(_:16531:4) Угол хар-ки 1`** = ***`70°`***

Параметр **`Угол хар-ки 1`** выполняет адаптацию к наклону заданной характеристики устойчивости. Если диаграмма мощности генератора недоступна, рекомендуется использовать практическое значение, равное 80°. Значение по умолчанию получается из диаграммы мощности явнополюсной машины (см. *Рисунок 6-350*).

Параметр: `Задержка сраб.хар-ка 1`

- Уставка по умолчанию **`(_:16531:5) Задержка сраб.хар-ка 1`** = ***`3,00 с`***

Необходимо установить параметр **`Задержка сраб.хар-ка 1`** на основе вашего применения. Если вы не используете контроль возбуждения и напряжения, задержка срабатывания находится в диапазоне от ***`0,50 с`*** до ***`3,00 с`***

Если вы используете контроль напряжения возбуждения, можно установить задержку срабатывания прибл. равной ***`10,00 с`***, чтобы обеспечить достаточное время для регулятора напряжения. Иногда выдается только сообщение.

Параметр: 1/xd хар-ка 2

- Уставка по умолчанию **(_:16531:6) 1/xd хар-ка 2** = ***0,45***

Значение по умолчанию равно числовому значению явнополюсной машины, найденному в *Рисунок 6-350*. Для параметра **1/xd хар-ка 2** Siemens рекомендует альтернативную процедуру, используя значение уставки ок. 90 % параметра **1/xd хар-ка 1**.

Параметр **1/xd хар-ка 1** представляет точку проекции характеристики 1. Как описано в примере турбогенератора (см. *Рисунок 6-352*), используйте точку проекции на диаграмме мощности генератора. В зависимости от вашего применения параметр должен быть перенесен на диаграмму в относительных единицах. Дополнительная информация о расчетах представлена в *Рисунок 6-347*.

$$\frac{1}{\mathrm{xd2}} = 0.9\frac{1}{\mathrm{xd1}}$$

[fo_UEXP xd1 and xd2, 2, ru_RU]

При использовании значения уставки 1/xd1 = 0,46 получается следующее значение уставки для турбогенератора:

$$\frac{1}{\mathrm{xd2}} = 0.9 \times 0.46 \approx 0.41$$

[fo_UEXP xd2 turbogenerator, 2, ru_RU]

Параметр: Угол хар-ки 2

- Уставка по умолчанию **(_:16531:7) Угол хар-ки 2** = ***110*** **°**

Параметр **Угол хар-ки 2** выполняет адаптацию к наклону заданной характеристики устойчивости. Если диаграмма мощности генератора недоступна, рекомендуется использовать практическое значение, равное 90°. Значение по умолчанию получается из диаграммы мощности явнополюсной машины (см. *Рисунок 6-350*).

Параметр: Задержка сраб.хар-ка 2

- Уставка по умолчанию **(_:16531:8) Задержка сраб.хар-ка 2** = ***3,00 с***

Поскольку характеристики 1 и 2 используются для адаптации к практической характеристике устойчивости, задайте параметр **Задержка сраб.хар-ка 2** равным параметру **Задержка сраб.хар-ка 1**. Также применимы указания по выбору уставок параметра **Задержка сраб.хар-ка 1**.

Параметр: 1/xd хар-ка 3

- Уставка по умолчанию **(_:16531:9) 1/xd хар-ка 3** = ***1,40***

Параметр **1/xd хар-ка 3** представляет точку проекции характеристики 3.

Это значение не указано на диаграмме производительности мощности. Поэтому, установка значения в два раза больше значения синхронного реактивного сопротивления по продольной оси (2 · 1/xd) проверена на практике.

$$\frac{1}{\mathrm{xd3}} = 2\frac{1}{\mathrm{xd}}$$

[fo_UEXP xd3 and xd1 twice, 2, ru_RU]

Значение по умолчанию получается из диаграммы мощности явнополюсной машины. Это удвоенное значение параметра **(_:16531:3) 1/xd хар-ка 1**.

В примере турбогенератора ненасыщенное реактивное сопротивление по продольной оси устанавливается равным 2,27. Точка проекции для характеристики 3 получается из следующего:

$$\frac{1}{\mathrm{xd3}} = 2\frac{1}{\mathrm{xd}} = \frac{1}{2.27} = 0.88$$

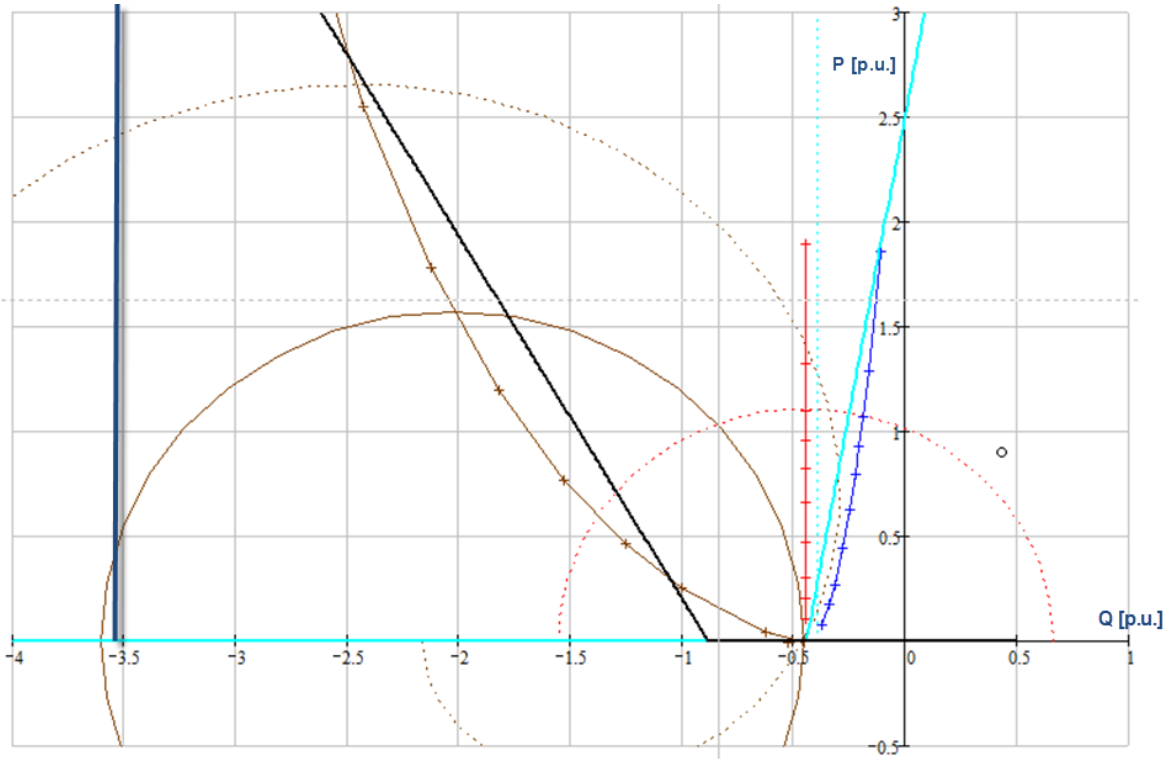
[fo_UEXP xd3 unsaturated reactance, 2, ru_RU]

Параметр: Угол хар-ки 3

- Уставка по умолчанию **(_:16531:10) Угол хар-ки 3** = ***90°***

Параметр **Угол хар-ки 3** выполняет адаптацию к наклону характеристики динамической устойчивости. Практический угол рассматривается в диапазоне от ***100°*** до ***120°***. ***100°*** является стандартной уставкой (иногда, выбирается ***90°***). При использовании ***120°*** применение функции может быть лучше адаптировано к пределу динамической устойчивости.

На следующем рисунке показана, помимо прочего, характеристика 3 и угол ***120°*** для турбогенератора. Отображается диаграмма мощности в относительных единицах. Чтобы преобразовать в реактивную проводимость, угол следует умножить на -1.



[sc_UEXP cd3 and turbogenerator, 2, ru_RU]

Параметр: Задержка сраб.хар-ка 3

- Уставка по умолчанию **(_:16531:11) Задержка сраб.хар-ка 3** = ***0,30 с***

Если характеристика 3 превышена, то машина работает в асинхронном режиме и ее следует немедленно отключить. С другой стороны, асинхронный ход (колебания активной мощности с энергосистемой) также может приводить к нахождению рабочей точки в пределах характеристики 3. Чтобы разрешить отключение во время качания мощности с помощью защиты асинхронного хода, функция защиты от потери возбуждения работает с задержкой. Типовое значение уставки равно ***0,30 с***.

6.41.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Уставка U1 мин.		0.300 В до 200.000 В	15.000 В
_:2311:10	Общие данные:Блок.от БНН		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Характеристика				
_:16531:1	Характеристика:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:16531:2	Характери-стика:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:16531:3	Характеристика:1/xd хар-ка 1		0.10 до 5.00	0.70
_:16531:4	Характеристика:Угол хар-ки 1		50 ° до 120 °	70 °
_:16531:5	Характери-стика:Задержка сраб.хар-ка 1		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:16531:6	Характеристика:1/xd хар-ка 2		0.10 до 5.00	0.45
_:16531:7	Характеристика:Угол хар-ки 2		50 ° до 120 °	110 °
_:16531:8	Характери-стика:Задержка сраб.хар-ка 2		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:16531:9	Характеристика:1/xd хар-ка 3		0.10 до 5.00	1.40
_:16531:10	Характеристика:Угол хар-ки 3		50 ° до 120 °	90 °
_:16531:11	Характери-стика:Задержка сраб.хар-ка 3		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.41.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:302	Общие данные:U1< блок.	SPS	O
_:2311:303	Общие данные:G	MV	O
_:2311:304	Общие данные:B	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Характеристика			
_:16531:81	Характеристика:>Блок. ступень	SPS	I
_:16531:82	Характеристика:>Блок.хар-ки 1	SPS	I
_:16531:83	Характеристика:>Блок.хар-ки 2	SPS	I
_:16531:84	Характеристика:>Блок.хар-ки 3	SPS	I
_:16531:54	Характеристика:Неактивно	SPS	O
_:16531:52	Характеристика:Режим работы	ENS	O
_:16531:53	Характеристика:Статус исправности	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:16531:55	Характеристика:Тормозная хар-ки 1	ACD	O
_:16531:56	Характеристика:Зад.сраб.истекла кан1	ACT	O
_:16531:57	Характеристика:Хар-ка сраб. 1	ACT	O
_:16531:58	Характеристика:Тормозная хар-ки 2	ACD	O
_:16531:59	Характеристика:Зад.сраб.истекла кан2	ACT	O
_:16531:60	Характеристика:Хар-ка сраб. 2	ACT	O
_:16531:61	Характеристика:Тормозная хар-ки 3	ACD	O
_:16531:62	Характеристика:Зад.сраб.истекла кан3	ACT	O
_:16531:63	Характеристика:Хар-ка сраб. 3	ACT	O

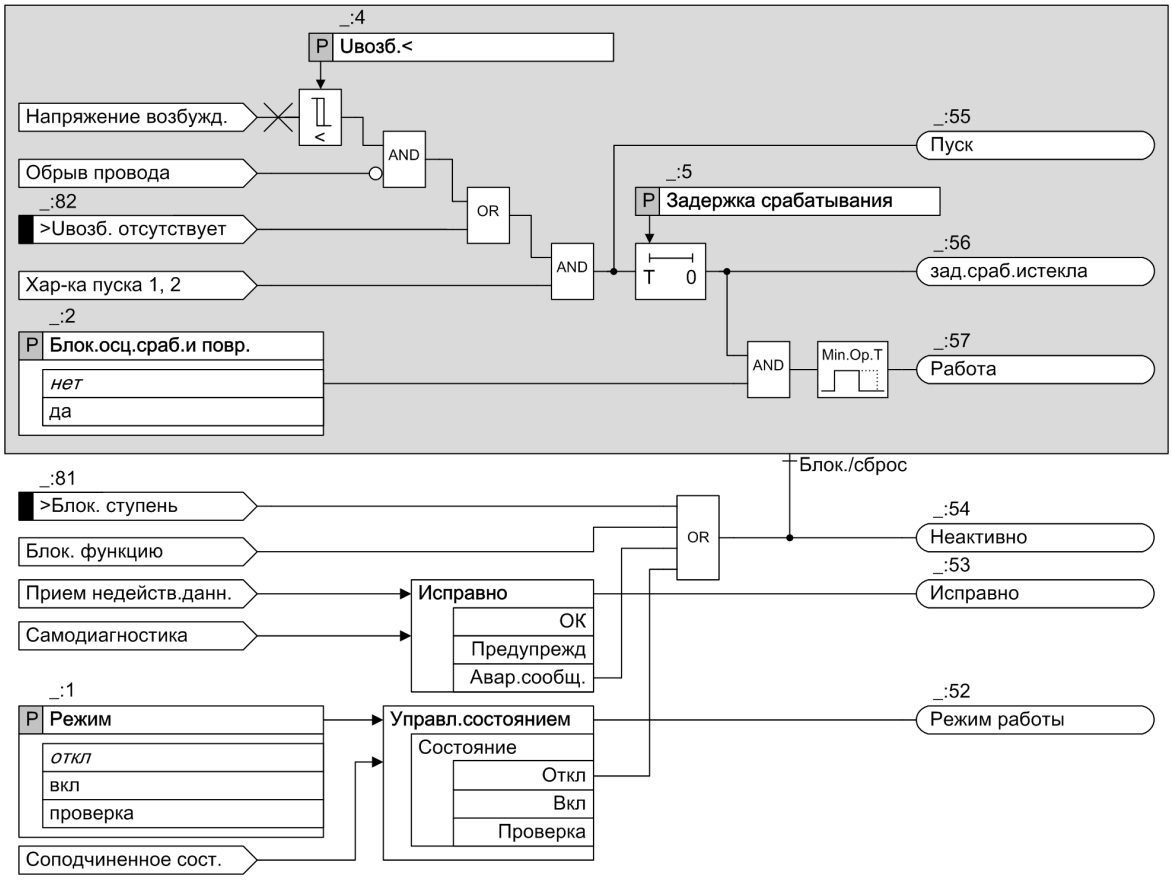
6.41.5 Описание ступени Возбуждение U <

6.41.5.1 Описание

ПРИМЕЧАНИЕ

Контроль напряжения возбуждения через измерительный преобразователь доступен только для устройств, начиная с версии V7.30. Используя устройство версии V7.00, можно использовать защиту от потери напряжения возбуждения только через дискретный вход. Сигнал может генерироваться, например, самой машиной возбуждения или внешним устройством контроля.

Логическая схема ступени



[lo_UEXP stage V excitation, 3, ru_RU]

Рисунок 6-353 Логическая схема ступени U возбуждения<

Описание ступени

Ступень **U возбуждения<** контролирует напряжение возбуждения. Используйте измерительный преобразователь для непосредственного измерения напряжения возбуждения (см. главу *6.41.5.2 Указания по применению и вводу уставок*). Если напряжение возбуждения падает ниже порогового значения, ступень **U возбуждение<** выдает сообщение о срабатывании **`Слишком низкое напряжение возбуждения`** и связывает это сообщение с внутренним сообщением **`Характеристики 1, 2`** ступени **характеристики**. Если оба требования выполнены, начинается отсчет временной задержки.

В качестве варианта, устройство возбуждения может контролировать снижение ниже указанного порога или отсутствие напряжения возбуждения. Для этого дискретный входной сигнал **`>Uвозб. отсутствует`** соединяется со ступенью.

Если характеристика пуска 1 или 2 превышена и напряжение возбуждения является достаточным, то регулятор напряжения по-прежнему способен довести машину до стабильного диапазона. В этом случае после истечения времени выдается только одно сообщение (см. главу *Описание ступени, Страница 1076*).

Однако, если напряжение возбуждения является слишком низким, то ожидание не рекомендуется и срабатывание может произойти через короткий промежуток времени. Ступень **U возбуждения<** допускает такое применение. Если вы хотите использовать ступень **U возбуждения<**, загрузите ступень из библиотеки в проект.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если параметр **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.Предпол.обрыв пров.** ступени **Характеристики** установлен равным ***Да***, то значение **Характеристика срабатывания 1, 2** не направляется в ступени **U возбуждения<**.

Подведение напряжения возбуждения

Напряжение возбуждения подводится к устройству 7UM85 с помощью быстрых измерительных преобразователей, в ступени выполняется расчет значения прямого напряжения.

Измерительный преобразователь можно найти в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

Свяжите измерительный преобразователь и функцию защиты с помощью параметра **(_:101) Датчик**. Настройте вход измерительного преобразователя, который будет использоваться с параметром **(_:101) Датчик**.

Установите масштабирование входов измерительного преобразователя, используемых в функциональной группе **Аналоговые блоки** (см. главу *6.41.5.2 Указания по применению и вводу уставок*).

6.41.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Датчик

- Уставка по умолчанию **(_:101) Датчик** = ***Изм.преобр.быст.1.Вх.ИзмПреобр4***

ПРИМЕЧАНИЕ

Siemens рекомендует использовать быстрые входы измерительного преобразователя устройства IO210. Используйте для обнаружения напряжения возбуждения только вход MU3, поскольку этот вход имеет более высокое защитное напряжение. Постоянное напряжение, разрешенное на входе, равно ±60 В. Можно использовать настройку по умолчанию. Это соответствует схеме подключения в приложении.

Убедитесь, что использованный измерительный преобразователь правильно настроен в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

Масштабирование зависит от выбранного подключения и напряжения возбуждения. В следующем примере напряжение возбуждения подключается к измерительному преобразователю через делитель напряжения. Необходимо настроить измерительный преобразователь в качестве входа напряжения. Масштабирование рассмотрено в следующем примере.

Пример: Номинальное напряжение возбуждения $U_{возб\ ном}$ = 110 В при использовании делителя напряжения 10:1

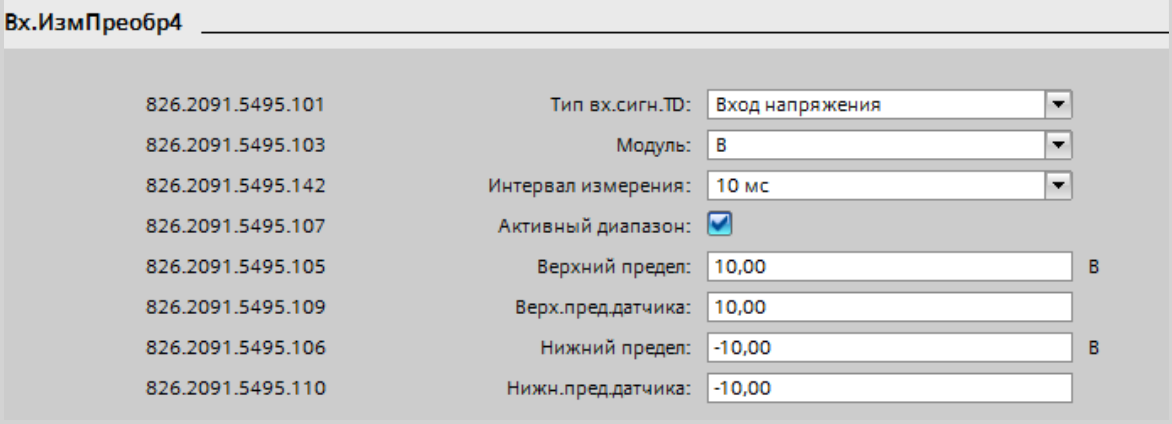
При работе с номинальным напряжением возбуждения на вход измерительного преобразователя подается 11 В. Вход измерительного преобразователя может обрабатывать напряжения максимум до 16 В (см. главу *5.8.6.1 Обзор*).

Поскольку во время параметрирования верхние пределы входа измерительного преобразователя достигают максимум 10 В, необходимо вычислить $U_{возб\ ном}$ следующим образом:

$$U_{возб.ном.} = \frac{10\ В}{11\ В} \cdot 110\ В = 100\ В$$

[fo_UEXP calculation V rated excitation, 2, ru_RU]

Полученное масштабирование:



[sc_UEXP scaling meas transducer input, 2, ru_RU]

Рисунок 6-354 Масштабирование входного сигнала измерительного преобразователя

ПРИМЕЧАНИЕ

Общее объяснение уставок измерительных преобразователей можно найти в главе *5.8.6.1 Обзор*.

Параметр: `Uвозб.<`

- Уставка по умолчанию **`(_:4) Uвозб.<`** = ***`0,000 В`***

Параметр **`Uвозб.<`** устанавливает пороговое значение контроля для напряжения возбуждения.

Настройте контроль напряжения возбуждения равным прим. 50 % от напряжения возбуждения без нагрузки. Если генератор используется в режиме регулирования фазного угла, настройте параметр **`Uвозб.<`** на еще более низкое значение. Определите значение уставки в соответствии с проектом. Учитывайте выбранное масштабирование измерительного преобразователя (см. *Рисунок 6-354*).

Uвозб< [В] ≈ 0,5 · $U_{возб\ 0}$ [В]

Где:

$U_{возб\ 0}$ Напряжение возбуждения без нагрузки

Пример

Напряжение возбуждения без нагрузки $U_{возб\ 0}$ = 40 В

Уставка:

Uвозб< [В] ≈ 0,5 · 40 В = 20,000 В

Установите значение параметра **`Uвозб.<`** = ***`20,000 В`***.

ПРИМЕЧАНИЕ

Независимо от того, какие значения используются - первичные, вторичные или в относительных единицах, всегда устанавливайте одинаковое значение напряжения. Преобразование не требуется.

Если во время возбуждения контролируется напряжение возбуждения, и если сигнал слишком мал, этот сигнал должен быть подан на дискретный вход. Необходимо ранжировать сообщение логического входа **`>Uвозб. отсутствует`** на этот дискретный вход.

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:5) Задержка срабатывания`** = ***`0,50 с`***

Если характеристика 1 или 2 превышена и одновременно отсутствует напряжение возбуждения, необходимо отключить машину после короткой задержки. Типовое значение уставки Задержка срабатывания находится в диапазоне от ***0,50 с*** до ***1,00 с***.

6.41.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Uвозб.<				
_:1	Uвозб.<:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	U возб.<:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:4	Uвозб.<:Uвозб.<		-110.000 В до 110.000 В	0.000 В
_:5	Uвозб.<:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с
_:101	Uвозб.<:Датчик		• Изм.преобр.быст.1.Вх. ИзмПреобр1 • Изм.преобр.быст.1.Вх. ИзмПреобр2 • Изм.преобр.быст.1.Вх. ИзмПреобр3 • Изм.преобр.быст.1.Вх. ИзмПреобр4 • нет	Изм.преобр.быст.1.Вх.ИзмПреобр4

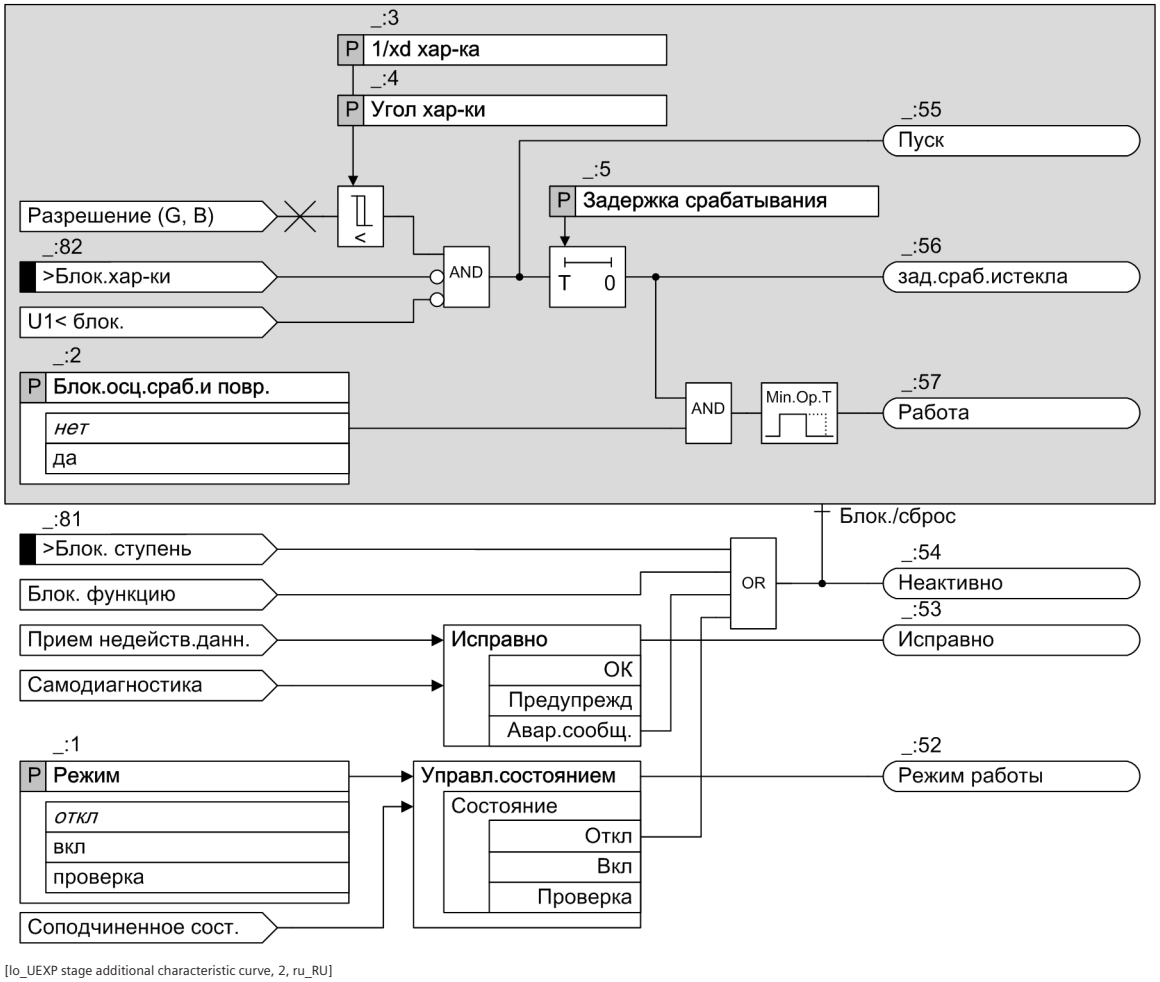
6.41.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Uвозб.<			
_:81	Uвозб.<:>Блок. ступень	SPS	I
_:82	Uвозб.<:>Uвозб. отсутствует	SPS	I
_:54	Uвозб.<:Неактивно	SPS	O
_:52	Uвозб.<:Режим работы	ENS	O
_:53	Uвозб.<:Статус исправности	ENS	O
_:55	Uвозб.<:Пуск	ACD	O
_:56	Uвозб.<:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Uвозб.<:Работа	ACT	O

6.41.6 Описание ступени Дополнительные характеристики

6.41.6.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_UEXP stage additional characteristic curve, 2, ru_RU]

Рисунок 6-355 Логическая схема ступени дополнительной характеристики

Описание ступени

Эта ступень является дополнительной и может использоваться для специальных применений. Она не активирована по умолчанию. Ступень содержит одну характеристику срабатывания. Эта ступень структурирована так же, как характеристика ступени **Характеристика срабатывания** (см. главу *Описание ступени, Страница 1076*). Эта дополнительная характеристика не может использоваться для разрешения ступени **U возбуждения<**.

6.41.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Если вы хотите использовать ступень **Дополнительная характеристика**, во время определения параметров уставок, действуйте аналогично ступени **Характеристики** (см. главу *6.41.4.2 Указания по применению и вводу уставок*). Задайте параметры в соответствии с проектом.

6.41.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Доп.хар-ка #				
_:1	Доп.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Доп.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3	Доп.хар-ка #:1/xd хар-ка		0.10 до 5.00	1.40
_:4	Доп.хар-ка #:Угол хар-ки		50 ° до 120 °	90 °
_:5	Доп.хар-ка #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с

6.41.6.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Доп.хар-ка #			
_:81	Доп.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:82	Доп.хар-ка #:>Блок.хар-ки	SPS	I
_:54	Доп.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Доп.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Доп.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:55	Доп.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:56	Доп.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Доп.хар-ка #:Работа	ACT	O

6.42 Защита ротора от замыканий на землю (I_{R3}>, fn)

6.42.1 Обзор функции

Функция **Защита ротора от замыканий на землю ($I_{рот3З}$>, ф-ция)** (ANSI 64R):

- Контролирует цепь ротора электрических синхронных машин (генератор, двигатель) в части замыкания на землю
- Контролирует цепь ротора асинхронных машин в части замыкания на землю, если цепь ротора доступна через контактное кольцо
- Обрабатывает предупреждение (высокоомное повреждение) и срабатывание (низкоомное повреждение) путем активации не менее 2 ступеней
- Обнаруживает повреждения, вводя напряжение номинальной частоты в цепь ротора и контролируя ток заземления ротора

Чтобы гарантировать работу этой функции, необходимо использовать следующие внешние вспомогательные компоненты:

- Устройство связи 7XR6100-0*A00
- Последовательный резистор 3PP1336-0DZ

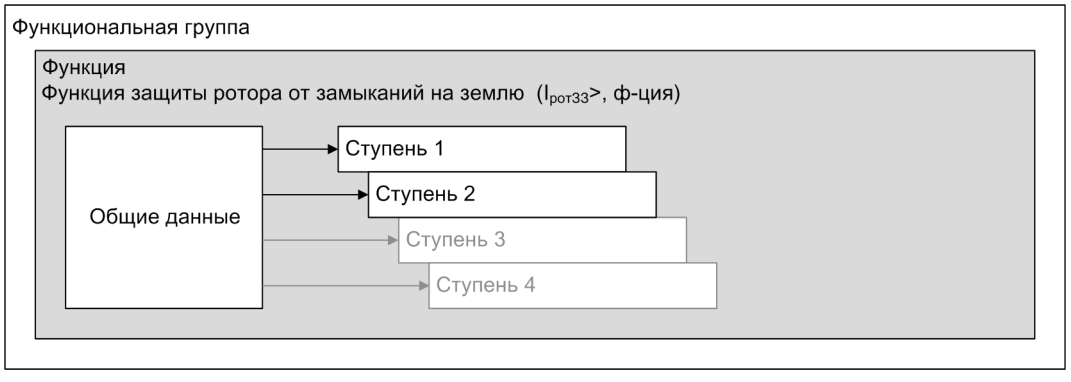
Замыкание на землю в обмотке возбуждения не приводит к немедленному повреждению. Однако, если возникает второе замыкания на землю, это приводит к возникновению межвиткового замыкания в обмотке возбуждения. Это может привести к магнитной несимметрии вращения, которая разрушит машину под действием экстремальных механических сил.

6.42.2 Структура функции

Функция **Защита ротора от замыканий на землю ($I_{рот3З}$>, ф-ция)** используется в однофазных группах защиты.

В соответствии с заводскими настройками функция имеет 2 ступени. В функции независимо могут работать максимум 4 отключающие ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру. Кроме того, минимальная токовая защита контролирует цепь ротора с точки зрения общей функциональности и выдает аварийное сообщение, в случае обнаружения неисправности.

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.



[dw_RGF fn-I structure, 2, ru_RU]

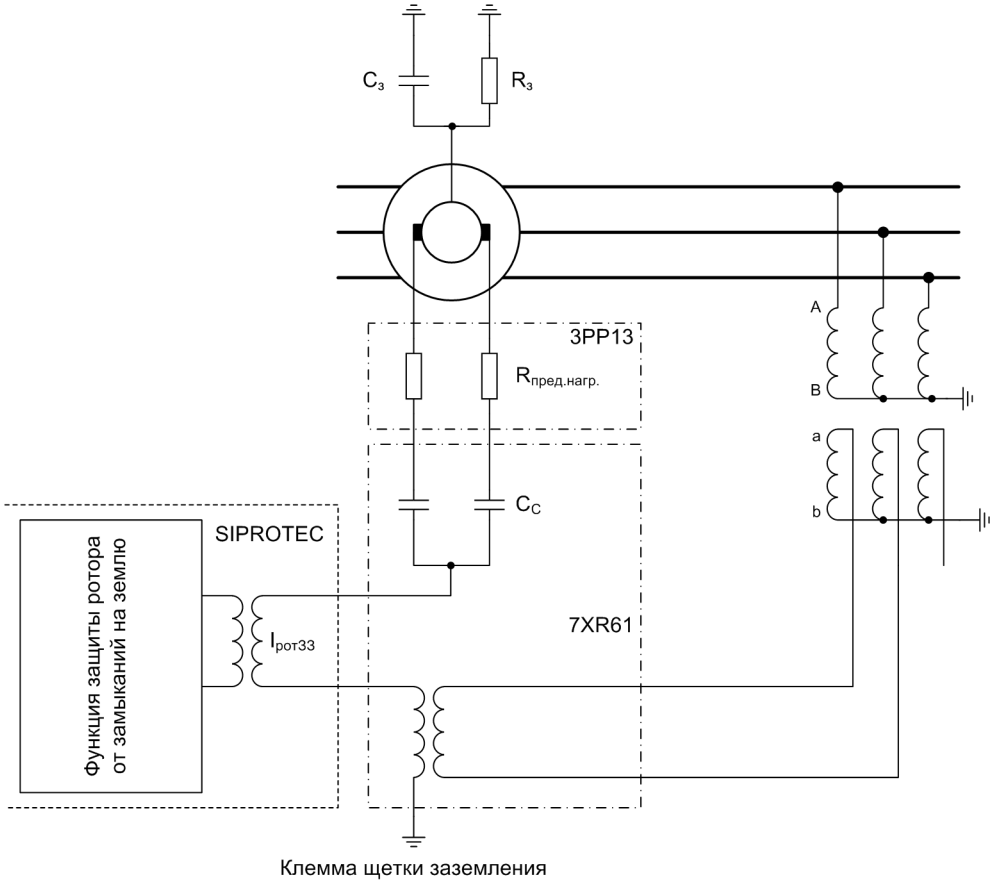
Рисунок 6-356 Структура/реализация функции

6.42.3 Общие функции

Метод измерения

Защита ротора от замыкания на землю работает при внешнем, вспомогательном переменном напряжении промышленной частоты величиной от 39 до 47 В (в зависимости от номинального напряжения трансформатора напряжения). Это вспомогательное переменное напряжение может быть получено от трансформаторов напряжения с использованием соединительного блока, такого как 7XR6100-0*A00. Напряжение подключено к цепи возбуждения симметрично. При генерации напряжения возбуждения, управляемой тиристором, конденсаторы C_C соединительного блока защищены предварительными резисторами $R_{пред.нагр}$ предотвращающими влияние избыточных гармонических составляющих. Для этого заранее должны быть установлены предварительные резисторы 3PP1336-0DZ (см. *Рисунок 6-357*).

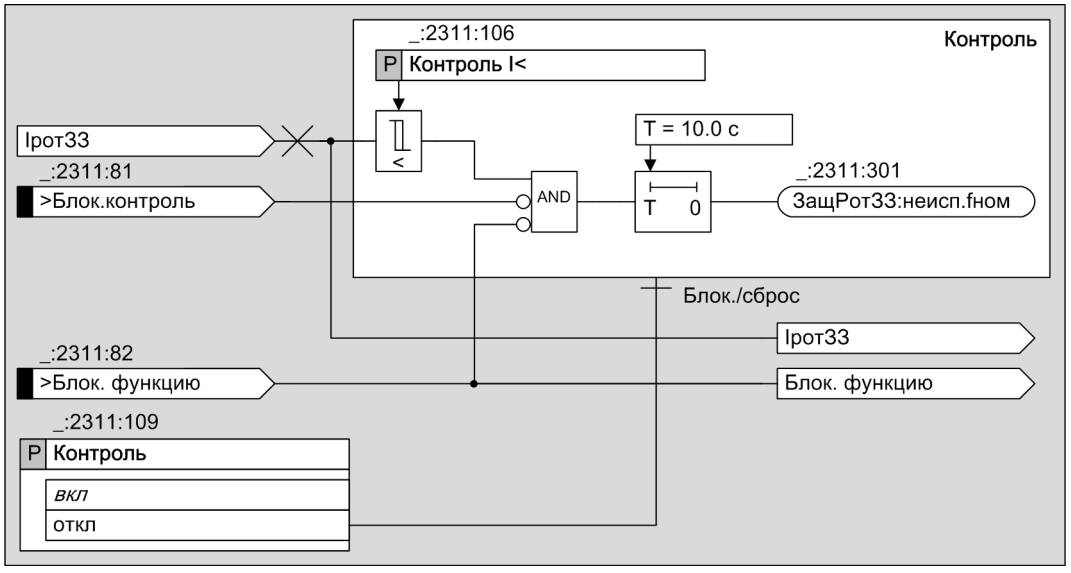
Подключенное напряжение приводит к появлению небольшого зарядного тока. Во время нормальной работы ток зарядки, протекающий через соединительный блок, сопротивление щетки и емкость заземления цепи возбуждения (ротор, включая возбуждение), составляет всего несколько мА. Устройство фиксирует ток заземления ротора $I_{рот33}$ и обрабатывает его. В случае замыкания на землю ток увеличивается.



[dw_RGF fn-I rotor and ground current, 2, ru_RU]

Рисунок 6-357 Подключение ротора и измерение тока замыкания на землю ротора

Логика



[lo_RGF fn-I general functionality, 2, ru_RU]

Рисунок 6-358 Логическая схема общих функций

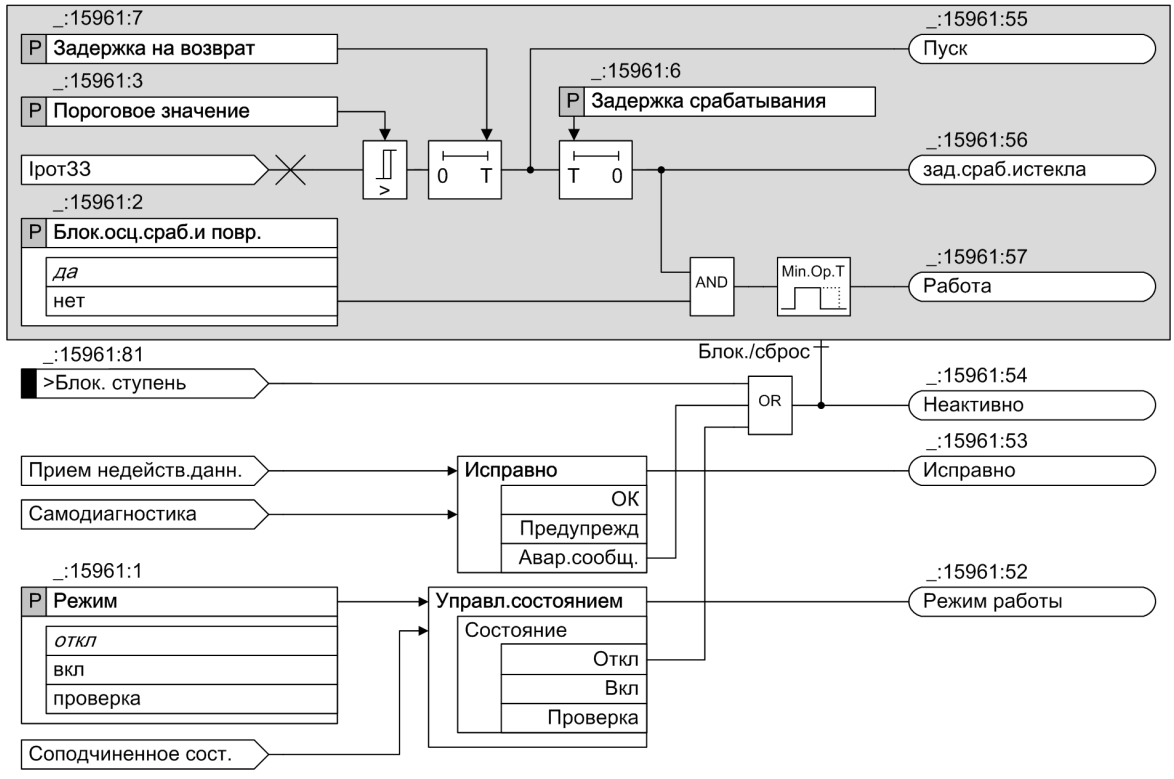
Общие функции состоят из двух частей:

- Контроль цепи ротора (измерительная цепь)
- Определение тока заземления ротора $I_{рот33}$

Для определения тока из отслеживаемых по частоте выборок используется специальный КИХ-фильтр (длина фильтра 2 периода). Результат используется для расчета абсолютного значения тока заземления ротора. Этот ток используется для функции контроля, а также для принятия решения относительно безопасности.

6.42.4 Описание ступени

Логическая схема ступени



[lo_RGF fn-I stage, 3, ru_RU]

Рисунок 6-359 Логическая схема ступени защиты ротора от замыканий на землю ($I_{рот33}$>, ф-ция)

Ступень

Функция сравнивает рассчитанный ток заземления ротора с установленным пороговым значением. Если измеренное значение превышает пороговое значение, функция срабатывает и запускает временную задержку.

Коэффициент возврата для порогового значения равен 0,95.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки:

- Посредством дискретного входа **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника

6.42.5 Указания по применению и вводу уставок

В большинстве случаев защита ротора от замыканий на землю работает с использованием 2 ступеней. Предупреждающая ступень реагирует на высокоомные повреждения и сообщает о них. Ступень отключения реагирует на низкоомные повреждения в диапазоне от 1 кОм до 3 кОм. Если защита основана на токе, то пороговое значение должно быть преобразовано в ток. Для этого необходимо использовать данные соединительного блока (см. *Рисунок 6-357*).

Пример

Чтобы рассчитать пороговое значение, используйте следующее полное сопротивление соединения:

$$Z = \left|R + \frac{1}{j\omega C}\right| \parallel \left|R + \frac{1}{j\omega C}\right|$$

[fo_RGF fn-I coupling impedance, 2, ru_RU]

При R = 105 Ом и C = 4 мкФ.

Промышленная частота 50 Гц дает полное сопротивление соединения, прибл. равное 400 Ом.

Промышленная частота 60 Гц дает полное сопротивление соединения, прибл. равное 335 Ом.

Если система возбуждения создает сильные помехи, можно подключить дополнительную индуктивность 750 мГн последовательно соединительному блоку 7XR61. Таким образом, высокочастотные сигналы затухают сильнее. Это уменьшает импеданс источника при номинальной частоте. Частота 50 Гц дает прибл.170 Ом и частота 60 Гц - прибл. 70 Ом.

Параметр: Контроль I<

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Контроль I<** = ***2,0 мА***

Пороговое значение **Контроль I<** зависит, главным образом, от емкости заземления ротора и может быть определено только во время ввода в эксплуатацию. Измерьте ток ротора во время работы генератора и задайте параметр **Контроль I<** равным до 50% от измеренного значения, если это возможно. Чтобы предотвратить ложное срабатывание функции (сообщения об ошибках), не выбирайте значение параметра **Контроль I<** меньше ***2,0 мА***. Если ток ротора слишком мал, необходимо отключить функцию контроля.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:15931:3) Пороговое значение** = ***10 мА***

Параметр **Пороговое значение** зависит от сопротивления повреждения ($R_{КЗ}$), которое необходимо измерить. При определении текущего значения срабатывания необходимо также учитывать полное сопротивление соединения и напряжение связи.

В следующей таблице показаны пороговые значения для ступени отключения и для ступени, действующей на сигнал. Ток рассчитывается, исходя из общего полного сопротивления ($Z_{связи}$ + $R_{КЗ}$).

$$I_{R3} = \frac{U_{R3}}{R_{КЗ} + Z_{связи}}$$

[fo_RGF fn-I overall impedance, 2, ru_RU]

	Предупреждающая ступень		**Ступень отключения**	
Номинальная частота	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц
Вторичное номинальное напряжение трансформатора	100 В	110 В	100 В	110 В
Напряжение связи ($U_{рот3З}$)	39 В	43 В	39 В	43 В
Полное сопротивление соединения ($Z_{связи}$)	400 Ом	335 Ом	400 Ом	335 Ом
Сопротивление повреждения ($R_{КЗ}$)	3 кОм	3 кОм	1 кОм	1 кОм
Пороговое значение тока	11,5 мА	12,9 мА	27,9 мА	32,2 мА
Рекомендуемая уставка	10 мА	12 мА	25 мА	30 мА

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:15931:7) Задержка на возврат** = ***0,00 с***

Чтобы гарантировать пуск ступени после нескольких последовательных коротких срабатываний, можно задать параметр **Задержка на возврат**. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Внесите изменения в уставки по умолчанию при вводе в эксплуатацию, например, если возможны перемежающиеся короткие замыкания на землю.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:15931:6) Задержка срабатывания** = ***5,00 с***

Задайте параметр **Задержка срабатывания** специально для данного применения. Siemens рекомендует использовать для предупреждающей ступени значение **Задержка срабатывания** от 5,00 до 10,00 с. Типовая уставка для отключающей ступени **Задержка срабатывания** равна от 0,50 до 1,00 с.

Работа в режиме мониторинга

Если использовать параметр **(_:15931:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет*** для отключения генерации сообщения срабатывания и регистрации повреждения, то ступень, действующая на сигнал, носит только информативный характер.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если для управления защитой ротора от замыкания на землю используется щеткодержатель, то при отсутствии щеток функция защиты должна быть заблокирована.

Функциональное измеряемое значение

Измеренное значение	Описание
Iрот3З	Измеренный ток замыкания ротора на землю $I_{рот3З}$

Измеренный ток ротора I_{R3} отображается в виде функционального измеряемого значения. Матрицу можно использовать для ранжирования функционального измеренного значения на различные цели, например, для отображения на дисплее, в осциллографировании и на интерфейсе.

6.42.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:109	Общие данные:Контроль		• откл • вкл	вкл
_:2311:106	Общие данные:Контроль I<		1.0 мА до 50.0 мА	2.0 мА
РЗЗ ток1				
_:15931:1	РЗЗ ток1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:15931:2	РЗЗ ток1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:15931:3	РЗЗ ток1:Пороговое значение		1 мА до 1600 мА	10 мА
_:15931:6	РЗЗ ток1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:15931:7	РЗЗ ток1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
РЗЗ ток2				
_:15932:1	РЗЗ ток2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:15932:2	РЗЗ ток2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:15932:3	РЗЗ ток2:Пороговое значение		1 мА до 1600 мА	23 мА
_:15932:6	РЗЗ ток2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
_:15932:7	РЗЗ ток2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

6.42.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:81	Общие данные:>Блок.контроль	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:ЗащРотЗЗ:неисп.fном	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
РЗЗ ток1			
_:15931:81	РЗЗ ток1:>Блок. ступень	SPS	I
_:15931:54	РЗЗ ток1:Неактивно	SPS	O
_:15931:52	РЗЗ ток1:Режим работы	ENS	O
_:15931:53	РЗЗ ток1:Статус исправности	ENS	O
_:15931:55	РЗЗ ток1:Пуск	ACD	O
_:15931:56	РЗЗ ток1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:15931:57	РЗЗ ток1:Работа	ACT	O
РЗЗ ток2			
_:15932:81	РЗЗ ток2:>Блок. ступень	SPS	I
_:15932:54	РЗЗ ток2:Неактивно	SPS	O
_:15932:52	РЗЗ ток2:Режим работы	ENS	O
_:15932:53	РЗЗ ток2:Статус исправности	ENS	O
_:15932:55	РЗЗ ток2:Пуск	ACD	O
_:15932:56	РЗЗ ток2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:15932:57	РЗЗ ток2:Работа	ACT	O

6.43 Защита ротора от замыканий на землю ($R_з$<, fn)

6.43.1 Обзор функции

Функция **Защита ротора от замыканий на землю (R_{33}<, ф-ция)** (ANSI 64R):

- Контролирует цепь ротора электрических синхронных машин (генератор, двигатель) в части замыкания на землю
- Контролирует цепь ротора асинхронных машин в части замыкания на землю, если цепь ротора доступна через контактное кольцо
- Обрабатывает предупреждение (высокоомное повреждение) и срабатывание (низкоомное повреждение) путем активации не менее 2 ступеней
- Обнаруживает повреждения, вводя напряжение номинальной частоты в цепь ротора и контролируя ток заземления ротора
- Кроме того, контроль тока замыкания ротора на землю можно также использовать в качестве резервной ступени.

Чтобы гарантировать работу этой функции, необходимо использовать следующие внешние вспомогательные компоненты:

- Устройство связи 7XR6100-0*A00
- Последовательный резистор 3PP1336-0DZ

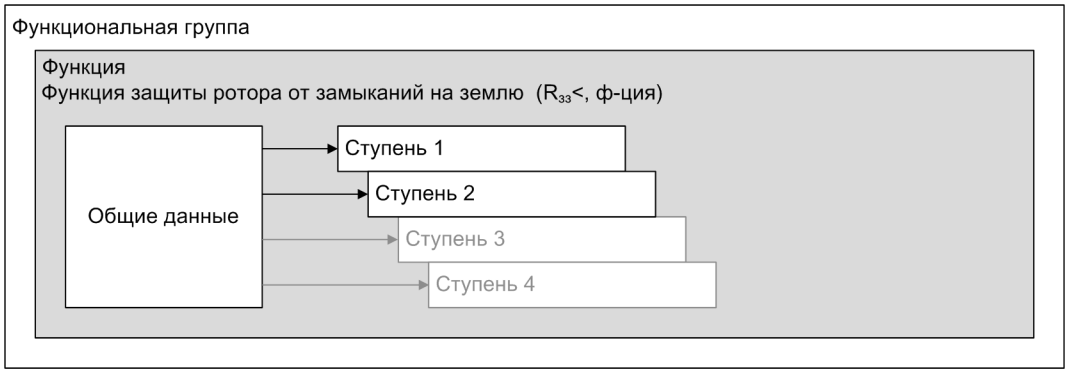
Замыкание на землю в обмотке возбуждения не приводит к немедленному повреждению. Однако, если возникает второе замыкания на землю, это приводит к возникновению межвиткового замыкания в обмотке возбуждения. Это может привести к магнитной несимметрии вращения, которая разрушит машину под действие экстремальных механических сил.

6.43.2 Структура функции

Функция **Защита ротора от замыканий на землю (R_{33}<, ф-ция)** используется в однофазных группах защиты.

В соответствии с заводскими настройками функция имеет 2 ступени. В функции независимо могут работать максимум 4 отключающие ступени. Ступени отключения имеют одинаковую структуру. Кроме того, минимальная токовая защита контролирует цепь ротора с точки зрения общей функциональности и выдает аварийное сообщение, в случае обнаружения неисправности.

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.



[dw_RGF fn-R structure, 2, ru_RU]

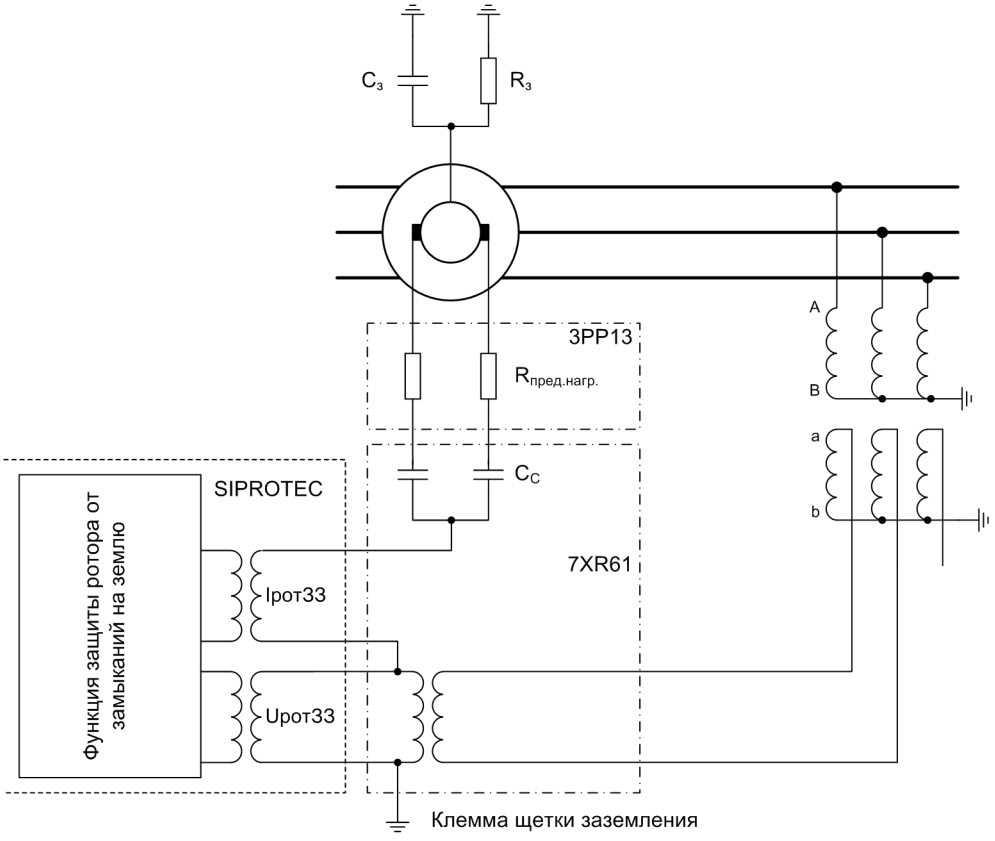
Рисунок 6-360 Структура/реализация функции

6.43.3 Общие функции

Метод измерения

Защита ротора от замыкания на землю работает при внешнем, вспомогательном переменном напряжении промышленной частоты величиной от 39 до 47 В (в зависимости от номинального напряжения трансформатора напряжения). Это вспомогательное переменное напряжение может быть получено от трансформаторов напряжения с использованием соединительного блока, такого как 7XR6100-0*A00. Напряжение подключено к цепи возбуждения симметрично. При генерации напряжения возбуждения, управляемой тиристором, конденсаторы C_C соединительного блока защищены предварительными резисторами $R_{пред.нагр}$ предотвращающими влияние избыточных гармонических составляющих. Для этого заранее должны быть установлены предварительные резисторы 3PP1336-0DZ (см. *Рисунок 6-361*).

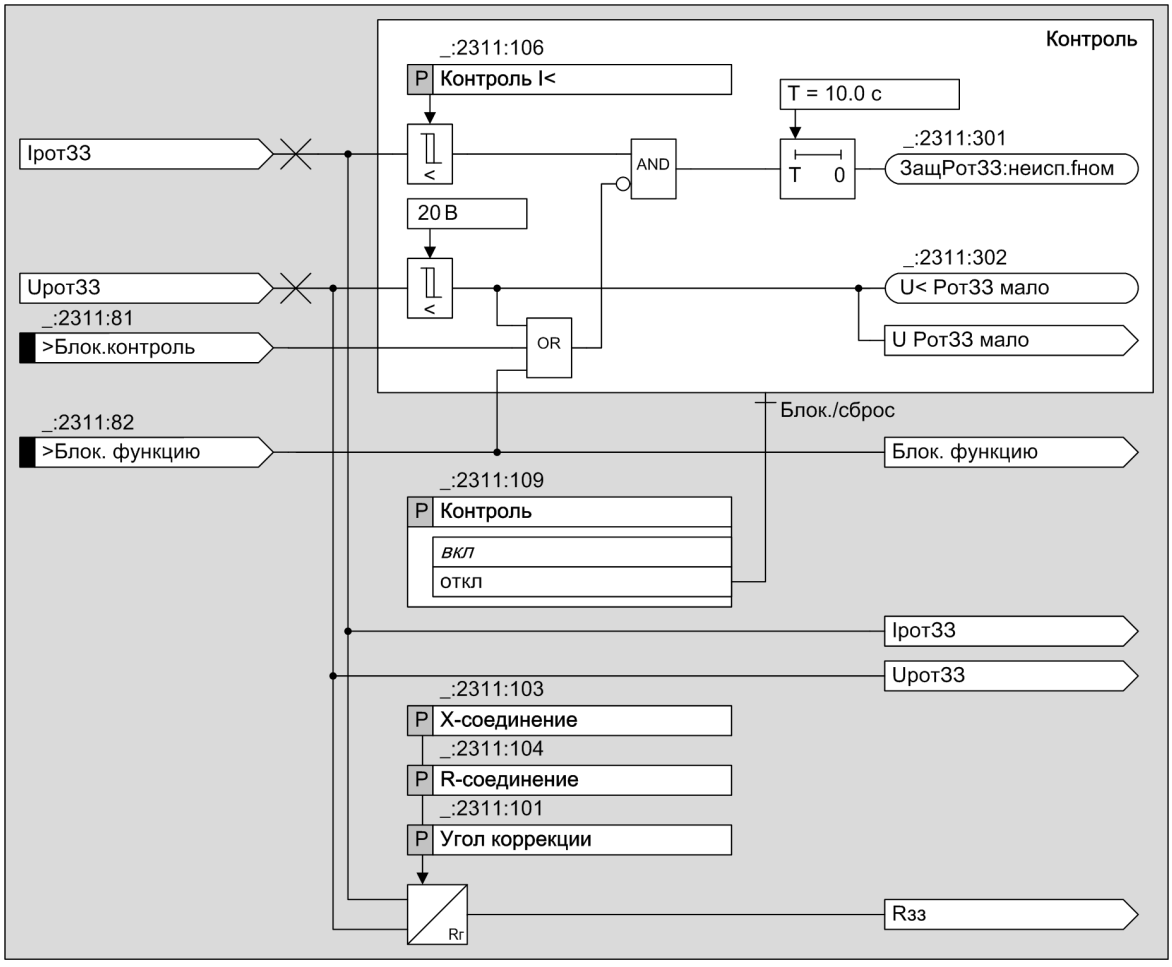
Подключенное напряжение приводит к появлению небольшого зарядного тока. Во время нормальной работы ток зарядки, протекающий через соединительный блок, сопротивление щетки и емкость заземления цепи возбуждения (ротор, включая возбуждение), составляет всего несколько мА. Устройство фиксирует ток заземления ротора $I_{рот33}$ и $U_{рот33}$ и обрабатывает их. В случае замыкания на землю ток увеличивается.



[dw_RGF fn-R rotor and ground current, 2, ru_RU]

Рисунок 6-361 Подключение ротора и измерение тока замыкания на землю ротора

Логика



[lo_RGF fn-R general functionality, 3, ru_RU]

Рисунок 6-362 Логическая схема общих функций

Общие функции состоят из двух частей:

- Контроль цепи ротора (измерительная цепь) и связанного напряжения
- Определение сопротивления замыкания ротора на землю R_{33}

Для определения векторов тока и напряжения из отслеживаемых по частоте выборок используется специальный КИХ-фильтр (длина фильтра 2 периода). Для расчета сопротивления повреждения используются значения вектора тока и напряжения. Кроме того, значения вектора тока используются для определения абсолютного значения тока ротора.

ПРИМЕЧАНИЕ

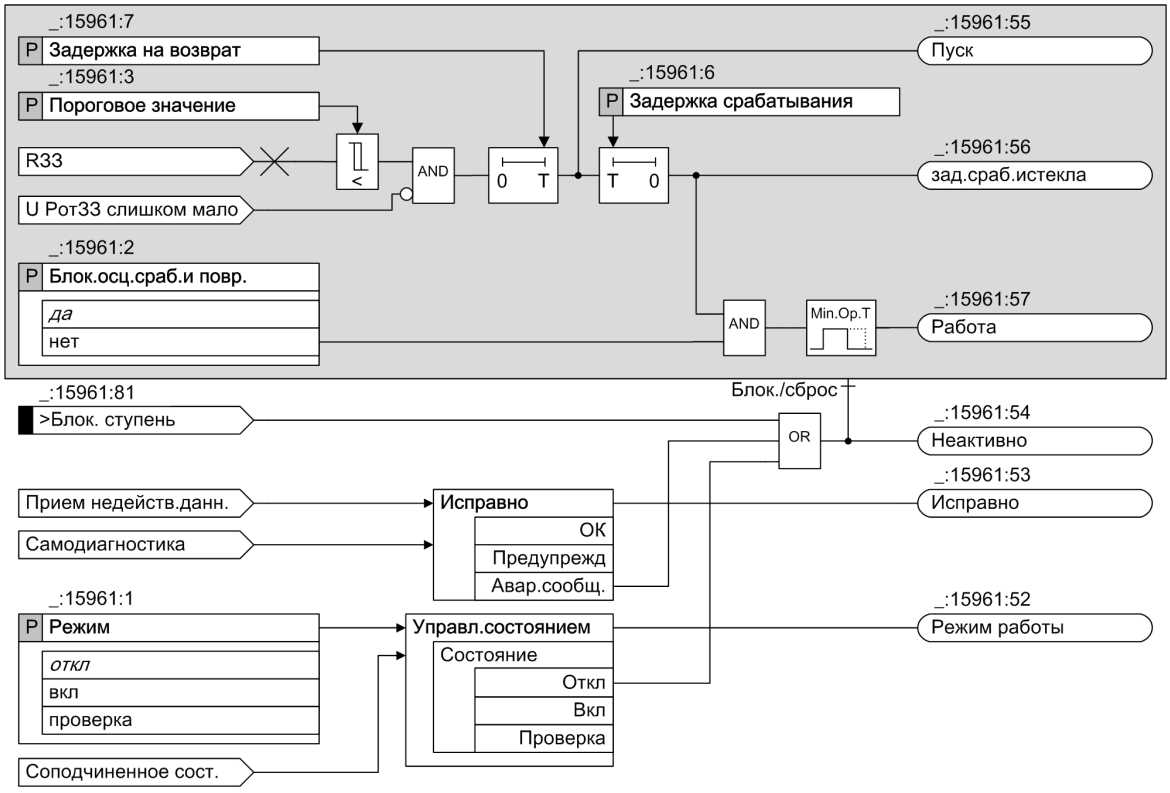
Для предотвращения выхода измерений за граничные значения применяются 2 специальные меры.

Если неправильно выбранные переменные возмущения или полные сопротивления связи вызывают появление отрицательного значения сопротивления вместо 0 Ом, то измеренное значение устанавливается равным 0. В то же время ток ротора должен превышать пороговое значение (> 7 мА). Переменные возмущения возникать из-за статического возбуждения или угловых погрешностей трансформаторов.

Если ток ротора превышает внутреннее максимальное значение (100 мА), сопротивление также устанавливается равным 0. Если в цепи связи включена индуктивность, возможно появление более высокого тока.

6.43.4 Описание ступени

Логическая схема ступени



[lo_RGF fn-R stage, 3, ru_RU]

Рисунок 6-363 Логическая схема ступени защиты ротора от замыканий на землю (R_{33}<, ф-ция)

Ступень

Функция сравнивает рассчитанное сопротивление повреждения с установленным пороговым значением. Если измеренное значение падает ниже порогового значения, то функция срабатывает и запускает временную задержку.

Коэффициент возврата для порогового значения равен 1,25.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки:

- Посредством дискретного входа **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника

6.43.5 Указания по применению и вводу уставок

В большинстве случаев защита ротора от замыканий на землю работает с использованием 2 ступеней. Предупреждающая ступень реагирует на высокоомные повреждения (например, от 5 кОм до 10 кОм) и сообщает о них. Ступень отключения реагирует на низкоомные повреждения в диапазоне от 1 кОм до 3 кОм.

Для правильной работы функции необходимо правильно настроить параметр соединительного блока. Во время ввода в эксплуатацию обязательно проверьте параметры **X-соединение** и **R-соединение** (см. главу *Функция защиты (R_{33}<, ф-ция), Страница 1824*). Если вы работаете со стандартными соединениями, в большинстве случаев можно принять настройки по умолчанию.

Уставки для общих функций:

Параметр: Контроль I<

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Контроль I<** = ***2,0 мА***

Пороговое значение **Контроль I<** определяется главным образом емкостью замыкания ротора на землю и может быть определено только во время ввода в эксплуатацию. Измерьте ток ротора во время работы генератора и задайте параметр **Контроль I<** равным до 50 % от измеренного значения, если это возможно. Чтобы предотвратить ложное срабатывание функции (сообщения об ошибках), не выбирайте значение параметра **Контроль I<** меньше ***2,0 мА***.

Если ток ротора слишком мал, необходимо отключить функцию контроля.

Параметр: Угол коррекции

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Угол коррекции** = ***0,00°***

Параметр **Угол коррекции** может быть настроен только при вводе в эксплуатацию. Он влияет на точность измерения предупреждающей ступени. Параметр **Угол коррекции** корректирует угловую погрешность в измерении тока.

Параметр: X-соединение

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) X-соединение** = ***398 Ом***

Используйте реактивный компонент полного сопротивления соединения для определения параметра **X-соединение**. Если вы используете соединительный блок 7XR61 и стандартное соединение, то обе емкости соединения (2 · 4 µF) определяют значение уставки.

Пример

Если частота питания составляет 50 Гц, это дает следующее значение:

$$X = \left|\frac{1}{j\omega 2C}\right| = \left|\frac{1}{j2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 2 \cdot 4\mu F}\right| = 398\ Ом$$

[fo_RGF fn-R x-coupling, 2, ru_RU]

Если система возбуждения создает сильные помехи, можно подключить дополнительную индуктивность 750 мГн последовательно соединительному блоку 7XR61. Таким образом, высокочастотные сигналы затухают сильнее. Значение уставки **X-соединение** необходимо уменьшить. Частота 50 Гц дает прибл. 162 Ом и частота 60 Гц - прибл. 49 Ом.

Параметр: R-соединение

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) R-соединение** = ***50 Ом***

Используйте сопротивление соединения и контактное сопротивление на кольцах, чтобы определить параметр **R-соединение**. Если вы используете рекомендуемые сопротивления соединения 3PP1336-0DZ, Siemens рекомендует применять значение данной уставки по умолчанию, равное ***50 Ω***.

Параметр: Uрот33 генер.независ.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:108) Uрот33 генер.независ.** = ***нет***

Если соединительный блок 7XR61 подключен к трансформаторам напряжения генератора, установите параметр **Uрот33 генер.независ.** равным ***нет***. Siemens рекомендует такой вариант применения.

Если соединительный блок 7XR61 подключен к источнику стороннего производителя (переменное напряжение с фиксированной частотой 50 Гц или 60 Гц), установите параметр **Uрот33 генер.независ.** равным ***да***.

Уставки для ступени:

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:15961:3) Пороговое значение** = ***10,0 кОм***

Параметр **Пороговое значение** зависит от сопротивления повреждения, которое необходимо определить. Siemens рекомендует использовать для предупреждающей ступени уставку по умолчанию, равную ***10,0 кОм***.

Для отключающей ступени рекомендуемое пороговое значение равно ***2 кОм***.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:15961:7) Задержка на возврат** = ***0,00 с***

Чтобы гарантировать пуск ступени после нескольких последовательных коротких срабатываний, можно задать задержку на возврат. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Внесите изменения в уставки по умолчанию при вводе в эксплуатацию, например, если возможны перемежающиеся короткие замыкания на землю.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:15961:6) Задержка срабатывания** = ***10,00 с***

Задайте параметр **Задержка срабатывания** специально для применения. Siemens рекомендует задать параметр **Задержка срабатывания** в диапазоне от 5,00 до 10,00 с. Типовая уставка для отключающей ступени **Задержка срабатывания** лежит в диапазоне от 0,50 до 1,00 с.

Работа в режиме мониторинга

Если использовать параметр **(_:15961:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет*** для отключения генерации сообщения срабатывания и регистрации повреждения, то ступень, действующая на сигнал, носит только информативный характер.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если для управления защитой ротора от замыкания на землю используется щеткодержатель, то при отсутствии щеток функция защиты должна быть заблокирована.

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
Iрот33	Измеренный ток замыкания ротора на землю $I_{рот33}$
Uрот33	Напряжение ($U_{рот33}$)
R33	Сопротивление повреждения (R_{33})
X-изм.	Общее полное сопротивление X-изм
R-изм	Общее полное сопротивление R-изм

Измеренный ток замыкания ротора на землю $I_{Rз}$, напряжение $U_{Rз}$ и сопротивление повреждения $R_з$, включая общее полное сопротивление X-изм и R-изм, отображаются в виде измеренных функциональных значений. Матрицу можно использовать для ранжирования функциональных измеренных значений на различные цели, например, для отображения на дисплее, в осциллографировании и на интерфейсе.

6.43.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:109	Общие данные:Контроль		• откл • вкл	вкл
_:2311:106	Общие данные:Контроль I<		1.0 мА до 50.0 мА	2.0 мА
_:2311:101	Общие данные:Угол коррекции		-1500 ° до 1500 °	0 °
_:2311:103	Общие данные:X-соединение		-100 Ом до 800 Ом	398 Ом
_:2311:104	Общие данные:R-соединение		0 Ом до 999 Ом	50 Ом
_:2311:108	Общие данные:Uрот33 генер.независ.		• нет • да	нет
РЗЗ сопр. 1				
_:15961:1	РЗЗ сопр. 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:15961:2	РЗЗ сопр. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:15961:3	РЗЗ сопр. 1:Пороговое значение		1.0 кОм до 30.0 кОм	10.0 кОм
_:15961:6	РЗЗ сопр. 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
_:15961:7	РЗЗ сопр. 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
РЗЗ сопр. 2				
_:15962:1	РЗЗ сопр. 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:15962:2	РЗЗ сопр. 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:15962:3	РЗЗ сопр. 2:Пороговое значение		1.0 кОм до 30.0 кОм	2.0 кОм
_:15962:6	РЗЗ сопр. 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с
_:15962:7	РЗЗ сопр. 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

6.43.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2311:81	Общие данные:>Блок.контроль	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:ЗащРот33:неисп.fном	SPS	O
_:2311:302	Общие данные:U< Рот33 мало	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
РЗЗ сопр. 1			
_:15961:81	РЗЗ сопр. 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:15961:54	РЗЗ сопр. 1:Неактивно	SPS	O
_:15961:52	РЗЗ сопр. 1:Режим работы	ENS	O
_:15961:53	РЗЗ сопр. 1:Статус исправности	ENS	O
_:15961:55	РЗЗ сопр. 1:Пуск	ACD	O
_:15961:56	РЗЗ сопр. 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:15961:57	РЗЗ сопр. 1:Работа	ACT	O
РЗЗ сопр. 2			
_:15962:81	РЗЗ сопр. 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:15962:54	РЗЗ сопр. 2:Неактивно	SPS	O
_:15962:52	РЗЗ сопр. 2:Режим работы	ENS	O
_:15962:53	РЗЗ сопр. 2:Статус исправности	ENS	O
_:15962:55	РЗЗ сопр. 2:Пуск	ACD	O
_:15962:56	РЗЗ сопр. 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:15962:57	РЗЗ сопр. 2:Работа	ACT	O

6.44 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)

6.44.1 Обзор функций

Функция **Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)** (ANSI 64F – 1-3 Гц):

- Контролирует цепь ротора электрических синхронных машин (генератор, двигатель) в части замыкания на землю
- Контролирует цепь ротора асинхронных машин в части замыкания на землю, если цепь ротора доступна через контактное кольцо
- Обрабатывает предупреждение (высокоомное повреждение) и срабатывание (низкоомное повреждение) путем активации не менее 2 ступеней
- Обнаруживает повреждения, вводя низкочастотное напряжение прямоугольного сигнала в цепь ротора и контролируя ток замыкания ротора на землю
- Отличается высокой чувствительностью

  Позволяет обнаруживать сопротивления повреждения до 80 кОм.
- Функция нечувствительна к помехам от возбуждения (гармоники) из-за низкочастотного измерения

Чтобы гарантировать правильную работу этой функции, необходимо использовать следующие внешние вспомогательные компоненты:

- Блок ввода 7XT71
- Последовательный резистор 7XR6004

Замыкание на землю в обмотке возбуждения не приводит к немедленному повреждению. Однако, если возникает второе замыкания на землю, это приводит к возникновению межвиткового замыкания в обмотке возбуждения. Это может привести к магнитной несимметрии вращения, которая разрушит машину под действие экстремальных механических сил.

6.44.2 Структура функции

Функция **Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)** используется в однофазных группах защиты.

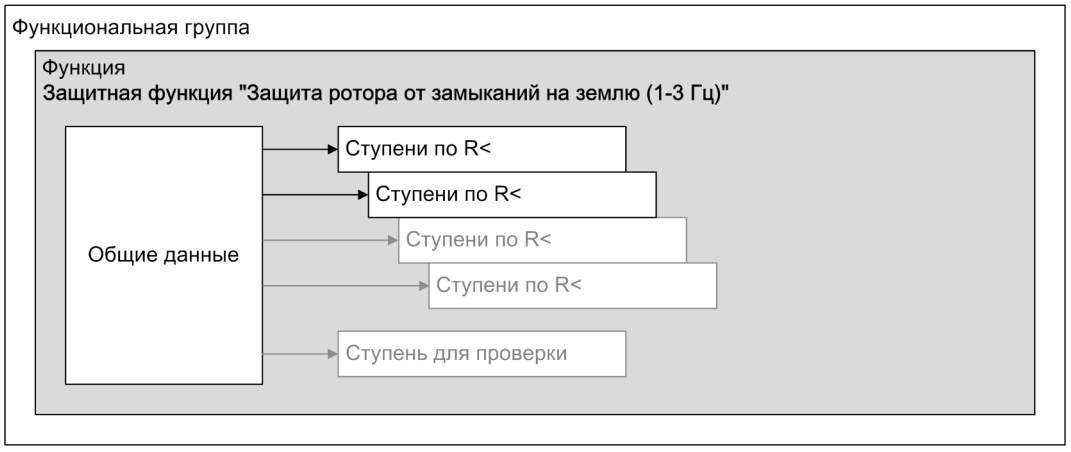
Функция имеет предустановленные на заводе-изготовителе 2 ступени **R<**.

В функции могут одновременно работать следующие ступени:

- 4 ступени по **R<**
- 1 **Ступень для проверки**

Кроме того, функция «Общие данные» контролирует мониторинг заряда (интеграция тока после изменения полярности управляющего напряжения) цепи ротора и выдает аварийное сообщение в случае обнаружения неисправности.

Функция «Общие данные» работает на уровне функции на всех ступенях.



[dw_RGF 1-3 Hz structure, 2, ru_RU]

Рисунок 6-364 Структура/реализация функции

6.44.3 Общая функциональность

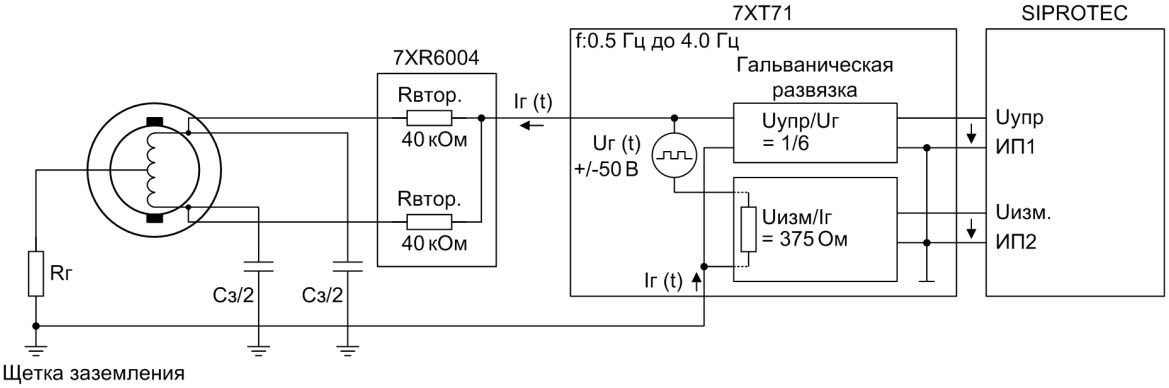
6.44.3.1 Описание

Основной принцип работы

Для обнаружения замыканий ротора на землю к цепи ротора подключено низкочастотное напряжение прямоугольного сигнала величиной около 50 В. Для этого в качестве принадлежностей используется блок ввода 7XT71 и последовательный резистор 7XR6004 . *Рисунок 6-365* показывает основное соединение. Используя переключатель, можно настроить частоту в блоке ввода 7XT71 в диапазоне от 0,5 до 4,0 Гц. Настройка по умолчанию: 1,5 Гц. Блок ввода 7XT71 оснащен выходами напряжения. Подключите эти выходы напряжения к 2 входам измерительного преобразователя (вход 10 В модуля IO210) защитного устройства. Сигнал $U_{упр.}$ приравнивается к связанному низкочастотному напряжению прямоугольного сигнала. Функция защиты выдает из этого сигнала связанное напряжение, а также время переключения. Сигнал $V_{изм}$ приравнивается к току, который протекает через полную цепь (подключенные сопротивления последовательного резистора 7XR6004 и сопротивление заземления ротора). Этот ток преобразуется в напряжение в блоке ввода 7XT71. Для пересчета введем наличие виртуального шунта величиной 375 Ом.

В каждый момент переключения управляющего напряжения определяется амплитуда измеряемого напряжения, исходя из значения измерительного сигнала перед точкой переключения. Амплитуда измеряемого напряжения обратно пропорциональна сопротивлению повреждения (подробнее см. *Метод измерения, Страница 1113*).

Наложение низкочастотного прямоугольного напряжения позволяет отстроиться от влияния емкости заземления в то же время увеличиваются гармонические составляющие помех из-за возбуждения машины.



[dw_RGF 1-3 Hz principle rotor winding tension, 2, ru_RU]

Рисунок 6-365 Принцип переключения при наложении прямоугольных импульсов низкой частоты в цепь обмотки ротора

$R_З$	Сопротивление повреждения
$C_З$	Емкость заземления ротора
$R_{втор.}$	Последовательный резистор
$U_г$	Напряжение прямоугольного сигнала блока ввода 7XT71
$I_г$	Ток, протекающий от блока ввода 7XT71 до заземления через ротор
$f_г$	Частота напряжения прямоугольного сигнала в блоке ввода 7XT71

Метод измерения

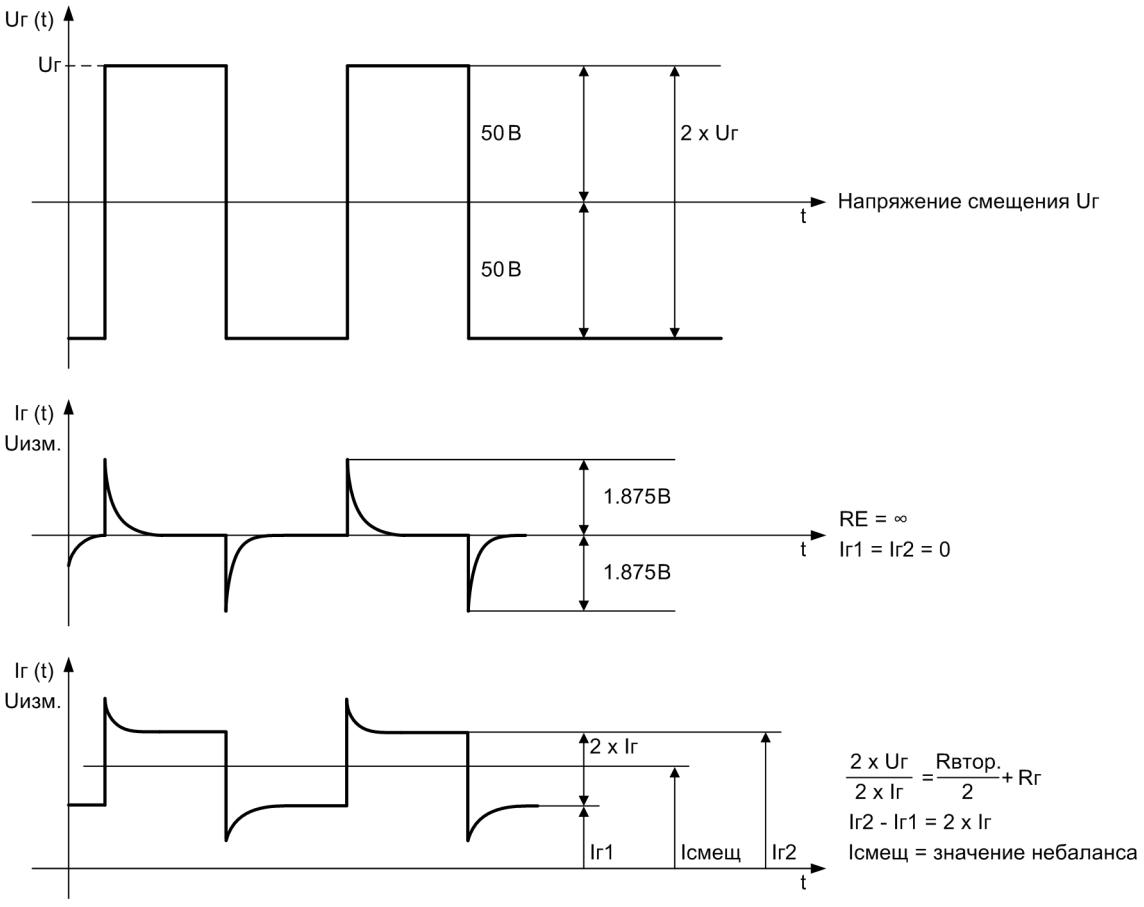
Управляющее напряжение $U_{упр.}$ позволяет определить время переключения и переключение измерения. В то же время рассчитывается амплитуда напряжения и преобразуется в напряжение возбуждения $U_г$. Фактическое сопротивление повреждения рассчитывается по напряжению $U_{изм}$, которое пропорционально току $I_г$. При каждом переключении управляющего напряжения определяется постоянное напряжение в измеряемом напряжении с использованием фильтра средних значений. Чтобы оценить только стационарную составляющую, необходимо установить частоту блока ввода так, длительность одного импульса была достаточной для зарядки емкости заземления ротора. Таким образом, можно обнаружить высокоомные повреждения (не более 80 кΩ) без влияния емкости заземления.

2 переменные искажают измерение:

- В зависимости от уровня напряжения возбуждения и местоположения замыкания на землю в измерительной цепи обмотки возбуждения появляется составляющая постоянного напряжения.
- Большие высокочастотные пики напряжения переменного тока могут быть наложены на напряжение постоянного тока возбуждения. Цифровой фильтр ослабляет эти пики напряжения переменного тока.

Чтобы устранить помехи от наложенных составляющих постоянного напряжения, напряжение $U_г$ инвертируется (напряжение прямоугольного сигнала). Измеряемое напряжение рассчитывается для каждой полярности. Учитывая разницу между двумя последовательными результатами измерения $I_г$ ($I_{г1}$ и $I_{г2}$), составляющая постоянного тока, возникающий из цепи возбуждения, (Iсмещ) исключается.

Сопротивление повреждения $R_З$ рассчитывается с учетом последовательных сопротивлений $R_{втор.}$ из измеряемой величины $I_г$ и рассчитанной величины напряжения смещения $U_г$ (см. следующий рисунок).



[dw_RGF 1-3 Hz waveforms, 2, ru_RU]

Рисунок 6-366 Формы сигналов напряжения смещения $U_г$, напряжения шунта $U_{изм}$ и измерительного тока $I_г$

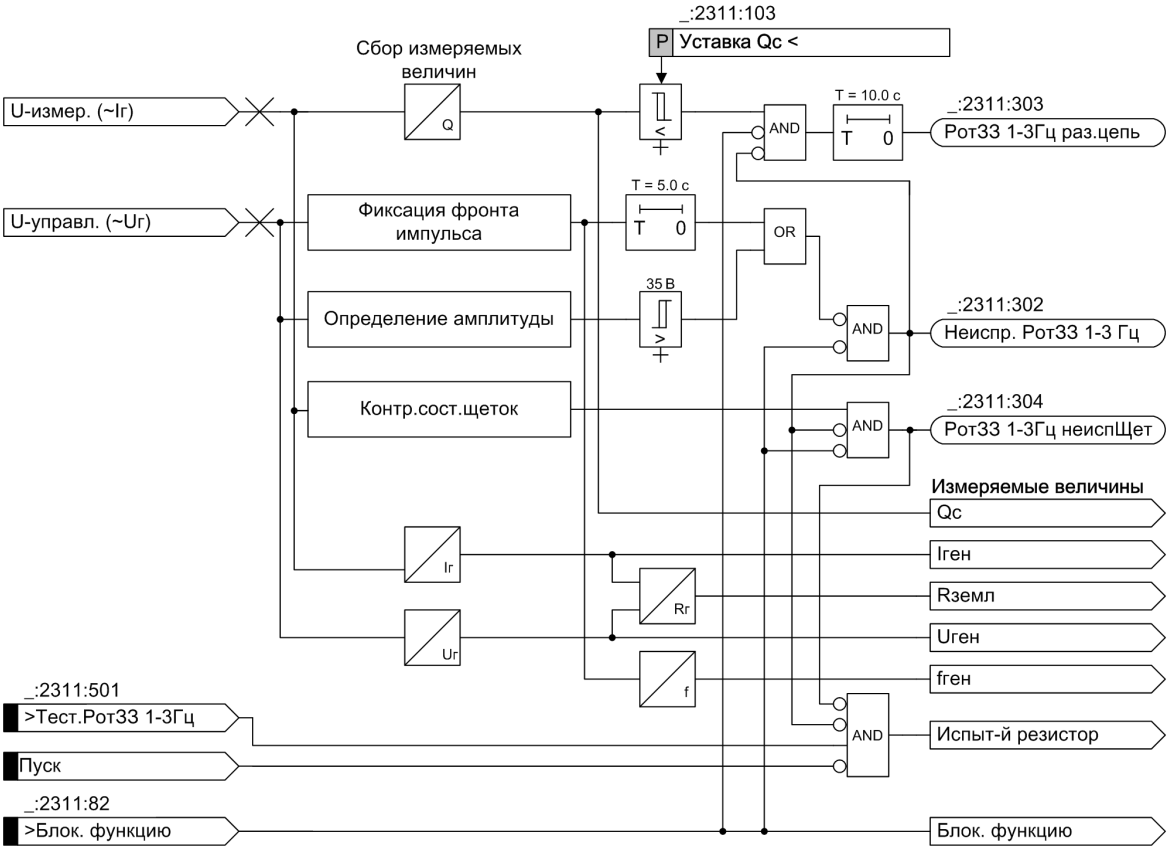
Рабочая измеряемая величина

$R_З$	Измеренное сопротивление ротора
$U_г$	Связанное напряжение прямоугольного сигнала в цепи ротора
$I_г$	Ток, измеренный в цепи ротора
f	Частота напряжения прямоугольного сигнала

Для обеспечения высокой надежности выполняется интегрирование нескольких функций контроля достоверности:

- Чтобы устранить влияние помех от изменения возбуждения (Iсмещ может меняться), выполняется интегрирование контроля целостности последовательных результатов измерений. Если последовательные измеренные значения сопротивления находятся в пределах допустимого диапазона, измеренное значение является действительным.
- Для обнаружения перемежающихся замыканий на землю, в случае изменения измеренных значений сопротивления, измерение переключается на усреднение измеренных значений сопротивления.
- Контроль щеток (заземляющие щетки):
  Согласно *Рисунок 6-366*, измерительное напряжение в состоянии установившегося режима является постоянным. Неисправности на контактных кольцах (например, заземляющие щетки) приводят к переменным возмущениям в измерительном сигнале. Они идентифицируются и функция защиты блокируется. Контроль щетки можно включить или выключить с помощью параметра **`Контр.сост.щеток`**.

Логика



[lo_RGF 1-3 Hz general functionality, 2, ru_RU]

Рисунок 6-367 Логическая схема общих функций

Входные переменные Датчик измерения U и Датчик регул.U

Блок ввода 7XT71 генерирует измеряемые величины **`Датчик измерения U`** и **`Датчик регул.U`**. Они подключены к 7UM85 с помощью быстрого измерительного преобразователя. Измерительный преобразователь можно найти в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

Соединение между измерительными преобразователями и функцией защиты может быть установлено с помощью следующих 2 параметров настройки. Следующие параметры позволяют выбрать вход измерительного преобразователя:

`(_:2311:101) Датчик регул.U` = ***`МТ быстр.1.МТ в 1`***

`(_:2311:102) Датчик измерения U` = ***`МТ быстр. 1.МТ в 2`***

Масштабирование входов измерительного преобразователя можно задать в функциональной группе **Аналоговые блоки** (см. главу *6.44.3.2 Указания по применению и вводу уставок*).

6.44.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Уставка Qc <`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:103) Уставка Qc <`** = ***`0,02 мАс`***

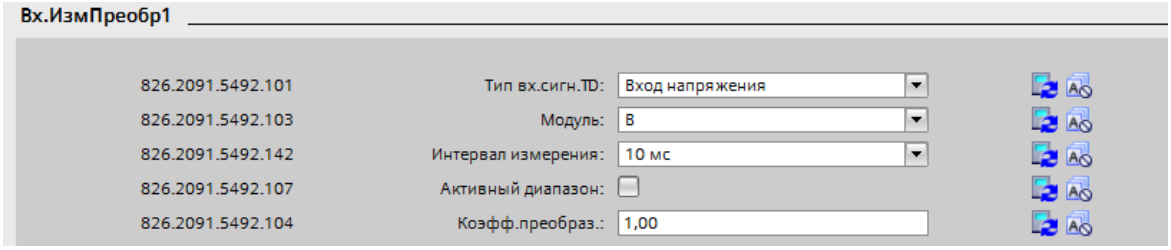
Параметр **`Уставка Qc <`** для контроля измерительной цепи устанавливается во время первичного испытания (см. главу *Проверка защиты ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) в состоянии останова , Страница 1825*). Считайте измеренное рабочее значение **`(_:2311:308) Qc`** и установите параметр **`Уставка Qc <`** равным половине. Если измеренный заряд слишком мал, то контроль является неэффективным. Для этого задайте параметр **`Уставка Qc <`** равным ***`0,00 мАс`***. В этом случае сигнал повреждения не генерируется.

Параметры: `Датчик регул.U` и `Датчик измерения U`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:101) Датчик регул.U`** = ***`МТ быстр. 1.МТ в 1`***
- Уставка по умолчанию **`(_:2311:102) Датчик измерения U`** = ***`МТ быстр. 1.МТ в 2`***

Siemens рекомендует использовать быстрые входы измерительного преобразователя устройства IO210. Можно использовать уставку по умолчанию, она соответствует схеме подключения в Приложении.

Убедитесь, что использованный измерительный преобразователь правильно настроен в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Оба входа должны быть настроены в качестве входов напряжения (10 В) и масштабированы, как показано на следующем рисунке. Данная уставка применяется к обоим входам.



[sc_fast MU scaling, 2, ru_RU]

Рисунок 6-368 Масштабирование быстрых измерительных преобразователей

ПРИМЕЧАНИЕ

Общее пояснение уставок настройки измерительного преобразователя см. также в главе *5.8.6.1 Обзор*.

6.44.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`Общие данные`				
_:2311:103	Общие данные:Уставка Qc <		0.00 мАс до 1.00 мАс	0.02 мАс
_:2311:104	Общие данные:Контр.сост.щеток		• откл • вкл	откл
_:2311:106	Общие данные:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
_:2311:101	Общие данные:Датчик регул.U		Варианты уставок зависят от конфигурации	
_:2311:102	Общие данные:Датчик измерения U		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.44.3.4 Список сообщений

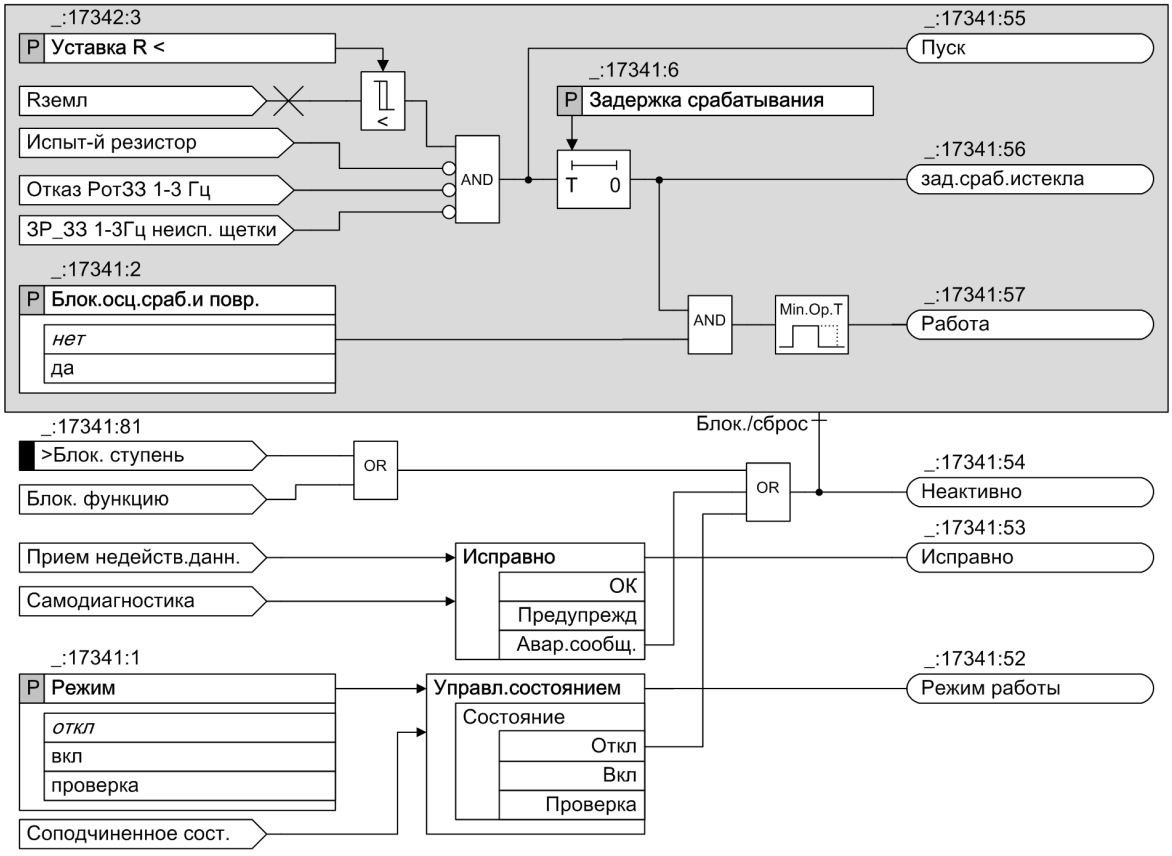
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
`Общие данные`			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:501	Общие данные:>Тест.Рот33 1-3Гц	SPS	I
_:2311:301	Общие данные:Замыкание на землю	ACD	O
_:2311:302	Общие данные:Неиспр. Рот33 1-3 Гц	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2311:303	Общие данные:РотЗЗ 1-3Гц раз.цепь	SPS	O
_:2311:304	Общие данные:РотЗЗ 1-3Гц неиспЩет	SPS	O
_:2311:305	Общие данные:Uген	MV	O
_:2311:306	Общие данные:Iген	MV	O
_:2311:307	Общие данные:fген	MV	O
_:2311:308	Общие данные:Qc	MV	O
_:2311:309	Общие данные:Rзем	MV	O

6.44.4 Ступень R<

6.44.4.1 Описание ступени

Логика ступени



[lo_RGF 1-3 Hz stage R<, 2, ru_RU]

Рисунок 6-369 Логическая схема ступени R<

Ступень

Функция сравнивает рассчитанное сопротивление повреждения с установленным пороговым значением. Если измеренное значение падает ниже порогового значения, то функция срабатывает и запускает временную задержку.

Коэффициент возврата для порогового значения равен ***1,25***.

Блокировка ступени

При блокировке сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки:

- Извне или изнутри через дискретный входной сигнал ступени **>Блокировка**

6.44.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Функция имеет 2 ступени (см. главу *6.44.2 Структура функции*). Одна из этих ступеней может быть настроена в качестве предупреждающей ступени (ступени, действующей на сигнал), а другая – как рабочая ступень.

Если сообщения предупреждающей ступени не нужно заводить в журнал событий и осциллограмму, установите параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** в состояние ***да***. Чтобы выдать сигнал предупреждения, ранжируйте сигнал **Задержка срабатывания истекла** на необходимый интерфейс (последовательный, светодиод, контакт и т. д.)

ПРИМЕЧАНИЕ

Если для управления защитой ротора от замыкания на землю используется щеткодержатель, то при отсутствии щеток функция защиты должна быть заблокирована.

Параметр: Уставка R <

- Уставка по умолчанию **(_:17341:3) Уставка R <** = ***40,0 кОм***

Параметр **Уставка R <** зависит от сопротивления повреждения, которое необходимо определить.

Siemens рекомендует следующие уставки для **Уставка R <**:

- Ступень срабатывания: ***5,0 кОм***
- Предупреждающая ступень: от ***40,0 кОм*** до ***80,0 кОм***
  Типовое пороговое значение равно ***40,0 кОм***. Если возмущающее влияние первичной системы является достаточно низким (например, из-за статического возбуждения), то пороговое значение для ступени предупреждения может быть увеличено до ***80,0 кОм***. Окончательное решение будет принято во время ввода установки в эксплуатацию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:17341:6) Задержка срабатывания** = ***10,00 с***

Задайте параметр **Задержка срабатывания** специально для применения. Для предупреждающей ступени Siemens рекомендует использовать значение **Задержка срабатывания** от 5,00 до 10,00 с. Типовая уставка для ступени срабатывания **Задержка срабатывания** лежит в диапазоне от 0,50 до 2,00 с.

При низкой частоте напряжения прямоугольного сигнала задержка срабатывания для рабочей ступени должна быть увеличена. Используйте следующий расчет:

(_:17341:6) Задержка срабатывания ≥ 1,5 · $1/f_{ген}$

Пример:

(_:2311:307) fген = 1 Гц

(_:17341:6) Задержка срабатывания = 1,5 · $1/f_{ген}$ = 1,5 · 1 с = 1,5 с

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:2311:305) Uген	Напряжение **Uген**
(_:2311:306) Iген	Измеренный ток замыкания ротора на землю **Iген**
(_:2311:307) fген	Частота генератора **fген**

Измеренное значение	Описание
(_:2311:308) Qc	Заряд **Qc**
(_:2311:309) Rзем	Сопротивление повреждения **Rзем**

Для контроля цепи ротора Siemens рекомендует визуализировать сопротивление повреждения **Rзем**. Значение может быть отображено на дисплее и передано в блок управления системой с помощью последовательного интерфейса. Чтобы оценить поведение защиты в случае срабатывания, Siemens рекомендует маршрутизацию в осциллограмму.

Для поддержки ввода в эксплуатацию предоставляются другие доступные измеренные значения функции.

6.44.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
РотЗЗ1-3ГцR<1				
_:17341:1	РотЗЗ1-3ГцR<1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17341:2	РотЗЗ1-3ГцR<1: Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:17341:3	РотЗЗ1-3ГцR<1:Уставка R <		1.0 кОм до 80.0 кОм	40.0 кОм
_:17341:6	РотЗЗ1-3ГцR<1: Задержка срабаты-вания		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
РотЗЗ1-3ГцR<2				
_:17342:1	РотЗЗ1-3ГцR<2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17342:2	РотЗЗ1-3ГцR<2: Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17342:3	РотЗЗ1-3ГцR<2:Уставка R <		1.0 кОм до 80.0 кОм	5.0 кОм
_:17342:6	РотЗЗ1-3ГцR<2: Задержка срабаты-вания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.44.4.4 Список сообщений

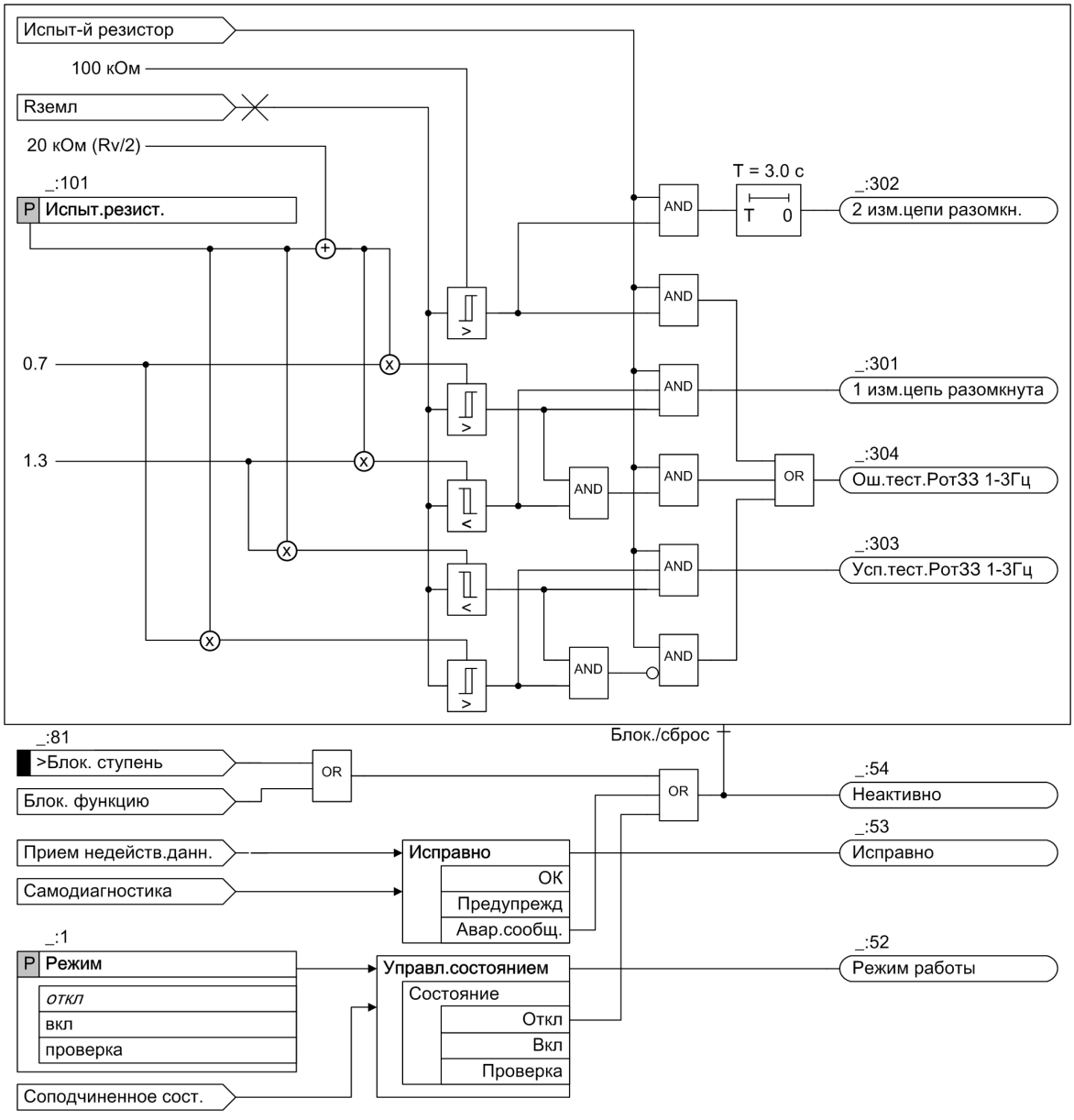
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РотЗЗ1-3ГцR<1			
_:17341:81	РотЗЗ1-3ГцR<1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17341:54	РотЗЗ1-3ГцR<1:Неактивно	SPS	O
_:17341:52	РотЗЗ1-3ГцR<1:Режим работы	ENS	O
_:17341:53	РотЗЗ1-3ГцR<1:Статус исправности	ENS	O
_:17341:55	РотЗЗ1-3ГцR<1:Пуск	ACD	O
_:17341:56	РотЗЗ1-3ГцR<1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17341:57	РотЗЗ1-3ГцR<1:Работа	ACT	O
РотЗЗ1-3ГцR<2			
_:17342:81	РотЗЗ1-3ГцR<2:>Блок. ступень	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:17342:54	Рот331-3ГцR<2:Неактивно	SPS	O
_:17342:52	Рот331-3ГцR<2:Режим работы	ENS	O
_:17342:53	Рот331-3ГцR<2:Статус исправности	ENS	O
_:17342:55	Рот331-3ГцR<2:Пуск	ACD	O
_:17342:56	Рот331-3ГцR<2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17342:57	Рот331-3ГцR<2:Работа	ACT	O

6.44.5 Тестовая ступень

6.44.5.1 Описание ступени

Логика ступени



[lo_RGF 1-3 Hz stage test, 2, ru_RU]

Рисунок 6-370 Логическая схема тестовой ступени

Функции мониторинга

При каждом изменении полярности определяется зарядный ток емкости заземления. При значительном падении тока в измерительной цепи, помимо других неисправностей, обнаруживаются повреждения, такие как обрыв провода или отсутствие контакта щетки. Это возможно только в том случае, если емкость заземления достаточно высока (> 0,15 мкФ), а помехи, возникающие в системе возбуждения, являются достаточно низкими.

В качестве альтернативы, в функции защиты предусмотрена внешняя проверка с использованием испытательного резистора. Этот тестовый резистор входит в последовательный резистор 7XR6004.

Режим тестирования активируется через дискретный вход, а затем путем подключения внешнего реле испытательного резистора к контактному кольцу. Тестовый резистор должен сообщать данные функции защиты. Функция защиты выдает результаты тестирования с помощью соответствующих сообщений. Она также может фиксировать односторонний обрыв, например, в случае обрыва провода или ослабленного соединительного зажима.

Логика работы показана в *Рисунок 6-370*.

6.44.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Испыт.резист.

- Уставка по умолчанию **(_:101) Испыт.резист.** = ***3,3 кОм***

  Этот тестовый резистор представлен в последовательном резисторе 7XR6004. Если используется другой тестовый резистор, отрегулируйте параметр **Испыт.резист.**.

6.44.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
РотЗЗ1-3ГцТст#				
_:1	РотЗЗ1-3ГцТст#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	РотЗЗ1-3ГцТст#:Испыт. резист.		1.0 кОм до 10.0 кОм	3.3 кОм

6.44.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РотЗЗ1-3ГцТст#			
_:81	РотЗЗ1-3ГцТст#:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	РотЗЗ1-3ГцТст#:Неактивно	SPS	O
_:52	РотЗЗ1-3ГцТст#:Режим работы	ENS	O
_:53	РотЗЗ1-3ГцТст#:Статус исправности	ENS	O
_:301	РотЗЗ1-3ГцТст#:1 изм.цепь разомкнута	SPS	O
_:302	РотЗЗ1-3ГцТст#:2 изм.цепи разомкн.	SPS	O
_:303	РотЗЗ1-3ГцТст#:Усп.тест.РотЗЗ 1-3Гц	SPS	O
_:304	РотЗЗ1-3ГцТст#:Ош.тест.РотЗЗ 1-3Гц	SPS	O

6.45 Внешнее отключение с пофазным пуском

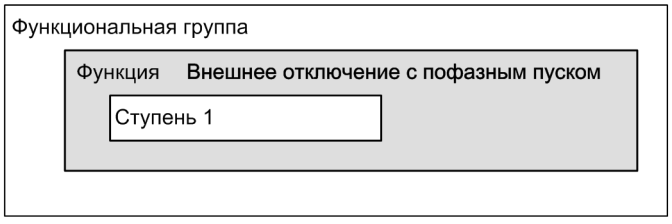
6.45.1 Обзор функции

Функция **Внешнее отключение**:

- Обрабатывает любые сигналы от внешних устройств защиты или устройств управления
- Позволяет интегрировать любые сигналы от внешнего защитного оборудования при обработке входных сообщений, например от реле газовой защиты или от защит от замыканий на землю
- Обеспечивает прямое отключение выключателя при взаимодействии с функцией защиты шин
- Обеспечивает прямое отключение выключателя в случае отказа выключателя на другом конце линии

6.45.2 Структура функции

Функция **Внешнее отключение** имеет одну ступень. Функцию **Внешнее отключение** можно использовать в DIGSI 5 несколько раз.

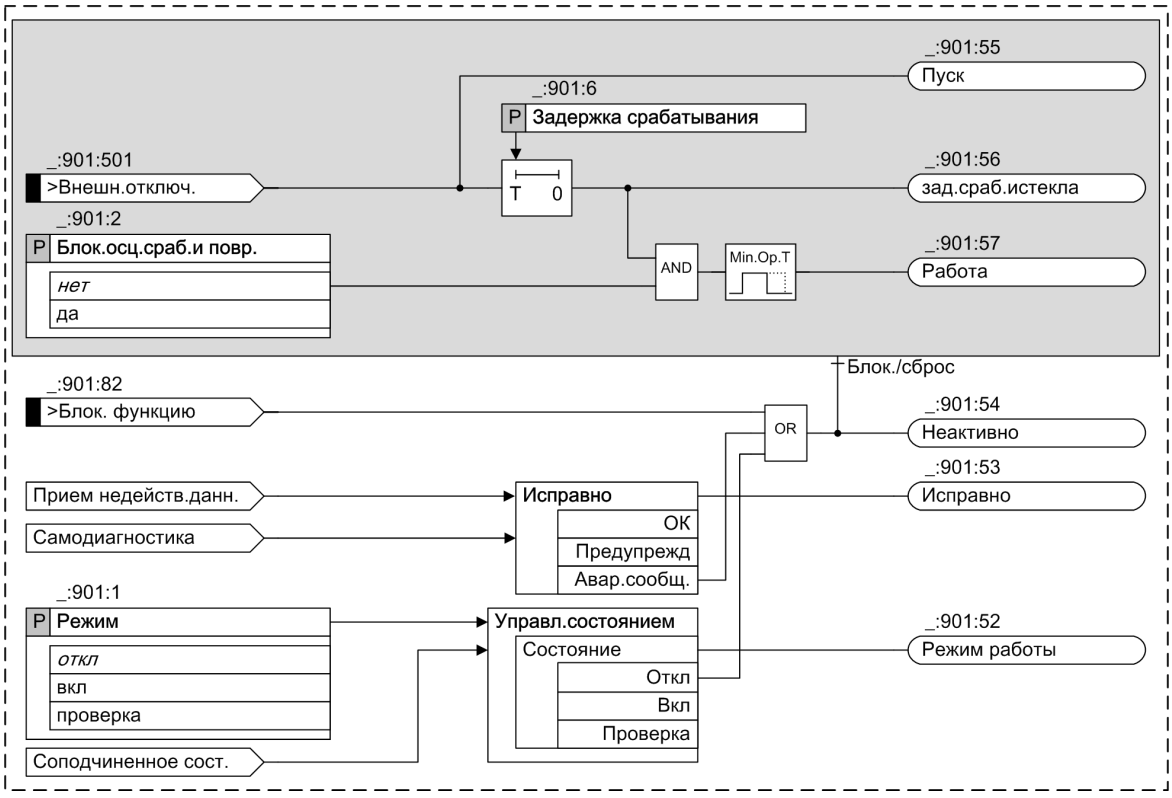


[dwstrext-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-371 Структура функции

6.45.3 Описание ступени

Логическая схема ступени



[lotrip3p-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-372 Логическая схема внешней отключающей ступени

Входной дискретный сигнал >Внешнее отключение

Входной дискретный сигнал **>Внешн.отключ.** запускает **Пуск** и **Задержка срабатывания**.

Блокировка ступени

Ступень можно переключить в нерабочий режим с помощью ряда сигналов. В случае, если во время пуска ступени приходит сигнал блокировки, произойдет немедленный возврат ступени. Команда отключения, однако, будет присутствовать в течении минимального времени срабатывания **(_:102) Мин. время сраб.**.

6.45.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:901:6) Задержка срабатывания** = *0,05 с*

Данная уставка **Задержка срабатывания** должна задаваться для конкретного применения. По истечении выдержки времени **Задержка срабатывания** выдается сообщение о наборе выдержки времени и выдаче сигнала на отключение. Время воздействия сигнала пуска, а также регулируемое минимальное время команды отключения определяет продолжительность сигнала **Работа**.

6.45.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:901:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:901:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:901:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.05 с

6.45.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:901:82	Ступень 1:>Блок. функцию	SPS	I
_:901:501	Ступень 1:>Внешн.отключ.	SPS	I
_:901:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:901:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:901:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:901:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:901:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:901:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.46 Защита от выпадения из синхронизма (асинхронного хода)

6.46.1 Обзор функций

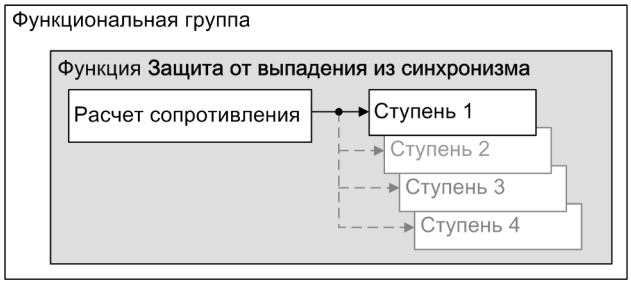
Защита от асинхронного хода (ANSI 78)

- Определяет асинхронный ход (асинхронный режим) между машинами и энергосистемой и между энергосистемами
- Защищает генераторы от недопустимых электромеханических воздействий
- Предупреждает повреждения и недопустимый износ оборудования
- Обеспечивает устойчивость всей энергосистемы путем ее разделения
- Подходит для интеграции в более комплексные автоматические операции мониторинга энергосистемы и отключений
- В качестве основной функции применяется для крупных блоков электростанций
- Используется в защите энергосистем для селективного отключения в случае качаний мощности

6.46.2 Структура функции

Защита от асинхронного хода предварительно сконфигурирована производителем с одной ступенью. В функции максимум 4 ступени могут работать одновременно (см. *Рисунок 6-373*). Все зоны сконфигурированы идентично.

Защита от асинхронного хода содержится в функциональной группе с, по крайней мере, 3 входами напряжения и тока. Защищаемым объектом может быть линия или блок электростанции (генератор с силовым трансформатором).



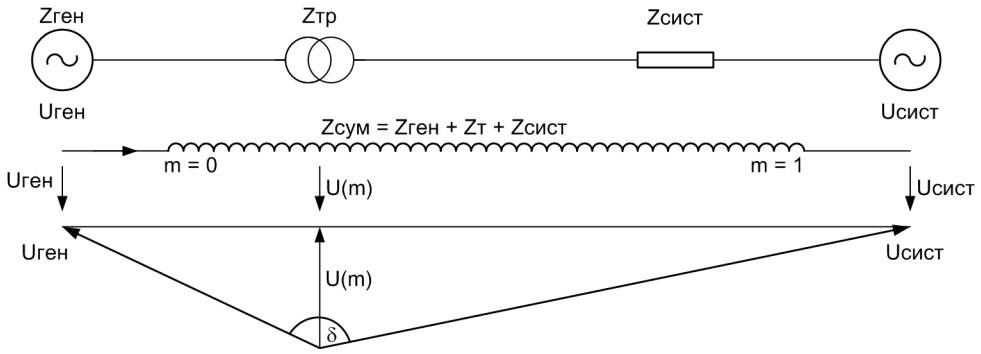
[dwoosstr-190912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-373 Структура функции

6.46.3 Описание зоны

Принцип измерения защиты от выпадения из синхронизма

Функция защиты от асинхронного хода работает на основе измерения полного сопротивления и истории вектора полного сопротивления. С этой целью используется упрощенная 2-машинная модель на следующем рисунке. На левой половине рисунка показан генератор с напряжением возбуждения $U_{ген}$. Полные сопротивления — полное сопротивление генератора $Z_Г$, полное сопротивление трансформатора $Z_Т$ и полное сопротивление системы $Z_{СИСТ}$ — находятся между двумя источниками. Энергосистема с напряжением $U_{СИСТ}$ показана как резервная электрическая машина справа.



[dwmodlpe-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-374 Двухмашинная модель для объяснения качания мощности

Точка измерения m разделяет суммарное полное сопротивление на 2 полных сопротивления m· $Z_{сумм}$ и (1-m)· $Z_{сумм}$. Для значения полного сопротивления в точке измерений m справедливо следующее:

$$\underline{Z}(ТИ) = \frac{\underline{U}(ТИ)}{\underline{I}(ТИ)}$$

[foimpdnz-170309-01.tif, 1, ru_RU]

Ток I не зависит от точки измерения m:

$$\underline{I}(ТИ) = \underline{I} = \frac{\underline{U}_{ген} - \underline{U}_{сист}}{\underline{Z}_{сум.}}$$

[fostroms-170309-01.tif, 1, ru_RU]

Напряжение U в точке измерения m вычисляется для:

$$\underline{U}(ТИ) = \underline{U}_{ген} - (m \cdot \underline{Z}_{сум.} \cdot \underline{I})$$

[fospanng-170309-01.tif, 1, ru_RU]

В сочетании с

$$\underline{U}_{ген} = U_{ген} \cdot e^{j\delta_G} \qquad \underline{U}_{сист} = U_{сист} \cdot e^{j\delta_N} \qquad \delta = \delta_{ген} - \delta_{сист}$$

[foumesor-170309-01.tif, 1, ru_RU]

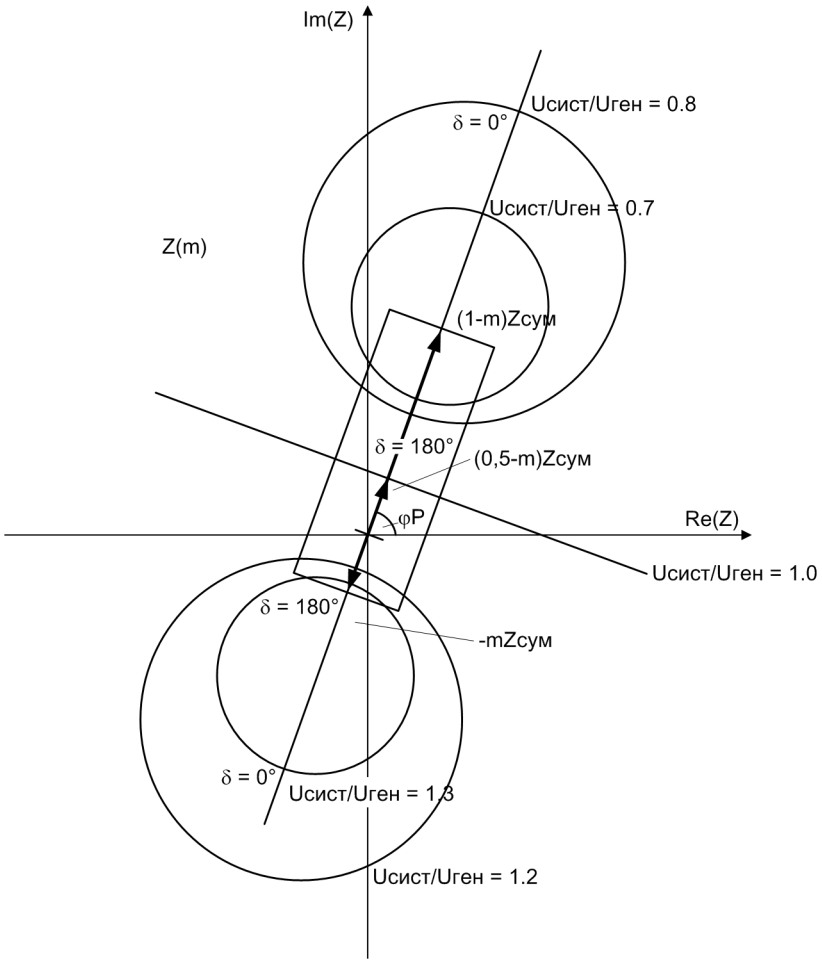
данными получается формула:

$$\underline{Z}(ТИ) = \left[\frac{1}{1 - \frac{U_{сист}}{U_{ген}} \cdot e^{-j\delta}} - ТИ \right] \cdot \underline{Z}_{сум.}$$

[fozmesrt-170309-01.tif, 1, ru_RU]

Угол δ — это угол между напряжением генератора и напряжением энергосистемы. В нормальном режиме величина этого угла зависит от профиля нагрузки и относительно постоянна. Наоборот, если возникает событие выпадения из синхронизма, угол начинает постоянно изменяться и принимает все значения от 0° до 360°. *Рисунок 6-375* демонстрирует процесс сопротивления в точке измерения m в соответствии с упомянутой выше формулой. Начало отсчета соответствует точке, в которой установлено устройство защиты (вместо точки измерения трансформатора напряжения). Если отношение $U_{СИСТ}/U_G$ постоянное, а угол δ переменный, круговая диаграмма будет представлять из себя набор кругов. Центр и радиус определяются соотношением $U_{СИСТ}/U_G$. Все центры кругов расположены на одной оси, определенной направлением $Z_{сумм}$. Значения максимального и минимального полного сопротивления являются результатом 2 крайних значений δ = 0° и δ = 180°. Если точка измерения

совпадает непосредственно с фазовым центром системы, измеряемое напряжение и, таким образом, рабочее полное сопротивление равны 0 под углом δ = 180°.



[dwzverla-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-375 Траектории полного сопротивления для различных условий напряжения

Метод измерения полного сопротивления

Основные компоненты определяются из фазных напряжений и фазных токов, они являются основанием для вычисления векторных величин прямой последовательности. Векторные величины прямой последовательности являются основанием для вычисления полного сопротивления.

Особые случаи:

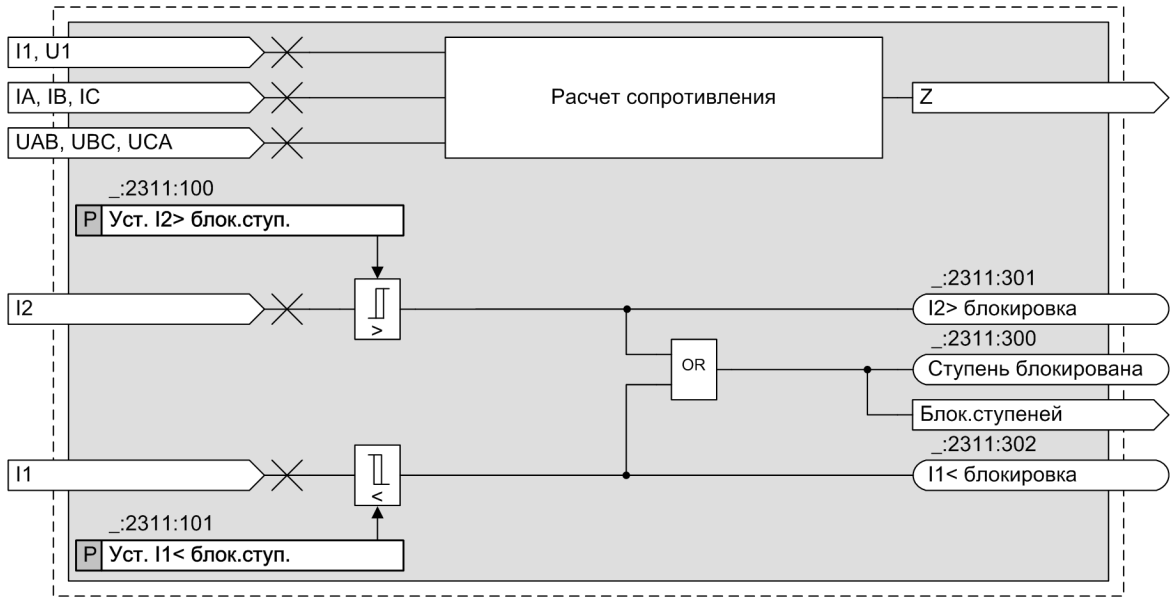
- Если во время качаний возникает несимметричное повреждение, ступень (ступени) блокируется (блокируются).
- Если обнаруживается отключенный полюс выключателя, сопротивление неповрежденного контура вычисляется временно.

Обнаружение асинхронного хода работает, когда ток прямой последовательности достаточной высокий. Если ток падает ниже регулируемого порога тока прямой последовательности **`Уст. I1< блок.ступ.`**, ступень (ступени) блокируется (блокируются).

Характеристики в случае несимметричных повреждений

Во избежание излишнего срабатывания защиты от выпадения из синхронизма в случае несимметричных повреждений (например, при КЗ), анализируется ток обратной последовательности. Если ток обратной последовательности превышает уставку пуска **`Уст. I2> блок.ступ.`**, зоны для обнару-

жения выпадения из синхронизма блокируются. *Рисунок 6-376* частично иллюстрирует логику и входные значения для вычисления полного сопротивления.



[lo0imped_7um-120814-01.tif, 1, ru_RU]

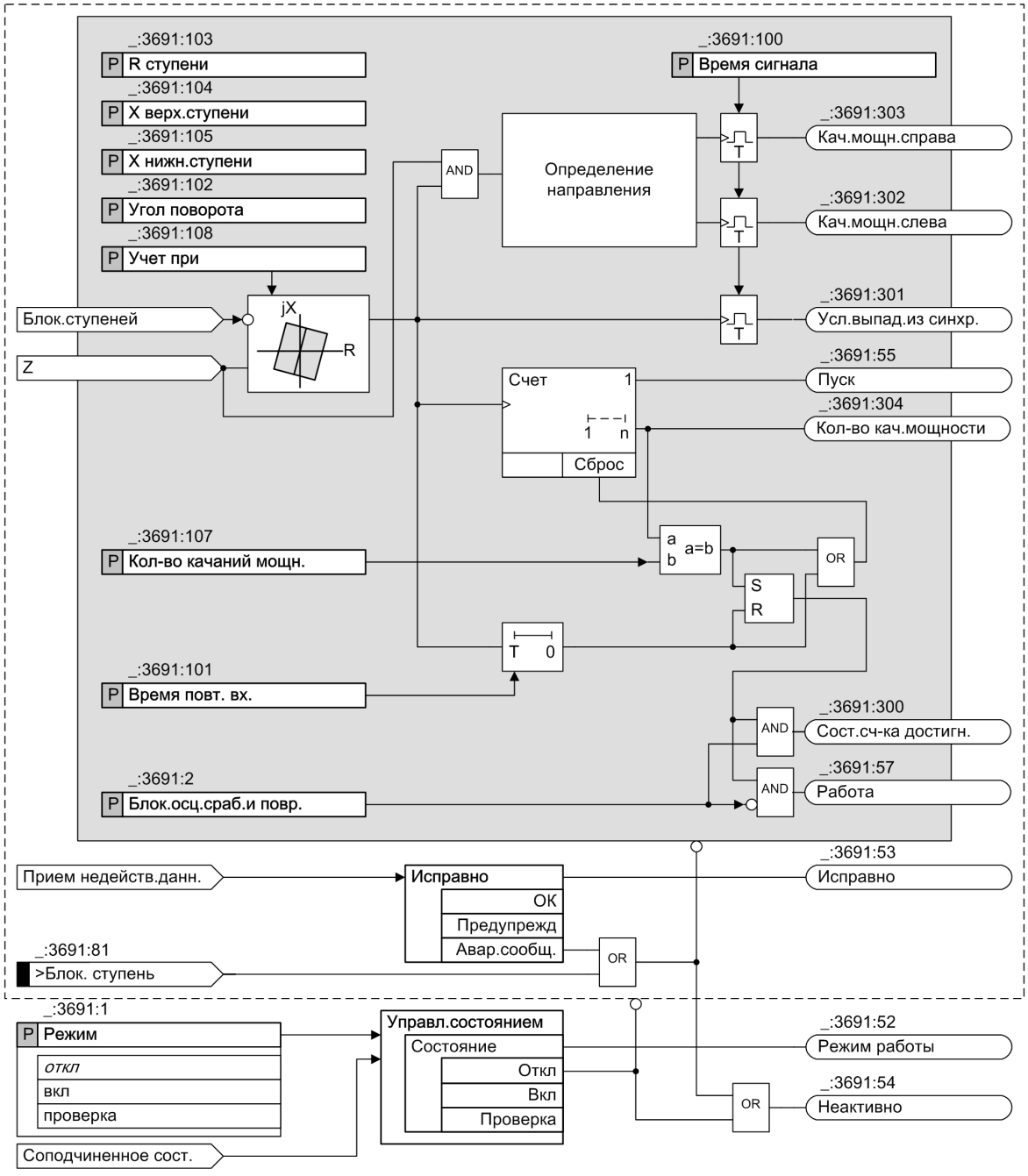
Рисунок 6-376 Измерение полного сопротивления и контроль токов прямой и обратной последовательности

Определение выпадения из синхронизма/основная логическая схема

На *Рисунок 6-377* показана основная логическая схема. Цикличность вектора полного сопротивления прямой последовательности по установленной ступени сопротивления контролируется и вычисляется. Счетчик качаний мощности выполняет отсчет в зависимости от настройки уставки **(_:3691:108) Учет при**. О каждом приращении счетчика сигнализируется. Длительность сигнала можно настроить с помощью уставки **(_:3691:100) Время сигнала**. Команда отключения выдается, когда после приращения счетчика будет достигнуто состояние (уставка **(_:3691:107) Кол-во качаний мощн.**). Между каждым приращением счетчика функция проверяет наличие еще одного качания мощности в течение определенного времени (уставка **(_:3691:101) Время повт. вх.**). Если это не так, выполняется сброс счетчика. Основная логическая схема определяет направления качания мощности и выдает сообщение. В режиме генератора, например, качания попадают в ступень справа.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вектор полного сопротивления проходит прямыми линиями, которые можно настроить используя уставки **X верх.ступени** или **X нижн.ступени**, направление качания мощности не определяется. Поскольку определение направления координируется уставкой **Учет при**, вышеуказанное ограничение касается только уставок ***запись, вход влево*** и ***вход вправо***.

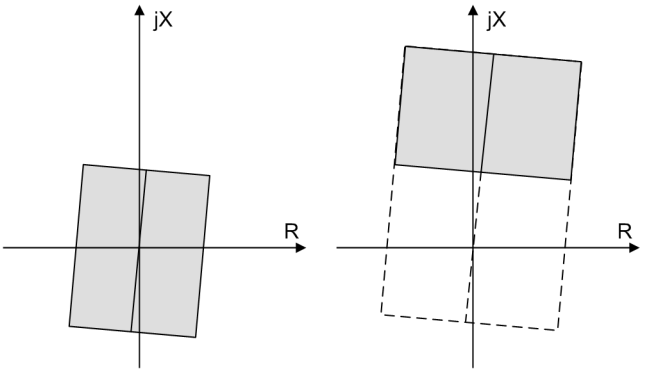


[loostzon-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-377 Логическая схема ступени защиты

Зона полного сопротивления (кривая характеристики)

Вектор полного сопротивления в ступени сопротивления является важным критерием для состояния выпадения из синхронизма. Для выполнения различных применений активное и реактивное сопротивление свободно задаются. Параметр уставки сопротивления **`R ступени`** действует обратно воображаемой оси. Для реактивного сопротивления можно выбирать значение нижнего и верхнего задаваемого значения (**`X нижн.ступени`** и **`X верх.ступени`**). Ступень можно смещать в направлении X. *Рисунок 6-378* демонстрирует 2 возможных примера уставок. Для определения полного сопротивления энергосистемы (R, jX), ступень можно также повернуть на угол **`Угол поворота`**. Если для защиты энергосистемы используется несколько ступеней, они обычно чередуются.



[dwzonein-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-378 Уставка ступени

Счетчик качания мощности

Прохождение через ступень полного сопротивления является критерием для приращения счетчика качаний мощности. Используйте уставку (**Учет при**) для определения момента приращения счетчика. В зависимости от применения существуют различные опции выбора, доступные для этой уставки. Для защиты электрической машины отображаются только три опции выбора без зависимости от направления.

запись	Значение счетчика увеличивается при каждом входе в ступени.
вход влево	Значение счетчика увеличивается при каждом входе в ступени слева.
вход вправо	Значение счетчика увеличивается при каждом входе в ступени справа.
ось	Значение счетчика увеличивается при каждом пересечении средней ординаты ступени.
ось слева	Значение счетчика увеличивается при каждом пересечении средней ординаты ступени слева.
ось справа	Значение счетчика увеличивается при каждом пересечении средней ординаты ступени справа.
выход	Значение счетчика увеличивается при каждом выходе из ступени.
выход влево	Значение счетчика увеличивается при каждом выходе из ступени слева.
выход вправо	Значение счетчика увеличивается при каждом выходе из ступени справа.
	Во всех случаях вектор полного сопротивления должен вначале пересечь линию входа и среднюю ординату.

Рисунок 6-379 иллюстрирует выполнение подсчета для различных траекторий вектора полного сопротивления. 2 ступени показаны в качестве примера. В каждой ступени имеется свой счетчик.

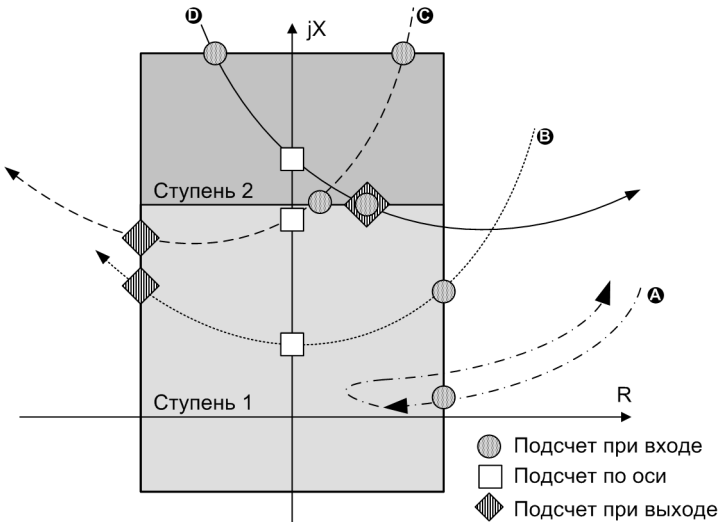
Показано 4 случая:

Случай A: Счетчик для зоны 1 выполняет приращение только, если для зоны 1 установлен параметр ***запись*** или ***вход вправо***.

Случай B: Счетчик для зоны 1 выполняет приращение. Время приращения зависит от уставок (***запись***, ***вход вправо***, ***ось***, ***ось справа***, ***выход***, ***выход влево***).

Случай C: Счетчик для зоны 2 выполняет приращение только, если для зоны 2 установлен параметр ***запись*** или ***вход вправо***. Счетчик для зоны 1 выполняет приращение. Время приращения зависит от уставок (***запись***, ***вход вправо***, ***ось***, ***ось справа***, ***выход***, ***выход влево***).

Случай D: Счетчик для зоны 1 выполняет приращение только, если для зоны 1 установлен параметр ***запись*** или ***вход вправо***. Счетчик для зоны 2 выполняет приращение. Время приращения зависит от уставок (***запись***, ***вход влево***, ***ось***, ***ось слева***, ***выход***, ***выход вправо***).

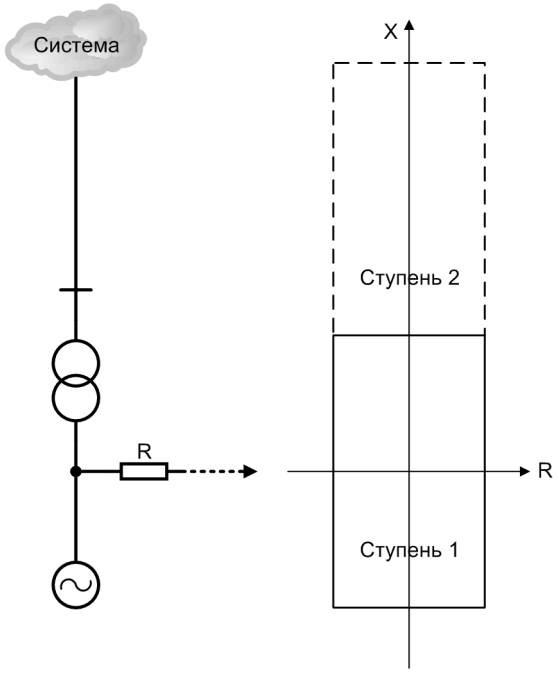


[dwerhzae-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-379 Возрастание значений счетчика качаний мощности для различных траекторий вектора полного сопротивления

6.46.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок (защита электрической машины)

Пояснение к уставке защиты приводится на примере электростанции. 1 зоны достаточно для защиты блока. Для обнаружения качания мощности в системе и запуска разделения системы используйте 2ю зону. Защита установлена между генератором и основным трансформатором. *Рисунок 6-380* показывает пример.



[dw_ost_7um_1-030614-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-380 Защита от выпадения из синхронизма для электростанции

Блокировка ступени

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:2311:100) Уст. I2> блок.ступ.** = *20* **%**

Уставка **Уст. I2> блок.ступ.** позволяет определить, при каком значении тока обратной последовательности, срабатывание при выпадении из синхронизма не выполняется. Ток обратной последовательности возникает при ассиметричных повреждениях и при разомкнутом положении полюса. При этом отключение из-за выпадения из синхронизма не должно происходить. Качания мощности, как правило, представляют собой симметричный процесс. В большинстве случаев возможно использовать задаваемое значение уставки, равное ***20 %***.

Если ожидаемая частота качаний больше 7 Гц, Siemens рекомендует увеличить задаваемое значение уставки до 40-45 %.

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:2311:101) Уст. I1< блок.ступ.** = ***20 %***

Если ток прямой последовательности падает ниже порогового значения, также выполняется блокировка зоны. Если ток прямой последовательности превышает пороговое значение, зона активна. Siemens рекомендует использовать пороговое значение 20 %.

Уставка зоны

В данном примере уставки защиты задаются как вторичные значения. Для этого преобразуйте значения первичного полного сопротивления в значения вторичного полного сопротивления. Обратите внимание на то, что перевичные данные, необходимые для защиты генератора, часто указываются в именованных величинах. Преобразование значений выполняется следующим образом:

$$X_d' = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot I_{ном}} \cdot x_d' \cdot \frac{K_I}{K_U}$$

[fo_ost_7um_1-030614-01, 1, ru_RU]

X_d'	Переходное реактивное сопротивление генератора
x_d'	Относительное переходное реактивное сопротивление
$U_{ном.}$	Первичное номинальное напряжение генератора
$I_{ном}$	Первичный номинальный ток генератора
K_I	Коэффициент трансформации ТТ
K_U	Коэффициент трансформации трансформатора напряжения

В зависимости от типа генератора и вторичного номинального тока, получаем зоны реактивного сопротивления, указанные в следующей таблице. Величина вторичного номинального напряжения равна $U_{ном}$ = 100 В и $U_{ном}$ = 120 В.

Таблица 6-22 Переходные реактивные сопротивления генератора относительно вторичной цепи

Тип генератора	**x_d'**	**X_d' $U_{ном}$ = 100 В $I_{ном}$ = 1 А**	**X_d' $U_{ном}$ = 120 В $I_{ном}$ = 1 А**	**X_d' $U_{ном}$ = 100 В $I_{ном}$ = 5 А**	**X_d' $U_{ном}$ = 120 В $I_{ном}$ = 5 А**
Неявнополюсный ротор	от 0,13 до 0,35	от 7,5 до 20,2 Ом	от 9,4 до 24,3 Ом	от 1,5 до 4,0 Ом	от 1,9 до 4,9 Ом
Явнополюсный ротор	от 0,20 до 0,45	от 11,5 до 26,0 Ом	от 13,9 до 31,2 Ом	от 2,3 до 5,2 Ом	от 2,8 до 6,2 Ом

Для упрощения процесса для определения полного сопротивления трансформатора используется напряжение короткого замыкания. Для определения вторичного значения можно использовать следующие отношения:

$$X_{кз\ перв.} = \frac{U_{sc}}{\sqrt{3} \cdot I_{ном}} \cdot \frac{u_{кз} \cdot U_{ном}}{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I_{ном}} = \frac{u_{кз} \cdot U_{ном}^2}{100 \cdot S_{ном}}$$

[fo_ost_7um_2-030614-01, 1, ru_RU]

$$X_{кз} = X_{кз\ перв.} \cdot \frac{K_I}{K_U}$$

[fo_ost_7um_3-030614-01, 1, ru_RU]

Следующая таблица содержит примеры вторичных значений, применимые к типовым трансформаторам.

Таблица 6-23 Сопротивление повреждения трансформаторов относительно вторичной цепи

Тип трансформатора	$v_{кз}$	$X_{кз}$ $V_{ном}$ = 100 В $I_{ном}$ = 1 А	$X_{кз}$ $V_{ном}$ = 120 В $I_{ном}$ = 1 А	$X_{кз}$ $V_{ном}$ = 100 В $I_{ном}$ = 5 А	$X_{кз}$ $V_{ном}$ = 120 В $I_{ном}$ = 5 А
Блочный трансформатор	от 8 % до 13 %	от 4,6 до 7,5 Ом	от 5,5 до 9,0 Ом	от 0,9 до 1,5 Ом	от 1,1 до 1,8 Ом
Общие данные	от 3 % до 16 %	от 1,7 до 9,2 Ом	от 2,1 до 11,1 Ом	от 0,3 до 1,8 Ом	от 0,4 до 2,2 Ом

- Значение уставки по умолчанию **_:3691:104Ступень 1X верх.ступени** = ***3,6 Ом***

Пример:

Данные трансформатора:

$v_{кз}$ = 7 %

S_r = 5,3 MBA

$U_{ном.}$ = 6,3 кВ

Коэффициенты трансформации:

Трансформатор тока R_I = 500 A/1 A

Трансформатор напряжения $K_U = \frac{6300\ В/(\sqrt{3})}{100\ В/(\sqrt{3})}$

Полное сопротивление трансформатора вычисляется из следующего:

$$X_{кз} = \frac{u_{кз} \cdot U_{ном}{}^2}{100 \cdot S_{ном}} \cdot \frac{K_I}{K_U} = \frac{7}{100} \cdot \frac{(6.3 \cdot 10^3)^2}{5.3 \cdot 10^6} \cdot \frac{500/1}{(6.3 \cdot 10^3)/100} = 4.2\ Ом$$

[fo_ost_7um_5-030614-01, 1, ru_RU]

Результирующее задаваемое значение для выбранного диапазона 85 % составляет: 0,85 * 4,2 Ом = 3,6 Ом.

- Уставка по умолчанию **_:3691:105Ступень 1X нижн.ступени** = ***12 Ом***

Уставка **X нижн.ступени** позволяет установить охват нижнего значения X. Используйте реактивное сопротивление прямой оси генератора, чтобы задать нижнее значение для зоны 1. Используйте ненасыщенное значение.

Пример:

Данные генератора:

x_d' = 0,20

B_r = 6,3 кВ

$I_{ном}$ = 483 A

Коэффициенты трансформации:

Трансформатор тока R_I = 500 A/1 A

Трансформатор напряжения $K_U = \frac{6300\ В/(\sqrt{3})}{100\ В/(\sqrt{3})}$

Вторичное переходное реактивное сопротивление по продольной оси вычисляется следующим образом:

$$X_d' = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot I_{ном}} \cdot x_d' \cdot \frac{K_I}{K_U}$$

[fo_ost_7um_1-030614-01, 1, ru_RU]

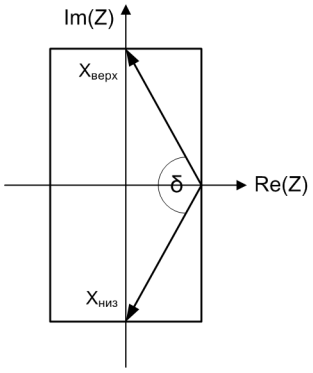
$$X_d' = \frac{6.3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 483} \cdot 0.20 \cdot \frac{500/1}{(6.3 \cdot 10^3)/100} = 12\ Ом$$

[fo_ost_7um_6-030614-01, 1, ru_RU]

- Значение параметра по умолчанию **_:3691:103Ступень 1R ступени** = ***4,5 Ом***

Параметр **R ступени** позволяет задать охват в направлении R. Вычисление сопротивление выполняется в зависимости от угла δ, для которого стабильность перехода больше не обеспечивается. Величина угла 120° считается типовым значением.

Более того, следует определить общее полное сопротивление. Данное полное сопротивление вычисляется в зависимости от переходного реактивного сопротивления по продольной оси, реактивного сопротивления трансформатора и реактивного сопротивления системы. Для упрощения расчетов, если используется зона 1, реактивное сопротивление зоны 1 можно использовать как общее реактивное сопротивление. Для вычисления сопротивления можно использовать коэффициент разности (см. *Рисунок 6-381*)



[dw_ost_7um_2-030614-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-381 Определение значения R

$$R = \frac{X_{верх} \cdot X_{низ}/2}{\tan(\delta/2)}$$

[fo_ost_7um_7-030614-01, 1, ru_RU]

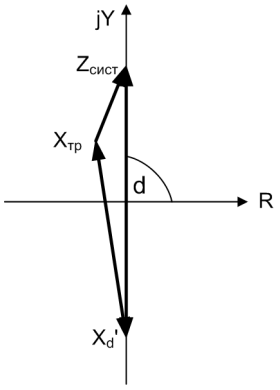
когда δ= 120°

$R = 0{,}289\ (X_{верх} + X_{ниж})$

Если используется только зона 1, результирующее общее сопротивление вычисляется следующим образом: $Z_{сумм} = X_d' + 0.85\ X_{Tr}$ =12 Ω + 3,6 Ω = 15,6 Ω. Для параметра **R ступени** задаваемое значение равно 0,289 * 15,6ОмΩ = 4,5 Ом.

- Уставка по умолчанию **(_:3691:102) Угол поворота** = ***90***

С помощью параметра **Угол поворота** можно определить поворот зоны. Угол задается, в основном, полным сопротивлением энергосистемы. Добавьте все значения полного сопротивления вместе и вычислите угол (см. *Рисунок 6-382*)



[dw_ost_7um_3-030614-01, 1, ru_RU]

Рисунок 6-382 Вычисление угла поворота

Если используется только зона 1, величина угла составляет 90°, поскольку полное сопротивление энергосистемы не учитывается.

Подсчет качаний мощности

- Уставка по умолчанию **(_:3691:107) Кол-во качаний мощн.** = ***1***

Параметр **Кол-во качаний мощн.** указывает количество качаний мощности, после которого выполняется отключение. Уточните это значение у производителя генератора. Если вычисленные значения отсутствуют, Siemens рекомендует использовать уставку, равную 1 (не больше 2). Не следует задавать более высокие значения выдержки при возникновении качаний мощности в блоке, так как частота качаний мощности часто возрастает, увеличивая, тем самым, нагрузку на машину.

Качания мощности с центром качания мощности на стороне системы менее критичны и могут допускать большее количество проходов. Таким образом, в зоне 2 (см. *Рисунок 6-380*) для количества можно задать значение 4.

- Уставка по умолчанию **(_:3691:108) Учет при** = ***выход***

Используйте параметр **Учет при** для определения момента приращения счетчика. Для защиты генератора Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Уставка элементов функции времени

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:3691:101) Время повт. вх.** = ***20 с***

Используйте параметр **Время повт. вх.** для определения условия сброса счетчика. Если счетчик увеличил свое значение, и если новых циклов качаний не произошло, счетчик качаний сбрасывается на 0. Учитывая медленные качания мощности с частотой 0,2 Гц (соответствует продолжительности 5 с) задаваемое значение в 20 с обеспечивает достаточную надежность.

- Рекомендованное задаваемое значение **(_:3691:100) Время сигнала** = ***0,05 с***

Используйте параметр **Время сигнала** для определения того, насколько долго присутствует дискретное сообщение (увеличение или направление качаний), например на контакте. Время зависит от скорости последующих единиц оценки. Значение между 50 мс и 100 мс является достаточным для дальнейшей обработки.

6.46.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Уст. I1< блок.ступ.		10 % до 400 %	20 %
_:2311:100	Общие данные:Уст. I2> блок.ступ.		5 % до 500 %	20 %
Ступень 1				
_:3691:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3691:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3691:103	Ступень 1:R ступени	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	10.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.000 Ом
_:3691:104	Ступень 1:X верх.ступени	1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	10.000 Ом
		5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	2.000 Ом
_:3691:105	Ступень 1:X нижн.ступени	1 A	-600.000 Ом до 600.000 Ом	-10000 Ом
		5 A	-120.000 Ом до 120.000 Ом	-2000 Ом
_:3691:102	Ступень 1:Угол поворота		60.0 ° до 90.0 °	90.0 °
_:3691:108	Ступень 1:Учет при		• выход • ось • запись • выход влево • выход вправо • ось слева • ось справа • вход влево • вход вправо	выход
_:3691:107	Ступень 1:Кол-во качаний мощн.		1 до 20	1
_:3691:101	Ступень 1:Время повт. вх.		0.00 с до 60.00 с	20.00 с
_:3691:100	Ступень 1:Время сигнала		0.00 с до 60.00 с	0.05 с

6.46.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Ступень блокирована	SPS	O
_:2311:302	Общие данные:I1< блокировка	SPS	O
_:2311:301	Общие данные:I2> блокировка	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:3691:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:3691:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:3691:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:3691:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:3691:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:3691:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:3691:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
_:3691:300	Ступень 1:Сост.сч-ка достигн.	SPS	O
_:3691:301	Ступень 1:Усл.выпад.из синхр.	SPS	O
_:3691:302	Ступень 1:Кач.мощн.слева	SPS	O
_:3691:303	Ступень 1:Кач.мощн.справа	SPS	O
_:3691:304	Ступень 1:Кол-во кач.мощности	INS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

6.47 Обнаружение броска тока намагничивания

6.47.1 Обзор функций

Функция **Обнаружение броска тока намагничивания**:

- Распознает процессы броска тока намагничивания трансформаторов
- Формирует блокирующий сигнал для функций защиты, которые защищают трансформатор (защищаемый объект) или для защитных функций, которые подвержены нежелательному влиянию при включении трансформатора.
- Позволяет задать чувствительные уставки функций защиты

Следующие защитные функции анализируют блокирующий сигнал

- МТЗ, если она пускается при значениях меньше максимального броска тока намагничивания
- Защита обратной последовательности как чувствительная резервная защита трансформатора
- Дистанционная защита в части ступеней, охватывающих трансформатор

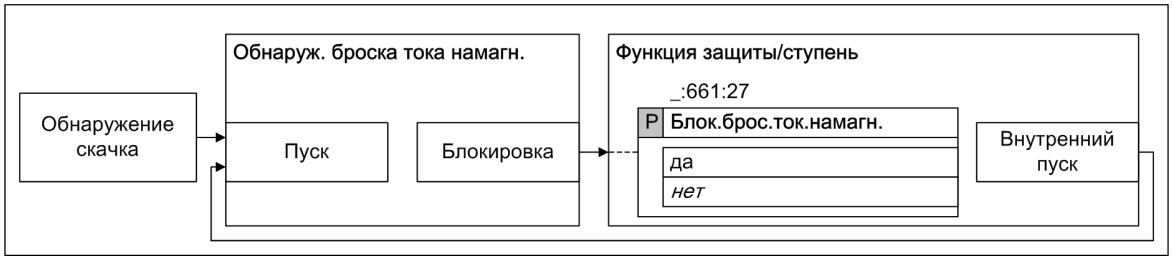
6.47.2 Структура функции

Функция **Обнаружение броска тока намагничивания** не является отдельной защитной функцией. В процессе подключения трансформатора, она передает блокирующий сигнал другим защитным функциям. Поэтому обнаружение пускового тока может быть выполнено той же группой функций, что и функции, предназначенный для блокировки.

Следующий рисунок показывает реализацию функций. Заданный параметр **`Блок.брос.ток.намагн.`** устанавливает связь между функциями обнаружения пускового тока и другими функциями, которые блокируются. Если параметр установлен на ***да***, подключение активно.

Обнаружение скачков или превышение порогового значения в блокируемой функции используются как запускающий сигнал для синхронизации внутренних методов измерения.

Обнаружение скачков реагирует на изменения тока. Превышение порогового значения распознается из-за внутреннего пуска защитной функции, которая блокируется.



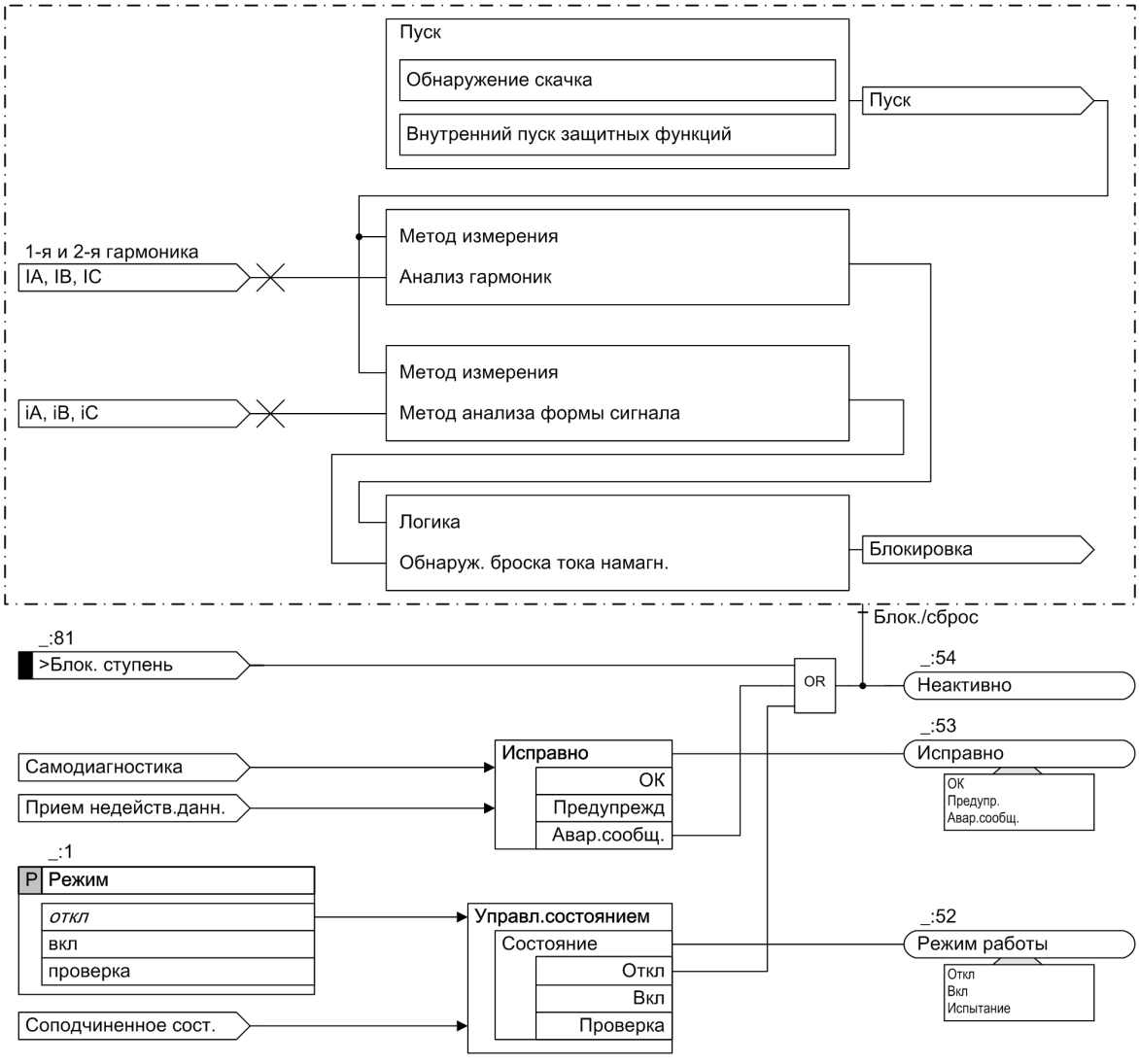
[dwirsh01-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-383 Структура функции

6.47.3 Описание функции

Функциональный блок **Обнаружение броска тока намагничивания** запускается при обнаружении скачка тока или пуска связанной функции (например, МТЗ), при этом срабатывание связанной функции тормозиться до выполнения алгоритма обнаружения БТН. Алгоритм использует 2 метода: **метод Анализа** гармонических составляющих и метод анализа **формы волны тока** (CWA). Оба метода работают параллельно и объединяются по схеме ИЛИ.

Если вы предпочитаете работать, используя только один метод, отключите другой метод с помощью параметров **`По 2 гарм.`** или **`По форме тока`**.



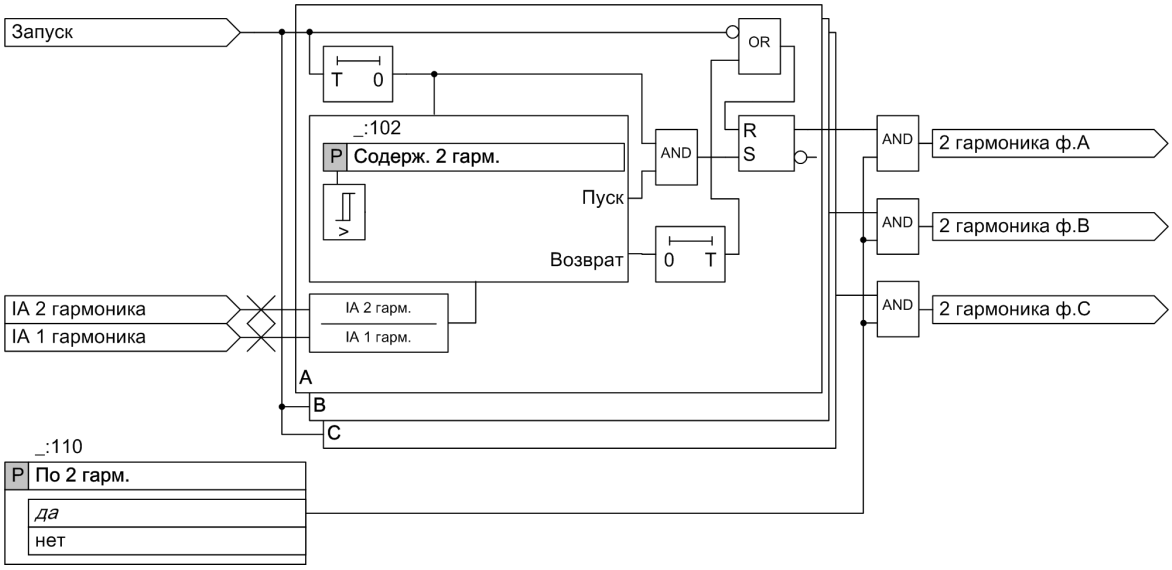
[loinru02-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-384 Базовая структура обнаружения броска тока намагничивания

Анализ гармоник

При этом методе измерения содержание второй гармоники и основной компонент (первой гармоники) определяются для каждого фазового тока I_A, I_B, и I_C и коэффициент $I_{\text{второй гармоники}} / I_{\text{первой гармоники}}$ формируется из этого. Если это отношение превышает заданную уставку, то выдается сигнал об обнаружении БТН с указанием соответствующей фазы

Если превышено 95 % порогового значения, это приводит к сбросу пуска (Коэффициент возврата = 0,95).

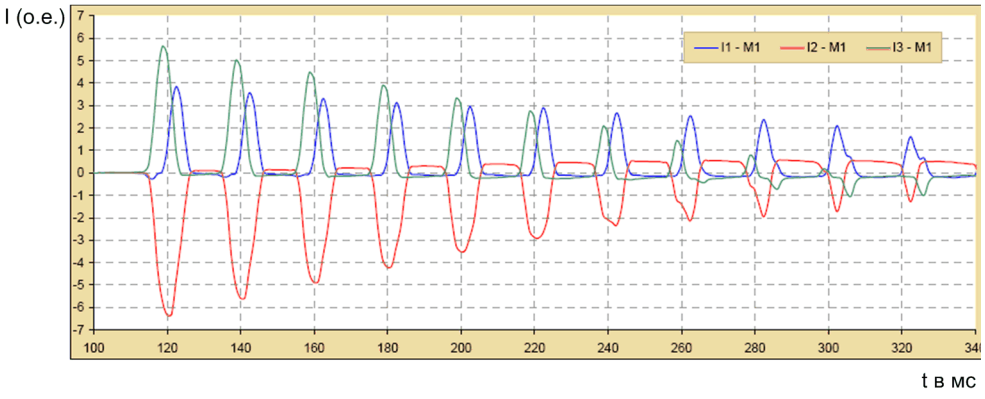


[loinru10-040912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-385 Логическая схема функции анализа гармоник (T=1 период)

Метод анализа формы волны тока (CWA)

Метод CWA работает на основе анализа формы волны фазных токов IA, IB, и IC. Если все 3 фазных тока содержат плоские участки осциллограммы в одно и то же время, подается сигнал обнаружения броска тока намагничивания. Этот сигнал используется для всех трех фаз одновременно. Следующий рисунок показывает характерные при БТН кривые фазных токов.



[dwinru03-240211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-386 Кривые фазных токов при броске тока намагничивания

Следующий рисунок показывает блок-схему метода CWA.

Метод использует рассчитанные действующие значение основной гармоники и мгновенные значения фазных токов.



[loinru05-240211-01.tif, 1, ru_RU]

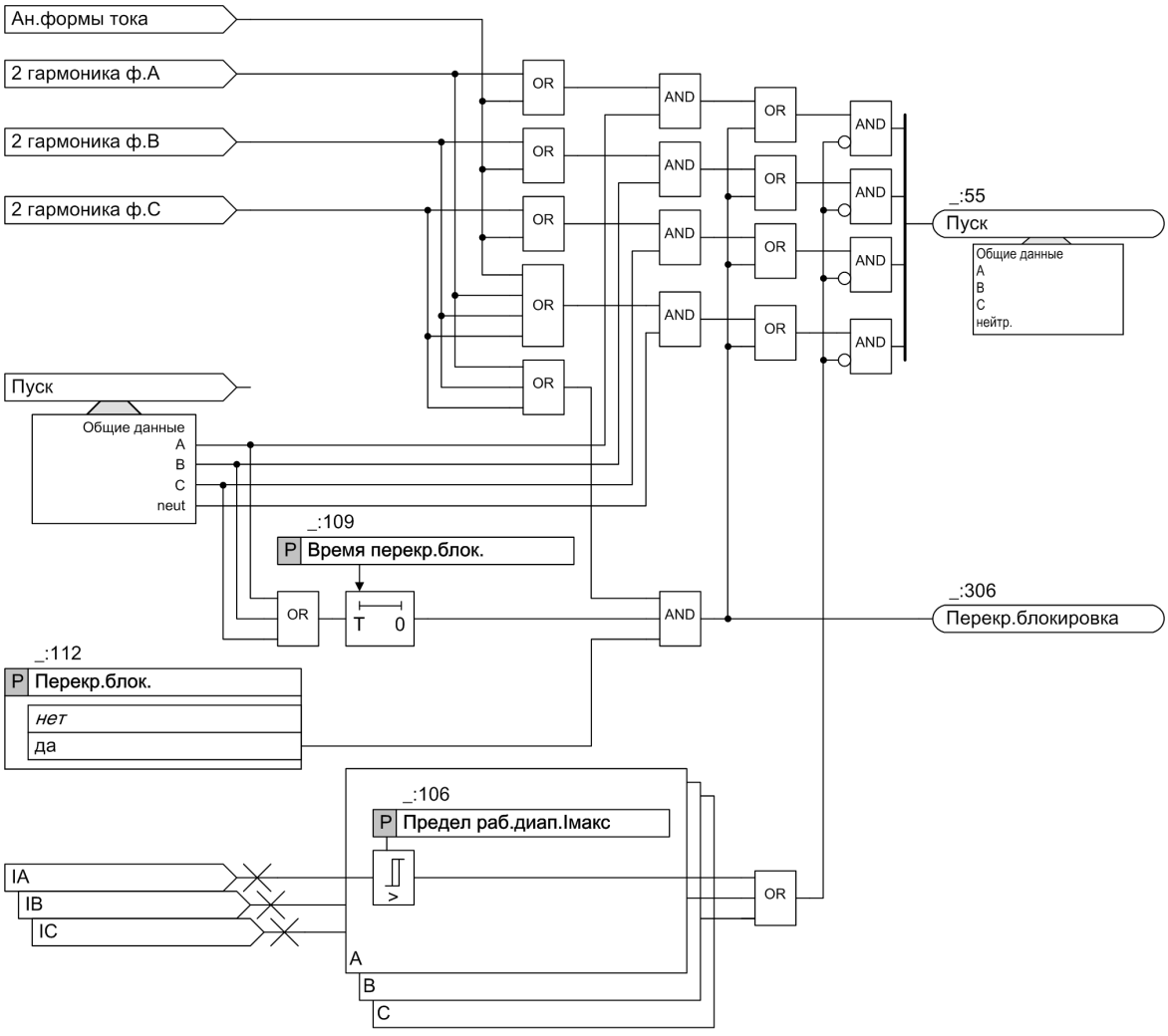
Рисунок 6-387 Логическая схема функции метода CWA (T=1 период)

Логическая схема обнаружения броска тока намагничивания

Следующая блок-схема показывает связь двух методов измерения: **Анализа гармоник** и **CWA**.

Функция перекрестного блокирования влияет на процесс **Анализа гармоник**. Если вы установили параметр **Перекр.блок.да**, индикатор блокировки для всех трех фазных токов и для измеренного или вычисленного тока нулевой последовательности ($I_{второй\ гармоники}$ / $I_{первой\ гармоники}$). Функция перекрестного блокирования работает через таймер. Установите параметр задержки времени на желаемую продолжительность с помощью параметра **Время перекр.блок.**.

Если фазный ток превышает максимально допустимый ток **Предел раб.диап.Iмакс**, обнаружение броска тока намагничивания будет заблокировано.



[loinru12-060912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-388 Логическая схема обнаружения броска тока намагничивания

6.47.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Предел раб.диап.Iмакс

- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Предел раб.диап.Iмакс** = ***7,5 A***

  С помощью параметра **Предел раб.диап.Iмакс** вы можете определить, при каком токе обнаружение броска тока намагничивания блокируется по внутреннему каналу. Установите значение больше, чем действующее значение максимального тока намагничивания трансформатора. Реальное значение в 7,5 раз превышает номинальный ток трансформатора.

Параметр: По форме тока

- Рекомендуемое значение уставки **(_:111) По форме тока** = ***да***

Значение параметра	Описание
да	**Процесс анализа формы кривой тока** активирован.
нет	**Процесс анализа формы кривой тока** деактивирован.

Параметр: По 2 гарм.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:110) По 2 гарм.** = ***да***

Значение параметра	Описание
да	Процесс **анализа гармоник** активирован
нет	Процесс **анализа гармоник** не активирован



ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что активирован хотя бы один процесс. Siemens рекомендует оставить рекомендуемые уставки.

Параметр: Содерж. 2 гарм.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Содерж. 2 гарм.** = ***15 %***

  С помощью параметра **Содерж. 2 гарм.** вы можете определить значение пуска функции анализа гармоник. Уставка 15% подходит для большинства трансформаторов.

Параметр: Перекр.блок.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:112) Перекр.блок.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Поскольку процесс анализа формы кривой тока работает параллельно обнаружению пускового тока, то по умолчанию функция не активирована.
да	Если определяется подфункция обнаружения броска тока намагничивания в ходе испытаний операций включения при вводе в эксплуатацию, установите параметр **Перекр.блок.** равным ***да***.

Параметр: Время перекр.блок.

- Уставка по умолчанию **(_:109) Время перекр.блок.** = ***0,06 с***

  Длительность блокировки вы определяете с помощью параметра **Время перекр.блок.**. Уставка по умолчанию ***0,06 с*** (около 3 периодов) проверяется на практике. Установите как можно более малое время и проверьте значение во время проверок при включении. Параметр **Время перекр.блок.** не активен при **Перекр.блок.** = ***нет***.

Параметр: Запуск регистр.ав.реж.

- Уставка по умолчанию **(_:114) Запуск регистр.ав.реж.** = ***да***

  Параметр **Запуск регистр.ав.реж.** позволяет определить, надо ли начинать запись повреждения после срабатывания обнаружения пускового тока. Доступны следующие настройки:

Значение параметра	Описание
нет	При пуске функции процесс записи осциллограмм не начинается.
да	При пуске начинается процесс записи осциллограмм. Когда функция защиты блокируется обнаружением пускового тока, запись повреждения запускается в любом случае.

6.47.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ОбнБроскаТока				
_:1	ОбнБроскаТока:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:106	ОбнБроскаТока:Предел раб.диап.Iмакс	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	7.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	37.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	7.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	37.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	7.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	37.500 A
_:111	ОбнБроскаТока:По форме тока		• нет • да	да
_:110	ОбнБроскаТока:По 2 гарм.		• нет • да	да
_:102	ОбнБроска-Тока:Содерж. 2 гарм.		10 % до 45 %	15 %
_:112	ОбнБроска-Тока:Перекр.блок.		• нет • да	нет
_:109	ОбнБроскаТока:Время перекр.блок.		0.03 с до 200.00 с	0.06 с
_:114	ОбнБроскаТока:Запуск регистр.ав.реж.		• нет • да	да

6.47.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ОбнБроскаТока			
_:81	ОбнБроскаТока:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	ОбнБроскаТока:Неактивно	SPS	O
_:52	ОбнБроскаТока:Режим работы	ENS	O
_:53	ОбнБроскаТока:Статус исправности	ENS	O
_:300	ОбнБроскаТока:2 гармоника ф.A	SPS	O
_:301	ОбнБроскаТока:2 гармоника ф.B	SPS	O
_:302	ОбнБроскаТока:2 гармоника ф.C	SPS	O
_:305	ОбнБроскаТока:Ан.формы тока	SPS	O
_:306	ОбнБроскаТока:Перекр.блокировка	SPS	O
_:55	ОбнБроскаТока:Пуск	ACD	O

6.48 Мгновенное отключение при больших токах

6.48.1 Обзор функций

Функция **Мгновенного отключения при больших токах** выполняет следующие задачи:

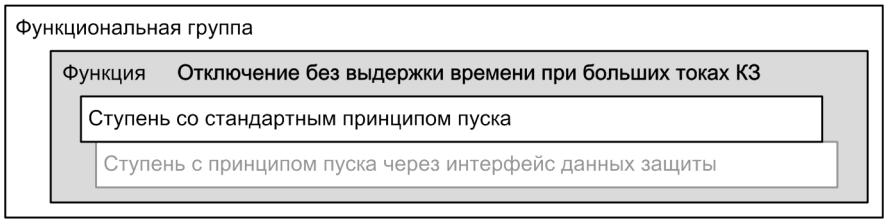
- Мгновенное отключение при включении на существующее повреждение, например, когда включен заземляющий нож.
- Мгновенное отключение при высоких значениях токов, превышающих уставку самой грубой ступени МТЗ.

6.48.2 Структура функции

Функция **Мгновенного отключения при высоких токах** имеет два различных типа характеристик:

- Ступень со стандартным принципом пуска
- Ступень с пуском через интерфейс данных защиты (данный вариант доступен только при наличии интерфейса данных защиты)

Ступень со стандартным принципом пуска, используется как предустановленная заводом-изготовителем.

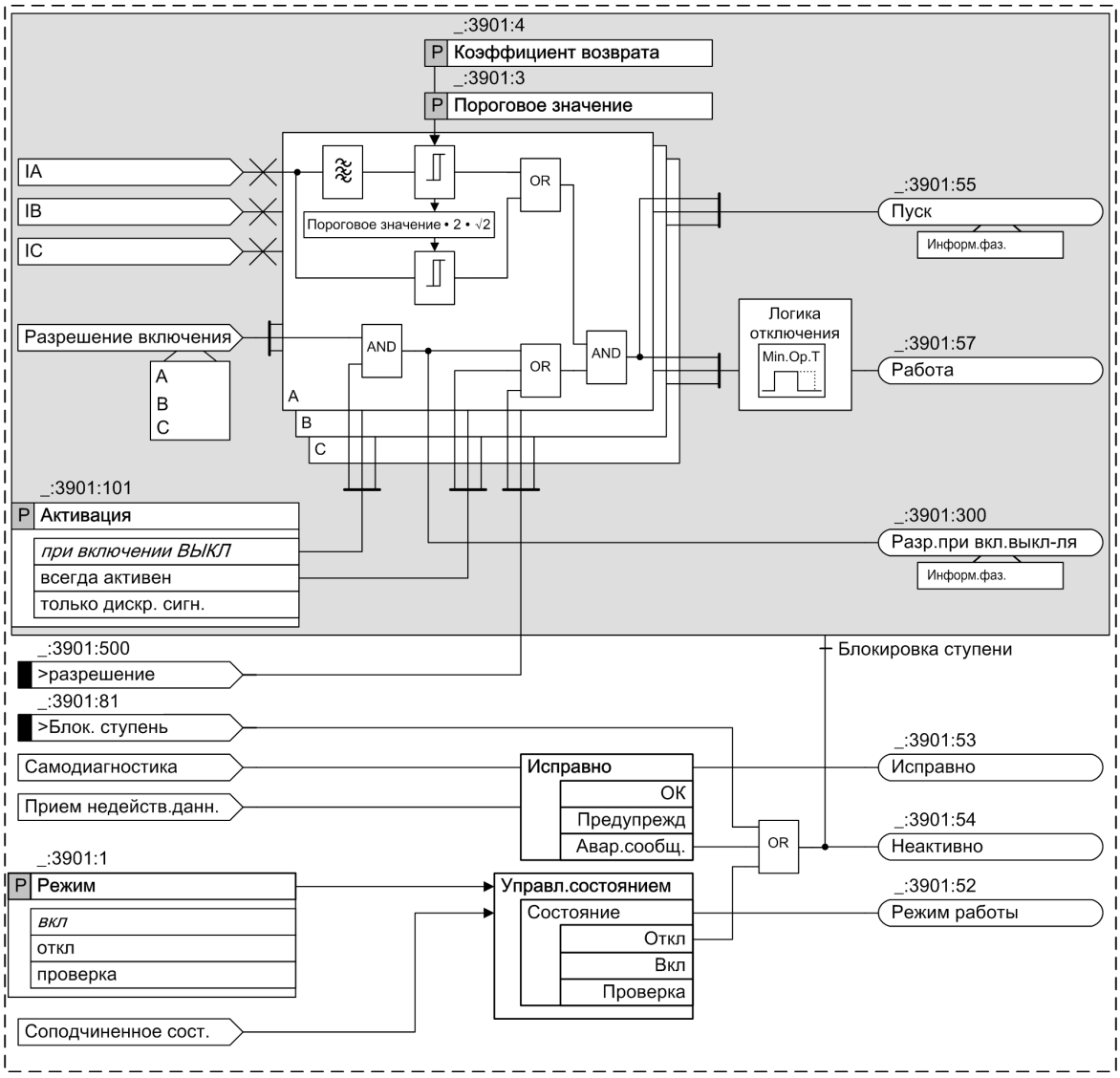


[dwihcstr-230211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-389 Структура/реализация функции

6.48.3 Стандартная процедура разрешения

Логика



[lo_hlore3, 2, ru_RU]

Рисунок 6-390 Логическая схема функции мгновенного отключения при больших токах со стандартным принципом пуска

Активация

С помощью параметра **Активация** можно задать условия пуска ступени.

- ***при включении ВЫКЛ***

Пуск ступени при данной уставке происходит при включении выключателя (перед этим выключатель был отключен) или при активации дискретного входа *>разрешение*. Способ формирования сигналов с использованием параметра *Разр.при вкл.выкл-ля* описан в разделе *5.7.6 Распознавание положения выключателя для дополнительных функций защиты*.

- ***всегда активен***

Ступень всегда активна и, следовательно, не зависит от включения выключателя и от дискретного входного сигнала *>разрешение*.

- ***только дискр. сигн.***

Ступень пускается (деблокируется) только при активном дискретном входном сигнале *>разрешение*.

Метод измерений, Уставка

Ступень может использовать два различных метода измерений.

- Измерение основной гармоники:
  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники. Таким образом выполняется исключение апериодической составляющей. Среднеквадратичное значение составляющей промышленной частоты сравнивается с уставкой.
- Оценка нефильтрованной измеряемой величины:
  Если величина тока превысит Уставку
  с коэффициентом ≥ 2·√2·относительно порогового значения,
  то для данной ступени дополнительно будут использоваться нефильтрованные измерения. Таким образом можно достичь малого времени срабатывания.

6.48.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Активация

- Уставка по умолчанию **(_:3901:101) Активация** = ***при включении ВЫКЛ***

С помощью параметра **Активация** можно задать условия пуска ступени.

Значение параметра	Описание
при включении ВЫКЛ	Выбирайте данную уставку пуска ступени, только когда выключатель включен.
всегда активен	Выбирайте данную уставку пуска (деблокировки) ступени статически.
только дискр. сигн.	Выбирайте данную уставку для пуска ступени от внешнего сигнала.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:3901:3) Пороговое значение** = ***10,0 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***50,0 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Ступень функционирует независимо от положений удаленных выключателей. По этой причине значение **Пороговое значение** следует задавать таким, чтобы ток сквозного замыкания не вызывал срабатывания ступени. Таким образом, используйте эту ступень только в том случае, если возможно согласование по току для защищаемого объекта, а именно, для трансформаторов, параллельных реакторов или длинных линий с низким сопротивление источника. В остальных случаях необходимо вывести данную ступень.

ПРИМЕР

Пример расчета согласования тока для воздушной линии 110 кВ сечением проводов 150 мм²

s (длина) = 100 км;

R_1/s = 0,21 Ом/км;

X_1/s = 0,43 Ом/км;

Так как ступень является ненаправленной, то при расчетах необходимо учитывать максимальную мощность КЗ в начале линии или на противоположном конце:

Sкз" = 3,5 ГВА (сверхпереходное, так как функция может реагировать на первое пиковое значение)

Трансформатор тока: 600 A / 5 A

Сопротивление линии $Z_л$ и минимальное сопротивление источника $Z_{ист}$ вычисляются на основе следующего:

Полное сопротивление линии $Z_л$ и сопротивление источника $Z_{ист.}$

$$Z_1/s = \sqrt{0.21^2 + 0.43^2}\ \Omega/км = 0.479\ \Omega/км$$
$$Z_л = 0.479\ \Omega/км \cdot 100\ км = 47.9\ \Omega$$
$$Z_{ист.} = \frac{100\ кВ2}{3500\ МВА} = 3.46\ \Omega$$

[foglchzv-170309-01.tif, 1, ru_RU]

Максимальный ток трехфазного сквозного повреждения $I''_{КЗ}$ при этом равен (при напряжении источника 1,1 $U_{ном}$):

$$I''_{кз} = \frac{1.1 \cdot U_н}{\sqrt{3} \cdot (Z_{ист.} + Z_Л)} + \frac{1.1 \cdot 110\ кВ}{\sqrt{3} \cdot (3.46\ \Omega + 47.9\ \Omega)} = 1360\ А$$

[foglchik-170309-01.tif, 1, ru_RU]

С учетом коэффициента запаса 10% получим следующее значение уставки:

- **Пороговое значение** (перв.) $= 1.1 \cdot 1360\ А = 1496\ А$
- **Пороговое значение** (втор.) $= 1.1 \cdot \frac{1360\ А}{600\ А} \cdot 5\ А = 12.5\ А$

[foglnste-170309-01.tif, 1, ru_RU]

КЗ произошло на защищаемой линии, если ток КЗ превышает значение 1496 А (первичных) или 12,5 А (вторичных). Поврежденная линия может быть мгновенно отключена.

ПРИМЕЧАНИЕ

Расчеты выполнены в абсолютных величинах, что обеспечивает достаточную точность для воздушных линий. Сложные расчеты требуются только в том случае, если комплексные сопротивления источника и линии имеют очень сильно различающиеся углы.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:3901:4) Коэффициент возврата** = ***0,90***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,90***. Для получения высокоточных измерений значение **Коэффициент возврата** можно уменьшить. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение параметра **Коэффициент возврата** может быть увеличено. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.48.5 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемая уставка **(_:3901:3) Пороговое значение** = ***2,5 А*** для $I_{ном}$ = 1 А или ***12,5 А*** для $I_{ном}$ = 5 А

Выберите достаточно большое значение, чтобы защита не срабатывала по среднеквадратичному значению броска тока намагничивания, который возникает при включении выключателя на локальном конце. Сквозные токи повреждения учитывать не обязательно, так как пуск ступени выполняется только в том случае, когда выключатели отключены на всех удаленных концах защищаемого объекта, или когда пуск ступени выполняется по дискретному входу *>разрешение*.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:3901:4) Коэффициент возврата** = ***0,90***

В большинстве случаев можно использовать рекомендуемое значение ***0,90***. Для получения высоко точных измерений, значение коэффициента возврата может быть уменьшено. Если ожидается значительное колебание измеренных величин относительно порогового значения, то значение коэффициента возврата можно увеличить. Это позволяет избежать "дребезга" ступени отключения.

6.48.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Стандарт 1				
_:3901:1	Стандарт 1:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:3901:101	Стандарт 1:Активация		• при включении ВЫКЛ • только дискр. сигн. • всегда активен	при включении ВЫКЛ
_:3901:3	Стандарт 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	50.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	50.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	10.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	50.000 A
_:3901:4	Стандарт 1:Коэффициент возврата		0.50 до 0.90	0.90

6.48.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Стандарт 1			
_:3901:500	Стандарт 1:>разрешение	SPS	I
_:3901:81	Стандарт 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:3901:54	Стандарт 1:Неактивно	SPS	O
_:3901:52	Стандарт 1:Режим работы	ENS	O
_:3901:53	Стандарт 1:Статус исправности	ENS	O
_:3901:300	Стандарт 1:Разр.при вкл.выкл-ля	ACT	O
_:3901:55	Стандарт 1:Пуск	ACD	O
_:3901:57	Стандарт 1:Работа	ACT	O

6.49 Контроль времени пуска двигателя

6.49.1 Обзор функций

Функция **ВрПускДвиг** (ANSI 48) защищает двигатели от слишком длинных операций пуска, дополняя таким образом функцию **ТеплПерегр**, описанную в главе *6.65.1 Обзор функций*. В частности, высоковольтные электродвигатели с критичным для воздействий ротором могут быстро выйти за свои температурные пределы, если несколько попыток пуска будет происходить в течение короткого периода.

Далее представлены примеры, которые могут увеличить продолжительность попыток пуска:

- Чрезмерное снижение напряжения во время пуска двигателя
- Перегрузки
- Состояния с заблокированным ротором

Если длительность попыток пуска увеличена до такой степени, что может повредить двигатель, функция формирует сигнал срабатывания.

6.49.2 Структура функции

Функция **ВрПускДвиг** используется в защитной функциональной группе **Двигатель**.

Функция **ВрПускДвиг** имеет заводские настройки для 1 ступени с инверсной характеристикой. Функция может работать максимум с 1 ступенью с инверсной характеристикой и 2 ступенями с характеристиками, определяемыми пользователем.



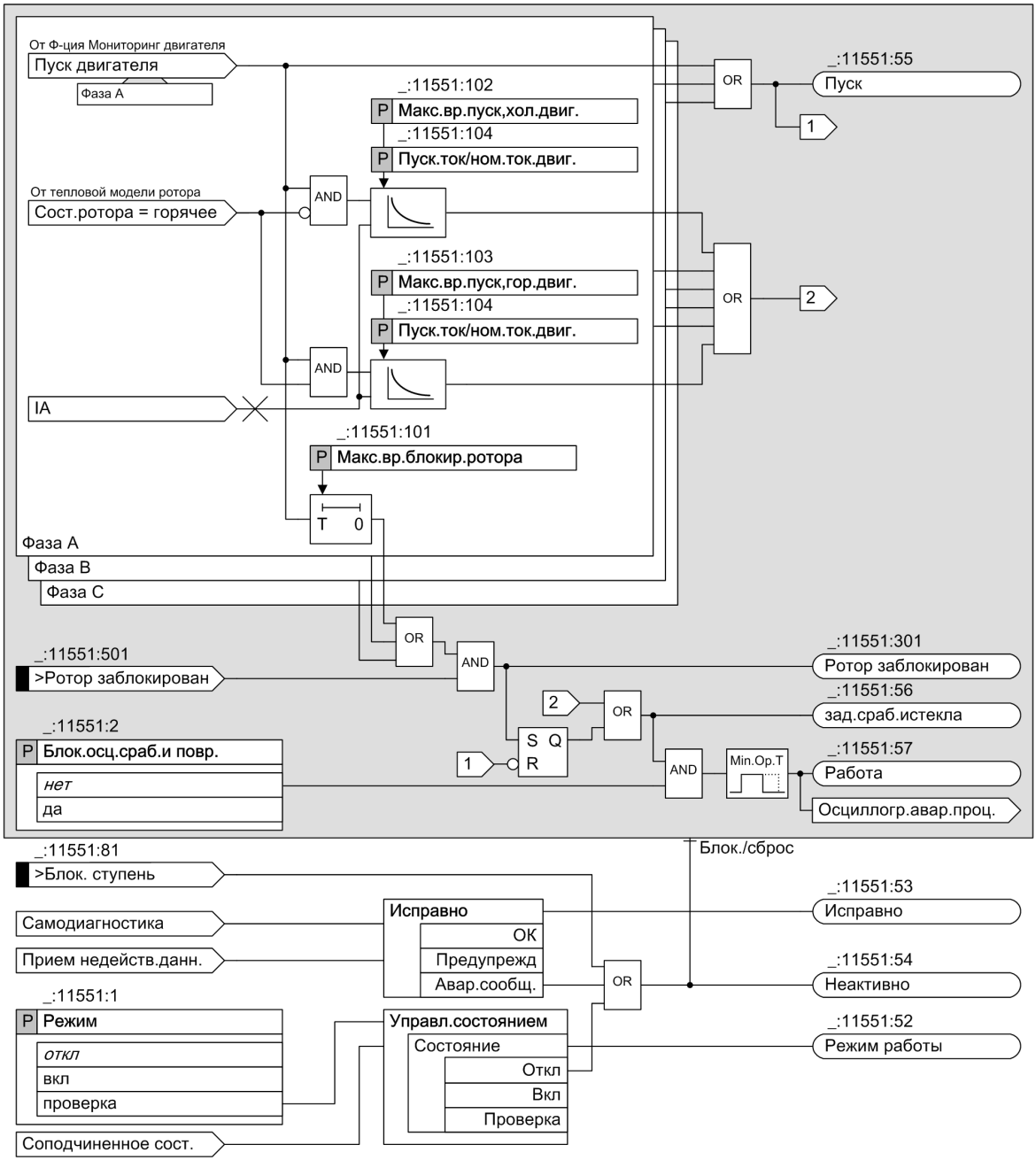
[dwstruct-120712-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-391 Структура/реализация функции

6.49.3 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.49.3.1 Описание

Логическая схема ступени



[lomotinv-170712-05.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-392 Логическая блок-схема контроля времени пуска двигателя с инверсной характеристикой выдержки времени

Типы характеристик

Ступень состоит из 1 тепловой характеристики и 1 характеристики выдержки времени с независимой выдержкой времени (**`Макс.вр.блокир.ротора`**). Тепловая характеристика различает холодное и горячее состояние ротора.

Измеряемая величина

Значение основной гармоники фазных токов используется в качестве измеряемых величин.

Режим пуска двигателя, срабатывания, осциллографирования и возврата

Внутренний сигнал устройства **Пуск двигателя** определен в функции **Мониторинг двиг.** (дальнейшее описание см. в главе *5.2.5.1 Обзор функций*).

Запуск сигнала инициирует функцию **ВрПускДвиг** для каждой фазы отдельно. Ступень пускается вместе с таймерами.

Пуск функции не вызывает общего срабатывания, осциллографирования или записи в журнале повреждений, поскольку двигатель начинает работать в нормальном режиме. Осциллографирование и регистрация повреждений начинаются после сигнала срабатывания.

Если сигнал **Пуск двигателя** становится неактивным, ступень сразу же возвращается с удалением всех сообщений. Осциллографирование и регистрация повреждений прекращаются.

Тепловая характеристика

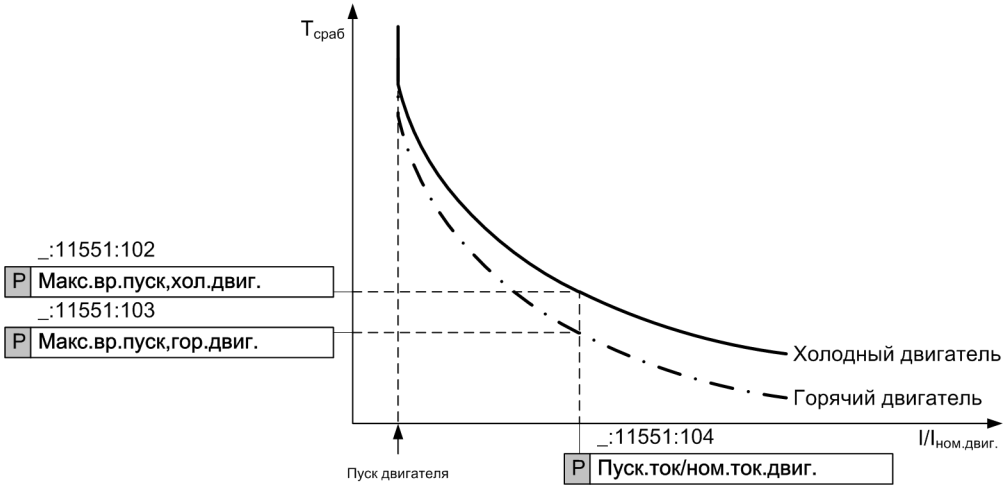
Тепловая характеристика работает тогда, когда ротор не заблокирован. Вы можете рассчитать соответствующее время срабатывания по следующей формуле. Тепловая характеристика включает 2 кривые с разным номинальным временем запуска. Горячему и холодному состоянию ротора соответствуют 2 разные кривые (см. *Рисунок 6-393*).

$$t_{Срабатывание} = \left(\frac{I_{пуск,парам.}}{I}\right)^2 \cdot T_{пуск,парам.}$$

[fo_ope_star_parameter, 1, ru_RU]

Где

$t_{сраб.}$	Время срабатывания при протекании тока I
$I_{пуск, парам.}$	Относительное значение номинального пускового тока двигателя с использованием номинального тока двигателя в качестве опорного значения (параметр **`Пуск.ток/ном.ток.двиг.`**)
I	Измеренное значение тока относительно номинального тока двигателя в качестве опорного значения
$T_{пуск,парам}$	Время срабатывания при номинальном пусковом токе $I_{пуск,парам}$ (параметр **`Макс.вр.пуск,хол.двиг.`** или **`Макс.вр.пуск,гор.двиг.`**).



[dwtherms-200712-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-393 Тепловая характеристика со значениями пускового тока

Характеристика с независимой выдержкой времени (Время при заблокированном роторе)

Блокировка ротора приводит к отключению вентиляции, и, следовательно, к снижению интенсивности охлаждения двигателя. Если ротор заблокирован, функция **ВрПускДвиг** срабатывает быстрее.

Если ротор заблокирован и время пуска двигателя превышает максимальное допустимое время с заблокированным ротором **Макс.вр.блокир.ротора**, ступень срабатывает.

Ступень может обнаружить заблокированное состояние ротора через дискретный вход *>Ротор заблокирован*. К данному входу следует подключить устройство контроля скорости вращения ротора.

Метод интегрирования

Функция использует интеграл по времени от измеренного тока. Этот интеграл представляет собой площадь на графике время-токовой характеристики. Измерение выполняется пофазно.

Результат интегрирования сравнивается с рассчитанным пороговым значением. Вычисленное пороговое значение является производной от время-токовой площади под характеристикой, соответствующей фактическому току.

Если результат превышает расчетное пороговое значение, ступень срабатывает.

Холодное и горячее состояния ротора, переключение времени пуска тепловой характеристики

Сигнал **Сост.ротора** указывает на то, в каком состоянии находится ротор двигателя, в холодном или горячем. Сигнал определяется функциональным блоком **Тепл.мод.рот.** (более подробное описание см. в главе *5.2.6.1 Обзор функций*).

Производитель двигателя предоставляет характеристики в виде кривых для времени пуска двигателя в холодном или горячем состоянии ротора (см. *Рисунок 6-393*). Ступень может автоматически выполнять переключение тепловой характеристики по сигналу **Сост.ротора**. Если сигнал **Сост.ротора** указывает на переключение с холодного состояния ротора на горячее, или в противоположном направлении, тепловая характеристика изменяется соответствующим образом.

Переключение тепловой характеристики не вызывает сброса результата интегрирования. Метод интегрирования используется постоянно при изменении состояния ротора.

6.49.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: **Макс.вр.пуск,хол.двиг.**; **Макс.вр.пуск,гор.двиг.**; **Пуск.ток/ном.ток.двиг.**

- Уставка по умолчанию **(_:11551:102) Макс.вр.пуск,хол.двиг.** = *10,0 c*
- Уставка по умолчанию **(_:11551:103) Макс.вр.пуск,гор.двиг.** = *10,0 c*
- Уставка по умолчанию **(_:11551:104) Пуск.ток/ном.ток.двиг.** = *4,90*

Используйте 3 параметра для определения кривой тепловой характеристики. Параметр **Макс.вр.пуск,хол.двиг.** определяет номинальное время пуска для холодного состояния ротора. Параметр **Макс.вр.пуск,гор.двиг.** определяет номинальное время пуска для горячего состояния ротора. Параметр **Пуск.ток/ном.ток.двиг.** определяет значения номинального пускового тока при нормальной работе. Параметр **Пуск.ток/ном.ток.двиг.** приводится в единицах относительно номинального тока двигателя.

Для правильной настройки функции требуются технические данные двигателя. Технические данные обычно представлены в паспорте на двигатель. См. следующий пример.

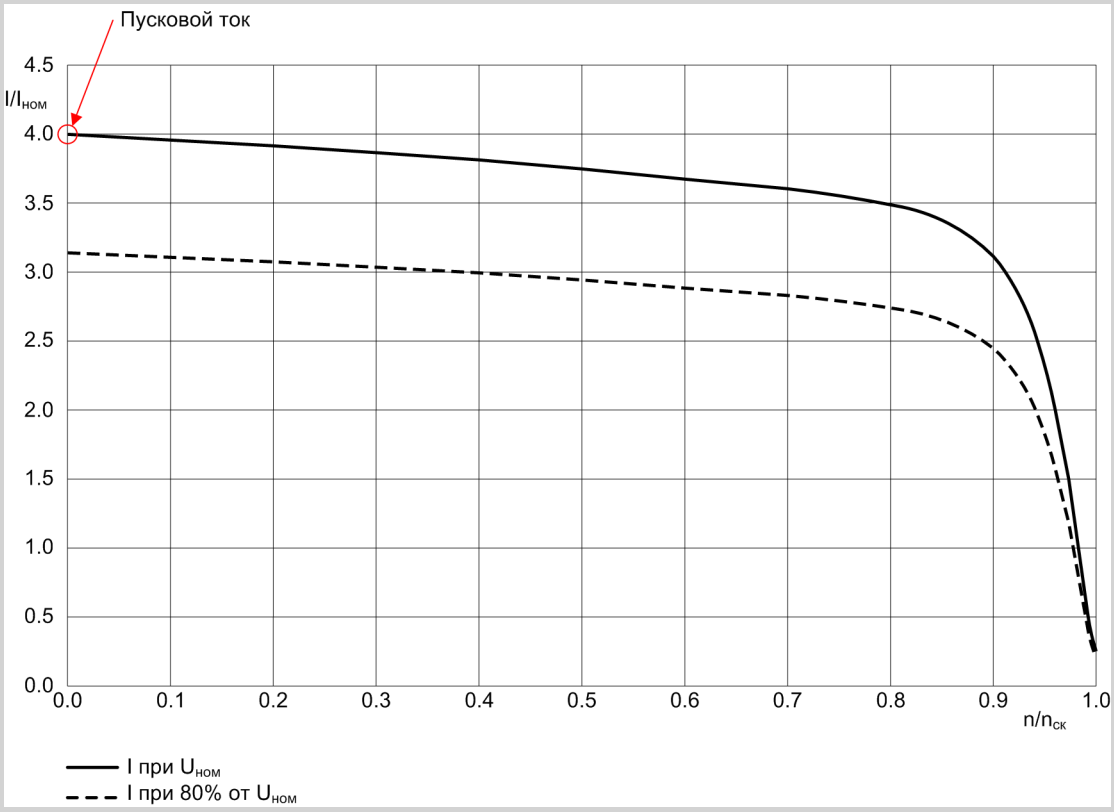
ПРИМЕР

Следующие данные и диаграммы получены из технических данных 3-фазного асинхронного двигателя на 2 МВ с короткозамкнутым ротором, их можно использовать для определения уставок функции.

Номинальный ток двигателя указан в технических данных:

Номинальный ток двигателя	$I_{ном.,двиг.}$ = 430 A

Пусковой ток получен из пусковой диаграммы, которая показывает зависимость пускового тока от частоты вращения двигателя:



[dwstarti-270612-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-394 Диаграмма данных пуска

Пусковой ток	$I_{пуск} = 4 * I_{ном,двиг}$

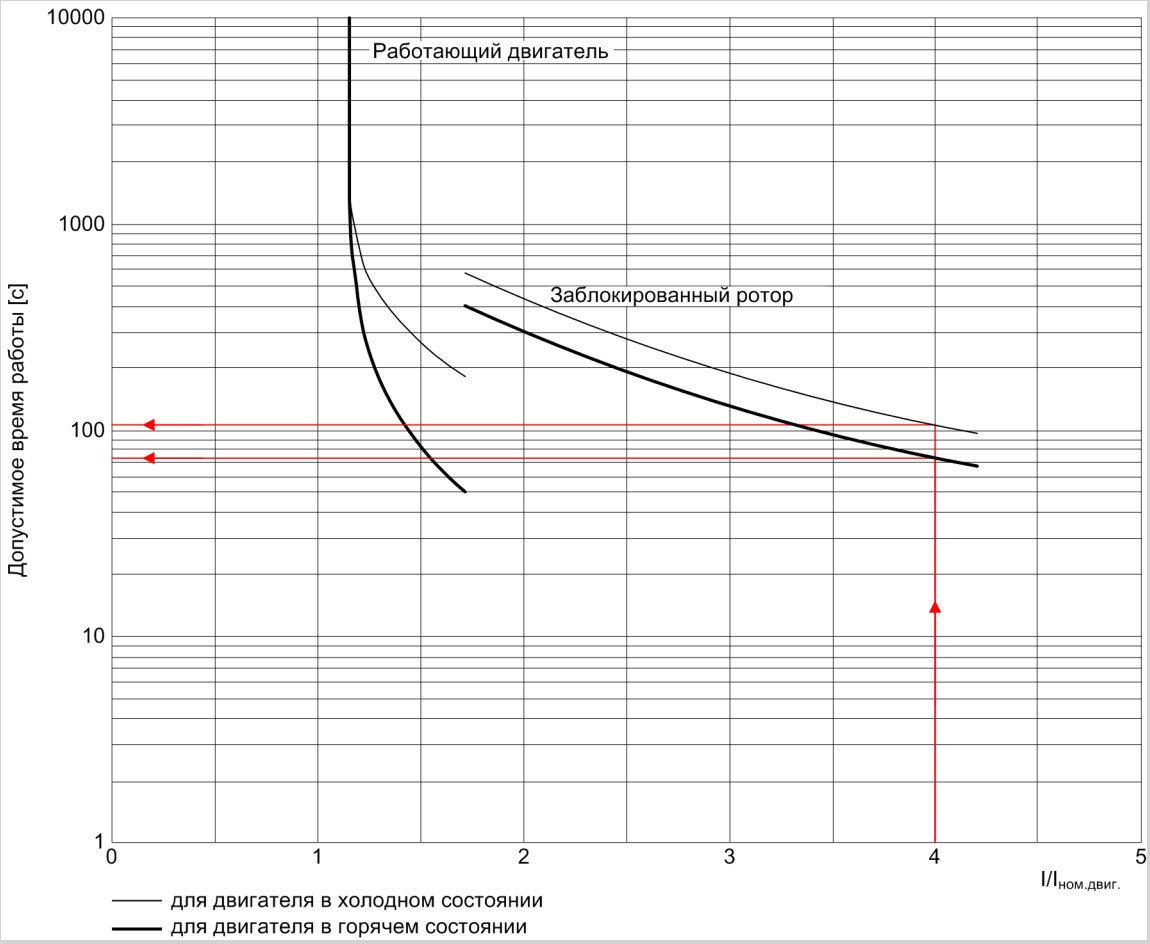
Поскольку пусковой ток представлен в единицах от номинального тока двигателя, параметр **Пуск.ток/ном.ток.двиг.** может быть установлен равным непосредственно:

Пуск.ток/ном.ток.двиг. = *4*

Время пуска двигателя указано в технических данных:

Время пуска при $U_{ном}$	44,0 с
Время пуска при 80 % $U_{ном}$	77,0 с

Если ротор заблокирован при попытке запуска двигателя, то время блокировки ротора определяет максимальное разрешенное время, которое не вызовет теплового повреждения двигателя. Это время указано в технических данных или может быть определено из кривой теплового предела, как показано далее:



[dwtherml-270612-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-395 Кривая теплового предела

Время блокировки ротора (тепловой предел), холодный двигатель	110 с
Время блокировки ротора (тепловой предел), прогретый двигатель	75 с

Siemens рекомендует руководствоваться следующими соображениями для параметров **Макс.вр.пуск,гор.двиг.** и **Макс.вр.пуск,хол.двиг.**:

Указанное время пуска (44 с) необходимо сравнить с допустимым временем пуска двигателя с заблокированным ротором в горячем состоянии (75 с). В связи с достаточным запасом между 44 с и 75 с выберите уставку немного ниже времени при заблокированном роторе, например, 70 с.

Макс.вр.пуск,гор.двиг. = ***70 c***

Для двигателя в примере (с временем пуска 44 с и временем с заторможенным ротором 75 с для прогретого двигателя), не обязательно учитывать разницу между холодным и горячим состоянием. Следовательно, параметр **Макс.вр.пуск,хол.двиг.** установлен равным тому же значению:

Макс.вр.пуск,хол.двиг. = ***70 c***

Если допустимое время пуска с заторможенным ротором для прогретого двигателя меньше пускового времени, то параметр Макс.вр.пуск,гор.двиг. необходимо установить

Кроме того, при пониженном первичном напряжении, например, 80 % $V_{ном}$, время пуска обычно указано в листе технических данных:

Время пуска при 80 % $U_{ном}$ 77,0 с

Время пуска при пониженном напряжении больше, чем время для номинального напряжения. Для пониженного напряжения, пусковой ток также уменьшается практически линейно. Обратная тепловая характеристика очень хорошо адаптируется к таким пусковым условиям. Как следствие, не обязательно применять дополнительные меры при конфигурировании для учета влияния снижения напряжения при пуске двигателя.

Параметр: Макс.вр.блокир.ротора

- Уставка по умолчанию **(_:11551:101) Макс.вр.блокир.ротора** = ***2,0 с***

Обычно допустимое время работы двигателя с заблокированным ротором больше времени пуска (также см. предыдущий пример). Поэтому параметр **Макс.вр.блокир.ротора** обычно не используется. Значение по умолчанию может быть сохранено, поскольку уставка начинает действовать только при использовании дискретного входного сигнала >Ротор заблокирован.

Параметр может использоваться для случая, когда ротор может быть заблокирован. В этом случае, обычно, необходимо уменьшить время срабатывания по сравнению с допустимым максимальным временем пуска. Для этого следует завести с внешнего устройства (например, тахогенератора) на вход >Ротор заблокирован соответствующий сигнал *>Ротор заблокирован*.

6.49.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ИнвВыдВр 1				
_:11551:1	ИнвВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11551:2	ИнвВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11551:101	ИнвВыдВр 1:Макс.вр.блокир.ротора		0.5 с до 180.0 с	2.0 с
_:11551:104	ИнвВыдВр 1:Пуск.ток/ ном.ток.двиг.		1.00 I/Iном.об. до 20.00 I/ Iном.об.	4.90 I/Iном.об.
_:11551:102	ИнвВыдВр 1:Макс.вр.пуск,хол.двиг.		1.0 с до 180.0 с	10.0 с
_:11551:103	ИнвВыдВр 1:Макс.вр.пуск,гор.двиг.		0.5 с до 180.0 с	10.0 с

6.49.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
ИнвВыдВр 1			
_:11551:81	ИнвВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11551:501	ИнвВыдВр 1:>Ротор заблокирован	SPS	I
_:11551:54	ИнвВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:11551:52	ИнвВыдВр 1:Режим работы	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11551:53	ИнвВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:11551:301	ИнвВыдВр 1:Ротор заблокирован	SPS	O
_:11551:55	ИнвВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:11551:57	ИнвВыдВр 1:Работа	ACT	O
_:11551:56	ИнвВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O

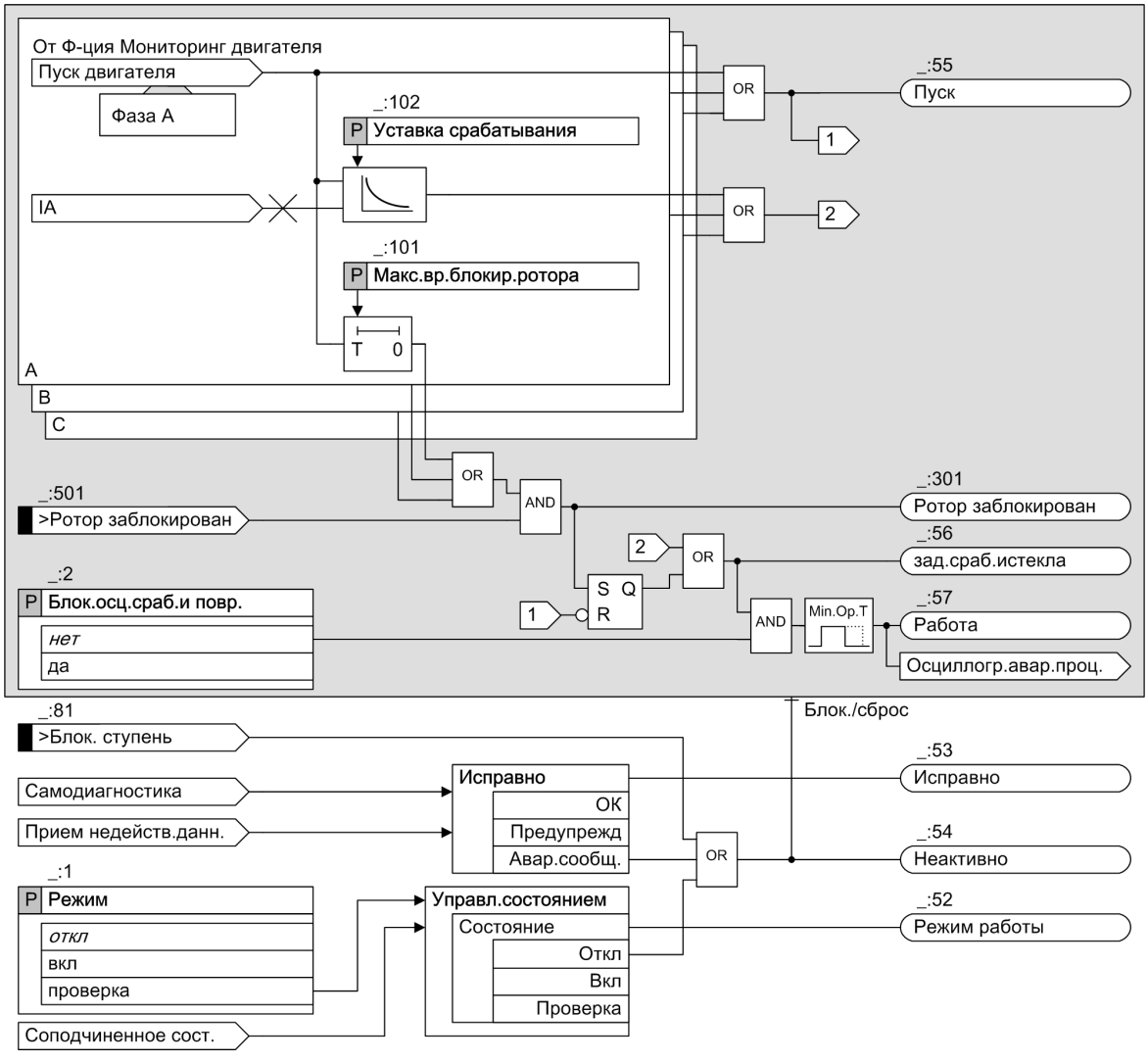
6.49.4 Ступень с пользовательской характеристикой

6.49.4.1 Описание

Ступень имеет ту же структуру, что и ступень с инверсной характеристикой выдержки времени (см. главу *6.49.3.1 Описание*), за исключением следующих различий:

- Вы можете определить собственную произвольную характеристику.
- Холодное и горячее состояние ротора не имеют никакого влияния на ступень.

Логическая схема ступени

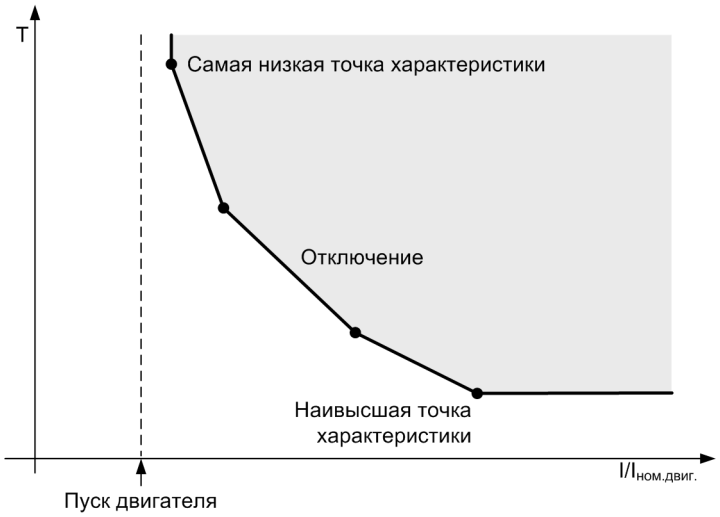


[lomotuse-310812-03.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-396 Логическая блок-схема контроля времени пуска двигателя с характеристикой, определяемой пользователем

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

Вы можете определить характеристику срабатывания по точкам с использованием до 30 пар значений тока/времени. Алгоритм использует линейную интерполяцию для расчета характеристики на основании этих значений.



[dwtherms-241012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-397 Пример характеристики, определяемой пользователем

ПРИМЕЧАНИЕ

Токи, которые меньше наименьшего значения точки характеристики, увеличивают время отключения до бесконечности.

Токи, которые больше наибольшего значения точки характеристики, не уменьшают время отключения. Характеристика пуска идет параллельно оси тока от точки с наибольшим значением на характеристике.

Режим пуска двигателя, срабатывания, осциллографирования и возврата

Внутренний сигнал устройства **Пуск двигателя** определен в функции **Мониторинг двиг.** (дальнейшее описание см. в главе *5.2.5.1 Обзор функций*).

Сигнал **Пуск двигателя** инициирует функцию **ВрПускДвиг** по фазоселективному принципу. Ступень пускается вместе с таймерами.

Пуск функции не вызывает общего срабатывания, осциллографирования или записи в журнале повреждений, поскольку двигатель начинает работать в нормальном режиме. Осциллографирование и регистрация повреждений начинаются после сигнала срабатывания.

Если сигнал **Пуск двигателя** становится неактивным, ступень сразу же возвращается с удалением всех сообщений. Осциллографирование и регистрация повреждений прекращаются.

6.49.4.2 Указания по применению и вводу уставок

В этом разделе приводится только пример и примечания для параметров, определяющих характеристическую кривую. Остальные параметры ступени см. в разделе *6.49.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр: `Пары значений ток/время` (для характеристики срабатывания)

Используйте параметр **`Пары значений ток/время`** для определения характеристической кривой. Задайте пары значений ток/время для каждой точки характеристики.

Установите значение тока в относительных единицах, используя номинальной ток двигателя в качестве опорного значения. Задайте значение времени в секундах.

ПРИМЕЧАНИЕ

Введите значения по порядку

6.49.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Польз.хар-ка #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Польз.хар-ка #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	Польз.хар-ка #:Макс.вр.блокир.ротора		0.5 с до 180.0 с	2.0 с

6.49.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Польз.хар-ка #			
_:81	Польз.хар-ка #:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	Польз.хар-ка #:>Ротор заблокирован	SPS	I
_:54	Польз.хар-ка #:Неактивно	SPS	O
_:52	Польз.хар-ка #:Режим работы	ENS	O
_:53	Польз.хар-ка #:Статус исправности	ENS	O
_:301	Польз.хар-ка #:Ротор заблокирован	SPS	O
_:55	Польз.хар-ка #:Пуск	ACD	O
_:57	Польз.хар-ка #:Работа	ACT	O
_:56	Польз.хар-ка #:зад.сраб.истекла	ACT	O

6.50 Блокировка повторного пуска двигателя

6.50.1 Обзор функций

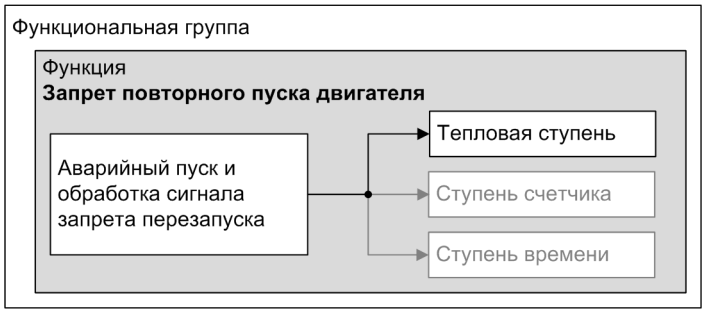
Функция **ЗапрПовтПускаДв (ANSI 66)**:

- Предотвращает перезапуск двигателя, если характеристика ротора электродвигателя будет превышать допустимый тепловой предел из-за пуска (**Тепл.ступень**)
- Предотвращает возникновение нескольких пусков и остановок в короткий промежуток времени (**Ступень счетчика**)
- Гарантирует, что между остановкой и пуском двигателя проходит определенное время (**Ступень таймера**)

6.50.2 Структура функции

Функция **ЗапрПовтПускаДв** может быть использована в специальных функциональных группах защиты. Функция **ЗапрПовтПускаДв** имеет заводские настройки с 1 **Тепл.ступень** (см. *Рисунок 6-398*).

Одновременно с этой функцией можно использовать 1 **Тепл.ступень**, 1 **Ступень счетчика**, а также 1 **Ступень таймера**.



[dw_morein-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-398 Структура/реализация функции

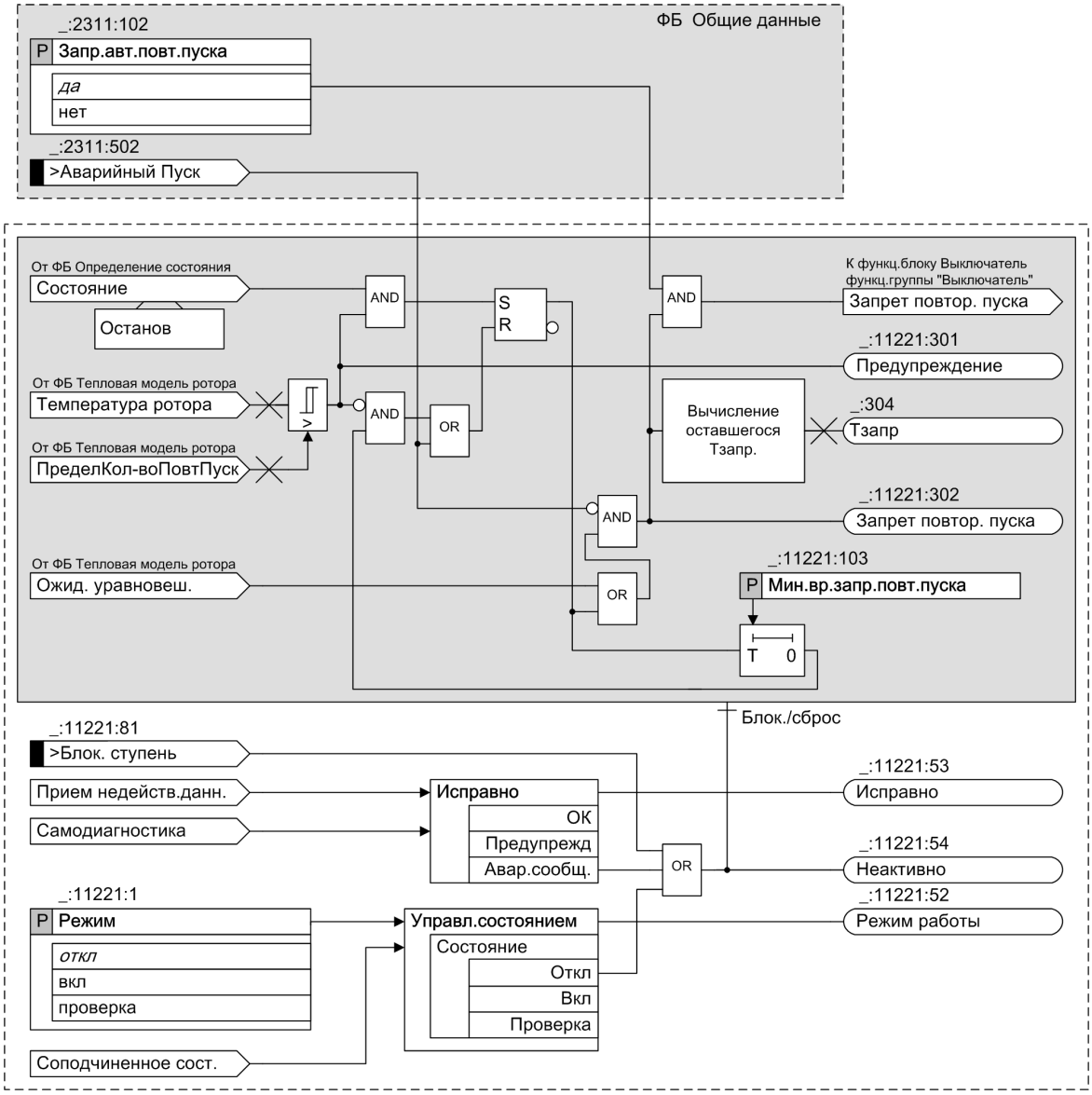
Режим работы

Температура ротора двигателя в целом остается намного ниже максимально допустимой температуры во время нормальной работы, а также при повышенных нагрузках. Тем не менее, высокие пусковые токи, требуемые во время запуска двигателя, увеличивают риск теплового повреждения ротора, а не статора, из-за маленькой тепловой постоянной времени ротора. Для исключения нескольких последовательных попыток пуска, вызывающих отключение, перезапуск двигателя должен быть запрещен, если есть вероятность, что во время новой попытки запуска будет превышен тепловой предел ротора.

6.50.3 Ступень защиты от повышения температуры

6.50.3.1 Описание

Логическая схема ступени

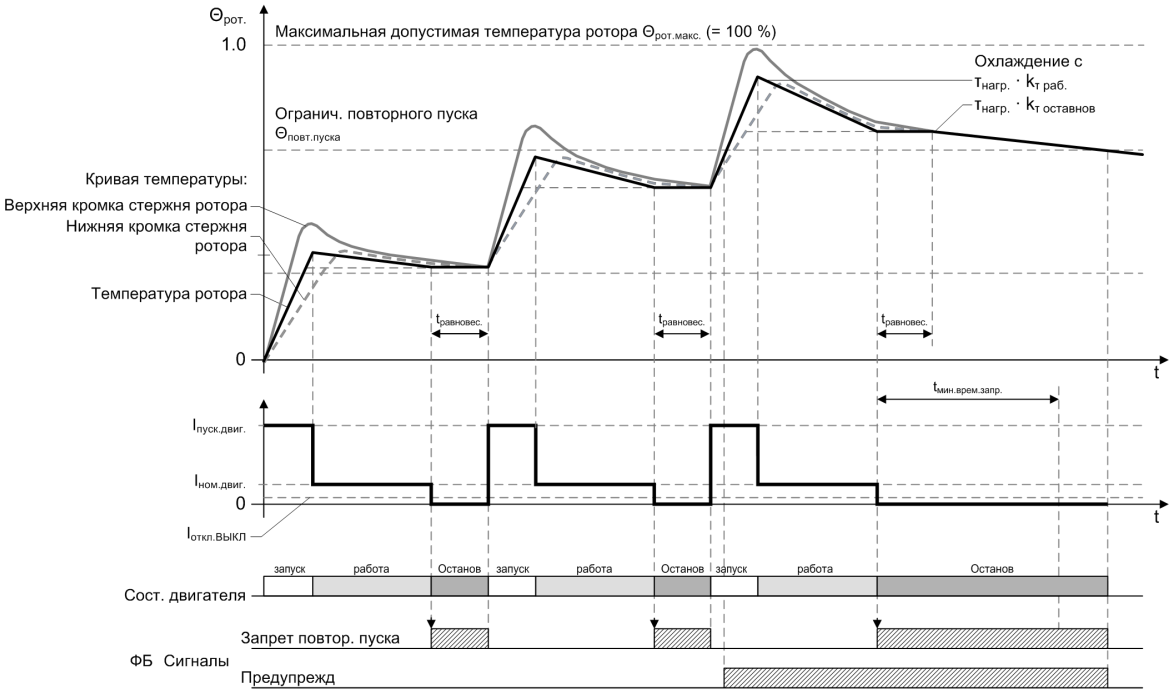


[lomother-230812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-399 Логическая схема работы тепловой ступени защиты

Температурная зависимость ротора и соответствующая информация при попытке повторного пуска двигателя

Рисунок 6-400 показывает процессы нагрева ротора, тепловую модель, токи, состояние двигателя и сигналы функционального блока во время повторных попыток запуска двигателя (3 пуска из холодного состояния).



[dwprrelo-170812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-400 Динамика температуры ротора при пусках двигателя

Допустимый предел, при котором разрешен повторный пуск, температура ротора Θ

Допустимый предел, при котором разрешен повторный пуск и температура ротора Θ рассчитываются и передаются из функционального блока **Тепл.мод.рот.**.

Дополнительные сведения см. в разделе *5.2.6.1 Обзор функций*.

Запрет повторного пуска, минимальное время запрета повторного пуска

Сигнал *Запрет повтор. пуска* используется для предотвращения повторного пуска двигателя. Сигнал *Запрет повтор. пуска* формируется при следующих условиях:

- Состояние двигателя изменяется на состояние *останов* и температура ротора Θ превышает допустимый предел, при котором разрешен повторный пуск.
- В течение периода равновесия (см. следующий раздел)

Когда температура ротора Θ превышает допустимый предел, при котором разрешен пуск двигателя и состояние двигателя изменяется на состояние *останов*, запускается таймер минимального времени запрета повторного пуска(параметр **`Мин.вр.запр.повт.пуска`**). Это время , в течение которого двигатель должен находится в состояние останова после отключения, независимо от тепловой модели.

Если температура ротора Θ падает ниже допустимого предела, при котором разрешен повторный пуск и если минимальное время запрета повторного пуска истекло, сигнал *Запрет повтор. пуска* снимается.

ПРИМЕЧАНИЕ

Сигнал *Запрет повтор. пуска* не вызывает пуск осциллографирования или записи в журнал повреждений.

Время установления равновесия

Время установления равновесия учитывает различные температурные состояния частей двигателя в момент остановки. В течение периода равновесия (в течение данного периода тепловая модель ротора выдает сообщение *Ожидание равновесия*) выдается сигнал *Запрет повтор. пуска* и двигатель не может быть запущен повторно.

Для получения дополнительной информации о времени равновесия см. главу *5.2.6.1 Обзор функций*.

Общее время запрета повторного пуска, оставшееся время запрета повторного пуска

Общее время запрета повторного пуска $\mathbf{T_{запр,общ}}$ зависит от следующих параметров:

- Время равновесия $T_{равн.}$ и время теплового охлаждения $T_{тепл.}$(оба значения из функционального блока **Тепл.мод.рот.**)

  Если температура ротора Θ превышает допустимый предел, при котором разрешен повторный пуск и состояние двигателя изменяется на состояние *Останов*, время теплового охлаждения $T_{тепл}$ прогнозирует время, в течение которого температура ротора Θ опустится ниже допустимого предела, при котором разрешен повторный пуск.

  Дополнительную информацию см. в главе *5.2.6.1 Обзор функций*.

- Минимальное время запрета перезапуска $T_{мин.время\ запр}$ (параметр **`Мин.вр.запр.повт.пуска`**)

Общее время запрета повторного пуска также можно интерпретировать в качестве общего времени ожидания, в течение которого повторный пуск двигателя запрещен. Общее время запрета повторного пуска рассчитывается следующим образом:

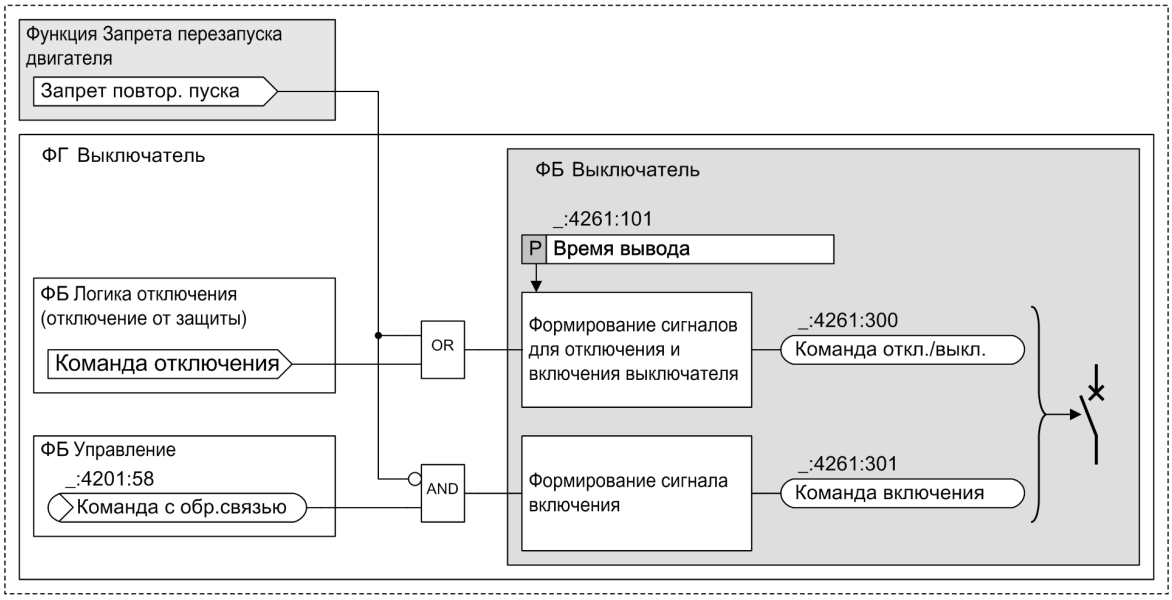
$T_{запр,общ} = T_{равн.} + T_{тепл.}$	для температуры ротора Θ > допустимого предела, при котором разрешен повторный пуск, и $T_{равн.} + T_{тепл.} > T_{мин.запр}$
$T_{запр,общ} = T_{мин.запр.}$	для температуры ротора Θ > допустимого предела, при котором разрешен повторный пуск, и $T_{равн.} + T_{тепл.} < T_{мин.запр}$
$T_{запр,общ} = T_{равн.}$	для температуры ротора Θ < допустимого предела, при котором разрешен повторный пуск

Оставшееся время запрета перезапуска *Тзапр* доступно пользователю в виде значения функции. Это время ожидания до того момента, когда будет отключен сигнал *Запрет повтор. пуска*.

Обработка сигнала запрета повторного пуска

Сигнал *Запрет повтор. пуска* подключен к функциональному блоку **Выключ.**, входящему в функциональную группу **Выключатель**. Как только сигнал *Запрет повтор. пуска* становится активным, функциональный блок **Выключ.** выдает сигнал *Команда откл./выкл.* и, соответственно, запрещает включение выключателя. Кроме того, блокируется сигнал *Команда включения* (см. *Рисунок 6-401*).

С помощью параметра **`Запр.авт.повт.пуска`** можно отключить автоматическую обработку сигнала *Запрет повтор. пуска* в выключателе (см. *Рисунок 6-399*). Это обеспечивает возможность подключения сигнала *Запрет повтор. пуска* к другому аппарату, отличному от выключателя.



[dwprresi-210812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-401 Обработка сигнала запрета повторного пуска

Аварийный пуск

Сигнал *>Аварийный Пуск* функционального блока **Общие данные** сразу же сбрасывает выходной сигнал *Запрет повтор. пуска* , а также внутренний таймер. Сигнал *>Аварийный Пуск* работает со всеми ступенями функции **ЗапрПовтПускаДв**.

6.50.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметры для тепловой модели ротора

Все параметры, относящиеся к тепловой модели ротора, установлены в функциональном блоке **Тепл.мод.рот.**.

Указания по применению и вводу уставок, а также пример, см. в главе *5.2.6.1 Обзор функций*.

Параметр: `Мин.вр.запр.повт.пуска`

- Уставка по умолчанию **`(_:11221:103) Мин.вр.запр.повт.пуска`** = ***`6,0 мин`***

Параметр **`Мин.вр.запр.повт.пуска`** определяет минимальную продолжительность временного периода для времени запрета перезапуска.

Независимо от тепловых моделей, некоторые производители двигателей требуют использовать минимальное время запрета перезапуска после того, как будет превышено максимальное число допустимых попыток запуска. Если есть возможность, то значение должно быть взято из технических данных двигателя. В любом случае, это значение должно быть больше параметра **`Время равновесия`**. Если в технических данных двигателя значение отсутствует, оно может быть выбрано таким, чтобы оно отражало время теплового охлаждения $T_{тепл}$ в тепловой модели (см. пример, приведенный в описании функционального блока **Тепл.мод.рот.** в функциональной группе **Двигатель**).

Параметр: `Запр.авт.повт.пуска`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:102) Запр.авт.повт.пуска`** = ***`да`***

Обычно все функции функциональной группы **Двигатель** соединены с выключателем. Рабочие сигналы функций защиты и сигнал *Запрет повтор. пуска* функции **ЗапрПовтПускаДв** обрабатываются автоматически. В специальных применениях функция **ЗапрПовтПускаДв** должна препятствовать включению другого коммутационного аппарата а не выключателя. С помощью параметра **`Запр.авт.повт.пуска`** можно отключить автоматическую обработку сигнала в выключателе. Для

дальнейшей обработки сигнал *Запрет повтор. пуска* может быть направлен непосредственно к любому дискретному выходу.

Сигнал: *>Аварийный запуск*

Если, по рабочим или чрезвычайным причинам, необходимо выполнить запуск двигателя, при котором будет превышена максимально допустимая температура ротора, сигнал двигателя *Запрет повтор. пуска* может быть отменен с помощью сигнала *>Аварийный Пуск*, таким образом позволяя выполнить новую попытку запуска. Однако тепловой профиль ротора продолжает функционировать и максимально допустимая температура ротора превышена. Функция **ЗапрПовтПускаДв** не инициирует остановку двигателя, но для оценки риска можно проконтролировать расчетную температуру перегрева ротора.

6.50.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:102	Общие данные:Запр.авт.повт.пуска		• нет • да	да
Тепл. ступень				
_:11221:1	Тепл.ступень:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11221:103	Тепл.ступень:Мин.вр.запр.повт.пуска		0.2 мин до 500.0 мин	6.0 мин

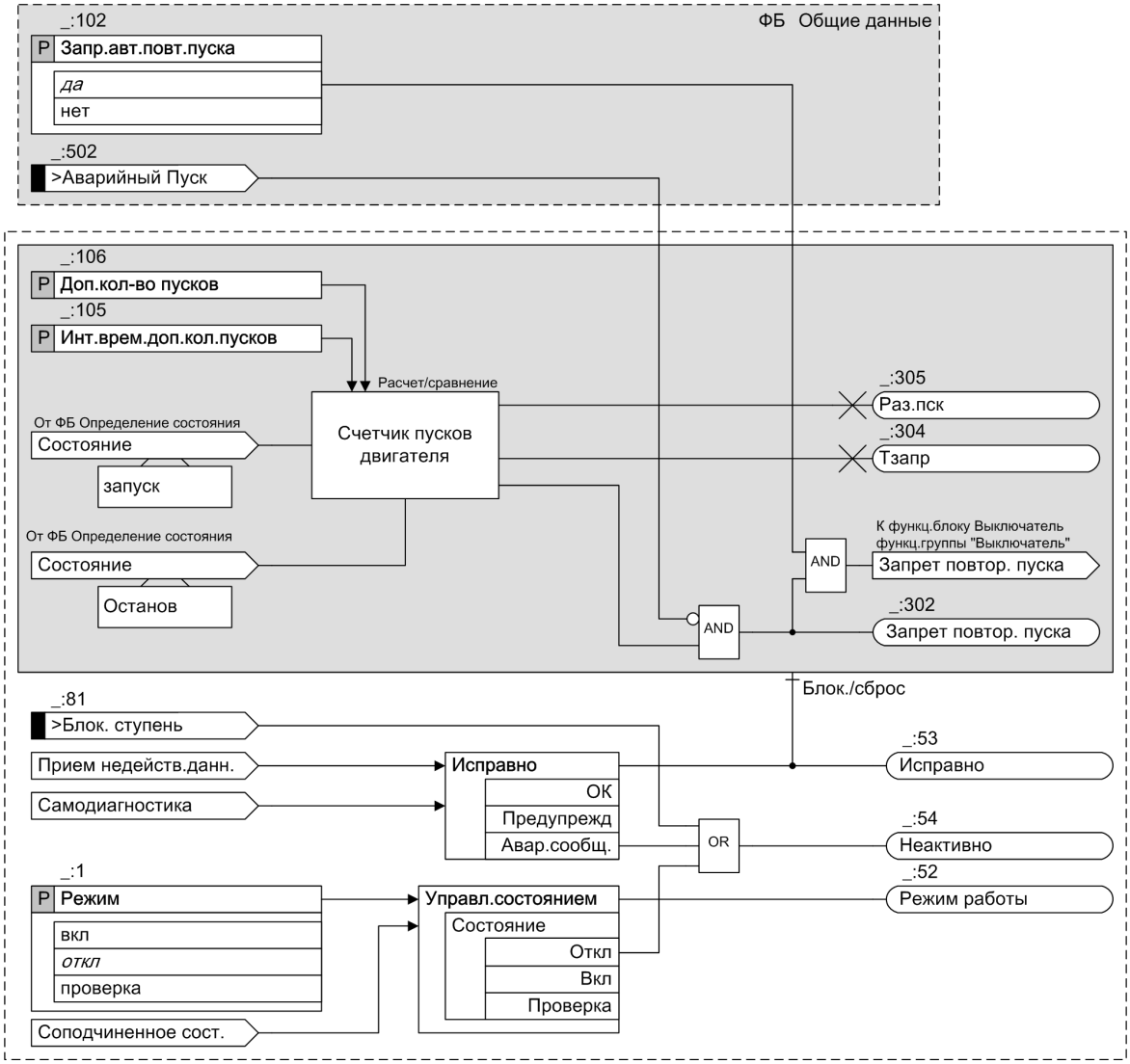
6.50.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:502	Общие данные:>Аварийный Пуск	SPS	I
Тепл. ступень			
_:11221:81	Тепл.ступень:>Блок. ступень	SPS	I
_:11221:53	Тепл.ступень:Статус исправности	ENS	O
_:11221:54	Тепл.ступень:Неактивно	SPS	O
_:11221:52	Тепл.ступень:Режим работы	ENS	O
_:11221:302	Тепл.ступень:Запрет повтор. пуска	SPS	O
_:11221:301	Тепл.ступень:Предупреждение	SPS	O
_:11221:304	Тепл.ступень:Тзапр	MV	O

6.50.4 Ступень счетчика

6.50.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lomocoun-160812-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-402 Логическая схема работы ступени счетчика

Запрет повторного пуска

Сигнал *Запрет повтор. пуска* используется для предотвращения последующего пуска двигателя. После того, как достигнуто максимально допустимое количество пусков (параметр **`Доп.кол-во пусков`**) в заданном интервале времени (параметр **`Инт.врем.доп.кол.пусков`**) и состояние двигателя изменилось на *Останов*, сигнал *Запрет повтор. пуска* становится активным.

ПРИМЕЧАНИЕ

Сигнал *Запрет повтор. пуска* не вызывает пуск осциллографирования или записи в журнал повреждений.

Обработка сигнала запрета перезапуска

Для получения дополнительной информации см. соответствующее описание в главе *6.50.3.1 Описание*.

Допустимое число пусков, оставшееся время запрета перезапуска

Пользователю доступна следующая информация

- Количество допускаемых в настоящее время пусков (значение *Раз.пск*)
- Оставшееся время запрета повторного пуска (значение *Тзапр*). Это время ожидания до того момента, когда будет отключен сигнал *Запрет повтор. пуска*. Если дальнейшие перезапуски разрешены, то это значение равно 0.

Аварийный запуск

Сигнал *>Аварийный Пуск* функционального блока **Общие данные** сразу же сбрасывает выходной сигнал *Запрет повтор. пуска*. Тем не менее, он не сбрасывает показания счетчика. Т.е., если двигатель снова выключается, и условия запрета повторного пуска сохраняются, сигнал *Запрет повтор. пуска* выдается снова.

6.50.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Доп.кол-во пусков`; `Инт.врем.доп.кол.пусков`

- Уставка по умолчанию `(_:106) Доп.кол-во пусков` = ***3***
- Уставка по умолчанию `(_:105) Инт.врем.доп.кол.пусков` = ***60 мин***

Параметр **`Доп.кол-во пусков`** определяет максимальное число пусков двигателя в течение заданного интервала времени (параметр **`Инт.врем.доп.кол.пусков`**).

Значения должны быть взяты из технических данных двигателя или определены в соответствии с общими требованиями пользователя.

ПРИМЕР

Двигатель может быть запущен 2 раза в течение периода времени, равного 60 мин. Соответственно, уставки:

`Инт.врем.доп.кол.пусков` установлен равным ***60 мин***, и **`Доп.кол-во пусков`** установлено равным ***2***.

Если предположить, что двигатель запускается следующим образом:

	Пуск	Останов
Первый запуск	0 мин	10 мин
Второй запуск	17 мин	33 мин

Через 17 мин. количество пусков двигателя достигнет допустимого количества пусков двигателя, а через 33 мин. после остановки двигателя становится активным сигнал *Запрет повтор. пуска*. Оставшееся время запрета перезапуска (*Тзапр*) получено вычислением 60 мин - 33 мин = 27 мин, количество разрешенных пусков (*Раз.пск*) равно 0. Т.е., сигнал *Запрет повтор. пуска* будет оставаться активным в течение 27 мин.

Параметр: `Запр.авт.повт.пуска`

- Уставка по умолчанию `(_:2311:102) Запр.авт.повт.пуска` = ***да***

Для получения дополнительной информации см. соответствующее описание в главе *6.50.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Сигнал: *>Аварийный Пуск*

Если, по рабочей или чрезвычайной причине, запуск двигателя должен происходить в то время как функция блокирует повторный пуск двигателя, сигнал *Запрет повтор. пуска* можно снять с помощью сигнала *>Аварийный Пуск*. Это позволяет выполнить новую попытку запуска. Тем не менее, при этом не происходит сброса счетчика. Т.е., если двигатель снова отключится, и условия запрета по-прежнему выполнены, сигнал *Запрет повтор. пуска* выдается снова.

6.50.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступ. счетчика				
_:1	Ступ. счетчика:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:106	Ступ. счетчика:Доп.кол-во пусков		1 до 6	3
_:105	Ступ. счетчика:Инт.врем.доп.кол. пусков		20 мин до 120 мин	60 мин

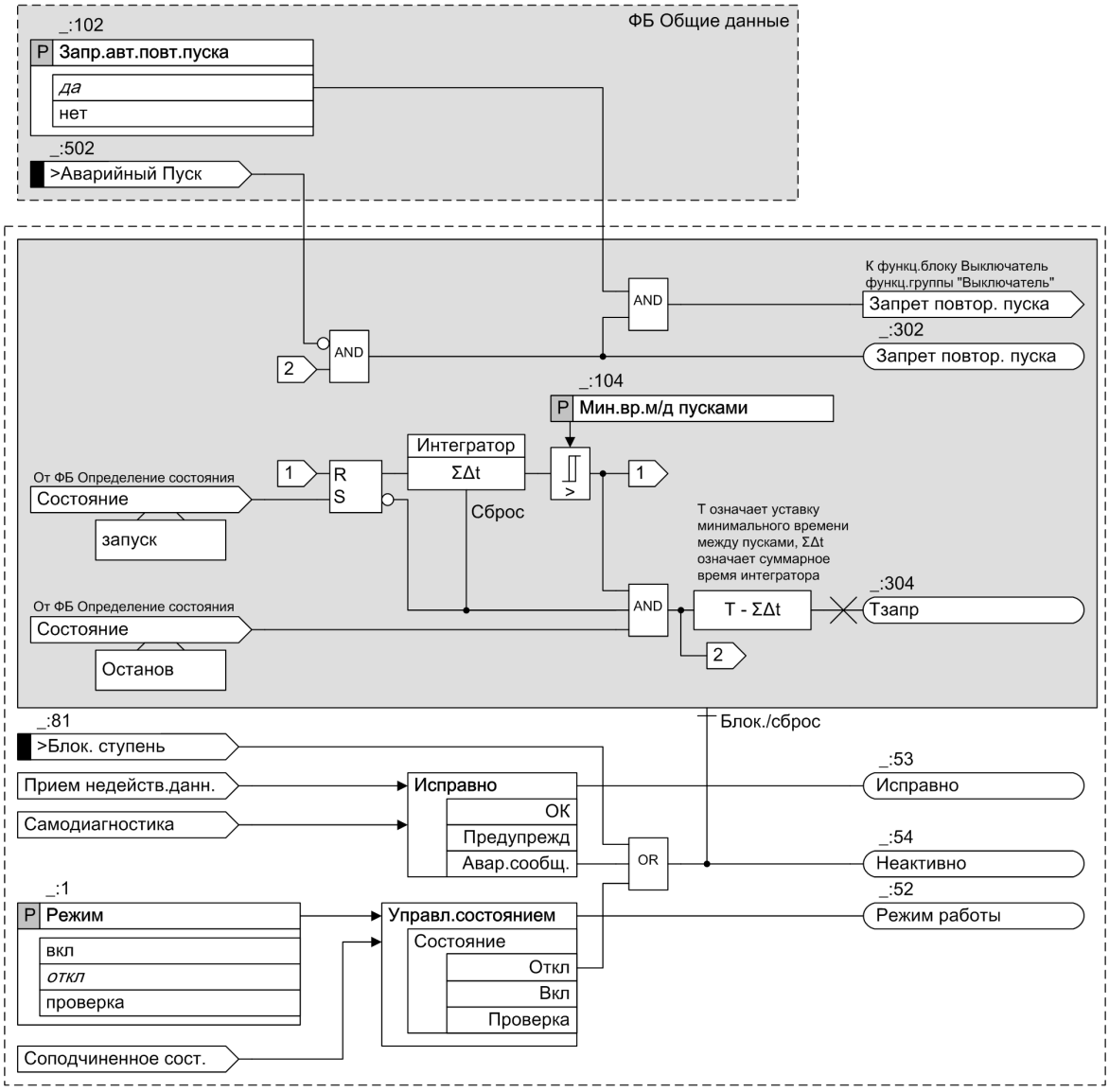
6.50.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступ. счетчика			
_:81	Ступ. счетчика:>Блок. ступень	SPS	I
_:53	Ступ. счетчика:Статус исправности	ENS	O
_:54	Ступ. счетчика:Неактивно	SPS	O
_:52	Ступ. счетчика:Режим работы	ENS	O
_:302	Ступ. счетчика:Запрет повтор. пуска	SPS	O
_:304	Ступ. счетчика:Тзапр	MV	O
_:305	Ступ. счетчика:Раз.пск	INS	O

6.50.5 Ступень времени

6.50.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[lomotime-210812-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-403 Логическая схема работы ступени таймера

Запрет повторного пуска

Сигнал *Запрет повтор. пуска* используется для предотвращения повторного пуска двигателя. Если состояние двигателя меняется на *останов* и временной интервал от начала последнего пуска до изменения состояния двигателя меньше, чем значение параметра **`Мин.вр.м/д пусками`**, то сигнал *Запрет повтор. пуска* становится активным.



ПРИМЕЧАНИЕ

В отличие от рабочего сигнала, сигнал *Запрет повтор. пуска* не вызывает пуск осциллографирования или записи в журнал повреждений.

Обработка сигнала Запрет перезапуска

Для получения дополнительной информации см. соответствующее описание в главе *6.50.3.1 Описание*.

Оставшееся время запрета пуска

Время запрета повторного пуска(значение *Тзапр*) показывает время до возврата переданного сигнала *Запрет повтор. пуска*. Если дальнейшие пуски разрешены, то это значение равно 0.

Аварийный пуск

Сигнал *>Аварийный Пуск* функционального блока **Общие данные** сразу же сбрасывает выходное сообщение *Запрет перезапуска*. Но данный сигнал не вызывает сброс показания таймера. Т.е., если двигатель снова выключается, и условия запрета повторного запуска выполняются, сигнал *Запрет повтор. пуска* выдается снова.

6.50.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Мин.вр.м/д пусками

- Уставка по умолчанию **(_:104) Мин.вр.м/д пусками** = ***10 мин***

Параметр **Мин.вр.м/д пусками** определяет минимальное время запрета перезапуска между пусками двигателя.

ПРИМЕР

Параметр **Мин.вр.м/д пусками** установлен равным ***25 мин***.

- Двигатель запускается в момент T = 0 мин и останавливается при T = 12 мин. В это время сигнал *Запрет повтор. пуска* становится активным, оставшееся время запрета перезапуска (*Тзапр*) составляет 25 мин - 12 мин = 13 мин.
- Двигатель запускается при T = 0 мин и останавливается при T = 26 мин. В этот момент время, прошедшее с первого запуска, превышает значение параметра **Мин.вр.м/д пусками**, дальнейший пуск двигателя разрешается, и сигнал *Запрет повтор. пуска* не передается.

Параметр: Запр.авт.повт.пуска

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Запр.авт.повт.пуска** = ***да***

Для получения дополнительной информации см. соответствующее описание в главе *6.50.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Сигнал: *>Аварийный Пуск*

Если, по рабочей или чрезвычайной причине, запуск двигателя должен происходить в то время, когда функция запрещает повторный пуск двигателя, сигнал *Запрет повтор. пуска* можно снять с помощью сигнала *>Аварийный Пуск*. Это позволяет выполнить новую попытку запуска. Тем не менее, при этом не происходит сброса таймера. Т.е., если двигатель снова отключится, и условия запрета по-прежнему выполнены, сигнал *Запрет повтор. пуска* выдается снова.

6.50.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Таймер				
_:1	Таймер:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:104	Таймер:Мин.вр.м/д пусками		0 мин до 120 мин	10 мин

6.50.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Таймер			
_:81	Таймер:>Блок. ступень	SPS	I
_:53	Таймер:Статус исправности	ENS	O
_:54	Таймер:Неактивно	SPS	O
_:52	Таймер:Режим работы	ENS	O
_:302	Таймер:Запрет повтор. пуска	SPS	O
_:304	Таймер:Тзапр	MV	O

6.51 Общая защита по мощности, 3ф.

6.51.1 Обзор функций

Функция **трехфазной защиты по мощности (P, Q)** (ANSI 32) используется в следующих целях:

- обнаружение выхода активной или реактивной мощности за заданные пороговые значения;
- для отслеживания установленных предельных значений мощности и выходных предупредительных сигналов;
- обнаружение обратной связи по активной и реактивной мощности в электроэнергетических системах или электрических машинах;
- для обнаружения машин (двигателей, генераторов), которые работают без нагрузки, и выдачи сообщения для их отключения;
- для интеграции в любое решение по автоматизации, например для отслеживания очень специфических порогов мощности (для дальнейшей логической обработки в CFC).

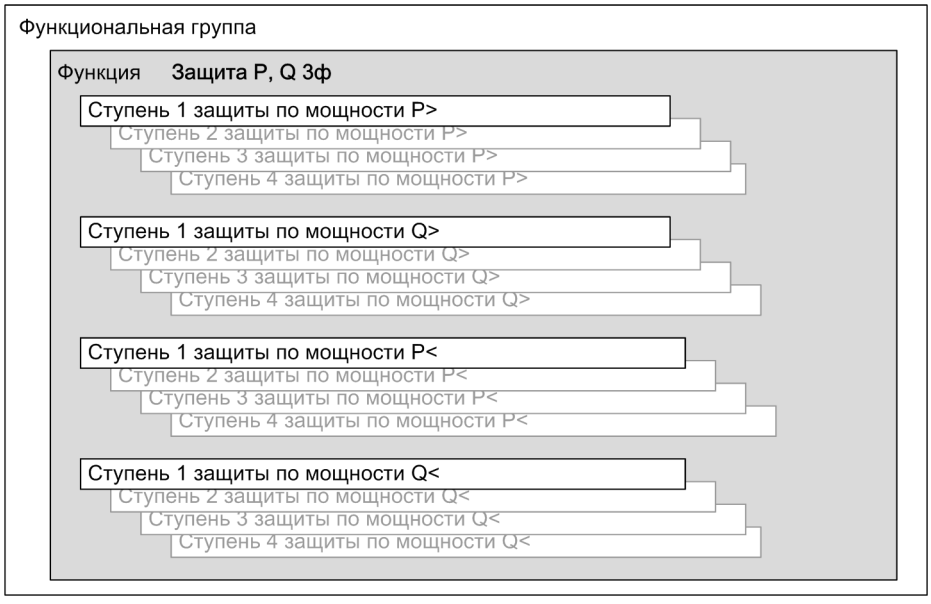
6.51.2 Структура функции

Функцию **трехфазной защиты по мощности (P, Q)** можно интегрировать в функциональные группы, которые предоставляют для расчета мощности измеряемые напряжения и токи трех фаз.

Функция **трехфазной защиты по мощности (P,Q)** имеет по одной ступени по умолчанию для активной и реактивной мощности. Предварительно сконфигурированы следующие ступени:

- Мощность P>
- Мощность Q>
- Мощность P<
- Мощность Q<

В функции одновременно могут срабатывать максимум 4 ступени активной мощности и 4 ступени реактивной мощности. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

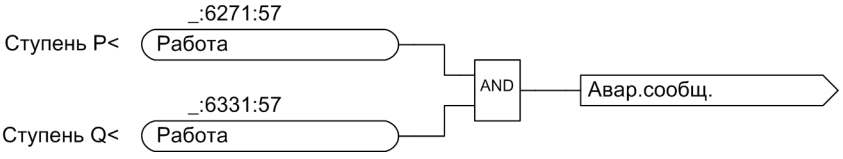


[dw_GPP 3-phase structure, 2, ru_RU]

Рисунок 6-404 Структура функции

Логическая схема выходных сигналов

Сообщения о срабатывании ступени (ступеней) активной и реактивной мощности можно логически соединить в схему CFC. Если сообщение о срабатывании присутствует как в ступени активной мощности, так и в ступени реактивной мощности, выдается предупредительное сообщение.

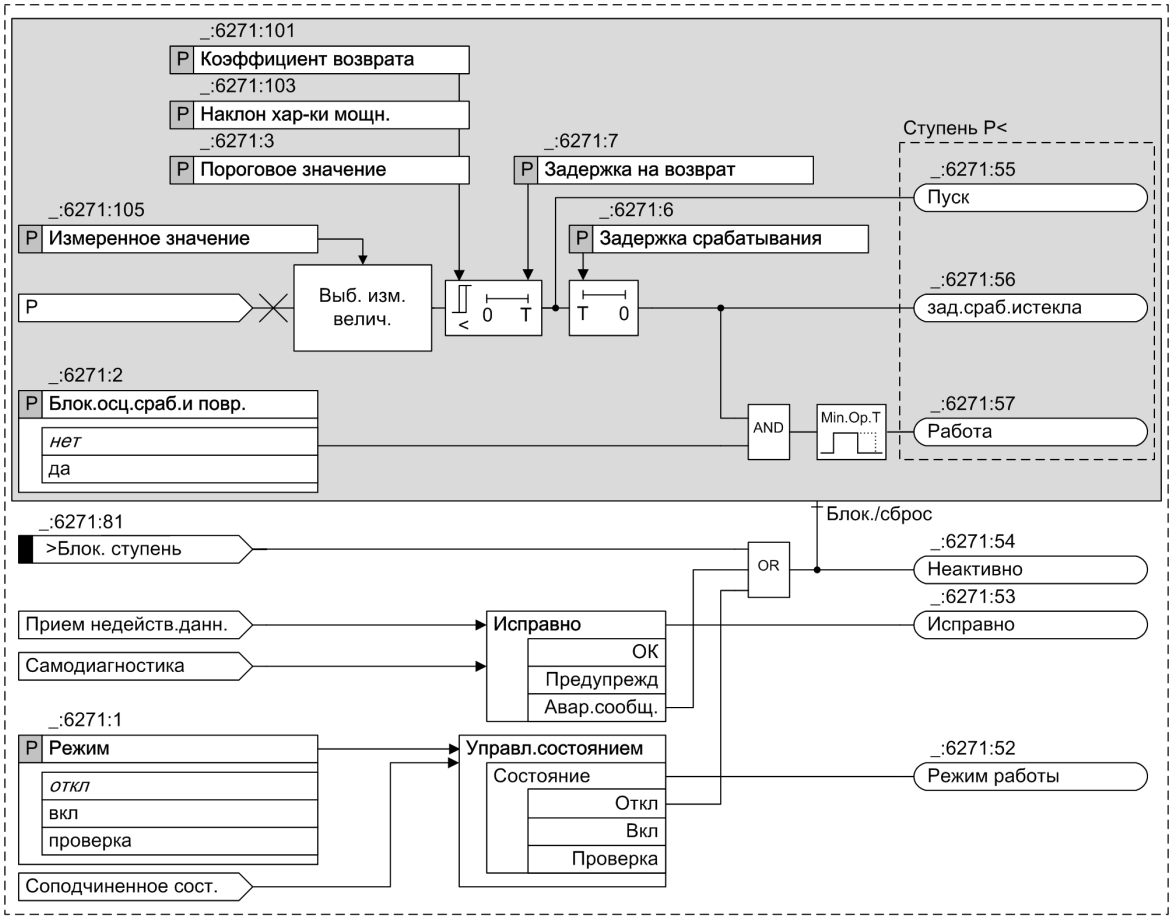


[lo_GPP operate indication logical comb, 2, ru_RU]

Рисунок 6-405 Логическая схема сообщений о срабатывании в CFC

6.51.3 Ступень активной мощности

Логическая схема ступени



[lo_3-phase active power, 2, ru_RU]

Рисунок 6-406 Блок-схема ступени активной мощности (Тип ступени: Мощность P<)

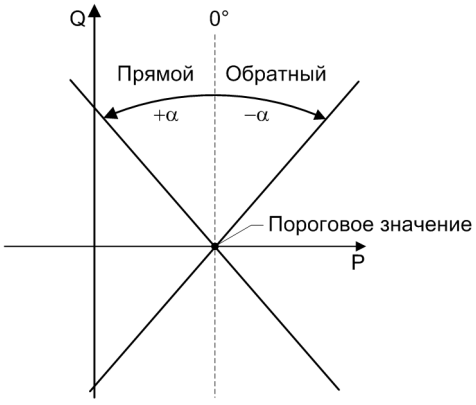
Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** используется для определения того, какой измеренный показатель мощности анализируется при срабатывании ступени. Доступны следующие настройки: ***мощ. прям.послед.***, мощность отдельной фазы — ***мощность, ф.A***, ***мощность, ф.B*** или ***мощность, ф.C***.

Характеристика срабатывания

При определении типа ступени, если ступень работает как **ступень увеличения** (тип ступени: **Мощность P>**) или как **ступень снижения** (тип ступени: **Мощность P<**).

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения пуска ступени. Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для определения наклона характеристики пуска. Рисунок ниже показывает использование параметров.



[dw_tilt-power active power, 2, ru_RU]

Рисунок 6-407 Наклон характеристики мощности

Пуск

Ступень сравнивает выбранное значение мощности с установленным **Пороговое значение**. В зависимости от типа ступени (**Мощность P>** или **Мощность P<**) это значение будет выше или ниже порогового значения, приводящего к пуску.

Задержка на возврат

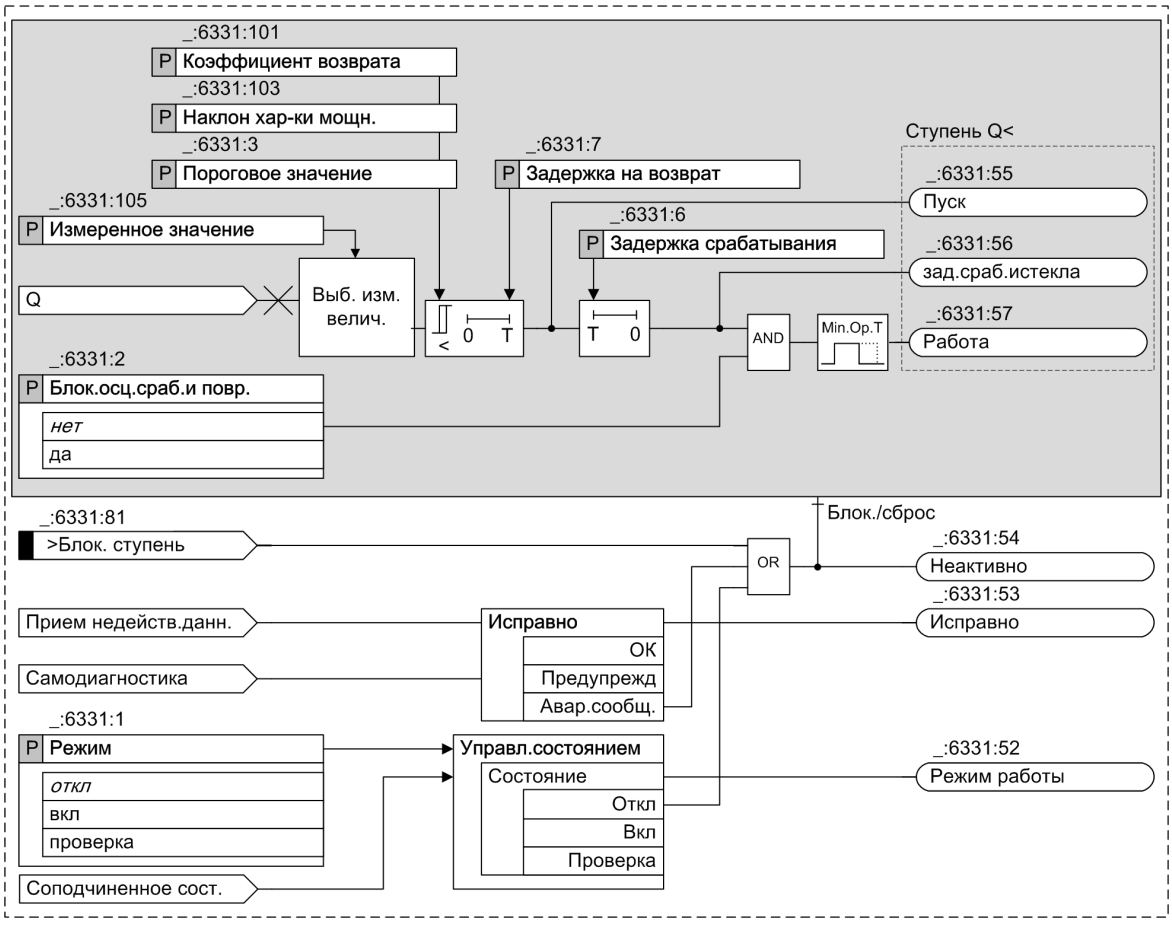
Можно установить задержку на возврат, когда измеряемое значение снижается ниже порога отключения. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Выдержка времени при срабатывании (параметр **Задержка срабатывания**) продолжает работать. Как только **Задержка срабатывания** закончится, ступень сработает.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Блокировать ступень можно как изнутри, так и снаружи, с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

6.51.4 Ступень реактивной мощности

Логическая схема ступени



[lo_3phase reactive power, 2, ru_RU]

Рисунок 6-408 Блок-схема ступени реактивной мощности (Тип ступени: Мощность Q<)

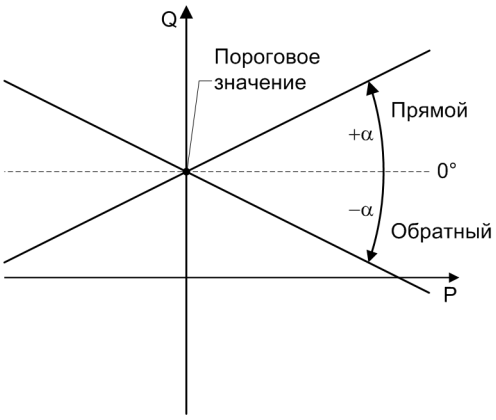
Измеренное значение

Параметр **Измеренное значение** используется для определения того, какой измеренный показатель мощности обрабатывается при срабатывании ступени. Доступны следующие настройки: ***мощ. прям.послед.***, мощность отдельной фазы — ***мощность, ф.A***, ***мощность, ф.B*** или ***мощность, ф.C***.

Характеристика срабатывания

При определении типа ступени, если ступень работает как **ступень увеличения** (тип ступени: **Мощность Q>**) или как **ступень снижения** (тип ступени: **Мощность Q<**).

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения пуска ступени. Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для определения наклона характеристики пуска. Рисунок ниже показывает использование параметров.



[dw_tilt-power reactive power, 2, ru_RU]

Рисунок 6-409 Наклон характеристики мощности

Пуск

Ступень сравнивает выбранное значение мощности с установленным **Пороговое значение**. В зависимости от типа ступени (**Мощность Q>** или **Мощность Q<**) это значение будет выше или ниже порогового значения, приводящего к пуску.

Задержка на возврат

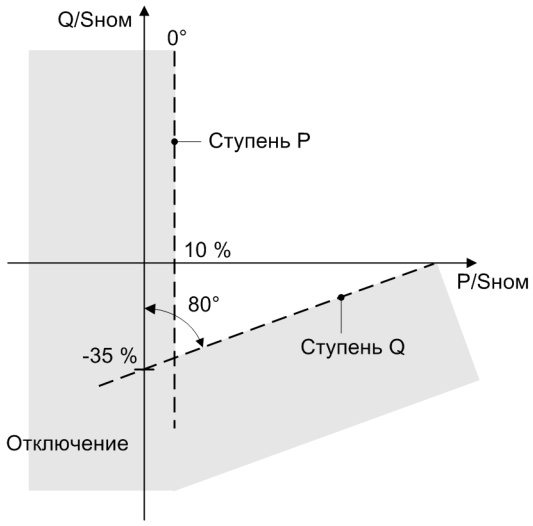
Можно установить задержку на возврат, когда измеряемое значение снижается ниже порога отключения. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Выдержка времени при срабатывании (параметр **Задержка срабатывания**) продолжает работать. Как только **Задержка срабатывания** закончится, ступень сработает.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Блокировать ступень можно как изнутри, так и снаружи, с помощью дискретного входного сигнала *>Блок. ступень*.

6.51.5 Пример применения

Иллюстрация настройки параметров приводится на примере генератора. Если значение активной мощности опускается ниже минимально допустимого значения мощности в прямом направлении, выдается выходное сообщение. Значение уставки реактивной мощности устанавливается выше порога ограничения недостаточного возбуждения и выдает аварийный сигнал. Ограничение недовозбуждения следует перед пределом статической устойчивости. Функция использует 3-фазное измерение мощности. *Рисунок 6-410* отображает пороговые значения и расположение характеристик на диаграмме PQ.



[dw_GPP PQ diagram 7UM, 2, ru_RU]

Рисунок 6-410 Значения срабатывания и графики характеристик

6.51.6 Замечания по уставкам для ступени активной мощности

Тип ступени

В следующем примере отслеживается снижение активной мощности ниже порогового значения. В функции **3-полюсный выключатель (P, Q)** используйте тип ступени **Мощность P<**.

Параметр: Измеренное значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:105) Измеренное значение** = ***мощ. прям.послед.***

Параметр **Измеренное значение** используется для точного определения того, какая именно измеряемая величина мощности оценивается. Для трехфазного измерения компания Siemens рекомендует анализировать составляющую прямой последовательности мощности.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:3) Пороговое значение** = ***10 %***

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения срабатывания ступени активной мощности. В примере взято 10 % от полной мощности генератора.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете несколько групп уставок, учтите следующее:

- Значение возврата ступени должно иметь одинаковый знак во всех группах уставок.
- Переключение от положительного значения возврата к отрицательному значению возврата или наоборот не допускается. В результате DIGSI сообщает о несогласованности.
- Если вы хотите изменить знак значения возврата ступени в дополнительной группе настроек, создайте новую ступень и включите ее. Если новая ступень не будет нужна в другой группе настроек, отключите ее.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:101) Коэффициент возврата** = ***1,05***

Для большинства случаев использования достаточно 5 % гистерезиса. Следовательно, значение уставки для **нижней ступени** составляет 1,05.

Параметр: Наклон хар-ки мощн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:103) Наклон хар-ки мощн.** = *0°*

Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для наклона характеристики пуска. В данном примере наклон не требуется. Следовательно, значение уставки равно *0°*.

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:7) Задержка на возврат** = *0,00 с*

Параметр **Задержка на возврат** удерживает срабатывание, даже если измеренное значение временно падает ниже порогового значения. При малых значений срабатывания требуется выдержка, чтобы предотвратить так называемый "дребезг" функции. Значение уставки необходимо определить во время ввода устройства в эксплуатацию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6271:6) Задержка срабатывания** = *1,00 с*

Выдержку времени устанавливают в зависимости от конкретного случая использования. В примере используется уставка 1,00 сек.

6.51.7 Замечания по уставкам для ступени реактивной мощности

Тип ступени

В данном примере отслеживается реактивная мощность, если она снижается ниже порогового значения. В функции **3-полюсный выключатель (P, Q)** используйте тип ступени **Мощность Q<**. Убедитесь, что кривая характеристики находится на отрицательной оси Q.

Параметр: Измеренное значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6331:105) Измеренное значение** = ***мощ. прям.послед.***

Параметр **Измеренное значение** используется для точного определения того, какая именно измеряемая величина мощности оценивается. Для трехфазного измерения компания Siemens рекомендует анализировать составляющую прямой последовательности мощности.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6331:3) Пороговое значение** = *-35 %*

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порогового значения срабатывания ступени реактивной мощности. В примере взято -35 % от полной мощности генератора. Настройте ограничения недовозбуждения в зависимости от параметров регулятора. Ограничение недовозбуждения следует перед пределом статической устойчивости.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете несколько групп уставок, учтите следующее:

- Значение возврата ступени должно иметь одинаковый знак во всех группах уставок.
- Переключение от положительного значения возврата к отрицательному значению возврата или наоборот не допускается. В результате DIGSI сообщает о несогласованности.
- Если вы хотите изменить знак значения возврата ступени в дополнительной группе настроек, создайте новую ступень и включите ее. Если новая ступень не будет нужна в другой группе настроек, отключите ее.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6331:101) Коэффициент возврата** = ***0,95***

Для большинства случаев использования достаточно 5 % гистерезиса. Следовательно, значение уставки для **нижней ступени** составляет 0,95.

Параметр: Наклон хар-ки мощн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6331:103) Наклон хар-ки мощн.** = ***+10°***

Параметр **Наклон хар-ки мощн.** используется для наклона характеристики пуска. В этом примере применения (см. *Рисунок 6-410*) характеристика мощности имеет отклонение 10° (90° - 80° = 10°). Введите уставку параметра **Наклон хар-ки мощн.**, равную ***+10°*** (определение знака см. в *Рисунок 6-409*).

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6331:7) Задержка на возврат** = ***0,00 с***

Параметр **Задержка на возврат** удерживает срабатывание, даже если измеренное значение временно падает ниже порогового значения. При малых значений срабатывания требуется выдержка, чтобы предотвратить так называемый "дребезг" функции. Значение уставки необходимо определить во время ввода устройства в эксплуатацию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6331:6) Задержка срабатывания** = ***1,00 с***

Выдержку времени устанавливают в зависимости от конкретного случая использования. В примере используется уставка 1,00 сек.

6.51.8 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Мощн.P> 1				
_:6241:1	Мощн.P> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6241:2	Мощн.P> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:6241:104	Мощн.P> 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6241:3	Мощн.P> 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	80.0 %
_:6241:101	Мощн.P> 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:6241:103	Мощн.P> 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6241:7	Мощн.P> 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6241:6	Мощн.P> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Мощн.P< 1				
_:6271:1	Мощн.P< 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6271:2	Мощн.P< 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6271:105	Мощн.P< 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6271:3	Мощн.P< 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	5.0 %
_:6271:101	Мощн.P< 1:Коэффициент возврата		1.01 до 1.10	1.05
_:6271:103	Мощн.P< 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6271:7	Мощн.P< 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6271:6	Мощн.P< 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Мощн.Q> 1				
_:6301:1	Мощн.Q> 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6301:2	Мощн.Q> 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6301:105	Мощн.Q> 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6301:3	Мощн.Q> 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	70.0 %

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:6301:101	Мощн.Q> 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:6301:103	Мощн.Q> 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6301:7	Мощн.Q> 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6301:6	Мощн.Q> 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с
Мощн.Q< 1				
_:6331:1	Мощн.Q< 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6331:2	Мощн.Q< 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:6331:105	Мощн.Q< 1:Измеренное значение		• мощность, ф.A • мощность, ф.B • мощность, ф.C • мощ. прям.послед.	мощ. прям.послед.
_:6331:3	Мощн.Q< 1:Пороговое значение		-200.0 % до 200.0 %	-30.0 %
_:6331:101	Мощн.Q< 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.95
_:6331:103	Мощн.Q< 1:Наклон хар-ки мощн.		-89.0 ° до 89.0 °	0.0 °
_:6331:7	Мощн.Q< 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:6331:6	Мощн.Q< 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.51.9 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Мощн.P> 1			
_:6241:81	Мощн.P> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6241:54	Мощн.P> 1:Неактивно	SPS	O
_:6241:52	Мощн.P> 1:Режим работы	ENS	O
_:6241:53	Мощн.P> 1:Статус исправности	ENS	O
_:6241:55	Мощн.P> 1:Пуск	ACD	O
_:6241:56	Мощн.P> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6241:57	Мощн.P> 1:Работа	ACT	O
Мощн.P< 1			
_:6271:81	Мощн.P< 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6271:54	Мощн.P< 1:Неактивно	SPS	O
_:6271:52	Мощн.P< 1:Режим работы	ENS	O
_:6271:53	Мощн.P< 1:Статус исправности	ENS	O
_:6271:55	Мощн.P< 1:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:6271:56	Мощн.P< 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6271:57	Мощн.P< 1:Работа	ACT	O
Мощн.Q> 1			
_:6301:81	Мощн.Q> 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6301:54	Мощн.Q> 1:Неактивно	SPS	O
_:6301:52	Мощн.Q> 1:Режим работы	ENS	O
_:6301:53	Мощн.Q> 1:Статус исправности	ENS	O
_:6301:55	Мощн.Q> 1:Пуск	ACD	O
_:6301:56	Мощн.Q> 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6301:57	Мощн.Q> 1:Работа	ACT	O
Мощн.Q< 1			
_:6331:81	Мощн.Q< 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:6331:54	Мощн.Q< 1:Неактивно	SPS	O
_:6331:52	Мощн.Q< 1:Режим работы	ENS	O
_:6331:53	Мощн.Q< 1:Статус исправности	ENS	O
_:6331:55	Мощн.Q< 1:Пуск	ACD	O
_:6331:56	Мощн.Q< 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:6331:57	Мощн.Q< 1:Работа	ACT	O

6.52 Функция отделения электростанции

6.52.1 Обзор функций

Функция **отделения электростанции** (ANSI 37 (-dP)):

- Обнаруживает внешние короткие замыкания вблизи электростанции (линия, шина) и размыкает высоковольтный выключатель в случае большой длительности повреждения
- Предотвращает недопустимое напряжение на узле вала из-за высокого механического напряжения в результате резкой разгрузки активной мощности
- Предотвращает качания мощности электростанции с энергосистемой в результате чрезмерно длительного времени устранения повреждения
- Защищает обмотку статора от воздействия чрезмерно длительного тока короткого замыкания

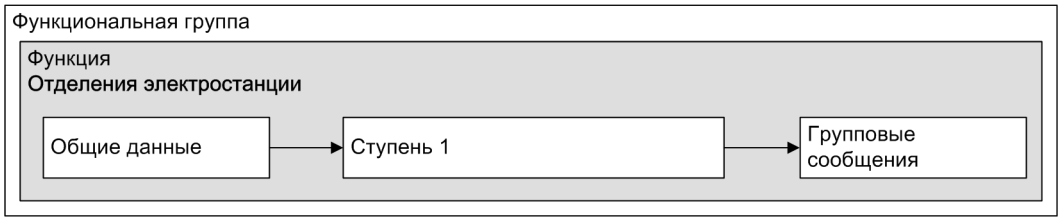
6.52.2 Структура функции

Функция **отделения электростанции** используется в защитной функциональной группе **Статор генератора**. Она также может работать в функциональной группе **Напряжение-ток 3ф**.

Вы можете скопировать функцию во время проектирования в соответствующую функциональную группу.

Функция **отделения электростанции** состоит из 1 ступени, которая содержит необходимые функциональные блоки.

Функция обрабатывает трехфазное напряжение на основных выводах генератора и ток функциональной группы **Статор генератора**. На следующем рисунке показана структура функции.



[dw_PPD_structure, 2, ru_RU]

Рисунок 6-411 Структура/реализация функции

6.52.3 Описание функции

Основной принцип работы функции отделения электростанции

В случае повреждений в системе внезапное изменение электрического крутящего момента генератора приводит к возникновению крутильных колебаний в узлах валов электростанций. Это приводит к увеличению механического напряжения и, в крайнем случае, к разрушению узла вала.

В случае внешнего трехфазного короткого замыкания в электростанции происходит резкая разгрузка активной мощности, что вызывает изменение электрического крутящего момента. Из-за уменьшения крутящего момента возрастает угловая скорость ротора и увеличивается угол выбега ротора. Угол выбега ротора описывает крутильное состояние вала. Угол выбега ротора представляет собой разность углов между синхронным сгенерированным напряжением генератора и напряжением энергосистемы (контрольная точка в энергосистеме).

ПРИМЕЧАНИЕ

Угол выбега ротора, который показан среди функциональных измеренных значений в функциональной группе **Статор генератора**, относится к предельному напряжению генератора и имеет несколько меньшее значение.

Приведенные ниже уравнения показывают, в упрощенном виде, основные соотношения возникающего напряжения.

$$\omega_L = \frac{1}{\Theta} \cdot \Delta T t_{КЗ} + \omega_0;\ \Delta T = T_{мех} - T_{эл}$$

[fo_powerplant_stress_01, 2, ru_RU]

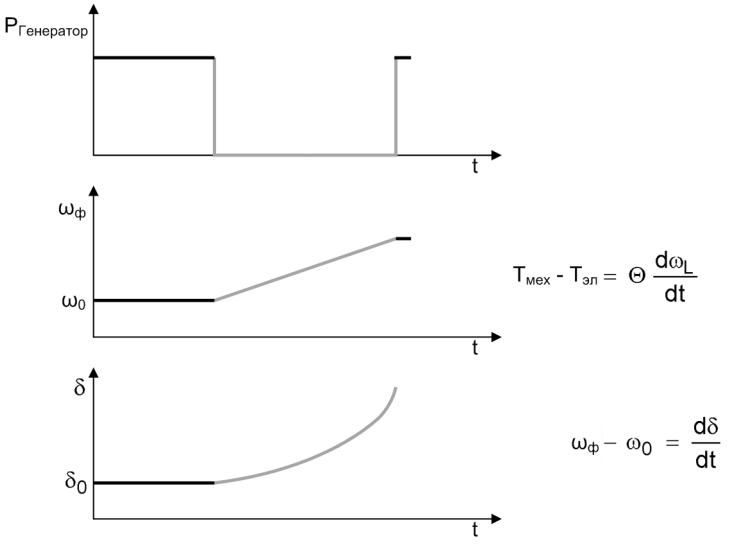
$$\delta = \frac{1}{\Theta} \cdot \Delta T (t_F)^2 + \delta_0$$

[fo_powerplant_stress_02, 2, ru_RU]

где

$T_{мех}$	Механический момент (крутящий момент турбины)
$T_{эл}$	Электрический крутящий момент (электромагнитный момент)
Θ	Массовый момент инерции вала
ω_L	Угловая скорость ротора
ω_0	Синхронная угловая скорость (постоянная: $\omega_0 = 2\pi f$)
t_F	Время устранения повреждения
δ	Угол ротора генератора
δ_0	Угол ротора перед возникновением повреждения

На следующем рисунке схематически показан эффект внезапного броска активной мощности.



[dw_PPD_rotor-angle, 2, ru_RU]

Рисунок 6-412 Изменение угла ротора для короткого замыкания вблизи электростанции

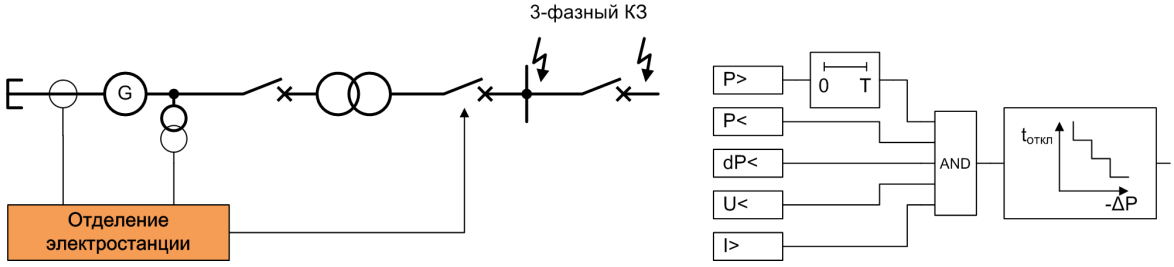
При изменении электрического крутящего момента угловая скорость ротора изменяется линейно в течение длительности повреждения. Угол ротора увеличивается в квадратичной зависимости от длительности повреждения. Угол ротора в момент устранения повреждения оказывает значительное влияние на механическое напряжение на узле вала.

Если напряжение не исчезает в точке соединения, то активная мощность все еще может попасть в энергосистему во время повреждения. Таким образом, изменение электрического крутящего момента будет меньше, а напряжение на узле вала ниже. Это означает, что допустима более длительная продолжительность повреждения.

Отключение электростанции позволяет избежать возникновения недопустимого напряжения на узле вала. Оценка по нескольким критериям обеспечивает безопасную функциональность:

- Максимальная токовая защита — Критерий обнаружения коротких замыканий
- Низкое напряжение — Критерий обнаружения снижения напряжения
- Активная мощность P< — Критерий для определения снижения активной мощности
- Высвобождение активной мощности P> — Критерий того, что перед повреждением генератор имеет достаточную активную мощность для энергосистемы
- Изменение активной мощности dP< — Решающий критерий определения напряжения на узле вала. Возможна многоступенчатая характеристика срабатывания→ $t_{вых}$ = f(ΔP).

Базовая структура показана на следующем рисунке. Подробную информацию о реализации можно найти в *Логика работы, Страница 1187* и в главе *6.52.4 Указания по применению и вводу уставок*.



[dw_PPD_power-plant-coupler, 2, ru_RU]

Рисунок 6-413 Базовая структура отделения электростанции

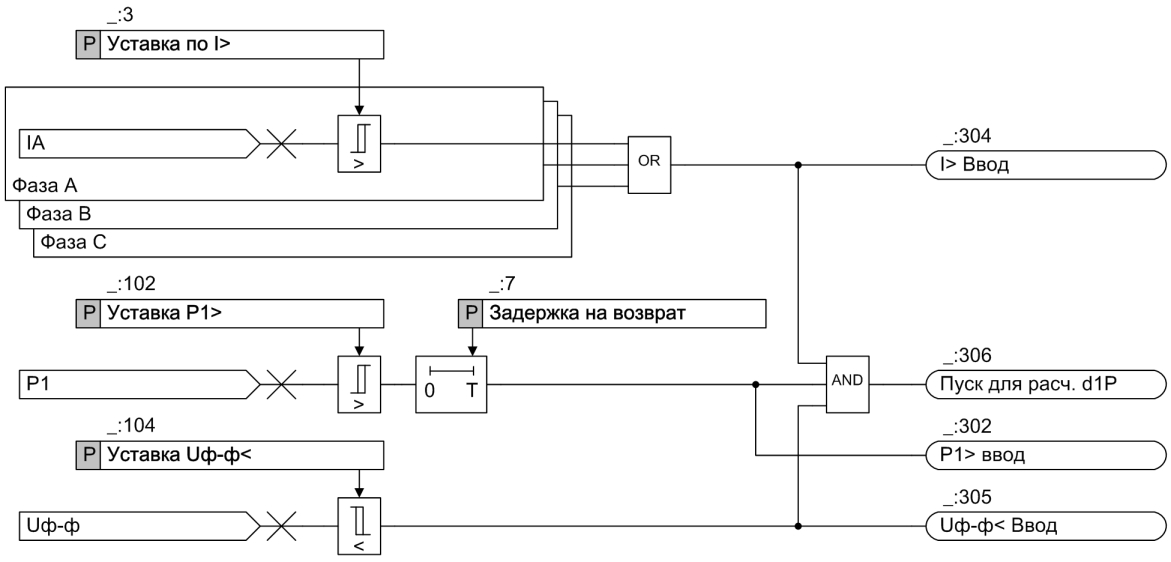
Логика работы

Функция **Отделение электростанции** включает несколько разных критериев. *Рисунок 6-414* показывает логику включения для измерения изменения активной мощности (измерение dP).

Если следующие критерии выполняются, то выдается сообщение *Пуск для расч.dP1* и начинается расчет разности активной мощности:

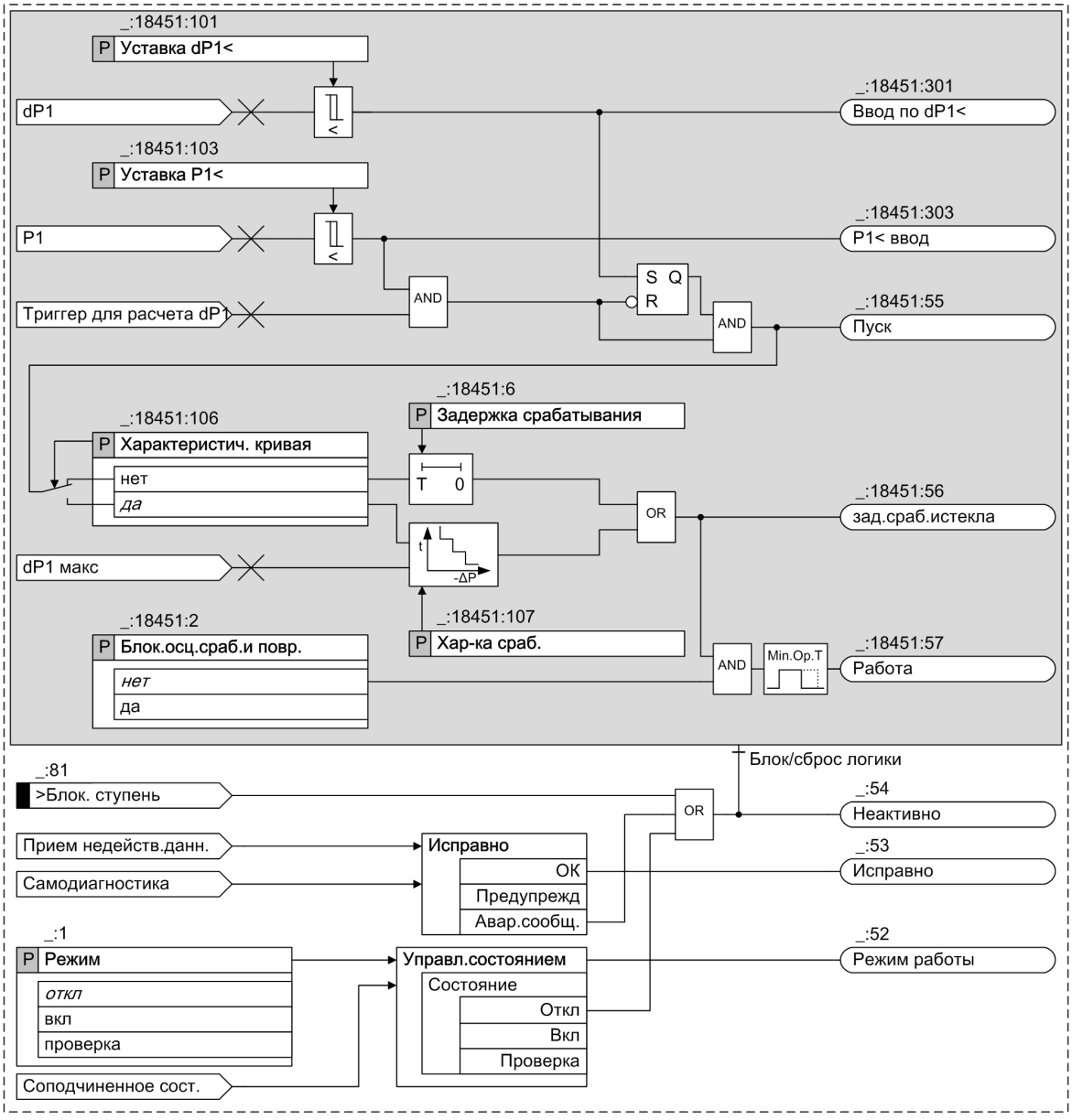
- Пуск по МТЗ
- Срабатывание при снижении напряжения
- Подача соответствующей активной мощности от электростанции в энергосистему

Сообщение *Пуск расч. dP1* описывает время вычисления, начиная с которого внутри сохраняется активная мощность до возникновения повреждения, P1($t_{до}$). Во избежание неправильного измерения во время переходных процессов активная мощность во время запуска не измеряется; вместо этого используется значение времени прибл. 2 циклов до запуска.



[lo_PPD_db_measurement, 2, ru_RU]

Рисунок 6-414 Логическая схема для разрешения измерения dP



[lo_PPD_function, 2, ru_RU]

Рисунок 6-415 Логическая блок-схема работы функции

Рисунок 6-415 представляет обзор реализации и влияния отдельных критериев. Измеряемые величины определяются через каждые 1/4 цикла, поэтому функция может быстро реагировать на изменения мощности и – при необходимости – быстро вернуться. Оценка сигналов отслеживаемого напряжения и тока с частотой дискретизации обеспечивает высокий уровень точности измерений в широком диапазоне частот.

Измеренная активная мощность оценивается исключительно в процентах относительно полной мощности генератора. Поэтому она всегда меньше 100 %, а максимальное значение определяется при номинальных условиях с помощью cos φ (коэффициент мощности). Процентное значение фазных токов связано с номинальным током генератора; процентное значение для линейного напряжения связано с номинальным напряжением генератора.

Таблица 6-24 Реализация и влияние отдельных критериев

Критерий	Метод измерения/описания
I>	Сегрегированный по фазе расчет действующего значения основной гармоники • Критерий токовой защиты обнаруживает короткое замыкание. Токи обнаруживаются пофазно. Векторная группа блочного трансформатора приводит только к двухфазным или трехфазным токам повреждения на стороне генератора (также см. функцию **Дистанционная защита**).
U_{PP}<	Фазное напряжение вектора основной гармоники • Критерий снижения напряжения определяет внешнее короткое замыкание. В случае повреждения, напряжение должно быть ниже порогового значения. Кроме того, критерий снижения напряжения также позволяет выполнить возврат функции, если неисправность устранена защитой линии.
P1>	Активная мощность системы прямой последовательности P1 • Если электростанция работает в диапазоне частичной нагрузки, следует ожидать относительно низкой нагрузки на узле вала. По этой причине выполняется проверка того, осуществляется ли питание энергосистемы при минимальной нагрузке. Критерием является задержка возврата (параметр: **Задержка на возврат**), поскольку в случае повреждения пороговое значение не будет достигнуто.
P1<	Активная мощность прямой последовательности P1 • Падение ниже порога активной мощности является дополнительным критерием обнаружения повреждения. В случае неисправности измеренная активная мощность должна быть меньше порогового значения.
dP1	$dP1(t) = P1(t_{до}) - P1(t)$ • Вычисляет изменение активной мощности, начиная с возникновения повреждения. Если обнаружено короткое замыкание, начинается расчет разности мощности. Критерий вычисляет разницу мощности между активной мощностью до возникновения повреждения и фактической активной мощностью во время вычисления. Для обнаружения повреждения первый бросок активной мощности обнаружен и сохранен в RS-триггере. Если предыдущие условия выполнены и пороговое значение dP (запрос отрицательного броска) снизилось, то функция срабатывает и таймер запускается. Если активной является только ступень с фиксированным временем (**Характеристич. кривая** = ***нет***), после истечения времени происходит отключение, предполагая, что все вышеуказанные условия все еще выполняются.
dP1макс	$(P1(t_{до}) - P1(t))$ • Если необходимо использовать характеристику срабатывания для отключения защиты, разность активной мощности непрерывно измеряется с момента запуска. В отличие от измерения dP, максимальная разность активной мощности, обнаруженная во время срабатывания, используется в качестве переменной в характеристике срабатывания. Эта характеристика предоставляет преимущество, на которое можно реагировать в соответствии с уровнем изменения активной мощности.

Используя многоступенчатую характеристику срабатывания, можно назначить допустимое время отключения для максимальной разницы активной мощности. Количество ступеней можно определить в диапазоне от 2 до 5 и, таким образом, оптимально адаптировать функцию к условиям системы. Для небольших разбросов активной мощности допускается более длительное время срабатывания.

Вы также можете выбрать только 1 ступень. Выберите между ступенчатой кривой срабатывания или заданным временем.

Функциональные измеряемые величины

В системе доступны функциональные измеренные значения, чтобы можно было лучше оценить поведение функции. Например, вы можете собрать эти функциональные измеренные значения при регистрации повреждения.

Измеренное значение	Описание
P1(t)	Активная мощность системы прямой последовательности, которая оценивается с помощью функции. Измеренное значение рассчитывается через каждую 1/4 цикла.
dP1(t)	Непрерывное представление изменения активной мощности, начиная с времени пуска. При этом вы можете оценить изменение разницы активной мощности перед повреждением ($t_{до}$).
dP1(t)макс	Это измеренное значение используется в характеристике срабатывания. Оно представляет максимальную активную мощность в течение повреждения.

Блокировка функции

Вы можете полностью сбросить функцию, используя дискретный входной сигнал **> Ступень блокировки**.

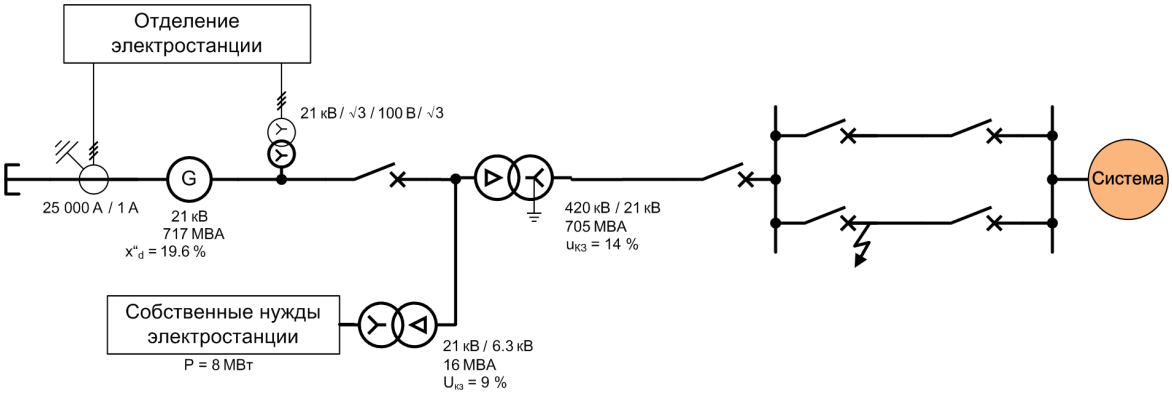
Если срабатывает внутренний контроль, например, из-за обрыва цепи измерения напряжения, функция блокируется.

6.52.4 Указания по применению и вводу уставок

В случае типового применения Siemens рекомендует использовать следующие основные параметры. Изменение параметров, таких как активная мощность энергосистемы и допустимые выдержки времени, возможно только при условии дополнительного изучения поведения энергосистемы с данными специфичными параметрами. *Рисунок 6-416* и *Рисунок 6-417* показывают типовую конфигурацию системы, а также содержат соответствующие технические данные. Рекомендуется добавлять функцию в функциональную группу **Статор генератора** или **Напряжение-ток 3ф**.

Функциональная группа Статор генератора

Если функция добавлена в функциональную группу **Статор генератора** (см. пример соединения в *Рисунок 6-416*), то при отключенном выключателе генератора функция должна быть заблокирована. В случае КЗ в генераторе, ток короткого замыкания по-прежнему протекает в течение короткого времени после устранения повреждения, т.е. с отключенным выключателем генератора, и, следовательно, существует риск ложного срабатывания функции. Создаются условия для срабатывания функции Отделение электростанции и выключатель снова отключается. Это означает, что отключается трансформатор генератора и приостанавливается питание собственных нужд.



[dw_PPD_connection-examples, 2, ru_RU]

Рисунок 6-416 Пример подключения для функциональной группы Статор генератора

Выполните следующие настройки в функциональной группе **Статор генератора**. Если расчет выполняется в относительных единицах, эти уставки необходимы для вычисления процентных соотношений.

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что вы ввели правильные данные генератора в данных энергосистемы.

Параметры: `Ном. полная мощн.`

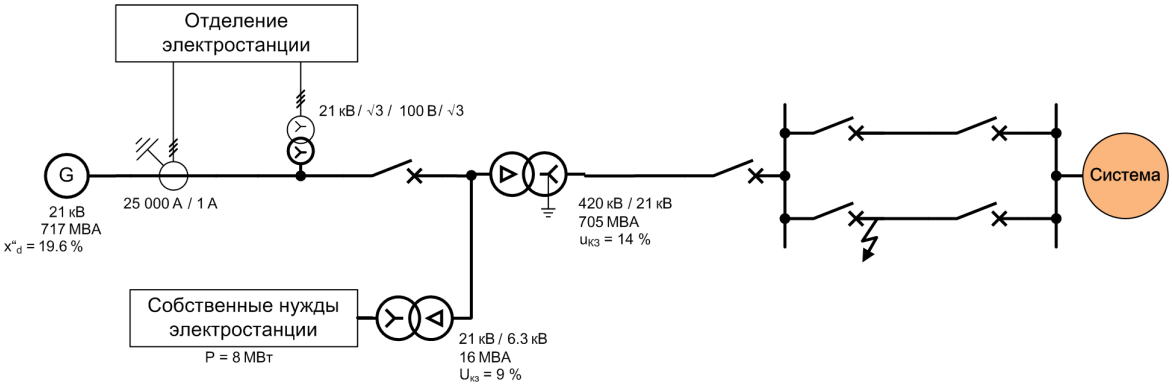
Используя параметр **`(_:14671:103) Ном. полная мощн.`**, можно установить номинальную полную мощность защищаемого генератора. В примере подключения (*Рисунок 6-416*) она равна 717 MBA.

Параметры: `Номин.напряж.`

Используя параметр **`(_:14671:102) Номин.напряж.`**, можно установить номинальное напряжение защищаемого генератора. В примере подключения (*Рисунок 6-416*) оно равно 21 кВ.

Уставки для параметров **`Ном. полная мощн.`** и **`Номин.напряж.`** дают значение **`Номинальный ток`** 717 MBA / (√3 · 21 кВ) = 19712 A.

Добавление в функциональную группу Напряжение-ток 3ф



[dw_PPD_connection-example 2, 1, ru_RU]

Рисунок 6-417 Пример подключения для функциональной группы Напряжение-ток 3ф

Выполните следующие настройки в функциональной группе **Напряжение-ток 3ф**. Если расчет выполняется в относительных единицах, эти уставки необходимы для вычисления процентных соотношений.

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что вы ввели правильные данные генератора в данных энергосистемы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если трансформатор тока заземлен со стороны генератора (см. *Рисунок 6-417*), установите параметр **`Общ.тчк.ТТв объекте`** в объект равным ***`нет`***. Параметр можно найти в DIGSI 5 в дереве проекта в пункте меню **Наименование устройства** → **Уставки** → **Энергосистема** → **Точка измерения I 3ф**.

Параметры: `Номинальный ток`

Используя параметр **`(_:9451:101) Номинальный ток`**, можно установить номинальный ток защищаемого генератора. В примере подключения (*Рисунок 6-417*) он равен 19712 A.

Параметры: Номин.напряж.

Используя параметр **(_:9451:102) Номин.напряж.**, можно установить номинальное напряжение защищаемого генератора. В примере подключения (*Рисунок 6-417*) оно равно 21 кВ.

Уставки для параметров **Номинальный ток** и **Номин.напряж.** дают значение **Ном. полная мощн.** $\sqrt{3} \cdot 21$ кВ $\cdot$ 19712 А = 717 МВА.

ПРИМЕЧАНИЕ

Настройки по умолчанию для следующих пороговых значений приведены в процентах. В DIGSI 5 можно показать режим **Проценты**, выбрав **Проект** → **Устройство** → **Уставки** → **Уставки устройства** → **Режим редактирования**. Дополнительная информация о режиме представлена в главе *3.9 Общие указания по заданию порогового значения защитных функций*.

Параметр: Уставка P1>

- Уставка по умолчанию **(_:18451:102) Уставка P1>** = *60 %*

Параметр **Уставка P1>** позволяет установить активную мощность, которую генератор должен выдавать в энергосистему до того, как произойдет короткое замыкание. Если выдаваемая активная мощность ниже установленного значения, отключение энергосистемы не происходит.

Типовое значение cos φ от 0,8 до 0,9 представляет собой в процентах от 80 % до 90 % активной мощности (опорная мощность – полная мощность). Поэтому значение уставки составляет более половины максимальной активной мощности. Siemens рекомендует значение > 50 % ($P1/S_{ном,ген}$).

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:18451:7) Задержка на возврат** = *0,5 с*

Вы должны установить значение параметра **Задержка на возврат** так, чтобы оно было больше максимальной выдержки времени отключения. Также учтите уставки характеристики срабатывания (см. *Таблица 6-25*). По истечении этого времени удержание значения активной мощности таким же как до возникновения повреждения $P1(t_{до})$ будет прекращено. Фиксирование изменения активной мощности осуществляется для $P1(t_{до})$. Параметр **Задержка на возврат** представляет собой дополнительный критерий предотвращающий ошибочный расчет изменения активной мощности.

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. При необходимости следует немного увеличить время.

Параметр: Уставка P1<

- Уставка по умолчанию **(_:18451:103) Уставка P1<** = *30 %*

С помощью этого параметра можно настроить активную мощность, соответствующую режиму КЗ. Если активная мощность меньше уставки, выдается сигнал. Значение уставки должно быть меньше, чем уставка **Уставка P1>**. Чтобы разрешить срабатывание при остаточном напряжении, не следует устанавливать слишком маленькое значение параметра **Уставка P1<**.

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

Параметр: Уставка Uф-ф<

- Уставка по умолчанию **(_:18451:104) Уставка Uф-ф<** = *70 %*

Для обеспечения надежного срабатывания напряжение на клеммах генератора во время короткого замыкания вблизи электростанции, безусловно, должно быть ниже параметра **Уставка Uф-ф<**. Это означает, что не следует устанавливать слишком маленькое значение параметра **Уставка Uф-ф<**. С другой стороны, необходимо учитывать определенный диапазон напряжения (обычно: +/- 5 % или 7,5 %). Также необходимо учитывать уровень напряжения после устранения повреждения.

Если в энергосистеме существуют несимметричные короткие замыкания, то на стороне генератора также будет возникать несимметрия линейного напряжения. Если на стороне высокого напряжения происходит однофазное короткое замыкание, то на стороне генератора снизится только одно

линейное напряжение. Пороговое значение напряжения также является критерием для определения времени активной мощности до возникновения повреждения.

Типовой диапазон уставки составляет от 50 % до 75 %. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

ПРИМЕЧАНИЕ

При определении параметра **Уставка Uф-ф<** обратите внимание, что ток замыкания приводит к снижению напряжения на блочном трансформаторе. В этом случае необходимо дополнительно учитывать полное сопротивление короткого замыкания трансформатора (в упрощенном виде напряжение короткого замыкания $U_{кз}$).

Возможное напряжение на клеммах на стороне генератора можно оценить следующим образом:

$$U\,[\%] \approx u_{КЗ}\,[\%] \cdot \frac{I''_{3ф}}{I_{ном.ген.}}$$

[fo_generator terminal voltage, 2, ru_RU]

Пример

$v_{кз} = 14\ \%$

$I''_{3-ф} = 3I_{ном,ген}$

$$U\,[\%] \approx u_{КЗ}\,[\%] \cdot \frac{I''_{3ф}}{I_{ном.ген.}} = 14\ \% \cdot \frac{3I_{ном.ген.}}{I_{ном.ген.}} = 42\ \%$$

[fo_generator terminal voltage, example, 2, ru_RU]

Параметр: Уставка по I>

- Уставка по умолчанию **(_:18451:3) Уставка по I>** = *130 %*

Для выявления внешнего короткого замыкания, задайте параметр **Уставка по I>**. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

Вы можете рассчитать начальный ток короткого замыкания с сверхпереходным реактивным сопротивлением генератора x''_d и напряжением короткого замыкания $U_{кз}$ трансформатора:

$$I''_{3\ фазн.} = \frac{I_{ном.ген.}}{x''_d + u_{КЗ}}$$

[fo_shortcircit AC current, 2, ru_RU]

Для числового примера:

$$I''_{3\ фазн.} \approx \frac{I_{ном.ген.} \cdot 100\ \%}{19.6\ \% + 14\ \%} \approx 3I_{ном.ген.}$$

[fo_shortcircit AC current, example, 2, ru_RU]

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

Параметр: Уставка dP1<

- Уставка по умолчанию **(_:18451:101) Уставка dP1<** = *-70 %*

Используя параметр **Уставка dP1<**, можно установить значение, которое приводит к срабатыванию функции **Отделения электростанции**. Предпосылкой является то, что вышеупомянутые условия должны быть выполнены. Уставка определяется, помимо прочего, следующими настройками. Если вы хотите получить только 1 фиксированную ступень с определенным временем отключения (параметр **Характеристич. кривая** = *нет*), необходимо установить большое значение уставки изменения

активной мощности. Рассмотрим близкое трехфазное короткое замыкание. В условиях максимальной нагрузки и cos φ = 0,8 *идеальное* изменение активной мощности составляет примерно -80 % (при максимальной нагрузке активная мощность 80 % $P/S_{ном,ген}$, а в случае повреждения 0 %); однако этот *идеальный* случай на практике не может быть достигнут.

Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Уставку можно найти в заводском техническом описании турбогенератора или вам придется определить значение из динамических расчетов.

Если вы хотите использовать характеристику срабатывания (параметр **Характеристич. кривая** = ***да***), установите параметр **Уставка dP1<** равным наименьшему пороговому значению характеристики срабатывания (см. *Таблица 6-25*).

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:18451:6) Задержка срабатывания** = ***0,15 с***

Вы должны установить параметр **Задержка срабатывания**, исходя из конкретных условий применения. Время определяется производителем турбогенератора. Учтите требования *поддержания непрерывности электроснабжения при сбоях* (FRT) из *Электросетевых стандартов* (правила сети и системы оператора энергосистемы). Требования FRT означают, что энергосистема должна оставаться устойчивой в случае трехфазного короткого замыкания и не должна терять синхронность после устранения повреждения (асинхронное качание активной мощности с энергосистемой). Типовое время FRT составляет 0,15 с, что также является задержкой срабатывания по умолчанию. Стоит учесть возможность применения дополнительной задержки срабатывания приблизительно 25 мс. Задержка возврата имеет тот же порядок величины. В расчетах используется 20 мс.

Параметр **Задержка срабатывания** можно оценить следующим образом:

$$t_{\text{сообщение пуска}} \geq t_{\text{повреждение}} - t_{\text{пуск}} + t_{\text{возврат}}$$

[fo_pickupInd.Time, 1, ru_RU]

$$\text{Задержка срабатывания} > t_{\text{сообщение пуска}} + \text{Запас по надежности}$$

[fo_op.DelayTime, 1, ru_RU]

Где:

$t_{\text{пуск-сооб.}}$	Время сообщения о пуске
$t_{\text{повр}}$	Максимально допустимое время устранения повреждения
$t_{\text{пуск}}$	Задержка пуска
$t_{\text{возвр}}$	Задержка на возврат

ПРИМЕР

$t_{\text{повр}} = 140$ мс

$t_{\text{пуск}} = 25$ мс

$t_{\text{возвр}} = 20$ мс

$$t_{\text{сообщение пуска}} \geq t_{\text{повреждение}} - t_{\text{пуск}} + t_{\text{возврат}} = 140\text{ мс} - 25\text{ мс} + 20\text{ мс} = 135\text{ мс}$$

[fo_pickupInd.Time with data, 1, ru_RU]

$$\text{Задержка срабатывания} > t_{\text{сообщение пуска}} + \text{Запас по надежности} = 135\text{ мс} + 10\text{ мс} = 145\text{ мс}$$

[fo_op.DelayTime with data, 1, ru_RU]

Параметр **Задержка срабатывания** устанавливается равным 150 мс (0,15 с).

Параметр: Характеристич. кривая

- Уставка по умолчанию **(_:18451:106) Характеристич. кривая** = ***да***

Параметр **Характеристич. кривая** указывает, надо ли использовать характеристику срабатывания или фиксированную задержку отключения (**Характеристич. кривая** = ***нет***). Siemens рекомендует использовать настройку по умолчанию, поскольку вы можете работать с разными задержками при различных изменениях активной мощности с характеристикой срабатывания. Таким образом, вы повышаете безопасность электропитания и избегаете чрезмерно быстрого отключения энергосистемы, если происходят небольшие изменения активной мощности.

Параметры: Характер. срабатывания

Если вы используете характеристику срабатывания, то вы можете установить количество желаемых ступеней. Число отображаемых значений таблицы можно настроить. Оптимальное число – 3 ступени.

Небольшие изменения активной мощности приводят к небольшим возмущениям в сети. По этой причине допустима более длительная выдержка времени отключения. Используйте время, рекомендуемое производителем турбогенератора, или определите его с помощью программы динамического расчета системы, которая учитывает уставки системных параметров.

ПРИМЕЧАНИЕ

В DIGSI введите характеристику срабатывания в порядке убывания.

В следующей таблице показан пример грубого расчета характеристики срабатывания.

Таблица 6-25 Настройки характеристики срабатывания 3 ступеней

Отрицательный бросок активной мощности	Допустимая временная задержка
-40 %	0,30 с
-50 %	0,20 с
-65 %	0,15 с

ПРИМЕЧАНИЕ

Установите параметр **Уставка dP1<** равным наименьшему значению характеристики срабатывания.

6.52.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:18451:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:18451:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:18451:101	Ступень 1:Уставка dP1<		-100.00 % до -30.00 %	-70.00 %
_:18451:102	Ступень 1:Уставка P1>		50.00 % до 100.00 %	60.00 %
_:18451:7	Ступень 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.50 с
_:18451:103	Ступень 1:Уставка P1<		0.00 % до 60.00 %	30.00 %

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:18451:3	Ступень 1:Уставка по I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.300 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	6.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.300 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	6.500 A
_:18451:104	Ступень 1:Уставка Uф-ф<		0.300 В до 175.000 В	70.000 В
_:18451:106	Ступень 1:Характеристич. кривая		• нет • да	да
_:18451:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.15 с

6.52.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:15781:301	Общие данные:P1	MV	O
_:15781:302	Общие данные:dP1	MV	O
_:15781:303	Общие данные:dP1мкс	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:18451:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:18451:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:18451:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:18451:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:18451:301	Ступень 1:Ввод по dP1<	SPS	O
_:18451:302	Ступень 1:P1> ввод	SPS	O
_:18451:303	Ступень 1:P1< ввод	SPS	O
_:18451:304	Ступень 1:I> Ввод	SPS	O
_:18451:305	Ступень 1:Uф-ф< Ввод	SPS	O
_:18451:306	Ступень 1:Пуск для расч. d1P	SPS	O
_:18451:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:18451:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:18451:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.53 Защита обратной последовательности

6.53.1 Обзор функций

Функция **Токовая защита обратной последовательности** (ANSI 46):

- Реагирует на однофазные или двухфазные короткие замыкания, и обладает более высокой чувствительностью в сравнении с классической максимальной токовой защитой.
- Обеспечивает защиту электрических машин от несимметричной нагрузки.
- Обеспечивает сигнализацию при возникновении несимметричной нагрузки в электроэнергетической системе
- Обнаруживает обрывы фазы в первичной системе
- Реагирует на короткие замыкания во вторичных цепях и неправильную полярность подключения ТТ.

6.53.2 Структура функции

Функция **Максимальная токовая защита обратной последовательности** используется в функциональных группах защиты с измерением тока.

Функция имеет заводские настройки с 2 ступенями **Максимальная токовая защита обратной последовательности с независимой выдержкой времени**.

В функции **Максимальная токовая защита обратной последовательности** одновременно могут работать следующие ступени:

- 3 ступени **Максимальная токовая защита обратной последовательности с независимой выдержкой времени**
- 2 ступени **Максимальная токовая защита обратной последовательности с инверсной выдержкой времени**

Все ступени защиты имеют одинаковую структуру. Ступени, не предусмотренные заводскими настройками, по умолчанию показаны на следующем рисунке серым цветом.



[dwnspstr-271112-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-418 Структура/реализация функции

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

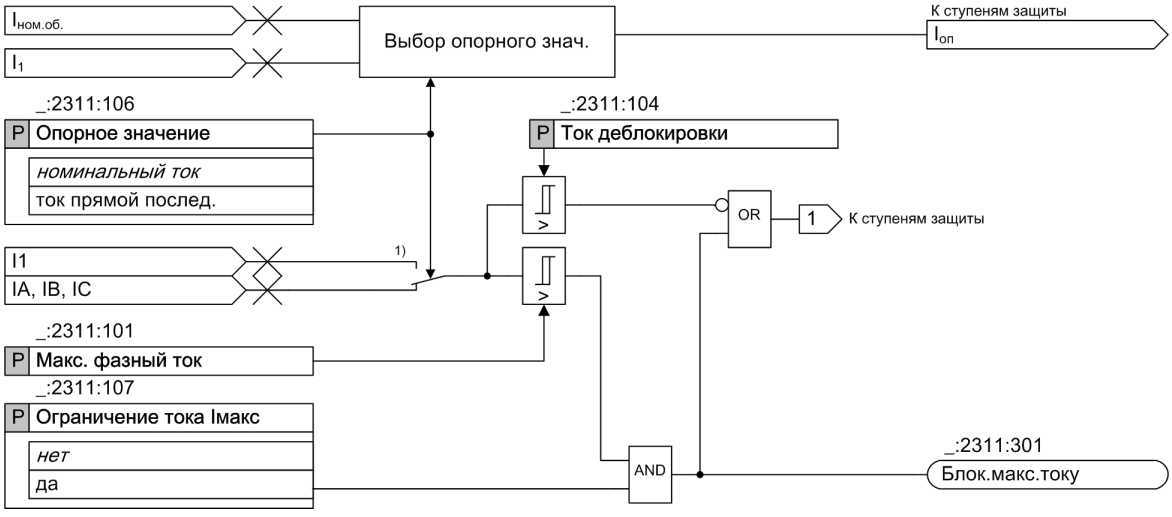
6.53.3 Общая функциональность

6.53.3.1 Описание

Логика

На следующем рисунке представлена логики общей функциональности, которая применяется во всех сконфигурированных ступенях. Она содержит:

- Выбор опорного значения
- Критерий разрешения тока



[lo_General Functionality.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-419 Логическая схема общих функций

(1) Переключение на I_1 уставкой **(_:2311:106) Опорное значение** = ***ток прямой послед.***

Опорное значение

С помощью параметра **Опорное значение** ток обратной последовательности I_2 приводится к номинальному току объекта $I_{ном, об}$ или к току прямой последовательности I_1. Если I_2 приводится к I_1, чувствительность функции защиты к повреждениям, характеризующимся малыми токами, повышается.

Ограничение тока и максимальный фазный ток

Параметры **Ограничение тока Imакс** и **Макс. фазный ток** ограничивают рабочий диапазон функции. При включенном ограничении срабатывание ступеней блокируется, как только превышается предельное значение максимального тока. Для получения более подробной информации см. описание ступени.

Ток возврата

Уставка **Ток деблокировки** определяет минимальный ток, при котором функция защиты вводится в работу.

6.53.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Опорное значение

- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Опорное значение** = ***номинальный ток***

Параметр **Опорное значение** предназначен для приведения тока обратной последовательности I_2 к номинальному току объекта $I_{ном, об}$ ($I_2/I_{ном, об}$) или к току прямой последовательности I_1 (I_2/I_1).

Значение параметра	Описание
$I_2/I_{ном.об}$	Значение тока обратной последовательности приводится к номинальному току защищаемого объекта. Данное преобразование рекомендуется осуществлять при выполнении защиты электрических машин, т. к. для данного оборудования допустимые значения различных величин приводятся в относительных единицах, где в качестве базисного значения выступает номинальный ток. Данная уставка также может применяться и для других случаев.
I_2/I_1	Использование тока прямой последовательности в качестве базисного значения повышает чувствительность защиты. Данную уставку рекомендуется использовать для защиты от обрыва фазных проводов в первичной системе.

Уставка данного параметра выбирается исходя из конкретных условий применения.

Параметр: Ограничение тока Iмакс, Макс. фазный ток

- Уставка по умолчанию **(_:2311:107) Ограничение тока Iмакс** = ***нет***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:101) Макс. фазный ток** = ***10,0 A при 1 A***

Если для функции защиты требуется ограничение максимального тока, установите значение параметра **Ограничение тока Iмакс** в диапазоне от ***нет*** до ***да***. Параметр **Макс. фазный ток** устанавливает верхний предел фазного тока. Насыщение ТТ вызовет возникновение тока обратной последовательности во вторичной системе. Чтобы избежать перенапряжения из-за насыщения ТТ, подходящее предельное значение тока фазы должно в 10 раз превышать номинальный ток защищаемого объекта.

Параметр: Ток деблокировки

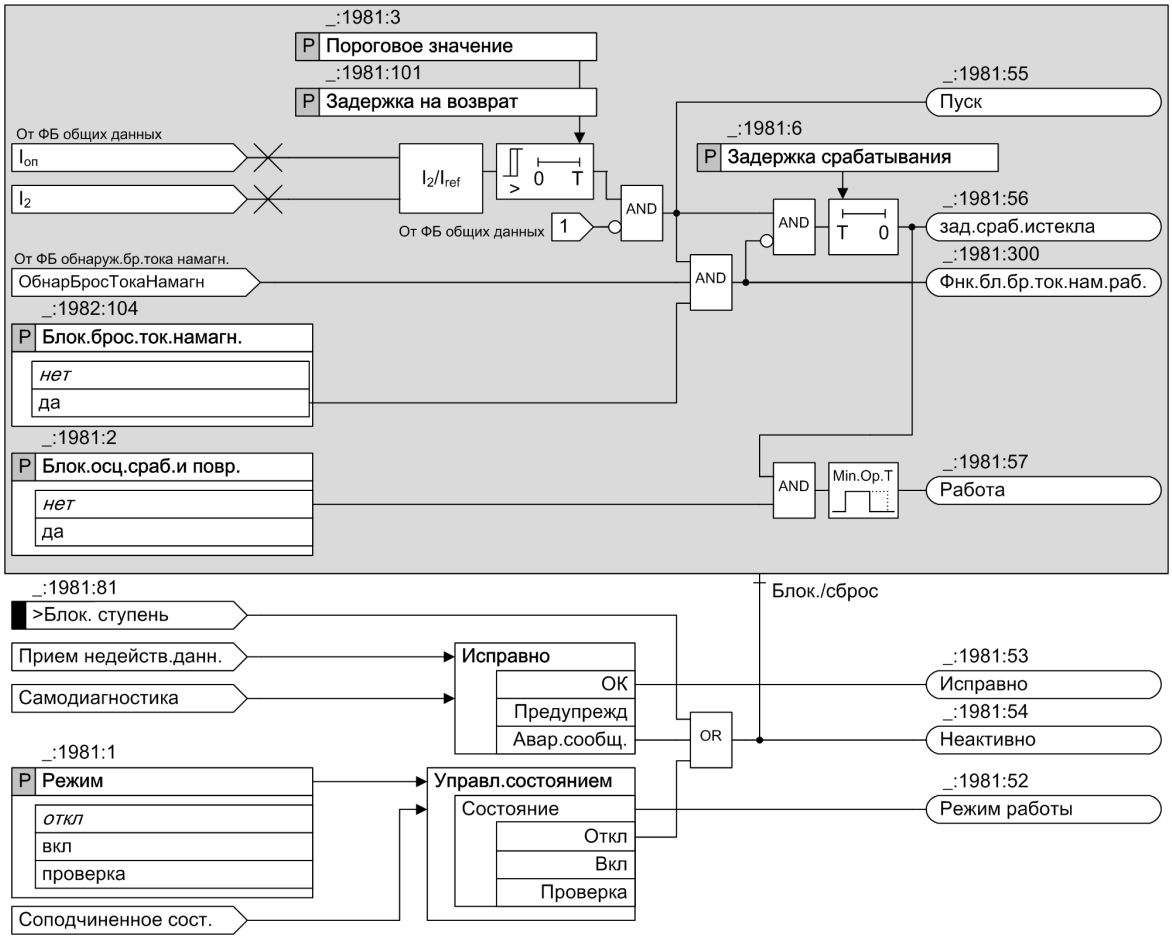
- Рекомендуемое значение уставки **(_:2311:104) Ток деблокировки** = ***0,05 A при 1 A***

Для безопасного расчета токов обратной последовательности ток, по меньшей мере, на одной фазе должен составлять более 5 % от номинального тока вторичного устройства. Для устройств с номинальным током 1 A значение **Ток деблокировки** составляет 0,05 A, для устройств с номинальным током 5 A - 0,25 A.

6.53.4 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

6.53.4.1 Описание ступени

Логическая схема ступени



[logiknsp-070312-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-420 Логическая схема ступени защиты обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени

Метод измерения

Из 3-фазных токов вычисляются векторы тока основной гармоники. На основании этого рассчитываются параметры системы с обратной и прямой последовательностью. Вслед за этим, приводится ток обратной последовательности к опорному току. Выбор опорного тока выполнен в **ФБ Общие данные**.

Блокировка ступени

При блокировке выполняется возврат сработавшей ступени защиты.

Блокировать ступень можно как изнутри, так и снаружи, с помощью дискретного входного сигнала **>Блок. ступень**.

Блокировка отключения от функционального блока ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступенью защиты при обнаружении броска тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Однако, запуск выдержки времени и отключение заблокированы. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб. Если блокировка снимается, но пороговое значение ступени все еще превышено, начинается отсчет

времени срабатывания (выдержки). По окончании выдержки времени на срабатывание ступень срабатывает.

6.53.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:1981:3) Пороговое значение** = *10 %*

Уставка параметра **Пороговое значение** зависит от соответствующего применения. Для обнаружения повреждений в электрических машинах достаточно выставить пороговое значение равным 10 %.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **(_:1981:6) Задержка срабатывания** = *1500 мс*

Уставка параметра **Задержка срабатывания** зависит от применения. Контролируйте выдержку времени в защите энергосистемы и не устанавливайте ее слишком маленькой. Уставка по умолчанию обычно удовлетворяет всем необходимым условиям. При выполнении защиты двигателей данная выдержка времени зависит от допустимого времени работы с несимметричной нагрузкой.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:1981:104) Блок.брос.ток.намагн.** = *нет*

Используя параметр **Блок.брос.ток.намагн.**, можно стабилизировать ступень от отключения при пусковых токах трансформатора. Если трансформаторы расположены в защищаемой зоне, установите этот параметр равным **да**.

6.53.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:106	Общие данные:Опорное значение		• ток прямой послед. • номинальный ток	номинальный ток
_:2311:107	Общие данные:Ограничение тока Iмакс		• нет • да	нет
_:2311:101	Общие данные:Макс. фазный ток	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	50.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	10.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	50.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	10.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	50.000 A
_:2311:104	Общие данные:Ток деблокировки	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Незав.Т 1				
_:1981:1	Незав.Т 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:1981:2	Незав.Т 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:1981:3	Незав.Т 1:Пороговое значение		5.0 % до 999.9 %	10.0 %
_:1981:4	Незав.Т 1:Коэффициент возврата		0.40 до 0.99	0.95
_:1981:104	Незав.Т 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:1981:101	Незав.Т 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:1981:6	Незав.Т 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	1.50 с
Незав.Т 2				
_:1982:1	Незав.Т 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:1982:2	Незав.Т 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:1982:3	Незав.Т 2:Пороговое значение		5.0 % до 999.9 %	65.0 %
_:1982:4	Незав.Т 2:Коэффициент возврата		0.40 до 0.99	0.95
_:1982:104	Незав.Т 2:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:1982:101	Незав.Т 2:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:1982:6	Незав.Т 2:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.53.4.4 Список сообщений

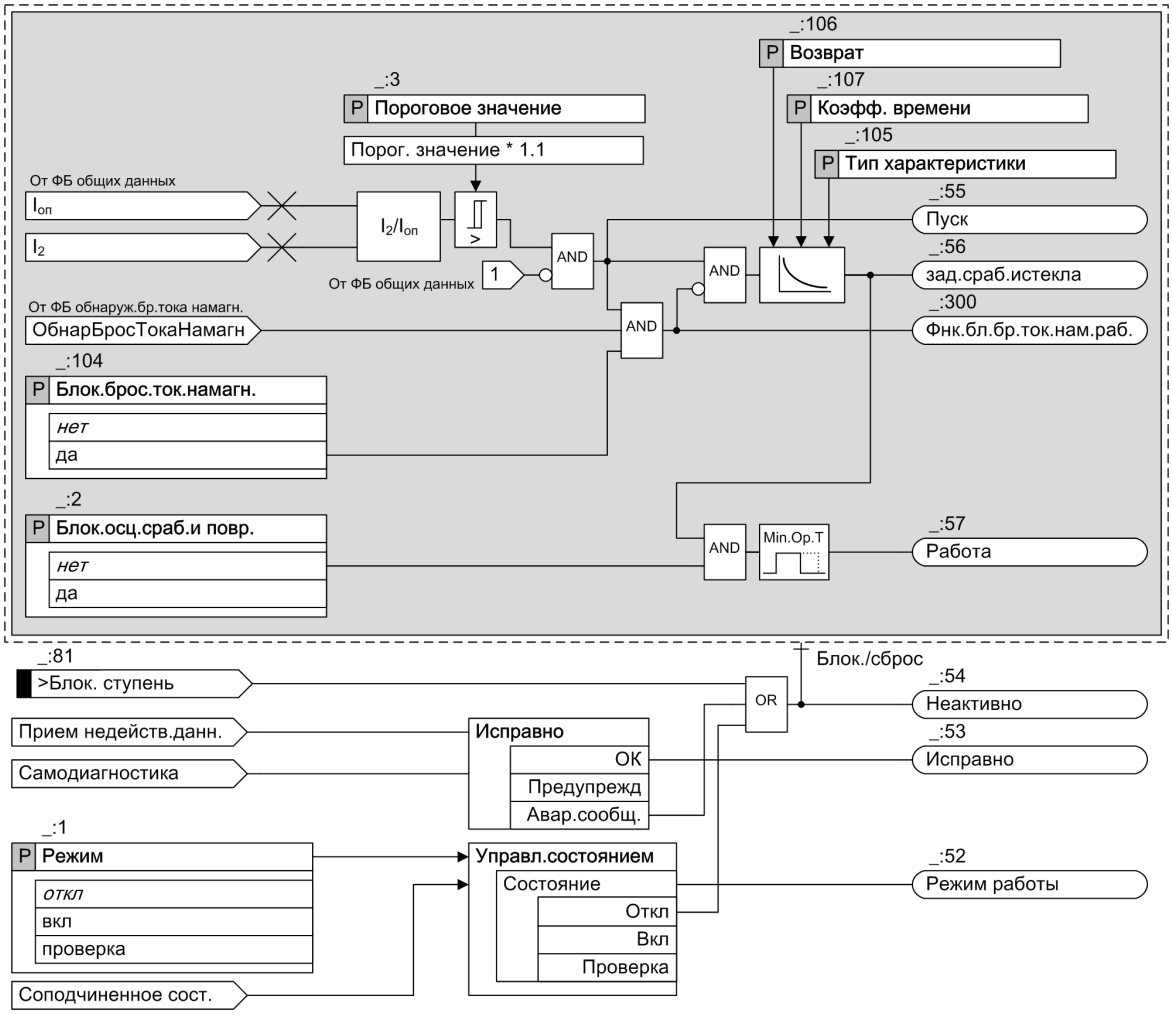
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:Блок.макс.току	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Незав.Т 1			
_:1981:81	Незав.Т 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:1981:52	Незав.Т 1:Режим работы	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:1981:53	Незав.Т 1:Статус исправности	ENS	O
_:1981:54	Незав.Т 1:Неактивно	SPS	O
_:1981:56	Незав.Т 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:1981:300	Незав.Т 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:1981:55	Незав.Т 1:Пуск	ACD	O
_:1981:57	Незав.Т 1:Работа	ACT	O
Незав.Т 2			
_:1982:81	Незав.Т 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:1982:52	Незав.Т 2:Режим работы	ENS	O
_:1982:53	Незав.Т 2:Статус исправности	ENS	O
_:1982:54	Незав.Т 2:Неактивно	SPS	O
_:1982:56	Незав.Т 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:1982:300	Незав.Т 2:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:1982:55	Незав.Т 2:Пуск	ACD	O
_:1982:57	Незав.Т 2:Работа	ACT	O

6.53.5 Ступень с инверсной кривой характеристики выдержки времени

6.53.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_NSP_Inverse, 1, ru_RU]

Рисунок 6-421 Логическая схема защиты обратной последовательности с инверсной характеристикой выдержки времени

Метод измерения

Из 3-фазных токов вычисляются векторы тока основной гармоники. На основании этого рассчитываются параметры системы с обратной и прямой последовательностью. Вслед за этим, приводится ток обратной последовательности к опорному току. Выбор опорного тока выполнен в **ФБ Общие данные**.

Пуск и возврат ступени с инверсной характеристикой времени срабатывания в соответствии МЭК и ANSI

Когда значение сигнала на входе превышает 1,1*Пороговое значение, осуществляется пуск ступени и обрабатывается инверсная характеристика времени срабатывания. Метод интегрального измерения суммирует взвешенное время 1/Tсраб. Взвешенное время берется из кривой характеристик. Для этого по характеристике срабатывания определяется время Tсраб, которое соответствует актуальному значению тока. При превышении средневзвешенным временем значения 1 ступень срабатывает.

Когда измеренное значение становится меньше значения пуска в 0,95 раз (0,95 · 1,1 · Пороговое значение), происходит возврат функции. Формируется сообщение о сбросе срабатывания. Характери-

стику возврата можно изменять с помощью уставок. Можно выбрать мгновенный возврат (суммарное время удаляется) или возврат согласно заданной кривой характеристики (уменьшение суммарного времени в зависимости от характеристики). Возврат, имитирующий индукционное реле, соответствует остановке вращения индукционного диска. Уменьшение средневзвешенного времени начинается от 0,9 от заданного порогового значения.

Характеристики и их формулы приводятся в "Технических данных".

Блокировка ступени

При блокировке выполняется возврат сработавшей ступени защиты.

Блокировать ступень можно как изнутри, так и снаружи, с помощью дискретного входного сигнала **>Блок. ступень**.

Блокировка отключения от функционального блока ОбнБроскаТока

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступенью защиты при обнаружении броска тока намагничивания. Пуск ступени при этом не блокируется. Однако, запуск выдержки времени и отключение заблокированы. Появляется сообщение Фнк.бл.бр.ток.нам.раб. Если блокировка снимается, но пороговое значение ступени все еще превышено, начинается отсчет времени срабатывания (выдержки). По окончании выдержки времени на срабатывание ступень срабатывает.

6.53.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Тип характеристики

- Уставка по умолчанию **(_:105) Тип характеристики** = ***МЭК норм. инв.***

Можно выбрать любые стандартные в соответствии с МЭК и ANSI инверсные характеристики времени срабатывания. Выберите **Тип характеристики**, необходимый для конкретного применения. Для получения дополнительной информации о параметре **Тип характеристики** см. главу *11.53.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*.

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:3) Пороговое значение** = ***10,0 %***

Уставка параметра **Пороговое значение** зависит от соответствующего применения. Для обнаружения повреждений в различных системах достаточно выставить пороговое значение равным 10 %.

Параметр: Коэфф. времени

- Рекомендуемое значение уставки **(_:107) Коэфф. времени** = ***1,00***

Уставка **Коэфф. времени** изменяет крутизну характеристики срабатывания.

Значение параметра **Коэфф. времени** устанавливается, исходя из согласования с уставками по времени для энергосистемы (по ступенчатому принципу).

Если изменение крутизны характеристики не требуется, значение уставки **Коэфф. времени** следует выставить равным 1,00 (уставка по умолчанию).

Параметр: Возврат

- Уставка по умолчанию **(_:106) Возврат** = ***эмуляция диска***

Уставка **Возврат** определяет тип характеристики возврата – мгновенная или имитирующая индукционный диск электромеханического реле.

Значение параметра	Описание
эмуляция диска	Данное значение следует использовать при согласовании устройства с электромеханическими реле, набор выдержки времени в которых осуществляется с помощью вращения индукционного диска.
мгновенный	Данное значение определяет мгновенный возврат защиты после исчезновения условий пуска.

Параметр: Блок.брос.ток.намагн.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Используя параметр **Блок.брос.ток.намагн.**, можно стабилизировать ступень от отключения при пусковых токах трансформатора. Если трансформаторы расположены в защищаемой зоне, установите этот параметр равным ***да***.

6.53.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ИнвВыдВр #				
_:1	ИнвВыдВр #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	ИнвВыдВр #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3	ИнвВыдВр #:Пороговое значение		5.0 % до 999.9 %	10.0 %
_:104	ИнвВыдВр #:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:105	ИнвВыдВр #:Тип характеристики			
_:106	ИнвВыдВр #:Возврат		• мгновенный • эмуляция диска	эмуляция диска
_:107	ИнвВыдВр #:Коэфф. времени		0.05 до 15.00	1.00

6.53.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ИнвВыдВр #			
_:81	ИнвВыдВр #:>Блок. ступень	SPS	I
_:52	ИнвВыдВр #:Режим работы	ENS	O
_:53	ИнвВыдВр #:Статус исправности	ENS	O
_:54	ИнвВыдВр #:Неактивно	SPS	O
_:56	ИнвВыдВр #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:300	ИнвВыдВр #:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:59	ИнвВыдВр #:Эмул.диска в работе	SPS	O
_:55	ИнвВыдВр #:Пуск	ACD	O
_:57	ИнвВыдВр #:Работа	ACT	O

6.54 Направленная защита обратной последовательности

6.54.1 Обзор функций

Функция **Направленная МТЗ обратной последовательности с независимой выдержкой времени** (ANSI 46) служит в качестве резервной защиты от коротких замыканий для несимметричных повреждений.

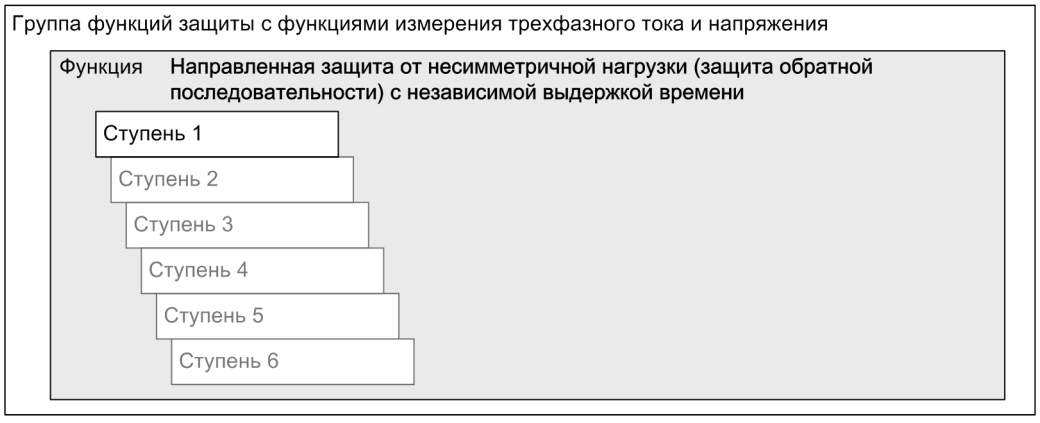
Система обратной последовательности позволяет реализовать различные задачи контроля и защиты, например,

- Регистрация одно- или двухфазных КЗ в системе с более высокой чувствительностью, чем при стандартной максимальной токовой защите. Значение уставки срабатывания можно задавать через номинальный ток объекта.
- Регистрация обрыва фазного провода в первичной системе и во вторичных цепях трансформатора тока.
- Реагирует на короткие замыкания во вторичных цепях и неправильную полярность подключения ТТ.
- Сообщение о небалансе в энергосистеме.
- Защита электрических машин от несимметричных нагрузок, вызванных несимметрией напряжений или обрывом провода (например, из-за неисправного предохранителя)

6.54.2 Структура функции

Функция **Токовая направленная защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени** может применяться в функциональных группах защиты, использующих трехфазные измерения тока и напряжения.

Заводские настройки функции предусматривают 1 ступень. Функция обеспечивает одновременное срабатывание не более шести ступеней отключения.



[dwnspdir-271112-01.tif, 1, ru_RU]

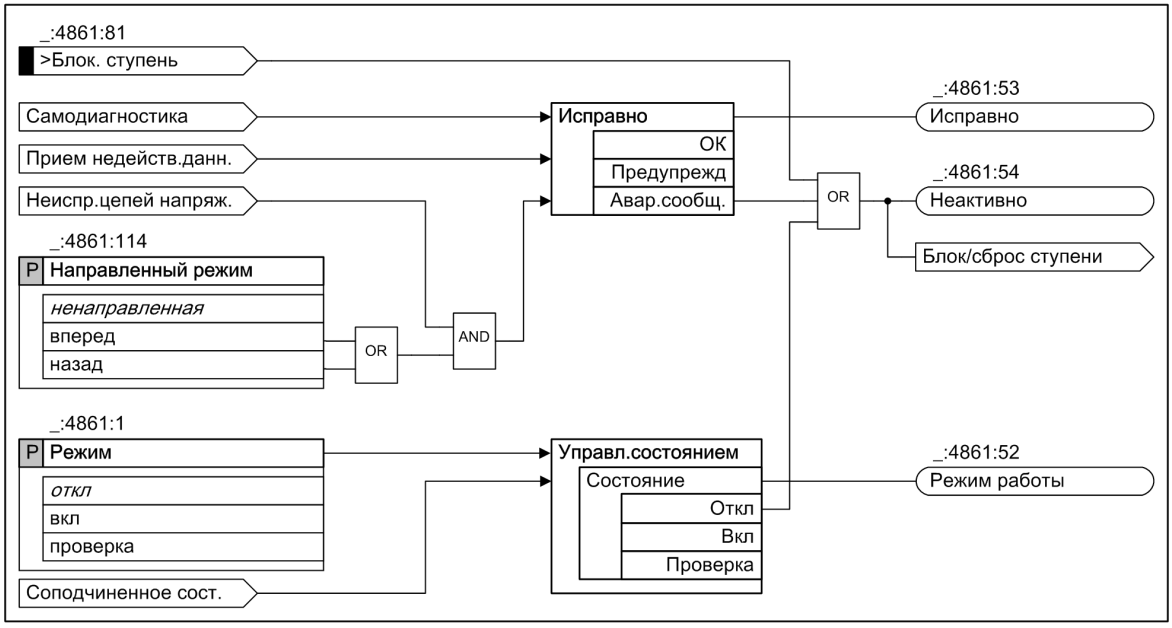
Рисунок 6-422 Структура/реализация функции

Если в устройстве предусмотрена функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа отключающих ступеней может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

6.54.3 Описание функции

Управление ступенью

На следующем рисунке представлена схема управления ступенью. Схема доступна отдельно для каждой ступени.

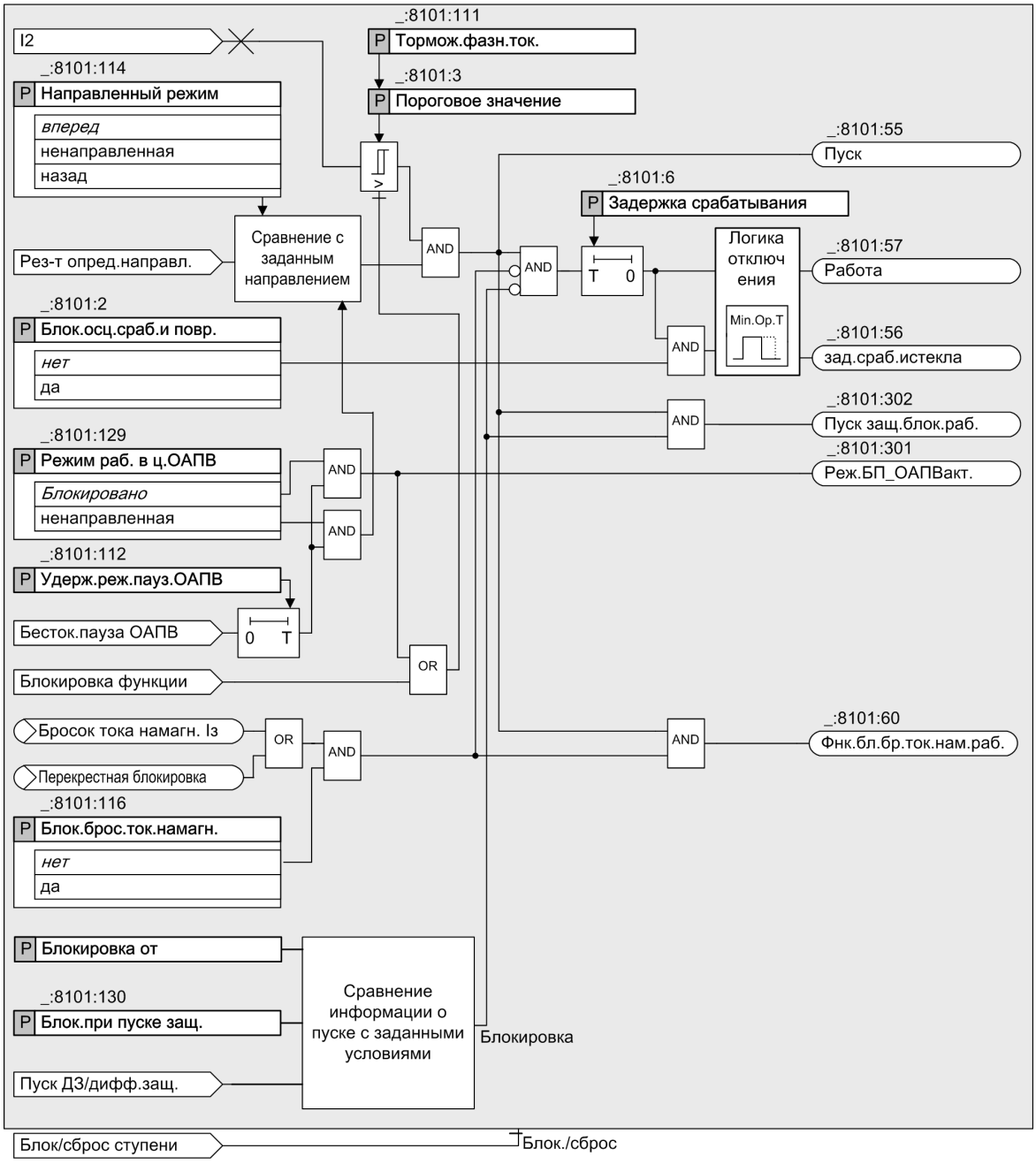


[lostensp-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-423 Управление ступенью направленной токовой защиты системы обратной последовательности

В дополнение к общей схеме управления ступень блокируется в случае повреждений в цепях измерения напряжения, при условии направленной работы ступени.

Логическая схема ступени



[lonspdir-300112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-424 Логическая схема функции направленной токовой защиты системы обратной последовательности с временем выдержки, не зависящим от тока

Измеряемая величина

В качестве измеряемой величины используется ток обратной последовательности I2. Векторы основной гармоники определяются из трехфазных токов через одноперiодный фильтр и, в соответствии с уравнением симметричных составляющих, на их основании рассчитывается обратная последовательность.

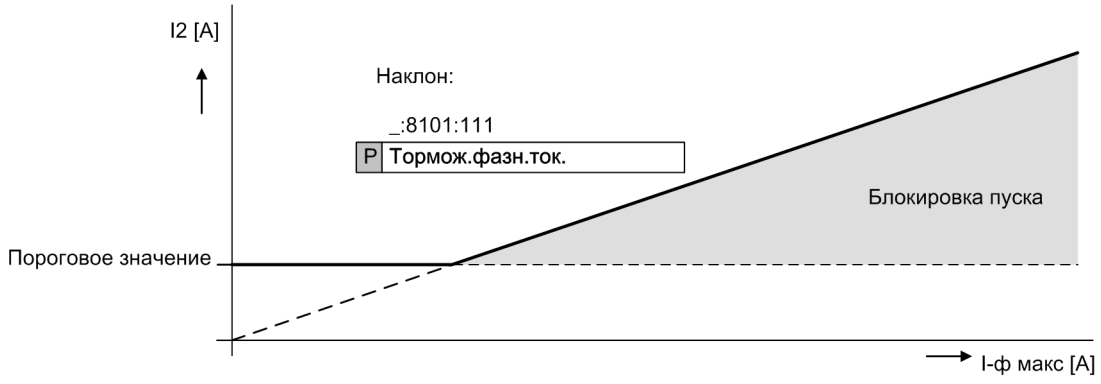
Функционирование

Ступень запускается, если ток системы обратной последовательности превышает установленное пороговое значение, а заданное направление соответствует измеренному направлению. Возврат ступени происходит, если ток системы обратной последовательности становится ниже 95 % от установленного порогового значения.

Торможение по фазному току

Несимметрия в работе и несимметричные коэффициенты трансформации могут привести к нежелательным пускам и неправильным отключениям. Во избежание этого, ступень системы направленной обратной последовательности предусматривает торможение по фазным токам. Значение порогового значения увеличивается с ростом фазных токов (см. следующее изображение).

Вы можете изменить коэффициент торможения (= отклонение) посредством параметра **Тормож.фазн.ток.**.



[dwstabil-300112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-425 Торможение по фазным токам

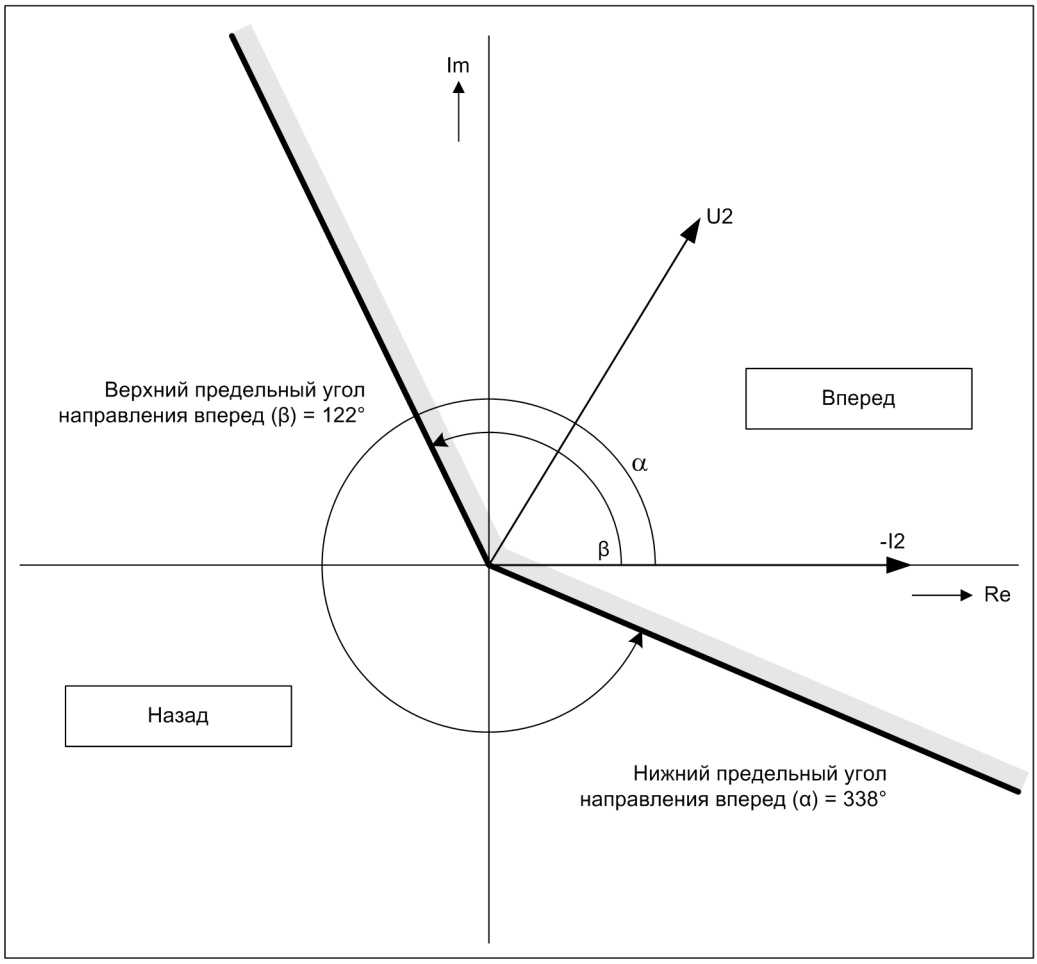
Определение направления

Определение направления осуществляется с помощью измерений системы обратной последовательности I2 и U2.

Область "вперед" и "назад" определяется с помощью параметров **Угол "вперед" α** и **Угол "вперед" β** (см. следующий рисунок). Положительная действительная ось является базой отсчета для 2 углов, которые необходимо задать. Углы считаются положительными в математическом смысле (отсчет против часовой стрелки). Область между предельным углом α и предельным углом β, которая рассчитывается от первого угла в положительном направлении, считается областью направления "вперед". Оставшаяся область является областью направления "назад".

Для определения направления функция помещает измеряемый ток I2 на действительную ось. Если вектор напряжения обратной последовательности U2 расположен в пределах области, определенной как область направления "вперед", функция определяет направление как *вперед*. В других случаях функция определяет направление как *назад*.

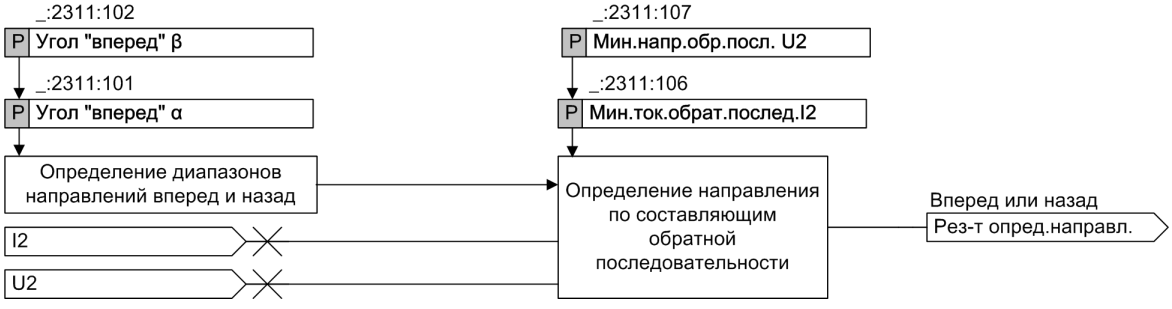
Превышение регулируемых минимальных переменных для тока и напряжения системы обратной последовательности (параметры **Мин.ток.обрат.послед.I2** и **Мин.напр.обр.посл. U2**) является важным требованием для определения направления.



[dwphasor-140212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-426 Векторная диаграмма для определения направления по составляющим обратной последовательности

Если устройство определяет повреждение во вторичной цепи трансформатора напряжения (через дискретный вход *Отключение автомата TH* или через **Обнаружение повреждения в цепях измеряемого напряжения**), то определение направления будет отключено, а все направленно установленные ступени будут заблокированы. Ненаправленно установленные ступени будут снова введены в действие при обнаружении повреждений во вторичных цепях трансформатора напряжения.



[lorichtu-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-427 Логика определения направления

Направленный режим

Вы можете использовать параметр **Направленный режим** для определения, в прямом или обратном направлении работает ступень. Ненаправленная работа также возможна.

Режим работы при однофазном отключении

С помощью параметра **Режим раб. в ц.ОАПВ** можно определить, блокируется ли ступень во время бестоковой паузы ОАПВ, или она работает ненаправленно, несмотря на то, что для нее задана работа с учетом направления. Если бестоковая пауза ОАПВ завершена, соответствующий внутренний сигнал устройства продлевается на время параметра **Удерж.реж.пауз.ОАПВ**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Уставка **Режим раб. в ц.ОАПВ** доступна только для устройств с одно- / трехфазным отключением. Для устройств с трехфазным отключением данный параметр недоступен.

Блокировка отключения через пуск основных защитных функций

Пуск и тип пуска основных защитных функций может заблокировать отключение ступени. Вы можете задать эту уставку с помощью двух параметров:

- **Блокировка от**

  Уставка используется для выбора области или ступени, от которой произойдет блокировка в случае пуска.

- **Блок.при пуске защ.**

  Тип пуска, при котором должна произойти блокировка, определяется этим параметром. Блокировка может произойти при любом пуске или только при однофазном, или только при многофазном.

  Этот параметр также используется для уставки, запрещающей блокировку при пуске основной защиты.

Блокировка срабатывания через внутреннюю функцию обнаружения броска тока намагничивания

Если в устройстве предусмотрена дополнительная функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

Параметр **Блок.брос.ток.намагн.** позволяет блокировать отключение ступени защиты при превышении заданной уставки из-за броска тока намагничивания. В случае блокировки ступень пускается. Однако, запуск выдержки времени и отключение заблокированы. Ступень сигнализирует об этом соответствующим сообщением. Если блокировка снимается, но пороговое значение ступени все еще превышено, начинается отсчет времени срабатывания (выдержки). После этого времени ступень срабатывает.

6.54.4 Применение функции и описание уставок для определения направления

Параметр: Предельный угол области "вперед"

- Рекомендуемая уставка **(_:2311:101) Угол "вперед" α** = *338°*
- Рекомендуемая уставка **(_:2311:102) Угол "вперед" β** = *122°*

Расположение направленной характеристики можно изменить с помощью параметров **Угол "вперед" α** и **Угол "вперед" β**.

Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, поскольку функция с этими уставками обеспечивают надежное определение направления.

Параметр: Минимальные переменные обратной последовательности V2 и I2

- Уставка по умолчанию **(_:2311:107) Мин.напр.обр.посл. U2** = *0.7 V*
- Уставка по умолчанию **(_:2311:106) Мин.ток.обрат.послед.I2** = *0.05 A*

С помощью параметров **Мин.напр.обр.посл. U2** и **Мин.ток.обрат.послед.I2** можно указать минимальные значения обратной последовательности для определения направления при U2 и I2. Предельные установленные значения не должны быть превышены эксплуатационной несимметрией.

6.54.5 Примечания по применению и уставкам для ступеней

Параметр: Направленный режим

- Уставка по умолчанию **(_:8101:114) Направленный режим** = ***вперед***

Вы используете параметр **Направленный режим** для определения направленного режима ступени.

Значение параметра	Описание
ненаправленная	Если ступень должна работать в прямом и обратном направлениях (в направлении в линию и к шинам), тогда выбирайте эту уставку. Ступень будет работать с этой уставкой, даже если измерение направления невозможно из-за, например, недостаточного напряжения поляризации (или полного его отсутствия) или из-за повреждения в цепях измеряемого напряжения.
вперед	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать только в прямом направлении (в направлении линии).
назад	Выбирайте данную уставку, если ступень должна работать в обратном направлении (в направлении шин).

Параметр: Блокировка с обнаружением броска тока намагничивания

Если в устройстве предусмотрена дополнительная функция **Обнаружение броска тока намагничивания**, то работа ступеней защиты может быть заблокирована при обнаружении данных бросков.

- Уставка по умолчанию **(_:8101:116) Блок.брос.ток.намагн.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Обнаружение броска тока намагничивания трансформатора не влияет на ступень. Выбирайте данную уставку в следующих случаях: 1) В случаях если в зоне защиты устройства нет силового трансформатора. 2) В случаях когда в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана выше максимального броска тока намагничивания трансформатора.
да	Когда функция обнаружения броска тока намагничивания трансформатора определяет бросок тока, который может вызвать отключение ступени, запуск выдержки времени и отключения блокируются. Выбирайте эту уставку, если в зоне защиты устройства находится силовой трансформатор, и пороговая величина ступени задана ниже максимального броска тока трансформатора.

Параметр: Блокировка основной защитой

- Рекомендованное значение уставки **(_:8101:140) Блокировка от** =

Два параметра, **Блокировка от** и **Блок.при пуске защ.**, служат для установки более высокого приоритета селективного устранения повреждения через основную защитную функцию по сравнению с отключением через направленную защиту обратной последовательности. Параметр **Блокировка от** используется для выбора ступеней функции(й) основной защиты, по факту пуска которых защита обратной последовательности должна быть заблокирована.

Параметр: Блокирование за счет пуска защиты

- Уставка по умолчанию **(_:8101:130) Блок.при пуске защ.** = ***каждый пуск***

Параметр **Блок.при пуске защ.** может использоваться для определения типа пуска, который приводит к блокировке.

Значение параметра	Описание
каждый пуск	Блокирование при каждом пуске
1ф пуск	Блокировка только при однофазном пуске
многофазный пуск	Блокировка только при многофазном пуске
нет пуска	Выберите эту уставку, если пуск основной защитной функции не должен привести к блокировке защиты обратной последовательности.

Параметр: Режим срабатывания при бестоковой паузе ОАПВ

- Уставка по умолчанию **(_:8101:129) Режим раб. в ц.ОАПВ** = ***Блокировано***

Уставка **Режим раб. в ц.ОАПВ** используется для определения характеристики ступени при однофазном отключении.

Значение параметра	Описание
Блокировано	В течение бестоковой паузы ОАПВ система передачи энергии является несимметричной. В результате появляются составляющие обратной последовательности, которые зависят от режима работы и могут привести к нежелательным пускам направленной токовой защиты обратной последовательности. Поэтому блокировка с помощью этой уставки имеет смысл только в случае, если порог срабатывания ступени не превышает или равен максимальному значению, зависящему от режима тока системы обратной последовательности при однофазной бестоковой паузе.
ненаправленная	Выберите эту уставку, если направленная токовая защита обратной последовательности должна продолжать работать во время бестоковой паузы ОАПВ. Направленное измерение работает в ненаправленном режиме, поскольку надежное определение направления во время паузы невозможно из-за тока нагрузки в системе нулевой и обратной последовательности при отключении одной фазы выключателя. Установите порог срабатывания ступени выше максимального значения зависящего от режима тока системы обратной последовательности во время бестоковой паузы ОАПВ.

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставка **Режим раб. в ц.ОАПВ** доступна только для устройств с одно- / трехфазным отключением. Для устройств с трехфазным отключением данный параметр недоступен.

Параметр: Блокировка подхвата после однофазного отключения

- Уставка по умолчанию **(_:8101:112) Удерж.реж.пауз.ОАПВ** = ***0.040 с***

Уставка **Удерж.реж.пауз.ОАПВ** используется для определения времени, на которое увеличивается внутренний сигнал однофазного отключения по окончании однофазного отключения.

На всех концах линий отсутствует одновременное включение после однофазной бестоковой паузы. Таким образом, заданный рабочий режим для бестоковой паузы ОАПВ должен сохраняться на протяжении определенного отрезка времени после включения (окончания бестоковой паузы ОАПВ), до тех пор, пока другой конец или концы не включатся. Время, которое необходимо здесь выставить, соответствует максимальному времени между включением первого и последнего выключателя по всем концам линии после бестоковой паузы ОАПВ.

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставка **Удерж.реж.пауз.ОАПВ** доступна только для устройств с одно- / трехфазным отключением. Для устройств с трехфазным отключением данный параметр недоступен.

Параметр: Стабилизация с фазным током

- Рекомендуемая уставка **(_:8101:111) Тормож.фазн.ток.** = ***10 %***

Чтобы избежать нежелательных пусков и отключений, ступень по току системы обратной последовательности тормозится по фазным токам.

Дополнительные сведения представлены в разделе *6.54.3 Описание функции*.

Значение пороговой величины увеличивается с ростом фазных токов.

Вы можете изменить коэффициент торможения (= отклонение) посредством параметра **Тормож.фазн.ток.**.

Siemens рекомендует уставку по умолчанию, равную 10% значения параметра при нормальном режиме работы.

Параметр: Уставка

- Уставка по умолчанию **(_:8101:3) Пороговое значение** = ***1.5 A***

Определите значение срабатывания в соответствии с применением. При этом для ступеней с выдержкой времени в ступенчатой характеристике необходимо учитывать уставку ступеней более высокого и более низкого порядка согласно карте селективности.

При очень чувствительной уставке следует убедиться, что ток системы обратной последовательности не вызывает нежелательной реакции ступени из-за несимметрии.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:8101:6) Задержка срабатывания** = ***0.30 c***

Задержка срабатывания (выдержка), которую необходимо установить, берется из карты селективности выдержек времени, подготовленной для системы.

При выборе уставок по току и времени обратите внимание на то, должна ли работа ступени зависеть от направления.

6.54.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Угол "вперед" α		0 ° до 360 °	338 °
_:2311:102	Общие данные:Угол "вперед" β		0 ° до 360 °	122 °
_:2311:107	Общие данные:Мин.напр.обр. посл. U2		0.150 В до 34.000 В	1.213 В
_:2311:106	Общие данные:Мин.ток.обрат. послед.I2	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.050 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.050 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.250 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
НезавВыдВр 1				
_:8101:1	НезавВыдВр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:8101:2	НезавВыдВр 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:8101:114	НезавВыдВр 1:Направленный режим		• ненаправленная • вперед • назад	вперед
_:8101:111	НезавВыдВр 1:Тормож.фазн.ток.		0 % до 30 %	10 %
_:8101:3	НезавВыдВр 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:8101:6	НезавВыдВр 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.30 с
_:8101:116	НезавВыдВр 1:Блок.брос.ток.намагн.		• нет • да	нет
_:8101:130	НезавВыдВр 1:Блок.при пуске защ.		• каждый пуск • 1ф пуск • многофазный пуск • нет пуска	каждый пуск
_:8101:129	НезавВыдВр 1:Режим раб. в ц.ОАПВ		• Блокировано • ненаправленная	Блокировано
_:8101:112	НезавВыдВр 1:Удерж.реж.пауз.ОАПВ		0.000 с до 60.000 с	0.040 с
_:8101:140	НезавВыдВр 1:Блокировка от		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.54.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Тест.направленн.	SPS	I
_:2311:300	Общие данные:Испыт.направл.	ACD	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
НезавВыдВр 1			
_:8101:81	НезавВыдВр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:8101:54	НезавВыдВр 1:Неактивно	SPS	O
_:8101:52	НезавВыдВр 1:Режим работы	ENS	O
_:8101:53	НезавВыдВр 1:Статус исправности	ENS	O
_:8101:60	НезавВыдВр 1:Фнк.бл.бр.ток.нам.раб.	ACT	O
_:8101:302	НезавВыдВр 1:Пуск защ.блок.раб.	SPS	O
_:8101:301	НезавВыдВр 1:Реж.БП_ОАПВакт.	SPS	O
_:8101:55	НезавВыдВр 1:Пуск	ACD	O
_:8101:56	НезавВыдВр 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:8101:57	НезавВыдВр 1:Работа	ACT	O

6.55 Защита от несимметричной нагрузки

6.55.1 Обзор функций

Функция **Защита от несимметричной нагрузки** обнаруживает несимметричные нагрузки или обрыв в цепях электрических машин (генераторов и двигателей). Несимметричные нагрузки создают магнитное поле, вращающееся в противоположном направлении на удвоенной частоте ротора. Скин-эффект приводит к локальному перегреву на поверхности стержней ротора в промежутке между пазовыми клиньями и обмоточными связками. Другим следствием несимметричных нагрузок является перегрев демпферной обмотки.

6.55.2 Структура функции

Функция **Защиты от несимметричной нагрузки** используется в группе защитных функций. Функция **Защиты от несимметричной нагрузки** предварительно сконфигурирована одной ступенью. В данной функции одновременно могут работать максимум 2 ступени.

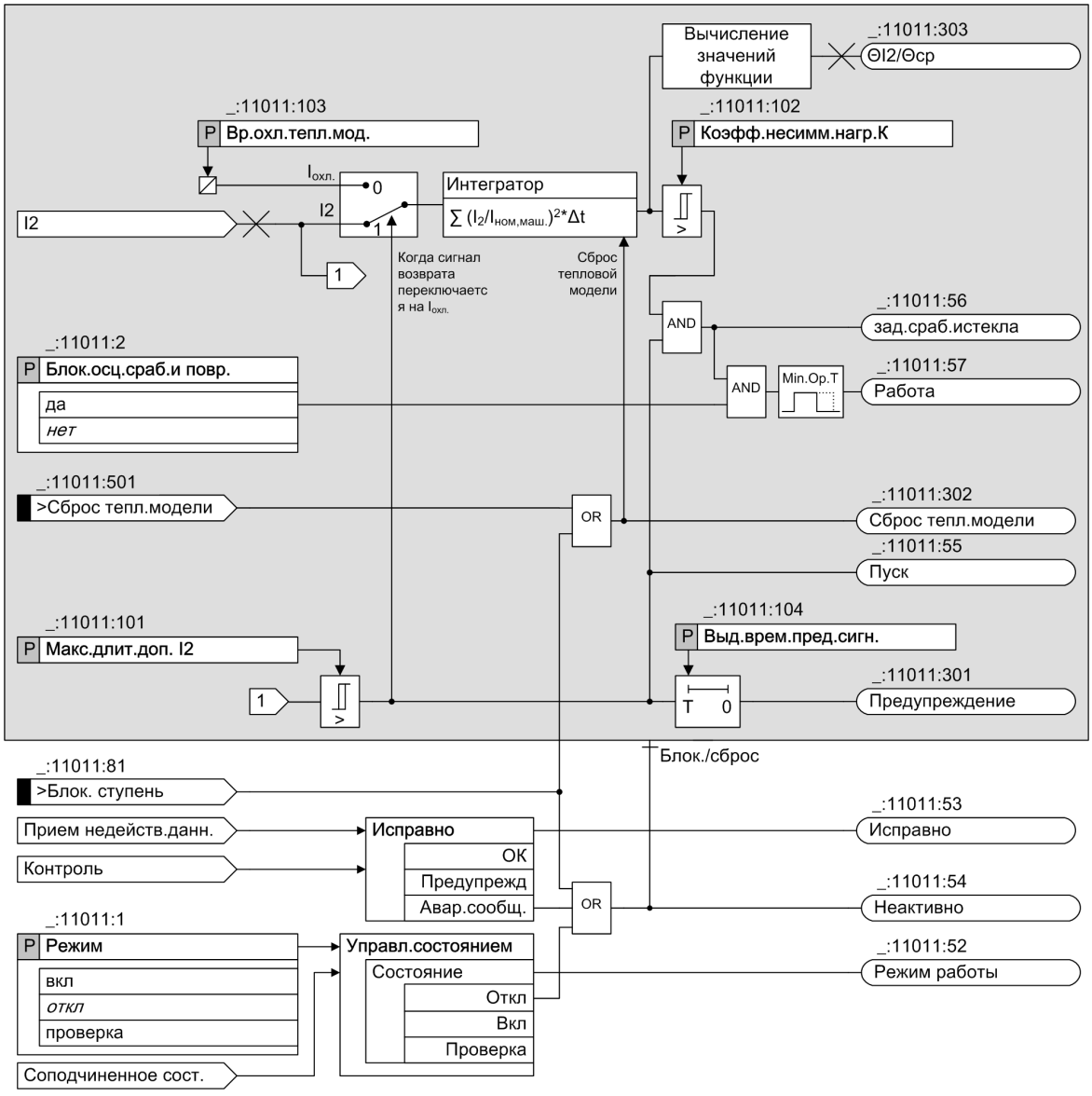


[dwunbla-240913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-428 Структура/реализация функции

6.55.3 Описание функции

Логическая схема ступени



[lounbala-090812-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-429 Логическая схема защиты от несимметричной нагрузки

Метод измерения

Ступень использует ток обратной последовательности I_2 в качестве измеряемой величины. Ток обратной последовательности рассчитывается из измеряемых фазных токов в соответствии с определяющим уравнением симметричных составляющих.

Предупреждающая ступень

Если ток обратной последовательности I_2 постоянно превышает параметр **`Макс.длит.доп. I2`**, сигнал *Предупреждение* выдается по истечению установленного времени **`Выд.врем.пред.сигн.`**.

Ступень с тепловой характеристикой

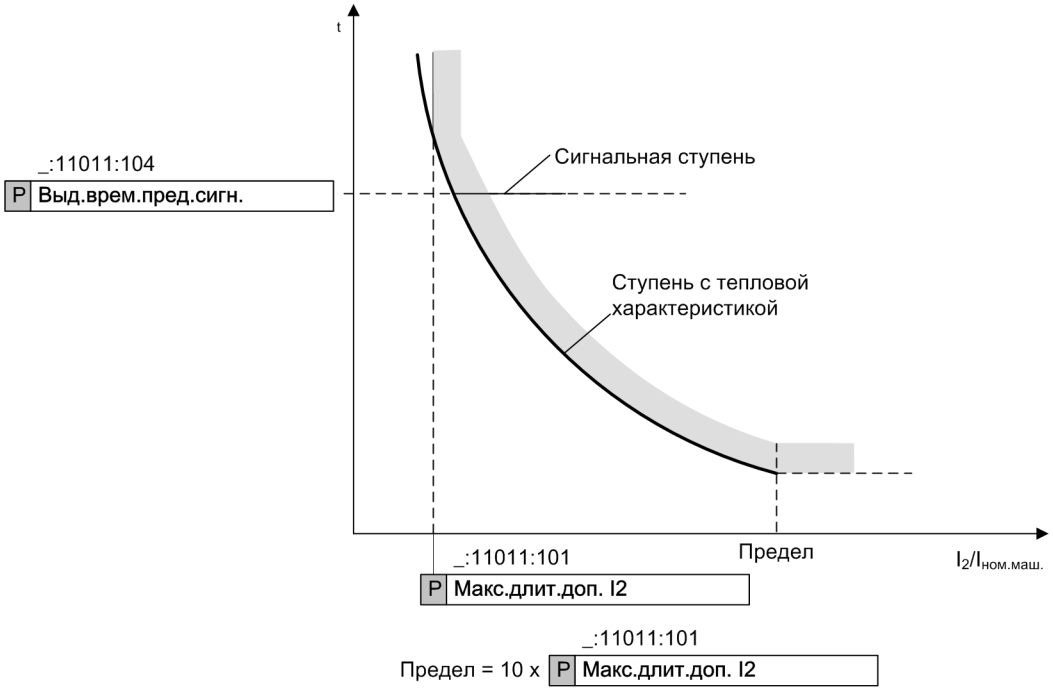
Производители электрических машин определяют значение разрешенной несимметричной нагрузки согласно следующей формуле:

$$t_{I2доп.} = \frac{K}{\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2}$$

[forbanl1-030812-02.tif, 1, ru_RU]

Где:

$t_{I2доп.}$	Допустимое время тока обратной последовательности
K	Коэффициент несимметричной нагрузки машины (параметр **Коэфф.несимм.нагр.K**)
$I_2/I_{ном.маш.}$	Фактический ток несимметричной нагрузки в относительных единицах (ток обратной последовательности/номинальный ток машины)



[dwunbalo-230913, 2, ru_RU]

Рисунок 6-430 Характеристика срабатывания защиты от несимметричной нагрузки

Параметр **Коэфф.несимм.нагр.K** выбирается, исходя из технических данных машины. Он представляет допустимое время работы двигателя при 100 % несимметричной нагрузке. Данный коэффициент обычно изменяется от 5 с до 40 с. Перегрев защищаемого объекта начинает отсчитываться, как только ток обратной последовательности I_2 превышает параметр **Макс.длит.доп. I2**. Время срабатывания рассчитывается из текущего тока обратной последовательности I_2 интегральным методом измерения по тепловой характеристике. Как только результат интегрирования достигает параметра **Коэфф.несимм.нагр.K**, срабатывает ступень с тепловой характеристикой.

Ограничение характеристики срабатывания

Чтобы избежать излишнего срабатывания ступени с тепловой характеристикой в условиях несимметричных коротких замыканий (например, 2-фазное короткое замыкание), входной ток I_2 ограничивается верхним пределом. Предельное значение в 10 раз превышает значение **Макс.длит.доп. I2**. Если I_2 превышает предельное значение, время срабатывания функции остается постоянным.

Кроме того, память тепловой ступени ограничена 200 % от **Коэфф.несимм.нагр.К**. Ограничение позволяет избежать слишком длительного охлаждения после затянувшегося отключения короткого замыкания (например, в случае внешних повреждений энергосистемы).

Время охлаждения тепловой модели

Тепловая модель переходит в режим охлаждения, как только ток обратной последовательности I_2 становится ниже **Макс.длит.доп. I2**. Устройством рассчитывается процесс охлаждения в соответствии с параметром **Вр.охл.тепл.мод.**. Параметр **Вр.охл.тепл.мод.** определяет время, необходимое, чтобы оборудование остыло со 100 % до 0 %. Если параметр **Вр.охл.тепл.мод.** выставлен на 0, тепловая модель сбрасывается немедленно.

Параметр **Вр.охл.тепл.мод.** зависит от конструкции машины, в частности, демпферной обмотки. Предшествующая нагрузка учитывается в том случае, если несимметричная нагрузка появляется снова во время цикла охлаждения. Устройство защиты, таким образом, срабатывает за меньший промежуток времени.

Функциональные измеряемые величины

Следующая формула используется для расчета функционального измеренного значения ΘI2/Θсраб:

$$\Theta I2/\Theta сраб. = \frac{\sum_{0}^{t}\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2 \cdot \Delta t}{K} 100\ \%$$

[forunbl2-030812-02.tif, 1, ru_RU]

Где

ΘI2/Θсраб	Величина, отображающая тепловой перегрев от несимметричной нагрузки в долях от величины срабатывания
$\sum_{0}^{t}\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2 \cdot \Delta t$	Интеграл измерения тепловой модели составляющих
K	Коэффициент несимметричной нагрузки машины (параметр **Коэфф.несимм.нагр.К**)
$I_2/I_{ном.маш.}$	Несимметричная нагрузка в относительных единицах (ток обратной последовательности/номинальный ток машины)

Если значение достигает 100 %, происходит срабатывание функции.

6.55.4 Указания по применению и вводу уставок

Функция используется для защиты электрических машин. Вы можете получить необходимые уставки из технических данных синхронных генераторов и двигателей. Пример уставки применен для варианта использования генератора.

Параметр: Макс.длит.доп. I2, Выд.врем.пред.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:11011:101) Макс.длит.доп. I2** = ***10,0 %***
- Уставка по умолчанию **(_:11011:104) Выд.врем.пред.сигн.** = ***15 с***

Если ток обратной последовательности I_2 превышает **Макс.длит.доп. I2**, ступень пускается, а после заданной выдержки времени выдается предупреждающий сигнал **Выд.врем.пред.сигн.**.

Параметр **Макс.длит.доп. I2** приводится в процентах от номинального тока защищаемого объекта.

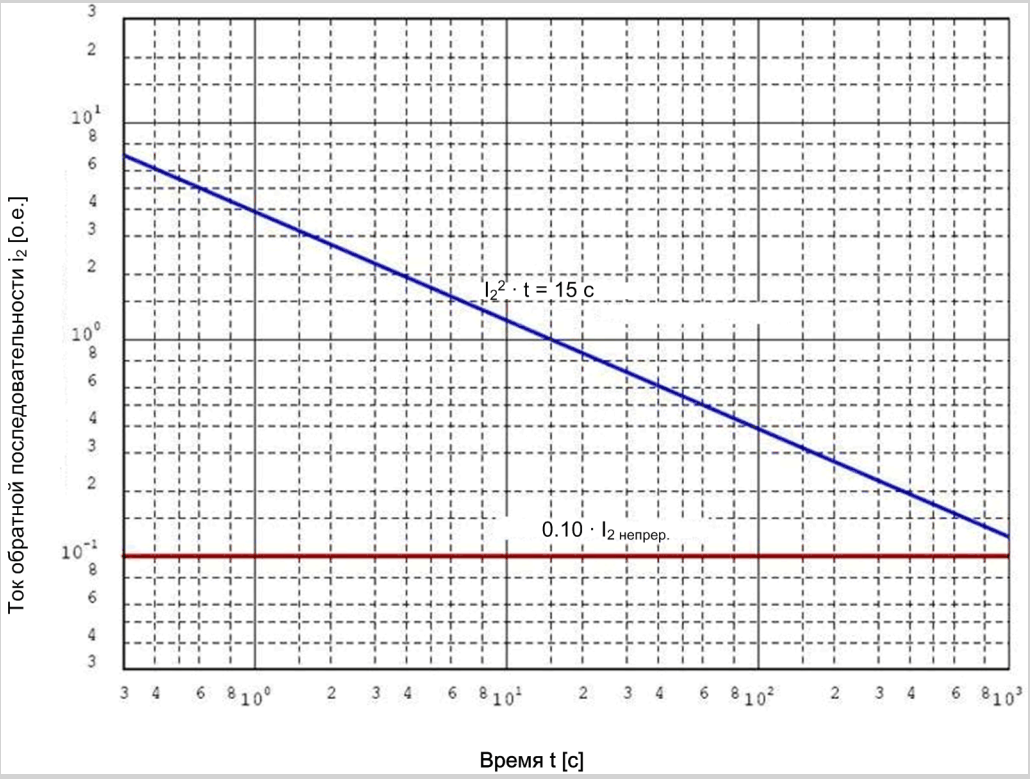
Значение уставки параметра **Макс.длит.доп. I2** зависит от следующих составляющих:

- Конструкция машины (синхронная машина с явнополюсным или неявнополюсным ротором)
- Система охлаждения (прямое или косвенное охлаждение)
- Размер машины

В зависимости от стандартов IEEE C50.12 и МЭК 60034-1, параметр приводится в диапазоне между 5 % и 12 %. Для уставки параметра **Макс.длит.доп. I2** требуются технические данные машины. Технические данные машины приведены на листе технических данных производителя машин.

ПРИМЕР

Следующий пример показывает задание значения для параметра **Макс.длит.доп. I2**. В примере выбрано значение 10%.
Во избежание слишком быстрой выдачи сигнала *Предупреждение* Siemens рекомендует большую выдержку. Пригодной для практического использования является уставка параметра **Выд.врем.пред.сигн.** в диапазоне от 10 до 20 с. В примере выбрано 15 с.



[dwunbloc-030812, 1, ru_RU]

Рисунок 6-431 Пример характеристики несимметричной нагрузки, предоставляемой производителем электрических машин

Параметр: Коэфф.несимм.нагр.К

- Уставка по умолчанию **(_:11011:102) Коэфф.несимм.нагр.К = *15 с***

Коэфф.несимм.нагр.К можно получить из характеристики несимметричной нагрузки в соответствии с *Рисунок 6-431*. Вы можете определить время, соответствующее **Коэфф.несимм.нагр.К** в точке I_2 / $I_{ном.маш.}$= 1. В данном примере это значение о.е. 10°, которое соответствует времени, равном 15 с. Как показано в примере, время часто записывается прямо на кривую характеристики.

Параметр: Вр.охл.тепл.мод.

- Уставка по умолчанию **(_:11011:103) Вр.охл.тепл.мод.** = ***1500 с***

Параметр **Вр.охл.тепл.мод.** определяет время, необходимое для охлаждения тепловой модели защищаемого объекта до исходного значения. Если производитель машины не предоставляет данную информацию, значение уставки **Вр.охл.тепл.мод.** можно рассчитать из значений уставки **Коэфф.несимм.нагр.К** и **Макс.длит.доп. I2** по формуле из следующего примера.

ПРИМЕР

$$\text{Вр.охл.тепл.мод.} = \frac{\text{Коэфф.несимм.нагр.К}}{(\text{Макс.длит.доп.I 2})^2}$$

[forbala2-290812-02.tif, 1, ru_RU]

Макс.длит.доп. I_2	= 10,0 % (соотв. 0,1)
Коэфф.несимм.нагр.К	= 15 с
Время охлаждения тепловой модели	= 1500 с

6.55.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Тепл.ступень 1				
_:11011:1	Тепл.ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11011:2	Тепл.ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:11011:101	Тепл.ступень 1:Макс.длит.доп. I2		3.0 % до 30.0 %	10.0 %
_:11011:102	Тепл.ступень 1:Коэфф.несимм.нагр.К		1.0 с до 100.0 с	15.0 с
_:11011:103	Тепл.ступень 1:Вр.охл.тепл.мод.		0 с до 50000 с	1500 с
_:11011:104	Тепл.ступень 1:Выд.врем.пред.сигн.		0.0 с до 60.0 с;∞	15.0 с

6.55.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Тепл.ступень 1			
_:11011:81	Тепл.ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11011:501	Тепл.ступень 1:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:11011:53	Тепл.ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:11011:54	Тепл.ступень 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:11011:52	Тепл.ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:11011:302	Тепл.ступень 1:Сброс тепл.модели	SPS	O
_:11011:301	Тепл.ступень 1:Предупреждение	ACD	O
_:11011:55	Тепл.ступень 1:Пуск	ACD	O
_:11011:56	Тепл.ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:11011:57	Тепл.ступень 1:Работа	ACT	O
_:11011:303	Тепл.ступень 1:ΘI2/Θср	MV	O

6.56 Защита от блокировки ротора

6.56.1 Обзор функций

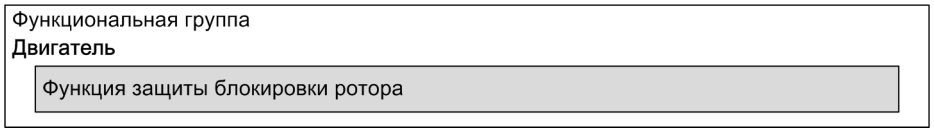
Функция **Защита от блокировки ротора** защищает двигатель в случае внезапного блокирования ротора или резкого увеличения нагрузки. Быстрое выключение двигателя позволяет избежать или уменьшить повреждения приводов, подшипников и других механических компонентов двигателя.

Блокировка ротора приводит к броску тока по фазам. Этот бросок тока используется функцией в качестве критерия распознавания.

Функция **Защита ротора от тепловой перегрузки** также может срабатывать сразу после того, как будут превышены заданные пороговые значения тепловых моделей. Из-за важных констант времени статора это занимает гораздо больше времени. Однако функция **ЗащБлокРот** способна быстрее обнаружить блокировку ротора, тем самым уменьшая возможные повреждения двигателя и подключенного оборудования.

6.56.2 Структура функции

Функция **Защита от блокировки ротора** может быть использована в функциональной группе **Двигатель**. В пределах функциональной группы одновременно можно использовать максимум 2 функции **Защита от блокировки ротора**.

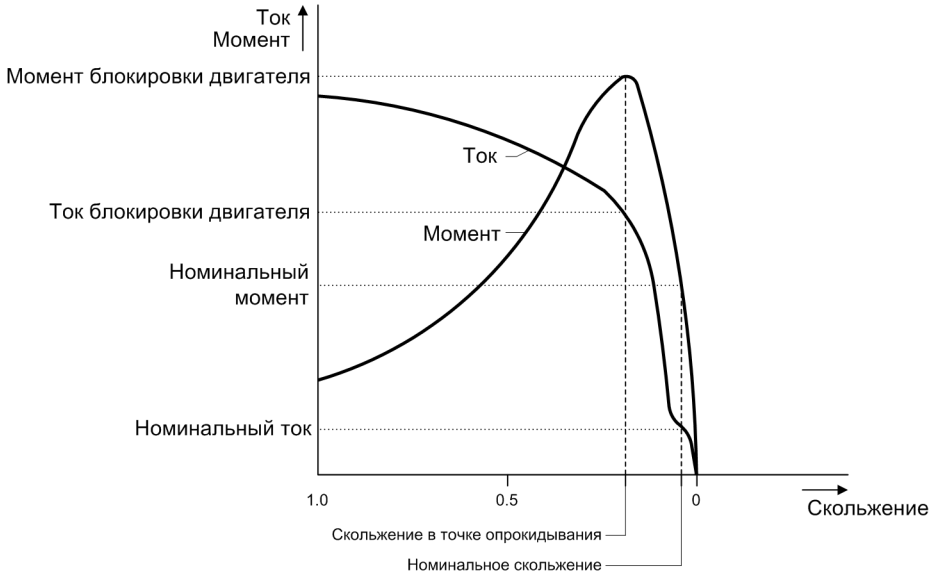


[dwrloaja-300913, 2, ru_RU]

Рисунок 6-432 Структура функции

Режим работы

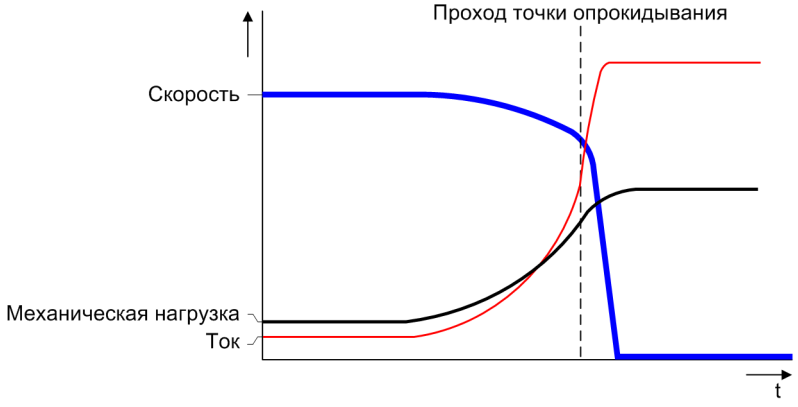
В *Рисунок 6-433* показано изменение тока и крутящего момента в зависимости от скольжения асинхронного двигателя. При номинальной нагрузке протекает номинальный ток и появляется номинальное скольжение. Если нагрузка увеличивается, ток также увеличивается, а скорость двигателя немного уменьшается. Скольжение соответственно увеличивается. Однако свыше определенной нагрузки двигатель больше не способен увеличить скорость путем увеличения вращающего момента. Двигатель начинает останавливаться, несмотря на многократное увеличение тока по сравнению с номинальным значением, по мере превышения крутящего момента (см. *Рисунок 6-434*). Помимо теплового нагрева двигателя, блокировка ротора вызывает значительные механические нагрузки на обмотки ротора и подшипники.



[dwasysqu-100812-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-433 Характеристика работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

На следующем рисунке показан пример характеристики блокировки ротора, вызванной механической перегрузкой. Протекающий ток значительно увеличивается, по мере того, как механическая нагрузка достигает точки пробоя.

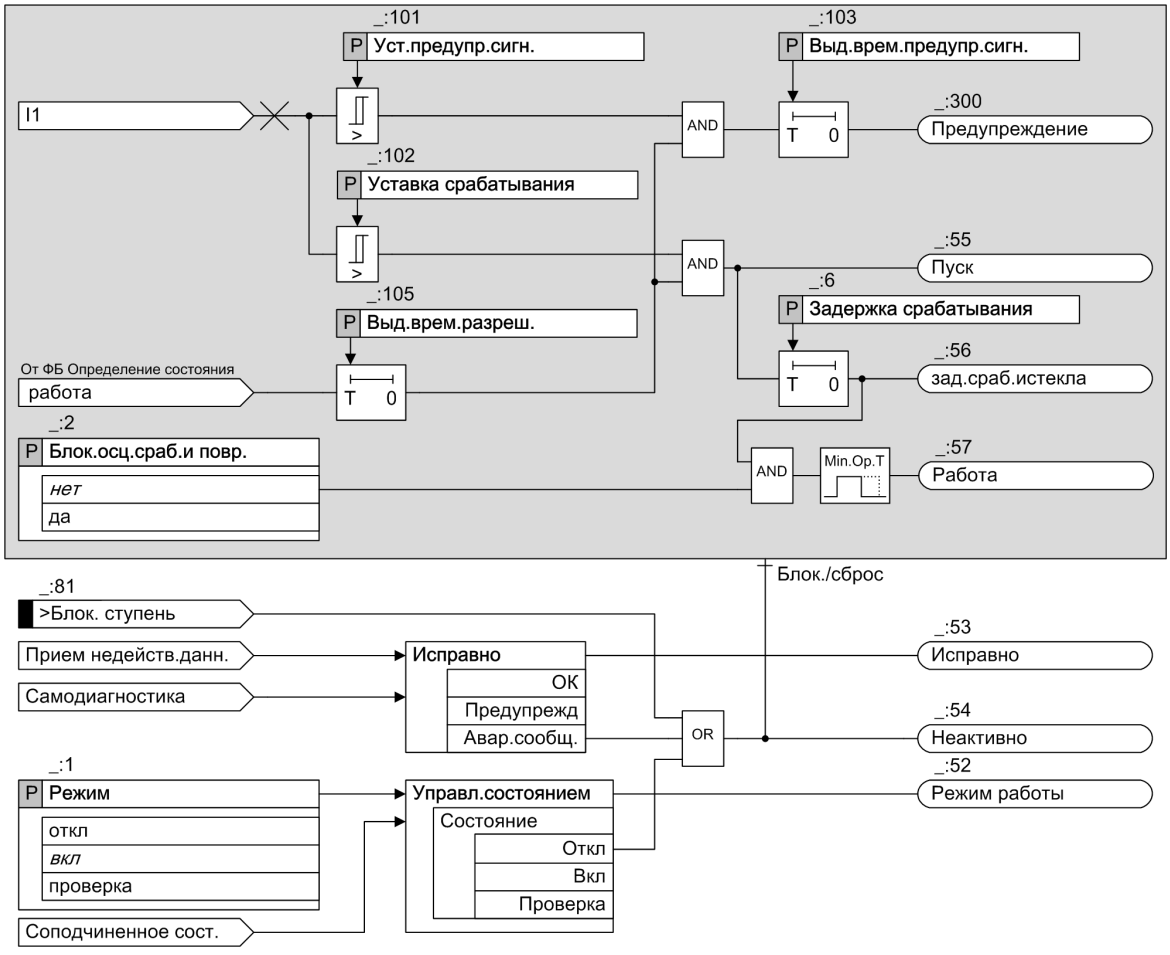


[dwexmero-100812-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-434 Пример временной характеристики механической блокировки ротора

6.56.3 Описание ступени

Логика



[loloadja-160812-04.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-435 Логическая схема защиты ротора от тепловой перегрузки

Деблокировка ступени

Для того чтобы обнаружить блокировку ротора, выполняется непрерывное сравнение тока двигателя со значением параметра **`Уставка срабатывания`**. Функция сравнения порогового значения блокируется в состоянии *запуск*. Величина пускового тока, как правило, аналогична той, которая возникает при блокированом роторе.

Функция **Защита ротора от тепловой перегрузки** вводится в работу, если обнаружено состояние *работа* и истекло время **`Выд.врем.разреш.`**.

Состояние *работа* представляет внутренний сигнал устройства, обнаруживаемый функциональным блоком **Определение состояния двигателя** функции **Мониторинг двиг**.

Метод измерения

В качестве измеряемой величины используется ток прямой последовательности I_1, рассчитанный из 3-фазных токов.

6.56.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Уст.предупр.сигн.,Выд.врем.предупр.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:101) Уст.предупр.сигн. = 1,50 A**
- Уставка по умолчанию **(_:103) Выд.врем.предупр.сигн. = 2,00 c**

Параметр: Уставка срабатывания, Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:102) Уставка срабатывания = 2,00 A**
- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания = 1,00 c**

Вы можете настроить предупредительную ступень и ступень срабатывания с использованием предыдущих параметров. Обычно параметр **Уставка срабатывания** сконфигурирован для приблизительно 2-кратного номинального тока двигателя, который, как правило, ниже пускового тока. Параметр **Задержка срабатывания** может быть задан по умолчанию - 1 сек.

Значение параметра **Уст.предупр.сигн.** задается меньше, чем значение параметра **Уставка срабатывания** (например, прибл. 75% от значения ступени срабатывания), с большей выдержкой времени (параметр **Выд.врем.предупр.сигн.**), например, 2 с. Если предупредительная ступень не требуется, то значение параметра **Уст.предупр.сигн.** может быть установлено максимальным.

Параметр: Выд.врем.разреш.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Выд.врем.разреш. = 5,00 c**

Функция должна быть заблокирована во время действия состояния *Пуск*, чтобы избежать излишнего срабатывания. Поэтому функция включается после обнаружения состояния *Работа* плюс дополнительная задержка времени (параметр **Выд.врем.разреш.**), чтобы убедиться в отсутствии слишком раннего включения функции. Siemens рекомендует устанавливать **Выд.врем.разреш.** для времени пуска двигателя.

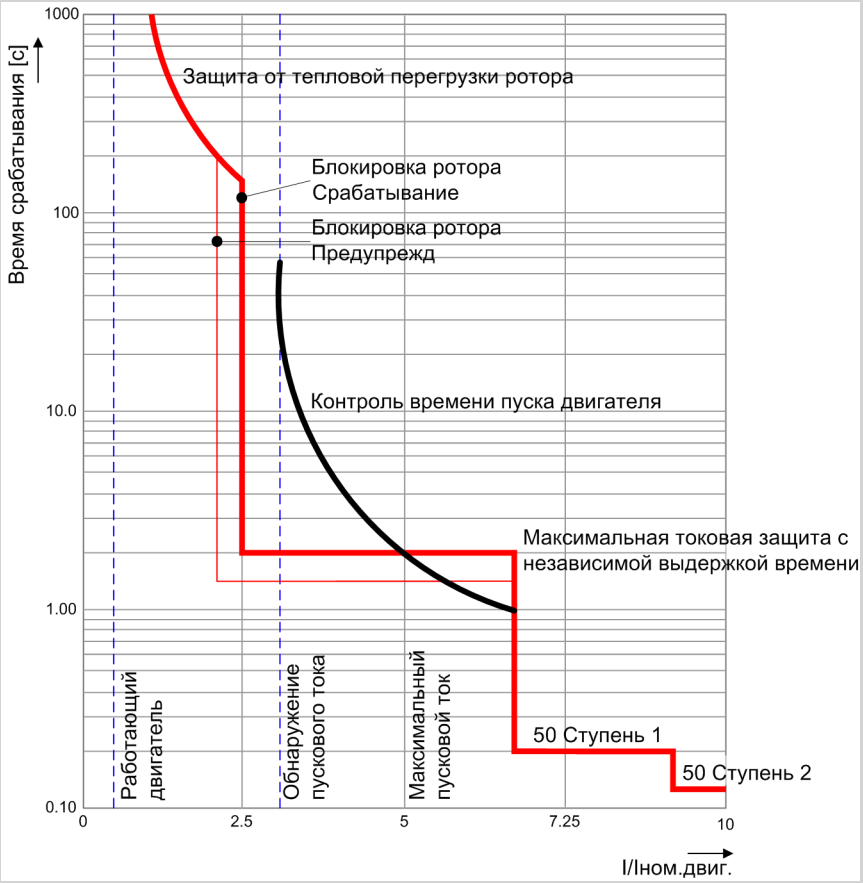
ПРИМЕР

Защита электродвигателя

В *Рисунок 6-436* показан пример характеристики полной защиты двигателя. Обычно характеристика включает различные функции защиты. Каждая функция отвечает за особый тип повреждения двигателя.

Доступны следующие функции защиты:

- **Защита от тепловой перегрузки ротора**
  Не допускает перегрева двигателя при недопустимой нагрузке
- **Защита от блокировки ротора**
  Предотвращение перегрева и механических повреждений при блокировке ротора
- **Контроль времени пуска двигателей**
  Защищает двигатель от длительных режимов пуска и, как следствие, тепловой перегрузки ротора
- **Максимальная токовая защита и токовая отсечка**
  Отключение двигателя при КЗ



[dwexmocu-160812-03.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-436 Пример характеристики полной защиты двигателя

ПРИМЕР

Двигатель со следующими характеристиками:

Номинальное напряжение	$V_{ном,двиг}$ = 6000 В
Номинальный ток	$I_{ном,двиг.}$ = 154 А
Макс. допустимое время пуска (из холодного состояния)	$T_{пуск}$ = 19,0 с
Трансформатор тока	$I_{ном,ТТперв}$ / $I_{ном,ТТвтор}$ = 300 А / 1 А

Значение уставки параметра **`Уставка срабатывания`** в качестве вторичного значения может быть рассчитано следующим образом:

(2 * 154 А) 300 А * 1 А = 1,027 А

Параметр **`Задержка срабатывания`** может быть оставлен равным уставке по умолчанию - 1 сек.

Параметр **`Уст.предупр.сигн.`** установлен равным 75 % порогового значения срабатывания, т.е. 75 % x 1,027 А = 0,77 А.

Параметр **`Выд.врем.предупр.сигн.`** может быть оставлен равным уставке по умолчанию - 2 сек.

Параметр **`Выд.врем.разреш.`** устанавливается равным времени пуска - 19,0 с.

6.56.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ЗащБлокРот				
_:1	ЗащБлокРот:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	ЗащБло-кРот:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	ЗащБло-кРот:Уст.предупр.сигн.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	7.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	7.500 A
_:103	ЗащБло-кРот:Выд.врем.предупр.сигн.		0.00 с до 600.00 с	2.00 с
_:102	ЗащБлокРот:Уставка срабатывания	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:6	ЗащБлокРот:Задержка срабатывания		0.00 с до 600.00 с	1.00 с
_:105	ЗащБло-кРот:Выд.врем.разреш.		0.00 с до 600.00 с	5.00 с

6.56.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ЗащБлокРот			
_:81	ЗащБлокРот:>Блок. ступень	SPS	I
_:53	ЗащБлокРот:Статус исправности	ENS	O
_:54	ЗащБлокРот:Неактивно	SPS	O
_:52	ЗащБлокРот:Режим работы	ENS	O
_:55	ЗащБлокРот:Пуск	ACD	O
_:300	ЗащБлокРот:Предупреждение	ACT	O
_:57	ЗащБлокРот:Работа	ACT	O

6.57 Защита от реверса мощности

6.57.1 Обзор функций

Функция **Защита от реверса мощности** (ANSI 32R):

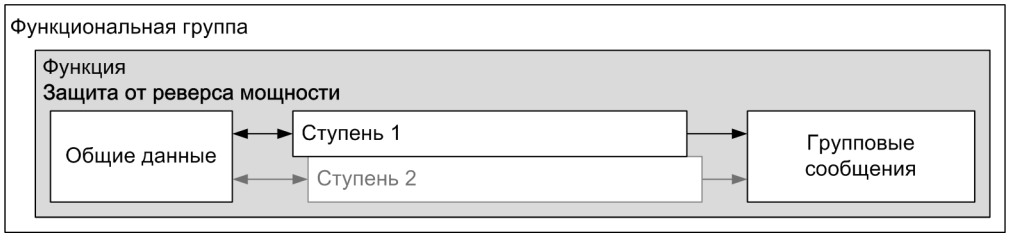
- Контролирует работу двигателя генераторов и, таким образом, обнаруживает сбой мощности
- Предотвращает угрозу безопасности турбины (например, повреждение лопатки турбины из-за перегрева) путем отключения выключателя системы
- Защищает турбогенератор

После отключения выключателя для генератора существует опасность того, что турбогенераторный агрегат будет разгоняться и достигнет превышения скорости в случае неправильного прохождения остаточного пара (быстродействующие клапаны остановки неисправны). Следовательно, отсоединение системы (отключение выключателя системы) должно происходить только после обнаружения обратной мощности (потребление активной мощности).

6.57.2 Структура функции

Заводские настройки функции **Защита от реверса мощности** предусматривают 1 ступень. В функции независимо могут работать максимум 2 ступени.

Эта функция работает во всех функциональных группах с трехфазным интерфейсом напряжения и тока. В зависимости от используемого трансформатора тока это функциональная группа **Напряжение/ток 3ф** или **Статор генератора**.



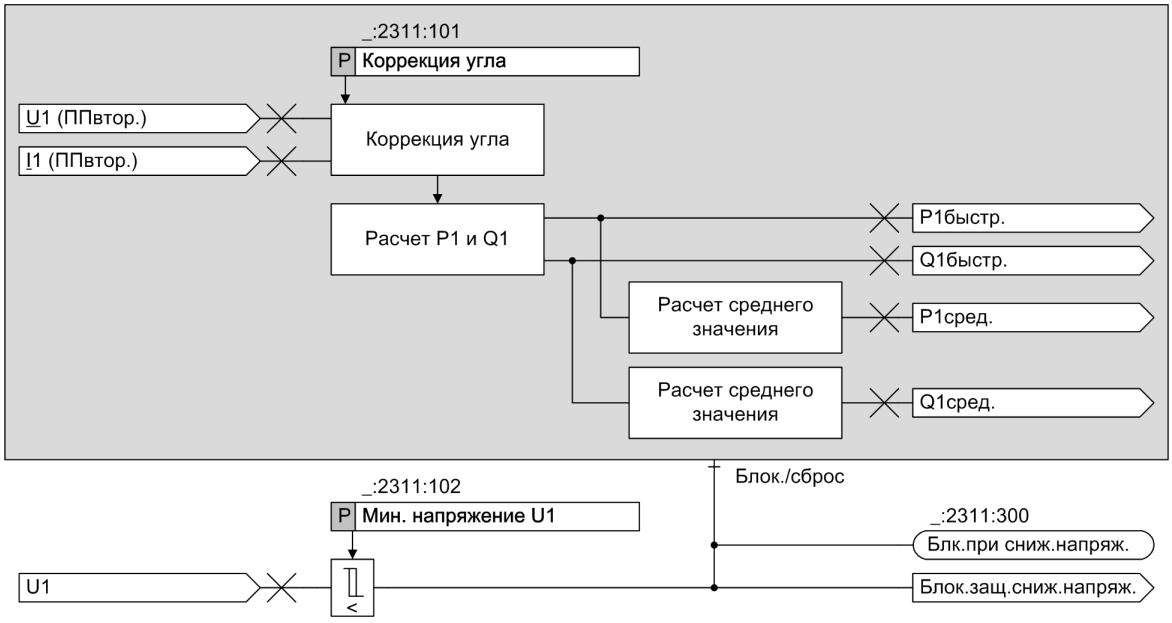
[dw_RPP structure, 3, ru_RU]

Рисунок 6-437 Структура/реализация функции

6.57.3 Общая функциональность

6.57.3.1 Описание

Логика работы



[lo_RPP general functionality, 2, ru_RU]

Рисунок 6-438 Логическая схема перекрестной функциональности

Вычисление обратной мощности

Функция защиты от реверса мощности вычисляет активную мощность, на основе симметричных составляющих основной гармоники напряжений и токов. Она генерирует среднее значение активной мощности по фиксированному числу периодов. Поскольку для оценки используются переменные прямой последовательности, реверс мощности фиксируется независимо от небаланса токов или напряжений. Для расчета используются отслеживаемые по частоте дискретные значения. Зафиксированное значение обратной мощности соответствует нагрузке со стороны питания. Вычисленное значение активной мощности соответствует общей активной мощности.

Учитывая угол сдвига фаз трансформаторов напряжения и тока, функция вычисляет точную активную мощность даже при большом значении полной мощности и небольшом значении cos φ. Постоянный угол коррекции $\varphi_{корр}$ обеспечивает возможность коррекции. Здесь преобладает влияние угловой погрешности трансформатора тока. Определите этот постоянный угол коррекции при вводе устройства защиты в эксплуатацию и настройте его, как указано в таблице (см. *Таблица 10-3*).

Вычисление мощности и коррекция угла

Для удовлетворения высоких требований к точности измерения измеренное значение мощности дополнительно усредняется по 16 периодам до того, как оно будет передано в функцию защиты. Активная мощность рассчитывается, исходя из векторов симметричных составляющих напряжения U1 и тока I1. Общая мощность оценивается в виде мощности. Комплексная полная мощность определяется с помощью следующего соотношения. Вещественная часть комплексного выражения – это активная мощность:

$\underline{S} = 3\underline{V}_1 \cdot \underline{I}_1^{\ *} = 3U_1 e^{j\phi V} \cdot I_1 e^{-j\phi I} = 3U_1 I_1 e^{j(\phi U - \phi I)}$

$P = 3U_1 I_1 \cos(\varphi_U - \varphi_I)$

Угловая погрешность между трансформатором напряжения и трансформатором тока оказывает сильное влияние на точность измерения. Параметр **(_:2311:101) Коррекция угла** позволяет скорректировать угловую погрешность. Возможны следующие 2 метода:

- Определите угловую погрешность, исходя из данных из протокола испытаний трансформатора. Обратитесь к производителю трансформатора, чтобы получить эти значения при заказе трансформатора.
- Измерьте угловую погрешность, когда генератор подключен к энергосистеме (см. главу *10.23.2 Испытание первичными величинами*).

Влияние на напряжение энергосистемы сильно затрудняет измерения мощных генераторов, когда генератор подключен к энергосистеме. В этом случае необходимо определить угловую погрешность из данных протокола испытаний трансформатора (см. главу *6.57.3.2 Указания по применению и вводу уставок*). В качестве альтернативы можно использовать измерительные трансформаторы с небольшими угловыми погрешностями. Это обеспечивается измерительными трансформаторами класса 0.2 (напряжения и тока). Следующее уравнение описывает влияние угловой погрешности:

$P = 3U_1 I_1 \cos(\varphi_U + \varphi_{U,F} - (\varphi_I + \varphi_{I,F})) = 3U_1 I_1 \cos(\varphi_U - \varphi_I + (\varphi_{U,F} - \varphi_{I,F}))$

Угловая погрешность должна быть откорректирована следующим образом:

$\phi_{Корр} = \varphi_{U,F} - \varphi_{I,F}$

Для вращения в правильном направлении угол коррекции учитывается внутри устройства с противоположным знаком.

Функциональные измеряемые величины

Чтобы проверить поведение функции защиты и обеспечить ввод в эксплуатацию, можно использовать следующие функциональные измеренные значения. Общая мощность представлена в виде измеренного значения.

Измеренное значение	Описание	
P1быст	Активная мощность системы прямой последовательности, вычисленная за один период	Коррекция угла влияет на измеренное значение
Q1быст	Реактивная мощность системы прямой последовательности, вычисленная за один период	Коррекция угла влияет на измеренное значение
P1сред.	Активная мощность системы прямой последовательности, вычисленная на основе **P1быст** за 16 периодов	Входное значение для защиты от реверса мощности
Q1сред.	Реактивная мощность системы прямой последовательности, вычисленная на основе **Q1быст** за 16 периодов	–

6.57.3.2 Указания по применению и вводу уставок

В общих данных можно настроить параметр **(_:2311:101) Коррекция угла**. Параметр определяется угловой погрешностью первичного трансформатора. В SIPROTEC 5 входные трансформаторы откалиброваны так, чтобы угловая погрешность была незначительной. Вы можете принять погрешность < 0,1°. Какая-либо разница между входным сигналом защиты и входным сигналом измерительного трансформатора отсутствует.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы используете измерительные трансформаторы класса 0.2 на первичной стороне, чтобы избежать влияния угла, вы можете без проблем подключить защитное устройство с защитным трансформатором тока.

Трансформаторы напряжения класса 0.2 имеют максимально допустимую угловую погрешность 10 мин (0,17°). Ошибка угла измерительного трансформатора тока класса 0.2 при номинальном токе составляет приблизительно 10 мин, при 0,2 $I_{ном}$ = 15 мин, и при 0,05 $I_{ном}$ = 30 мин.

Параметр: `Коррекция угла`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:101) Коррекция угла`** = 0°

Чтобы определить угол коррекции посредством измерения с помощью испытаний первичными величинами, следуйте инструкциям в главе *10.23.2 Испытание первичными величинами*.

Для получения необходимого угла коррекции из протоколов измерений трансформатора можно использовать метод, рассмотренный в следующем разделе.

Пример

В этом примере используется трансформатор напряжения класса 0.2 с номинальной нагрузкой 45 ВА. Из протокола измерений были взяты следующие данные.

Таблица 6-26 Для фазы A

U/Un	$S_b = S_{br}$		$S_b = S_{br}/4$	
	ϵ_U [%]	δ_U [мин]	ϵ_U [%]	δ_U [мин]
0,8	-0,14	0,31	0,16	-0,34
1	-0,15	0,43	0,15	-0,24
1,2	-0,16	0,68	0,14	-0,06

Значения, полученные для фаз B и C, почти одинаковы.

Кроме того, оконцовка с номинальной нагрузкой (другие измерительные устройства все еще подключены) предполагает, что в качестве переменной для расчета используется угловая погрешность +0,43 мин (номинальное значение).

Здесь используется трансформатор тока типа 5PR. Этот трансформатор тока имеет зазор, который ограничивает остаточную намагниченность до 10%. Однако этот зазор создает большие угловые погрешности. В следующих таблицах приведены выдержки из протоколов испытаний.

Таблица 6-27 Фаза A

$I/I_{ном}$ [%]	$Sb = S_{br}$ (cos β = 0,8)	
	ϵ_i [%]	δ_i [мин]
100	0,314	46,40

Таблица 6-28 Фаза B

$I/I_{ном}$ [%]	$Sb = S_{br}$ (cos β = 0,8)	
	ϵ_i [%]	δ_i [мин]
100	0,247	35,10

Таблица 6-29 Фаза C

$I/I_{ном}$ [%]	$Sb = S_{br}$ (cos β = 0,8)	
	ϵ_i [%]	δ_i [мин]
100	0,702	41,10

Поскольку в устройстве оценивается мощность системы прямой последовательности, учитывайте знак при добавлении угловых погрешностей на фазу и разделите результат на 3.

В этом примере получено следующее значение:

$$\delta_i[\text{мин.}] = \frac{1}{3}\left(\delta_{i,A} + \delta_{i,B} + \delta_{i,C}\right) = \frac{1}{3}(46.40 + 35.10 + 41.10) = 40.87 \text{ мин.}$$

Получаемый угол коррекции:

$$\varphi_{\text{корр.}}[\text{мин.}] = \varphi_{U,K} - \varphi_{I,K} = 0.43 \text{ мин.} - 40.87 \text{ мин.} = -40.44 \text{ мин.}$$

$$\varphi_{\text{корр.}}[^\circ] = \frac{\varphi_{\text{корр.}[\text{мин.}]}}{60} \cdot 1^\circ = \frac{-40.44}{60} \cdot 1^\circ = -0.674^\circ$$

Установите значение параметра **(_:2311:101) Коррекция угла** = ***-0,67***°.

Параметр: Мин. напряжение U1

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Мин. напряжение U1** = 5,000 В

Параметр **Мин. напряжение U1** позволяет ограничить рабочий диапазон защиты от реверса мощности. Если напряжение прямой последовательности падает ниже значения уставки, защита от реверса мощности отключается. Если другие ограничения отсутствуют, Siemens рекомендует использовать настройку по умолчанию.

6.57.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Коррекция угла		-10.00 ° до 10.00 °	0.00 °
_:2311:102	Общие данные:Мин. напряжение U1		0.300 В до 60.000 В	5.000 В

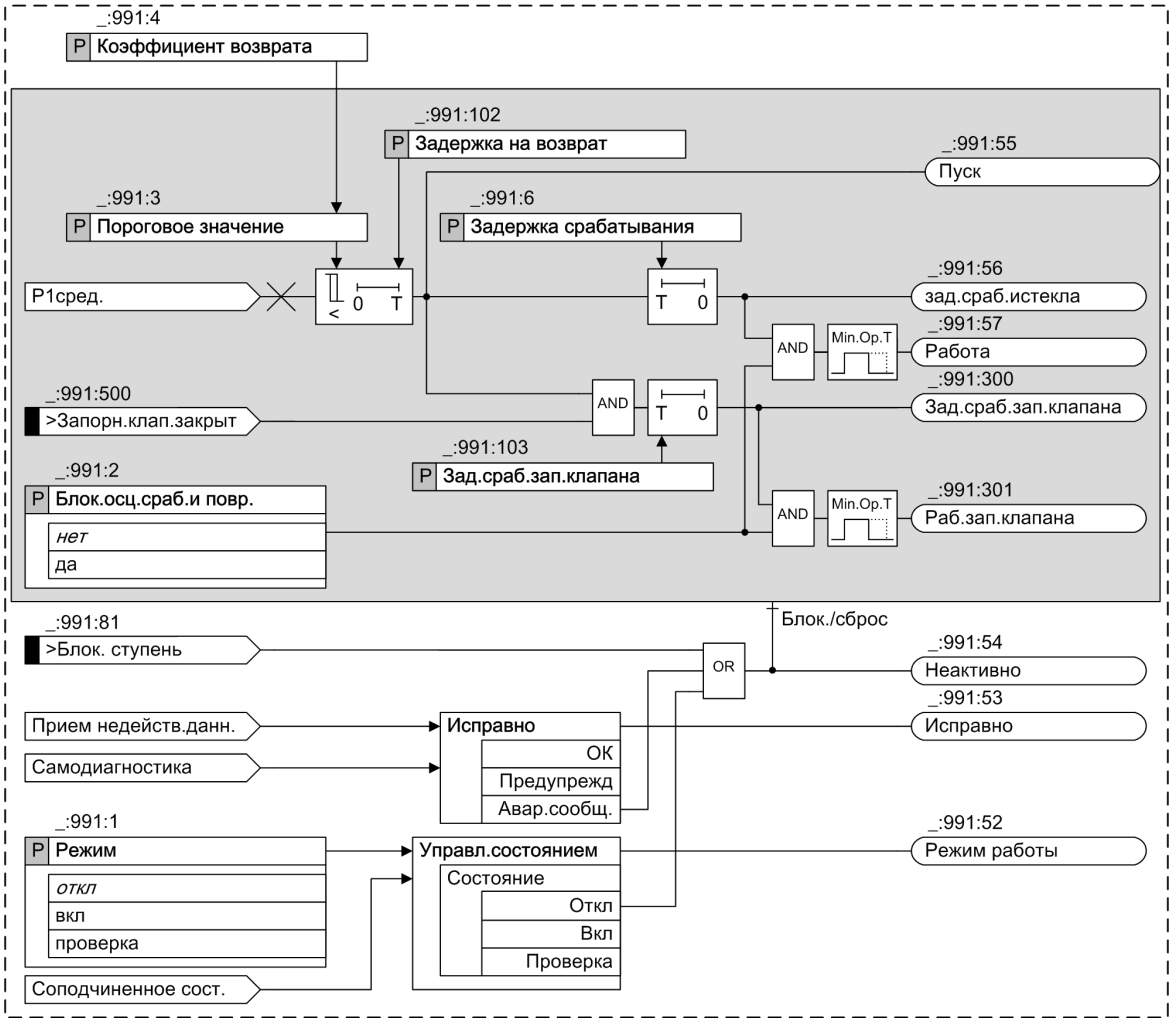
6.57.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:Блк.при сниж.напряж.	SPS	O
_:2311:301	Общие данные:P1сред.	MV	O
_:2311:302	Общие данные:Q1сред.	MV	O
_:2311:303	Общие данные:P1быст	MV	O
_:2311:304	Общие данные:Q1быст	MV	O

6.57.4 Описание ступени

6.57.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_RPP stage, 2, ru_RU]

Рисунок 6-439 Логическая схема ступени защиты от реверса мощности

Команда отключения

Чтобы сократить кратковременное энергопотребление во время синхронизации или во время перепадов напряжения, вызванных повреждениями в системе, отключение (выключение генератора с помощью функции реверса мощности) задерживается на установленное время (например, 10 с).

Если быстродействующий клапан останова закрыт, достаточно короткой задержки. Подсоедините положение быстродействующего клапана через дискретный входной сигнал **>Запорн.клап.закрыт**. Когда срабатывает быстродействующий клапан останова, активируется короткая Задержка срабатывания.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка ступени через дискретный входной сигнал **>Блок. ступень**.

6.57.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Если в энергосистеме возникает обратная мощность, необходимо отключить турбогенератор от энергосистемы. Работа турбины без минимального потока пара (охлаждающий эффект) представляет опасность. В случае когенерационной установки газовой турбины мощность двигателя также может оказаться слишком большой для энергосистемы.

Параметр: `Пороговое значение`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:991:3) Пороговое значение`** = ***`-1,00 %`***

Потери при трении в основном определяют активную мощность, потребляемую турбогенератором. В зависимости от установки потребляемая активная мощность имеет следующие диапазоны:

Паровые турбины	$P_{обр.}/S_{ном}$ = от 1,00 % до 3,00 %
Дизельные приводы	$P_{обр.}/S_{ном}$ > 5,00 %
Газовые турбины	$P_{обр.}/S_{ном}$ = до 30,00 %

Вы можете измерить обратную мощность турбогенератора в процессе испытаний первичными величинами с помощью функции защиты. Установите значение уставки $P_{обр}$, например, равным 0,5-кратному значению измеренной обратной мощности. Эта мощность показана дополнительно в функциональных измеренных значениях в функции **Защита от реверса мощности** (**`P1сред.`**). Для больших машин с очень малой обратной мощностью необходимо использовать опцию коррекции угловой погрешности трансформаторов тока и напряжения.



ПРИМЕЧАНИЕ

При выборе входного тока можно выбрать защитные трансформаторы тока или измерительные трансформаторы со стороны устройства. Поскольку трансформаторы откалиброваны на заводе, для функции **Защита от реверса мощности** практически нет различий между трансформаторами. Таким образом, вы всегда можете выбрать входы устройства с защитным трансформатором тока.

Напротив, угловая погрешность первичного трансформатора тока значительно влияет на точность измерения. Угловая погрешность измерительного трансформатора класса 0.2 значительно меньше угловой погрешности защитного трансформатора тока класса 5P. Для подключения к измерительному трансформатору необходима отдельная функциональная группа. Используйте функциональную группу **Напряжение/ток 3ф** и загрузите функцию **Защита от реверса мощности** из библиотеки.

Не подключайте функцию **Защита от реверса мощности** к линейному стержневому трансформатору (например, к типу TPZ), поскольку эти трансформаторы имеют большую угловую погрешность (например, около 180 мин).

Параметр: Задержка на возврат

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:991:102) Задержка на возврат`** = ***`0,00 с`***

Параметр **`Задержка на возврат`** позволяет фиксировать срабатывание. Такая необходимость возникает, например, в том случае, если протекающие паровые клапаны не позволяют развить постоянную потребляемую активную мощность и начинается **дребезг** срабатывания.

Параметр: Коэффициент возврата

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:991:4) Коэффициент возврата`** = ***`0,60`***

Значение по умолчанию применимо для небольших значений обратной мощности. Его можно увеличить в случае роста потребления активной энергии. Например, для уставки активной мощности -5 % допускается значение **`Коэффициент возврата`** примерно 0,85.

Параметр: Задержка срабатывания

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:991:6) Задержка срабатывания`** = ***`10,00 с`***

При возникновении обратной мощности в системе без быстродействующего клапана остановки может происходить кратковременное потребление энергии после синхронизации и во время качаний мощности после повреждения в системе (например, после трехфазного короткого замыкания). Параметр **Задержка срабатывания** позволяет преодолеть кратковременное потребление обратной мощности с задержкой срабатывания около 10 с.

Параметр: Задержка срабатывания при быстром отключении

- Рекомендуемое значение уставки **(_:991:103) Зад.сраб.зап.клапана** = ***1,00 с***

Если неисправность приводит к быстрому отключению, то защита от реверса мощности отключается с короткой задержкой после быстрого отключения. Это достигается с помощью реле давления масла или концевого выключателя на быстродействующем запорном клапане. При отключении убедитесь, что обратная мощность возникает только из-за отсутствия входной мощности на стороне турбины. Задержка отключения необходима для преодоления переходного процесса активной мощности, связанного с внезапным закрытием клапана, до тех пор, пока не будет достигнуто установившееся значение активной мощности. Для этого задайте параметр **Зад.сраб.зап.клапана** в диапазоне от ***1,00 с*** до ***3,00 с***. Для когенерационной установки газовой турбины установите значение приблизительно равным ***0,50 с***.

Временные уставки означают дополнительные временные задержки. Эти дополнительные временные задержки не включают время работы (измерение, реле) функции защиты.

6.57.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:991:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:991:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:991:3	Ступень 1:Пороговое значение		-30.00 % до -0.30 %	-1.00 %
_:991:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.40 до 0.99	0.60
_:991:102	Ступень 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:991:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	10.00 с
_:991:103	Ступень 1:Зад.сраб.зап.клапана		0.00 с до 60.00 с	1.00 с

6.57.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:991:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:991:500	Ступень 1:>Запорн.клап.закрыт	SPS	I
_:991:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:991:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:991:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:991:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:991:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:991:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
_:991:300	Ступень 1:Зад.сраб.зап.клапана	ACT	O
_:991:301	Ступень 1:Раб.зап.клапана	ACT	O

6.58 Токовая защита вала

6.58.1 Обзор функций

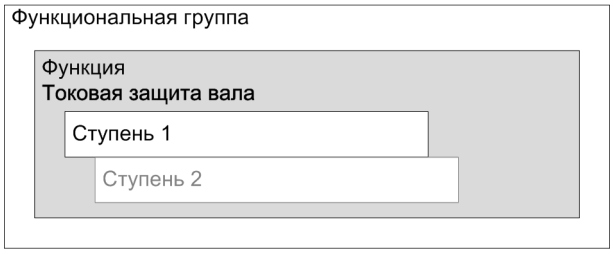
Функция **Защита от паразитного тока по валу** (ANSI 51GN):

- Обнаруживает токи по валу генератора с помощью специального трансформатора тока
- Предотвращает повреждение подшипников из-за протекания тока на землю
- Производит гибкую оценку тока по валу с использованием различных принципов измерения (основная частота, сигнал третьей гармоники тока по валу или оба метода)

6.58.2 Структура функции

Функция **Защита от паразитного тока по валу** используется в функциональной группе защиты **Напряжение/ток 1ф**.

В качестве заводских уставок функция **Защита от паразитного тока по валу** имеет одну ступень. В данной функции одновременно могут работать максимум 2 отключающие ступени.



[dw_Structure SCP_20150626, 1, ru_RU]

Рисунок 6-440 Структура функции

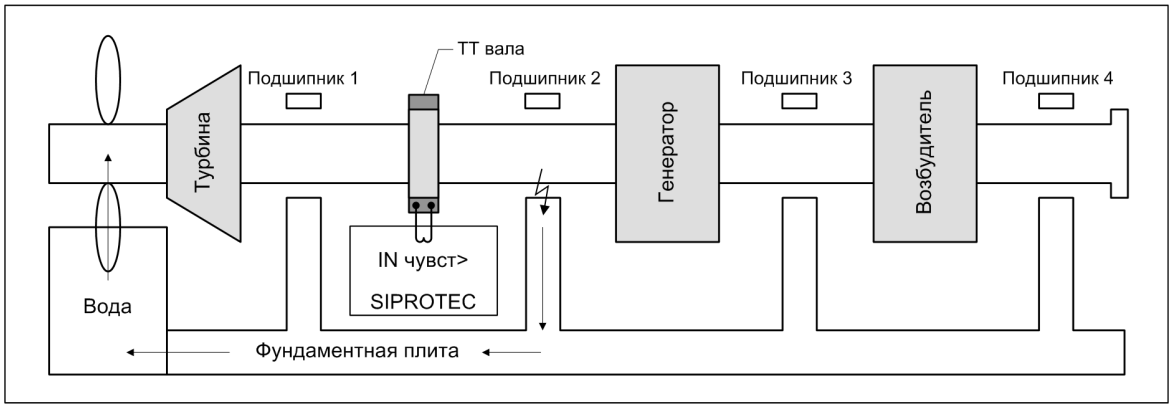
6.58.3 Общая функциональность

6.58.3.1 Описание

Функция **Защита от паразитного тока по валу** в основном используется в гидрогенераторах (генераторы с явнополюсными роторами). Благодаря своей конструкции гидрогенераторы имеют относительно длинные валы. Валы соединены с землей через колеса турбины и воду. При использовании с синхронным генератором с цилиндрическим ротором вал заземляется в одной точке через заземляющую щетку. Некоторые факторы, такие как трение, магнитные поля генераторов и другие, могут способствовать накоплению напряжения на валу. Затем вал действует в качестве источника напряжения (электродвижущая сила - ЭДС). Напряжение также содержит гармоники, третья гармоника является самой сильной среди гармоник. Наведенное напряжение зависит от нагрузки, системы и машины. В синхронном генераторе с цилиндрическим ротором наведенное напряжение находится в диапазоне от 0,5 до 2 В и в диапазоне от 10 до 30 В для гидрогенератора (генератор с явнополюсным ротором). Обнаружение возможно только во время работы генератора.

Если масляная пленка, покрывающая подшипник, является слишком тонкой, возможен пробой. Поскольку корпус подшипника заземлен, электрическая цепь замкнута. Из-за низкого полного сопротивления (вала, подшипника и заземления) здесь могут протекать большие токи и разрушать подшипник. Токи более 1 А являются критичными для подшипников. Поскольку могут быть затронуты различные подшипники, ток на каждом подшипнике не измеряется. Специальный трансформатор определяет ток, поступающий на вал. Он представляет собой трансформатор тока, установленный вокруг вала.

На *Рисунок 6-441* показано основное подключение функции **Защита от паразитного тока на валу**. Затем трансформатор тока по валу подключается к чувствительному трансформатору тока защитного устройства. Если ток по валу превышает определенное значение, генератор выключается.

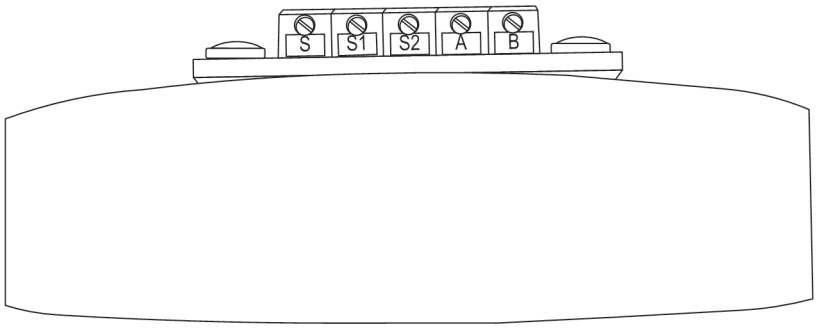


[lo_Connection of the shaft-current transformer_20150717, 1, ru_RU]

Рисунок 6-441 Подключение трансформатора для защиты от тока по валу (в случае повреждения протекает ток)

При замене защиты приобретите трансформатор для защиты от тока по валу у производителя трансформаторов или используйте существующий трансформатор для защиты от тока по валу. Диаметр трансформатора зависит от диаметра вала и может составлять до 2 м. Количество витков вторичной обмотки незначительно изменяется с диаметром. Возможно использование трансформаторов с количеством витков от 400 до 1000. Трансформаторы с меньшим числом витков (например, 600 витков) могут использоваться для обеспечения достаточно высокого измерительного тока.

Кроме того, трансформаторы для защиты от тока по валу имеют испытательную обмотку, обычно 4 витка. Испытательная обмотка позволяет вводить испытательный ток для проверки всей цепи. *Рисунок 6-442* показывает пример клемм S1 - S2: измерительная клемма (400 витков) и A - B: испытательная клемма (4 витка).



[sc_wave current transducer-clip_20150717, 1, --_--]

Рисунок 6-442 Клеммы трансформатора для защиты от тока по валу

Чтобы обеспечить гибкость применения, доступны различные методы измерения для обработки тока по валу. Уставка защиты определяет значение метода измерения. Чтобы достичь высокой точности, специально применяется широкая полоса пропускания фильтра.

Для достижения высокой точности при переменной скорости (частоте вращения) генератора используются оцифрованные значения тока с отслеживанием частоты.

Доступны следующие параметры фильтра:

Значение параметра	Описание
осн. гармоника (50 или 60 Гц)	Основная гармоника является преобладающей.
3-я гармоника (150 или 180 Гц)	Третья гармоника является преобладающей.
1-я и 3-я гармоника	Основная гармоника и третья гармоника являются преобладающими.

Общие функции включают рассчитанные измеренные значения.

- Ток основной гармоники
- Ток 3-й гармоники
- Сумма основного тока и 3-й гармоники

Рисунок 6-443 представляет логику **Общих функций**.



[lo_general functionality 20150702, 1, ru_RU]

Рисунок 6-443 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Возможно отображение 3 рассчитанных измеренных значений и их ранжирование в осциллограмму. Значения используются при вводе в эксплуатацию.

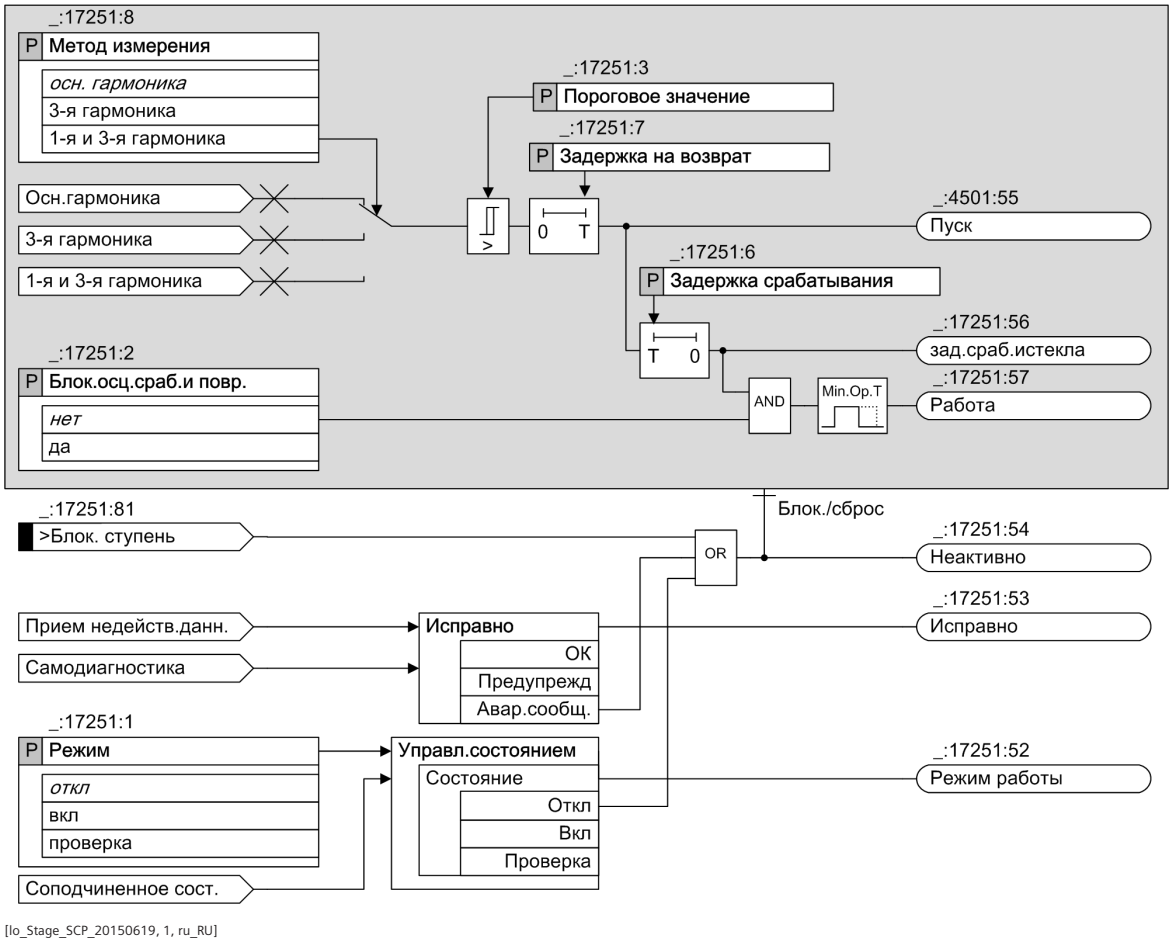
6.58.3.2 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:15781:301	Общие данные:Iнос.грм	MV	O
_:15781:302	Общие данные:Iн 3гарм	MV	O
_:15781:303	Общие данные:Iнфд.3г.	MV	O

6.58.4 Описание ступени

6.58.4.1 Описание

Логика



[lo_Stage_SCP_20150619, 1, ru_RU]

Рисунок 6-444 Логическая схема ступени защиты от паразитного тока по валу

Метод измерения

Используйте параметр **Метод измерения**, чтобы определить, использует ли эта ступень ***осн. гармоника***, ***3-я гармоника*** или ***1-я и 3-я гармоника***.

- Измерение ***осн. гармоника***:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники.

- Измерение ***3-я гармоника***:

  Этот метод измерения определяет третью гармонику тока из оцифрованных значений.

- Измерение ***1-я и 3-я гармоника***:

  Этот метод измерения обрабатывает сумму основного тока и тока третьей гармоники.

В соответствии с выбранным методом измерения соответствующее измеренное значение используется для обнаружения перегрузки по току, проходящей через подшипник.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.58.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Метод измерения`

- Уставка по умолчанию **`(_:17251:8) Метод измерения`** = ***`осн. гармоника`***

Чтобы установить значение параметра **`Метод измерения`**, можно проверить 3 измеренных значения во время ввода в эксплуатацию и выбрать преобладающее.

В качестве альтернативного метода проанализируйте осциллограмму и действуйте следующим образом:

- Экспортируйте запись из устройства.
- Проанализируйте запись с помощью программного обеспечения SIGRA.

  Определите содержание преобладающих гармоник. Значения параметра **`Метод измерения`**: ***`осн. гармоника`***, ***`3-я гармоника`*** и ***`1-я и 3-я гармоника`***.
- Задайте параметр в соответствии с результатом анализа.

Значение параметра	Описание
`осн. гармоника` (50 или 60 Гц)	Основная гармоника является преобладающей.
`3-я гармоника` (150 или 180 Гц)	Третья гармоника является преобладающей.
`1-я и 3-я гармоника`	Основная гармоника и третья гармоника являются преобладающими.

Параметр: `Пороговое значение`

- Уставка по умолчанию **`(_:17251:3) Пороговое значение`** = ***`5,0 мА`***

Параметр **`Пороговое значение`** определяет порог срабатывания тока для функции **Защита от паразитного тока по валу**.

Если генератор работает при полной нагрузке, запишите фактический ток вала из функциональных измеренных значений. Значение уставки определяется на основе измеренных значений с коэффициентом запаса от 1,5 до 2. Предварительная уставка запускает функцию **Защита от паразитного тока по валу** для срабатывания по токам повреждения от 0,5 А до 1,5 А. В случае трансформатора для защиты от тока на валу с 600 витками обмотки и предполагаемым первичным током по вала, приблизительно равным 1,2 А, установите **`Пороговое значение`** равным 2,0 мА.



ПРИМЕЧАНИЕ

Используйте чувствительный трансформатор тока со вторичным номинальным током 1 А. Вторичный номинальный ток величиной 5 А не имеет смысла для данного применения.

Параметр: `Коэффициент возврата`

- Уставка по умолчанию **`(_:17251:4) Коэффициент возврата`** = ***`0,9`***

Параметр **`Коэффициент возврата`** позволяет избежать «дребезга» функции **Защита от паразитного тока по валу** в случае колебаний измеряемого тока. Практическое значение - 0,9. Если значение срабатывания меньше 2 мА, уменьшите коэффициент возврата (например, до 0,85 или 0,8).

Параметр: `Задержка срабатывания`

- Уставка по умолчанию **`(_:17251:6) Задержка срабатывания`** = ***`3,00 с`***

Параметр **Задержка срабатывания** обеспечивает отложенное отключение функции и предотвращает перегрузку во время переходных процессов или повреждений. Типовая задержка составляет 3,00 с. Установите значение параметра **Задержка срабатывания** как минимум в 2 раза больше, чем для **Задержка на возврат**.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:17251:7) Задержка на возврат** = ***0,00 с***

Параметр **Задержка на возврат** гарантирует, что кратковременное падение величины сигнала ниже порогового значения тока не вызовет сброса таймеров задержки срабатывания в исходное состояние. Параметр **Задержка на возврат** сохраняет срабатывание во время перемежающегося короткого замыкания.

Установите задержку времени, если вы ожидаете колебания измеряемого тока. Время задержки можно определить только во время ввода в эксплуатацию. Практическое значение - 0,5 с.

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:17251:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

6.58.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:17251:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17251:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17251:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.30 мА до 1600.00 мА	5.00 мА
_:17251:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.80 до 0.95	0.90
_:17251:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	3.00 с
_:17251:7	Ступень 1:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:17251:8	Ступень 1:Метод измерения		• осн. гармоника • 3-я гармоника • 1-я и 3-я гармоника	осн. гармоника

6.58.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:17251:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17251:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:17251:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:17251:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:17251:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:17251:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17251:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.59 Защита от непреднамеренного возбуждения

6.59.1 Обзор функций

Функция **Защита генератора от ошибочного включения в сеть** используется для ограничения повреждения при случайном включении выключателя генератора. Следующие 2 условия могут привести к повреждению:

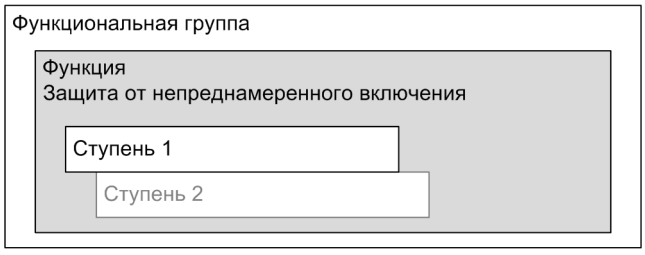
- Неожиданное включение генератора, работающего в режиме вращения, т.е. генератор не находится в состоянии покоя, а редуктор работает на низкой скорости
- Случайное включение генератора, работающего с номинальной скоростью, но еще не синхронизированного. Напряжение генератора ниже порогового значения снижения напряжения.

Подключение к генератору, находящемуся в режиме вращения, соответствует соединению с низкоомным резистором. Из-за номинального напряжения, подаваемого системой питания, генератор запускается с повышенным скольжением в качестве асинхронной машины. В этом случае внутри ротора возникают недопустимые высокие токи, что может в конечном итоге разрушить его.

6.59.2 Структура функции

Функция **Защита от непреднамеренного включения** функциональных группах защиты **Статор генератора**, **Сторона генератора** и **Напряжение/ток 3ф**.

По умолчанию функция имеет одну ступень. В данной функции одновременно могут работать максимум 2 отключающие ступени.



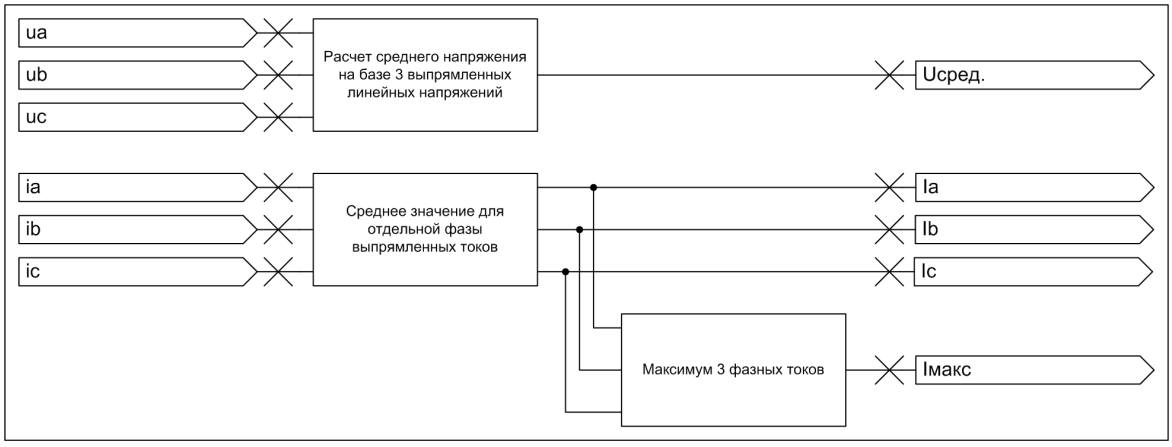
[dw_Structure IE_20150625, 1, ru_RU]

Рисунок 6-445 Структура/реализация функции

6.59.3 Общая функциональность

6.59.3.1 Описание

Логика



[lo_GeneralFunctionality_IE 20150625, 1, ru_RU]

Рисунок 6-446 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Общие функции вычисляют измеренные значения усредненного линейного напряжения и фазных токов с помощью фильтра средних значений. Фильтр обрабатывает поток данных с фиксированной частотой дискретизации. Вычисленные измеренные значения передаются во все подчиненные ступени.

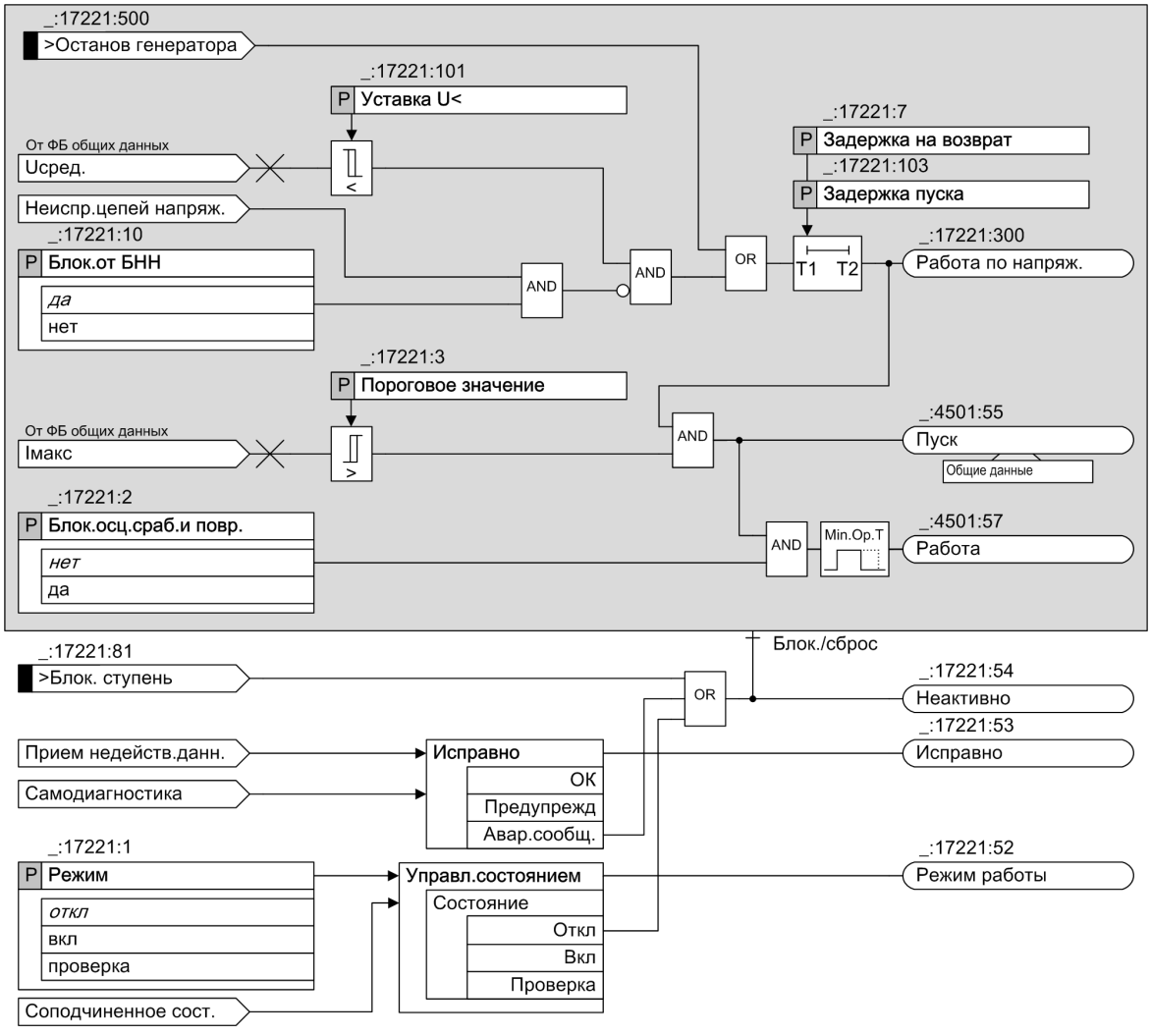
6.59.3.2 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:301	Общие данные:Uсред.	MV	O
_:2311:302	Общие данные:Ia	MV	O
_:2311:303	Общие данные:Ib	MV	O
_:2311:304	Общие данные:Ic	MV	O

6.59.4 Описание ступени

6.59.4.1 Описание

Логическая схема ступени



[lo_Stage_IE_20150619, 1, ru_RU]

Рисунок 6-447 Логическая схема ступени защиты от непреднамеренного включения

Метод измерения

Ступень использует измеренные значения, которые рассчитываются в **Общих функциях**. Дополнительные сведения см. в разделе *6.59.3.1 Описание*.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

Активация функции защиты от непреднамеренного включения

Функция **Защита от непреднамеренного включения** активируется в следующих двух случаях:

- Генератор работает в режиме поворота. Входной сигнал **>Останов генератора** согласуется с состоянием генератора.
- Генератор работает с номинальной скоростью, но пока не синхронизирован. Напряжение генератора ниже порогового значения снижения напряжения.

Задержка пуска

Если напряжение ниже значения параметра **Уставка U<**, то параметр **Задержка пуска** задерживает разрешение для текущей ступени. Затем выдается сигнал **Работа по напряж**.

Задержка срабатывания позволяет избежать перегрузки во время короткого замыкания в блоке генератор-трансформатор или рядом с ним. Короткое замыкание также приводит к снижению напряжения. Для получения более подробной информации обратитесь к *Параметр: **Задержка пуска**, Страница 1252*.

Задержка на возврат

Выдержка времени на возврат представляет собой время, когда активируется функция **Защита от непреднамеренного включения**. В случае непреднамеренного включения выключателя напряжение генератора увеличивается. Логический сигнал переходит в состояние ***Низкий*** на выходе порогового значения, но выход таймера сохраняется на уровне ***Высокий*** в течение времени **Задержка на возврат**. Если непреднамеренное включение выключателя происходит в пределах выдержки времени на возврат и пороговое значение тока превышено, то происходит срабатывание и генерируется сигнал срабатывания. В этом случае возврат происходит по истечении заданной выдержки времени. Если выдержка времени срабатывания истекает раньше выдержки времени возврата, то происходит срабатывание ступени защиты.

Блокировка критерия напряжения при неисправности цепей напряжения

Поскольку напряжение является необходимым критерием для функции **Защита от непреднамеренного включения**, то необходимо контролировать трансформаторы напряжения с помощью функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения**. В случае блокировки критерий напряжения **Защита от непреднамеренного включения** деактивируется. Для функции доступны следующие параметры блокировки:

- Изнутри при пуске функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** (см. главу *8.3.2.1 Обзор функций*).
- При поступлении от внешнего устройства входного дискретного сигнала *>Открыт* от функционального блока **Автомат ТН**, связанного со срабатыванием автоматического выключателя во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Параметр **Блок.от БНН** может быть задан так, чтобы обнаружения неисправности цепей напряжения блокировала или не блокировала критерий напряжения.

6.59.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:17221:3) Пороговое значение** = ***0,300 A***

Параметр **Пороговое значение** определяет пороговое значение срабатывания тока функции **Защита от непреднамеренного включения**.

Установите пороговое значение более чувствительным, чем пороговое значение функции **Максимальная токовая защита**. Например, для пуска газовой турбины используется статический преобразователь частоты, и вы устанавливаете пороговое значение, превышающее фактический ток. Ток составляет 20 % от номинального тока генератора.

Чтобы избежать перегрузки, Siemens рекомендует использовать коэффициент запаса 2. Вы устанавливаете параметр **Пороговое значение** равным произведению коэффициента запаса и ожидаемого тока (2 * 20 % = 40 % от номинального тока генератора). При установке вторичного значения учитывайте коэффициент трансформации ТТ.

Параметр: Уставка U<

- Уставка по умолчанию **(_:17221:101) Уставка U<** = ***50,000 В***

Параметр **Уставка U<** позволяет определять заданные условия. Рекомендуемое значение уставки составляет от 50 % до 70 % от номинального линейного напряжения.

Параметр: Задержка пуска

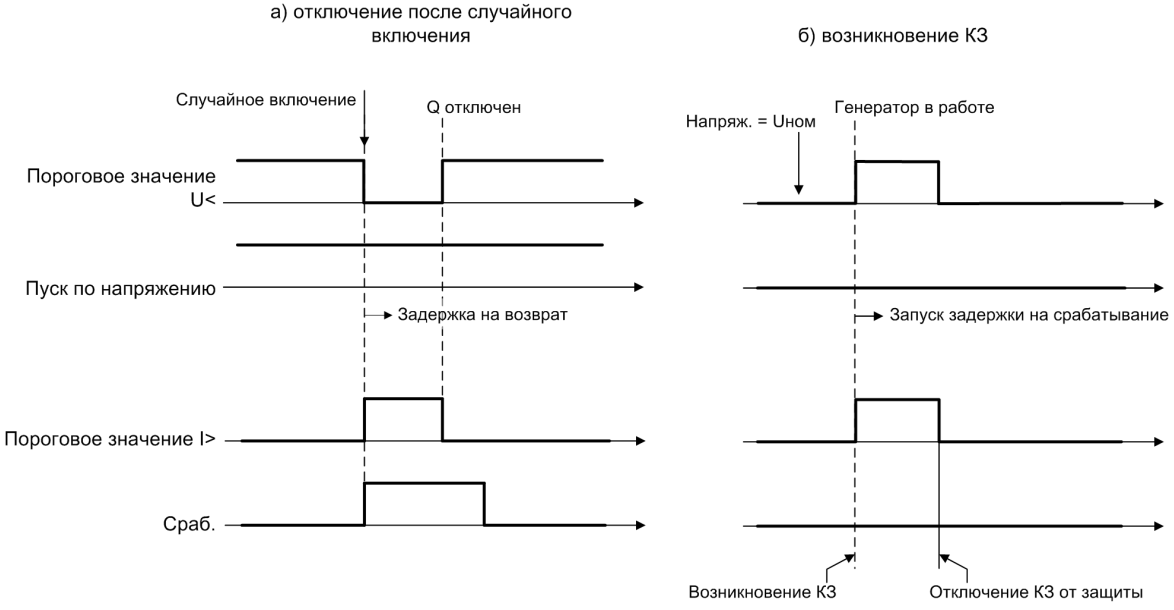
- Уставка по умолчанию **(_:17221:103) Задержка пуска** = ***5,00 с***

Параметр **Задержка пуска** обеспечивает задание времени задержки для разрешения условия срабатывания в случае снижения напряжения. Выберите значение параметра так, чтобы оно превышало значение параметра **Задержка срабатывания** функции **Максимальная токовая защита**.

Уставки по умолчанию в большинстве случаев бывает достаточно. Учитывайте внешние повреждения и проверяйте максимальное время устранения повреждения.

На рисунке ниже показана следующая информация.

- Ход событий во время отключения после случайного включения машины
- Ход событий во время просадки напряжения при коротком замыкании вблизи клемм генератора



[dw_Course of events, 1, ru_RU]

Рисунок 6-448 Ход событий для защиты от непреднамеренного включения

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:17221:7) Задержка на возврат** = ***1,00 с***

Параметр **Задержка на возврат**, позволяет настроить окно срабатывания функции **Защита от непреднамеренного включения**. Функция **Защита от непреднамеренного включения** активируется только во время данной задержки.

Для того, чтобы обеспечить работу последующих оперативных действий, функция **Защита от непреднамеренного включения** блокируется только после истечения времени возврата.

Siemens рекомендует использовать значение уставки, равное 1,00 с.

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:17221:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

Параметр: Блок.от БНН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:17221:10) Блок.от БНН** = ***да***

Параметр **Блок.от БНН** определяет поведение функции при обнаружении повреждения в цепях напряжения.

Неисправность измеряемого напряжения может быть обнаружена при выполнении одного из следующих условий:

- Внутренняя функция **Обнаружение неисправности цепей напряжения** для контроля устройства сконфигурирована и введена в работу.
- Входной дискретный сигнал **>Открыт** функционального блока **Автомат ТН** подключен к автоматическому выключателю цепей напряжения (см. раздел *8.3.3.1 Обзор функций*).

Значение параметра	Описание
да	Функции напряжения блокируются (= настройка по умолчанию). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.
нет	Функции напряжения не блокируются.

6.59.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:17221:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17221:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17221:10	Ступень 1:Блок.от БНН		• нет • да	да
_:17221:3	Ступень 1:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.300 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.300 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.300 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.500 A
_:17221:101	Ступень 1:Уставка U<		0.300 B до 175.000 B	50.000 B
_:17221:103	Ступень 1:Задержка пуска		0.00 c до 60.00 c	5.00 c
_:17221:7	Ступень 1:Задержка на возврат		0.00 c до 60.00 c	1.00 c

6.59.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:17221:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17221:500	Ступень 1:>Останов генератора	SPS	I
_:17221:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:17221:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:17221:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:17221:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:17221:300	Ступень 1:Работа по напряж.	SPS	O
_:17221:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.60 Защита от межвитковых замыканий

6.60.1 Обзор функций

Функция **Защита от межвиткового замыкания**:

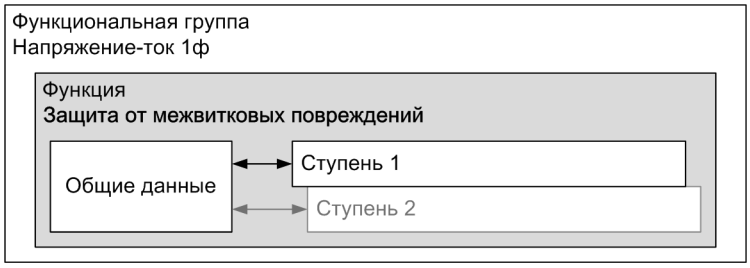
- Оценивает напряжение на обмотке трансформатора напряжения, соединенной в разомкнутый треугольник, измеряя нейтральную точку генератора
- Надежно обнаруживает межвитковое замыкание в обмотках статора генератора
- Поддерживает ввод в эксплуатацию с помощью функционального измеренного значения

6.60.2 Структура функции

Функция **Защита от межвиткового замыкания** используется в функциональной группе **Напряжение/ток 1ф** (UI1ф). Функция предварительно не сконфигурирована в функциональной группе и во время настройки она должна быть связана с соответствующим шаблоном применения.

Заводские настройки функции предусматривают 1 ступень.

В функции независимо могут работать 2 ступени.



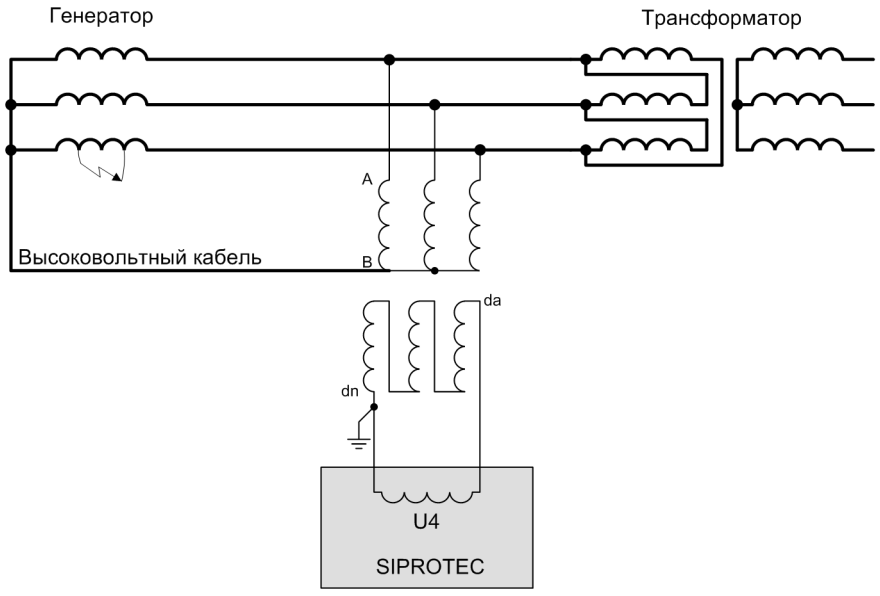
[dw_IFP structure, 2, ru_RU]

Рисунок 6-449 Структура/реализация функции

6.60.3 Описание

Основной принцип работы

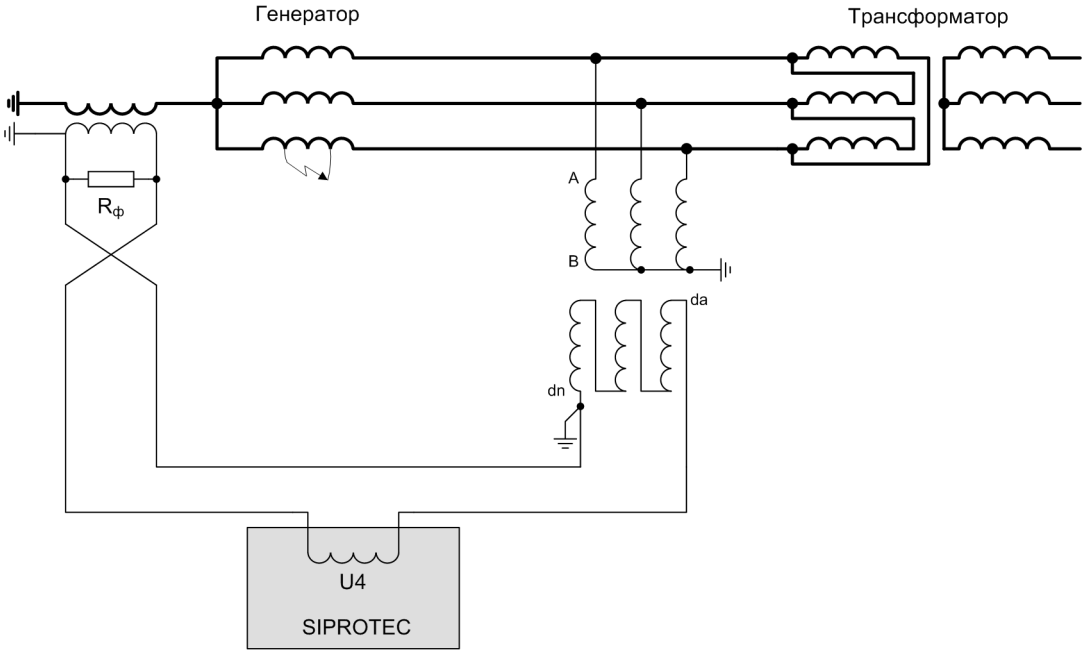
На следующей схеме показан основной принцип действия функции **Защита от межвиткового замыкания**. Напряжение смещения на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, обнаруживается с помощью трех двухполюсных изолированных трансформаторов напряжения. Чтобы обеспечить нечувствительность к замыканиям на землю, нейтральная точка изолированного трансформатора напряжения должна быть подключена через высоковольтный кабель к нейтральной точке генератора. Нейтральная точка трансформатора напряжения не должна быть заземлена; иначе нейтральная точка генератора тоже будет заземлена, а каждое замыкание на землю приведет к 1-фазному замыканию на землю. Межвитковое замыкание приводит к снижению напряжения на затронутой фазе. Такое снижение напряжения приводит к возникновению напряжения смещения, которое обнаруживается на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник. Чувствительность ограничивается в основном небалансом из-за неидентичности характеристик фазных обмоток и меньше защитным устройством.



[dw_IFP voltage injection to gen neutral point, basic, 2, ru_RU]

Рисунок 6-450 Основной принцип подключения трансформаторов напряжения в точку нейтрали генератора

Рисунок 6-451 показывает альтернативное соединение с ограниченной чувствительностью. Нагрузочное оборудование расположено в нейтральной точке генератора, а напряжение смещения измеряется с помощью трансформатора напряжения. Этот трансформатор напряжения используется одновременно для защиты от замыкания статора на землю. Трансформатор напряжения на стороне генератора заземлен, кроме того, он имеет обмотку, соединенную в разомкнутый треугольник. Как показано на следующем рисунке, при использовании этого подключения на измерительном входе защиты от межвиткового замыкания при замыкании на землю отсутствует напряжение смещения. В случае межвиткового замыкания напряжение смещения возникает только на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, на стороне генератора. В такой схеме вторичные напряжения трансформатора напряжения должны быть одинаковыми.



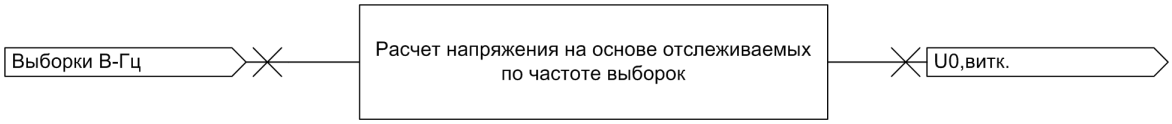
[dw_IFP alternative connection, 2, ru_RU]

Рисунок 6-451 Альтернативное подключение защиты от межвиткового замыкания

Метод измерения

Вход измерения 1-фазного напряжения подключен, как показано в *Рисунок 6-450*. Основная гармоника напряжения определяется с помощью КИХ-фильтра (фильтр конечной импульсной характеристики) на основе отслеживаемых по частоте выборок напряжения смещения. С помощью настройки окна пропускания фильтра, подавляются высокие частоты и устраняется разрушающее влияние третьей гармоники.

На следующем рисунке показан расчет измеренных значений.



[lo_IFP general functionality, 2, ru_RU]

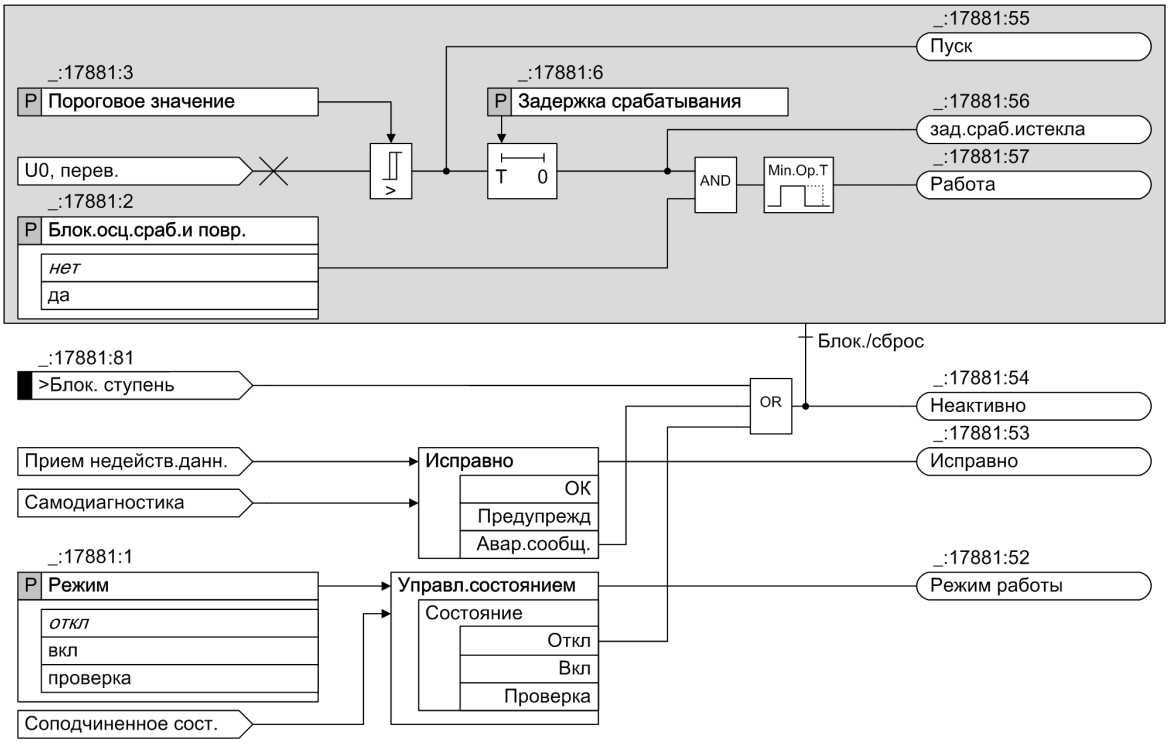
Рисунок 6-452 Логическая схема общих функций

Функциональное измеряемое значение

Измеренное значение	Описание
U0, м/в	Напряжение смещения при наличии межвиткового замыкания

6.60.4 Ступень защиты от межвиткового замыкания

Логика ступени



[lo_IFP stage, 1, ru_RU]

Рисунок 6-453 Логическая схема ступени

Описание ступени

Ступень контролирует напряжение смещение нейтрали **U0, м/в**. Если напряжение смещения превышает уставку параметра **(_:17881:3) Пороговое значение**, ступень срабатывает и включается задержка времени.

Блокировка ступени

В случае блокировки сработавшая ступень сбрасывается. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Внутри или снаружи через дискретный входной сигнал ступени (**(_:17881:81) >Блок. ступень**)
- Автоматически, при отклонении от допустимого диапазона частот (от 10 Гц до 80 Гц)

6.60.5 Указания по применению и вводу уставок

Для реализации Siemens рекомендует использовать соединение в соответствии с *Рисунок 6-450*, поскольку это соединение позволяет достичь более высокой чувствительности.

Для трансформатора напряжения в данных энергосистемы, для точки измерения U-1ф, установите для параметра **Ном. перв. напряжение** значение $U_{ном,перв}/\sqrt{3}$.

Пример

Номинальное напряжение трансформатора напряжения: $U_{ном,перв}$ = 11 кВ

Уставка параметра **Ном. перв. напряжение** = ***6,35 кВ***

В функциональной группе **Напряжение-ток 1ф** (UI 1ф), где работает функция **Защита от межвиткового замыкания**, установите параметр **Номин.напряж.** равным $U_{ном,ген}/\sqrt{3}$.

Номинальное напряжение генератора: $U_{ном,ген}$ = 11 кВ

Уставка параметра **Номин.напряж.** = ***6,35 кВ***

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:17881:3) Пороговое значение** = ***2,000 В***

Параметр **Пороговое значение** устанавливает пороговое значение напряжения, при котором функция обнаруживает межвитковое замыкание. Значение по умолчанию, равное 2 % напряжения фаза-элемент генератора ($U_{ном, ген}/\sqrt{3}$), подходит для большинства вариантов применения. Определите Пороговое значение при вводе в эксплуатацию (см. примечания в главе *10.24 Функциональная проверка защиты от межвиткового замыкания*).

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **(_:17881:4) Коэффициент возврата** = ***0,80***

Из-за чувствительных измерений Siemens рекомендует снизить порог возврата, по сравнению с другими функциями защиты. Уставка по умолчанию для Коэффициент возврата в большинстве случаев является достаточной.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:17881:6) Задержка срабатывания** = ***0,50 с***

Параметр **Задержка срабатывания** устанавливает задержку срабатывания ступени. Кроме того, использование задержки срабатывания позволяет минимизировать риск перегрузки. Если задержка срабатывания слишком велика, это может привести к повреждению затронутой обмотки статора или сердечника статора. По этой причине Siemens рекомендует использовать значение по умолчанию, равное 0,50 с.

6.60.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:17881:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:17881:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:17881:3	Ступень 1:Пороговое значение		0.300 В до 130.000 В	2.000 В
_:17881:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.50 до 0.95	0.80
_:17881:6	Ступень 1:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	0.50 с

6.60.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:300	Общие данные:U0, м/в	MV	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:17881:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:17881:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:17881:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:17881:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:17881:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:17881:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:17881:57	Ступень 1:Работа	ACT	O

6.61 УРОВ

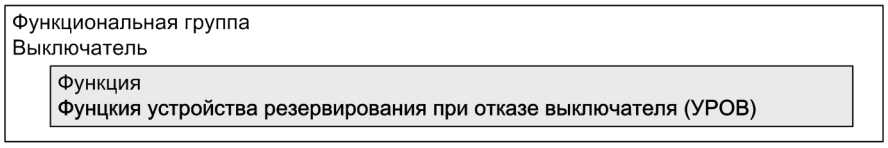
6.61.1 Обзор функций

Функция **УРОВ** (ANSI 50BF) контролирует отключение соответствующего выключателя и формирует команду резервного отключения при его отказе.

Начиная с версии V7.50, предыдущая функция **Замыкание СВ** была заменена новой функцией УРОВ с адаптивным алгоритмом **Адаптивная защита от отказа выключателя**. Таким образом, вы получаете более быстрое и надежное обнаружение отключения выключателя в случае сложных зависимостей сигналов. С точки зрения параметров настройки, логики и указаний 2 функции являются идентичными, за исключением немного увеличенной нагрузки процессора. Siemens рекомендует использовать адаптивную защиту от отказов выключателя и избегать смешивания типов защиты в одном устройстве. Дополнительную информацию о загрузке процессора в DIGSI для каждого устройства можно найти в разделе **Информация об устройстве** на вкладке **Потребляемые ресурсы**.

6.61.2 Структура функции

Функция **Устройство резервирования при отказе выключателя** (УРОВ) может быть использована в функциональной группе **Выключатель**.



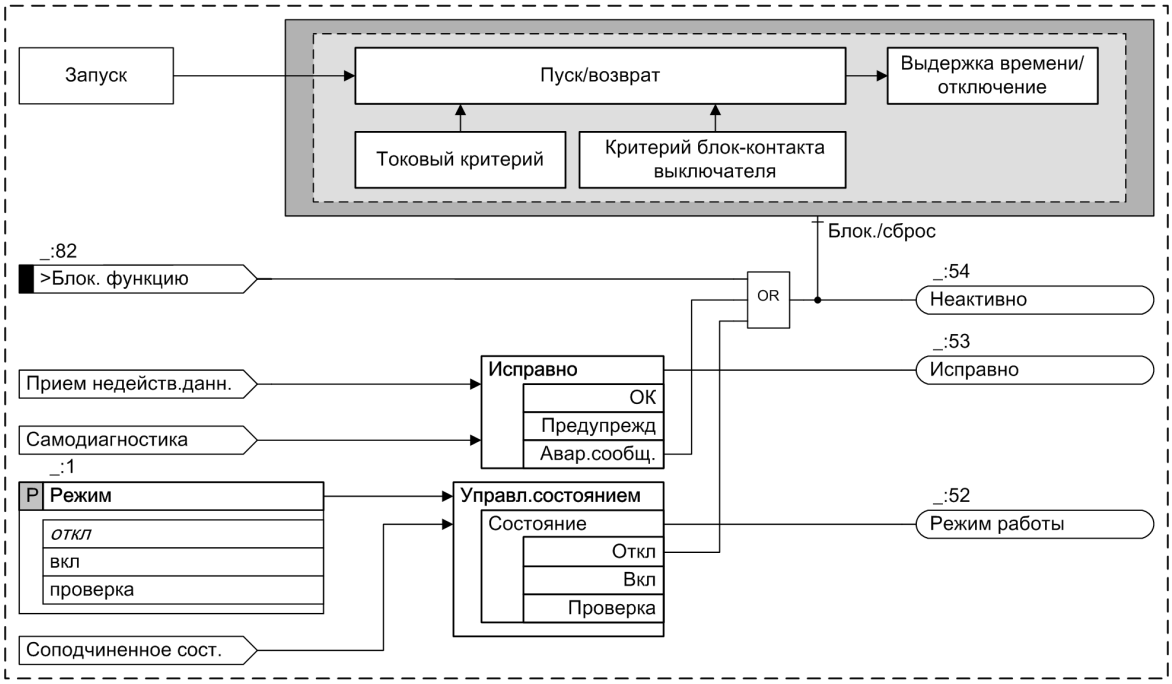
[dwstrbfp-260213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-454 Структура/реализация функции

Рисунок 6-455 иллюстрирует функциональные возможности и способы управления функцией.

Пуск инициируется встроенной функцией защиты устройства или посредством внешней защиты. Помимо пуска для проверки включенного состояния выключателя используется токовый критерий или критерий блок-контакта выключателя. Если выключатель включен, производится пуск функции и начинается отсчет выдержки времени. Во время набора выдержки времени система непрерывно проверяет, не отключился ли выключатель. Если такое событие имеет место, то происходит возврат функции. Если выключатель не отключен, функция срабатывает по истечении выдержки времени.

Далее подробнее описываются функциональные возможности отдельных функциональных блоков.



[losvsbfp-090712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-455 Обзор функциональной логики

6.61.3 Описание функции

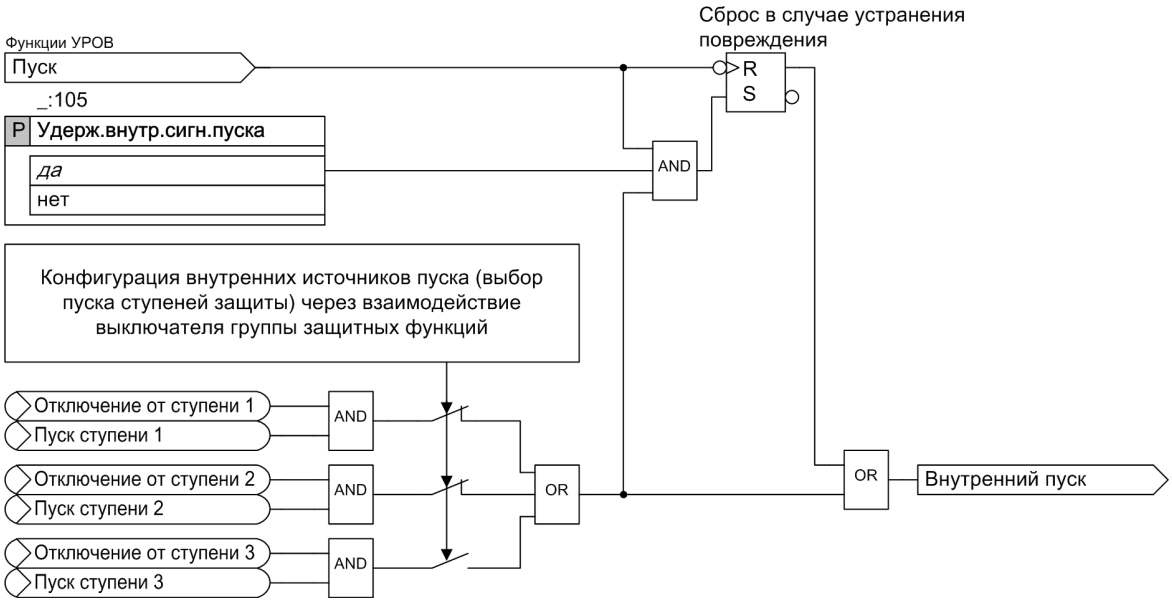
Пуск функции УРОВ выполняется по факту наличия соответствующих сигналов от внутренних защит и/или по сигналу от внешнего устройства (через дискретный вход или интерфейс, например, GOOSE). На *Рисунок 6-456* и *Рисунок 6-457*, показан принцип работы.

Внутренний пуск

По умолчанию каждая ступень внутренних защит, действующая на отключение выключателя, запускает функцию УРОВ. Пуск функции УРОВ происходит при срабатывании ступени защиты. В соответствии с заводскими настройкам пусковой сигнал **Внутренний пуск** (см. *Рисунок 6-456*) продлевается, когда сигнал на отключение исчезает или при срабатывании функции защиты. В этом случае возврат функции УРОВ происходит только при фиксации отключения выключателя. Положение выключателя определятся при помощи критерия наличия тока или по положению его блок-контактов. При необходимости возврат функции УРОВ может осуществляться при отсутствии сигнала отключения или при срабатывании функции защиты (сигнал пуска от внутренних защит отсутствует).

Используя ранжирование, можно указать, будут ли использоваться отдельные ступени или функции защиты в качестве источника запуска, или запуск происходит только извне.

Внутренние пусковые факторы направляются в группы функций защиты через вход **Взаимодействие выключателя** (см. *2.1 Реализация функций в устройствах Рисунок 2-6*).

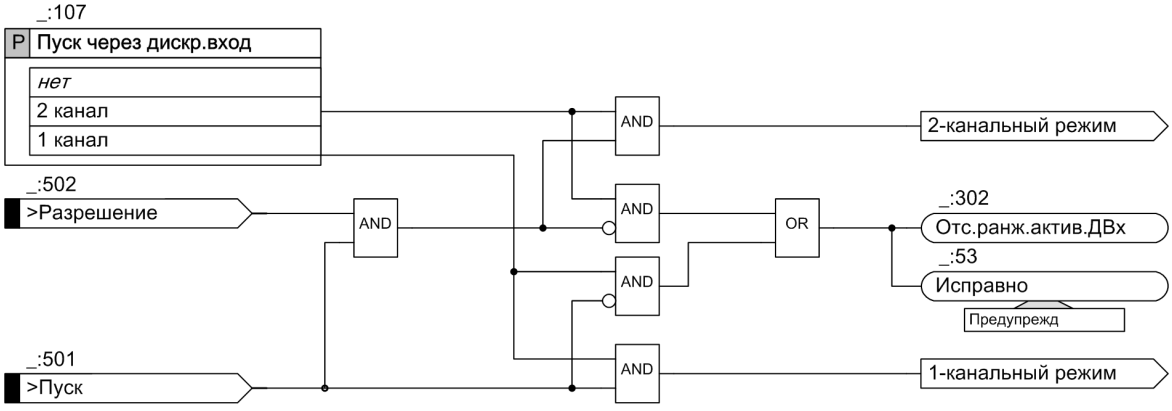


[loanwint-160611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-456 Внутренний запуск функции УРОВ

Внешний пуск

Параметр **Пуск через дискр.вход** определяет, по какому принципу (одноканальному или двухканальному) осуществляется внешний пуск функции. Требуемое ранжирование входных сигналов сравнивается с заданными настройками. Если не удается произвести сравнение, то выдается сообщение об ошибке. Значение сигнала изменяется на *Предупреждение*.



[loanwext-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-457 Конфигурация внешнего запуска функции УРОВ

В случае одноканального режима пуск инициируется только при наличии входного дискретного сигнала **>Пуск**.

Для пуска по двухканальному принципу так же должен быть активирован дискретный входной сигнал **>Разрешение**. По умолчанию пусковой сигнал **Внешний пуск** мгновенно исчезает при отсутствии входных сигналов (см. *Рисунок 6-458*). При необходимости пусковой сигнал может быть продлен. В этом случае пусковой сигнал остается активным при отсутствии дискретного входного сигнала.

В функции ведется непрерывный контроль входных сигналов для того чтобы избежать ошибочного срабатывания.

Если любой из сигналов **>Пуск** или **>Разрешение** остается активным дольше, чем установленное время контроля соответствующего сигнала без запуска функции, предполагается ошибка в цепи дискретного входного сигнала. Соответствующий сигнал блокируется, чтобы исключить внешний

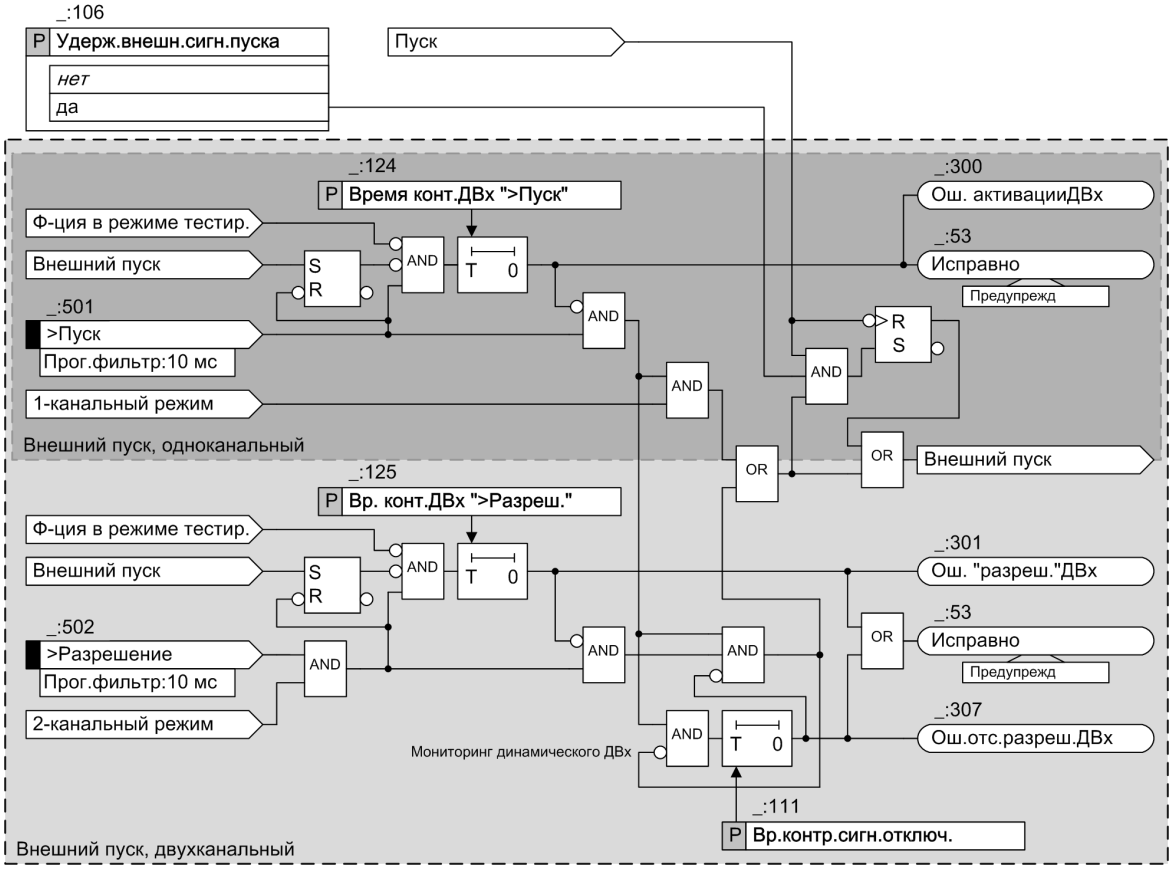
запуск функции. При этом вырабатывается предупреждение и значение сигнала исправности изменяется на *Предупреждение*. Блокировка снимается по факту отсутствия сигнала на дискретном входе.

Контроль не осуществляется в следующих случаях:

- При срабатывании УРОВ (только в случае пуска от внешних устройств). Это необходимо для несрабатывания функции контроля в случае, если внешнее устройство защиты, пускающее функцию УРОВ, использует блокировку. Контроль возобновляется при исчезновении пускового сигнала.
- В случае, если функция (или устройство) находится в **тестовом режиме**. Это позволяет проводить тестирование функции без использования блокировки от внутренней функции контроля.

Если сигнал **>Пуск** остается активным, но разрешающий сигнал не появился по истечении установленного времени контроля, то срабатывание блокируется и выдается соответствующее сообщение. Значение сигнала изменяется на Предупреждение. Блокировка снимается по факту отсутствия пускового сигнала.

Дискретные входные сигналы участвуют в логической схеме функции, только если их длительность превышает 10 мс (программный фильтр, см. *Рисунок 6-458*).



[logikext-070611-02.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-458 Внешний запуск функции УРОВ, логика

Критерий протекания тока

Критерий протекания тока является основным при определении положения выключателя. Фаза выключателя будет считаться включенной, и критерий по наличию тока выполнится в случае, если один из фазных токов превысит значение заданной уставки и в то же время значение дополнительного тока также превысит соответствующую уставку. В качестве дополнительного тока можно использовать ток другой фазы (для его сравнения с уставкой) или токи нулевой, или обратной последовательности (для их сравнения с уставкой по току при КЗ на землю). Учет наличия дополнительного тока повышает надежность срабатывания функции.

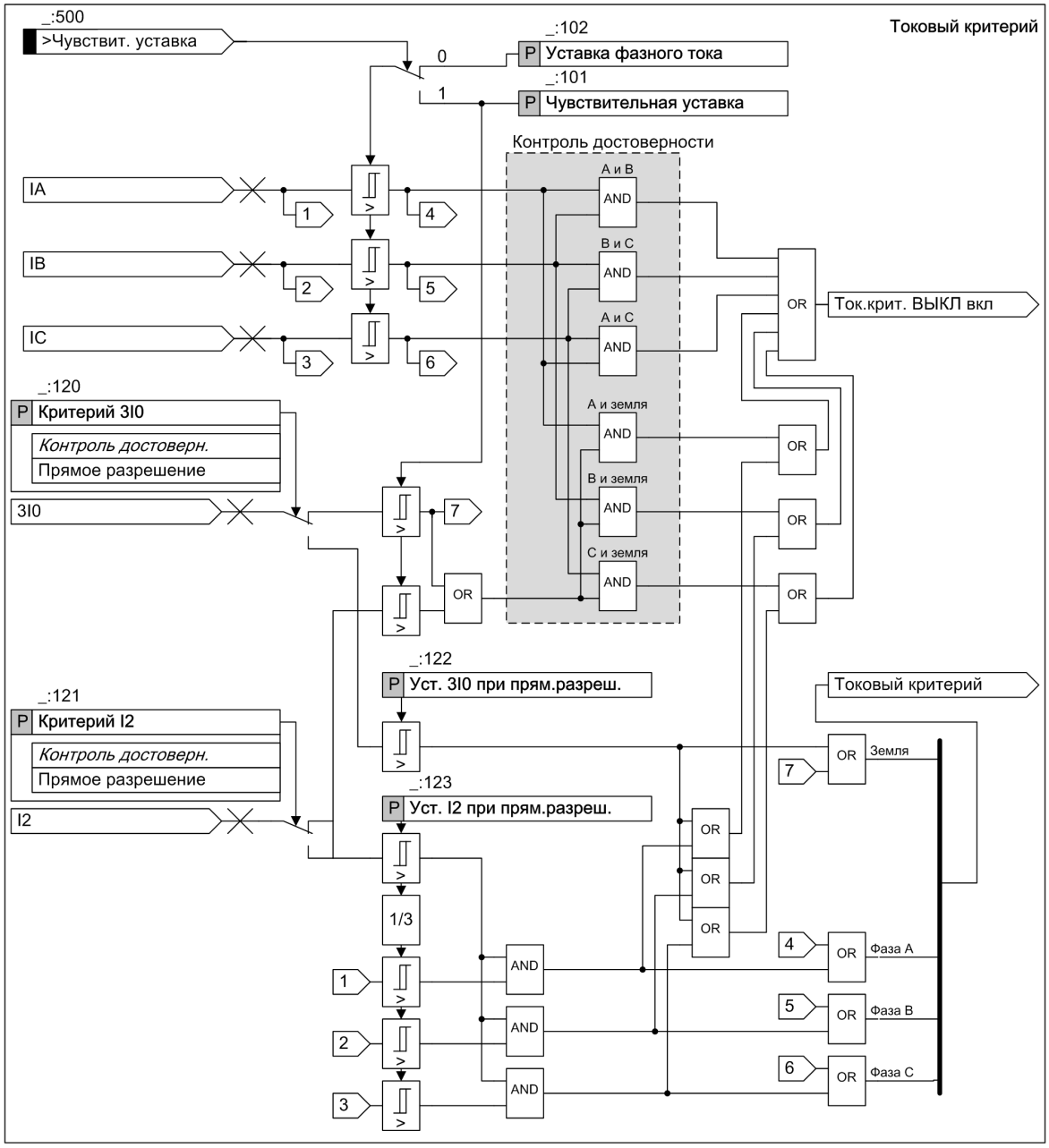
При КЗ на землю уставка по данному току может быть применена также и к фазным токам. Критерий протекания тока выполняется, если протекающие токи превышают значение уставки для токов КЗ на землю. В этом случае уставка по фазному току не используется. Дискретный сигнал **>Чувствит. уставка** используется для переключения уставки.

Если установить значение параметра **Критерий 3I0** равным ***Контроль достоверн.***, это предотвращает проверку достоверности для тока нулевой последовательности. Таким образом, срабатывание может быть достигнуто только с помощью этого тока. С помощью параметра **Уст. 3I0 при прям.разреш.** устанавливается пороговое значение, которое должно быть превышено.

Если установить значение параметра **Критерий I2** равным ***Контроль достоверн.***, это также отключает проверку достоверности для тока обратной последовательности. С помощью параметра **Уст. I2 при прям.разреш.** устанавливается пороговое значение, которое должно быть превышено.

Если установить параметр **Критерий I2** равным ***Контроль достоверн.***, достоверность проверяется с помощью фазных токов при 1/3 * **Уст. I2 при прям.разреш.**.

Алгоритм измерения позволяет осуществлять быстрый возврат токовых измерительных органов в случае, если измеряемые значения станут меньше значения уставки.



[lostrom1-030211-01.tif, 4, ru_RU]

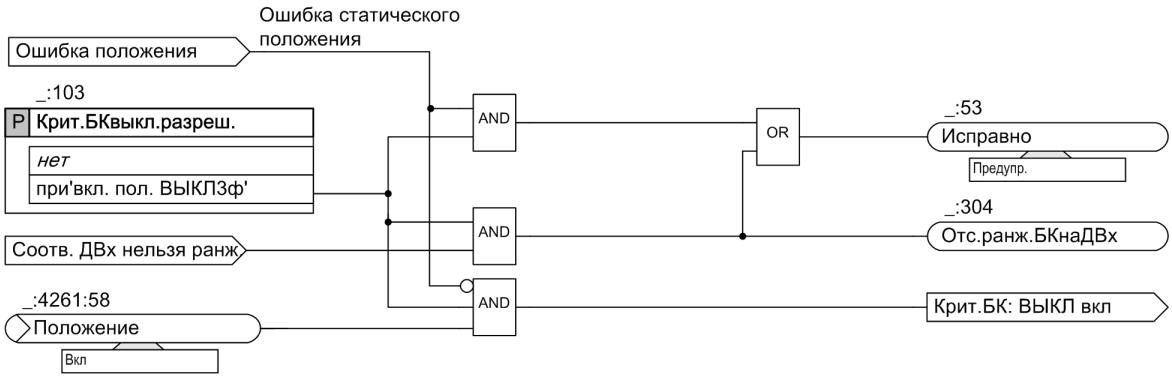
Рисунок 6-459 Критерий протекания тока

Критерий по положению блок-контактов выключателя

Настройки функции позволяют использовать блок-контакты выключателя для определения его положения.

Двухпозиционный сигнал **Положение 3ф** (функционального блока **Выключатель**) используется для определения включенного положения 3 фаз выключателя. Если двухпозиционный сигнал не поступает, то вырабатывается сообщение об ошибке. Далее значение сигнала изменяется на *Предупреждение*.

Выявленная ошибка статического положения (выключатель не в промежуточном состоянии) отменяет использование критерия по положению блок-контактов выключателя (внутренний сигнал **БК крит.: В вкл.** не активен).



[lokriter-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-460 Критерий по положению блок-контактов выключателя

Пуск/возврат

После пуска функции осуществляется проверка включенного положения выключателя. Для этого используются критерии по наличию тока и по положению блок-контактов выключателя.

Даже при использовании критерия по положению блок-контактов выключателя, предпочтение отдается выполнению условия наличия тока, т. к. данный критерий является более надежным при определении положения выключателя. Это означает, что выключатель считается включенным, если это выявлено критерием по наличию тока, но в то же время критерий по положению блок-контактов выявил отключенное положение выключателя или его фаз.

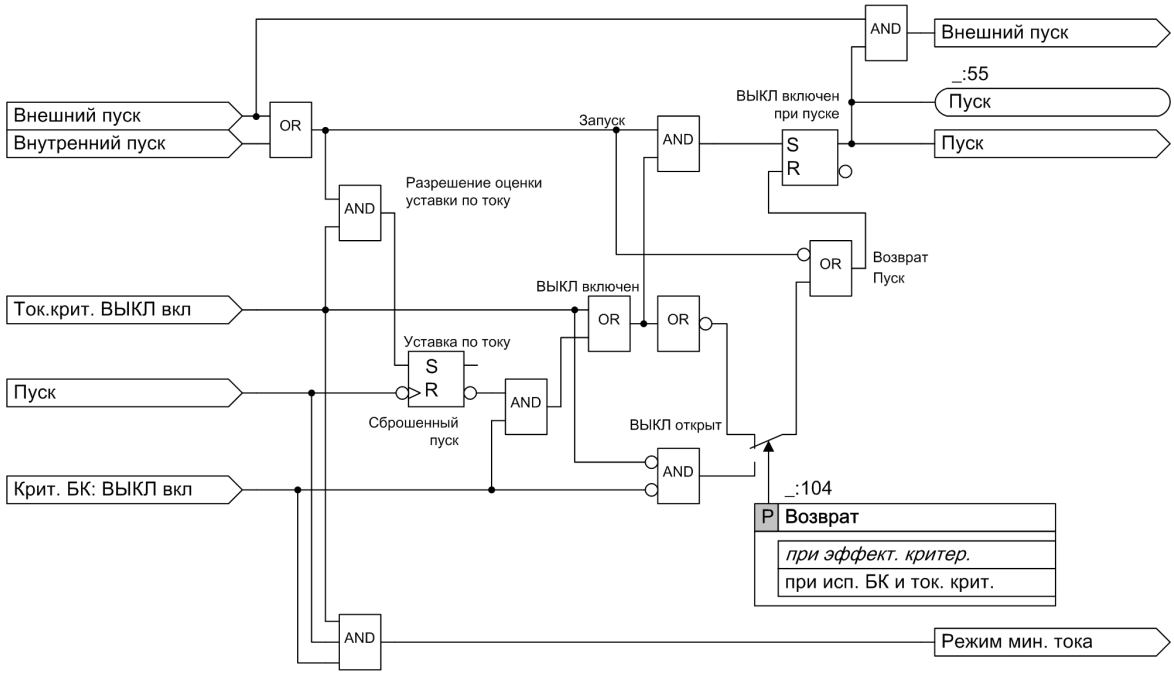
Если при пуске функции ток через выключатель не протекает, ее активация может быть инициирована только при выполнении критерия по положению блок-контактов выключателя. Для этого необходимо, чтобы критерий по положению блок контактов выключателя был введен. Если после пуска функции через выключатель начинает протекать ток, то критерием для функции становится условие по наличию тока.

Если функцией будет определено включенное положение выключателя и наличие условия пуска, то произойдет ее срабатывание.

Срабатывание функции запускает выдержку времени (см. Выдержка/срабатывание). Во время отсчета выдержки времени функция непрерывно проверяет положение выключателя. По умолчанию отключенное положение выключателя определятся по действительному в данный момент критерию, обычно им является критерий протекания тока. Если по истечению выдержки времени значение протекающего тока не превысило заданной уставки, то критерием срабатывания функции становится положение блок-контактов выключателя.

В функции имеется настройка, в соответствии с которой возврат может быть осуществлен только в случае, если оба критерия определили отключенное положение выключателя (возврат по критериям протекания тока и положению блок-контактов выключателя).

По умолчанию предусмотрено продление внутреннего пускового сигнала (см. *Рисунок 6-456* и *Рисунок 6-458*). Это означает, что возврат инициируется исключительно критерием положения блок-контактов выключателя. Если возврат также должен осуществляться при исчезновении пускового сигнала (например, при исчезновении сигнала срабатывания или при срабатывании функции защиты), то продление пускового сигнала должно быть выведено.



[loanreg1-030211-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-461 Срабатывание/возврат функции УРОВ

Выдержка/Срабатывание

При действии УРОВ "на себя" выполняется повторная подача сигнала на отключение соответствующего выключателя (первая ступень УРОВ). Сигнал отключения подается заново по истечении заданной выдержки времени T1. Если местный выключатель еще не отключился, например, в случае внешнего запуска УРОВ, то логика отключения самого выключателя активируется в тот момент, когда истекает время T1.

Отсчет выдержки времени T2 (резервное отключение) может быть начат одновременно с выдержкой времени T1 или после ее истечения.

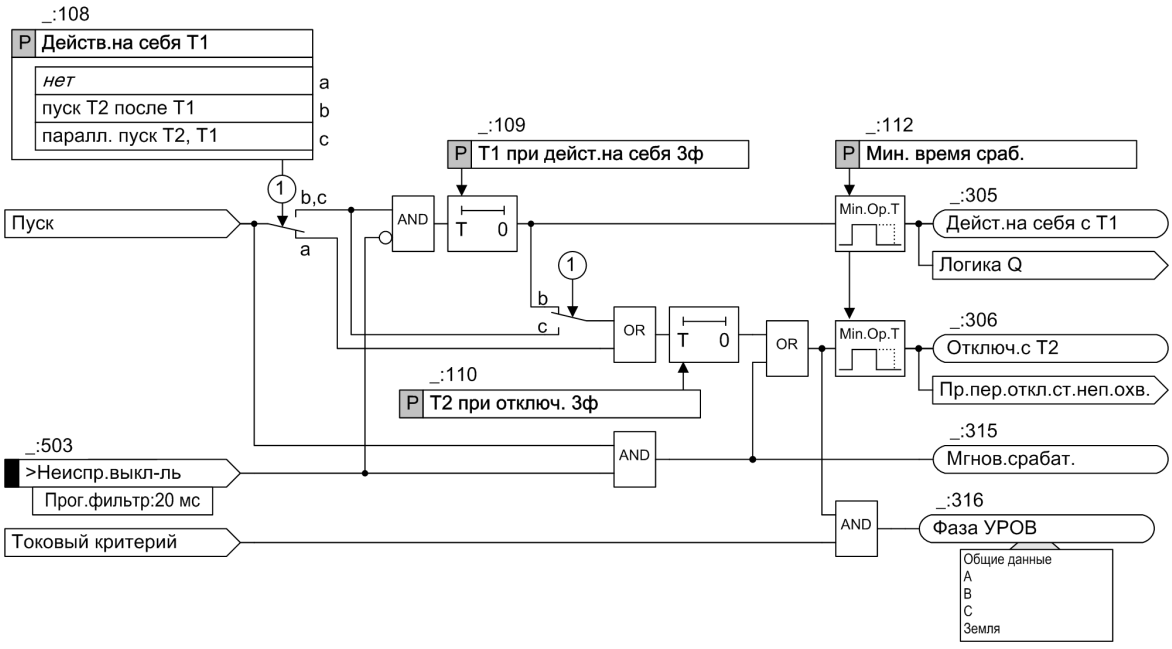
Если за время T2 возврат функции не произошел, то выключатель считается неисправным, и формируется резервный сигнал отключения **Отключение T2**. Если в устройстве есть интерфейс передачи данных защиты, при необходимости на противоположный конец линии можно передать разрешающий сигнал телеотключения.

Дополнительная информация представлена в главе *3.5.3 Защитный интерфейс и топология защиты*.

Если поступает входной сигнал **>Неиспр.выкл-ль**, то любые повторные сигналы отключения блокируются, и мгновенно вырабатывается сигнал отключения T2 (без выдержки времени). Дискретный вход, на который поступает сигнал **>Неиспр.выкл-ль**, становится активным, если длительность данного входного сигнала превышает 20 мс.

Используя сообщение *Фаза УРОВ*, можно определить фазные токи, которые превышают пороговое значение в момент отключения T2.

Параметр **Мин. время сраб.** определяет минимальное время срабатывания функции. В отличии от других функций защиты, этот параметр устанавливается независимо от параметров, заданных в Уставках устройства. Поэтому значение данного параметра отличается от одноименного общего параметра, заданного в **Уставках устройства**.

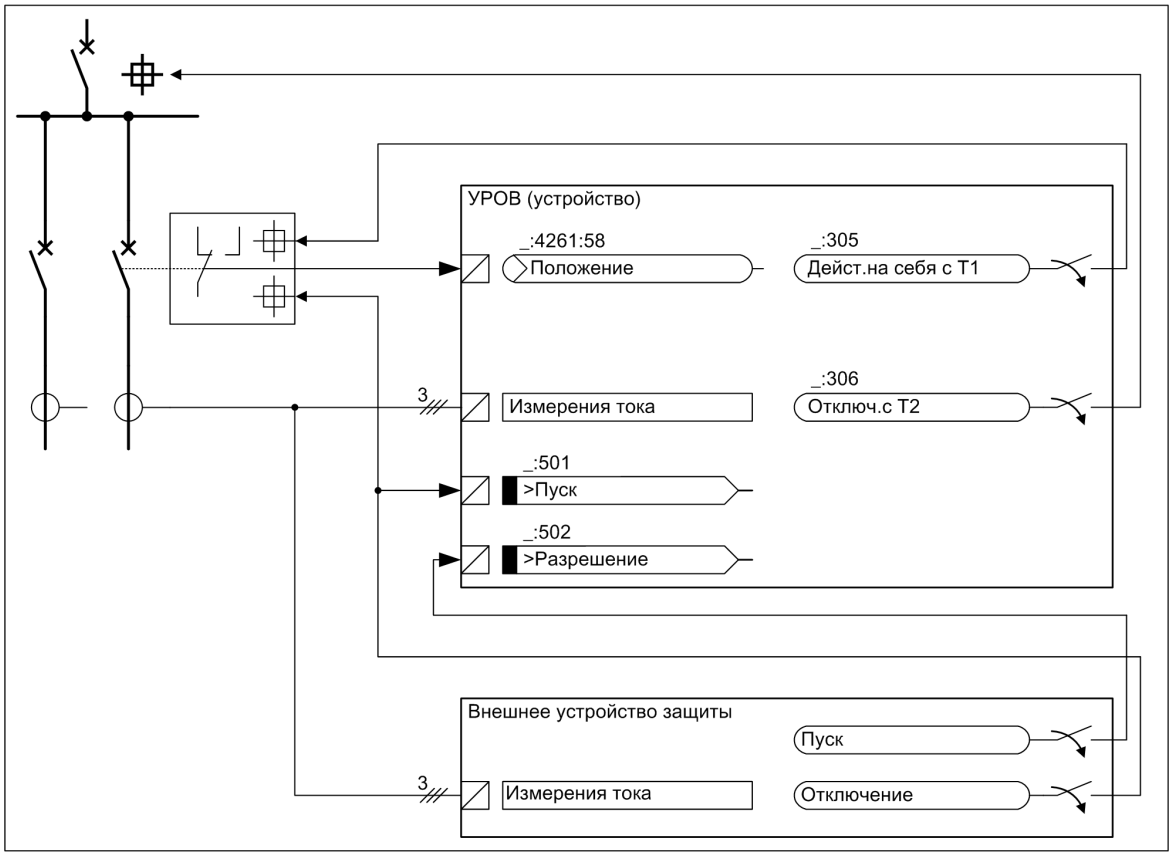


[lo-bbp-verza-3ph.vsd, 5, ru_RU]

Рисунок 6-462 Выдержка/срабатывание функции УРОВ

6.61.4 Указания по применению и вводу уставок

На *Рисунок 6-463* представлены функции, относящиеся к внешнему пуску УРОВ. При внутреннем пуске УРОВ внешние устройства защиты и функции не используются.



[loextpol-021112-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-463 Внешний пуск УРОВ, действие на себя и трехфазное отключение (T2)

Ранжирование: Конфигурирование внутренних пусковых условий (внутренние функции защиты)

Конфигурирование пуска УРОВ от внутренних функций осуществляется с помощью интерфейса **Взаимодействие выключателя** в каждой функциональной группе (см. *2.1 Реализация функций в устройствах, Рисунок 2-2*).

Пуск может быть осуществлен от любой внутренней защитной функции, связанной с управлением выключателем. При необходимости пуск УРОВ от определенных внутренних функций защиты можно запретить. Например, отключение секции шин вследствие отказа выключателя может быть нежелательным при отключении нагрузки или замыканиях на землю в изолированной/резонансно-заземленной сети.

Если требуется только внешний пуск, то внутренние функции защиты должны быть сконфигурированы таким образом, чтобы пуск УРОВ от внутренних функций не осуществлялся.

Параметр: Пуск через дискретный вход

- Уставка по умолчанию **(_:107) Пуск через дискр.вход** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Если пуск от внешних устройств не требуется, то параметр необходимо установить на значение ***нет***.
2 канал	Двухканальный пуск используется при существовании вероятности ложного срабатывания функции УРОВ при ошибочной активации соответствующего дискретного входа. Это может произойти в следующих ситуациях: a) Значение уставки срабатывания УРОВ меньше протекающего тока нагрузки. b) В некоторых режимах работы значение протекающего тока оказывается выше уставки срабатывания УРОВ. Во избежание ложных срабатываний, Siemens рекомендует использовать двухканальный пуск.
1 канал	Одноканальный пуск должен использоваться, только если для пуска УРОВ используется одна цепь управления дискретного входа.

Входные сигналы: >Пуск, >Разрешение

Время фильтрации сигнала пуска и сигнала разрешения по умолчанию составляет ***10 мс***. Если существует вероятность ложного срабатывания дискретного входа при появлении помех в цепях управления, то время фильтрации может быть увеличено. При этом пуск функции УРОВ будет задержан на заданное время.

Входные сигналы	Описание
>Пуск	Входной пусковой сигнал связан со срабатыванием внешнего устройства защиты (см. *Рисунок 6-463*).
>Разрешение	Разрешающий входной сигнал обычно связан со срабатыванием внешнего устройства защиты (см. *Рисунок 6-463*). При отсутствии разрешающей цепи сигнл пуска УРОВ следует завести на оба дискретных входа (пуск и разрешение).

Параметр: Время контроля разрешающего сигнала

- Уставка по умолчанию **(_:111) Вр.контр.сигн.отключ.** = ***0,06 с***

Значение зависит от внешней функции, формирующей сигнал разрешения. Если сигнал срабатывания или отключения от внешнего устройства защиты используется в качестве разрешающего сигнала, то стандартные настройки могут быть сохранены. Если сигнал разрешения формируется до появления пускового сигнала, то время может быть установлено равным 0.

Параметр: Удержание внутреннего сигнала

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Удерж.внутр.сигн.пуска** = ***да***

Значение параметра	Описание
да	По умолчанию предусмотрено продление внутреннего пускового сигнала. Возврат функции УРОВ происходит только при отключенном положении выключателя. Данная уставка выбирается, если нет гарантии того, что при исчезновении сигнала срабатывания от функции защиты, произойдет отключение всех 3 фаз выключателя. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
нет	Продление пускового сигнала может быть отменено, если по условию работы выключателя он надежно отключается при исчезновении пускового сигнала или если требуется возврат функции УРОВ при исчезновении данного сигнала.

ПРИМЕР

Продление внутреннего сигнала пуска (значение параметра: да)

В случае двухфазного КЗ происходит размыкание только одного блок-контакта выключателя. Ток КЗ исчезает, и токовые органы защиты возвращаются.

Параметр: Продление внешн. сигнала пуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Удерж.внешн.сигн.пуска** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Функция УРОВ возвращается при исчезновении внешнего пускового сигнала. При достаточном значении протекающего тока данная настройка позволяет избежать срабатывания функции УРОВ при поступлении на дискретный вход сигнала помехи. Siemens рекомендует использовать этот метод в качестве стандартного.
да	Сигнал пуска может быть продлен при отсутствии достоверной информации об отключении выключателя после исчезновения внешнего сигнала

ПРИМЕР

Продление внешнего сигнала пуска (значение параметра: да)

При использовании специального устройства для передачи команд РЗА (УПАСК) пуск функции УРОВ может осуществляться по команде с противоположного конца линии. Данное устройство генерирует только импульсные сигналы.

ПРИМЕЧАНИЕ

Siemens предупреждает, что при фиксации сигнала пуска функция УРОВ формирует команду на отключение каждый раз при поступлении пускового импульса, если одновременно с этим протекает достаточный ток. Примите это к сведению, особенно в случае внешнего пуска функции.

Параметр: Уставка фазного тока/Чувствительная уставка

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Уставка фазного тока** = ***прибл. 0,50*** $I_{кз,мин}$
- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Чувствительная уставка** = ***прибл. 0,50*** $I_{кз,мин}$

Чтобы гарантировать отключение поврежденного участка и быстрый возврат функции, Siemens рекомендует задавать значения обеих уставок равными половине минимального тока КЗ ($I_{кз,мин}$).

В зависимости от способа заземления нейтрали и/или от параметров нагрузки, токи КЗ на землю могут иметь недостаточное значение, поэтому значение параметра **Чувствительная уставка** должно быть выбрано, исходя из правила (0,5 $I_{кз, мин}$). Значение этого параметра может быть значительно меньше номинального тока или тока нагрузки.

Входной сигнал: >Чувствит. уставка

Для надежного срабатывания функции при изменении конфигурации энергетической системы (например: выключатель на противоположном конце линии отключен или при включении на повреждение на землю) параметр **Чувствительная уставка** может быть динамически применен ко всем измеряемым токам, включая фазные токи, при существовании повреждения на землю. Для этого должен быть активирован дискретный сигнал **>Чувствит. уставка**. Это может быть выполнено с использованием внутренней функции обнаружения повреждения на землю (если в устройстве она предусмотрена), например с помощью **Защиты от повышения напряжения нулевой последователь-**

ности. В этом случае срабатывание функции U0> должно быть связано с дискретным сигналом Уставка тока НП. Кроме того, сигнал от внешнего устройства обнаружения КЗ на землю может быть заведен на дискретный вход устройства, в котором реализуется функция УРОВ.

Параметр: Критерий контроля блок-контактов выключателя разрешен для защиты

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Крит.БКвыкл.разреш.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Если при любых условиях через включенный выключатель гарантированно протекает достаточный ток, то компания Siemens рекомендует не использовать критерий контроля выключателей по положению блок-контактов, т. к. критерий протекания тока является более надежным.
при'вкл. пол. ВЫКЛЗф'	Блок-контакты допускается использовать в качестве дополнительного критерия (см. следующий пример) в случае, если критерий по наличию тока не является в данном случае надежным для определения положения выключателя.

Параметр: Критерий 3I0

- Рекомендуемое значение уставки (_:120) **Критерий 3I0** = ***Контроль достоверн.***

Значение параметра	Описание
Контроль достоверн.	Ток замыкания на землю служит только для проверки достоверности фазных токов. Пороговое значение для тока замыкания на землю использует значение, установленное в параметре **Чувствительная уставка**.
Контроль достоверн.	Токовый критерий может быть удовлетворен только током замыкания на землю без фазных токов, которые превышают их установленное пороговое значение. В этом случае пороговое значение для тока замыкания на землю использует значение, установленное в параметре **Уст. 3I0 при прям.разреш.**.

Если вы установили значение параметра **Уставка фазного тока**, больше максимального тока нагрузки, то ложное срабатывание из-за ложного пуска невозможно. Чтобы одновременно настроить функцию **УРОВ** для замыканий на землю меньшего масштаба, можно установить параметр **Критерий 3I0** равным ***Контроль достоверн.*** и выбрать параметр **Уст. 3I0 при прям.разреш.** так, чтобы он был соответственно меньше **Уставка фазного тока**.

Параметр: Критерий I2

- Рекомендуемое значение уставки (_:121) **Критерий I2** = ***Контроль достоверн.***

Значение параметра	Описание
Контроль достоверн.	Ток обратной последовательности служит только для проверки достоверности фазных токов. Пороговое значение для тока обратной последовательности использует значение, установленное в параметре **Чувствительная уставка**.
Контроль достоверн.	Если фазный ток превышает 1/3 от **Уст. I2 при прям.разреш.**, то токовый критерий может быть удовлетворен только током обратной последовательности без фазных токов, которые превышают их установленное пороговое значение. В этом случае пороговое значение для тока обратной последовательности использует значение, установленное в параметре **Уст. I2 при прям.разреш.**.

Если вы установили значение параметра **Уставка фазного тока**, которое больше максимального тока нагрузки, то ложное срабатывание из-за ложного пуска невозможно. Чтобы одновременно настроить функцию УРОВ для несимметричных повреждений меньшего масштаба, можно установить

параметр **Критерий I2** равным ***Контроль достоверн.*** и выбрать параметр **Уст. 3I0 при прям.разреш.** так, чтобы он был соответственно меньше **Уставка фазного тока**.

Параметр: Уст. 3I0 при прям.разреш.

Рекомендуемое значение уставки **(_:122) Уст. 3I0 при прям.разреш.** = ***прибл. 0,5 Iкз***$_{мин}$

Этот параметр эффективен только в том случае, если параметр **Критерий 3I0** установлен равным ***Контроль достоверн.***. Чтобы гарантировать отключение поврежденного участка и быстрый возврат функции, Siemens рекомендует задавать значения обеих уставок равными половине минимального тока КЗ ($I_{кз,мин}$).

Параметр: Уст. I2 при прям.разреш.

Рекомендуемое значение уставки **(_:123) Уст. I2 при прям.разреш.** = ***прибл. 0,5 I2***$_{мин}$

Этот параметр эффективен только в том случае, если параметр **Критерий I2** установлен равным ***Контроль достоверн.***. Siemens рекомендует установить параметр равным половине допустимого тока обратной последовательности ($I2_{мин}$), чтобы обеспечить быструю ликвидацию повреждения при появлении нежелательного компонента системы обратной последовательности.

Параметр: Время конт.ДВх ">Пуск"/Вр. конт.ДВх ">Разреш."

- Уставка по умолчанию **(_:124) Время конт.ДВх ">Пуск"** = ***15 с***
- Уставка по умолчанию **(_:125) Вр. конт.ДВх ">Разреш."** = ***15 с***

С помощью этих параметров вы устанавливаете время контроля дискретных входов **>Пуск**/**>Разрешение**. Если функция **УРОВ** не срабатывает в течение этого времени контроля, предполагается отказ в цепи дискретного входа. Siemens рекомендует сохранить настройку по умолчанию 15 с.

ПРИМЕРЫ

Случаи, в которых необходимо применение критерия по положению блок-контактов выключателя:

- Отключение выключателя трансформатора со стороны ВН и СН. Если отключился только один из двух выключателей, то протекание тока прекращается.
- Срабатывание функций защит, в которых не используется измерение протекающего тока в сочетании с функциями защиты по напряжению или частоте
- Получение сигнала отключения от газовой защиты

Параметр: Критерий блок-контактов выключателя разрешен для защиты машины

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) Крит.БКвыкл.разреш.** = ***при'вкл. пол. ВЫКЛЗф'***

Значение параметра	Описание
при'вкл. пол. ВЫКЛЗф'	Блок-контакты допускается использовать в качестве дополнительного критерия (см. предыдущий пример) в случае, если критерий по наличию тока не является в данном случае надежным для определения положения выключателя.
нет	Если при любых условиях через включенный выключатель гарантированно протекает достаточный ток, то компания Siemens рекомендует не использовать критерий контроля выключателей по положению блок-контактов, т. к. критерий протекания тока является более надежным.

Параметр: Возврат

- Рекомендуемое значение уставки **(_:104) Возврат** = ***при эффект. критер.***

Параметр **Возврат** доступен, только если используется критерий по положению блок контактов выключателя (см. параметр **Крит.БКвыкл.разреш.**).

Значение параметра	Описание
при эффект. критер.	Компания Siemens рекомендует не изменять стандартные настройки, т. к. для возврата функции и определения положения выключателя предпочтение отдается критерию по наличию тока.
при исп. БК и ток. крит.	Выберите данную настройку при защите трансформаторов или генераторов (см. предыдущий пример), т.к. в этих случаях критерий протекания тока не является надежным при определении положения выключателя.

Параметр: Действие на себя

- Уставка по умолчанию **(_:108) Действ.на себя T1** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Если в выключателе конструктивно не предусмотрено резервирование цепей управления, то повторное действие "на себя" не требуется.
пуск T2 после T1	Если в выключателе конструктивно предусмотрено резервирование цепей управления (2 ЭМО и 2 цепи отключения), то рекомендуется выполнять повторное действие "на себя". Компания Siemens рекомендует настройку ***пуск T2 после T1***, т.к. с ее помощью происходит четкое хронологическое разграничение команд повторного и резервного отключения. Учтите, что полное время ликвидации повреждения в случае отказа "своего" выключателя равно сумме времен T1 и T2.
паралл. пуск T2, T1	При данном значении, в отличии от ***пуск T2 после T1***, выдержки времени T2 и T1 запускаются одновременно.

Параметр: Задержка T1 для 3-фазного повторного отключения

- Уставка по умолчанию **(_:109) T1 при дейст.на себя 3ф** = ***0.05 с***

Параметр становится доступным при разрешении повторного действия на отключение.

Выставляемые значения зависят от требований пользователя.

Могут быть использованы следующие настройки:

- Если приоритет отдается времени устранения повреждения, то Siemens рекомендует устанавливать время равным 0. Это значение позволяет инициировать повторное действие на отключение при пуске. Недостаток заключается в том, что в этом случае повреждение первой цепи отключения не будет обнаружено.
- При небольшой выдержке времени, например 50 мс, отказ выключателя (при действии через первую цепь отключения) может быть выявлен на основании осциллограмм.
- При большой выдержке времени "действия на себя" при успешном отключении выключателя функция УРОВ успеет вернуться до окончания выдержки времени **Дейст.на себя с T1**, что является надежным индикатором исправности первой цепи отключения. Следующий пример иллюстрирует принцип вычисления данного времени.

ПРИМЕР

Вычисление времени T1, гарантирующего возврат функции УРОВ при отключении выключателя:

Время активности дискретного выхода: (при отключении, инициированном внутренними защитами устройства)	5 мс
Собственное время отключения выключателя	2 периода (при номинальной частоте = 50 Гц)

Время возврата функции УРОВ	1 период
Промежуточная сумма времени	65 мс
Защита	Коэффициент 2
Общее время (время T1)	130 мс

Параметр: выдержка времени T2 для трехфазного отключения

- Уставка по умолчанию **(_:110) T2 при отключ. 3ф** = ***0,13 c***

Это значение должно гарантировать надежный возврат функции после отключения "своего" выключателя, и при этом команда резервного отключения не вырабатывается. Данное значение зависит от параметра **Действ.на себя T1**.

Если выдержка времени T2 пускается после выдержки времени T1, то нет необходимости учитывать выдержку T1 для установки значения выдержки T2.

ПРИМЕР

Вычисление времени T2, гарантирующего возврат функции УРОВ при отключении выключателя:

Время активности дискретного выхода: (при отключении, инициированном внутренними защитами устройства)	5 мс
Собственное время отключения выключателя	2 периода (при номинальной частоте = 50 Гц)
Время возврата функции УРОВ	1 период
Промежуточная сумма времени	65 мс
Защита	Коэффициент 2
Общее время (время T2)	130 мс

Если выдержки времени T1 и T2 запускаются одновременно, то необходимо учитывать значение выдержки времени T1 для того, чтобы правильно выставить выдержку времени T2.

ПРИМЕР

Одновременный пуск выдержек времени T2 и T1

Время, необходимое для надежного возврата после отключения "своего" выключателя	130 мс
Значение времени для T1	50 мс
Общее время (= T2)	180 мс

Параметр: Минимальное время срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:112) Мин. время сраб.** = **-**

Параметр **Мин. время сраб.** определяет минимальное время пребывания в сработанном состоянии функции.

ОСТОРОЖНО!

Не следует задавать слишком короткую выдержку времени.

Если вы зададите слишком маленькое время, то существует вероятность (возврат функции при невыполнении критерия по наличию тока), что контакты устройства разорвут цепь управления. При этом происходит выгорание контактов устройства.

✧ Установите такую выдержку времени, при которой выключатель гарантировано завершит цикл отключения (**будет отключен**).

Входной сигнал: >Неиспр. выкл-ль

Входной сигнал **>Неиспр.выкл-ль** имеет время фильтрации, по умолчанию равное 20 мс. Данное значение времени фильтрации предотвращает активацию входного сигнала устройства в случае появления на нем кратковременной помехи, вызванной изменением давления в баке выключателя при его отключении.

Данное время можно установить равным 0, если конструкция выключателя исключает возможность такого явления.

Выходной сигнал: Повторное действие с выдержкой времени T1

Если конструкцией "своего" выключателя предусмотрена только одна цепь управления, то необязательно ранжировать выходной сигнал, поскольку сигнал также управляет логикой отключения СВ.

Если конструкцией выключателя предусмотрено 2 цепи управления, то выходной сигнал **Дейст.на себя с T1** должен быть ранжирован на соответствующий дискретный выход устройства.

Выходной сигнал: Отключение с временем T2

Сигнал резервного отключения (сообщение **Отключ.с T2**) должен быть ранжирован на дискретный выход для возможности управления смежными выключателями; и при необходимости должен быть ранжирован на интерфейс для передачи команд РЗА на противоположный конец линии.

6.61.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
50BF Ад.УРОВ #				
_:1	50BF Ад.УРОВ #:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:105	50BF Ад.УРОВ #:Удерж.внутр.сигн.пуска		• нет • да	да
_:107	50BF Ад.УРОВ #:Пуск через дискр.вход		• нет • 2 канал • 1 канал	нет
_:106	50BF Ад.УРОВ #:Удерж.внешн.сигн.пуска		• нет • да	нет
_:111	50BF Ад.УРОВ #:Вр.контр.сигн.отключ.		0.00 с до 1.00 с	0.06 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	50BF Ад.УРОВ #:Крит.БКвыкл.разреш.		• нет • при'вкл. пол. ВЫКЛЗф'	нет
_:104	50BF Ад.УРОВ #:Возврат		• при эффект. критер. • при исп. БК и ток. крит.	при эффект. критер.
_:108	50BF Ад.УРОВ #:Действ.на себя T1		• нет • пуск T2 после T1 • паралл. пуск T2, T1	нет
_:102	50BF Ад.УРОВ #:Уставка фазного тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	2.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	2.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	2.500 A
_:101	50BF Ад.УРОВ #:Чувствительная уставка	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.250 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.250 A
_:109	50BF Ад.УРОВ #:T1 при дейст.на себя 3ф		0.000 c до 60.000 c	0.050 c
_:110	50BF Ад.УРОВ #:T2 при отключ. 3ф		0.050 c до 60.000 c	0.130 c
_:112	50BF Ад.УРОВ #:Мин. время сраб.		0.00 c до 60.00 c	0.10 c
_:120	50BF Ад.УРОВ #:Критерий 3I0		• Контроль достоверн. • Контроль достоверн.	Контроль достоверн.
_:121	50BF Ад.УРОВ #:Критерий I2		• Контроль достоверн. • Контроль достоверн.	Контроль достоверн.
_:122	50BF Ад.УРОВ #:Уст. 3I0 при прям.разреш.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.250 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.250 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:123	50BF Ад.УРОВ #:Уст. I2 при прям.разреш.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.250 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.250 A
_:124	50BF Ад.УРОВ #:Время конт.ДВх ">Пуск"		0.05 с до 60.00 с	15.00 с
_:125	50BF Ад.УРОВ #:Вр. конт.ДВх ">Разреш."		0.05 с до 60.00 с	15.00 с

6.61.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
50BF Ад.УРОВ #			
_:501	50BF Ад.УРОВ #:>Пуск	SPS	I
_:502	50BF Ад.УРОВ #:>Разрешение	SPS	I
_:82	50BF Ад.УРОВ #:>Блок. функцию	SPS	I
_:503	50BF Ад.УРОВ #:>Неиспр.выкл-ль	SPS	I
_:500	50BF Ад.УРОВ #:>Чувствит. уставка	SPS	I
_:54	50BF Ад.УРОВ #:Неактивно	SPS	O
_:52	50BF Ад.УРОВ #:Режим работы	ENS	O
_:53	50BF Ад.УРОВ #:Статус исправности	ENS	O
_:55	50BF Ад.УРОВ #:Пуск	ACD	O
_:305	50BF Ад.УРОВ #:Дейст.на себя с T1	ACT	O
_:306	50BF Ад.УРОВ #:Отключ.с T2	ACT	O
_:302	50BF Ад.УРОВ #:Отс.ранж.актив.ДВх	SPS	O
_:304	50BF Ад.УРОВ #:Отс.ранж.БКнаДВх	SPS	O
_:300	50BF Ад.УРОВ #:Ош. активацииДВх	SPS	O
_:307	50BF Ад.УРОВ #:Ош.отс.разреш.ДВх	SPS	O
_:301	50BF Ад.УРОВ #:Ош. "разреш."ДВх	SPS	O
_:315	50BF Ад.УРОВ #:Мгнов.срабат.	SPS	O
_:316	50BF Ад.УРОВ #:Фаза УРОВ	ACD	O

6.62 Защита от дуговых перекрытий выключателя

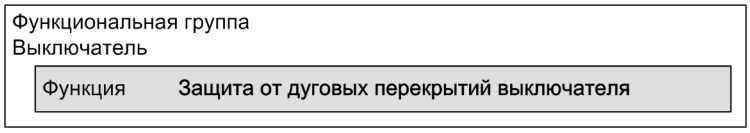
6.62.1 Обзор функции

Защита от дуговых перекрытий выключателя:

- Защита обнаруживает дуговые перекрытия выключателя, которые могут возникнуть как результат перенапряжения после отключения конденсаторной батареи
- Действует на отключение смежных присоединений, в случае обнаружения дуговых замыканий в выключателе

6.62.2 Структура функции

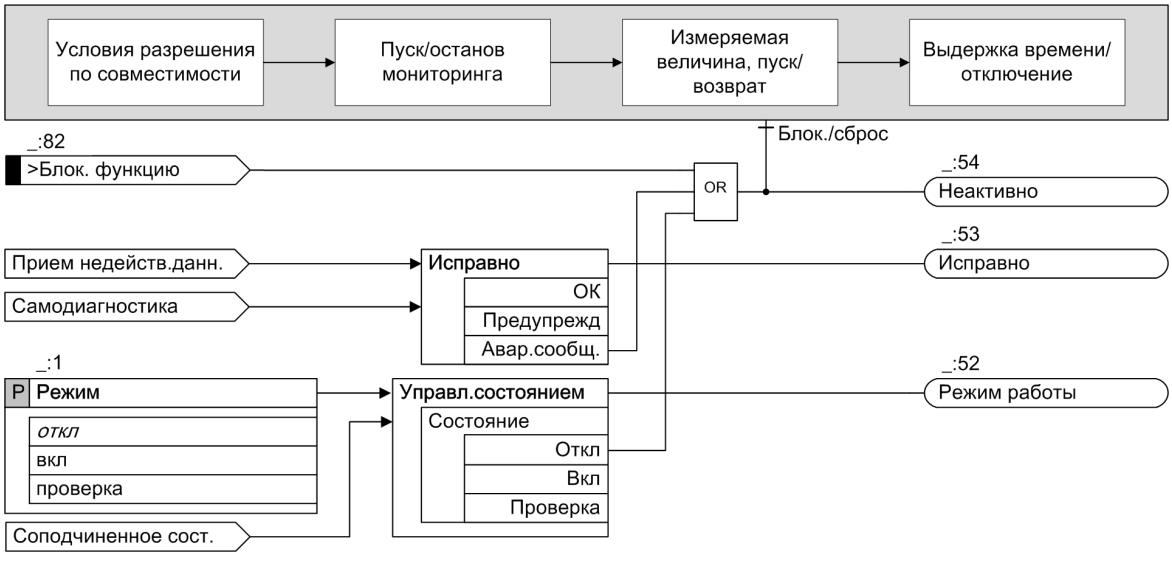
Функция **ЗащОтДугПерекрВыкл** используется в функциональной группе **Выключатель**. В пределах функциональной группы одновременно можно использовать максимум 2 функции.



[lo_strrestrike_2014-03-05.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-464 Структура функции

Логика функции сгруппирована по группам, показанным в *Рисунок 6-465*. Эти логические группы более подробно описаны в следующем разделе.



[lo_respro-210113-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-465 Логическая схема работы функции

6.62.3 Описание функции

Контроль отключения

Функция **Защиты от дуговых перекрытий выключателя** выдает команду на отключение вышестоящего выключателя, как правило, выключателя питания сборных шин. Излишнее срабатывание этой защиты может привести к негативным последствиям для устойчивости системы.

Логика контроля отключения сильно уменьшает риск ошибочного запуска функции с помощью дополнительных критериев проверки команды отключения выключателя.

Каждый критерий может быть включен или отключен индивидуально.

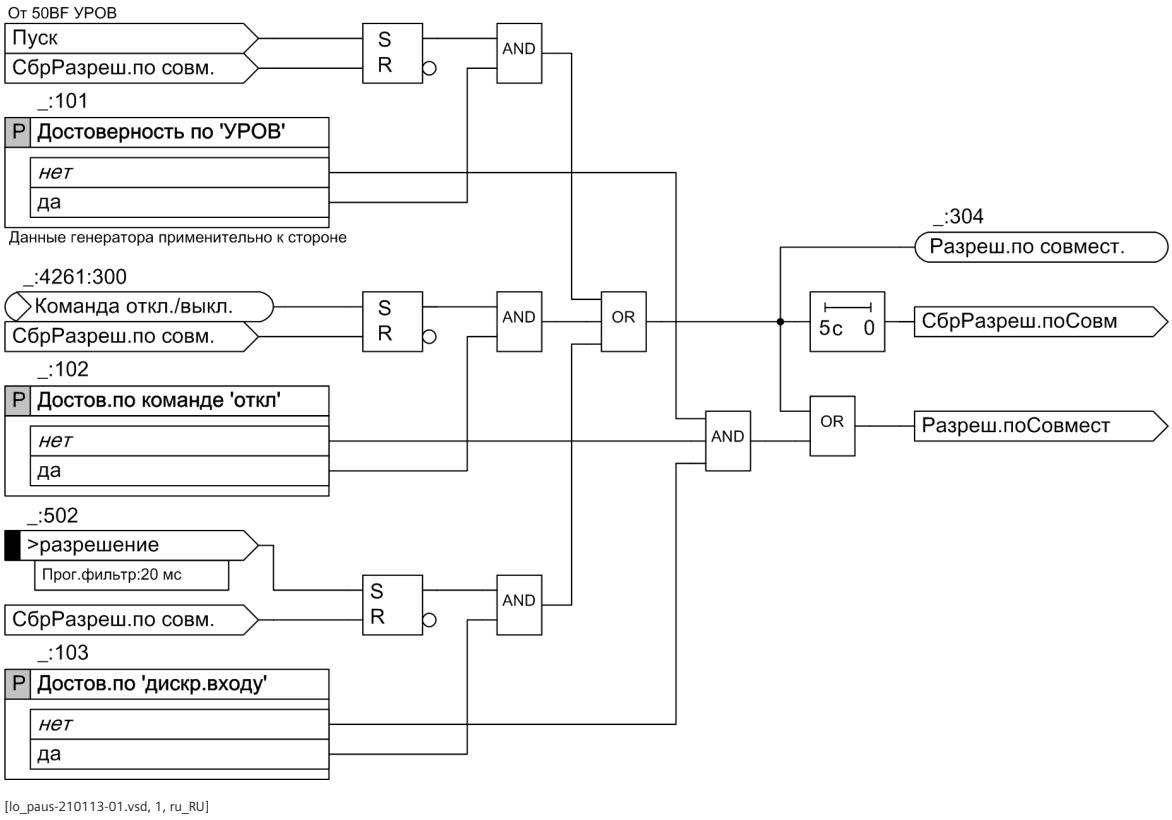


Рисунок 6-466 Логическая схема для контроля отключения для разрешения пуска защиты от дуговых перекрытий выключателя

Логика контроля отключения проверяет следующие условия:

- Если параметр **Достоверность по 'УРОВ'** установлен равным ***да***, выполняется контроль сигнала Пуск **УРОВ**. Контроль отключения считается выполненным, если пускается функция **УРОВ**.
- Если параметр **Достов.по команде 'откл'** установлен равным ***да***, контролируется команда на отключение. Контроль отключения считается выполненным, если ФБ Выключ. выдается команда на отключение выключателя.
- Если параметр **Достов.по 'дискр.входу'** установлен равным ***да***, контролируется сигнал *>разрешение* . Контроль отключения считается выполненным, если получен сигнал *>разрешение* .

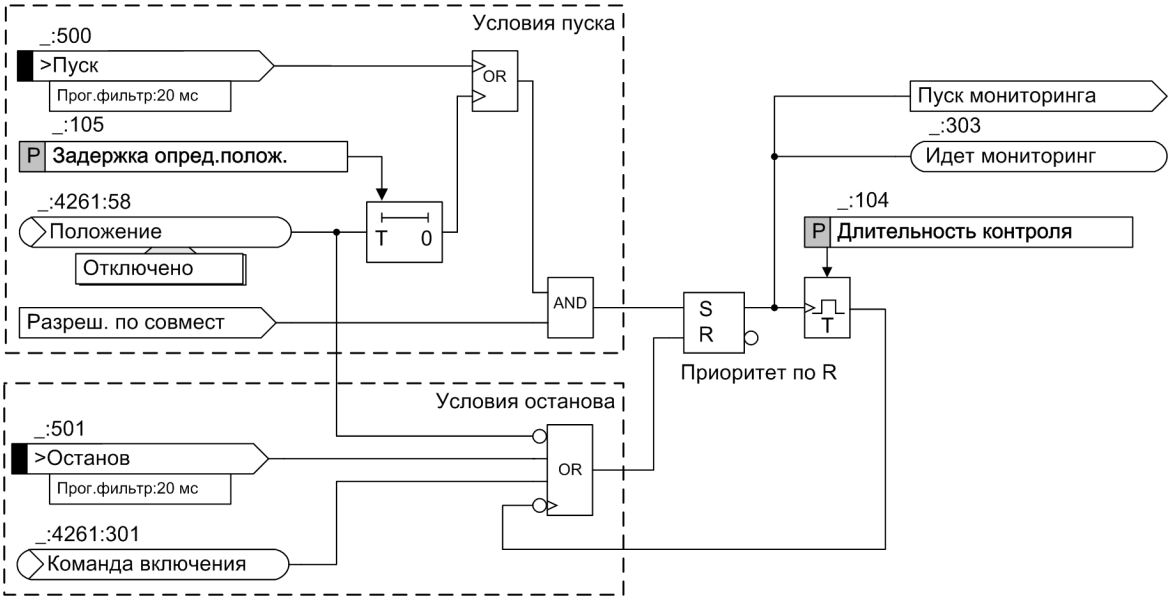
Если одно из условий выполняется, сигнал об успешном выполнении контроля отключения выдается в течение 5 сек. 5-секундный таймер гарантирует, что успешное выполнение контроля и пуск защиты относятся к одному процессу отключения выключателя.

Если все 3 настройки достоверности установлены в состояние ***нет***, то контроль отключения выключателя считается всегда выполненным.

По соображениям безопасности, входной сигнал *>разрешение* имеет установленное время фильтрации 20 мс.

Пуск/останов контроля по току защиты от повторного зажигания дуги

Логика пуска/останова контроля по току защиты от повторного зажигания дуги определяет продолжительность контроля повторного отключения выключателя.



[lo_starstop-210113-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-467 Логическая схема пуска/останова контроля тока защиты от дуговых перекрытий выключателя

Контроль тока запускается, если выполняется одно из следующих условий:

- Положение выключателя, определяемое с помощью блок-контактов выключателя, соответствует состоянию **Разомкнут** в течение времени, заданного в параметре **`Задержка опред.полож.`**.

  Время **`Задержка опред.полож.`** используется в целях безопасности, чтобы гарантировать, что выключатель безусловно отключен. Этот параметр позволяет адаптировать критерий пуска к параметрам блок-контактов.

- Активируется входной сигнал *>Пуск* .

По соображениям безопасности, входной сигнал имеет установленное время фильтрации 20 мс.

Кроме указанных критериев пуска должен выполниться критерий логики контроля отключения (см *Контроль отключения, Страница 1279*).

При успешном выполнении всех условий запуска запускается таймер **`Длительность контроля`**. Этот таймер определяет, в течение какого времени будет контролироваться зажигание дуги. Если время истекает, контроль прекращается.

Контроль также прекращается, если выполняется одно из следующих условий:

- Состояние выключателя не определяется равным **Разомкнут**.
- Устройством выдается команда на включение.
- Активируется входной сигнал *>Останов* .

  По соображениям безопасности, входной сигнал имеет установленное время фильтрации 20 мс.

Измеряемое значение, срабатывание/возврат

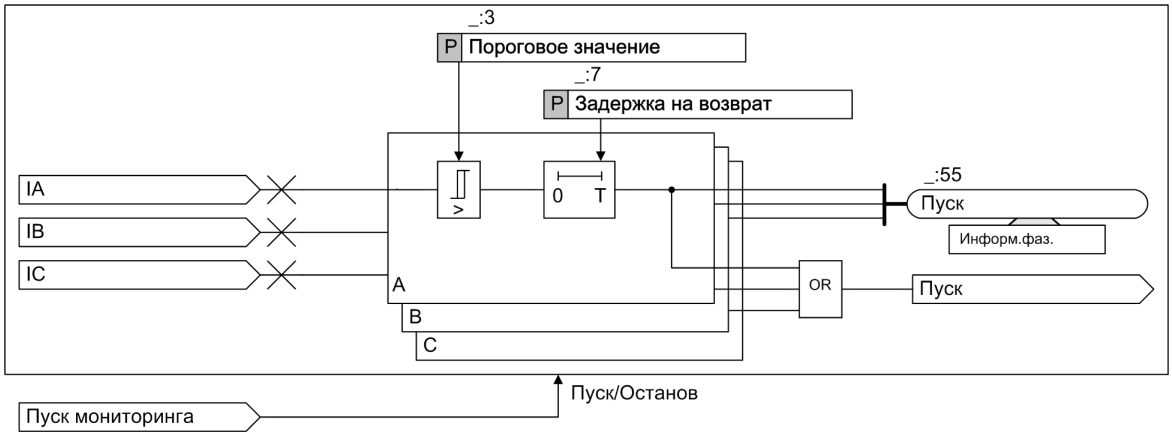
В течение времени **`Длительность контроля`** выполняется фазоселективный контроль тока, как показателя зажигания дуги.

В качестве измеряемой величины используется основная гармоника тока, что

- С одной стороны, позволяет надежно фиксировать зажигание дуги, даже несмотря на то, что после фильтрации теряются пики тока.
- С другой стороны, подавляется постоянная составляющая (постоянный ток). Постоянная составляющая может возникать во вторичных цепях после отключения выключателя.

Таким образом, значение основной гармоники является хорошим критерием для надежного обнаружения зажигания дуги.

Если ток по любой фазе превышает установленное пороговое значение, функция запускается. Этот пуск указывает на зажигание дуги в выключателе после его отключения. При пуске запускаются таймеры задержки срабатывания, см. также следующее описание *Выдержка/Срабатывание, Страница 1282*.



[lo_pickdrop-210113-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 6-468 Логическая схема для измеряемого значения, срабатывания/возврата защиты ФБ ЗащОтДугПерекрВыкл

Если зажигание дуги является неустойчивым, то между пробоями ток опускается ниже уставки. В этом случае выдержка времени на срабатывание не должна быть сброшена. Поэтому, с помощью уставки Задержка на возврат, сигнал пуска может быть продлен. Если время бестоковой паузы превышает уставку Задержка на возврат (новые броски тока отсутствуют), то функция отключается и таймеры времени на срабатывание сбрасываются в исходное состояние.

Выдержка/Срабатывание

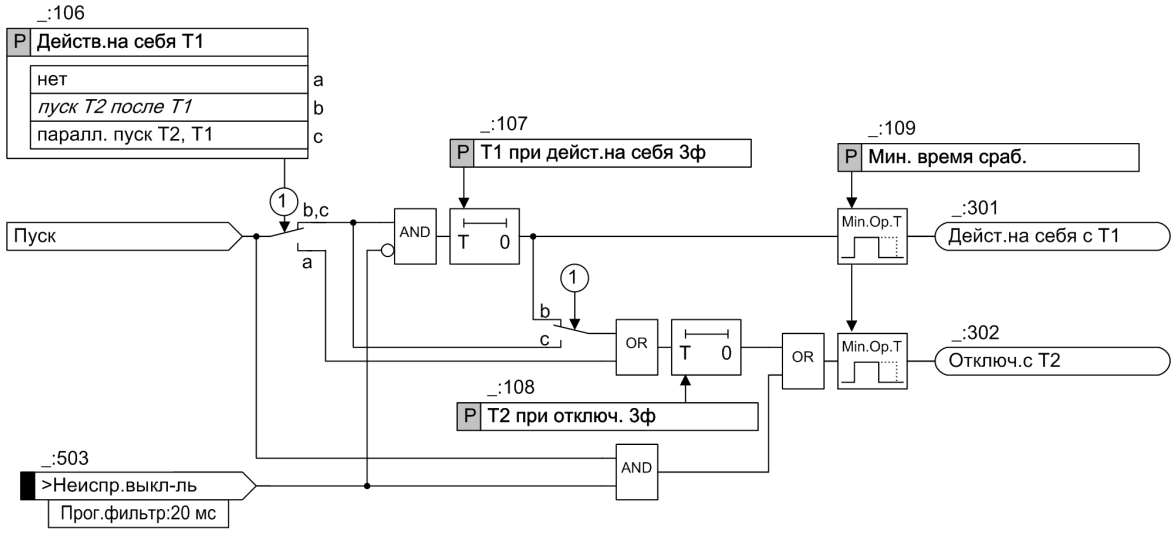
На первом этапе можно выдать сигнал отключения выключателя "на себя". Сигнал отключения подается заново по истечении заданной выдержки времени T1. Повторное отключение выключателя является механизмом отстройки от излишнего действия на вышестоящие выключатели. В случае ложной работы защиты повторное действие на свой выключатель предотвратит отключение смежных присоединений.

Отсчет выдержки времени T2 (резервное отключение) может быть начат одновременно с выдержкой времени T1 или после ее истечения.

Если выдержка времени T2 истекает, выдается сигнал резервного отключения *Отключ.с T2* .

Если входной сигнал *>Неиспр.выкл-ль* является действительным, то любые повторные сигналы отключения блокируются, и мгновенно вырабатывается сигнал *отключения T2* (без выдержки времени). По соображениям безопасности, время фильтрации для входного дискретного сигнала *>Неиспр.выкл-ль* заранее установлено равным 20 мс (настраивается в DIGSI).

Параметр **`Мин. время сраб.`** определяет минимальную продолжительность времени для команды на отключение. В отличии от других функций защиты, этот параметр устанавливается независимо от параметров, заданных в Уставках устройства. Поэтому значение данного параметра отличается от одноименных параметров, заданных в **Уставках устройства**.



[lo_deltrip-030211-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-469 Логическая схема выдержки/срабатывания ФБ ЗащОтДугПерекрВыкл

6.62.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Включение или выключение дополнительного критерия контроля отключения

- Уставка по умолчанию **(_:101) Достоверность по 'УРОВ'** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:102) Достов.по команде 'откл'** = ***нет***
- Уставка по умолчанию **(_:103) Достов.по 'дискр.входу'** = ***нет***

При использовании критерия контроля отключения необходимо применять условия пуска и отключения, а не только условия пуска, только в этом случае можно осуществлять контроль тока при дуговых перекрытиях. Поскольку пороговое значение тока устанавливается ниже рабочего тока, ложный пуск функции вызовет отключение. Таким образом, критерий достоверности отключения резко снижает риск того, что выполнение критерия для ложного пуска приведет к неправильному срабатыванию выключателя верхнего уровня.

Имеется 3 различные критерия отключения: Вы можете использовать один критерий или несколько. Выбор зависит от конкретного применения.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании критериев отключения необходимо гарантировать, что при запуске функции **ЗащОтДугПерекрВыкл** критерии заданы в соответствии со всеми условиями. Если вы не выберете никаких критериев отключения, оно будет определено постоянно.

- **Команда включения/отключения, выданная устройством**

Используйте этот критерий в том случае, если все команды управления или отключения подаются с помощью устройства защиты.

ПРИМЕЧАНИЕ

Ручное отключение выключателя, без использования устройства защиты, не приведет к активации функции **ЗащОтДугПерекрВыкл**.

- **Пуск функции УРОВ**

Используйте этот критерий, если функция **ЗащОтДугПерекрВыкл** должна быть запущена только в случае предшествующей активации функции **УРОВ** .

ПРИМЕЧАНИЕ

Отключение выключателя по команде управления или вручную не приведет к активации функции **УРОВ**. Соответственно, функция **ЗащОтДугПерекрВыкл** также не запустится.

- **Входной дискретный сигнал**

Используйте эту опцию, если ни один из указанных выше 2 критериев отключения не подходит для данного применения, и вы хотите определить свой собственный критерий отключения.

Входные сигналы: *>Пуск, >разрешение, >Останов*

Входные сигналы	Описание
>Пуск	Этот входной сигнал позволяет начать контроль, например, с помощью команд протокола от ведущего устройства (с использованием CFC схемы) или с помощью других определенных условий.
>разрешение	Данный входной сигнал позволяет определить специальные условия отключения путем использования схемы CFC. См. также *Параметр: Включение или выключение дополнительного критерия контроля отключения , Страница 1283*.
>Останов	Этот входной сигнал позволяет остановить контроль, например, с помощью команд протокола от ведущего устройства (с использованием CFC схемы) или с помощью других определенных условий.

Входные сигналы*>Пуск*, *>разрешение*, и *>Останов* в качестве уставки по умолчанию имеют установленное время фильтрации *20 мс*. Если существует вероятность ложного срабатывания дискретного входа при появлении наводок в цепях управления, то время фильтрации может быть увеличено.

Параметр: `Задержка опред.полож.`

- Уставка по умолчанию **`(_:105) Задержка опред.полож.`** = ***`0,02 с`***

Используя параметр **`Задержка опред.полож.`**, можно определить, как долго следует определять выключатель в качестве **выключенного** (через блок-контакты выключателя) до того момента, когда запустится таймер контроля. Это определение является мерой безопасности, чтобы не допустить слишком раннего включения контроля. Например, в случае, когда из-за нестандартной конфигурации блок-контактов, выключатель уже определяется в качестве **выключенного**, хотя ток по-прежнему протекает.

Настройка зависит от конфигурации блок-контактов выключателя. Если можно гарантировать, что блок-контакты будут определять состояние выключателя как **выключен** после отключения тока, данное время может быть установлено равным нулю.

Параметр: `Длительность контроля`

- Уставка по умолчанию **`(_:104) Длительность контроля`** = ***`200,00 с`***

Используя параметр **`Длительность контроля`**, можно определить, в течение какого времени будет контролироваться сигнал тока относительно дуговых перекрытий после отключения выключателя.

При продолжающемся разряде конденсаторной батареи вероятность дуговых перекрытий уменьшается. Поэтому необязательно устанавливать время контроля больше, чем время разрядки. Siemens рекомендует устанавливать время контроля в диапазоне от (0,5-1)*время разрядки.

Параметр: `Пороговое значение`

- Уставка по умолчанию **`(_:3) Пороговое значение`** = ***`0,250 A`***

После отключения выключателя фазные токи сравниваются с пороговым значением. Если дуговых перекрытий не происходит, ток равен нулю. Следовательно, установленное значение порога обнару-

жения дуговых перекрытий может быть намного меньше, чем рабочий ток. Типовое значение составляет 25 % от рабочего тока.

Если пороговое значение меньше рабочего тока, ложный пуск вызовет непосредственное отключение. Для минимизации этого риска, Siemens рекомендует применять дополнительный критерий отключения. См. *Параметр: Включение или выключение дополнительного критерия контроля отключения , Страница 1283*.

Параметр: Задержка на возврат

- Уставка по умолчанию **(_:7) Задержка на возврат** = ***0,05 с***

Параметр **Задержка на возврат** гарантирует, что короткое падение величины сигнала ниже порогового значения тока не вызовет сброса таймеров задержки срабатывания в исходное состояние.

Поскольку дуговые перекрытия, как правило, носят периодический характер, то задержка отключения может быть установлена достаточно маленькой. Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее 50 мс.

Входной сигнал: *>Неиспр.выкл-ль*

Входной сигнал *>Неиспр.выкл-ль* имеет установленное время фильтрации 20 мс. Это время фильтрации предотвращает активацию входного сигнала в случае возникновения переходного процесса на физическом дискретном входе, вызванного изменением давления при отключении выключателя.

Данное время можно установить равным 0, если конструкция выключателя исключает возможность такого явления.

Параметр: Действ.на себя T1

- Уставка по умолчанию **(_:106) Действ.на себя T1** = ***пуск T2 после T1***

Значение параметра	Описание
пуск T2 после T1	Повторное отключение локального выключателя является механизмом безопасности, чтобы избежать ложного срабатывания выключателя верхнего уровня. При генерации сигнала повторного отключения, в случае ложного срабатывания отключится только локальный выключатель. После этого функция **ЗащОтДугПерекрВыкл** будет деактивирована в течение времени задержки T2. Siemens рекомендует использовать повторное отключение на локальном выключателе. Siemens также рекомендует использовать значение параметра ***пуск T2 после T1***. Значение параметра обеспечивает четкое хронологическое разделение процессов повторного и резервного отключения. Учтите, что полное время ликвидации повреждения в случае дуговых перекрытий выключателя равно сумме времен T1 и T2.
нет	Повторное отключение не задано
паралл. пуск T2, T1	В качестве альтернативы уставке ***паралл. пуск T2, T1*** пользователь может запустить T2 и T1 одновременно.

Параметр: T1 при дейст.на себя 3ф

- Уставка по умолчанию (_:109) **T1 при дейст.на себя 3ф** = ***0,00 с***

Параметр виден только тогда, когда параметр **Действ.на себя T1** равен ***пуск T2 после T1*** или ***паралл. пуск T2, T1***.

Повторное отключение локального выключателя является механизмом безопасности, чтобы избежать ложного срабатывания выключателя верхнего уровня. В случае неправильного пуска отключается только локальный выключатель. После этого функция **Защита от дуговых перекрытий выключателя** будет деактивирована в течение времени задержки T2.

Siemens рекомендует использовать повторное отключение на локальном выключателе. Поскольку повторное отключение является механизмом безопасности, оно может быть активировано без использования времени выдержки. Siemens рекомендует устанавливать время задержки равным 0 сек.

Параметр: `T2 при отключ. 3ф`

- Уставка по умолчанию (_:110) **`T2 при отключ. 3ф`** = ***`0,15 с`***

Этот параметр определяет длительность дугового перекрытия после отправки сигнала резервного отключения. Необходимо учитывать следующее:

- При использовании функции повторного отключения это время выдержки должно обеспечить безопасную деактивацию функции после фиксации повторного отключения локального выключателя.

Siemens рекомендует применять время выдержки, равное 150 мс, в качестве уставки по умолчанию.

Параметр: `Мин. время сраб.`

- Уставка по умолчанию **`(_:109) Мин. время сраб.`** = ***`0,15 с`***

Параметр **`Мин. время сраб.`** используется, чтобы установить минимальную длительность команды на отключение этой функции.



ОСТОРОЖНО!

Не следует задавать слишком короткую выдержку времени.

Если вы зададите слишком маленькое время, то существует вероятность (возврат функции при невыполнении критерия по наличию тока), что контакты устройства разорвут цепь управления. При этом происходит выгорание контактов устройства.

✧ Установите такую выдержку времени, при которой выключатель гарантировано завершит цикл отключения (**будет отключен**).

Выходной сигнал: *Дейст.на себя с T1*

Выходной сигнал *Дейст.на себя с T1* должен быть ранжирован на дискретный выход.

Если для локального выключателя предусмотрена только одна цепь управления, то выходной сигнал должен быть ранжирован на дискретный выход, от которого происходит выдача общей команды на отключение выключателя (команда *Положение*).

Если присутствует вторая цепь управления, то выходной сигнал *Дейст.на себя с T1* может быть ранжирован на соответствующий дискретный выход.

Выходной сигнал: *Отключ.с T2*

Для отключения смежных выключателей функция резервного отключения (сообщение *Отключ.с T2*) должна быть ранжирована на дискретный выход, и, если необходимо, на интерфейс (телеотключение противоположного конца). Таким образом, выключатель на противоположном конце может быть отключен без задержки.

6.62.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ЗащДугПерек #				
_:1	ЗащДугПерек #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ЗащДугПерек #:Достоверность по 'УРОВ'		• нет • да	нет
_:102	ЗащДугПерек #:Достов.по команде 'откл'		• нет • да	нет
_:103	ЗащДугПерек #:Достов.по 'дискр.входу'		• нет • да	нет
_:106	ЗащДугПерек #:Действ.на себя T1		• нет • пуск T2 после T1 • паралл. пуск T2, T1	пуск T2 после T1
_:104	ЗащДугПерек #:Длительность контроля		1.00 с до 600.00 с	200.00 с
_:105	ЗащДугПерек #:Задержка опред.полож.		0.00 с до 60.00 с	0.02 с
_:3	ЗащДугПерек #:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.250 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	1.25 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.250 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	1.250 A
_:7	ЗащДугПерек #:Задержка на возврат		0.00 с до 60.00 с	0.05 с
_:107	ЗащДугПерек #:T1 при дейст.на себя 3ф		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:108	ЗащДугПерек #:T2 при отключ. 3ф		0.05 с до 60.00 с	0.15 с
_:109	ЗащДугПерек #:Мин. время сраб.		0.00 с до 60.00 с	0.15 с

6.62.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ЗащДугПерек #			
_:500	ЗащДугПерек #:>Пуск	SPS	I
_:501	ЗащДугПерек #:>Останов	SPS	I
_:502	ЗащДугПерек #:>разрешение	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:82	ЗащДугПерек #:>Блок. функцию	SPS	I
_:503	ЗащДугПерек #:>Неиспр.выкл-ль	SPS	I
_:54	ЗащДугПерек #:Неактивно	SPS	O
_:52	ЗащДугПерек #:Режим работы	ENS	O
_:53	ЗащДугПерек #:Статус исправности	ENS	O
_:304	ЗащДугПерек #:Разреш.по совмест.	SPS	O
_:303	ЗащДугПерек #:Идет мониторинг	SPS	O
_:55	ЗащДугПерек #:Пуск	ACD	O
_:301	ЗащДугПерек #:Дейст.на себя с T1	ACT	O
_:302	ЗащДугПерек #:Отключ.с T2	ACT	O

6.63 Защита от тепловой перегрузки 3ф - расширенные функции

6.63.1 Обзор функций

Функция **Трехфазная защита от тепловой перегрузки - Расширенная** (ANSI 49) используется для:

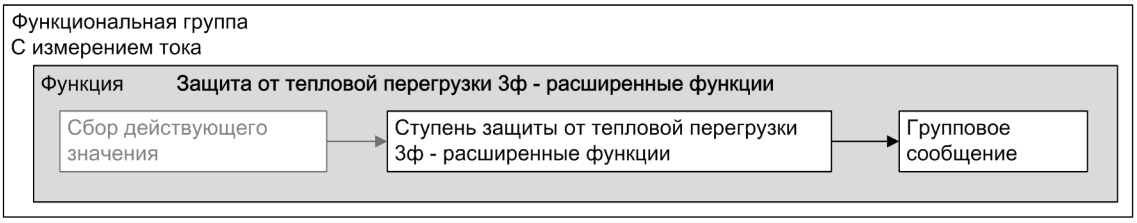
- Защиты оборудования (двигатели, генераторы, трансформаторы, конденсаторы, воздушные и кабельные линии электропередач) от тепловых перегрузок
- Контроля теплового состояния электродвигателей, генераторов, трансформаторов, конденсаторов, воздушных и кабельных линий электропередач

6.63.2 Структура функции

Функция **Трехфазная защита от тепловой перегрузки – расширенная функциональность** принадлежит к группе функций, использующих измерение тока.

Эта функция предварительно настроена производителем с одной ступенью **Трехфазная защита от тепловой перегрузки – расширенная функциональность**.

Не введенный по умолчанию функциональный блок **Фильтр** может быть добавлен для получения среднеквадратичного значения, используемого ступенью **Трехфазная защита от тепловой перегрузки – расширенная функциональность**.

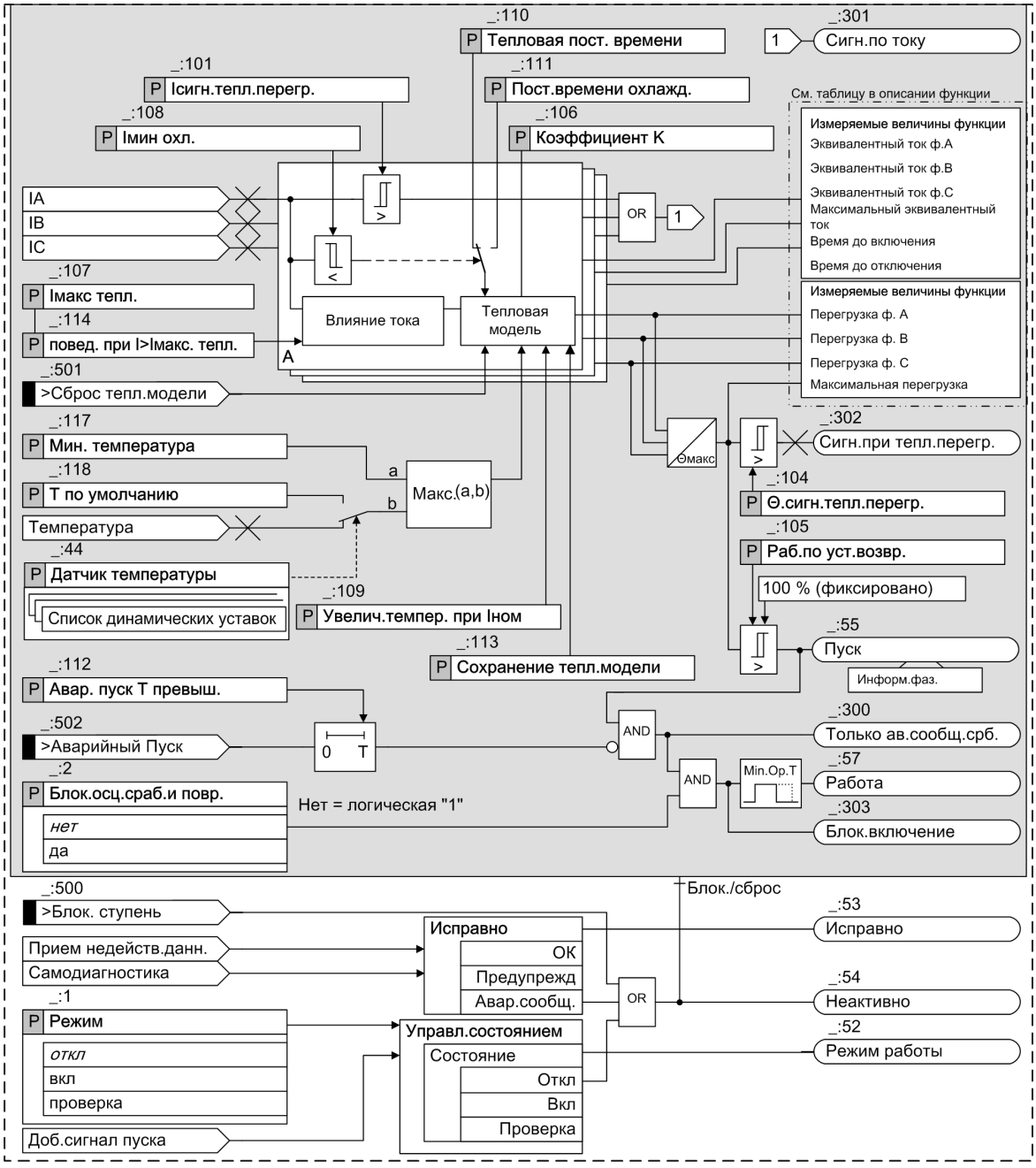


[dw_TOLP_with Filter stage, 2, ru_RU]

Рисунок 6-470 Структура/реализация функции

6.63.3 Описание

Логика



[lopttrdi-100611-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 6-471 Логическая схема функции трехфазной расширенной защиты от тепловой перегрузки

Тепловая модель

Функция защиты рассчитывает превышение температуры на основании фазных токов в соответствии с тепловой моделью для однородного объекта, в соответствии с дифференциальным уравнением

$$I_{o.e.}^2 = \tau_{th} \frac{d\theta}{dt} + \theta - \theta_{окр.}$$

[fo_diffgl-170914, 2, ru_RU]

Если представить

$$I_{о.е.} = \frac{I}{I_{макс}} = \frac{I}{K \cdot I_{ном.об.}} \qquad \Theta = \frac{\vartheta}{\vartheta_{макс}} = \frac{\vartheta}{K^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

$$\tau_{th} = R_{th} \cdot C_{th} \qquad \Theta_{окр.} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\ °C}{\vartheta_{max}} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\ °C}{K^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

[fo_normie-170914, 3, ru_RU]

Θ	Текущая относительная температура перегрева объекта, выраженная в долях от установившейся температуры объекта при максимально допустимом длительно протекающем токе k * $I_{ном.об}$
$\Theta_{окр}$	Стандартизированная температура окружающей среды, которая с помощью $\vartheta_{окр}$ описывает связанную температуру окружающей среды. В качестве температуры окружающей среды $\vartheta_{окр}$ может выступать измеренная или предварительно заданная с помощью параметра **`T по умолчанию`** температура окружающей среды.
$\Delta\vartheta_{ном. об.}$	Превышение температуры защищаемого объекта при номинальном токе над температурой окружающей среды
τ_{th}	Тепловая постоянная времени защищаемого объекта (нагрев/охлаждение)
k	Этот коэффициент указывает максимальный допустимый длительный фазный ток. Коэффициент соотносится с номинальным током защищаемого объекта (k = $I_{макс}/I_{ном.об}$)
$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта

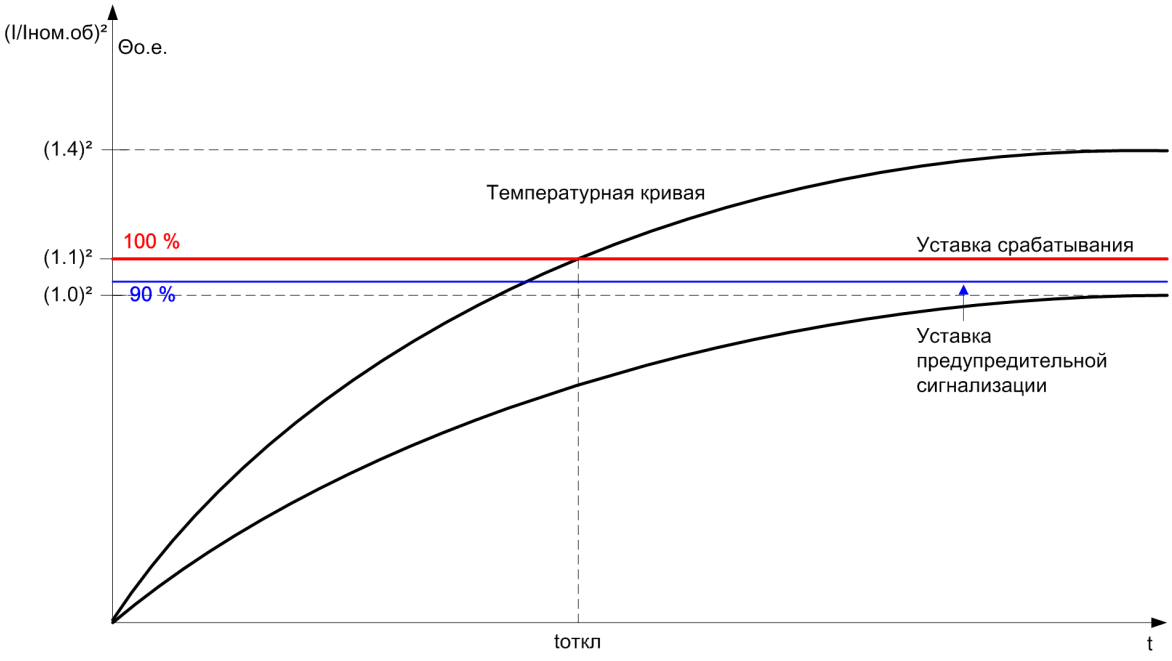
При этом $I_{ном.об}$ – это номинальный ток защищаемой стороны объекта:

- Применительно к трансформаторам определяющим является номинальный ток защищаемой обмотки, который устройство рассчитывает из заданной номинальной полной мощности и номинального напряжения.
- При использовании трансформаторов с возможностью регулирования напряжения основой для расчетов будет являться неуправляемая обмотка.
- Для генераторов, двигателей и реакторов номинальным током будет являться ток, который устройство вычисляет из заданной номинальной полной мощности и номинального напряжения.
- Для линий, узлов системы и шин номинальный ток защищаемого объекта задается в устройстве непосредственно.

В установившемся режиме решением дифференциального уравнения тепловой модели является экспоненциальная функция, асимптота которой представляет конечную температуру $\Theta_{кон}$. Постоянная времени τ_T определяет возрастание температуры. При достижении порогового значения $\Theta_{пред}$ (**`Θ. сигн. тепл. перегр.`**) выдается предупредительное сообщение.

Если будет превышено значение $\Theta_{откл}$ (температура отключения), то немедленно будет выдано сообщение о срабатывании защиты. Это пороговое значение задается как 100 % и соответствует конечной температуре, задаваемой при протекающем длительно допустимом токе ($I_{макс}$).

Рисунок 6-472 показывает рост температуры при различных токах перегрузки и пороговых значениях мониторинга.



[dwtempve-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-472 Изменение температуры при различных токах нагрузки (**Коэффициент K** = ***1,1***)

Превышение температуры рассчитывается отдельно для каждой фазы. Текущее превышение температуры можно получить из рабочих измеряемых величин. Оно отображается в процентах. Показание 100 % говорит о том, что достигнут порог срабатывания защиты от тепловой перегрузки. С порогом срабатывания сравнивается температура наиболее нагретой фазы. Это означает, что во внимание принимается наибольший из трех фазных токов.

Анализ действующих значений токов в широком частотном диапазоне также включает и гармонические составляющие. Эти гармонические составляющие вносят вклад в рост температуры защищаемого объекта.

Если протекающий ток становится меньше задаваемого минимального тока **Iмин охл.**, активируется **Пост.времени охлажд.**.

Характеристика срабатывания

Если температура окружающей среды не измеряется и не установлена равной 40 °C, можно получить характеристику срабатывания следующим образом:

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - \left(\frac{I_{предв.нагр.}}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}$$

[foauslos-211010-01.tif, 1, ru_RU]

t	Время срабатывания
τ_{th}	Постоянная времени
I	Измеренный ток нагрузки
$I_{предв\ нагр}$	Предшествующий ток нагрузки
k	Коэффициент уставки в соответствии с VDE 0435 часть 3011 или МЭК 60255-8 (коэффициент K)
$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта

Температура окружающей среды

Тепловая модель учитывает температуру окружающей среды. Опорная температура тепловой модели равна 40°C. Если температура окружающей среды падает ниже приведенной опорной, тепловой предел повышается. То есть оборудование может выдержать большие тепловые перегрузки. Если температура окружающей среды выше, условия изменяются.

Параметр **T по умолчанию** позволяет зафиксировать температуру окружающей среды. Параметр **Мин. температура** ограничивает связанную температуру окружающей среды. Если измеренная температура окружающей среды значения уставки Мин. температура, то при расчетах тепловой модели используется значение параметра Мин. температура.

Температура окружающей среды соотносится с перегревом защищаемого объекта, который задает для себя значение номинального тока (параметр **Увелич.темпер. при Iном**).

Измерение температуры окружающей среды осуществляется с помощью внутреннего резистивного датчика температуры и предоставляется функциями **RTD-блкEthernet** или **RTD-блок.посл.** в функциональной группе **Аналог. модули**. Параметр **Датчик температуры** позволяет выбрать соответствующий датчик температуры.

Если измерение температуры выполнено с ошибками, например из-за обрыва цепи между устройством и резистивным датчиком температуры, устройство сообщает об этом. В данном случае процесс продолжается с последней измеренной температурой или значением, заданным в параметре **T по умолчанию**, в зависимости от того, какое значение будет более высоким.

Влияние тока

При расчетах используется тепловая модель, соответствующая однородному телу и имеющая ограничения для токов перегрузки (короткие замыкания, пусковые токи двигателей). Во избежание излишних срабатываний защиты от тепловой перегрузки тепловая модель должна учитывать и повышенные токи (превышение $I_{\text{макс тепл.}}$). Для этого предусмотрено два алгоритма:

- Блокировка памяти тепловой модели
- Ограничение входного тока для тепловой модели. При этом возрастание температуры при больших токах **замедляется**.

Уставки предупредительной сигнализации

При превышении расчетным значением перегрева величины уставки Θ.сигн.тепл.перегр. устройством защиты выдается предупредительное сообщение Сигн.при тепл.перегр. Это дает оперативному персоналу некоторое время до аварийного отключения, для проведения мероприятий по снижению нагрузки. Обычно **Коэффициент K** задается ***1,1*** при памяти тепловой модели для длительно протекающего номинального тока 83 %.

Кроме Θ.сигн.тепл.перегр. имеется возможность задать уставку по току Iсигн.тепл.перегр. для сигнальной ступени защиты. При превышении измеренным током данной уставки устройством выдается предупредительное сообщение Сигн.по току.

Возврат команды отключения

Если температура становится меньше заданного значения **Раб.по уст.возвр.**, команда отключения возвращается. И наоборот, токовая предупредительная уставка и предупредительная уставка по температуре уменьшаются при фиксированном пороговом значении возврата (см. Технические данные).

Сохранение тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты

С помощью параметра **Сохранение тепл.модели** пользователь может определить, следует ли сохранять данные тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты. Состояние тепловой модели можно сохранить на 500 минут без оперативного питания. Когда напряжение питания восстанавливается, тепловая модель продолжает функционировать с данными рассчитанными на момент потери питания.

Если тепловая модель не сохраняется, то она будет сброшена до 0 при потере напряжения оперативного питания.

Сброс тепловой модели

Память тепловой модели можно сбросить с помощью входного сообщения **>Сброс тепл.модели**. После сброса тепловая модель будет иметь значение 0. Изменение параметрирования также приведет к сбросу памяти тепловой модели.

Аварийный запуск

При необходимости, несмотря на то что были превышены допустимые пределы температуры, можно заблокировать отключение или выполнить включение защищаемого объекта. Пока на входе имеется дискретный сигнал **>Аварийный Пуск**, отключение будет блокировано, а включение разрешено. Это не влияет на состояние памяти тепловой модели. После деактивации входа **>Аварийный Пуск** блокировка остается на заданное уставкой **Авар. пуск Т превыш.** время.

Блокировка функции

Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции. Отключающую функцию можно заблокировать по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе **>Блок. ступень**.

При этом все сообщения возвращаются, а значение температуры модели устанавливается на 0.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал **Блок.включение**. Этот сигнал выдается, если температура отключения превышена, и сбрасывается, если температура опускается ниже порогового значения возврата.

Функциональные измеряемые величины

Значения	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
(_:601:305) Время до отключения	Ожидаемое время до срабатывания защиты на отключение	с	с	с
(_:601:304) Время до включения	Время до разрешения включения	с	с	с
(_:601:306) Перегрузка ф. A	Величина тепловой перегрузки фазы	%	%	Температуры отключения
(_:601:307) Перегрузка ф. B				
(_:601:308) Перегрузка ф. C				
(_:601:309) Макс. перегрузка	Величина тепловой перегрузки наиболее нагретой фазы	%	%	Температуры отключения
(_:601:310) Эквивал.ток ф.A	Приведенная к номинальному току объекта величина измеренного тока фазы, которая участвует в расчете тепловой перегрузки	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
(_:601:311) Эквивал.ток ф.B				
(_:601:312) Эквивал.ток ф.C				
(_:601:313) Макс.эквив.ток	Приведенная к номинальному току объекта величина измеренного тока наиболее нагруженной фазы, которая участвует в расчете тепловой перегрузки	A	A	Номинальный первичный рабочий ток

6.63.4 Указания по применению и вводу уставок

Электродвигатели и генераторы, а также трансформаторы подвержены длительным перегрузкам. Защита от тепловой перегрузки имеет тепловую характеристику, которая может быть адаптирована к перегрузочной способности защищаемого объекта.

Параметр: Iсигн.тепл.перегр.

- Уставка по умолчанию **(_:101) Iсигн.тепл.перегр.** = ***1,000 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Установите пороговое значение, равное максимальному длительно допустимому току ($I_{макс, доп}$). Получится значение уставки, то же, что и для **Коэффициент K**.

Параметр: Θ.сигн.тепл.перегр.

- Уставка по умолчанию **(_:104) Θ.сигн.тепл.перегр.** = ***90 %***

При **Коэффициент K**, равном ***1,1***, можно оставить уставку по умолчанию, так как тепловое состояние при длительном номинальном токе достигает 83 %. При расчете используется правило пропорции: 100 % соответствует (**Коэффициент K**)^2, а x % соответствует 1^2.

$$\frac{\Theta}{\Theta_{откл}} = \frac{100\,\%}{k^2} = 83\,\%$$

[fowarnsc-100810-01.tif, 2, ru_RU]

При значении **Коэффициент K**, равном 1,05, тепловая память при номинальном токе заполнена на 91 %. Увеличьте значение **Θ.сигн.тепл.перегр.** до 95 %.

Параметр: Раб.по уст.возвр.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Раб.по уст.возвр.** = ***90 %***

Параметр **Раб.по уст.возвр.** используется для возврата пуска и отключения, когда значение падает ниже этого порогового значения. Рекомендуется значение уставки, равное пороговому значению сигнальной ступени по температуре. Для особых случаев применения, когда требуется дополнительное охлаждение или более продолжительная блокировка включения, возможен выбор более низких значений уставок.

Обратите внимание, что расчет рабочей измеряемой величины **Время до включения** относится к этой величине.

Параметр: Авар. пуск T превыш.

- Уставка по умолчанию **(_:112) Авар. пуск T превыш.** = ***300 c***

Параметр **Авар. пуск T превыш.** используется для уставки времени, в течение которого блокировка отключения должна оставаться активной после получения дискретного входного сигнала **>Аварийный Пуск**. При получении входного сигнала предполагается разгрузка защищаемого объекта. Значение уставки Авар. пуск T превыш. следует задавать достаточно большим, чтобы значение тепловой памяти снизилось ниже порога возврата после охлаждения. Величина времени должна быть одного порядка со значением **Пост.времени охлажд.**. В приведенном примере принято значение 105 мин (6300 с).

Параметр: Коэффициент K

- Уставка по умолчанию **(_:106) Коэффициент K** = ***1,10***

Параметр **Коэффициент K** используется для описания предельного значения максимальной длительно допустимой нагрузки. Базовым током для определения перегрузки является номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном, объекта}$ (двигатель, генератор, трансформатор). Если двигатели разработаны в соответствии с температурным классом F, а работают в соответствии с классом B, то допустимо выбирать значение, равное 1,1 крат номинального тока (**Коэффициент K** = ***1,1***). В случае с трансформаторами возможно значение коэффициентов **K** от **1,15** до не более чем **2,1**.

Параметр **Коэффициент K** может быть определен на основе термически допустимого длительного тока $I_{макс, доп}$:

$$\text{Коэффициент } K = \frac{I_{\text{макс.доп.}}}{I_{\text{ном.об.}}}$$

[fotolpkf-100810-01.tif, 2, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные о термически допустимом длительном токе защищаемого объекта можно найти в соответствующих таблицах, кривых термической стойкости или в технических данных от производителя.

ПРИМЕР

Двигатель и трансформатор со следующими характеристиками

Длительно допустимый ток: $I_{\text{макс.доп.}} = 1{,}1\ I_{\text{ном.двиг}}$

Номинальный ток двигателя: $I_{\text{ном. двиг}} = 1100$ A

Выбранный **коэффициент K** равен 1,1

Параметр: Тепловая пост. времени

- Уставка по умолчанию **(_:110) Тепловая пост. времени** = ***900 с***

Параметр **Тепловая пост. времени** определяет характеристики отключения от ступени.

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Тепловая пост. времени** указан производителем электрической машины.

Например, для двигателя это значение находится в диапазоне от 10 до 30 минут. Возможны отклонения. Практическое значение параметра **Тепловая пост. времени** составляет ***15,12 мин***.

Если, с другой стороны, параметр **Тепловая пост. времени** не известен, а только имеется рабочая характеристика, то постоянная времени может быть получена из нее. Для этого определите **Коэффициент K** путем вычисления максимально допустимой перегрузки по току или предположив, что **Коэффициент K** (**Коэффициент K** = ***1,1***). Время срабатывания для текущего значения тока (например, 1,5 $I_{\text{ном, объекта}}$) может быть получено из этой характеристики срабатывания. Это значение тока должно быть близко к значению перегрузки по току.

Рабочие характеристики имеются как для холодного, так и для рабочего состояния. Для вычисления постоянной времени рекомендуется использовать характеристику срабатывания для **холодного** состояния.

Для вычисления параметра **Тепловая пост. времени** используйте формулу времени срабатывания. Его необходимо преобразовать в соответствии с постоянной времени τ_T. Для холодного состояния установите предварительное состояние нагрева на 0 ($I_{\text{предв.нагр.}} = 0$).

$$t = \tau_T \cdot \ln\left[\frac{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{\text{ном.об.}}}\right)^2 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{I_{\text{предв.нагр.}}}{I_{\text{ном.об.}}}\right)^2}{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{\text{ном.об.}}}\right)^2 - 1}\right]$$

[fo_konsmt_270912_01, 2, ru_RU]

ПРИМЕР

Для асинхронного двигателя

Коэффициент K = 1,1

Кривая характеристики класса 10 в соответствии с ANSI: При 1,5 $I/I_{\text{ном, об.}}$ из кривой характеристики получаем необходимое время срабатывания 700 с.

Следовательно, **Тепловая пост. времени** может быть рассчитан следующим образом:

$$700\ \text{с} = \tau_{\text{т}} \cdot \ln \left(\frac{\frac{1}{1{,}1^2}\left(\frac{1{,}5\, I_{\text{ном.об.}}}{I_{\text{ном.об.}}}\right)^2}{\frac{1}{1{,}1^2}\left(\frac{1{,}5\, I_{\text{ном.об.}}}{I_{\text{ном.об.}}}\right)^2 - 1} \right) = \tau_{\text{т}} \cdot 0{,}772$$

[fokonsta-310510-02.tif, 2, ru_RU]

Из этого получаем значение уставки 907 с для **Тепловая пост. времени**.

Параметр: Пост.времени охлажд.

- Уставка по умолчанию **(_:111) Пост.времени охлажд.** = ***3600 с***

Параметр **Пост.времени охлажд.** определяет характеристики охлаждения тепловой ступени. При остановке машины самоохлаждение (например, посредством рабочего колеса вентилятора) прекращается, и, следовательно, охлаждение займет значительно больше времени. Режим останова определяется путем контроля тока. Для параметра **Пост.времени охлажд.** выбирается семикратное значение тепловой постоянной времени в 6350 с (105 мин). Указанное значение получено опытным путем на практике.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пост.времени охлажд. Кратен тепловой постоянной времени и может быть получен из данных двигателя.

Параметр: Imакс тепл.

- Уставка по умолчанию **(_:107) Imакс тепл.** = ***2,5 A*** при $I_{\text{ном}}$ = 1 A

Параметр **Imакс тепл.** позволяет установить пороговое значение тока для параметра **повед. при I>Imакс. тепл.**. Если вычисление идет с учетом достаточно длительного времени пуска двигателя (более 25 с), то ограничение тока следует снизить до 2 x $I/I_{\text{ном, об.}}$.

Параметр: Iмин охл.

- Уставка по умолчанию **(_:108) Iмин охл.** = ***0,500 A***

При определении минимального тока **Iмин охл.** можно использовать ток холостого хода в качестве ориентира. Если данные недоступны, установите $0{,}05 I/I_{\text{ном.об}}$. Если ток оказывается ниже этой величины, производится автоматическое переключение на **Пост.времени охлажд.**.

Параметр: Увелич.темпер. при Iном

- Уставка по умолчанию **(_:109) Увелич.темпер. при Iном** = ***70 K***

В качестве значения превышения температуры задайте значение, возникающие при постоянной эксплуатации оборудования при номинальном токе и температуре окружающей среды ок. 40°C. Здесь номинальный ток является номинальным током защищаемого объекта. Значение температуры см. в технических данных оборудования или измерьте. Если при измерении номинального тока используется датчик температуры, вычтите фактическое значение температуры окружающей среды или температуры охлаждающего вещества из измеренного значения.

Выбрав данное задаваемое значение, в качестве ориентировочного можно использовать заданный класс температуры. Как правило, значение превышения температуры выражается в градусах Кельвина (К), которое применяется как есть. Если дана абсолютная температура, температуру окружающей среды следует вычесть. Как правило, данное значение составляет 40 °C.

Превышение температуры при максимально допустимом токе (***ϑмакс***) и **Увелич.темпер. при Iном** (***ϑном., об.***) можно преобразовать с помощью следующей формулы:

$$k^2 = \left(\frac{\Delta\vartheta_{макс.}}{\Delta\vartheta_{ном.об.}}\right)$$

[fo_ueb_for_Irated, 3, ru_RU]

ПРИМЕР:

Класс температуры **B** для непрерывной работы: допустимое превышение температуры = 80 K
В данном случае для $I_{ном}$ можно получить температуру 120°C (80 K + 40 °C) при использовании датчика температуры для измерения.
Класс температуры **F** как предельное тепловое значение: допустимое превышение температуры = 105 K.
Из этого следует значение максимальной температуры 155 °C (105 K + 40 °C).

На базе этих значений можно получить величину коэффициента K:

$$k^2 = \frac{\Delta\vartheta_{макс.об.}}{\Delta\vartheta_{ном,об.}} = \frac{105\ K}{80\ K} = 1{,}31 \qquad \rightarrow\ k = 1{,}146$$

[fo_bsp_kfaktor, 3, ru_RU]

Если выбрана уставка 1,1 для **Коэффициент K**, выбранное значение может рассматриваться как установившееся.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для электрических машин данные пределы могут изменяться в зависимости от типа охладителя.
Для определения задаваемого значения превышения температуры обратитесь к производителю.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Уставка по умолчанию **(_:113) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если модули расширения постоянно обеспечены оперативным питанием, то для ячейки можно использовать уставку по умолчанию.

Параметр: повед. при I>Imакс. тепл.

- Уставка по умолчанию **(_:114) повед. при I>Imакс. тепл.** = ***ограничение тока***

Параметр **повед. при I>Imакс. тепл.** используется для выбора процесса, с помощью которого функция будет реагировать на токи короткого замыкания. Чтобы предотвратить преждевременное отключение защиты от перегрузки при низких значениях постоянной времени и высоких токах короткого замыкания, можно изменить тепловую модель. Поскольку перегрузка по току, возникшая по причине пуска двигателя, также приводит к определенному нагреву обмотки статора, для электрических машин рекомендуется ограничение входного тока.

Значение параметра	Описание
ограничение тока	Входные токи ограничены значением, заданным с помощью параметра **Imакс тепл.**. Если измеренное значение тока превышает установленное значение тока, на тепловую модель подается ограниченное значение тока. Рекомендуемое пороговое значение тока составляет приблизительно 2-2,5 $I_{ном, об}$.
фикс. тепл. мод.	Если входной ток превышает значение параметра **Imакс тепл.**, тепловая модель будет заблокирована на то время, пока значение параметра превышено. Это значение параметра обеспечивает совместимость со **старыми устройствами**!

Параметр: Датчик температуры

- Уставка по умолчанию **(_:44) Датчик температуры** = ***нет***

Параметр **Датчик температуры** позволяет определить датчик температуры, используемый для обнаружения температуры окружающей среды.

Температурный датчик (RTD = Резистивный температурный датчик) используется для измерения температуры окружающей среды защищаемого объекта, а его подключение к устройству осуществляется через блок RTD. Функция **Трехфазная защита от тепловой перегрузки - Расширенная** получает измеренное значение температуры посредством функции **RTD-блок Ether.** или **RTD-блок посл.** от функциональной группы **Аналоговый трансформатор**.

Параметр: T по умолчанию

- Уставка по умолчанию **(_:118) T по умолчанию** = ***40 °C***

При следующих условиях **T по умолчанию** задается как температура окружающей среды:

- Датчик для измерения температуры окружающей среды не подключен.
- Произошел сбой при измерении температуры: последнее измеренное значение температуры ниже, чем **T по умолчанию**.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Мин. температура

- Уставка по умолчанию **(_:117) Мин. температура** = ***-20 °C***

Если измеренное значение температуры окружающей среды падает ниже значения уставки, значение уставки рассматривается как значение температуры окружающей среды. Если система защиты от перегрузки работает с предустановленным значением внешней температуры и эта температура падает ниже значения уставки параметра **Мин. температура**, также используется **Мин. температура**.

6.63.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
49 ТеплПерегр#				
_:1	49 ТеплПерегр#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	49 ТеплПерегр#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	49 ТеплПерегр#:I сигн.тепл.перегр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:104	49 ТеплПерегр#:Θ. сигн.тепл.перегр.		50 % до 100 %	90 %
_:105	49 ТеплПерегр#:Раб.по уст.возвр.		50 % до 99 %	90 %

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:112	49 ТеплПерегр#:Авар. пуск Т превыш.		0 с до 15000 с	300 с
_:106	49 ТеплПерегр#:Коэффициент K		0.10 до 4.00	1.10
_:110	49 ТеплПерегр#:Тепловая пост. времени		10 с до 60000 с	900 с
_:111	49 ТеплПерегр#:Пост.времени охлажд.		10 с до 60000 с	3600 с
_:107	49 ТеплПерегр#:Iмакс тепл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	12.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	12.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	12.500 A
_:108	49 ТеплПерегр#:Iмин охл.	1 A при 100 Iном	0.000 A до 10.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.00 A до 50.00 A	2.50 A
		1 A при 50 Iном	0.000 A до 10.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.00 A до 50.00 A	2.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	2.500 A
_:109	49 ТеплПерегр#:Увелич.темпер. при Iном		40 K до 200 K	70 K
_:113	49 ТеплПерегр#:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
_:114	49 ТеплПерегр#:повед. при I>Iмакс. тепл.		• ограничение тока • фикс. тепл. мод.	ограничение тока
_:118	49 ТеплПерегр#:T по умолчанию		-55°C до 55°C	40°C
_:117	49 ТеплПерегр#:Мин. температура		-55°C до 40°C	-20°C
_:44	49 ТеплПерегр#:Датчик температуры		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.63.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
49 ТеплПерегр#			
_:500	49 ТеплПерегр#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	49 ТеплПерегр#:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:502	49 ТеплПерегр#:>Аварийный Пуск	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:54	49 ТеплПерегр#:Неактивно	SPS	O
_:52	49 ТеплПерегр#:Режим работы	ENS	O
_:53	49 ТеплПерегр#:Статус исправности	ENS	O
_:301	49 ТеплПерегр#:Сигн.по току	SPS	O
_:302	49 ТеплПерегр#:Сигн.при тепл.перегр.	SPS	O
_:303	49 ТеплПерегр#:Блок.включение	SPS	O
_:55	49 ТеплПерегр#:Пуск	ACD	O
_:300	49 ТеплПерегр#:Только ав.сообщ.срб.	ACT	O
_:57	49 ТеплПерегр#:Работа	ACT	O
_:304	49 ТеплПерегр#:Время до включения	MV	O
_:305	49 ТеплПерегр#:Время до отключения	MV	O
_:306	49 ТеплПерегр#:Перегрузка ф. A	MV	O
_:307	49 ТеплПерегр#:Перегрузка ф. B	MV	O
_:308	49 ТеплПерегр#:Перегрузка ф. C	MV	O
_:309	49 ТеплПерегр#:Макс. перегрузка	MV	O
_:310	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток ф.A	MV	O
_:311	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток ф.B	MV	O
_:312	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток ф.C	MV	O
_:313	49 ТеплПерегр#:Макс.эквив.ток	MV	O

6.64 Защита от тепловой перегрузки 1-фазная

6.64.1 Обзор функций

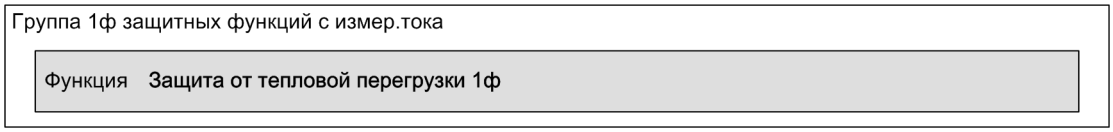
Функция **Защита от тепловой перегрузки 1-фазная** (ANSI 49) используется для:

- Защита оборудования (реакторов и резисторов в нейтральной точке трансформатора) от тепловой перегрузки

6.64.2 Структура функции

Функция **Защита от тепловой перегрузки 1-фазная** используется в 1-фазных функциональных группах защиты с измерением тока.

Функция **Защита от тепловой перегрузки, 1-фазная** сконфигурирована на заводе и не имеет ступеней.

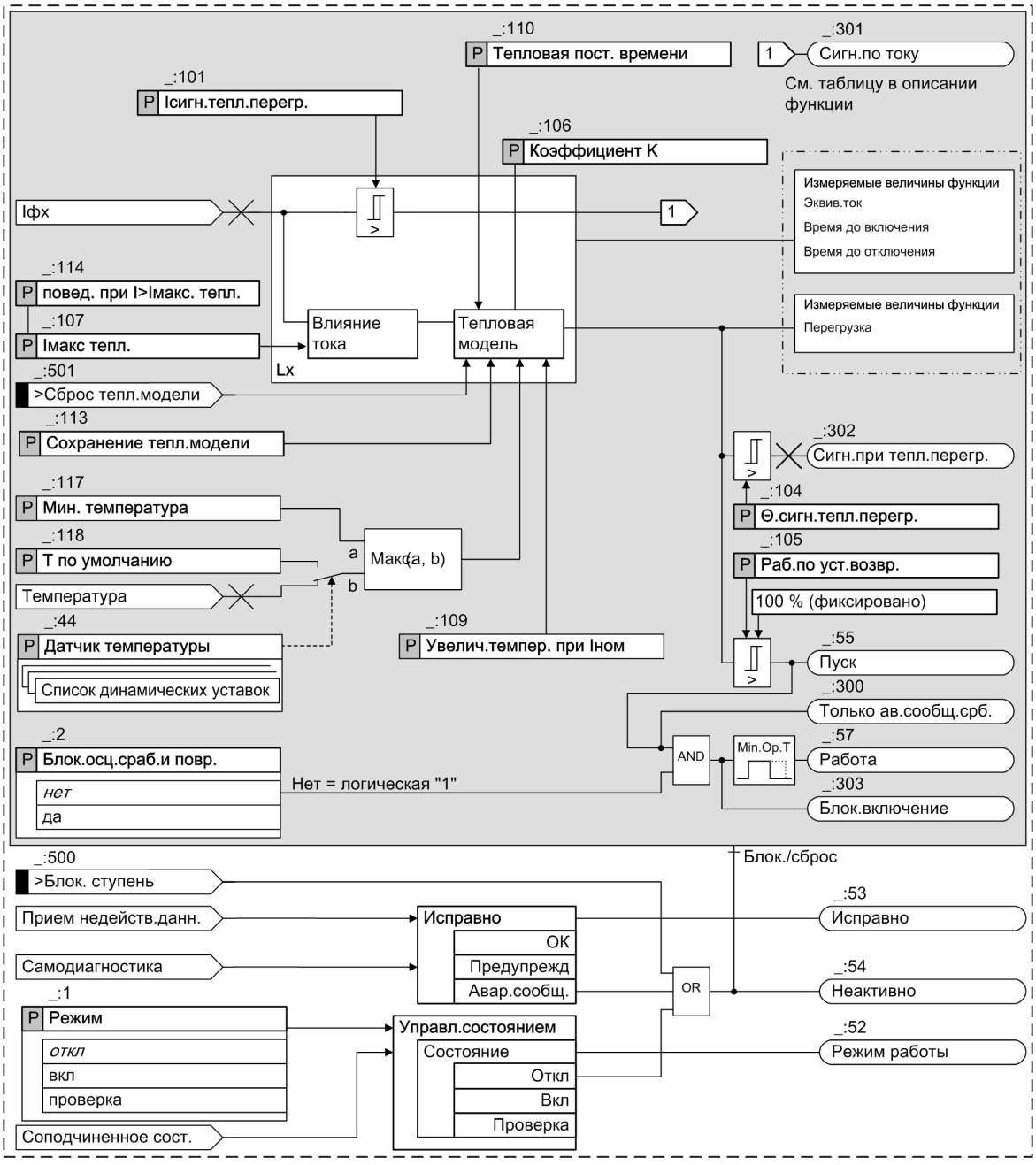


[dwtolp1p-270613-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-473 Структура функции

6.64.3 ОпиАналоговые блокисание функции

Логика



[lotolp1p-250713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-474 Логическая схема функции защиты от тепловой перегрузки

Тепловая модель

Функция защиты рассчитывает превышение температуры на основании тока, протекающего в защищаемом объекте (например, реактор или сопротивление в нейтральной точке трансформатора) согласно тепловой модели для однородного объекта, в соответствии с дифференциальным уравнением

$$I_{o.e.}^2 = \tau_{th} \frac{d\Theta}{dt} + \Theta - \Theta_U$$

[fodiffgl-310510-01.tif, 2, ru_RU]

Если представить

$$I_{o.e.} = \frac{I}{I_{макс.}} = \frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}} \qquad \Theta = \frac{\vartheta}{\vartheta_{макс.}} = \frac{\vartheta}{k^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

$$\tau_{th} = R_\tau \cdot C_\tau \qquad \Theta_U = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\,°C}{\vartheta_{макс.}} = \frac{\vartheta_{окр.} - 40\,°C}{k^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

[fonormie-310510-01.tif, 2, ru_RU]

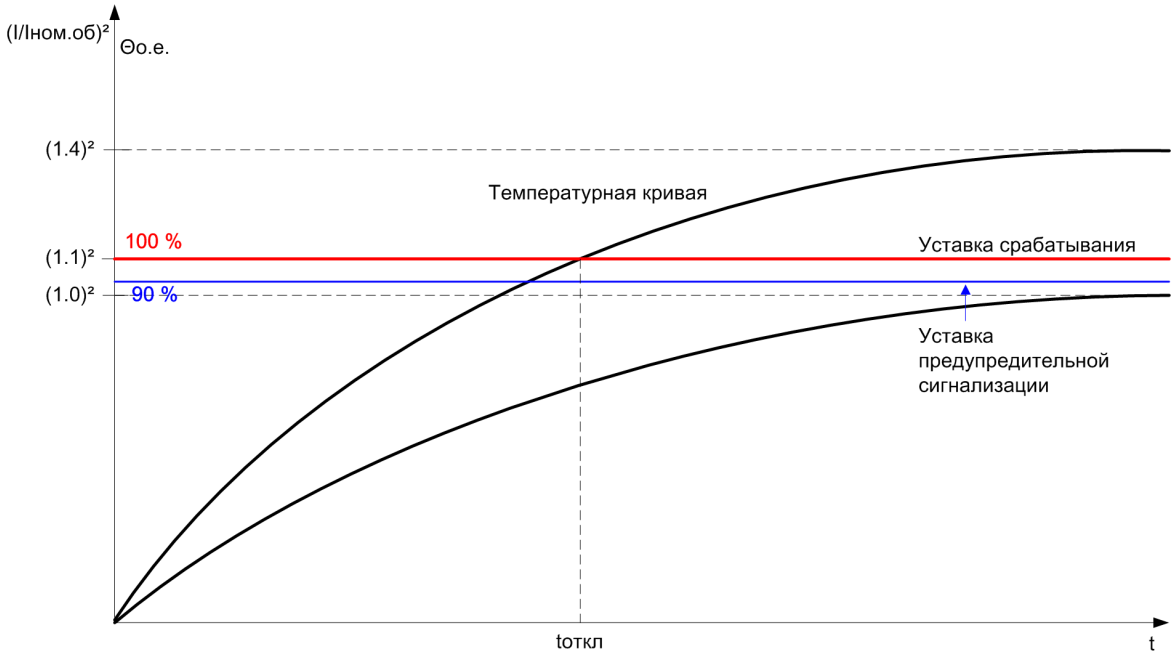
Θ	Текущая температура, отнесенная к конечной температуре при максимальном допустимом токе k $I_{ном, об}$
Θ_U	Стандартизированная температура окружающей среды, которая с помощью $\vartheta_{окр}$ описывает связанную температуру окружающей среды. В качестве температуры окружающей среды $\vartheta_{окр}$ может выступать измеренная или предварительно заданная с помощью параметра **Т по умолчанию** температура окружающей среды.
$\Delta\vartheta_{ном. об.}$	Превышение температуры защищаемого объекта при номинальном токе над температурой окружающей среды
τ_{th}	Тепловая постоянная времени защищаемого объекта (нагрев/охлаждение)
k	Этот коэффициент указывает максимальный допустимый длительный фазный ток. Коэффициент соотносится с номинальным током защищаемого объекта ($k = I_{макс}/I_{ном.об}$)
$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта

При этом $I_{ном.об}$ – это номинальный ток защищаемого объекта.

В установившемся режиме решением дифференциального уравнения тепловой модели является экспоненциальная функция, асимптота которой представляет конечную температуру $\Theta_{кон}$. Постоянная времени τ_T определяет возрастание температуры. При достижении порогового значения $\Theta_{пред}$ (**Θ. сигн. тепл. перегр.**) выдается предупредительное сообщение.

Если будет превышено значение $\Theta_{откл}$ (температура отключения), то немедленно будет выдано сообщение о срабатывании защиты. Это пороговое значение задается как 100% и соответствует конечной температуре, задаваемой при протекающем длительно допустимом токе ($I_{макс}$).

Рисунок 6-475 показывает рост температуры при различных токах перегрузки и пороговых значениях мониторинга.



[dwtempve-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-475 Изменение температуры при различных токах нагрузки (**Коэффициент К** = ***1,1***)

Текущее превышение температуры можно получить из рабочих измеряемых величин. Оно отображается в процентах. Показание 100% говорит о том, что достигнут порог срабатывания защиты от тепловой перегрузки.

Анализ действующих значений токов в широком частотном диапазоне также включает и гармонические составляющие. Эти гармонические составляющие вносят вклад в рост температуры защищаемого объекта.

Температура окружающей среды

Данная функция учитывает температуру окружающей среды. Опорная температура тепловой модели равна 40 °C. Если температура окружающей среды падает ниже приведенной опорной, тепловой предел повышается. То есть оборудование может выдержать большие тепловые перегрузки. Если температура окружающей среды выше, условия изменяются.

Параметр **T по умолчанию** позволяет зафиксировать температуру окружающей среды. Параметр **Мин. температура** ограничивает связанную температуру окружающей среды. Если измеренная температура окружающей среды значения уставки Мин. температура, то при расчетах тепловой модели используется значение параметра Мин. температура.

Температура окружающей среды соотносится с перегревом защищаемого объекта, который задает для себя значение номинального тока (параметр **Увелич.темпер. при Iном**).

Измерение температуры окружающей среды регистрируется с помощью внутреннего резистивного датчика температуры и предоставляется функциями **RTD-блок Ether** или **RTD-блок посл.** в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Параметр **Датчик температуры** позволяет выбрать соответствующий датчик температуры.

Если измерение температуры прерывается, например из-за обрыва цепи между устройством и резистивным датчиком температуры, устройство сообщает об этом. В данном случае процесс продолжается с последней измеренной температурой или значением, заданным в параметре **T по умолчанию**, в зависимости от того, какое значение будет более высоким.

Влияние тока

Применяется тепловая модель, соответствующая однокорпусному оборудованию и имеющая ограничения для токов перегрузки (короткие замыкания). Во избежание излишних срабатываний защиты от

перегрузки тепловая модель должна учитывать и повышенные токи (превышение $\mathbf{1}_{\text{предел}}$). Для этого предусмотрено два алгоритма:

- Блокировка памяти тепловой модели
- Ограничение входного тока для тепловой модели. При этом возрастание температуры при больших токах **замедляется**.

Уставки предупредительной сигнализации

При превышении расчетным значением перегрева величины уставки Θ.сигн.тепл.перегр. устройством защиты выдается предупредительное сообщение Сигн.при тепл.перегр. Это дает оперативному персоналу некоторое время до аварийного отключения, для проведения мероприятий по снижению нагрузки. Обычно **Коэффициент K** задается ***1,1*** при памяти тепловой модели для длительно протекающего номинального тока 83%.

Кроме Θ.сигн.тепл.перегр. имеется возможность задать уставку по току Iсигн.тепл.перегр. для сигнальной ступени защиты. При превышении измеренным током данной уставки устройством выдается предупредительное сообщение Сигн.по току.

Возврат команды отключения

Если температура становится меньше заданного значения **Раб.по уст.возвр.**, команда отключения возвращается. И наоборот, токовая предупредительная уставка и предупредительная уставка по температуре уменьшаются при фиксированном пороговом значении возврата (см. Технические данные).

Сохранение тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты

Характеристики тепловой модели могут управляться с помощью задаваемого параметра **Сохранение тепл.модели** до момента потери оперативного напряжения. Вы можете хранить состояние тепловой модели в течение 500 минут без оперативного питания. Если напряжение питания восстанавливается, тепловая модель продолжает функционировать с сохраненным тепловым состоянием.

Если тепловая модель не сохраняется, то она будет сброшена до 0 при потере напряжения оперативного питания.

Сброс тепловой модели

Память тепловой модели можно сбросить с помощью входного сообщения **>Сброс тепл.модели**. После сброса тепловая модель будет иметь значение 0. Изменение параметрирования также приведет к сбросу памяти тепловой модели.

Блокировка функции

Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции. Функцию можно заблокировать по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе **>Блок. ступень**.

При этом все сообщения возвращаются, а значение температуры модели устанавливается на 0.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал **Блок.включение**. Этот сигнал выдается, если температура отключения превышена, и сбрасывается, если температура опускается ниже порогового значения возврата.

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:310) Эквивал.ток	Кроме измеряемых величин температуры в процентах, также выводится и эквивалентный ток, в качестве измеряемого значения тока по отношению к температуре (А или кА). Токовый эквивалент – это первичный ток, который соответствует измеренной величине температуры в процентах в условиях установившегося режима.
(_:304) Время до включения	Параметр **Время до включения** - это ожидаемое время до момента, когда можно будет выполнить повторное включение защищаемого объекта. Расчет этого значения выполняется на предположении, что токи постоянны. Затем значение тепловой модели станет меньше порога возврата.
(_:305) Время до отключения	Значение **Время до отключения** — это ожидаемое время до момента отключения (когда будет превышено значение 100 %). Расчет этого значения выполняется на предположении, что токи постоянны.
(_:306) Перегрузка	Значение **Перегрузка** показывает текущую температуру защищаемого объекта в процентах. Отключение происходит при превышении значения 100 %.

6.64.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Iсигн.тепл.перегр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Iсигн.тепл.перегр.** = ***1,1 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Установите пороговое значение, равное максимальному длительно допустимому току ($I_{макс, доп}$). Получится значение уставки то же, что и для **Коэффициент K**.

Параметр: Θ.сигн.тепл.перегр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:104) Θ.сигн.тепл.перегр.** = ***90 %***

Уставку по умолчанию **Коэффициент K** можно оставить равной 1,1, так как память теплового значения самостоятельно устанавливается на 83 % при длительном протекании номинального тока. При расчете используется правило пропорции: 100 % соответствует (**Коэффициент K**)^2, а x % соответствует 1^2.

$$\frac{\Theta}{\Theta_{откл}} = \frac{100\,\%}{k^2} = 83\,\%$$

[fowarnsc-100810-01.tif, 2, ru_RU]

При значении **Коэффициент K** равном 1,05, тепловая память при номинальном токе заполнена на 91 %. Увеличьте значение **Θ.сигн.тепл.перегр.** до 95 %.

Параметр: Раб.по уст.возвр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:105) Раб.по уст.возвр.** = ***90 %***

Параметр **Раб.по уст.возвр.** используется для отмены пуска и отключения, когда значение падает ниже этого порогового значения. Рекомендуется значение уставки, равное пороговому значению сигнальной ступени по температуре. Для особых случаев применения, когда требуется дополнительное охлаждение или более продолжительная блокировка включения, возможен выбор более низких значений уставок.

Расчет рабочей измеряемой величины **Время до включения** относится к этому значению.

Параметр: Коэффициент K

- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Коэффициент K** = ***1,1***

Параметр **Коэффициент K** используется для описания предельного значения максимальной длительно допустимой нагрузки. Базовым током для определения перегрузки является номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном, об}$ (например, сопротивление).

Параметр **Коэффициент K** может быть определен на основе термически допустимого длительного тока $I_{макс, доп}$:

$$\text{Коэффициент K} = \frac{I_{макс.доп.}}{I_{ном.об.}}$$

[fotolpkf-100810-01.tif, 2, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные о термически допустимом длительном токе защищаемого объекта можно найти в соответствующих таблицах или в технических данных от производителя.

Siemens рекомендует использовать значение по умолчанию, поскольку оно является типовыми значением для многих вариантов применения.

Параметр: Тепловая пост. времени

- Уставка по умолчанию **(_:110) Тепловая пост. времени** = ***900 с (15 мин)***

Параметр **Тепловая пост. времени** служит для определения характеристики срабатывания ступени. Если постоянная времени не указана, ее можно получить из других значений.

ПРИМЕР

Защита токоограничивающего сопротивления

Номинальный ток сопротивления: $I_{ном}$ = 100 A

Значения допустимого перегрева:

- 1,1 $I_{ном}$ постоянный (Коэффициент k = 1,1; k = 1,1)
- 1,5 $I_{ном}$ в течение 20 с из холодного состояния

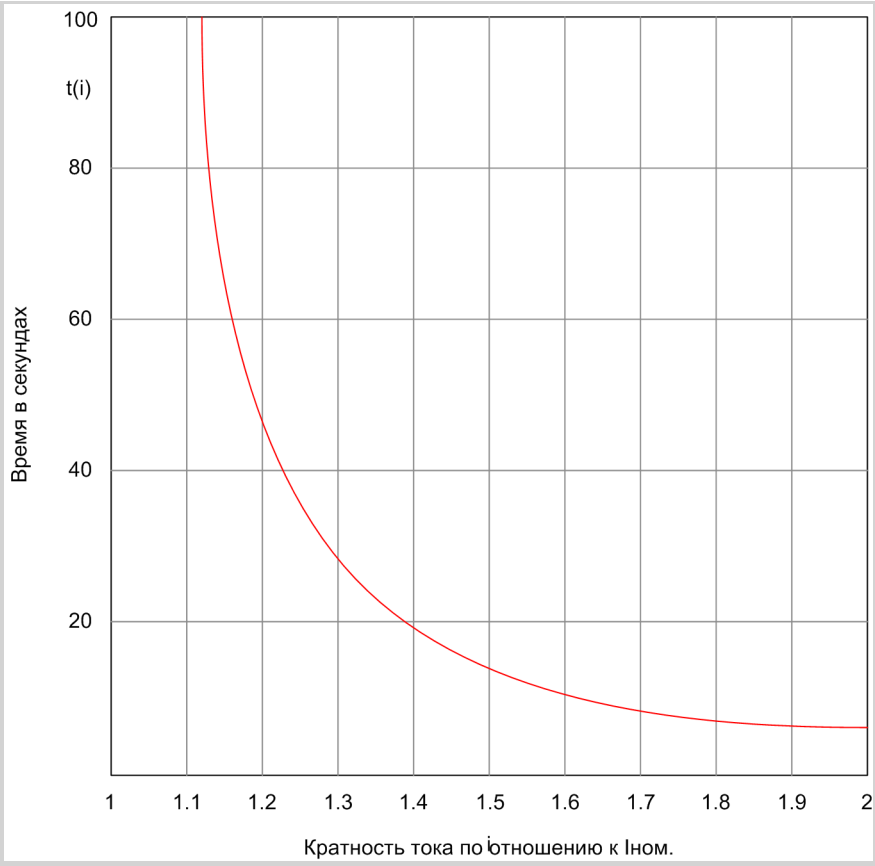
Из этих предполагаемых значений вытекает следующая постоянная времени:

$$\tau_T = t \cdot \left[\ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1} \right]^{-1} = 20\,с \cdot \left[\ln \frac{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2}{\left(\frac{1.5}{1.1}\right)^2 - 1} \right]^{-1} = 20\,с \cdot \left[\ln \frac{1.86}{0.86} \right]^{-1} \approx 26\,с$$

[fo_time_constance_11082015, 1, ru_RU]

Для **Тепловая пост. времени** установите 26 с.

Исходя из данных, характеристика, зависимая от времени, будет следующей. В случае увеличения тока до 1,5 $I_{ном}$ отключение происходит через 20 секунд.



[dwtime-dependent-110815-01.vsd, 1, ru_RU]

Параметр: Iмакс тепл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:107) Iмакс тепл.** = ***2,5 A*** при $I_{ном}$ = 1 A

Параметр **Iмакс тепл.** позволяет установить пороговое значение тока для параметра **повед. при I>Iмакс. тепл.**. Можно использовать выбранное пороговое значение тока 2,5 $I_{ном, объекта}$.

Параметр: Увелич.темпер. при Iном

- Уставка по умолчанию **(_:109) Увелич.темпер. при Iном** = ***70 K***

ПРИМЕЧАНИЕ

Для применения в качестве однофазной защиты от перегрузки температура окружающей среды, измеренная с помощью датчика температуры, не учитывается. Поэтому настройка не имеет значения. Можно сохранить настройку по умолчанию. Если учитывать температуру, необходимо обратить внимание на следующие описания.

В качестве значения превышения температуры задайте значение, возникающие при постоянной эксплуатации оборудования при номинальном токе и температуре окружающей среды ок. 40 °C. Здесь номинальный ток является номинальным током защищаемого объекта. Значение температуры см. в технических данных оборудования или измерьте. Если при измерении номинального тока используется датчик температуры, вычтите фактическое значение температуры окружающей среды или температуры охлаждающего вещества из измеренного значения.

Выбрав данное задаваемое значение, в качестве ориентировочного можно использовать заданный класс температуры. Как правило, значение превышения температуры выражается в градусах Кельвина (К), которое применяется как есть. Если дана абсолютная температура, температуру окружающей среды следует вычесть. Как правило, данное значение составляет 40 °C.

Превышение температуры при максимально допустимом токе (***ϑмакс***) и **Увелич.темпер. при Iном** (***ϑном.,об.***) можно преобразовать с помощью следующей формулы:

$$k^2 = \left(\frac{\Delta\vartheta_{\text{макс.}}}{\Delta\vartheta_{\text{ном.об.}}}\right)$$

[fo_ueb_for_Irated, 3, ru_RU]

ПРИМЕР:

Класс температуры **B** для непрерывной работы: допустимое превышение температуры = 80 K
В данном случае для $I_{ном}$ можно получить температуру 120 °C (80 K + 40 °C) при использовании измерительного датчика.
Класс температуры **F** как предельное тепловое значение: допустимое превышение температуры = 105 K.
В данном случае максимальная вычисленная температура составляет 155 °C (105 K + 40 °C).
На базе этих значений также можно получить величину коэффициента K.

$$k^2 = \frac{\Delta\vartheta_{\text{макс.об.}}}{\Delta\vartheta_{\text{ном,об.}}} = \frac{105\ \text{K}}{80\ \text{K}} = 1{,}31 \qquad \rightarrow\ k = 1{,}146$$

[fo_bsp_kfaktor, 3, ru_RU]

При выборе задаваемого значения 1,1 для **Коэффициент K** выбранное значение может рассматриваться как установившееся.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Рекомендуемое значение уставки **(_:113) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если устройство подключено к постоянному оперативному напряжению отдельных блоков, то можно оставить уставку по умолчанию.

Параметр: повед. при I>Imакс. тепл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:114) повед. при I>Imакс. тепл.** = ***ограничение тока***

Параметр **повед. при I>Imакс. тепл.** используется для выбора процесса, с помощью которого функция будет реагировать на токи короткого замыкания. Чтобы предотвратить преждевременное отключение защиты от перегрузки при низких значениях постоянной времени и высоких токах короткого замыкания, можно изменить тепловую модель.
Уставка по умолчанию выбрана для совместимости с устройствами SIPROTEC 4. При необходимости учета дальнейшего роста температуры рекомендуется использовать процедуру **ограничение тока**.

Значение параметра	Описание
ограничение тока	Входной ток ограничен значением, заданным в параметре **Imакс тепл.**. Если измеренное значение тока превышает установленное значение тока, на тепловую модель подается ограниченное значение тока. Рекомендуемое пороговое значение тока составляет приблизительно 2-2,5 $I_{ном, об}$.
фикс. тепл. мод.	Если входной ток превысит значение параметра **Imакс тепл.**, тепловая модель будет заблокирована на время превышения. Это значение параметра обеспечивает совместимость со старыми устройствами!

Параметр: Датчик температуры

- Уставка по умолчанию **(_:44) Датчик температуры** = ***нет***

Параметр **Датчик температуры** позволяет определить датчик температуры, используемый для обнаружения температуры окружающей среды.

Датчик температуры окружающей среды (резистивный датчик температуры) используется для измерения температуры окружающей среды защищаемого объекта и подачи ее в устройство через резистивный датчик температуры. Функция **Защита от тепловой перегрузки** получает измеренное значение температуры посредством функции **RTD-блок Ether.** или **RTD-блок посл.** от функциональной группы **Аналоговые блоки**.

Параметр: T по умолчанию

- Рекомендуемое значение уставки **(_:118) T по умолчанию** = ***40 °C***

При следующих условиях **T по умолчанию** задается как температура окружающей среды:

- Датчик температуры для измерения температуры окружающей среды не подключен.
- Измерение температуры прерывается и измеренное значение температуры ниже **T по умолчанию**.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Мин. температура

- Уставка по умолчанию **(_:117) Мин. температура** = ***-20 °C***

Если измеренная температура окружающей среды снижается ниже заданного значения, заданное значение принимается в качестве температуры окружающей среды. Если защита от перегрузки работает при заданной внешней температуре и данная температура падает ниже значения, заданного в параметре **Мин. температура**, также можно использовать **Мин. температура**.

6.64.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
49 ТеплПерегр#				
_:1	49 ТеплПерегр#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	49 ТеплПерегр#:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:101	49 ТеплПерегр#:I сигн.тепл.перегр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:104	49 ТеплПерегр#:Θ. сигн.тепл.перегр.		50 % до 100 %	90 %
_:105	49 ТеплПерегр#:Раб.по уст.возвр.		50 % до 99 %	90 %
_:106	49 ТеплПерегр#:Коэффициент K		0.10 до 4.00	1.10
_:110	49 ТеплПерегр#:Тепловая пост. времени		10 с до 60000 с	900 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:107	49 ТеплПерегр#:Iмакс тепл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	12.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	12.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	12.500 A
_:109	49 ТеплПе-регр#:Увелич.темпер. при Iном		40 K до 200 K	70 K
_:113	49 ТеплПерегр#:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
_:114	49 ТеплПерегр#:повед. при I>Iмакс. тепл.		• ограничение тока • фикс. тепл. мод.	ограничение тока
_:118	49 ТеплПерегр#:T по умолчанию		-55°C до 55°C	40°C
_:117	49 ТеплПерегр#:Мин. температура		-55°C до 40°C	-20°C
_:44	49 ТеплПерегр#:Датчик температуры		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.64.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
49 ТеплПерегр#			
_:500	49 ТеплПерегр#:>Блок. ступень	SPS	I
_:501	49 ТеплПерегр#:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:54	49 ТеплПерегр#:Неактивно	SPS	O
_:52	49 ТеплПерегр#:Режим работы	ENS	O
_:53	49 ТеплПерегр#:Статус исправности	ENS	O
_:301	49 ТеплПерегр#:Сигн.по току	SPS	O
_:302	49 ТеплПерегр#:Сигн.при тепл.перегр.	SPS	O
_:303	49 ТеплПерегр#:Блок.включение	SPS	O
_:55	49 ТеплПерегр#:Пуск	ACD	O
_:300	49 ТеплПерегр#:Только ав.сообщ.срб.	ACT	O
_:57	49 ТеплПерегр#:Работа	ACT	O
_:304	49 ТеплПерегр#:Время до включения	MV	O
_:305	49 ТеплПерегр#:Время до отключения	MV	O
_:306	49 ТеплПерегр#:Перегрузка	MV	O
_:310	49 ТеплПерегр#:Эквивал.ток	MV	O

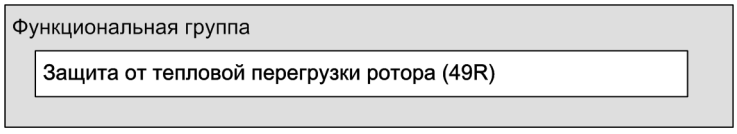
6.65 Защита ротора от тепловой перегрузки

6.65.1 Обзор функций

Функция **Защита от тепловой перегрузки ротора (ANSI 49R)** используется для защиты ротора асинхронных двигателей от тепловых перегрузок. Если температура ротора превышает максимально допустимую температуру (которая составляет 100% перегрузки ротора), формируется рабочее или предупреждающее сообщение.

6.65.2 Структура функции

Функция **Перег.рот.** используется в специальных функциональных группах защиты. В функциональной группе защиты может быть использована только одна **Перег.рот.** .

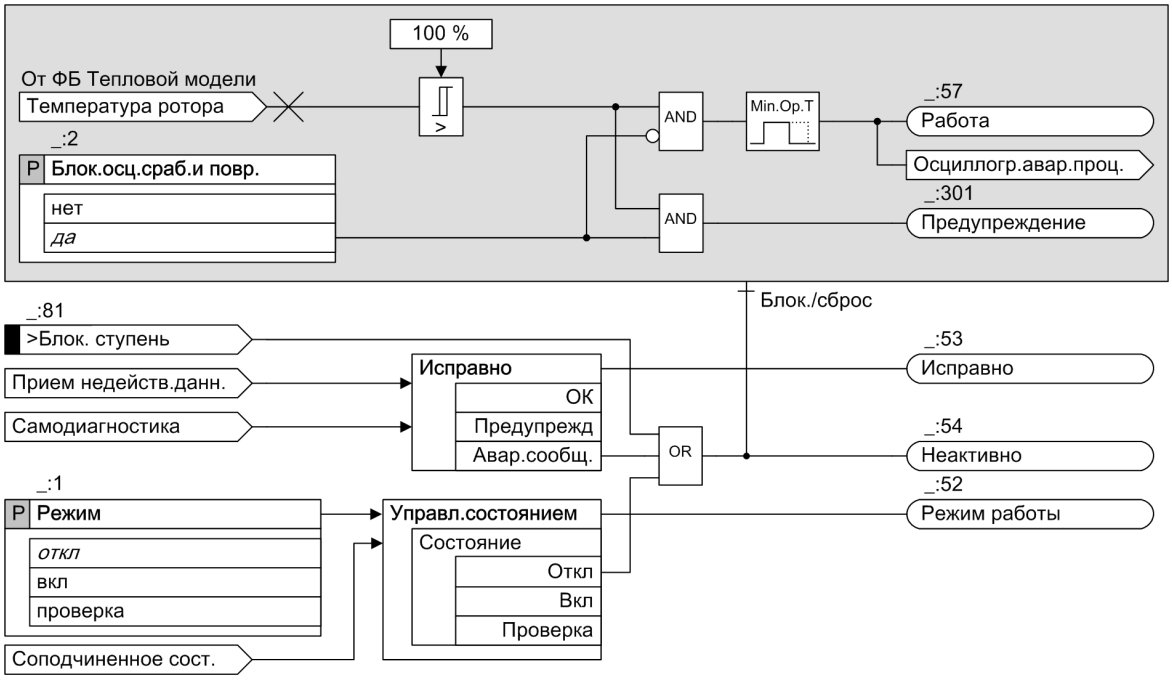


[dwrtheov-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 6-476 Структура/реализация функции

6.65.3 Описание функции

Логическая схема ступени



[lotherov-300712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 6-477 Логическая схема функции защиты ротора от тепловой перегрузки (Перег.рот. Защита)

Температура ротора

Данные **Температуры ротора** поступают из функционального блока **Тепл.мод.рот.**. **Температура ротора** рассчитывается в процентах от максимально допустимой тепловой нагрузки ротора.

Режим работы и осциллографирование

Пороговое значение зафиксировано на уровне 100%. Как только тепловая нагрузка ротора превышает 100%, функция срабатывает. Осциллографирование и регистрация повреждений начинаются с сигнала срабатывания.

Если параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** установлен равным ***да*** , появляется предупредительное сообщение. Осциллографирование и регистрация повреждений не запускаются.

6.65.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию = **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр. = *да***

Если вы хотите, чтобы ступень имела только предупредительные сообщения, задайте параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** равным ***да***. После этого сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений не запускаются.

6.65.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
49R Перег.рот.				
_:1	49R Перег.рот.:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	49R Перег.рот.:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да

6.65.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
49R Перег.рот.			
_:81	49R Перег.рот.:>Блок. ступень	SPS	I
_:53	49R Перег.рот.:Статус исправности	ENS	O
_:54	49R Перег.рот.:Неактивно	SPS	O
_:52	49R Перег.рот.:Режим работы	ENS	O
_:57	49R Перег.рот.:Работа	ACT	O
_:301	49R Перег.рот.:Предупреждение	SPS	O

6.66 Защита от тепловой перегрузки, характеристика, определяемая пользователем

6.66.1 Обзор функций

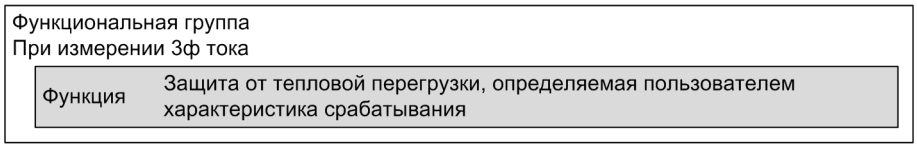
Функция **Защита от термической перегрузки, определяемая пользователем характеристика** (ANSI 49) используется для:

- Защиты оборудования (двигатели, генераторы и трансформаторы) от тепловых перегрузок
- Реализации характеристики перегрузки, определенной производителем для конкретного оборудования, например, шунтирующие реакторы
- Контроля теплового состояния электродвигателей, генераторов и трансформаторов

6.66.2 Структура функции

Функция **Защита от тепловой перегрузки, определяемая пользователем характеристика** принадлежит к группе функций, использующих измерение трехфазного тока.

Функция **Защита от тепловой перегрузки, определяемая пользователем характеристика** сконфигурирована заранее и не имеет ступеней.

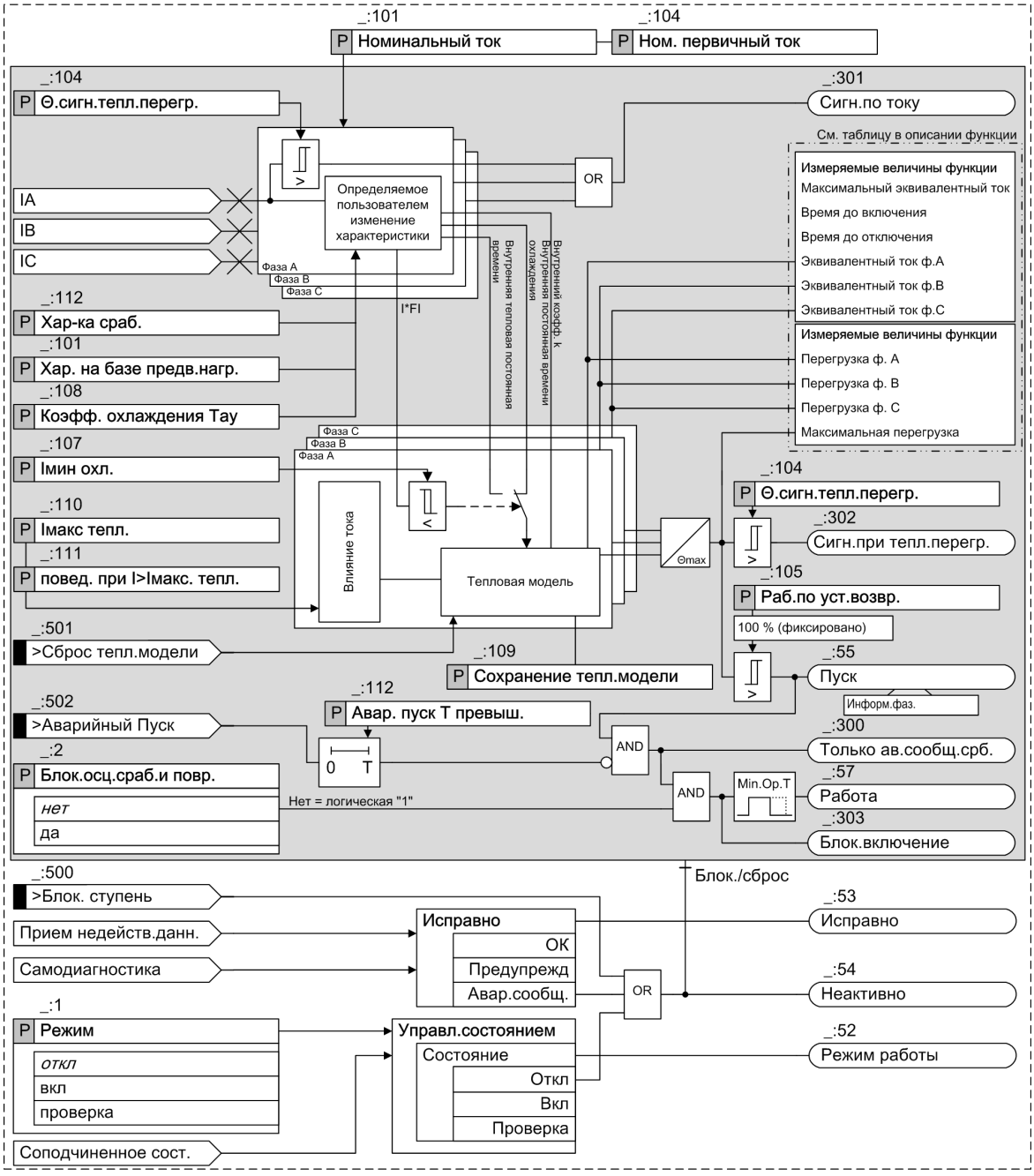


[dw_TOLP_UserCurveStr, 1, ru_RU]

Рисунок 6-478 Структура/реализация функции

6.66.3 Описание функции

Логика



[lo_TOLP_UserCurve_stage, 1, ru_RU]

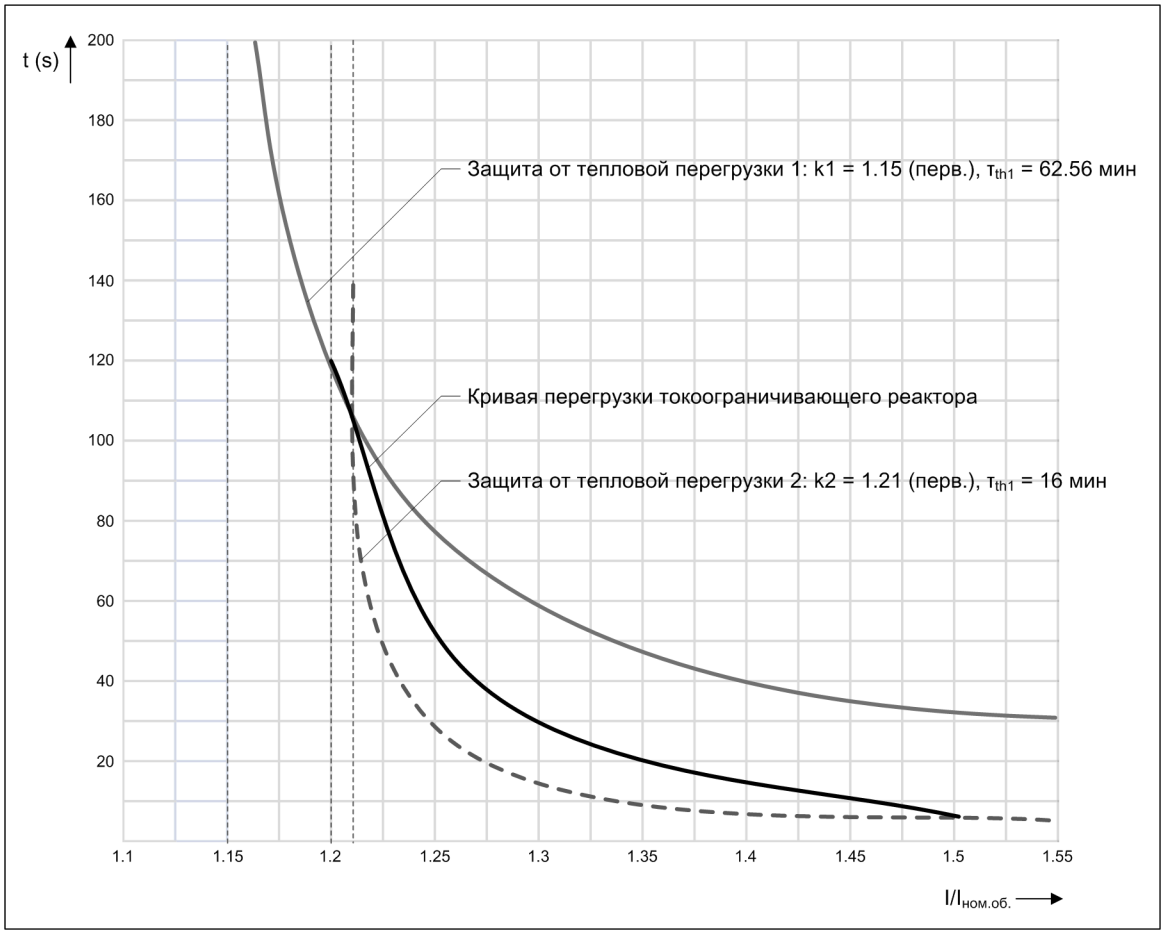
Рисунок 6-479 Логическая схема функции защиты от термической перегрузки, с определяемой пользователем характеристикой

(1) Параметр **(_:101) Номинальный ток** получен от защищаемого объекта.

(2) Параметр **(_:104) Ном. первичный ток** получен из используемого трансформатора тока.

Определяемая пользователем характеристика срабатывания

Для определенного оборудования (например, шунтирующие реакторы и трансформаторы) или для специальных применений производитель указывает кривую перегрузки. Эту кривую невозможно точно описать с помощью модели с одной характеристикой, поэтому могут возникать отклонения. На следующем рисунке показан пример предопределенной кривой перегрузки и 2 стандартных характеристик, основанных на модели с одной характеристикой.



[dw_TOLP_UserCurve_characteristic, 1, ru_RU]

Рисунок 6-480 Определяемая пользователем характеристика срабатывания с моделью стандартных характеристик

Расчет идентичен реализации стандартной функции **Трехфазная защита от тепловой перегрузки - Расширенная**. Дополнительную информацию можно найти в описании функции **Трехфазная защита от тепловой перегрузки - Расширенная**, начиная с главы *6.63.1 Обзор функций*.

Основные различия заключаются в следующем:

- Тепловая характеристика определена с гибкой характеристикой ($t_{откл} = f(I/I_{ном,об})$).
  - Первая точка характеристики имеет большое значение и используется для вычисления внутреннего k-коэффициента.
  - Точка при $I/I_{ном,об} = 1,5$ используется для расчета внутренней тепловой постоянной времени. Если точка при $I/I_{ном,об} = 1,5$ отсутствует, то для расчета внутренней тепловой постоянной времени используется точка, которая ближе всего к значению $I/I_{ном,об} = 1,5$ от значения $I/I_{ном,об} = 1.1$.
  - Точки устанавливаются в соответствии с максимально допустимым током нагрузки.

- Параметр **Хар. на базе предв.нагр.** описывает, для какой тепловой предварительной нагрузки применима определяемая пользователем характеристика срабатывания. Обычно такая кривая указана для защищаемых объектов при номинальной нагрузке.
- Параметр **Коэфф. охлаждения Tau** используется для определения постоянной времени охлаждения. Коэффициент умножается на внутреннюю рассчитанную постоянную времени.
- Тепловая модель основана на постоянной температуре окружающей среды 40 °C. Ее нельзя скорректировать с помощью внешнего измерения.

Тепловая модель

Функция защиты рассчитывает превышение температуры на основании фазных токов в соответствии с тепловой моделью для однородного объекта, в соответствии с дифференциальным уравнением

$$I_{o.e.}^2 = \tau_{th} \frac{d\theta}{dt} + \theta$$

[fo_TOLP_diffgl, 1, ru_RU]

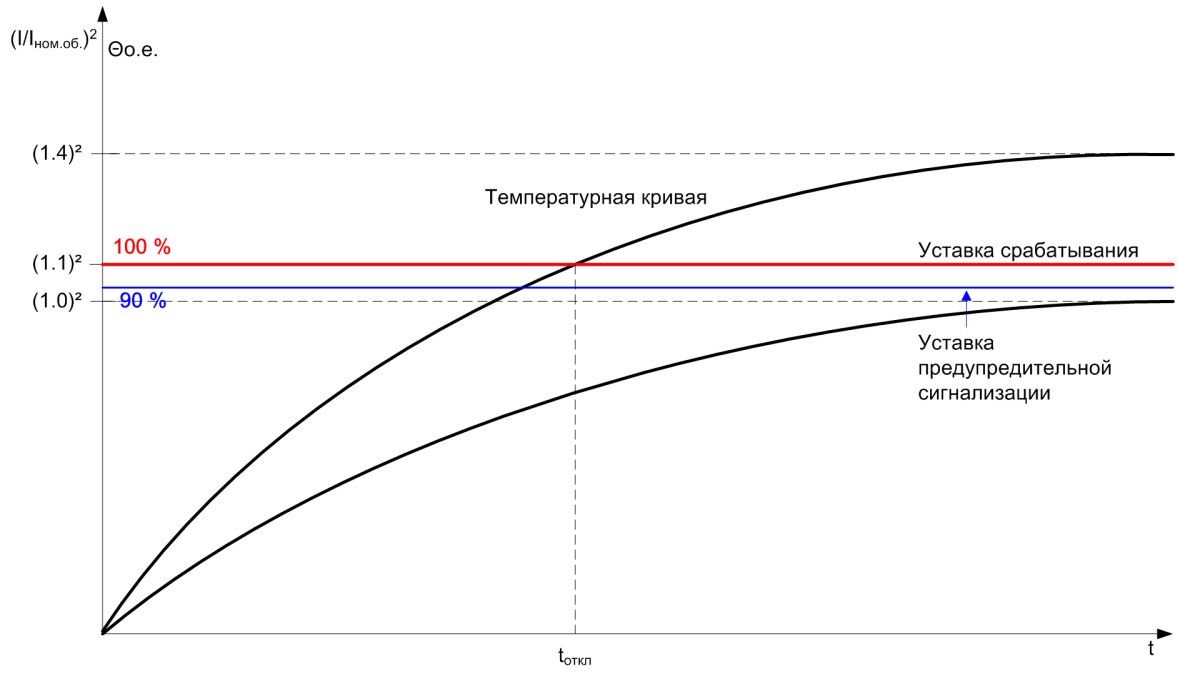
Если представить

$$I_{o.e.} = \frac{I}{I_{макс}} = \frac{I}{K \cdot I_{ном.об.}} \quad \theta = \frac{\vartheta}{\vartheta_{макс}} = \frac{\vartheta}{K^2 \cdot \Delta\vartheta_{ном.об.}}$$

$$\tau_{th} = R_T \cdot C_T$$

[fo_TOLP_normie, 1, ru_RU]

Θ	Текущая относительная температура перегрева объекта, выраженная в долях от установившейся температуры объекта при максимально допустимом длительно протекающем токе k * $I_{ном.об}$
$\Delta\vartheta_{ном. об.}$	Превышение температуры защищаемого объекта при номинальном токе над температурой окружающей среды
τ_{th}	Тепловая постоянная времени защищаемого объекта (нагрев/охлаждение) Значение рассчитывается внутри.
K	Этот коэффициент указывает максимальный допустимый длительный фазный ток. Коэффициент соотносится с номинальным током защищаемого объекта (k = $I_{макс}/I_{ном.об}$) и рассчитывается внутри.
$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта



[dw_TOLP_Temperature, 1, ru_RU]

Рисунок 6-481 Изменение температуры при различных токах нагрузки (**Коэффициент K = *1,1***)

Превышение температуры рассчитывается отдельно для каждой фазы. Текущее превышение температуры можно получить из рабочих измеряемых величин. Оно отображается в процентах. Показание 100 % говорит о том, что достигнут порог срабатывания защиты от тепловой перегрузки. С порогом срабатывания сравнивается температура наиболее нагретой фазы. Это означает, что во внимание принимается наибольший из трех фазных токов.

Анализ действующих значений токов в широком частотном диапазоне также включает и гармонические составляющие. Эти гармонические составляющие вносят вклад в рост температуры защищаемого объекта.

Влияние тока

Тепловая модель, соответствующая однокорпусному оборудованию, применяется только с ограничениями для токов перегрузки (короткие замыкания, пусковые токи двигателей). Во избежание излишних срабатываний защиты от перегрузки тепловая модель должна учитывать и повышенные токи (превышение $I_{уст}$). Для этого предусмотрено два алгоритма:

- Блокировка памяти тепловой модели
- Ограничение входного тока для тепловой модели. При этом возрастание температуры при больших токах **замедляется**.

Уставки предупредительной сигнализации

При превышении расчетным значением перегрева величины уставки Θ.сигн.тепл.перегр. устройством защиты выдается предупредительное сообщение Сигн.при тепл.перегр. Это дает оперативному персоналу некоторое время до аварийного отключения, для проведения мероприятий по снижению нагрузки. Если для первой уставки определяемой пользователем характеристики срабатывания установлено значение 1,1 от номинального тока, то тепловая память устанавливается на 83 % при длительном протекании номинального тока.

Кроме Θ.сигн.тепл.перегр. имеется возможность задать уставку по току Iсигн.тепл.перегр. для сигнальной ступени защиты. При превышении измеренным током данной уставки устройством выдается предупредительное сообщение Сигн.по току.

Возврат команды отключения

Если температура становится меньше заданного значения **Раб.по уст.возвр.**, команда отключения возвращается. И наоборот, токовая предупредительная уставка и предупредительная уставка по температуре уменьшаются при фиксированном пороговом значении возврата (см. Технические данные).

Сохранение тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты

С помощью параметра **Сохранение тепл.модели** пользователь может определить, следует ли сохранять данные тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты. Состояние тепловой модели можно сохранить на 500 минут без оперативного питания. Когда напряжение питания восстанавливается, тепловая модель продолжает функционировать с данными рассчитанными на момент потери питания.

Если тепловая модель не сохраняется, то она будет сброшена до 0 при потере напряжения оперативного питания.

Сброс тепловой памяти

Память тепловой модели можно сбросить с помощью входного сообщения **>Сброс тепл.модели**. После сброса тепловая модель будет иметь значение 0.

Аварийный запуск

При необходимости, несмотря на то что были превышены допустимые пределы температуры, можно заблокировать отключение или выполнить включение защищаемого объекта. Пока на входе имеется дискретный сигнал **>Аварийный Пуск**, отключение будет блокировано, а включение разрешено. Это не влияет на состояние памяти тепловой модели. После деактивации входа **>Аварийный Пуск** блокировка остается на заданное уставкой **Авар. пуск Т превыш.** время.

Блокировка функции

Блокировка приведет к сбросу сработавшей функции. Отключающую функцию можно заблокировать по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе **>Блок. ступень**.

При этом все сообщения возвращаются, а значение тепловой памяти не рассчитывается.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал **Блок.включение**. Этот сигнал выдается, если температура отключения превышена, и сбрасывается, если температура опускается ниже порогового значения возврата.

Функциональные измеряемые величины

Значения	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
(_:601:305) Время до отключения	Ожидаемое время до срабатывания защиты на отключение	с	с	с
(_:601:304) Время до включения	Время до разрешения включения	с	с	с
(_:601:306) Перегрузка ф. A	Величина тепловой перегрузки фазы	%	%	Температуры отключения
(_:601:307) Перегрузка ф. B				
(_:601:308) Перегрузка ф. C				
(_:601:309) Макс. перегрузка	Величина тепловой перегрузки наиболее нагретой фазы	%	%	Температуры отключения

Значения	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
(_:601:310) Эквивал.ток ф.A	Приведенная к номинальному току объекта величина измеренного тока фазы, которая участвует в расчете тепловой перегрузки	A	A	Номинальный первичный рабочий ток
(_:601:311) Эквивал.ток ф.B				
(_:601:312) Эквивал.ток ф.C				
(_:601:313) Макс.эквив.ток	Приведенная к номинальному току объекта величина измеренного тока наиболее нагруженной фазы, которая участвует в расчете тепловой перегрузки	A	A	Номинальный первичный рабочий ток

6.66.4 Указания по применению и вводу уставок

Электродвигатели и генераторы, а также трансформаторы подвержены риску длительных перегрузок. Заданную характеристику перегрузки можно адаптировать к пользовательской характеристике срабатывания с помощью функции **Защита от термической перегрузки, определяемая пользователем характеристика**. Предопределенную характеристику можно найти в главе *11.65 Защита от термической перегрузки, определяемая пользователем характеристика*.

При настройке параметров учитывайте следующее:

- Уставки используемого трансформатора тока (первичные и вторичные значения) должны быть правильно установлены в энергосистеме.
- Номинальные значения для защищаемого объекта в используемой функциональной группе должны быть правильными.

Параметр: `Iсигн.тепл.перегр.`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:101) Iсигн.тепл.перегр.`** = ***`1,1 A`*** при $I_{ном}$ = 1 A

Установите пороговое значение, равное максимальному длительно допустимому току ($I_{макс, доп}$). Это приводит к тому же значению уставки, что и для первого значения определяемой пользователем характеристики.

Параметр: `Θ.сигн.тепл.перегр.`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:104) Θ.сигн.тепл.перегр.`** = ***`90 %`***

Если для первой уставки определяемой пользователем характеристики срабатывания установлено значение 1,1 * номинальный ток, то можно оставить значение по умолчанию. Тепловое состояние при длительном номинальном токе объекта достигает 83 %.

Если для первой уставки определяемой пользователем характеристики срабатывания установлено значение 1,05 * номинальный ток объекта, то тепловая память при номинальном токе заполнена на 91 %. Увеличьте значение **`Θ.сигн.тепл.перегр.`** до 95 %.

Параметр: `Раб.по уст.возвр.`

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:105) Раб.по уст.возвр.`** = ***`90 %`***

Параметр **`Раб.по уст.возвр.`** используется для возврата пуска и отключения, когда значение падает ниже этого порогового значения. Рекомендуется значение уставки, равное пороговому значению сигнальной ступени по температуре. Для особых случаев применения, когда требуется дополнительное охлаждение или более продолжительная блокировка включения, возможен выбор более низких значений уставок.

Обратите внимание, что расчет рабочей измеряемой величины **`Время до включения`** относится к этой величине.

Параметр: Авар. пуск T превыш.

- Уставка по умолчанию **(_:112) Авар. пуск T превыш.** = ***300 c***

Параметр **Авар. пуск T превыш.** используется для уставки времени, в течение которого блокировка отключения должна оставаться активной после получения дискретного входного сигнала **>Аварийный Пуск**. При получении входного сигнала предполагается разгрузка защищаемого объекта. Значение уставки Авар. пуск T превыш. следует задавать достаточно большим, чтобы значение тепловой памяти снизилось ниже порога возврата после охлаждения. Величина времени должна быть одного порядка со значением **Пост.времени охлажд.**. В приведенном примере принято значение 5 мин (300 с).

Параметр: Iмакс тепл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:107) Iмакс тепл.** = ***2,5 A*** при $I_{ном.}$ = 1 A

Параметр **Iмакс тепл.** позволяет установить пороговое значение тока для параметра **повед. при I>Iмакс. тепл.**. Если вычисление идет с учетом достаточно длительного времени пуска двигателя (более 25 с), то ограничение тока следует снизить до 2 x $I/I_{ном, об.}$.

Параметр: Iмин охл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:108) Iмин охл.** = ***0,5 A*** при $I_{ном.}$ = 1 A

При определении минимального тока **Iмин охл.** можно использовать ток холостого хода в качестве ориентира. Если данные недоступны, установите $0,5I/I_{ном.об}$. Если ток падает ниже этого значения, внутренняя тепловая постоянная времени τ автоматически переключается на внутреннюю постоянную времени охлаждения с помощью параметра **Коэфф. охлаждения Tау**.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Рекомендуемое значение уставки **(_:113) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если модули расширения постоянно обеспечены оперативным питанием, то можно использовать уставку по умолчанию.

Параметр: повед. при I>Iмакс. тепл.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:114) повед. при I>Iмакс. тепл.** = ***ограничение тока***

Параметр **повед. при I>Iмакс. тепл.** используется для выбора процесса, с помощью которого функция будет реагировать на токи короткого замыкания. Чтобы предотвратить преждевременное отключение защиты от перегрузки при низких значениях постоянной времени и высоких токах короткого замыкания, можно изменить тепловую модель. Поскольку перегрузка по току, возникшая по причине пуска двигателя, также приводит к определенному нагреву обмотки статора, для электрических машин рекомендуется ограничение входного тока.

Значение параметра	Описание
ограничение тока	Входные токи ограничены значением, заданным с помощью параметра **Iмакс тепл.**. Если измеренное значение тока превышает установленное значение тока, на тепловую модель подается ограниченное значение тока. Рекомендуемое пороговое значение тока составляет приблизительно 2-2,5 $I_{ном, об}$.
фикс. тепл. мод.	Если входной ток превышает значение параметра **Iмакс тепл.**, тепловая модель будет заблокирована на то время, пока значение параметра превышено.

Параметр: Хар. на базе предв.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:101) Хар. на базе предв.нагр.** = ***100 %***

Параметр **Хар. на базе предв.нагр.** используется для определенного случая нагрузки. В большинстве случаев он применяется для работы в номинальных условиях. При этом предполагается, что номинальный ток протекает постоянно. Это называется горячим состоянием. В этом случае применяется значение по умолчанию 100 %.

Таким образом, тепловое поведение также будет являться правильным для различных предварительных нагрузок.

Для случаев без предварительной нагрузки или холодного состояния установите параметр равным 0 %.

Параметр: Коэфф. охлаждения Tau

- Уставка по умолчанию **(_:108) Коэфф. охлаждения Tau** = *7,0*

Если ток становится ниже уставки параметра **Iмин охл.**, вы можете установить значение параметра **Коэфф. охлаждения Tau** для вычисления внутренней постоянной времени охлаждения.

Параметр: Характер. срабатывания

- Уставка по умолчанию **Характер. срабатывания** = *1,1 o.e., 600,00 c*

Параметр **Характер. срабатывания** определяет характеристику срабатывания в табличной форме с упорядоченными нормализованными значениями тока и связанными нормализованными значениями времени.

При настройке параметра учитывайте следующее:

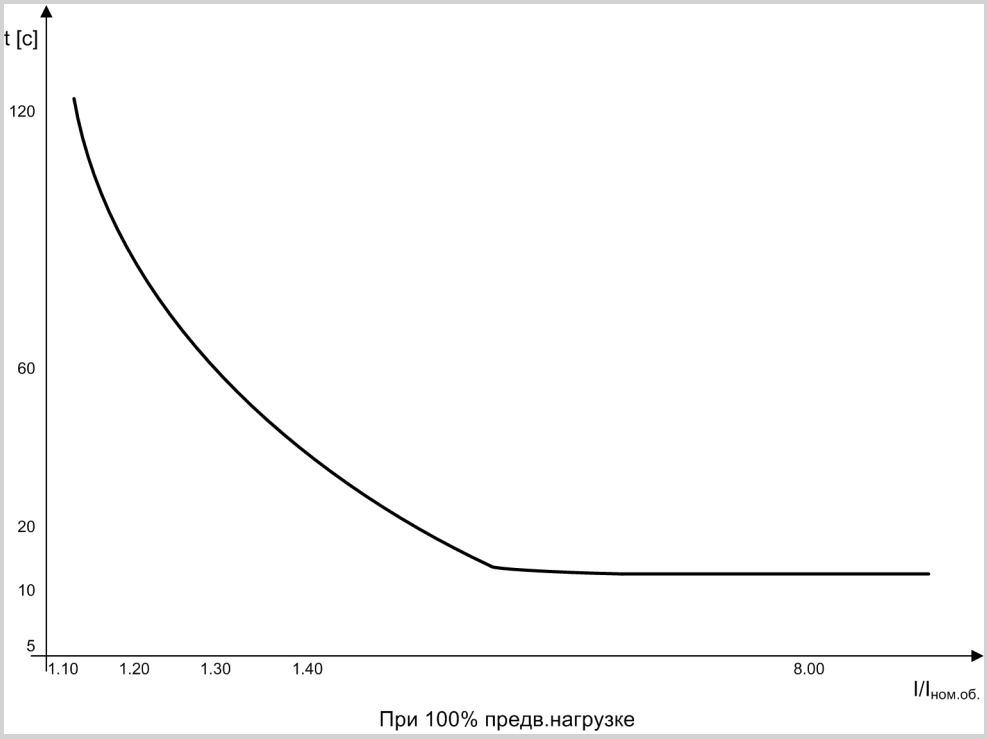
- Задайте значение тока в относительных единицах, используя номинальной ток двигателя в качестве опорного значения.
- Задайте значение времени в секундах.
- Введите значения по порядку

ПРИМЕР

Используя следующие 12 точек, можно получить определяемую пользователем характеристику срабатывания, как показано на следующем рисунке.

Таблица 6-30 Точки, определяемые пользователем

$I / I_{об.}$	t (c)
1,16	120,00
1,21	96,00
1,25	76,00
1,28	62,00
1,35	48,00
1,42	37,50
1,48	33,50
1,58	27,50
1,84	20,50
2,09	14,00
2,25	9,85
8,00	9,85



[dw_TOLP_Predefined curve, 1, ru_RU]

Рисунок 6-482 Пример характеристики срабатывания, определяемой пользователем

6.66.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Хар-ка польз.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Хар-ка польз.#:Блок.осц.сраб. и повр.		• нет • да	нет
_:102	Хар-ка польз.#:I сигн.тепл.перегр.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A
_:104	Хар-ка польз.#:Θ. сигн.тепл.перегр.		50 % до 100 %	90 %
_:105	Хар-ка польз.#:Раб.по уст.возвр.		50 % до 99 %	90 %
_:106	Хар-ка польз.#:Авар. пуск T превыш.		0 с до 15000 с	300 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:107	Хар-ка польз.#:Iмин охл.	1 A при 100 Iном	0.000 A до 10.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.00 A до 50.00 A	2.50 A
		1 A при 50 Iном	0.000 A до 10.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.00 A до 50.00 A	2.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	2.500 A
_:108	Хар-ка польз.#:Коэфф. охлаждения Tau		0.5 до 20.0	7.0
_:109	Хар-ка польз.#:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
_:110	Хар-ка польз.#:Iмакс тепл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	12.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	2.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	12.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	12.500 A
_:111	Хар-ка польз.#:повед. при I>Iмакс. тепл.		• ограничение тока • фикс. тепл. мод.	ограничение тока
_:112	Хар-ка польз.#:Характер. срабатывания		Параметры настройки зависят от конфигурации	1,1 о.е., 600 с
_:101	Хар-ка польз.#:Хар. на базе предв.нагр.		0 % до 100 %	100 %

6.66.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Хар-ка польз.#			
_:81	Хар-ка польз.#:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Хар-ка польз.#:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:501	Хар-ка польз.#:>Аварийный Пуск	SPS	I
_:54	Хар-ка польз.#:Неактивно	SPS	O
_:52	Хар-ка польз.#:Режим работы	ENS	O
_:53	Хар-ка польз.#:Статус исправности	ENS	O
_:300	Хар-ка польз.#:Сигн.по току	SPS	O
_:301	Хар-ка польз.#:Сигн.при тепл.перегр.	SPS	O
_:302	Хар-ка польз.#:Блок.включение	SPS	O
_:55	Хар-ка польз.#:Пуск	ACD	O
_:303	Хар-ка польз.#:Только ав.сообщ.срб.	ACT	O
_:57	Хар-ка польз.#:Работа	ACT	O
_:304	Хар-ка польз.#:Время до включения	MV	O
_:305	Хар-ка польз.#:Время до отключения	MV	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:306	Хар-ка польз.#:Перегрузка ф. A	MV	O
_:307	Хар-ка польз.#:Перегрузка ф. B	MV	O
_:308	Хар-ка польз.#:Перегрузка ф. C	MV	O
_:309	Хар-ка польз.#:Макс. перегрузка	MV	O
_:310	Хар-ка польз.#:Эквивал.ток ф.A	MV	O
_:311	Хар-ка польз.#:Эквивал.ток ф.B	MV	O
_:312	Хар-ка польз.#:Эквивал.ток ф.C	MV	O
_:313	Хар-ка польз.#:Макс.эквив.ток	MV	O

6.67 Защита от перегрузки обмотки возбуждения

6.67.1 Обзор функций

Функция **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** (ANSI 49F):

- Обнаруживает перегрузку электрических машин по обмотке
- Обрабатывает предупреждение или отключение путем активации ступени

6.67.2 Структура функции

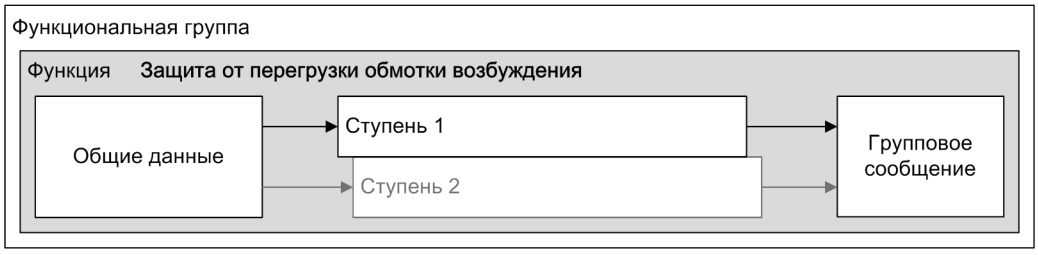
Функцию **Защита от перегрузки обмотки возбуждения** можно использовать в функциональной группе **Статор генератора**.

Ступень **Защита от перегрузки обмотки возбуждения** можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения.

- Ступень отключения выводит предупреждающее сообщение и может отключить функциональную группу **Выключатель**.
- Предупреждающая ступень только выводит сообщение о предупреждении.

Более подробную информацию можно найти в разделе *Конфигурация ступени, Страница 1330*.

Функция **Защита от перегрузки обмотки возбуждения** поставляется с завода с одной ступенью. Внутри функции может работать не более двух ступеней.



[dw_Structure_FWOLP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-483 Структура/реализация функции

6.67.3 Общая функциональность

6.67.3.1 Описание

Принцип работы функции защиты

Сначала шунтирующий преобразователь преобразует постоянный ток в соответствующее измерение. Затем измерение преобразуется в функцию **Быстр. вход МТ** или **Модуль МТ**. Функции **Быстр. вход МТ** и **Модуль МТ** можно найти в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

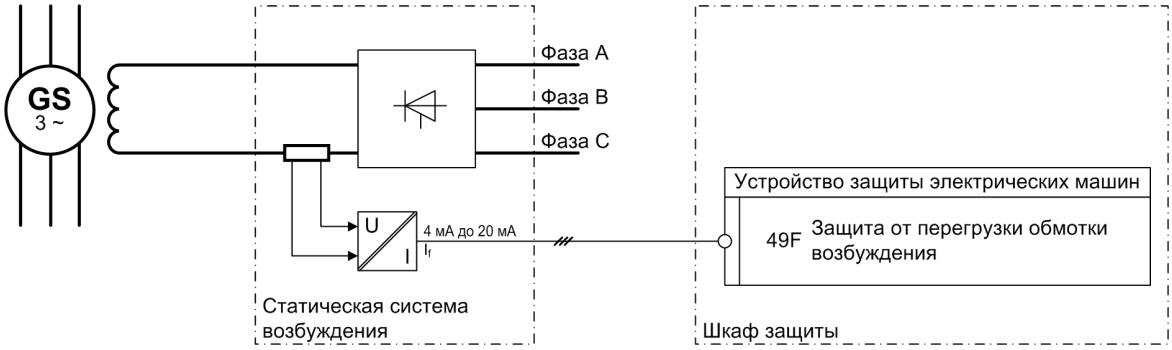
Функции **Быстр. вход МТ** и **Модуль МТ**:

- Преобразуют измерение в обработанное значение
- Предоставляют обработанное значение в функцию **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** для дальнейшей обработки

Измерение тока возбуждения

На следующем рисунке показаны значения измерения тока возбуждения. Функция **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** оценивает ток возбуждения из внешнего измерительного преобразователя (МТ). Ток возбуждения измеряется с помощью шунтирующего преобразователя (x кА → 60 мВ). Блок МТ используется для преобразования сигнала 60 мВ в сигнал от 4 мА до 20 мА. Интерфейс

тока МТ 4-20 мА является интерфейсом для устройства. МТ следует масштабировать в соответствии с диапазоном тока возбуждения. Ток возбуждения представляет собой постоянный ток в диапазоне от 0 А до 10 кА.



[dw_Excitation current monitoring_FWOLP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-484 Защита от перегрузки по обмотке возбуждения для измерения тока возбуждения

Конфигурация функций Быстр. вход МТ и Модуль МТ

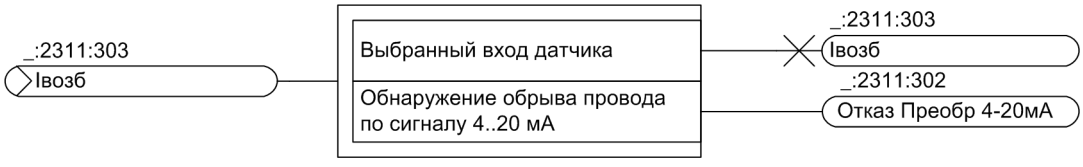
Функция **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** должна взаимодействовать с функцией **Быстр. вход МТ** или **Модуль МТ**.

При настройке параметров в функциональной группе **Аналоговые блоки** учтите следующее:

- В функции **Быстр. вход МТ**, параметр **`Интервал измерения`**, можно установить диапазон измерения, в пределах которого определяется среднее арифметическое значение, и определить скорость измерения входного сигнала. Siemens рекомендует установить параметр равным 40 мс.
- В функции **Модуль МТ**, параметр **`Разрешающая способность`**, можно указать точность измеренного значения.
- Для работы функции **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** необходимо активировать параметр **`Активный диапазон`**. Уставку можно активировать, установив соответствующий флажок в DIGSI (см. *Рисунок 5-101*). Если параметр не активирован, отображается сообщение о несовместимости.
- Значения параметров **`Верх.пред.коэф.транс.`** и **`Нижн.пред.коэф.транс.`** должны быть положительными. Диапазоны параметров **`Ток возбуждения Ibаз.`** и **`Ток возбуж.при отс.нагр.`** в каждой ступени зависят от параметров **`Верх.пред.коэф.транс.`** и **`Нижн.пред.коэф.транс.`**.

Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

Логика



[lo_FB0_FWOLP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-485 Логическая схема общих функций

Измеряемая величина

Оцифрованный сигнал предоставляется модулем МТ и передается в ступени.

- Если используется функция **Быстр. вход МТ**, со специальным фильтром усреднения, то выполняется вычисление чистого значения постоянного тока.
- Если используется функция **Модуль МТ**, то измеренное значение без расчета среднего передается в ступени.

Сообщение об обрыве провода, сигнал 4-20 мА

Если обнаружен обрыв провода, генерируется сообщение *Отказ Преобр 4-20мА* и функция **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** будет заблокирована.

6.67.3.2 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:101	Общие данные:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	

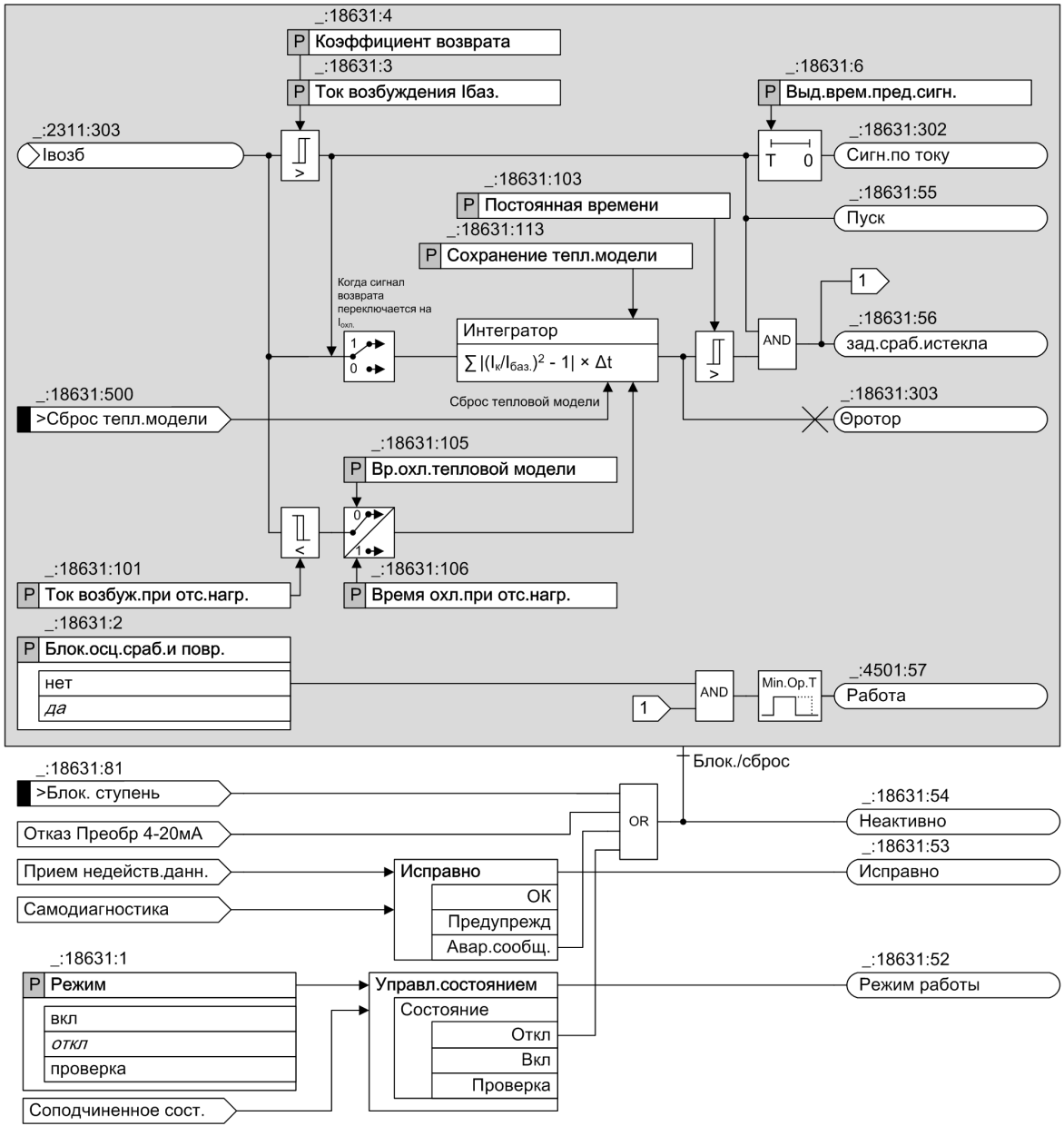
6.67.3.3 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:303	Общие данные:Iвозб	MV	O
_:2311:304	Общие данные:Отказ Преобр 4-20мА	SPS	O

6.67.4 Описание ступени

6.67.4.1 Описание

Логика



[lo_FB_FWOLP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-486 Логическая схема функции защиты от перегрузки по обмотке возбуждения

Конфигурация ступени

Параметр **`Блок.осц.сраб.и повр.`** позволяет конфигурировать ступень в виде ступени отключения (**`Блок.осц.сраб.и повр.`** = ***`Нет`***) или предупреждающей ступени (**`Блок.осц.сраб.и повр.`** = ***`Да`***).

Измеренное значение

Измеренное значение, используемое в ступени, предоставляется общей функциональностью. Дополнительная информация приведена в главе *6.67.3.1 Описание*.

Пороговое значение сигнальной ступени

Если параметр **Ток возбуждения Iбаз.** превышает уставку, начинается отсчет выдержки времени (параметр **Выд.врем.пред.сигн.**). По истечении выдержки времени появляется сообщение *Сигн.по току*.

Тепловая характеристика

Стандарт вращающихся электрических машин (МЭК 60034-3, IEEE-C50.13) указывает на допустимую перегрузку кривой обмотки возбуждения с помощью следующей формулы:

$$\sum\left[\left(\frac{I_f}{I_{баз.}}\right)^2 - 1\right] \cdot t = TC$$

[fo_OLCurve_FWOLP, 1, ru_RU]

где:

I_f	Измеренный ток возбуждения
$I_{баз.}$	Опорный ток возбуждения представляет собой максимально допустимый постоянный ток возбуждения $I_{fмакс}$ и его значение предоставляется производителем. Параметр **Ток возбуждения Iбаз.** позволяет установить значение тока.
t	Времена
TC	Постоянная времени, задается производителем генератора с помощью параметра **Постоянная времени**

Параметр **Постоянная времени** зависит от конструкции машины. Он представляет допустимое время работы двигателя при 100 % нагрузке обмотки возбуждения. Данный коэффициент обычно изменяется от 10 с до 120 с. Расчет нагрева защищаемого объекта начинается в тот момент, когда только ток возбуждения I_f превышает **Ток возбуждения Iбаз.**. Время срабатывания рассчитывается из тока I_f интегральным методом измерения по тепловой характеристике. Как только результат интегрирования достигает параметра **Постоянная времени**, ступень функции **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** генерирует сообщение о срабатывании.

Ограничение кривой срабатывания

Чтобы избежать перегрузки ступени отключения при нагреве в случае короткого замыкания, входной ток возбуждения I_f ограничивается верхним пределом. Предельное значение в 4 раза превышает значение **Ток возбуждения Iбаз.**. Если I_f превышает предел, время срабатывания функции остается постоянным.

Кроме того, тепловая модель ограничена 200 % от **Постоянная времени**. Ограничение позволяет избежать слишком длительного охлаждения после затянувшегося отключения короткого замыкания (например, в случае внешних повреждений энергосистемы).

Время охлаждения тепловой модели

Тепловая модель переходит в режим охлаждения, как только ток возбуждения I_f становится ниже **Ток возбуждения Iбаз.**. Существует 2 способа охлаждения тепловой модели:

- Охлаждение с нагрузкой
  Если I_f уменьшается, но его значение превышает параметр **Ток возбуж.при отс.нагр.**, то тепловая модель уменьшается в соответствии с параметром **Вр.охл.тепловой модели**.
- Охлаждение без нагрузки
  Если I_f ниже значения **Ток возбуж.при отс.нагр.**, то тепловая модель уменьшается в соответствии с параметром **Время охл.при отс.нагр.**.

Параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** определяют время, необходимое для того, чтобы оборудование остыло со 100 % до 0 %. Если параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** выставлены на 0, тепловая модель сбрасывается немедленно.

Сохранение тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты

С помощью параметра **Сохранение тепл.модели** пользователь может определить, следует ли сохранять данные тепловой модели при потере оперативного питания устройством защиты. Состояние тепловой модели можно сохранить на 500 минут без оперативного питания. Когда оперативное напряжение питания восстанавливается, тепловая модель продолжает функционировать с данными, рассчитанными на момент потери питания.

Если тепловая модель не сохраняется, то при потере оперативного напряжения она будет сброшена до 0, в противном случае, устройство перезапускается.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможны следующие варианты блокировки ступени:

- Посредством сигнала на дискретном входе **>Блок. ступень** от внешнего или внутреннего источника
- Из внутреннего входного сигнала *Неиспр. транс. 4-20 мА*

6.67.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:18631:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***

Сообщение о срабатывании, регистрация повреждений и журнал повреждений могут быть заблокированы через параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**.

По умолчанию ступень настраивается в качестве предупреждающей ступени. Если вы установили параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** равным ***нет***, ступень будет работать в качестве ступени отключения. Более подробную информацию можно найти в *Конфигурация ступени, Страница 1330*.

Параметр: Ток возбуждения Ibаз.

- Уставка по умолчанию **(_:18631:3) Ток возбуждения Ibаз.** = ***0,000 A***

Если ток возбуждения $I_{возб}$ превышает **Ток возбуждения Ibаз.**, то ступень функции **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** срабатывает и запускается тепловая модель с интеграцией. Если тепловая модель достигает значения 100 %, срабатывает функция **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения**. Параллельно генерируется предупреждающее сообщение. Уставка параметра **Ток возбуждения Ibаз.** представляет собой максимально допустимый ток возбуждения. Это значение можно взять из технических данных системы возбуждения.

Диапазон параметра **Ток возбуждения Ibаз.** определяется параметрами **Нижн.пред.коэф.транс.** и **Верх.пред.коэф.транс.** в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

ПРИМЕР

Если ток возбуждения при номинальном коэффициенте мощности равен 1781,000 A, можно установить параметр **Ток возбуждения Ibаз.** со следующими значениями, которые предоставляются производителем генератора:

- Для отключающей ступени:
  Ток возбуждения Ibаз. = ***1960,000 A***
- Для предупреждающей ступени:
  Ток возбуждения Ibаз. = ***1848,000 A***

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **(_:18631:4) Коэффициент возврата** = *0,98*

Параметр **Коэффициент возврата** позволяет избежать «дребезга» функции **Защита от перегрузки по обмотке возбуждения** в случае колебаний измеряемого тока.
Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Выд.врем.пред.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:18631:6) Выд.врем.пред.сигн.** = *5,00 c*

Параметр **Выд.врем.пред.сигн.** определяет задержку предупреждения, если ток возбуждения $I_{возб}$ превышает **Ток возбуждения Iбаз.**.
Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Постоянная времени

- Уставка по умолчанию **(_:18631:103) Постоянная времени** = *33,75 c*

Параметр **Постоянная времени** определяет тепловую постоянную времени цепи ротора. Типовое значение уставки равно *33,75 c*. Кроме того, можно принять значение, предоставленное производителем генератора.

Параметр: Вр.охл.тепловой модели, Время охл.при отс.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:18631:105) Вр.охл.тепловой модели** = *600 c*
- Уставка по умолчанию **(_:18631:106) Время охл.при отс.нагр.** = *1500 c*

Параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** устанавливают время, необходимое для охлаждения тепловой модели защищаемого объекта до исходного значения, и определяют характеристики охлаждения тепловой модели.
Если измеренный ток возбуждения $I_{возб}$ меньше **Ток возбуж.при отс.нагр.**, активируется параметр **Время охл.при отс.нагр.**.
В случае отсутствия других указаний можно использовать значение по умолчанию.

Параметр: Ток возбуж.при отс.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:18631:101) Ток возбуж.при отс.нагр.** = *0,000 A*

Параметр **Ток возбуж.при отс.нагр.** позволяет выбрать способ охлаждения устройства. Во время работы без нагрузки параметр отклоняется от значения тока возбуждения.
Если значение не задано, его можно оценить, используя величины самого низкого напряжения и сопротивления обмотки возбуждения.

Пример

Напряжение обмотки возбуждения без нагрузки (20 °C)	75,500 В
Сопротивление ротора (20 °C)	0,130 Ом

Рассчитанное значение параметра **Ток возбуж.при отс.нагр.** равно 580,769 A.

ПРИМЕЧАНИЕ

Предлагаемое пороговое значение для примера равно 700,000 A с коэффициентом запаса.

Диапазон параметра **Ток возбуж.при отс.нагр.** определяется параметрами **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.** в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

Параметр: **Сохранение тепл.модели**

- Уставка по умолчанию **(_:18631:113) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если устройство подключено к постоянному оперативному напряжению, то можно оставить уставку по умолчанию. Если установить для параметра значение ***да***, то тепловая модель сохраняется, даже если питание устройства выключено.

ПРИМЕЧАНИЕ

При наличии обрыва провода тепловая модель начинает охлаждаться в соответствии с параметром **Время охл.при отс.нагр.**.

6.67.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:18631:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:18631:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:18631:3	Ступень 1:Ток возбуждения Iбаз.		Диапазон определяется параметрами **Нижн.пред.коэф.транс.** и **Верх.пред.коэф.транс.**.	0.000 A
_:18631:4	Ступень 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.98
_:18631:6	Ступень 1:Выд.врем.пред.сигн.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:18631:103	Ступень 1:Постоянная времени		5.00 с до 60.00 с	33.75 с
_:18631:105	Ступень 1:Вр.охл.тепловой модели		0 с до 7200 с	600 с
_:18631:101	Ступень 1:Ток возбуж.при отс.нагр.		Диапазон определяется параметрами **Нижн.пред.коэф.транс.** и **Верх.пред.коэф.транс.**.	0.000 A
_:18631:106	Ступень 1:Время охл.при отс.нагр.		0 с до 7200 с	1500 с
_:18631:113	Ступень 1:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет

6.67.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Ступень 1			
_:18631:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:18631:500	Ступень 1:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:18631:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:18631:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:18631:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:18631:302	Ступень 1:Сигн.по току	SPS	O
_:18631:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:18631:56	Ступень 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:18631:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
_:18631:303	Ступень 1:Θротор	MV	O

6.68 Защита от тепловой перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды

6.68.1 Обзор функций

Функция **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** (ANSI 49R CG):

- Вычисляет тепловую модель ротора генератора и рассматривает влияние температуры охлаждающей среды
- Защищает обмотку возбуждения генератора от повреждений, вызванных перегрузкой
- Обеспечивает максимальную полную мощность генератора при различных температурах охлаждающей среды

6.68.2 Структура функции

Функция **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** используется в функциональной группе **Статор генератора**. В ФГ может быть создано не более двух функций.

Ступень функции **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения.

- Ступень отключения выводит предупреждающее сообщение и может отключить выключатель.
- Предупреждающая ступень только выводит сообщение о предупреждении.

Функция имеет заводские настройки с 2 **Тепловыми** ступенями, которые представляют собой одну ступень отключения и одну ступень предупреждения. Более подробную информацию можно найти в разделе *6.68.4.1 Описание*.

В этой функции одновременно могут работать следующие ступени:

- 3 **Тепловые** ступени
- 3 ступени **Фиксации повышения температуры**

Ступени, не сконфигурированные по умолчанию, выделены серым цветом на следующем рисунке.



[dw_Structure_ROLP_CGT, 1, ru_RU]

Рисунок 6-487 Структура/реализация функции

6.68.3 Общая функциональность

6.68.3.1 Описание

Принцип работы функции защиты

Сначала ток возбуждения и температура охлаждающей среды преобразуются в соответствующие измерения. Затем преобразованные значения передаются в функцию **Быстр. вход МТ** или **Модуль МТ** в функциональной группе **Аналоговые блоки**.

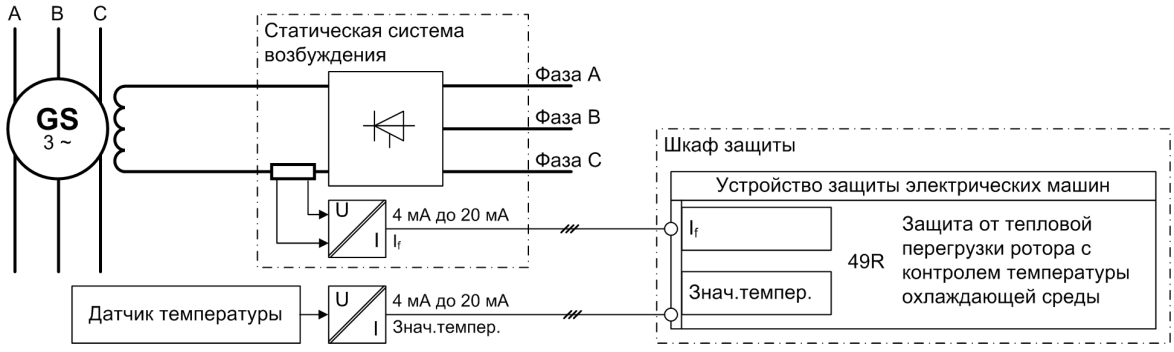
Функции **Быстр. вход МТ** и **Модуль МТ** используются для следующих целей:

- Преобразование измерений в обработанные значения
- Предоставление обработанных значений функции **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** для дальнейшей обработки

Измерение тока возбуждения

Ток возбуждения отображается в ИЧМ.

На следующем рисунке показано измерение тока возбуждения. Функция **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** оценивает ток возбуждения из внешнего измерительного преобразователя (МТ). Ток возбуждения измеряется с помощью шунтирующего преобразователя (x кА → 60 мВ). Измерительный преобразователь используется для преобразования сигнала 60-мВ в сигнал от 4-мА до 20-мА. Параметр **Измер.тока ротора через** позволяет выбрать внутренний сигнал измерительного преобразователя от 4-мА до 20-мА. Интерфейс измерительный преобразователь от 4-мА до 20-мА является интерфейсом для устройства. Внутренний измерительный преобразователь следует масштабировать в соответствии с диапазоном тока возбуждения. Ток возбуждения представляет собой постоянный ток в диапазоне от 10 А до 10 кА.



[dw_Excit. cur. moni._ROLP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-488 Измерение тока возбуждения и измерение температуры охлаждающей среды

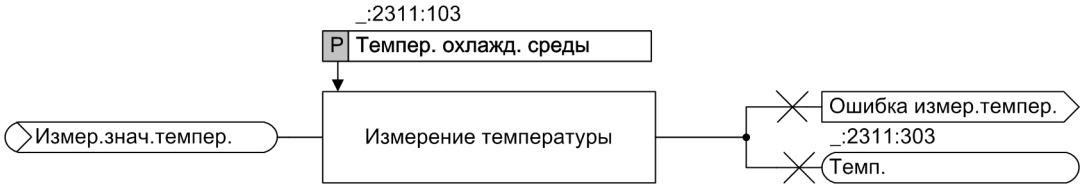
Если провод оборван, выдается сообщение *Ош. измер. тока рот.*.

Измерение температуры охлаждающей среды

Температура охлаждающей среды отображается в ИЧМ устройства.

В *Рисунок 6-488* также показано измерение температуры охлаждающей среды.

Температура охлаждающей среды измеряется с помощью датчика температуры. Параметр **Датчик температуры** позволяет выбрать измерительный преобразователь (МТ) от 4-мА до 20-мА. Измеренная температура охлаждающей среды передается в функцию **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** через измерительный преобразователь от 4-мА до 20-мА.



[lo_OLP_CGT_FBO_Sel, 1, ru_RU]

Рисунок 6-489 Логическая схема измерения температуры охлаждающей среды

Измеренное значение температуры охлаждающей среды используется для следующих целей:

- Измеренное значение температуры охлаждающей среды позволяет рассчитать опорный ток в общей функции. Рассчитанный опорный ток используется для расчета базового тока в ступени **Тепловая**.
- Измеренная температура охлаждающей среды используется для контроля температуры в ступени **Превышение температуры**.

ПРИМЕЧАНИЕ

Другие методы получения температуры, например, по протоколу связи или внешней шкале температуры, находятся на этапе подготовки и будут выпущены в более поздних версиях.

Конфигурация функций Быстр. вход МТ и Модуль МТ в ФГ «Аналоговые блоки»

Функция **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** должна взаимодействовать с функциями **Быстр. вход МТ** и **Модуль МТ** в ФГ **Аналоговые блоки**.

При настройке параметров в ФГ **Аналоговые блоки** учтите следующее:

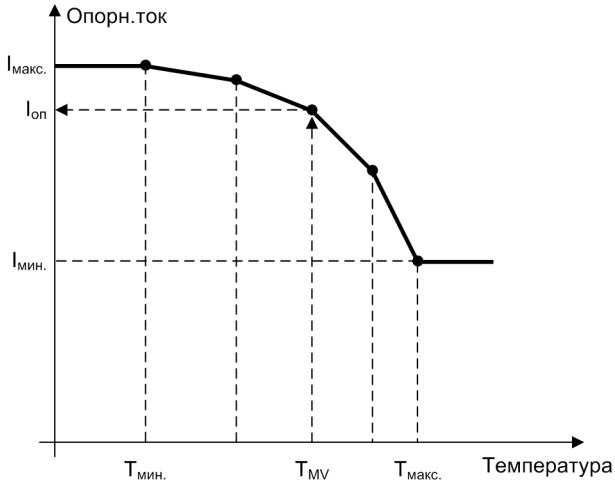
- Параметры **Тип вх.сигн.TD** и **Изм.преобр. тип вх./вых.** могут быть установлены только в состояние ***Токовый вход***.
- Для измерения тока возбуждения параметр **Модуль** устанавливается равным ***A***.

  Для измерения температуры охлаждающей среды параметр **Модуль** устанавливается равным ***°C***.
- Для параметра **Интервал измерения** функции **Быстр. вход МТ** Siemens рекомендует следующие уставки:
  - Измерения тока возбуждения 40 мс. ***40 мс***.
  - Измерение температуры охлаждающей среды: ***100 мс***.
- Для функции **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** необходимо активировать параметр **Активный диапазон**. Уставку можно активировать, установив соответствующий флажок в DIGSI (см. *Рисунок 5-101*). Если параметр не активирован, отображается сообщение о несовместимости.
- Как для измерения тока возбуждения, так и для измерения температуры охлаждающей среды параметр **Нижний предел** должен быть установлен равным 4,000 мА, а параметр **Верхний предел** должен быть установлен равным 20,000 мА.
- Диапазоны температуры охлаждающей среды и токов возбуждения соответствующих первичных значений зависят от параметров **Нижн.пред.коэф.транс.** и **Верх.пред.коэф.транс.** в каждом МТ. Значения параметров должны быть положительными.

Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

Расчет базового тока

Параметр **Кривая опорного тока** устанавливает характеристику срабатывания в соответствии с техническими данными, предоставленными изготовителем. С заданной кривой общая функция рассчитывает базовый ток, исходя из измеренной температуры охлаждающей среды.



[dw_SOLP_ref.l_temp., 1, ru_RU]

Рисунок 6-490 Пример характеристики срабатывания, определяемой пользователем



[lo_OLP_CGT_FB0_Cal., 1, ru_RU]

Рисунок 6-491 Логическая схема расчета опорного тока

Если выполнено одно из следующих условий, то общая функция использует значение параметра **Темпер. охлажд. среды** для расчета опорного тока:

- Значение температуры охлаждающей среды является недействительным.
- Провод оборван.
  В этом случае выдается сообщение *Ошибка измер.темпер.*.

6.68.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Датчик температуры

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Датчик температуры** = ***Нет***

Параметр **Датчик температуры** определяет, какой МТ используется для измерения температуры охлаждающей среды.

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы измерить температуру охлаждающей среды или ток возбуждения, необходимо назначить измерительный преобразователь для параметра **Датчик температуры**.

В функции **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** установите для параметра значение от ***4-мА до 20-мА***. Более подробную информацию можно найти в разделе *Измерение температуры охлаждающей среды, Страница 1337*.

Параметр: Темпер. охлажд. среды

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Темпер. охлажд. среды** = ***40,0 °C***

Параметр **Темпер. охлажд. среды** устанавливает температуру охлаждающей среды.

Если температура охлаждающей среды выходит за допустимое значение, то значение уставки параметра **Темпер. охлажд. среды** используется в ступенях. Более подробную информацию можно найти в разделе *Расчет базового тока, Страница 1338*.

Параметр: Измер.тока ротора через

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) Измер.тока ротора через** = ***Варианты уставок зависят от конфигурации***

Параметр **Измер.тока ротора через** определяет, какой МТ используется для измерения тока возбуждения.

В функции **Защита от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды** установите для параметра значение от ***4-мА до 20-мА***. Дополнительная информация приведена в главе *6.68.3.1 Описание*.

Параметр: Кривая опорного тока

Параметр **Кривая опорного тока** определяет базовую характеристику срабатывания. Задайте пары значений ток/температура для каждой точки характеристики. Значения уставок зависят от характеристики срабатывания. Алгоритм использует линейную интерполяцию для расчета значений между точками характеристики срабатывания.

ПРИМЕР

В следующей таблице показаны токи генератора, которые предоставляются производителем.

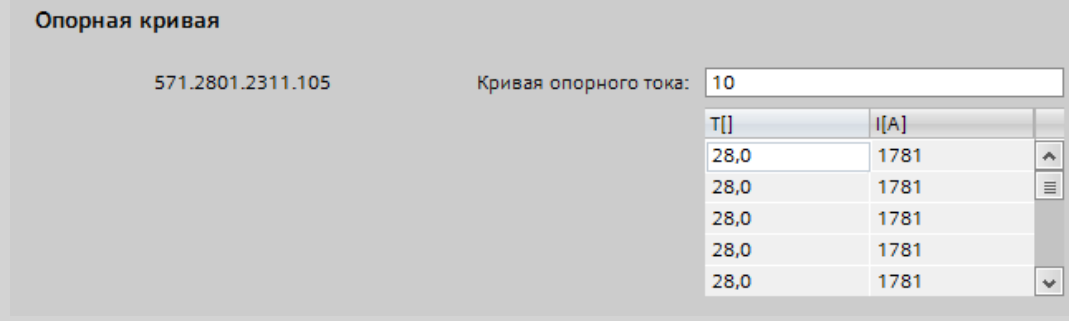
Таблица 6-31 Технические данные производителя

Температура охлаждающей среды (газа) генератора (°C)	Базовый ток (A)	Предельный ток (A)	Аварийный ток (A)	Ток отключения (A)
0.0	1824	1893	1931	2008
10.0	1824	1893	1931	2008
28.0	1781	1848	1885	1960
53.5	1522	1584	1616	1680
65.0	1411	1472	1501	1561
70.0	#Н/д	#Н/д	#Н/д	1510

Таблица 6-32 Определение токов

Имя	Определение
Базовый ток	Ток ротора при напряжении на клеммах 1,0 о.е.
Предельный ток	Ток при допустимом максимальном постоянном отклонении напряжения на клеммах
Аварийный ток	Базовый ток для предупреждающей ступени тепловой модели
Ток отключения	Базовый ток для ступени отключения тепловой модели

Вы можете ввести некоторое количество пар значений, которое вы хотите установить в DIGSI. В этом примере задано 6 пар значений.



[sc_conf. points, 1, ru_RU]

Рисунок 6-492 Пример настройки базовой кривой

6.68.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Темпер. охлажд. среды		0.0°C до 150.0°C	40.0°C
_:2311:102	Общие данные:Датчик температуры		Варианты уставок зависят от конфигурации	
_:2311:104	Общие данные:Измер.тока ротора через		Варианты уставок зависят от конфигурации	

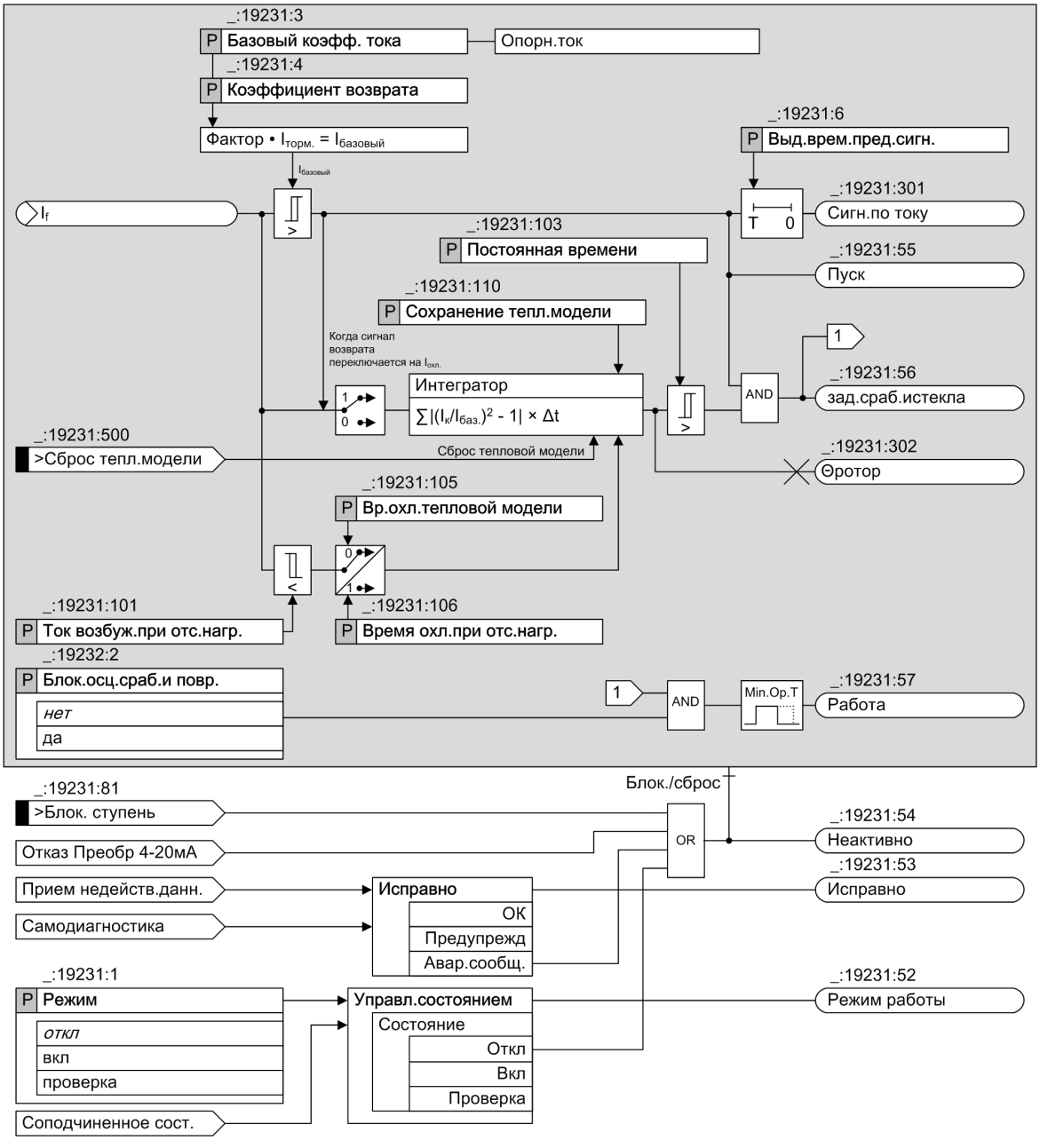
6.68.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:303	Общие данные:Темп.	MV	O
_:2311:304	Общие данные:Iвозб	MV	O
_:2311:301	Общие данные:Ошибка измер.темпер.	SPS	O
_:2311:302	Общие данные:Ош. измер. тока рот.	SPS	O

6.68.4 Ступень защиты от повышения температуры

6.68.4.1 Описание

Логика



[lo_OLP_FB_Rotor, 1, ru_RU]

Рисунок 6-493 Логическая схема работы тепловой ступени защиты

Конфигурация ступени

Ступень можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения. Ступени отключения или предупреждения имеют одинаковую логику, за исключением параметра **`Базовый коэфф. тока`**. Дополнительная информация приведена в главе *6.68.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Измеряемые величины

Ток возбуждения I_f и опорный ток $I_{оп.}$ используемые в ступени, предоставляются общими функциями. Дополнительная информация приведена в главе *6.68.3.1 Описание*.

Расчет базового тока

Базовый ток $I_{баз.}$ является опорным током для тепловой модели. Из-за влияния температуры охлаждающей среды его значение зависит от настроенной характеристики. Дополнительная информация приведена в главе *6.68.3.1 Описание*. Кривая опорного тока масштабируется для номинальных значений. Тепловое предельное значение для ступени отключения или предупреждающей ступени определяется с помощью параметра **`Базовый коэфф. тока`**. Базовый ток рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{базовый} = \text{Базовый коэфф. тока} \cdot I_{торм.}$$

[fo_ROLP_BaseA, 1, ru_RU]

Где:

Коэффициент базового тока	Используя коэффициент масштабирования, вы определяете значение для ступени отключения или для предупреждающей ступени
$I_{оп.}$	Ток ротора при напряжении на клеммах 1,0 о.е. Он рассчитывается с помощью пользовательской характеристики срабатывания. Более подробную информацию можно найти в разделе *Расчет базового тока, Страница 1338*.

Пуск

Ступень сравнивает ток возбуждения I_f с базовым током $I_{баз}$. Если ток возбуждения I_f превышает базовый ток $I_{баз.}$, происходит срабатывание ступени.

Предупредительное сообщение

Если значение тока $I_{баз}$ превышено, появляется сообщение о срабатывании и начинается отсчет выдержки времени (параметр **`Выд.врем.пред.сигн.`**). По истечении времени задержки появляется сообщение *Сигн.по току*.

Тепловая модель

Стандарт вращающихся электрических машин (МЭК 60034-3, IEEE-C50.13) указывает на допустимую перегрузку тепловой кривой с помощью следующей формулы:

$$\sum \left[\left(\frac{I_f}{I_{базовый}} \right)^2 - 1 \right] \cdot t = TC$$

[fo_ROLP_OLCurve, 1, ru_RU]

Где:

I_f	Измеренный ток возбуждения
$I_{баз.}$	Базовый ток
t	Время до отключения
TC	Постоянная времени, задается производителем генератора с помощью параметра **`Постоянная времени`**

Параметр **`Постоянная времени`** зависит от конструкции машины. Он представляет допустимое время работы двигателя при 100% тепловой нагрузке. Расчет тепловой модели защищаемого объекта начинается в тот момент, когда ток возбуждения I_f превышает базовый ток $I_{баз}$. Время срабатывания рассчитывается из тока возбуждения I_f интегральным методом измерения по тепловой характеристике. Как только результат интегрирования достигает значения параметра **`Постоянная времени`**, ступень **Тепловая** генерирует сообщение о срабатывании.

Ограничение кривой срабатывания

Чтобы избежать перегрузки ступени отключения при нагреве в случае короткого замыкания, входной ток возбуждения I_f ограничивается верхним пределом. Предельное значение в 4 раза превышает значение базового тока $I_{баз}$. Если I_f превышает предел, время срабатывания функции остается постоянным.

Кроме того, тепловая модель ограничена 200% от **Постоянная времени**. Ограничение позволяет избежать слишком длительного охлаждения после затянувшегося отключения короткого замыкания (например, в случае внешних повреждений энергосистемы).

Время охлаждения тепловой модели

Тепловая модель переходит в режим охлаждения, как только ток возбуждения I_f становится ниже базового тока $I_{баз}$. Существует 2 способа охлаждения тепловой модели:

- Охлаждение с нагрузкой
  Если значение тока возбуждения I_f уменьшается, но его значение превышает параметр **Ток возбуж.при отс.нагр.**, то тепловая модель уменьшается в соответствии с параметром **Вр.охл.тепловой модели**.
- Охлаждение без нагрузки
  Если значение тока возбуждения I_f ниже значения параметра **Ток возбуж.при отс.нагр.**, то тепловая модель уменьшается в соответствии с параметром **Время охл.при отс.нагр.**.

Параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** определяют время, необходимое для того, чтобы оборудование остыло со 100% до 0%. Если параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** выставлены на 0, тепловая модель сбрасывается немедленно.

Сброс тепловой модели

Сброс тепловой модели до 0 осуществляется при активации сигнала *>Сброс тепл.модели*.

Поведение в случае потери питания

В зависимости от параметра **Сохранение тепл.модели**, значение тепловой модели может быть сброшено до 0 (**Сохранение тепл.модели** = ***нет***) при потере электропитания, или помещаться в буфер постоянной памяти в циклическом режиме (**Сохранение тепл.модели** = ***да***). Это позволяет сохранять рассчитанные значения температуры ротора при неисправности питания. Во втором случае, когда питание восстанавливается, тепловая модель использует сохраненные значения для расчета и сопоставляет их с текущим состоянием двигателя. По умолчанию значение параметра **Сохранение тепл.модели** равно ***нет***.

Поведение в случае недопустимой температуры охлаждающей среды

Если температура охлаждающей среды является недопустимой, выдается сообщение аварийного сигнала и в ступени используется параметр **Темпер. охлажд. среды**.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.68.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:19231:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да*** (Предупреждающая ступень)
- Уставка по умолчанию **(_:19231:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет*** (Ступень отключения)

Используя параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**, можно настроить ступень в качестве ступени отключения или предупреждения.

Параметр: Базовый коэфф. тока

- Уставка по умолчанию **(_:19231:3) Базовый коэфф. тока** = ***1,074*** (Предупреждающая ступень)
- Уставка по умолчанию **(_:19231:3) Базовый коэфф. тока** = ***1,117*** (Ступень отключения)

Параметр **Базовый коэфф. тока** используется для расчета $I_{баз}$.

ПРИМЕР

Если температура охлаждающей среды равна 28,0 °C, с тепловой характеристикой (см. *Расчет базового тока, Страница 1338*), опорный ток будет равен 1781 A.

Где:

Базовый коэфф. тока для отключающей ступени	= 1,101
Базовый коэфф. тока для предупреждающей ступени	= 1,059

Базовые токи можно рассчитать следующим образом:

- Для отключающей ступени:

$$I_{базовый} = \text{Базовый коэфф. тока} \cdot I_{торм.} = 1.101 \cdot 1781\ A = 1960.881\ A$$

[fo_ROLP_tripping current, 1, ru_RU]

- Для предупреждающей ступени:

$$I_{базовый} = \text{Базовый коэфф. тока} \cdot I_{торм.} = 1.059 \cdot 1781\ A = 1886.079\ A$$

[fo_ROLP_warning current, 1, ru_RU]

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **(_:19231:4) Коэффициент возврата** = ***0,98***

Параметр **Коэффициент возврата** позволяет избежать «дребезга» функции **Защита ротора от перегрузки с контролем температуры охлаждающей среды** в случае колебаний измеряемого тока. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Выд.врем.пред.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:19231:6) Выд.врем.пред.сигн.** = ***5.00 с***

Параметр **Выд.врем.пред.сигн.** определяет задержку предупреждения, если базовый ток $I_{баз}$ превышает уставку.

Параметр: Постоянная времени

- Уставка по умолчанию **(_:19231:103) Постоянная времени** = ***16.80 с*** (Предупреждающая ступень)
- Уставка по умолчанию **(_:19231:103) Постоянная времени** = ***33.60 с*** (Ступень отключения)

Параметр **Постоянная времени** определяет тепловую постоянную времени цепи ротора. Типовое значения — ***16.80 с*** для предупреждающей ступени и ***33.60 с*** для отключающей ступени. Кроме того, можно принять значение, предоставленное производителем генератора.

Параметр: Вр.охл.тепловой модели, Время охл.при отс.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:19231:105) Вр.охл.тепловой модели** = ***600 с***
- Уставка по умолчанию **(_:19231:106) Время охл.при отс.нагр.** = ***1500 с***

Параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** устанавливают время, необходимое для охлаждения тепловой модели защищаемого объекта до исходного значения, и определяют характеристики охлаждения тепловой модели.

Если ток возбуждения $I_{возб.}$ меньше значения параметра **Ток возбуж.при отс.нагр.**, активируется параметр **Время охл.при отс.нагр.**.

В случае отсутствия других указаний можно использовать значение по умолчанию.

Параметр: Ток возбуж.при отс.нагр.

Параметр **Ток возбуж.при отс.нагр.** позволяет выбрать способ охлаждения устройства. Во время работы без нагрузки параметр отклоняется от значения номинального тока.

Если значение не задано, его можно оценить, используя величины самого низкого входного напряжения и входного сопротивления.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Уставка по умолчанию **(_:19231:110) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если устройство подключено к постоянному оперативному напряжению, то можно оставить уставку по умолчанию. Если установить для параметра значение ***да***, то тепловая модель сохраняется, даже если питание устройства выключено.

Пример

Входное напряжение без нагрузки (20,0 °C)	75,500 В
Сопротивление ротора (20,0 °C)	0,130 Ом

Рассчитанное значение параметра **Ток возбуж.при отс.нагр.** равно 580,769 А.

ПРИМЕЧАНИЕ

Предлагаемое пороговое значение для примера равно 700,000 А с коэффициентом запаса.

Диапазон параметра **Ток возбуж.при отс.нагр.** определяется параметрами **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.** в функциональной группе **Аналоговые блоки**. Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

6.68.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:102	Общие данные:Датчик температуры		Варианты уставок зависят от конфигурации	
_:2311:104	Общие данные:Измер.тока ротора через		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Тепл.ст. 1				
_:19231:1	Тепл.ст. 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:19231:2	Тепл.ст. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:19231:3	Тепл.ст. 1:Базовый коэфф. тока		1.001 до 2.000	1.074
_:19231:4	Тепл.ст. 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.98
_:19231:6	Тепл.ст. 1:Выд.врем.пред.сигн.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:19231:103	Тепл.ст. 1:Постоянная времени		5.00 с до 60.00 с	16.80 с
_:19231:105	Тепл.ст. 1:Вр.охл.тепловой модели		0 с до 7200 с	600 с
_:19231:101	Тепл.ст. 1:Ток возбуж.при отс.нагр.		Диапазон получен из функциональной группы **Аналоговые блоки**	-
_:19231:106	Тепл.ст. 1:Время охл.при отс.нагр.		0 с до 7200 с	1500 с
_:19231:110	Тепл.ст. 1:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
Тепл.ст. 2				
_:19232:1	Тепл.ст. 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:19232:2	Тепл.ст. 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:19232:3	Тепл.ст. 2:Базовый коэфф. тока		1.001 до 2.000	1.117
_:19232:4	Тепл.ст. 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.98
_:19232:6	Тепл.ст. 2:Выд.врем.пред.сигн.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:19232:103	Тепл.ст. 2:Постоянная времени		5.00 с до 60.00 с	33.60 с
_:19232:105	Тепл.ст. 2:Вр.охл.тепловой модели		0 с до 7200 с	600 с
_:19232:101	Тепл.ст. 2:Ток возбуж.при отс.нагр.		Диапазон получен из функциональной группы **Аналоговые блоки**	-
_:19232:106	Тепл.ст. 2:Время охл.при отс.нагр.		0 с до 7200 с	1500 с
_:19232:110	Тепл.ст. 2:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет

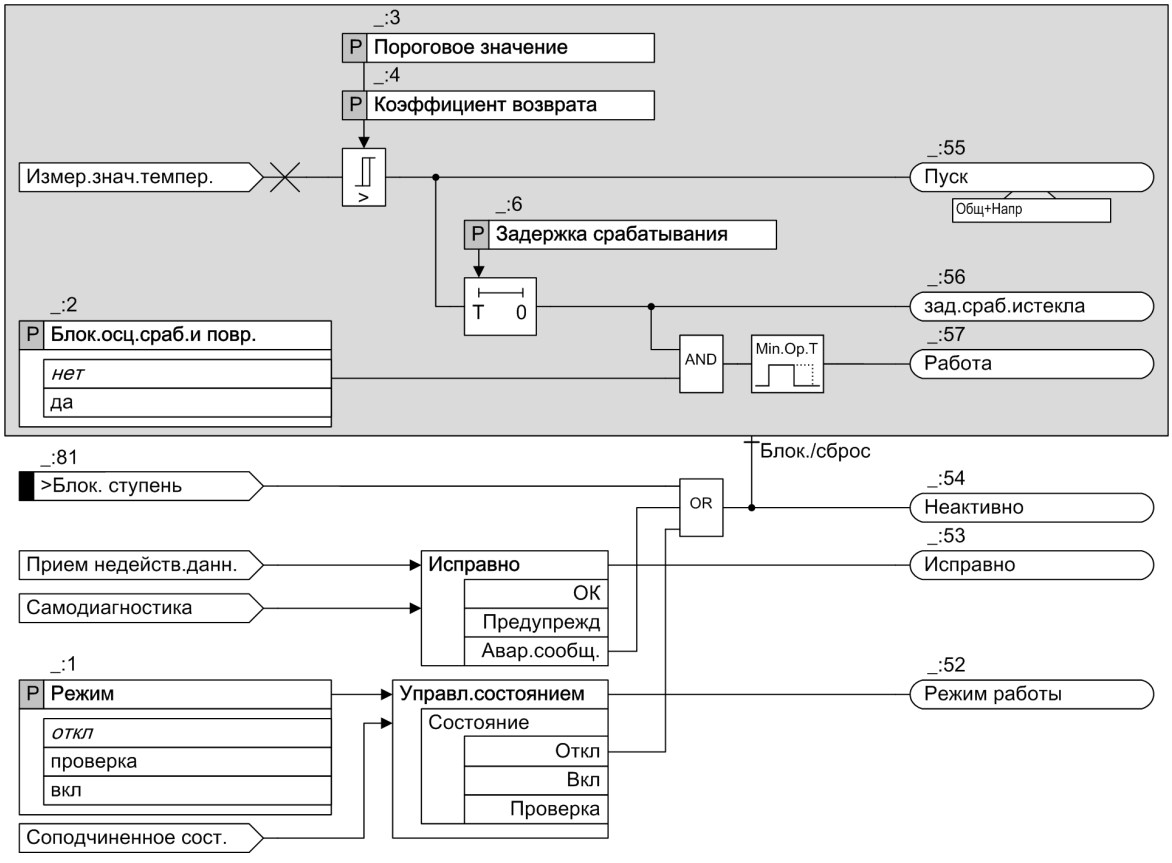
6.68.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Тепл.ст. 1			
_:19231:81	Тепл.ст. 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:19231:500	Тепл.ст. 1:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:19231:54	Тепл.ст. 1:Неактивно	SPS	O
_:19231:52	Тепл.ст. 1:Режим работы	ENS	O
_:19231:53	Тепл.ст. 1:Статус исправности	ENS	O
_:19231:301	Тепл.ст. 1:Сигн.по току	SPS	O
_:19231:55	Тепл.ст. 1:Пуск	ACD	O
_:19231:56	Тепл.ст. 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:19231:57	Тепл.ст. 1:Работа	ACT	O
_:19231:302	Тепл.ст. 1:Θротор	MV	O
Тепл.ст. 2			
_:19232:81	Тепл.ст. 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:19232:500	Тепл.ст. 2:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:19232:54	Тепл.ст. 2:Неактивно	SPS	O
_:19232:52	Тепл.ст. 2:Режим работы	ENS	O
_:19232:53	Тепл.ст. 2:Статус исправности	ENS	O
_:19232:301	Тепл.ст. 2:Сигн.по току	SPS	O
_:19232:55	Тепл.ст. 2:Пуск	ACD	O
_:19232:56	Тепл.ст. 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:19232:57	Тепл.ст. 2:Работа	ACT	O
_:19232:302	Тепл.ст. 2:Θротор	MV	O

6.68.5 Ступень фиксации повышения температуры

6.68.5.1 Описание

Логика



[lo_OLP_FB_OverTemp., 1, ru_RU]

Рисунок 6-494 Логическая схема ступени превышения температуры

Если температура охлаждающей среды является слишком высокой, то нет необходимости интегрировать тепловую модель для генераторов и происходит немедленная выдача аварийного сигнала или сигнала срабатывания.

Измеряемая величина

Измеренная температура зависит от общей функциональности. Дополнительная информация приведена в главе *6.68.3.1 Описание*.

Пуск

Ступень сравнивает измеренное значение температуры со значением параметра **Пороговое значение**. Если измеренное значение температуры превышает значение параметра **Пороговое значение**, срабатывает ступень **Превышение температуры**. Параметр **Задержка срабатывания** позволяет задержать пуск ступени.

Конфигурация ступени

Ступень можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения. Дополнительная информация приведена в главе *6.68.5.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.68.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**, позволяет настроить ступень в качестве ступени отключения (**Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***) или предупреждающей ступени (**Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***).

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***70 °C***

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значение температуры охлаждающей среды. Значение указано производителем генератора.

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **Коэффициент возврата** = ***0,95***

Параметр **Коэффициент возврата** позволяет избежать «дребезга» функции **Защита ротора от перегрузки с контролем температуры охлаждающей среды** в случае колебаний измеряемого тока.
Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***2.00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Значение зависит от конкретного применения. Для защиты генератора рекомендуется установить задержку срабатывания равной 2,00 с.

6.68.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Повыш.темп. #				
_:1	Повыш.темп. #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Повыш.темп. #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3	Повыш.темп. #:Пороговое значение		0°C до 150°C	70°C
_:4	Повыш.темп. #:Коэффициент возврата		0.80 до 0.99	0.95
_:6	Повыш.темп. #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.68.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Повыш.темп. #			
_:81	Повыш.темп. #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	Повыш.темп. #:Неактивно	SPS	O
_:52	Повыш.темп. #:Режим работы	ENS	O
_:53	Повыш.темп. #:Статус исправности	ENS	O
_:55	Повыш.темп. #:Пуск	ACD	O
_:56	Повыш.темп. #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Повыш.темп. #:Работа	ACT	O

6.69 Защита от тепловой перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды

6.69.1 Обзор функций

Функция **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** (ANSI 49S CG):

- Вычисляет тепловую модель статора генератора и рассматривает влияние температуры охлаждающей среды
- Защищает генератор от повреждений, вызванных перегрузкой
- Обеспечивает максимальную полную мощность генератора при различных температурах охлаждающей среды

6.69.2 Структура функции

Функция **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** используется в функциональной группе **Статор генератора**. В ФГ может быть создано не более двух функций.

Ступень функции **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения.

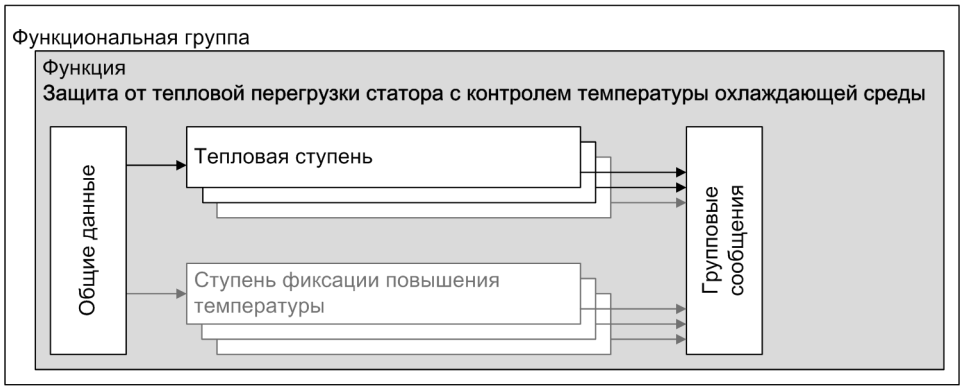
- Ступень отключения выводит предупреждающее сообщение и может отключить выключатель.
- Предупреждающая ступень только выводит сообщение о предупреждении.

Функция имеет заводские настройки с 2 **Тепловыми** ступенями, которые представляют собой одну ступень отключения и одну ступень предупреждения. Более подробную информацию можно найти в разделе *Конфигурация ступени, Страница 1359*.

В этой функции одновременно могут работать следующие ступени:

- 3 **Тепловые** ступени
- 3 ступени **Фиксации повышения температуры**

Ступени, не сконфигурированные по умолчанию, выделены серым цветом на следующем рисунке.



[dw_Structure_SOLP_CGT, 1, ru_RU]

Рисунок 6-495 Структура/реализация функции

6.69.3 Общая функциональность

6.69.3.1 Описание

Принцип работы функции защиты

Среднеквадратичное значение тока измеряется через трансформатор тока (ТТ). Значение температуры охлаждающей среды фиксируется с помощью внешних датчиков температуры. Измеренная температура охлаждающей среды передается в устройство с помощью измерительного преобразователя (МТ).

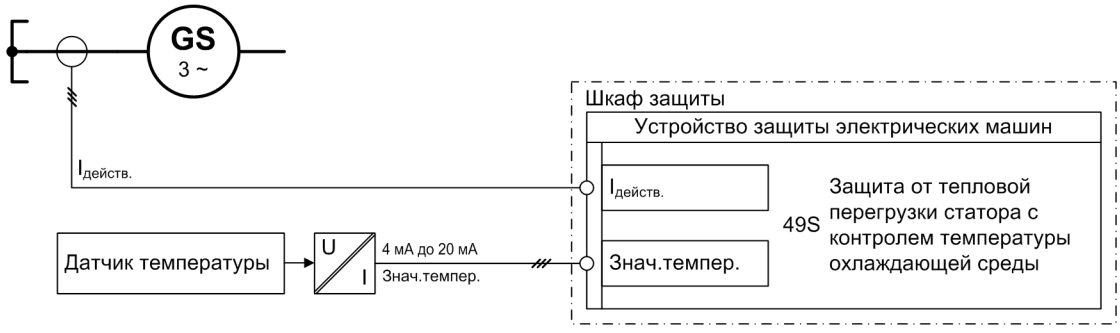
Для температуры охлаждающей среды функция **Быстр. вход МТ** или **Модуль МТ** в функциональной группе **Аналоговые блоки** используется для следующей цели:

- Преобразование температуры охлаждающей среды в обрабатываемое значение
- Предоставление обработанного значения функции **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** для дальнейшей обработки

Измерение действующего значения тока (среднеквадратичное значение)

Среднеквадратичное значение тока отображается в ИЧМ.

На следующем рисунке показано измерение среднеквадратичного значения тока. Функция **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** оценивает среднеквадратичное значение тока, измеренное на генераторе ТТ.



[dw_Excit_cur_moni_SOLP, 1, ru_RU]

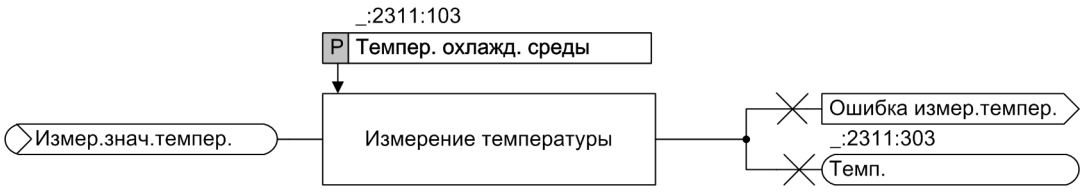
Рисунок 6-496 Измерение тока статора и измерение температуры охлаждающей среды

Измерение температуры охлаждающей среды

Температура охлаждающей среды отображается в ИЧМ.

В *Рисунок 6-496* также показано измерение температуры охлаждающей среды.

Температура охлаждающей среды измеряется с помощью датчика температуры. Параметр **Датчик температуры** позволяет выбрать измерительный преобразователь (МТ) от 4-мА до 20-мА. Измеренная температура охлаждающей среды передается в функцию **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** через МТ от 4-мА до 20-мА.



[lo_OLP_CGT_FB0_Sel, 1, ru_RU]

Рисунок 6-497 Логическая схема измерения температуры охлаждающей среды

Измеренное значение температуры охлаждающей среды используется для следующих целей:

- Измеренное значение температуры охлаждающей среды позволяет рассчитать опорный ток в общей функции. Рассчитанный опорный ток используется для расчета базового тока в ступени **Тепловая**.
- Измеренная температура охлаждающей среды используется для контроля температуры в ступени **Превышение температуры**.



ПРИМЕЧАНИЕ

Другие методы получения температуры, например, по протоколу связи или внешней шкале температуры, находятся на этапе подготовки и будут выпущены в более поздних версиях.

Конфигурация функций Быстр. вход МТ и Модуль МТ в ФГ «Аналоговые блоки»

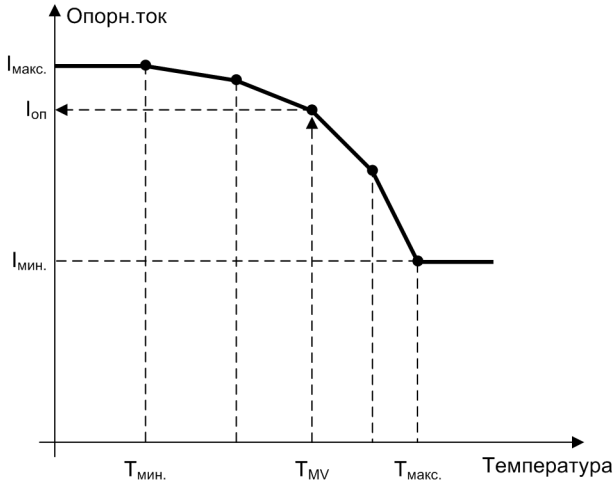
Функция **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** должна взаимодействовать с функциями **Быстр. вход МТ** и **Модуль МТ** в ФГ **Аналоговые блоки**.
При настройке параметров в ФГ **Аналоговые блоки** учтите следующее:

- Параметры **Тип вх.сигн.TD** и **Изм.преобр. тип вх./вых.** могут быть установлены только в состояние ***Токовый вход***.
- Для измерения температуры охлаждающей среды параметр **Модуль** устанавливается равным ***°C***.
- Для параметра **Интервал измерения** функции **Быстр. вход МТ** Siemens рекомендует значение до ***100 мс***.
- Для функции **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** необходимо активировать параметр **Активный диапазон**. Уставку можно активировать, установив соответствующий флажок в DIGSI (см. *Рисунок 5-101*). Если параметр не активирован, отображается сообщение о несовместимости.
- Для измерения температуры охлаждающей среды параметр **Нижний предел** должен быть установлен равным 4 мА, а параметр **Верхний предел** должен быть установлен равным 20 мА.
- Диапазоны температуры охлаждающей среды соответствующих первичных значений зависят от параметров **Нижн.пред.коэф.транс.** и **Верх.пред.коэф.транс.** в МТ. Значения параметров должны быть положительными.

Дополнительную информацию и описание функции **Измерительные преобразователи U/I- с быстр. входами** можно прочитать, начиная с главы *5.8.6.1 Обзор*.

Расчет базового тока

Параметр **Кривая оп. тока** устанавливает характеристику срабатывания в соответствии с техническими данными, предоставленными изготовителем. С заданной кривой общая функция рассчитывает базовый ток, исходя из измеренной температуры охлаждающей среды.



[dw_SOLP_ref.l_temp., 1, ru_RU]

Рисунок 6-498 Пример характеристики срабатывания, определяемой пользователем



[lo_OLP_CGT_FB0_Cal., 1, ru_RU]

Рисунок 6-499 Логическая схема расчета опорного тока

Если выполнено одно из следующих условий, то общая функция использует значение параметра **Темпер. охлажд. среды** для расчета опорного тока:

- Значение температуры охлаждающей среды является недействительным.
- Провод оборван.
  В этом случае выдается сообщение *Ошибка измер.темпер.*.

6.69.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Датчик температуры

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Датчик температуры** = ***Нет***

Параметр **Датчик температуры** определяет, какой МТ используется для измерения температуры охлаждающей среды.

ПРИМЕЧАНИЕ

Чтобы измерить температуру охлаждающей среды, необходимо назначить измерительный преобразователь для параметра **Датчик температуры**.

В функции **Защита от перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды** установите для параметра значение от ***4-мА до 20-мА***. Более подробную информацию можно найти в разделе *Измерение температуры охлаждающей среды, Страница 1353*.

Параметр: Темпер. охлажд. среды

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Темпер. охлажд. среды** = *40,0 °C*

Параметр **Темпер. охлажд. среды** устанавливает температуру охлаждающей среды.

Если температура охлаждающей среды выходит за допустимое значение, то значение уставки параметра **Темпер. охлажд. среды** используется в ступенях. Дополнительная информация приведена в главе *6.69.3.1 Описание*.

Параметр: Кривая опорного тока

Параметр **Кривая опорного тока** определяет базовую характеристику срабатывания. Задайте пары значений ток/температура для каждой точки характеристики. Значения уставок зависят от характеристики срабатывания. Алгоритм использует линейную интерполяцию для расчета значений между точками характеристики срабатывания.

ПРИМЕР

В следующей таблице показаны токи генератора, которые предоставляются производителем.

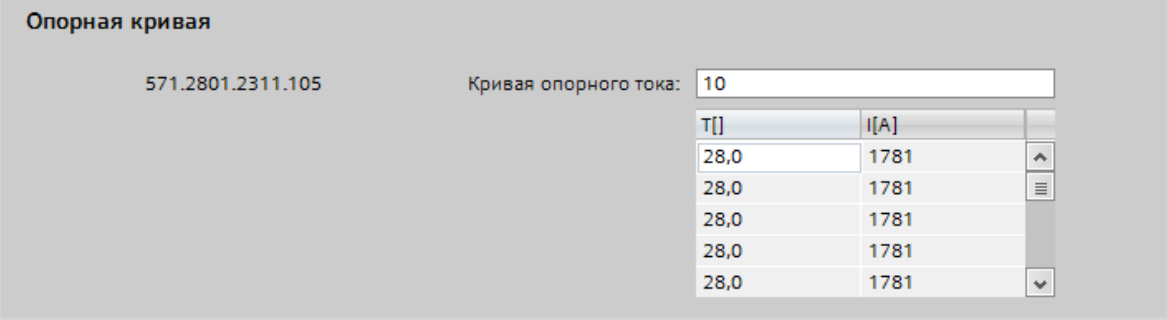
Таблица 6-33 Технические данные производителя

Температура охлажд. среды (газа) генератора (°C)	Базовый ток (A)	Предельный ток (A)	Аварийный ток (A)	Ток отключения (A)
0.0	10248	10787	11003	11443
10.0	10248	10787	11003	11443
28.0	9959	10483	10693	11121
53.5	8170	8599	8771	9122
65.0	7362	7750	7905	8221
70.0	#Н/д	#Н/д	#Н/д	7829

Таблица 6-34 Определение токов

Имя	Определение
Базовый ток	Ток статора при напряжении на клеммах 1,0 о.е.
Предельный ток	Ток при допустимом максимальном постоянном отклонении напряжения на клеммах
Аварийный ток	Базовый ток для предупреждающей ступени тепловой модели
Ток отключения	Базовый ток для ступени отключения тепловой модели

Вы можете ввести некоторое количество пар значений, которое вы хотите установить в DIGSI. В этом примере задано 6 пар значений.



[sc_Ref.A.curve_SOLP, 1, ru_RU]

Рисунок 6-500 Пример настройки базовой кривой

6.69.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:103	Общие данные:Темпер. охлажд. среды		0.0°C до 150.0°C	40.0°C
_:2311:102	Общие данные:Датчик температуры		Варианты уставок зависят от конфигурации	

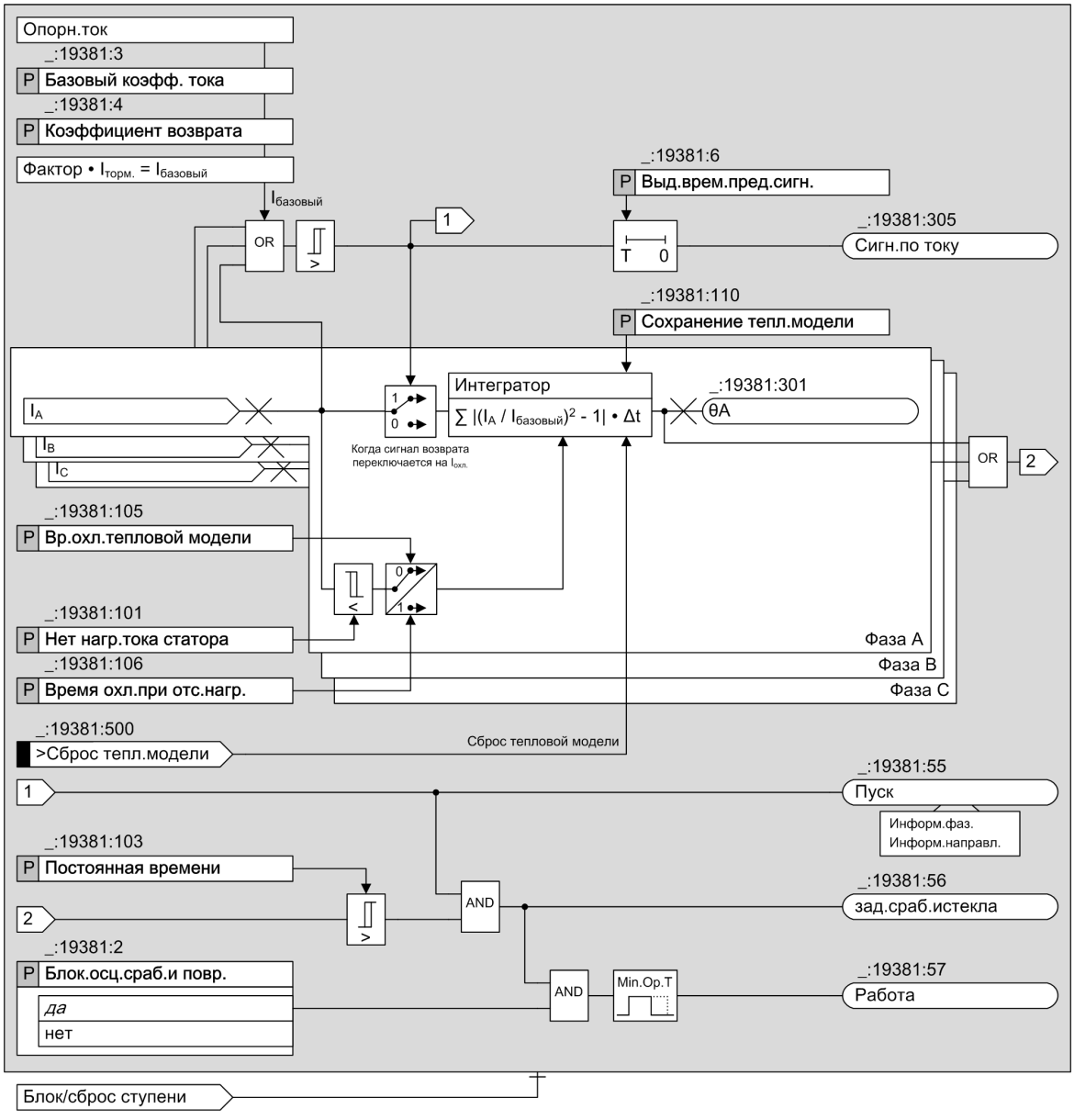
6.69.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:303	Общие данные:Темп.	MV	O
_:2311:301	Общие данные:Ошибка измер.темпер.	SPS	O

6.69.4 Ступень защиты от повышения температуры

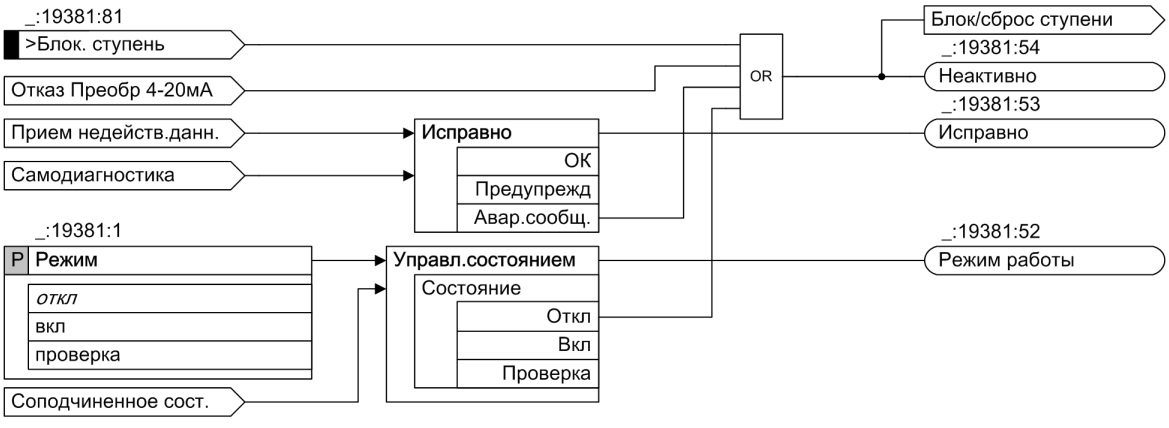
6.69.4.1 Описание

Логика



[lo_OLP_FB_Stator, 1, ru_RU]

Рисунок 6-501 Логическая схема работы тепловой ступени защиты



[lo_OLP_FB_Stator_General, 1, ru_RU]

Рисунок 6-502 Логическая схема работы ступени защиты

Конфигурация ступени

Ступень можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения. Ступени отключения или предупреждения имеют одинаковую логику, за исключением параметра **Базовый коэфф. тока**. Дополнительная информация приведена в главе *6.69.4.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Измеряемые величины

Опорный ток $I_{оп.}$, используемый в ступени, предоставляется общей функцией. Дополнительная информация приведена в главе *6.69.3.1 Описание*.

Расчет базового тока

Базовый ток $I_{баз.}$ является опорным током для тепловой модели. Из-за влияния температуры охлаждающей среды его значение зависит от настроенной характеристики. Дополнительная информация приведена в главе *6.69.3.1 Описание*. Кривая опорного тока масштабируется для номинальных значений. Тепловое предельное значение для ступени отключения или предупреждающей ступени определяется с помощью параметра **Базовый коэфф. тока**. Базовый ток рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{базовый} = \text{Базовый коэфф. тока} \cdot I_{торм.}$$

[fo_ROLP_BaseA, 1, ru_RU]

Где:

Коэффициент базового тока	Используя коэффициент масштабирования, вы определяете значение для ступени отключения или для предупреждающей ступени
$I_{оп.}$	Ток статора при напряжении на клеммах 1,0 о.е. Он рассчитывается с помощью пользовательской характеристики срабатывания. Более подробную информацию можно найти в разделе *Расчет базового тока, Страница 1354*.

Пуск

Ступень сравнивает среднеквадратичное значение тока с базовым током $I_{баз.}$. Если среднеквадратичное значение тока превышает базовый ток, происходит срабатывание ступени.

Предупредительное сообщение

Если значение тока $I_{баз}$ превышено, появляется сообщение о срабатывании и начинается отсчет выдержки времени (параметр **Выд.врем.пред.сигн.**). По истечении времени задержки появляется сообщение *Сигн.по току*.

Тепловая модель

Стандарт вращающихся электрических машин (МЭК 60034-3, IEEE-C50.13) указывает на допустимую перегрузку тепловой кривой с помощью следующей формулы:

$$\sum \left[\left(\frac{I_{\text{действ.}}}{I_{\text{баз.}}} \right)^2 - 1 \right] \cdot t = TC$$

[fo_OLCurve_SOLP, 1, ru_RU]

Где:

$I_{\text{ДЕЙСТВ.}}$	Измеренное среднеквадратичное значение тока
$I_{\text{баз.}}$	Базовый ток
t	Время до отключения
TC	Постоянная времени, задается производителем генератора с помощью параметра **Постоянная времени**

Параметр **Постоянная времени** зависит от конструкции машины. Он представляет допустимое время работы двигателя при 100 % тепловой нагрузке. Расчет тепловой модели защищаемого объекта начинается в тот момент, когда среднеквадратичное значение тока превышает базовый ток $I_{\text{баз}}$. Время срабатывания рассчитывается из среднеквадратичного значения тока интегральным методом измерения по тепловой характеристике. Как только результат интегрирования достигает значения параметра **Постоянная времени**, ступень **Тепловая** генерирует сообщение о срабатывании.

Ограничение кривой срабатывания

Чтобы избежать перегрузки ступени отключения при нагреве в случае короткого замыкания, среднеквадратичное значение входного тока ограничивается верхним пределом. Предельное значение в 4 раза превышает значение базового тока $I_{\text{баз}}$. Если среднеквадратичное значение тока превышает предел, время срабатывания функции постоянно.

Кроме того, тепловая модель ограничена 200 % от **Постоянная времени**. Ограничение позволяет избежать слишком длительного охлаждения после затянувшегося отключения короткого замыкания (например, в случае внешних повреждений энергосистемы).

Время охлаждения тепловой модели

Тепловая модель переходит в режим охлаждения, как только среднеквадратичное значение тока становится ниже базового тока $I_{\text{баз}}$. Существует 2 способа охлаждения тепловой модели:

- Охлаждение с нагрузкой
  Если среднеквадратичное значение тока уменьшается, но его значение превышает параметр **Нет нагр.тока статора**, то тепловая модель уменьшается в соответствии с параметром **Вр.охл.тепловой модели**.
- Охлаждение без нагрузки
  Если среднеквадратичное значение тока ниже, чем значение параметра **Нет нагр.тока статора**, то тепловая модель уменьшается в соответствии с параметром **Время охл.при отс.нагр.**.

Параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** определяют время, необходимое для того, чтобы оборудование остыло со 100 % до 0 %. Если параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** выставлены на 0, тепловая модель сбрасывается немедленно.

Сброс тепловой модели

Сброс тепловой модели до 0 осуществляется при активации сигнала *>Сброс тепл.модели*.

Поведение в случае потери питания

В зависимости от параметра **Сохранение тепл.модели**, значение тепловой модели может быть сброшено до 0 (**Сохранение тепл.модели** = ***нет***) при потере электропитания, или помещаться в буфер постоянной памяти в циклическом режиме (**Сохранение тепл.модели** = ***да***). Это позволяет сохранять рассчитанные значения температуры ротора при неисправности питания. Во втором случае, когда питание восстанавливается, тепловая модель использует сохраненные значения для расчета и сопоставляет их с текущим состоянием двигателя. По умолчанию значение параметра **Сохранение тепл.модели** равно ***нет***.

Поведение в случае недопустимой температуры

Если температура охлаждающей среды является недопустимой, выдается сообщение аварийного сигнала и в ступени используется параметр **Темпер. охлажд. среды**.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.69.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:19381:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да*** (Предупреждающая ступень)
- Уставка по умолчанию **(_:19381:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет*** (Ступень отключения)

Используя параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**, можно настроить ступень в качестве ступени отключения или предупреждения.

Параметр: Базовый коэфф. тока

- Уставка по умолчанию **(_:19381:3) Базовый коэфф. тока** = ***1,074*** (Предупреждающая ступень)
- Уставка по умолчанию **(_:19381:3) Базовый коэфф. тока** = ***1,117*** (Ступень отключения)

Параметр **Базовый коэфф. тока** используется для расчета $I_{баз}$.

ПРИМЕР

Если температура охлаждающей среды равна 28,0 °C, с тепловой характеристикой (см. *Расчет базового тока, Страница 1354*), опорный ток будет равен 9959 A.

Где:

Базовый коэфф. тока для отключающей ступени	= 1,117
Базовый коэфф. тока для предупреждающей ступени	= 1,074

Базовые токи можно рассчитать следующим образом:

- Для отключающей ступени:

$$I_{\text{базовый}} = \text{Базовый коэфф. тока} \cdot I_{\text{торм.}} = 1.117 \cdot 9959\ \text{A} = 11\,124.203\ \text{A}$$

[fo_SOLP_tripping current, 1, ru_RU]

- Для предупреждающей ступени:

$$I_{\text{базовый}} = \text{Базовый коэфф. тока} \cdot I_{\text{торм.}} = 1.074 \cdot 9959\ \text{A} = 10\,695.966\ \text{A}$$

[fo_SOLP_warning current, 1, ru_RU]

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **(_:19381:4) Коэффициент возврата** = ***0,98***

Параметр **Коэффициент возврата** позволяет избежать «дребезга» функции **Защита статора от перегрузки с контролем температуры охлаждающей среды** в случае колебаний измеряемого тока.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Выд.врем.пред.сигн.

- Уставка по умолчанию **(_:19381:6) Выд.врем.пред.сигн.** = ***5.00 с***

Параметр **Выд.врем.пред.сигн.** определяет задержку предупреждения, если среднеквадратичное значение тока превышает базовый ток $I_{баз}$.

Параметр: Постоянная времени

- Уставка по умолчанию **(_:19381:103) Постоянная времени** = ***20.70 с*** (Предупреждающая ступень)
- Уставка по умолчанию **(_:19381:103) Постоянная времени** = ***41.40 с*** (Ступень отключения)

Параметр **Постоянная времени** определяет тепловую постоянную времени цепи статора. Типовые значения — ***20.70 с*** для предупреждающей ступени и ***41.40 с*** для отключающей ступени. Кроме того, можно принять значение, предоставленное производителем генератора.

Параметр: Вр.охл.тепловой модели, Время охл.при отс.нагр.

- Уставка по умолчанию **(_:19381:105) Вр.охл.тепловой модели** = ***600 с***
- Уставка по умолчанию **(_:19381:106) Время охл.при отс.нагр.** = ***1500 с***

Параметры **Вр.охл.тепловой модели** и **Время охл.при отс.нагр.** устанавливают время, необходимое для охлаждения тепловой модели защищаемого объекта до исходного значения, и определяют характеристики охлаждения тепловой модели.

Если среднеквадратичное значение тока меньше значения параметра **Нет нагр.тока статора**, активируется параметр **Время охл.при отс.нагр.**.

В случае отсутствия других указаний можно использовать значение по умолчанию.

Параметр: Нет нагр.тока статора

- Уставка по умолчанию **(_:19381:101) Нет нагр.тока статора** = ***0,245 A***

Параметр **Нет нагр.тока статора** позволяет выбрать способ охлаждения устройства. Во время работы без нагрузки параметр отклоняется от значения номинального тока.

Возможный подход — прим. 5 % от номинального тока.

Параметр: Сохранение тепл.модели

- Уставка по умолчанию **(_:19381:110) Сохранение тепл.модели** = ***нет***

Если устройство подключено к постоянному оперативному напряжению, то можно оставить уставку по умолчанию. Если установить для параметра значение ***да***, то тепловая модель сохраняется, даже если питание устройства выключено.

6.69.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:2311:102	Общие данные:Датчик температуры		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Тепл.ст. 1				
_:19381:1	Тепл.ст. 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:19381:2	Тепл.ст. 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	да
_:19381:3	Тепл.ст. 1:Базовый коэфф. тока		1.001 до 2.000	1.074
_:19381:4	Тепл.ст. 1:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.98
_:19381:6	Тепл.ст. 1:Выд.врем.пред.сигн.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:19381:103	Тепл.ст. 1:Постоянная времени		5.00 с до 60.00 с	20.70 с
_:19381:105	Тепл.ст. 1:Вр.охл.тепловой модели		0 с до 7200 с	600 с
_:19381:101	Тепл.ст. 1:Нет нагр.тока статора		0.030 A до 35.000 A	0.245 A
_:19381:106	Тепл.ст. 1:Время охл.при отс.нагр.		0 с до 7200 с	1500 с
_:19381:110	Тепл.ст. 1:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет
Тепл.ст. 2				
_:19382:1	Тепл.ст. 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:19382:2	Тепл.ст. 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:19382:3	Тепл.ст. 2:Базовый коэфф. тока		1.001 до 2.000	1.117
_:19382:4	Тепл.ст. 2:Коэффициент возврата		0.90 до 0.99	0.98
_:19382:6	Тепл.ст. 2:Выд.врем.пред.сигн.		0.00 с до 60.00 с	5.00 с
_:19382:103	Тепл.ст. 2:Постоянная времени		5.00 с до 60.00 с	41.40 с
_:19382:105	Тепл.ст. 2:Вр.охл.тепловой модели		0 с до 7200 с	600 с
_:19382:101	Тепл.ст. 2:Нет нагр.тока статора		0.030 A до 35.000 A	0.245 A
_:19382:106	Тепл.ст. 2:Время охл.при отс.нагр.		0 с до 7200 с	1500 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:19382:110	Тепл.ст. 2:Сохранение тепл.модели		• нет • да	нет

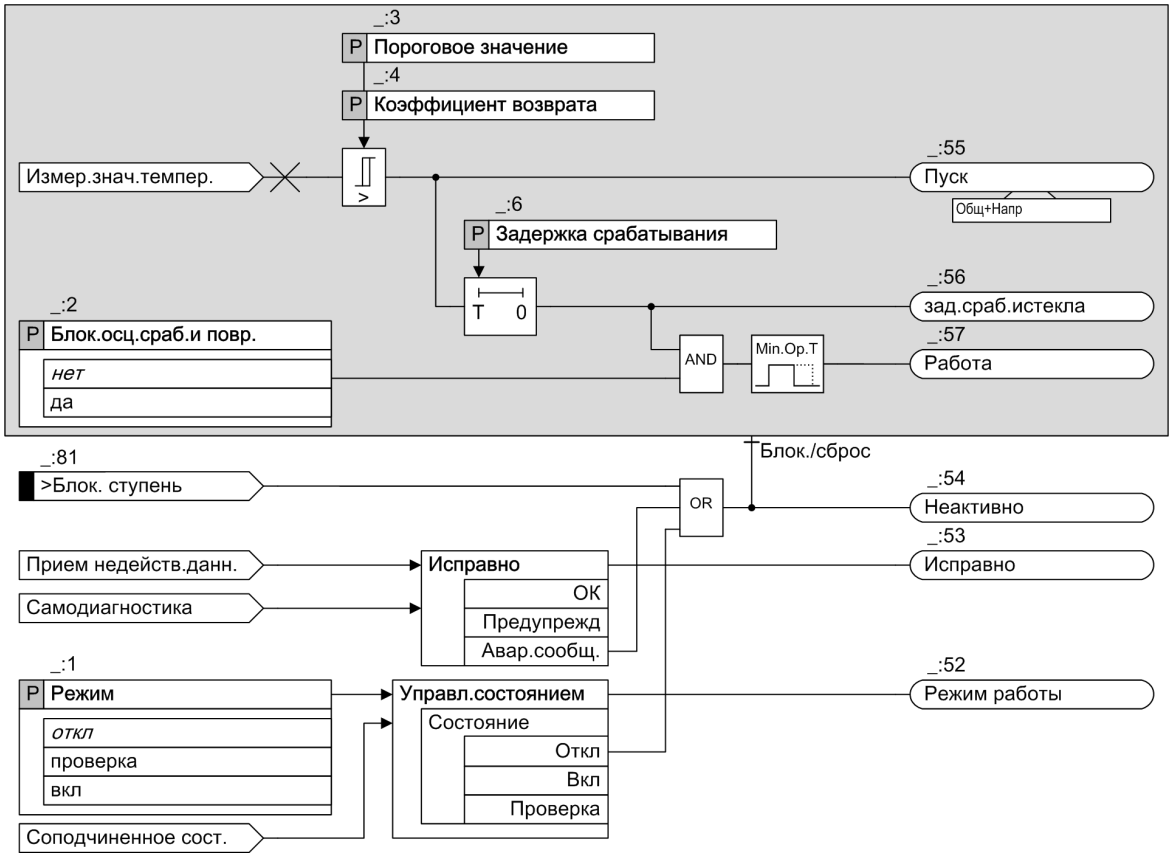
6.69.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Тепл.ст. 1			
_:19381:81	Тепл.ст. 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:19381:500	Тепл.ст. 1:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:19381:54	Тепл.ст. 1:Неактивно	SPS	O
_:19381:52	Тепл.ст. 1:Режим работы	ENS	O
_:19381:53	Тепл.ст. 1:Статус исправности	ENS	O
_:19381:305	Тепл.ст. 1:Сигн.по току	SPS	O
_:19381:55	Тепл.ст. 1:Пуск	ACD	O
_:19381:56	Тепл.ст. 1:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:19381:57	Тепл.ст. 1:Работа	ACT	O
_:19381:301	Тепл.ст. 1:θA	MV	O
_:19381:302	Тепл.ст. 1:θB	MV	O
_:19381:303	Тепл.ст. 1:θC	MV	O
Тепл.ст. 2			
_:19382:81	Тепл.ст. 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:19382:500	Тепл.ст. 2:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:19382:54	Тепл.ст. 2:Неактивно	SPS	O
_:19382:52	Тепл.ст. 2:Режим работы	ENS	O
_:19382:53	Тепл.ст. 2:Статус исправности	ENS	O
_:19382:305	Тепл.ст. 2:Сигн.по току	SPS	O
_:19382:55	Тепл.ст. 2:Пуск	ACD	O
_:19382:56	Тепл.ст. 2:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:19382:57	Тепл.ст. 2:Работа	ACT	O
_:19382:301	Тепл.ст. 2:θA	MV	O
_:19382:302	Тепл.ст. 2:θB	MV	O
_:19382:303	Тепл.ст. 2:θC	MV	O

6.69.5 Ступень фиксации повышения температуры

6.69.5.1 Описание

Логика



[lo_OLP_FB_OverTemp., 1, ru_RU]

Рисунок 6-503 Логическая схема ступени превышения температуры

Если температура охлаждающей среды является слишком высокой, то нет необходимости интегрировать тепловую модель для генераторов и происходит немедленная выдача аварийного сигнала или сигнала срабатывания.

Измеряемая величина

Измеренная температура зависит от общей функциональности. Дополнительная информация приведена в главе *6.69.3.1 Описание*.

Пуск

Ступень сравнивает измеренное значение температуры со значением параметра **Пороговое значение**. Если измеренное значение температуры превышает значение параметра **Пороговое значение**, срабатывает ступень **Превышение температуры**. Параметр **Задержка срабатывания** позволяет задержать пуск ступени.

Конфигурация ступени

Ступень можно настроить в качестве ступени отключения или предупреждения. Дополнительная информация приведена в главе *6.69.3.1 Описание*.

Блокировка ступени

При блокировке сбрасывается пуск и накопленная выдержка времени. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

6.69.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Блок.осц.сраб.и повр.

- Уставка по умолчанию **(_:2) Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

Параметр **Блок.осц.сраб.и повр.**, позволяет настроить ступень в качестве ступени отключения (**Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***) или предупреждающей ступени (**Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***).

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:3) Пороговое значение** = ***70 °C***

С помощью параметра **Пороговое значение** задается пороговое значение температуры охлаждающей среды. Значение указано производителем генератора.

Параметр: Коэффициент возврата

- Уставка по умолчанию **Коэффициент возврата** = ***0,95***

Параметр **Коэффициент возврата** позволяет избежать «дребезга» функции **Защита статора от перегрузки с контролем температуры охлаждающей среды** в случае колебаний измеряемого тока.
Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка срабатывания

- Уставка по умолчанию **(_:6) Задержка срабатывания** = ***2.00 с***

Параметр **Задержка срабатывания** определяет минимальный период времени, в течение которого должны существовать условия срабатывания. Значение зависит от конкретного применения. Для защиты генератора рекомендуется установить задержку срабатывания равной 2,00 с.

6.69.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Повыш.темп. #				
_:1	Повыш.темп. #:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2	Повыш.темп. #:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:3	Повыш.темп. #:Пороговое значение		0°C до 150°C	70°C
_:4	Повыш.темп. #:Коэффициент возврата		0.80 до 0.99	0.95
_:6	Повыш.темп. #:Задержка срабатывания		0.00 с до 60.00 с	2.00 с

6.69.5.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Повыш.темп. #			
_:81	Повыш.темп. #:>Блок. ступень	SPS	I
_:54	Повыш.темп. #:Неактивно	SPS	O
_:52	Повыш.темп. #:Режим работы	ENS	O
_:53	Повыш.темп. #:Статус исправности	ENS	O
_:55	Повыш.темп. #:Пуск	ACD	O
_:56	Повыш.темп. #:зад.сраб.истекла	ACT	O
_:57	Повыш.темп. #:Работа	ACT	O

6.70 Мониторинг температуры

6.70.1 Обзор функций

Функция **Контроль температуры** проверяет тепловое состояние:

- Двигатели
- Генераторы
- Трансформаторы

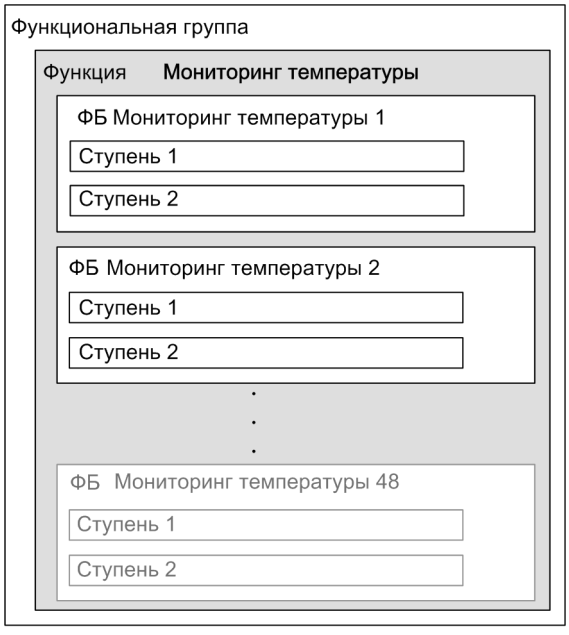
Во вращающихся машинах она также проверяет температуру подшипников на предмет выхода температуры за допустимый диапазон.

Температура измеряется в различных частях защищаемого объекта при помощи датчиков температуры (RTD = резистивный датчик температуры) и передаются в устройство через один или несколько блоков RTD.

Функция **Контроль температуры** получает значения измеренной температуры посредством функций **RTD-блок Ether.** или **RTD-блок послед.** от функциональной группы **Аналоговые блоки**.

6.70.2 Структура функции

Функция контроля температуры может работать во всех функциональных группах защиты. Максимум 48 точек измерения температуры могут оцениваться одновременно в функции **Мониторинг температуры**. Каждая точка измерения температуры имеет две ступени порогового значения.

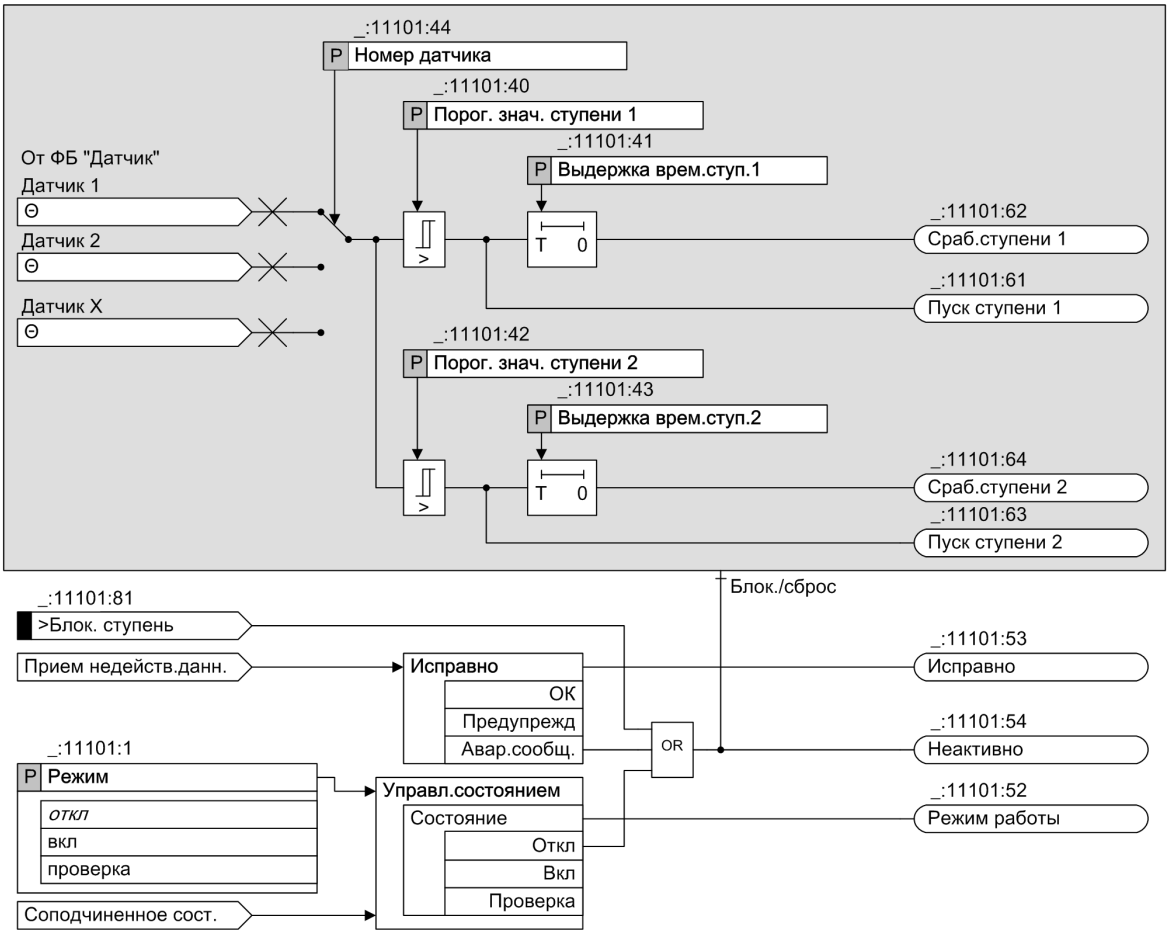


[dwstrtmp-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-504 Структура/реализация функции

6.70.3 Описание функции

Логика



[lotmpsup-170712-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 6-505 Логическая схема точки контроля температуры

Функциональный блок **Точка контроля температуры** (ФБ **Точка**) получает значение измеренной температуры в °C или °F как входную переменную, получаемую от функциональных блоков датчика температуры функциональной группы **Аналоговые блоки**. Параметр **Номер датчика** используется для выбора датчика температуры.

Для каждой точки измерения можно реализовать 2 решения о пороговом значении. Если значение измеренной температуры больше или равно установленной пороговой величины, ступени генерируют сигнал пуска отдельно друг от друга и, после установки выдержки времени на отключение, сигнал срабатывания.

Сообщения от точек контроля остаются доступными для дальнейшей обработки.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пуск ступеней не приводит к регистрации повреждений. Сообщения о срабатывании ступеней не входят в логику отключения устройства.

6.70.4 Указания по применению и вводу уставок

Если вы используете внешний блок RTD, подключите его через интерфейс (Ethernet или последовательный) к устройству SIPROTEC 5. Обратите внимание на указания по конфигурации интерфейсов в главе Тип функциональной группы, аналоговый трансформатор в разделе *5.8.7.3 Связь с RTD-блоком*.

Параметр: Местополож.датчика

- Уставка по умолчанию **(_:11101:46) Местополож.датчика** = ***Другое***

Вы определяете для устройства место установки датчика с помощью параметра **Местополож.датчика**. ***Масло***, ***Окруж. среда***, ***Обмотка***, ***Подшипник*** и ***Другое*** доступны для выбора. Выбор в устройстве не учитывается, он только несет информацию о среде, где происходит замер температуры.

Параметр: Номер датчика

- Уставка по умолчанию **(_:11101:44) номер датчика** = ***не выбран функциональный блок***

С помощью параметра **номер датчика** вы назначаете конкретный датчик, температуру которого необходимо отслеживать, на функциональный блок **Положение**. В DIGSI вы назначаете датчик с помощью списка, который содержит все подключенные блоки RTD и их датчики.

Параметр: Порог. знач. ступени 1

- Уставка по умолчанию **(_:11101:40) Порог. знач. ступени 1** = ***100 °C***

С помощью параметра **Порог. знач. ступени 1** вы устанавливаете значение температуры, превышение которого вызовет пуск первой отключающей ступени.

Параметр: Выдержка врем.ступ.1

- Уставка по умолчанию **(_:11101:41) Выдержка врем.ступ.1** = ***5 с***

С помощью параметра **Выдержка врем.ступ.1** вы устанавливаете время, на которое сигнал о срабатывании первой отключающей ступени должен задерживаться после пуска ступени. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Если задать выдержку времени, равную ∞, сигнал о срабатывании блокируется.

Параметр: Порог. знач. ступени 2

- Уставка по умолчанию **(_:11101:42) Порог. знач. ступени 2** = ***120 °C***

С помощью параметра **Порог. знач. ступени 2** вы устанавливаете значение температуры, превышение которого вызовет пуск второй отключающей ступени.

Параметр: Выдержка врем.ступ.2

- Уставка по умолчанию **(_:11101:43) Выдержка врем.ступ.2** = ***0 с***

С помощью параметра **Выдержка врем.ступ.2** вы устанавливаете время, на которое сигнал о срабатывании второй отключающей ступени должен задерживаться после пуска ступени. Выдержка времени зависит от конкретного применения. Если задать выдержку времени, равную ∞, сигнал о срабатывании блокируется.

Единицы измерения температуры

Для изменения единиц измерения температуры для просмотра и анализа измеряемых значений с °C на °F, адаптируйте соответствующим образом пользовательские настройки, заданные по умолчанию в DIGSI (см. *5.8.7.5 Датчик температуры*).

6.70.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка 1				
_:11101:46	Точка 1:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11101:1	Точка 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11101:40	Точка 1:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11101:41	Точка 1:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11101:42	Точка 1:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11101:43	Точка 1:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11101:44	Точка 1:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 2				
_:11102:46	Точка 2:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11102:1	Точка 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11102:40	Точка 2:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11102:41	Точка 2:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11102:42	Точка 2:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11102:43	Точка 2:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11102:44	Точка 2:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка 3				
_:11103:46	Точка 3:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11103:1	Точка 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11103:40	Точка 3:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11103:41	Точка 3:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11103:42	Точка 3:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11103:43	Точка 3:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11103:44	Точка 3:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 4				
_:11104:46	Точка 4:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11104:1	Точка 4:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11104:40	Точка 4:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11104:41	Точка 4:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11104:42	Точка 4:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11104:43	Точка 4:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11104:44	Точка 4:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 5				
_:11105:46	Точка 5:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11105:1	Точка 5:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11105:40	Точка 5:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11105:41	Точка 5:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11105:42	Точка 5:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11105:43	Точка 5:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11105:44	Точка 5:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 6				
_:11106:46	Точка 6:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11106:1	Точка 6:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11106:40	Точка 6:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11106:41	Точка 6:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11106:42	Точка 6:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11106:43	Точка 6:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11106:44	Точка 6:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 7				
_:11107:46	Точка 7:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11107:1	Точка 7:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11107:40	Точка 7:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11107:41	Точка 7:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11107:42	Точка 7:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11107:43	Точка 7:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11107:44	Точка 7:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 8				
_:11108:46	Точка 8:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11108:1	Точка 8:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11108:40	Точка 8:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11108:41	Точка 8:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11108:42	Точка 8:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11108:43	Точка 8:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11108:44	Точка 8:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 9				
_:11109:46	Точка 9:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11109:1	Точка 9:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11109:40	Точка 9:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11109:41	Точка 9:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11109:42	Точка 9:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11109:43	Точка 9:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11109:44	Точка 9:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка 10				
_:11110:46	Точка 10:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11110:1	Точка 10:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11110:40	Точка 10:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11110:41	Точка 10:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11110:42	Точка 10:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11110:43	Точка 10:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11110:44	Точка 10:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 11				
_:11111:46	Точка 11:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое
_:11111:1	Точка 11:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11111:40	Точка 11:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11111:41	Точка 11:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11111:42	Точка 11:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11111:43	Точка 11:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11111:44	Точка 11:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Точка 12				
_:11112:46	Точка 12:Место-полож.датчика		• Масло • Окруж. среда • Обмотка • Подшипник • Другое	Другое

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:11112:1	Точка 12:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11112:40	Точка 12:Порог. знач. ступени 1		-50°C до 250°C	100°C
_:11112:41	Точка 12:Выдержка врем.ступ.1		0 с до 60 с; ∞	5 с
_:11112:42	Точка 12:Порог. знач. ступени 2		-50°C до 250°C	120°C
_:11112:43	Точка 12:Выдержка врем.ступ.2		0 с до 60 с; ∞	0 с
_:11112:44	Точка 12:Датчик		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.70.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Точка 1			
_:11101:81	Точка 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:11101:54	Точка 1:Неактивно	SPS	O
_:11101:52	Точка 1:Режим работы	ENS	O
_:11101:53	Точка 1:Статус исправности	ENS	O
_:11101:61	Точка 1:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11101:62	Точка 1:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11101:63	Точка 1:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11101:64	Точка 1:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 2			
_:11102:81	Точка 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:11102:54	Точка 2:Неактивно	SPS	O
_:11102:52	Точка 2:Режим работы	ENS	O
_:11102:53	Точка 2:Статус исправности	ENS	O
_:11102:61	Точка 2:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11102:62	Точка 2:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11102:63	Точка 2:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11102:64	Точка 2:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 3			
_:11103:81	Точка 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:11103:54	Точка 3:Неактивно	SPS	O
_:11103:52	Точка 3:Режим работы	ENS	O
_:11103:53	Точка 3:Статус исправности	ENS	O
_:11103:61	Точка 3:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11103:62	Точка 3:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11103:63	Точка 3:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11103:64	Точка 3:Сраб.ступени 2	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Точка 4			
_:11104:81	Точка 4:>Блок. ступень	SPS	I
_:11104:54	Точка 4:Неактивно	SPS	O
_:11104:52	Точка 4:Режим работы	ENS	O
_:11104:53	Точка 4:Статус исправности	ENS	O
_:11104:61	Точка 4:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11104:62	Точка 4:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11104:63	Точка 4:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11104:64	Точка 4:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 5			
_:11105:81	Точка 5:>Блок. ступень	SPS	I
_:11105:54	Точка 5:Неактивно	SPS	O
_:11105:52	Точка 5:Режим работы	ENS	O
_:11105:53	Точка 5:Статус исправности	ENS	O
_:11105:61	Точка 5:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11105:62	Точка 5:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11105:63	Точка 5:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11105:64	Точка 5:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 6			
_:11106:81	Точка 6:>Блок. ступень	SPS	I
_:11106:54	Точка 6:Неактивно	SPS	O
_:11106:52	Точка 6:Режим работы	ENS	O
_:11106:53	Точка 6:Статус исправности	ENS	O
_:11106:61	Точка 6:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11106:62	Точка 6:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11106:63	Точка 6:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11106:64	Точка 6:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 7			
_:11107:81	Точка 7:>Блок. ступень	SPS	I
_:11107:54	Точка 7:Неактивно	SPS	O
_:11107:52	Точка 7:Режим работы	ENS	O
_:11107:53	Точка 7:Статус исправности	ENS	O
_:11107:61	Точка 7:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11107:62	Точка 7:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11107:63	Точка 7:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11107:64	Точка 7:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 8			
_:11108:81	Точка 8:>Блок. ступень	SPS	I
_:11108:54	Точка 8:Неактивно	SPS	O
_:11108:52	Точка 8:Режим работы	ENS	O
_:11108:53	Точка 8:Статус исправности	ENS	O
_:11108:61	Точка 8:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11108:62	Точка 8:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11108:63	Точка 8:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11108:64	Точка 8:Сраб.ступени 2	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Точка 9			
_:11109:81	Точка 9:>Блок. ступень	SPS	I
_:11109:54	Точка 9:Неактивно	SPS	O
_:11109:52	Точка 9:Режим работы	ENS	O
_:11109:53	Точка 9:Статус исправности	ENS	O
_:11109:61	Точка 9:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11109:62	Точка 9:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11109:63	Точка 9:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11109:64	Точка 9:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 10			
_:11110:81	Точка 10:>Блок. ступень	SPS	I
_:11110:54	Точка 10:Неактивно	SPS	O
_:11110:52	Точка 10:Режим работы	ENS	O
_:11110:53	Точка 10:Статус исправности	ENS	O
_:11110:61	Точка 10:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11110:62	Точка 10:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11110:63	Точка 10:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11110:64	Точка 10:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 11			
_:11111:81	Точка 11:>Блок. ступень	SPS	I
_:11111:54	Точка 11:Неактивно	SPS	O
_:11111:52	Точка 11:Режим работы	ENS	O
_:11111:53	Точка 11:Статус исправности	ENS	O
_:11111:61	Точка 11:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11111:62	Точка 11:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11111:63	Точка 11:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11111:64	Точка 11:Сраб.ступени 2	SPS	O
Точка 12			
_:11112:81	Точка 12:>Блок. ступень	SPS	I
_:11112:54	Точка 12:Неактивно	SPS	O
_:11112:52	Точка 12:Режим работы	ENS	O
_:11112:53	Точка 12:Статус исправности	ENS	O
_:11112:61	Точка 12:Пуск ступени 1	SPS	O
_:11112:62	Точка 12:Сраб.ступени 1	SPS	O
_:11112:63	Точка 12:Пуск ступени 2	SPS	O
_:11112:64	Точка 12:Сраб.ступени 2	SPS	O

6.71 Расчета точек нагрева

6.71.1 Обзор функций

Функция **Расчет наиболее нагретой точки** (ANSI 49H) служит для защиты трансформатора от теплового разрушения при увеличении рабочих токов и контроля температурного режима витков.

Эта функция в основном используется для контроля температуры витков в трансформаторе. Крайне важно обеспечить непрерывный контроль температуры в особых или **наиболее нагретых точках**. Увеличение температуры витка может оказать значительное воздействие на трансформатор.

Наиболее часто возникает следующий ущерб:

- Уменьшение срока службы
- Образование пузырьков газа, способных вызвать пробои изоляции
- Разрушение изоляции обмоток

Расчет наиболее нагретой точки выполняется в соответствии со стандартами МЭК 60076-7 и IEEE C57.91 2011 и включает определение трех переменных, необходимых для работы функции защиты:

- Температура наиболее нагретой точки
- Относительная скорость старения
- Запас по нагреву до выдачи предупредительной и аварийной сигнализации

Для расчета температуры наиболее нагретой точки требуется следующая информация:

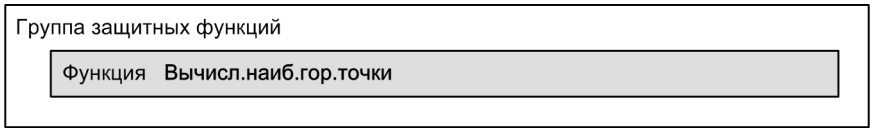
- Способы охлаждения
- Коэффициент модуля мощности
- Температура охлаждающей жидкости (температура масла в защищаемом объекте)
- Объем бака трансформатора
- Постоянные времени масла и витков
- Факторы, учитываемые в соответствии с МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011

Температура верхних слоев масла измеряется в точках для измерения температуры. В этом случае обеспечивается передача данных от 12 точек измерения температуры в устройство защиты посредством одной термопары. Одна из этих точек выбирается для расчета температуры наиболее нагретой точки.

6.71.2 Структура функции

Функция **расчета горячих точек** может использоваться во всех функциональных группах защиты, имеющих 3-фазный токовый вход. Функцию можно вставить в проект, просто перетащив ее из библиотеки функций DISGI 5.

Функция **расчета горячих точек** является непрерывно действующей.

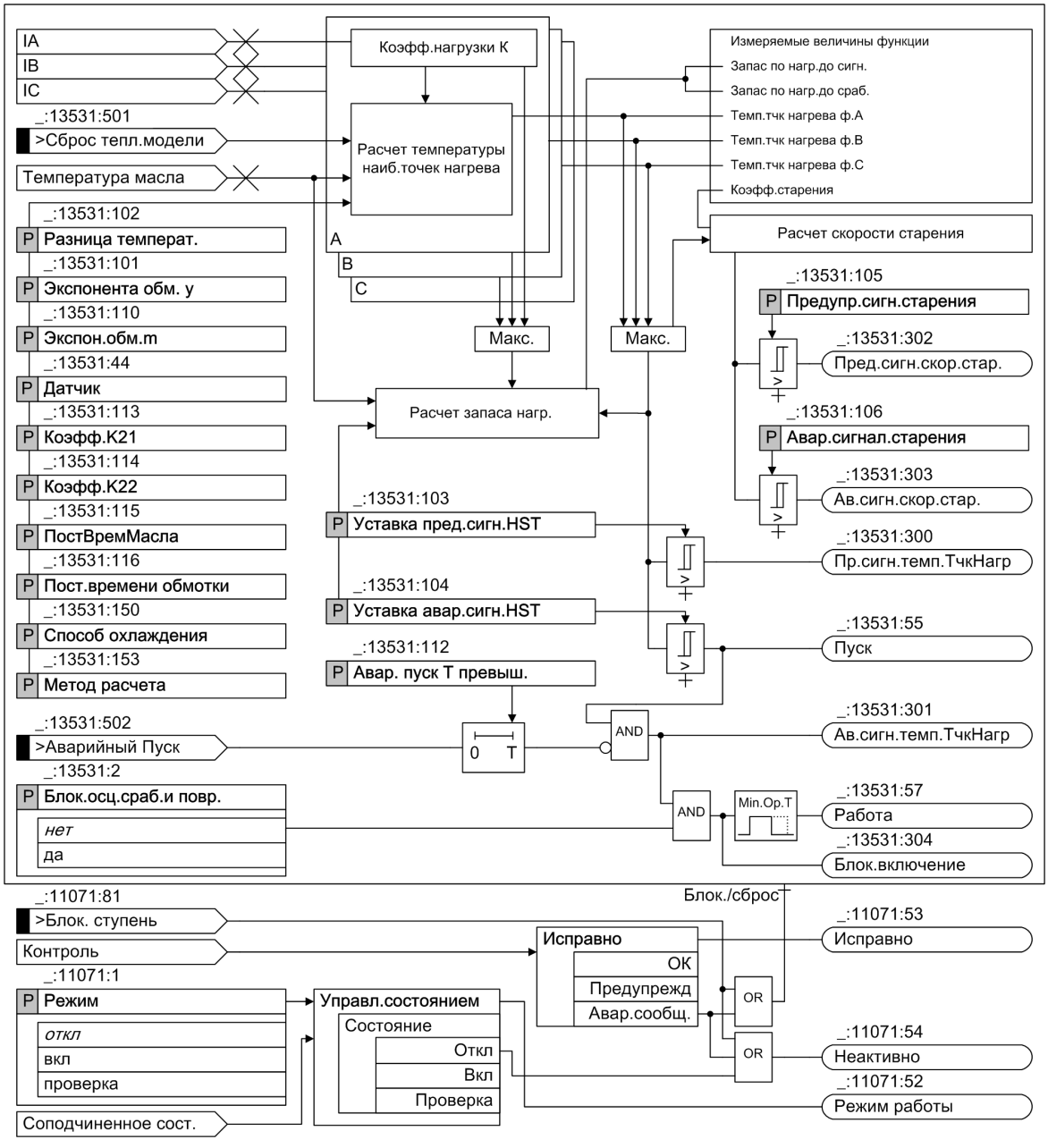


[dwhotspt-260213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-506 Структура/реализация функции

6.71.3 Описание функции

Логика работы



[lohotspt-300513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-507 Логическая схема функции расчета точек нагрева

Расчет температуры точек нагрева трансформатора может производиться в соответствии со стандартами МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011. При этом рассчитываются три переменные, соответствующие функции защиты:

- Температура наиболее нагретой точки
- Относительная скорость старения
- Запас по нагреву до выдачи предупредительной и аварийной сигнализации

Для работы этой функции необходимо выполнять измерения температуры масла в трансформаторе. Укажите точку измерения для измерительного оборудования, соответствующую расчету температуры точки нагрева.

Версии охлаждения

Расчет точки нагрева зависит от способа охлаждения. Воздушное охлаждение всегда доступно и осуществляется с использованием двух типов конвекции:

- **AN** (**Воздушная естественная**): Искусственная конвекция
- **AF** (**Воздушная принудительная**): Принудительная конвекция (вентиляция)

При наличии жидкостного охлаждения возможны два типа охлаждения:

- **ON** (**Масляное естественное** = конвекция потока масла): Охлаждающая жидкость (масло) перемещается в баке за счет образующейся разности температур. Охлаждающий эффект обусловлен естественной конвекцией и не является резко выраженным.
- **OF** (**Масляное Принудительное** = принудительная циркуляция масла): Охлаждающая жидкость (масло) циркулирует в баке за счет работы масляного насоса. Поэтому охлаждающий эффект гораздо больше, чем при использовании способа **ON**.
- **OD** (**Масляное направленное** = направленный поток масла): Охлаждающая жидкость (масло) циркулирует в баке по определенному пути за счет работы масляного насоса. В результате поток масла может быть увеличен в точках, являющихся наиболее нагретыми. По этой причине охлаждение оказывается особенно эффективным, с самым малым температурным градиентом.

Расчет температуры точек нагрева по стандарту МЭК 60076-7

Точка нагрева защищаемого объекта является важным фактором его состояния. Наиболее нагретая точка трансформатора находится на изоляции самого верхнего витка и температура этой точки связана со сроком службы трансформатора. Температура охлаждающей жидкости в трансформаторе возрастает от нижней к верхней части. Способ охлаждения влияет на величину перепада температуры.

Температура точки нагрева включает три составляющие:

- Температура наиболее нагретой точки в охлаждающей жидкости (определяется путем измерения)
- Составляющая, связанная с ростом температуры витка, вызванным нагрузкой трансформатора. Она определяет градиент температуры от точки нагрева обмотки до температуры масла в верхней части трансформатора.
- Составляющая роста температуры витка, вызванная внезапным изменением нагрузки трансформатора

Для расчета температуры в точке нагрева устройству защиты требуется следующая информация:

- Данные измерений в соответствующей точке
- Данные о величине тока в обмотке
- Параметры системы охлаждения

Выдача сигнализации и/или отключение производятся в случае превышения регулируемой уставки (температурная авария).

Для расчета точки нагрева внутри трансформатора определяется сумма температуры масла в верхней части трансформатора и разницы температур между точкой нагрева и маслом в верхней части:

$\Theta_h (t) = \Theta_o (t) + \Delta\Theta_h (t)$

где

$\Theta_h (t)$	Температура точки нагрева в °C
$\Theta_o (t)$	Температура верхней части охлаждающей жидкости (температура масла) в °C
$\Delta\Theta_h (t)$	Разница температур между точкой нагрева обмотки и маслом в °C

Соотношение температуры точки нагрева и температуры масла определяют два следующих фактора:

- Изменение вязкости масла (характер потока масла)
- Изменение омического сопротивления витка (зависимость от нагрузки)

$\Delta\Theta_h\,(t) = \Delta\Theta_{h1}\,(t) - \Delta\Theta_{h2}\,(t)$

$\Delta\Theta_{h1}\,(t) = \Delta\Theta_{h1}(t\text{-}1) + d\Delta\Theta_{h1}(t)$

$\Delta\Theta_{h2}\,(t) = \Delta\Theta_{h2}(t\text{-}1) + d\Delta\Theta_{h2}(t)$

где

$\Delta\Theta_{h1}\,(t)$	Разница температуры, вызванная сопротивлением витка
$\Delta\Theta_{h2}\,(t)$	Разница температуры, вызванная вязкостью масла

Для расчета используются два следующих выражения:

$$d\Delta\Theta_{h1}(t) = \frac{dt}{k_{22}\tau_w} \cdot (k_{21} \cdot K^Y \cdot H_{gr} - \Delta\Theta_{h1}(t - \Delta t))$$

[fohsalt8-300513-01.tif, 1, ru_RU]

$$d\Delta\Theta_{h2}(t) = \frac{dt}{(1/k_{22})\tau_o} \cdot \left[(k_{21} - 1) \cdot K^Y \cdot H_{gr} - \Delta\Theta_{h2}(t - \Delta t)\right]$$

[fohsalt9-300513-01.tif, 1, ru_RU]

где

H_{gr}	Градиент температуры изоляции
K	Коэффициент нагрузки I/I_N (измеренный)
y	Показатель витка
k_{21}, k_{22}	Постоянная тепловой модели
τ_o	Постоянная времени масла
τ_w	Постоянная времени витка
t	Временная точка расчета тока
Δt	Интервал расчета

Коэффициент нагрузки K определяется из величины измеренного тока и номинального тока объекта. В качестве номинального тока используется номинальный ток соответствующей функциональной группы.

Расчет температуры точек нагрева по стандарту IEEE C57.91 2011

Для расчета точки нагрева внутри трансформатора определяется сумма температуры масла в верхней части трансформатора и разницы температур между точкой нагрева и маслом в верхней части: Уравнение аналогично стандарту МЭК:

$\Theta_h\,(t) = \Theta_o\,(t) + \Delta\Theta_h\,(t)$

где

$\Theta_h\,(t)$	Температура точки нагрева в °C
$\Theta_o\,(t)$	Температура верхней части охлаждающей жидкости (температура масла) в °C
$\Delta\Theta_h\,(t)$	Разница температур между точкой нагрева обмотки и маслом в °C

$$\Delta\Theta_h(t) = (\Delta\Theta_h(t - \Delta t)) + \frac{\Delta t}{\tau_w}(\Delta\Theta_{H,U}(t) - \Delta\Theta_h(t - \Delta t))$$

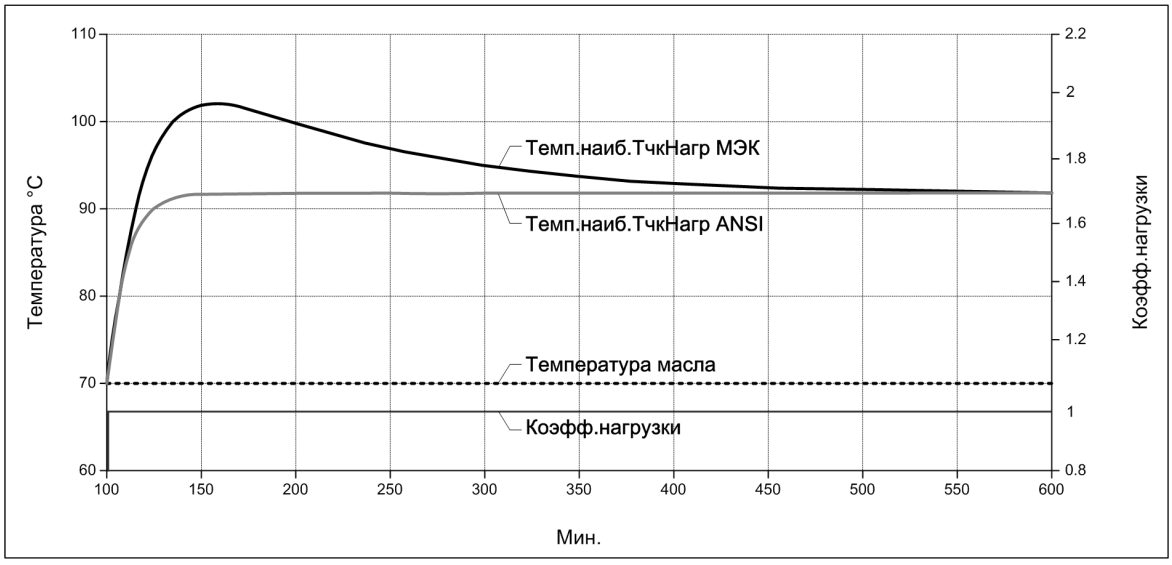
[fohsalt7-060313-01.tif, 1, ru_RU]

$$\Delta\Theta_{H,U}(t) = K^{2m} \cdot H_{gr}$$

где

$\Delta\Theta_{H,U}(t)$	Увеличение температуры точки нагрева, зависящее от нагрузки, из-за температуры верхней части масла
K	Коэффициент нагрузки I/I_N (измеренный)
m	Показатель витка
H_{gr}	Градиент температуры от точки нагрева витка до температуры масла при номинальной нагрузке
τ_w	Постоянная времени витка
t	Временная точка расчета тока
Δt	Интервал расчета

На следующем рисунке показан пример изменения температуры точки нагрева во время изменения нагрузки от $0 \cdot I/I_N$ до $1 \cdot I/I_N$ при постоянной температуре масла 70°C. Все необходимые параметры соответствуют значениям по умолчанию. Результаты расчетов по методам из стандартов МЭК 60076-7 и IEEE C57.91 2011 являются сопоставимыми.



[dwhslsfk-170613-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 6-508 Пример расчета точки нагрева

Расчет относительного старения

Срок службы изоляции на основе целлюлозы указывается для температуры среды 98 °C в непосредственной близости от изоляции. Опыт показывает, что увеличение температуры на 6 K сокращает срок службы наполовину. Отсюда можно получить следующее уравнение для относительного старения V при температуре, отличной от 98 °C:

$$V = \frac{\text{Старение при } \Theta_h}{\text{Старение при } 98\ °C} = 2^{(\Theta_h - 98\ °C)/6}$$

[fohsalt1-260213-01.tif, 1, ru_RU]

где

V	Относительная скорость старения
Θ_h	Температура точки нагрева в °C

Средняя относительная скорость старения L, полученная для среднего расчетного и наблюдаемого временного промежутка от T1 до T2. Период времени от T1 до T2 равен 1 минуте.

$$L = \frac{1}{T_2 - T_1} \cdot \int_{T_1}^{T_2} V dt$$

[fohsalt2-260213-01.tif, 1, ru_RU]

где

L	Среднее относительное старение
T2 - T1	60 с

При неизменной номинальной нагрузке, L = 1 соответствует температуре точки нагрева 98 °C; при значении, большем 1, имеет место ускоренное старение, например при L = 2 достигается только половина величины срока службы относительно условий номинальной нагрузки.

Относительное старение определяется в соответствии со стандартом МЭК только в диапазоне от 80 до 140 °C. Этот рабочий диапазон определен для расчета старения. Температуры ниже 80 °C не увеличивают расчетный период старения. Значения выше 140 °C не приводят к сокращению расчетного периода старения.

Приведенный расчет относительного старения относится только к изоляции обмотки и по этой причине неприменим к остальным неисправностям.

Результаты

Температура точки нагрева рассчитывается для связанной функциональной группы защищаемого объекта. Для этого используются токи этой функциональной группы и измеренная температура охлаждающей жидкости при выбранной точке измерения температуры. В качестве номинального тока используется номинальный ток соответствующей функциональной группы.

Пороговые значения точки нагрева

Предусмотрено две уставки сигнализации о температуре в точке нагрева: Уставка предупреждения **Уставка пред.сигн.HST** и уставка аварии **Уставка авар.сигн.HST**. Также предусмотрено по одной регулируемой уставке предупреждения **Предупр.сигн.старения** и аварии **Авар.сигнал.старения** для средней скорости старения.

Аварийный запуск

Если трансформатор по причинам оперативного характера должен работать при температуре, превышающей максимально допустимую для наиболее нагретой точки, то команда отключения может быть заблокирована, либо можно обеспечить включение с помощью дискретного входа (*>Аварийный Пуск*).

После снятия дискретного входного сигнала *>Аварийный Пуск* может потребоваться продолжить действие блокировки по той причине, что температура точки нагрева все еще превышает уставку отключения. Для этой цели функция защиты оснащена регулируемым временем удерживания(**Авар. пуск T превыш.**), которое начинает отсчитываться с момента снятия дискретного сигнала и продолжает подавлять команду отключения. Отключение по расчету точки нагрева возможно только по окончании этой временной задержки.

Данный дискретный вход действует только на аварийную сигнализацию и команду отключения, но не оказывает эффекта на фиксацию повреждения в журнале и не сбрасывает визуализацию температуры.

Блокировка функции

В случае блокировки сработавшая функция будет сброшена. Функцию можно заблокировать по внешнему или внутреннему каналу, используя сигнал на дискретном входе *>Блок. ступень*. При этом появляются все сообщения.

Блокировка включения

Для предотвращения включения защищаемого объекта при высокой температуре можно использовать сигнал *Блок.включение*. Этот сигнал устанавливается, если температура отключения превышена, и отменяется, если температура опускается ниже уставки возврата.

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:13531:307) Темп.A	Температура точки нагрева для фазы A в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:308) Темп.B	Температура точки нагрева для фазы B в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:309) Темп.C	Температура точки нагрева для фазы C в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:310) Тмаш	Температура точки нагрева для трех фаз в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:311) СкСтар	Относительная скорость старения
(_:13531:305) Rsпред.	Граница предупреждающей сигнализации о нагрузке в процентах
(_:13531:306) Rsсигн.	Граница предупреждающей сигнализации об аварии в процентах

Можно в любое время получить информацию о текущем состоянии регулирования на устройстве посредством функциональных измеряемых величин.

Функциональные измеряемые величины для **расчета наиболее нагретой точки** можно найти в следующих пунктах меню устройства:

- Главное меню → Измерения → Функция → Функциональные измеряемые величины → Расчет наиболее нагретой точки

6.71.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Датчик

- Уставка по умолчанию **(_:13531:44) датчик** = ***не выбран функциональный блок***

При помощи параметра **Датчик** пользователь указывает, какая точка измерения температуры используется для расчета точки нагрева. К этой точке измерения должен подключаться датчик измерения температуры масла в верхней части трансформатора. Если оборудование для измерения температуры не подключено, отображается уставка **Ошибка согласования**.

Параметр: Способ охлаждения

- Уставка по умолчанию **(_:13531:150) Способ охлаждения** = ***M ест. Взд. ест.***

Уставка **Способ охлаждения** указывает способ охлаждения. Более точное определение содержится в параметре **Версии охлаждения** из описания функции расчета точек нагрева.

Параметр: Авар. пуск T превыш.

- Уставка по умолчанию **(_:13531:112) Авар. пуск T превыш.** = ***300 c***

Параметр **Авар. пуск T превыш.** используется для выдержки времени, в течение которого блокировка отключения должна оставаться активной после получения дискретного входного сигнала **>Аварийный Пуск**. При получении входного сигнала предполагается разгрузка защищаемого объекта. Параметр **Авар. пуск T превыш.** устанавливается таким образом, чтобы в это время температура наиболее нагретой точки могла опуститься ниже порогового значения возврата.

Параметр: Уставка пред.сигн.HST

- Уставка по умолчанию **(_:13531:103) Уставка пред.сигн.HST** = ***98 °C***

Уставка **Уставка пред.сигн.HST** служит для ввода температуры, при которой выдается предупреждающая сигнализация в случае превышения этой температуры.

Параметр: Уставка авар.сигн.HST

- Уставка по умолчанию **(_:13531:104) Уставка авар.сигн.HST** = *108 °C*

Уставка **Уставка авар.сигн.HST** служит для ввода температуры, при которой выдается аварийная сигнализация в случае превышения этой температуры.

Параметр: Предупр.сигн.старения

- Уставка по умолчанию **(_:13531:105) Предупр.сигн.старения** = *1,000*

Параметр **Предупр.сигн.старения** служит для ввода уставки выдачи предупреждающей сигнализации по результатам расчета относительного старения.

Параметр: Авар.сигнал.старения

- Уставка по умолчанию **(_:13531:106) Авар.сигнал.старения** = *2,000*

Параметр **Авар.сигнал.старения** служит для ввода уставки выдачи аварийной сигнализации по результатам расчета относительного старения.

Параметр: Пост.времени обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:13531:116) Пост.времени обмотки** = *10 мин*

Уставка **Пост.времени обмотки** обеспечивает учет передачи тепла от электрического проводника (витка) в направлении внешней изоляции. Это занимает несколько минут. В отсутствие подходящих технических спецификаций можно использовать данные из стандарта МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этих стандартах, представлены в *Таблица 6-35*.

Параметр: Метод расчета

- Уставка по умолчанию **(_:13531:153) Метод расчета** = *МЭК 60076-7*

Параметр **Метод расчета** определяет стандарт, используемый для расчета температуры наиболее нагретой точки. В зависимости от выбора требуемые значения уставок могут быть отображаемыми или скрытыми.

МЭК 60076-7

Следующие уставки применимы только для расчета в соответствии с методикой из стандарта МЭК 60076-7.

Параметр: Экспонента обм. y

- Уставка по умолчанию **(_:13531:101) Экспонента обм. y** = *1,6*

Для расчета температуры наиболее нагретой точки требуется параметр устройства **Экспонента обм. y**. В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этих стандартах, представлены в *Таблица 6-35*.

Параметр: Разница температ.

- Уставка по умолчанию **(_:13531:102) Разница температ.** = *22*

Для расчета температуры наиболее нагретой точки требуется параметр устройства **Разница температ.** (H_{gr}). Этот градиент температуры указывает разницу температур между наиболее нагретой точкой обмотки и температурой масла в верхней части трансформатора при номинальной нагрузке.

Уставки не имеют размерности. Градиент температуры указывается в °C (единица системы СИ). Если известно только значение в °F, выполните преобразование по следующей формуле:

°C = K · 5/9

°C	Значение в °C
K	Градиент температуры в °F

В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-35*.

Параметр: Коэфф.K21

- Уставка по умолчанию **(_:13531:113) Коэфф.K21** = ***2,0***

Параметр: Коэфф.K22

- Уставка по умолчанию **(_:13531:114) Коэфф.K22** = ***2,0***

Уставки **Коэфф.K21** и **Коэфф.K22** представляют постоянные модели, необходимые для учета конфигурации витка трансформатора для определения характера движения масла. В отсутствие технических спецификаций интересующего трансформатора могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-35*.

Параметр: ПостВремМасла

- Уставка по умолчанию **(_:13531:115) ПостВремМасла** = ***210 мин.***

Уставки **ПостВремМасла** служат для учета потока масла и скорости потока. Постоянная времени зависит от типа обмотки и способа охлаждения. В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-35*.

IEEE C57.91 2011

Следующие уставки применимы только для расчета в соответствии с методикой из стандарта IEEE C57.91 2011.

Параметр: Экспон.обм.m

- Уставка по умолчанию **(_:13531:110) Экспон.обм.m** = ***0,8***

Для расчета температуры наиболее нагретой точки требуется параметр устройства **Экспон.обм.m**. В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-35*.

Параметр: Градиент температуры

- Уставка по умолчанию **(_:13531:130) Градиент температуры** = ***22***

Для расчета температуры наиболее нагретой точки требуется параметр **Градиент температуры** (H_{gr}).

Этот градиент температуры указывает разницу температур между наиболее нагретой точкой обмотки и температурой масла в верхней части трансформатора при номинальной нагрузке.

Уставки не имеют размерности. Градиент температуры указывается в °C (единица системы СИ). Если известно только значение в °F, выполните преобразование по следующей формуле:

$°C = K \cdot 5/9$

°C	Значение в °C
K	Градиент температуры в °F

В отсутствие технических спецификаций могут использоваться данные из стандарта IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этом стандарте, представлены в *Таблица 6-35*.

Тепловые данные трансформаторов

В отсутствие технических спецификаций интересующего трансформатора могут использоваться данные из стандарта МЭК 60076-7 или IEEE C57.91 2011. Выдержки из таблиц, содержащихся в этих стандартах, представлены в следующей таблице.

Таблица 6-35 Тепловые данные трансформаторов

		Распределительные трансформаторы	Среднеразмерные и крупные трансформаторы						
Способы охлаждения		ONAN	ONAN[1)]	ONAN	ONAF[1)]	ONAF	OF[1)]	OF	OD
Показатель витка (МЭК)	y	1,6	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0
Показатель витка (ANSI)	m	0,8	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	1,0
Константа	k_{21}	1,0	3,0	2,0	3,0	2,0	1,45	1,3	1,0
Константа	k_{22}	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0
Постоянная времени масла	τ_o [мин]	180	210	210	150	150	90	90	90
Постоянная времени витка	τ_w [мин]	4	10	10	7	7	7	7	7
Градиент температуры изоляции	H_{gr} [°C]	23	–	26	–	26	–	22	29
[1)] Если охлаждаемые витки трансформатора с охлаждением по методу ON или OF соединены зигзагом									

6.71.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:13531:1	РасчТчкНагр:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:13531:2	РасчТчкНагр:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:13531:100	РасчТчкНагр:Ошибка согласования		• нет сконфиг.ТИ • нет сконфиг.датч.	нет сконфиг.датч.
_:13531:150	РасчТчкНагр:Способ охлаждения		• М ест. Взд. ест. • М ест. Взд. принуд. • М принуд. • М принуд. направл.	М ест. Взд. ест.
_:13531:112	РасчТчкНагр:Авар. пуск Т превыш.		0 с до 15000 с	300 с
_:13531:103	РасчТчкНагр:Уставка пред.сигн.HST		80°C до 140°C	98°C
_:13531:104	РасчТчкНагр:Уставка авар.сигн.HST		80°C до 140°C	108°C
_:13531:105	РасчТчкНагр:Предупр.сигн.старения		0.125 до 128.000	1.000
_:13531:106	РасчТчкНагр:Авар.сигнал. старения		0.125 до 128.000	2.000
_:13531:116	РасчТчкНагр:Пост.времени обмотки		0 мин до 30 мин	10 мин

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13531:153	РасчТчкНагр:Метод расчета		• МЭК 60076-7 • IEEE C57.91 2011	МЭК 60076-7
МЭК 60076-7				
_:13531:101	РасчТчкНагр:Экспонента обм. y		1.6 до 2.0	1.6
_:13531:102	РасчТчкНагр:Разница температ.		20 до 50	22
_:13531:113	РасчТчкНагр:Коэфф.K21		1.0 до 5.0	2.0
_:13531:114	РасчТчкНагр:Коэфф.K22		1.0 до 5.0	2.0
_:13531:115	РасчТчкНагр:ПостВрем-Масла		50 мин до 500 мин	210 мин
IEEE C57.91 2011				
_:13531:110	РасчТчкНагр:Экспон.обм. m		0.8 до 1.0	0.8
_:13531:130	РасчТчкНагр:Градиент температуры		20 до 50	22

6.71.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РасчТчкНагр			
_:13531:81	РасчТчкНагр:>Блок. ступень	SPS	I
_:13531:502	РасчТчкНагр:>Аварийный Пуск	SPS	I
_:13531:501	РасчТчкНагр:>Сброс тепл.модели	SPS	I
_:13531:54	РасчТчкНагр:Неактивно	SPS	O
_:13531:52	РасчТчкНагр:Режим работы	ENS	O
_:13531:53	РасчТчкНагр:Статус исправности	ENS	O
_:13531:300	РасчТчкНагр:Пр.сигн.темп.ТчкНагр	SPS	O
_:13531:301	РасчТчкНагр:Ав.сигн.темп.ТчкНагр	SPS	O
_:13531:302	РасчТчкНагр:Пред.сигн.скор.стар.	SPS	O
_:13531:303	РасчТчкНагр:Ав.сигн.скор.стар.	SPS	O
_:13531:55	РасчТчкНагр:Пуск	ACD	O
_:13531:57	РасчТчкНагр:Работа	ACT	O
_:13531:304	РасчТчкНагр:Блок.включение	SPS	O
_:13531:307	РасчТчкНагр:Темп.A	MV	O
_:13531:308	РасчТчкНагр:Темп.B	MV	O
_:13531:309	РасчТчкНагр:Темп.C	MV	O
_:13531:310	РасчТчкНагр:Тмаш	MV	O
_:13531:311	РасчТчкНагр:СкСтар	MV	O
_:13531:305	РасчТчкНагр:Rспред.	MV	O
_:13531:306	РасчТчкНагр:Rсигн.	MV	O

6.72 Выбор точки измерения напряжения

6.72.1 Обзор функций

Возможности функционального блока **Выбор точки измерения напряжения**:

- Предоставляет возможность переключения применяемых точек измерения напряжения, если различные точки измерения напряжения подключаются к интерфейсу напряжения функциональной группы.
- Выбор правильного напряжения на основе положения выключателя установки.

Если к одному и тому же интерфейсу напряжения в функциональной группе подключено более одной точки измерения напряжения, используйте функциональный блок **Выбор точки измерения напряжения** в этой функциональной группе для выбора правильного напряжения, основанного на положении выключателя установки.

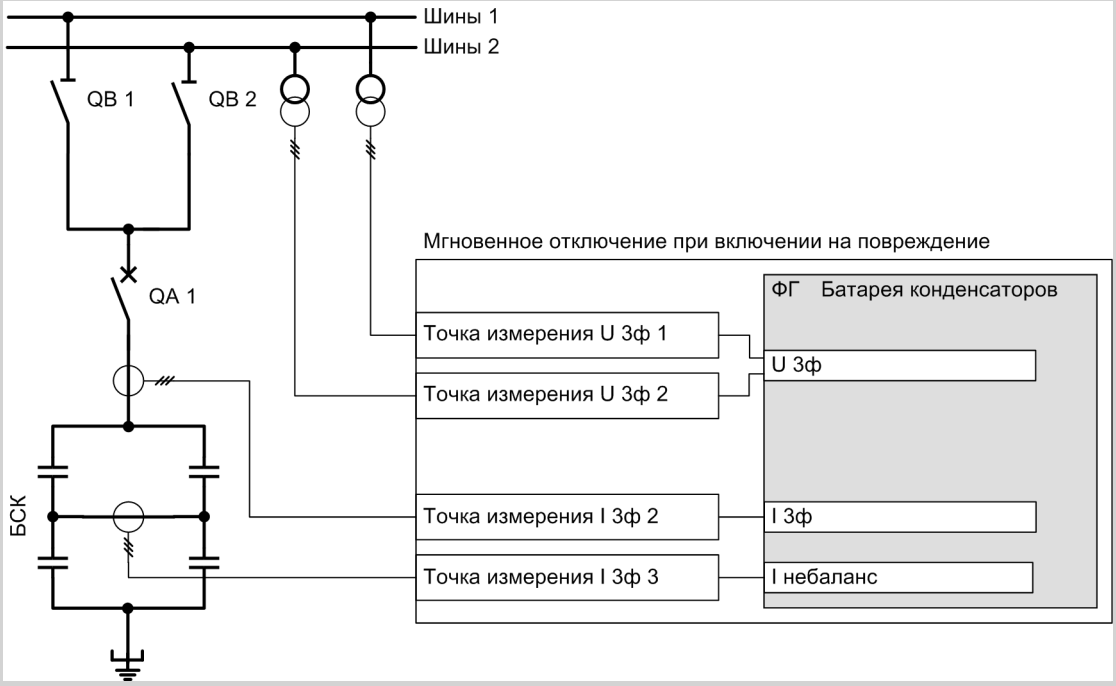
Выбор измерения напряжения точки представляет общие функциональные возможности для функциональных групп защищаемых объектов.

6.72.2 Описание функции

Функциональный блок **Выбор ТИ U** реализует выбор точек измерения напряжения с помощью схемы логического элемента. Схема логического элемента управляет входом *>Выбор ТИ-ID* в зависимости от положений выключателей и/или разъединителей.

Пример

На *Рисунок 6-509* показан пример выбора точек измерения напряжения для функциональной группы **Батарея конденсаторов** в применении двойной сборной шины.

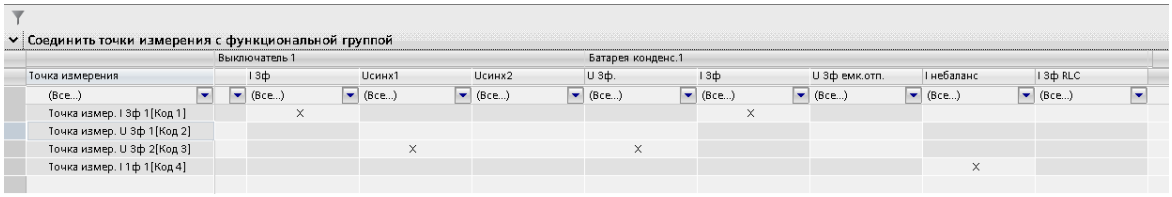


[dwbusbardouble.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 6-509 Двойная сборная шина с батареей конденсаторов

Подключение точек измерения к ФГ «Батарея конденсаторов»

На *Рисунок 6-510* показано подключение функциональной группы **Батарея конденс.** к нескольким точкам измерения в DIGSI. Идентификатор каждой точки измерения появляется в скобках после имени.



[scconnection, 1, ru_RU]

Рисунок 6-510 Подключение точек измерения к функциональной группе Батарея конденс.

Существуют проверки соответствия, подтверждающие подключение точек измерения напряжения к функциональной группе:

- Тип подключения для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу функциональной группы, должен быть одинаковым.
- Номинальное напряжение (первичное и вторичное) должно быть идентично для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу.
- Если более 1 точки измерения подключено к одному интерфейсу напряжения, необходимо добавить функциональный блок, чтобы можно было выбрать точки измерения напряжения.

6.72.3 Указания по применению и вводу уставок

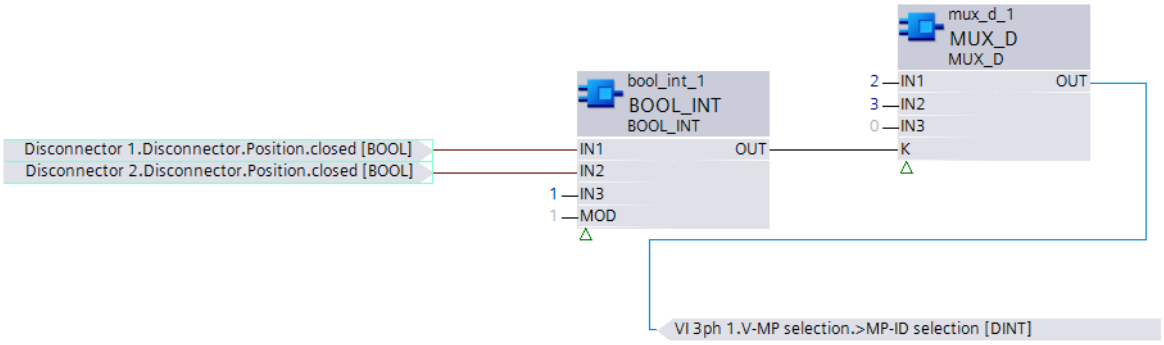
Управление с использованием CFC

Точка измерения напряжения выбирается логической блок-схемой на основе идентификаторов точек измерения. Если к интерфейсу функциональной группы подключено более одной точки измерения, создайте экземпляр функционального блока **Выбор ТИ U** из библиотеки в соответствующей функциональной группе.

Чтобы обеспечить правильное соединение точки измерения для функциональной группы, схема логического элемента должна определить реальные допустимые идентификаторы для входа *>Выбор ТИ-ID* функционального блока.

Следующая реализация схемы логического элемента основана на примере, приведенном в *Рисунок 6-509*.

Если разъединитель 1 (QB1) замкнут и положение разъединителя 2 (QB2) не имеет значения, то значение 2 является выходным сигналом CFC-блока **mux_d_1** и передается на вход *>Выбор ТИ-ID*. Затем **Точка измерения U 3ф** с идентификатором 2 выбирается в качестве опорного напряжения. Аналогичным образом **Точка измерения U 3ф** с идентификатором 3 выбирается в качестве опорного напряжения, если разъединитель 1 (QB1) не замкнут (разомкнутое или промежуточное положение), а разъединитель 2 (QB2) замкнут.



[SclocfcVP, 1, --_--]

Рисунок 6-511 Схема логического элемента: Выбор напряжения с использованием кода точки измерения

Однако разъединители могут быть в разомкнутом или промежуточном состоянии. В этом случае вход IN3 блока **bool_int_1** принимает значение true (истина), значение 0 используется в качестве идентификатора для входа выбора напряжения (*>Выбор ТИ-ID*). Если выбран идентификатор 0, то все значения напряжения соответствующего интерфейса функциональной группы сразу устанавливаются равными 0 В. Генерируется сообщение аварийного сигнала *Неверный выбор* и сообщение *Исправно* представлено в виде ***OK***. Если вы хотите предоставить функциональной группе значения напряжения при условии, что оба разъединителя разомкнуты или находятся в промежуточном состоянии от одной или другой шины, то можно соответствующим образом изменить схему CFC.

ПРИМЕЧАНИЕ

Выбор недопустимой точки измерения (идентификатор < 0 или идентификатор неподключенной точки измерения) для входа *>Выбор ТИ-ID* приводит к следующим последствиям:

- Измеренные значения напряжения отображаются в виде **Неисправность**.
- Действительность измеренных значений напряжения устанавливается равной **Недостоверное**.
- Сообщение *Статус исправности* принимает вид ***Аварийный сигнал***.
- Сообщение *Неверный выбор* принимает значение истины.

6.72.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Выбор ТИ U			
_:501	Выбор ТИ U:>Выбор ТИ-ID	INS	I
_:53	Выбор ТИ U:Статус исправности	ENS	O
_:301	Выбор ТИ U:Неверный выбор	SPS	O

6.73 Дуговая защита

6.73.1 Обзор функции

Функция **Дуговая защита**:

- Обнаруживает дугу в элементах распределительных устройств с воздушной изоляцией без задержек и надежным способом
- Ограничивает повреждения электрооборудования путем мгновенного высокоскоростного отключения
- Защищает электрооборудование от тепловой перегрузки
- Повышает безопасность персонала
- Срабатывает 3-полюсным способом
- Используется для защиты электрооборудования любого класса напряжения

6.73.2 Структура функции

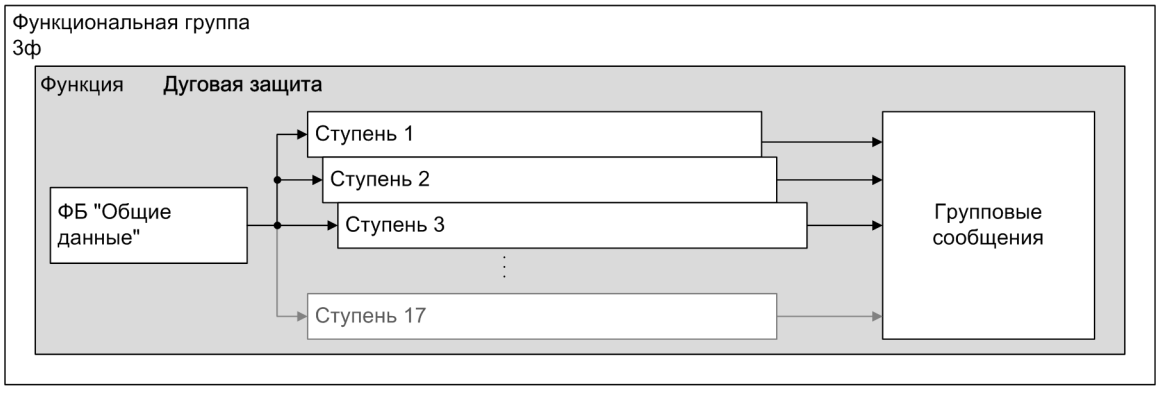
Функция **Дуговая защита** может быть добавлена в функциональные группы, которые предоставляют текущие измеренные значения.

Функция **Дуговая защита** включает следующие блоки.

- Общие данные
- 3 ступени
- Выходная логика, 3-фазная

В соответствии с заводским настройками функция **Дуговая защита** имеет 3 ступени. В данной функции одновременно могут работать максимум 17 отключающих ступеней. Ступени отключения имеют одинаковую структуру.

На следующем рисунке показана структура функциональной группы **Дуговая защита**.

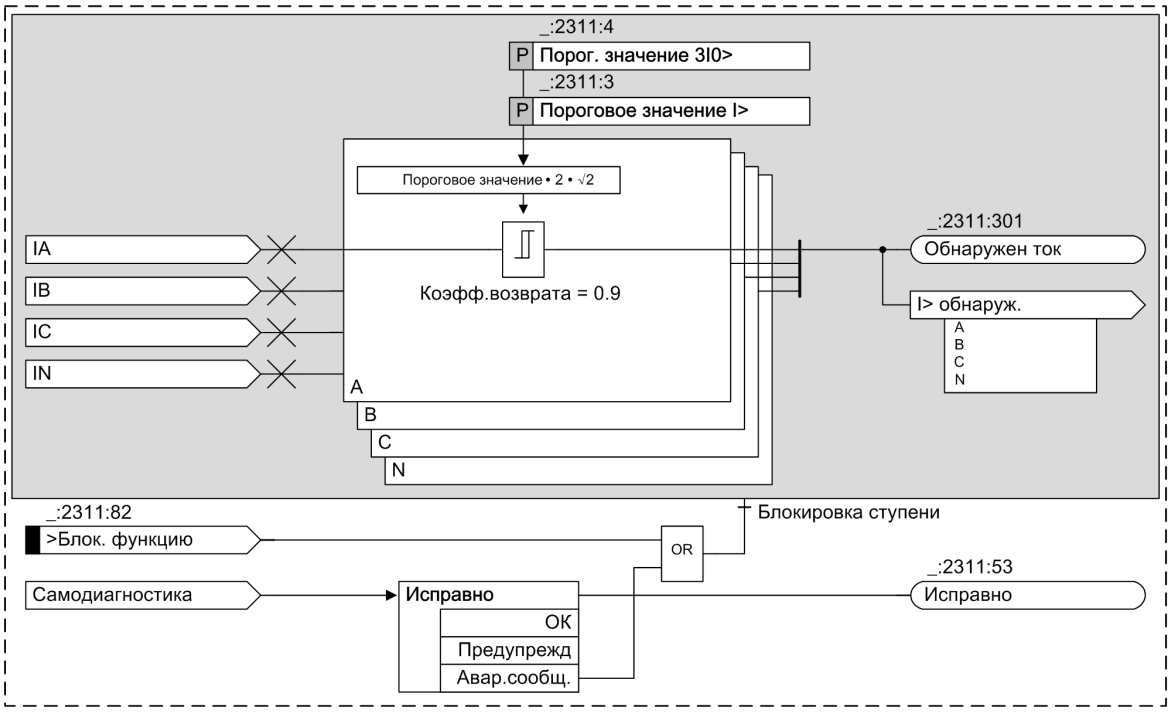


[dw_structure_arcprot, 2, ru_RU]

Рисунок 6-512 Структура/реализация функции "Дуговая защита"

6.73.3 Описание функции

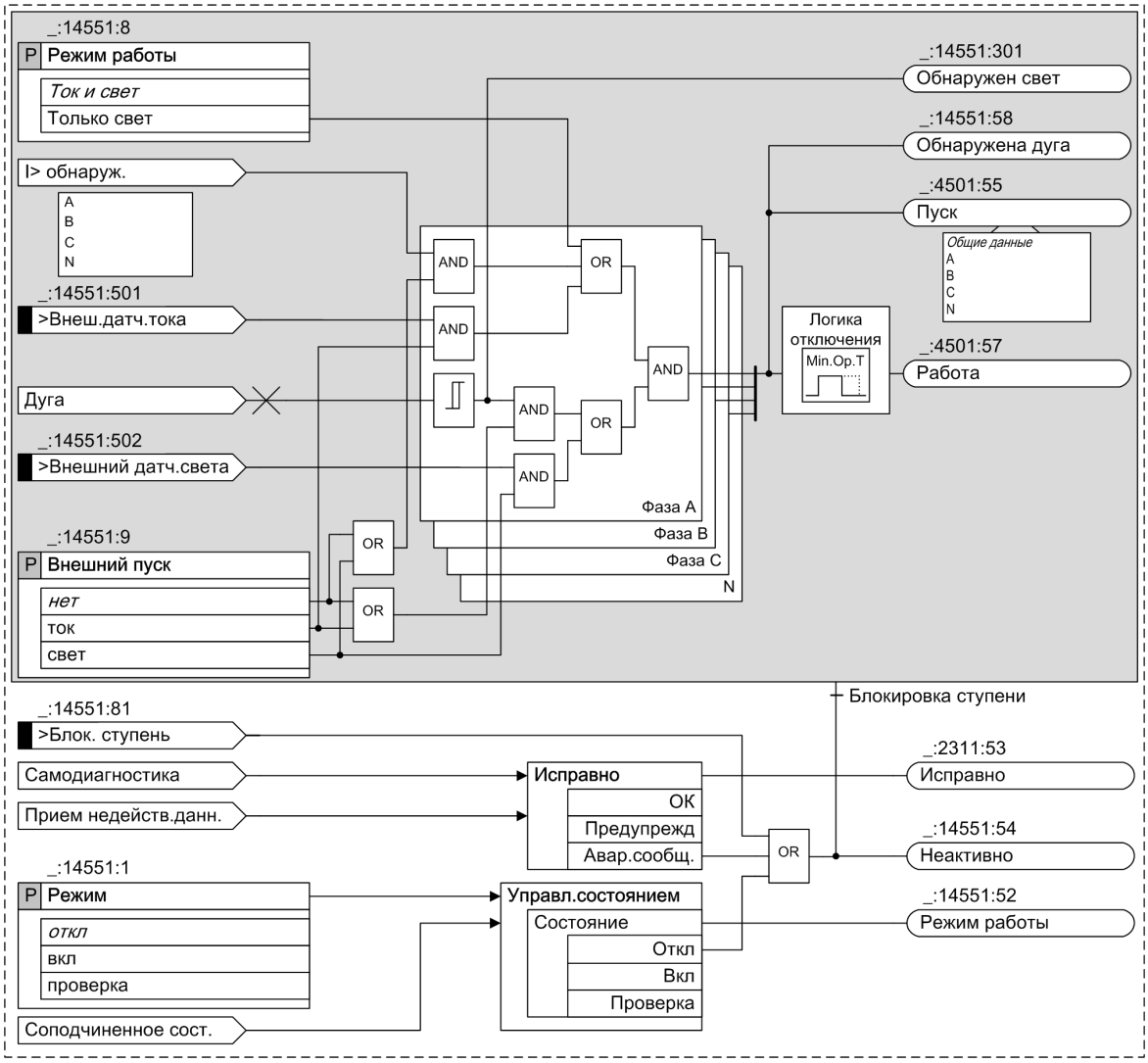
Общая логика функционального блока



[lo_fb0_arcprot, 2, ru_RU]

Рисунок 6-513 Общая логическая схема функционального блока

Логическая схема ступени



[lo_stage_arcprotection, 1, ru_RU]

Рисунок 6-514 Логическая схема ступени

Функция **Дуговая защита** использует для обнаружения дуги локально подключенный оптический датчик дуги или сигналы внешнего отключения других устройств.

ПРИМЕЧАНИЕ

Устанавливайте датчики дуги внутри распределительного устройства таким образом, что они не были закрыты другими компонентами системы!

Следует избегать затенения датчиков дуги!

ПРИМЕЧАНИЕ

Как только оптический датчик обнаружит дугу, необходимо заменить поврежденный оптический датчик!

Функция **Дуговая защита** в качестве дополнительного критерия срабатывания может использовать токовый критерий. Параметры токового критерия находятся в блоке **Общие данные**. Для каждой ступени можно отдельно выбрать необходимость токового критерия.

Метод измерения, токовый критерий

Токовый критерий определения коммутационного состояния объекта может использовать два различных метода измерений.

- Измерение основной гармоники:

  При этом методе измерений осуществляется цифровая обработка оцифрованных значений тока и цифровая фильтрация основной гармоники. Таким образом выполняется исключение составляющей постоянного тока. Среднеквадратичное значение составляющей промышленной частоты сравнивается с уставкой.

- Оценка нефильтрованной измеряемой величины:

  Если ток превышает пороговое значение, установленное пороговым значением амплитуды тока $\geq 2 \cdot \sqrt{2} \cdot$, то ступень использует дополнительные нефильтрованные измерения. Таким образом можно достичь малого времени срабатывания.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если использовать токовый критерий, можно предотвратить потенциальные ложные срабатывания, вызванные посторонними источниками света.

При использовании токового критерия обнаружение дуги обычно происходит в течение 4 мс!

Самодиагностика

Функция **Дуговая защита** использует функцию самодиагностики. Эта функция контролирует оптические датчики дуги и волоконно-оптические кабели. Модуль защиты от возникновения дуги использует волоконно-оптический кабель для передачи циклического тестового сигнала (света) к датчикам дуги. Если канал работает нормально, тестовый сигнал возвращается в модуль дуговой защиты. Если тестовый сигнал не возвращается в модуль дуговой защиты, появляется сообщение *Канал ДугЗащ # Неисп. датчика*.

Если функция самодиагностики обнаруживает сбой, появляется сообщение статуса исправности *Статус исправности Аварийный сигнал*, и ступень/функция блокируются.

6.73.4 Указания по применению и вводу уставок – Общие параметры

Перейдите в раздел **Общие данные** под функцией **Дуговая защита** и задайте следующие параметры. Установленные значения применяются одинаково для всех ступеней.

Параметр: Пороговое значение I>

- Уставка по умолчанию **(_:2311:3) Пороговое значение I>** = ***2,000 A***

Параметр **Пороговое значение I>** позволяет определить пороговое значение пуска фазных токов. Параметр **Пороговое значение I>** имеет отношение к критерию протекания тока в функции **Дуговая защита**.

Установите значение параметра **Пороговое значение I>** функции **Дуговая защита** таким образом, чтобы среднеквадратичное значение пускового тока не превышало значения **Пороговое значение I>** при включении местного выключателя.

Более подробную информацию о том, как вычислить значение уставки, см. в *6.10.4.2 Указания по применению и вводу уставок*

Параметр: Порог. значение 3I0>

- Уставка по умолчанию **(_:2311:4) Порог. значение 3I0>** = ***1,000 A***

Параметр **Порог. значение 3I0>** используется для задания уставки тока нулевой последовательности. Параметр **Порог. значение 3I0>** имеет отношение к критерию протекания тока в функции **Дуговая защита**.

Установите значение параметра **Порог. значение 3I0>** функции **Дуговая защита** таким образом, чтобы среднеквадратичное значение пускового тока не превышало значения **Порог. значение 3I0>** при включении местного выключателя.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если установить параметр **Подключение TT** = ***3ф, 2 первичных TT*** для **3-фазной точки измерения тока**, то параметр **Порог. значение 3I0>** не будет оказывать никакого влияния.

6.73.5 Указания по применению и вводу уставок для ступени

Параметр: Внешний пуск

- Уставка по умолчанию **(_:14551:9) Внешний пуск** = ***нет***

Параметр **Внешний пуск** задает, используется ли внешний входной сигнал для пуска ступени.

Значение параметра	Описание
нет	Ступень не работает с внешним входным сигналом.
ток	Ступень работает с внешним входным сигналом. Если ступень работает с внешним входным сигналом, то дискретный входной сигнал *>Внеш.датч.тока* должен быть привязан в ранжировании информации DIGSI 5. Дискретный входной сигнал *>Внеш.датч.тока* виден только в ранжировании информации DIGSI 5 с помощью этой опции настройки.
свет	Ступень работает с внешним входным сигналом. Если ступень работает с внешним входным сигналом, то дискретный входной сигнал *>Внешний датч.света* должен быть привязан в ранжировании информации DIGSI 5. Дискретный входной сигнал *>Внешний датч.света* виден только в ранжировании информации DIGSI 5 с помощью этой опции настройки. **Примечание**: При использовании сигнала внешнего отключения ***свет*** не выбирайте канал. Если выбран дополнительный канал с этой уставкой, то DIGSI 5 сообщит о несоответствии.

Параметр: Режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:14551:8) Режим работы** = ***Ток и свет***

Уставкой **Режим работы** вы задаете базовую функциональность ступени.

Значение параметра	Описание
Ток и свет	Ступень работает с внутренними переменными тока и света. Токовый критерий гарантирует, что световой сигнал исходит от дугового замыкания. Siemens рекомендует использовать данную уставку.
Только свет	Эта ступень работает только с входным сигналом «свет» и срабатывает даже в том случае, если ток не измеряется. Этот режим может привести к излишнему срабатыванию, если внезапно определится свет. Используйте значение этой уставки только в том случае, если нет никакого воздействия внешних световых сигналов.

Параметр: Датчик

- Уставка по умолчанию **(_:14551:11) Датчик** = ***Пост измерения***

Параметр **Датчик** устанавливает, какой тип датчика подключен к устройству.

Значение параметра	Описание
Пост измерения	К устройству подключен точечный датчик.
Линейный датчик	К устройству подключен линейный датчик.
задается	Если выбрана данная уставка, на экран выводится параметр **Уставка сигнализации**. Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее ***Пост измерения*** или ***Линейный датчик***. Это позволяет надежно распознавать дугу независимо от наличия рассеянного света.

Параметр: Уставка сигнализации

- Уставка по умолчанию **(_:14551:7) Уставка сигнализации** = ***-20,00 дБ***

Используя уставку **Уставка сигнализации**, можно определить чувствительность света. Если выбрать для **Уставка сигнализации** меньшее значение, чувствительность увеличивается. Если выбрать для **Уставка сигнализации** большее значение, чувствительность уменьшается. Если датчики срабатывают даже в случае дуги переключения выключателя, установите параметр **Уставка сигнализации** на большее значение.

Siemens рекомендует использовать настройки по умолчанию для точечных или линейных датчиков.

Устанавливайте параметр **Уставка сигнализации** вручную только в том случае, если у вас есть специальные настройки для светочувствительности.

Параметр: Канал

- Уставка по умолчанию **(_:14551:10) Канал** = ***Канал не выбран***

Уставкой **Канал** вы задаете, какой канал датчика используется ступенью.

Если функция **Дуговая защита** имеет несколько ступеней, необходимо выбрать отдельный канал для каждой ступени.

Для параметра **Канал** тексты выбора идентичны названию модуля дуговой защиты и его каналов.

6.73.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:3	Общие данные:Пороговое значение I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	2.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	10.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	2.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	10.000 A
_:2311:4	Общие данные:Порог. значение 3I0>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	1.000 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	5.00 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	1.000 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	5.000 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Ступень 1				
_:14551:1	Ступень 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:14551:2	Ступень 1:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:14551:9	Ступень 1:Внешний пуск		• нет • ток • свет	нет
_:14551:8	Ступень 1:Режим работы		• Только свет • Ток и свет	Ток и свет
_:14551:11	Ступень 1:Датчик		• Пост измерения • Линейный датчик • задается	Пост измерения
_:14551:7	Ступень 1:Уставка сигнализации		-34.00 дБ до -10.00 дБ	-20.00 дБ
_:14551:10	Ступень 1:Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Ступень 2				
_:14552:1	Ступень 2:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:14552:2	Ступень 2:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет
_:14552:9	Ступень 2:Внешний пуск		• нет • ток • свет	нет
_:14552:8	Ступень 2:Режим работы		• Только свет • Ток и свет	Ток и свет
_:14552:11	Ступень 2:Датчик		• Пост измерения • Линейный датчик • задается	Пост измерения
_:14552:7	Ступень 2:Уставка сигнализации		-34.00 дБ до -10.00 дБ	-20.00 дБ
_:14552:10	Ступень 2:Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	
Ступень 3				
_:14553:1	Ступень 3:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:14553:2	Ступень 3:Блок.осц.сраб.и повр.		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:14553:9	Ступень 3:Внешний пуск		• нет • ток • свет	нет
_:14553:8	Ступень 3:Режим работы		• Только свет • Ток и свет	Ток и свет
_:14553:11	Ступень 3:Датчик		• Пост измерения • Линейный датчик • задается	Пост измерения
_:14553:7	Ступень 3:Уставка сигнализации		-34.00 дБ до -10.00 дБ	-20.00 дБ
_:14553:10	Ступень 3:Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	

6.73.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:82	Общие данные:>Блок. функцию	SPS	I
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:2311:301	Общие данные:Обнаружен ток	SPS	O
Групп.сообщ.			
_:4501:55	Групп.сообщ.:Пуск	ACD	O
_:4501:57	Групп.сообщ.:Работа	ACT	O
Ступень 1			
_:14551:81	Ступень 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:14551:501	Ступень 1:>Внеш.датч.тока	SPS	I
_:14551:502	Ступень 1:>Внешний датч.света	SPS	I
_:14551:54	Ступень 1:Неактивно	SPS	O
_:14551:52	Ступень 1:Режим работы	ENS	O
_:14551:53	Ступень 1:Статус исправности	ENS	O
_:14551:318	Ступень 1:Счетчик дуг.повр.	INC	C
_:14551:58	Ступень 1:Обнаружена дуга	SPS	O
_:14551:301	Ступень 1:Обнаружен свет	SPS	O
_:14551:55	Ступень 1:Пуск	ACD	O
_:14551:57	Ступень 1:Работа	ACT	O
Ступень 2			
_:14552:81	Ступень 2:>Блок. ступень	SPS	I
_:14552:501	Ступень 2:>Внеш.датч.тока	SPS	I
_:14552:502	Ступень 2:>Внешний датч.света	SPS	I
_:14552:54	Ступень 2:Неактивно	SPS	O
_:14552:52	Ступень 2:Режим работы	ENS	O
_:14552:53	Ступень 2:Статус исправности	ENS	O
_:14552:318	Ступень 2:Счетчик дуг.повр.	INC	C
_:14552:58	Ступень 2:Обнаружена дуга	SPS	O
_:14552:301	Ступень 2:Обнаружен свет	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:14552:55	Ступень 2:Пуск	ACD	O
_:14552:57	Ступень 2:Работа	ACT	O
Ступень 3			
_:14553:81	Ступень 3:>Блок. ступень	SPS	I
_:14553:501	Ступень 3:>Внеш.датч.тока	SPS	I
_:14553:502	Ступень 3:>Внешний датч.света	SPS	I
_:14553:54	Ступень 3:Неактивно	SPS	O
_:14553:52	Ступень 3:Режим работы	ENS	O
_:14553:53	Ступень 3:Статус исправности	ENS	O
_:14553:318	Ступень 3:Счетчик дуг.повр.	INC	C
_:14553:58	Ступень 3:Обнаружена дуга	SPS	O
_:14553:301	Ступень 3:Обнаружен свет	SPS	O
_:14553:55	Ступень 3:Пуск	ACD	O
_:14553:57	Ступень 3:Работа	ACT	O

Информация о самодиагностике функции модуля защиты от возникновения дуги

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Канал ДугЗащ #			
_:307	Канал ДугЗащ #:Неисп. датчика	SPS	O

6.73.8 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками в режиме работы: только свет

6.73.8.1 Описание

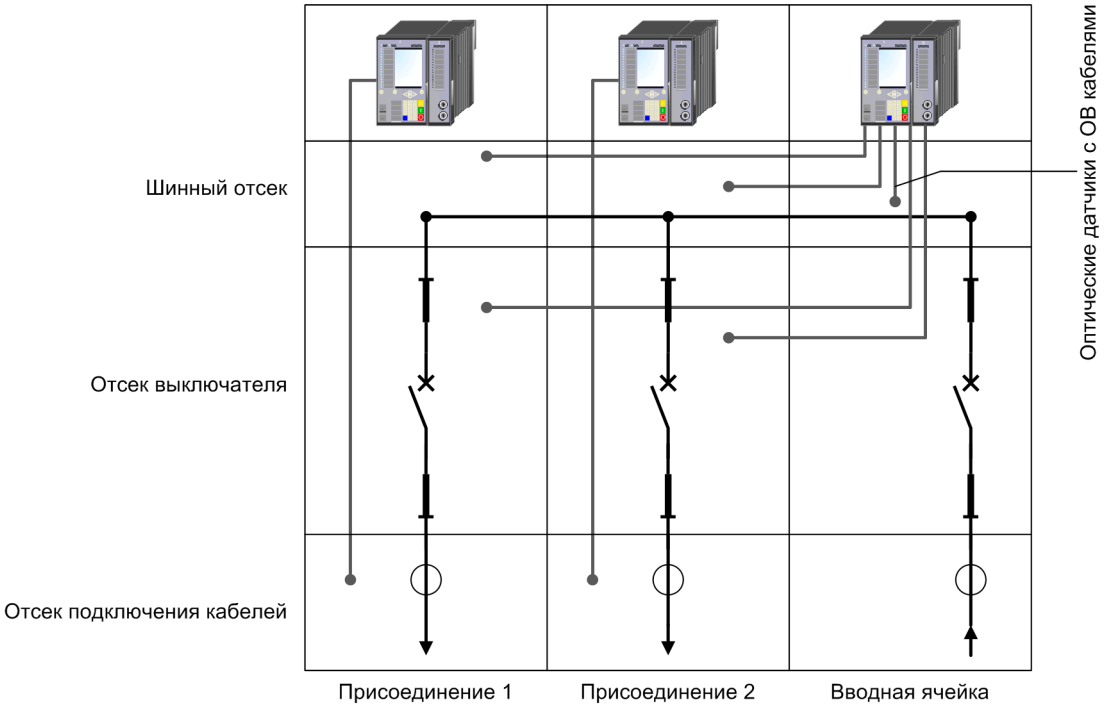
Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с одним вводом и 2 отходящими фидерами. Функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Только свет***.

В примере далее рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптических точечных датчиков в распределительном устройстве
- Подключение оптических точечных датчиков к устройствам защиты в фидерах и вводе
- Необходимый набор функций в терминале
- Указания по выбору уставок для параметров ступени функции

На следующем рисунке показано размещение и подключение оптических точечных датчиков:



[dw_arcprot-light-only, 2, ru_RU]

Рисунок 6-515 Размещение и подключение оптических точечных датчиков (режим работы = только свет)

Мероприятия по организации защиты

- Выключатель ввода должен быть отключен. Это гарантирует безопасность работ в отсеках сборных шин ввода и фидерах и в отсеке выключателя фидеров.

  Установите оптические точечные датчики в отсеках сборных шин ввода (отсек ВВ) и фидерах. Установите дополнительные оптические точечные датчики в отсеке выключателя каждого фидера. Подключите все оптические точечные датчики к устройству защиты фидера.

- Оптические точечные датчики в кабельном отсеке фидеров служат для обнаружения дуги в этом отсеке. Установите по одному оптическому точечному датчику в каждом кабельном отсеке фидеров и подключите их к устройству защиты соответствующего фидера. Это позволит селективно отключать дуговые замыкания внутри кабельного отсека отходящих фидеров.

  Из-за давления, возникающего во время образования дуги, перегородки могут деформироваться, что может привести к нежелательному воздействию света на смежные отсеки. Это может приводить к неселективному отключению.

- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает при **`Режим работы`** = ***`Только свет`***, то воздействие внешнего света может приводить к неселективному отключению.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учесть, что количество модулей дуговой защиты, подключенных к устройству, зависит от аппаратной конфигурации устройства.

При использовании модулей расширения можно подключить максимум 15 датчиков. При использовании устройств в базовой комплектации можно подключить максимум 6 датчиков (по 3 датчика на модуль).

6.73.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Общие примечания

- Подключите один точечный оптический датчик из кабельного отсека фидера в фидере 1 к защите фидера 1. При возникновении дугового замыкания в кабельном отсеке оно будет селективно отключено выключателем фидера 1.
- Подключите один точечный оптический датчик из кабельного отсека фидера в фидере 2 к защите фидера 2. При возникновении дугового замыкания в кабельном подключении оно будет селективно отключено выключателем фидера 2.
- Подключите оптические точечные датчики из всех отсеков сборных шин и всех отсеков выключателей фидеров 1 и 2 к устройству защиты ввода. При возникновении дуговых замыканий в этих отсеках они будут обнаружены и отключены защитой ввода.

Указания по настройке параметров для защиты фидера 1

Функция **Дуговая защита** работает с **одной** ступенью.

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1***

Параметры в блоке **Общие данные** не применимы, поскольку **Режим работы** = ***Только свет***.

Указания по настройке параметров для защиты фидера 2

Функция **Дуговая защита** работает с **одной** ступенью.

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1***

Параметры в блоке **Общие данные** не применимы, поскольку **Режим работы** = ***Только свет***.

Указания по настройке параметров для защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **5** ступенями.

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет*** (применяется для всех ступеней)

- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 1
  Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 1
  Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 3*** (ступень 3) → Контроль отсека сборных шин в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 2.Канал ДугЗащ 1*** (ступень 4) → Контроль отсека выключателя в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 2.Канал ДугЗащ 2*** (ступень 5) → Контроль отсека сборных шин в канале ввода

Параметры в блоке **Общие данные** не применимы, поскольку **Режим работы** = ***Только свет***.

6.73.9 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками в режиме работы: ток и свет

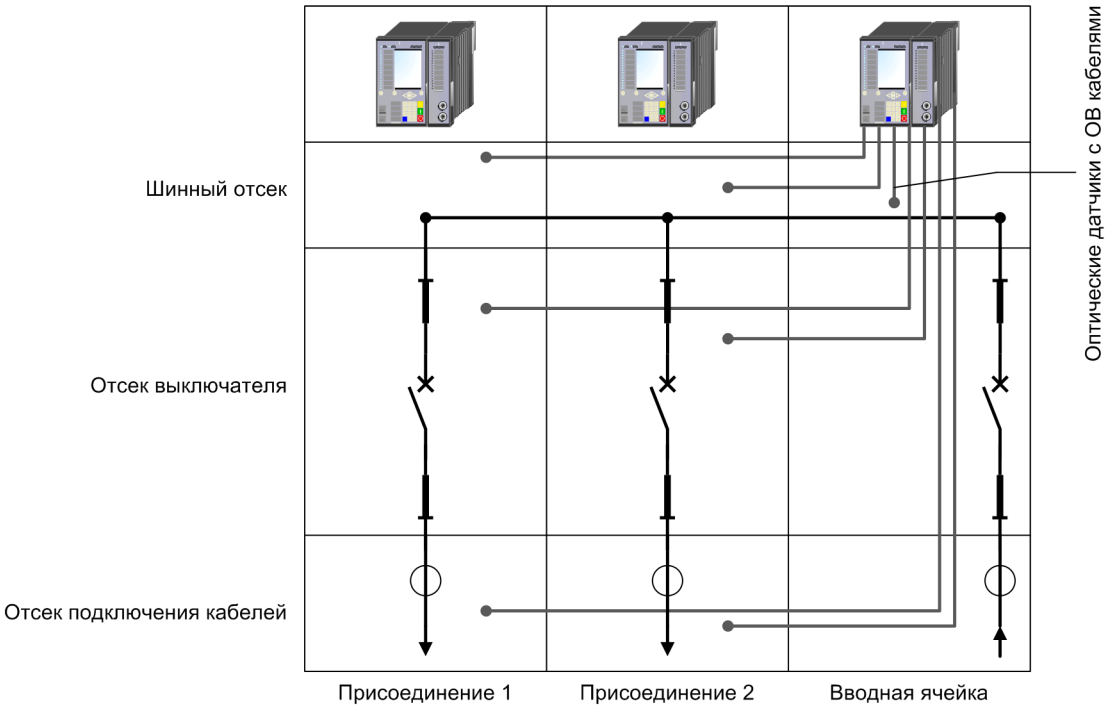
6.73.9.1 Описание

Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с одним вводом и 2 отходящими фидерами. Функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Ток и свет***. В примере все дуговые замыкания будут обнаружены с помощью устройства защиты ввода.

В примере рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптических точечных датчиков в распределительном устройстве
- Подключение оптических точечных датчиков к устройствам защиты в фидерах и вводе
- Необходимый набор функций в терминале
- Указания по выбору уставок



[dw_light-and-current, 2, ru_RU]

Рисунок 6-516 Размещение и подключение оптических точечных датчиков (режим работы = ток и свет)

Мероприятия по организации защиты

- Критерий протекания тока обеспечивает дополнительную надежность для предотвращения ложных срабатываний, вызванных воздействием посторонних источников света.

  В зависимости от расположения ТТ отходящих фидеров не всегда возможно использовать измерения ТТ фидеров для защиты кабельных отсеков. В примере приведенном на рисунке контроль тока будет осуществляться от ТТ ввода.
- Установите оптические точечные датчики в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров, а также в отсеке сборных шин ввода. Подключите оптические точечные датчики к устройствам защиты во вводе.
- Устройства защиты ввода отвечает за отключение дуговых замыканий в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров 1 и 2. Кроме того, устройство защищает от дуговых замыканий в отсеке сборных шин системы ввода.
- Если оптические точечные датчики в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельном отсеке фидеров, или в отсеке сборных шин ввода обнаруживают дугу, устройство защиты ввода оценивает также и ток.
- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Ток и свет***, токовый критерий предотвращает ложное отключение, вызванное внешним источником света.

ПРИМЕЧАНИЕ

Этот пример требует подключения нескольких оптических точечных датчиков к одному устройству защиты. Следует учесть, что количество модулей дуговой защиты, которые могут быть подключены к устройству, зависит от аппаратной конфигурации устройства.

При использовании модулей расширения можно подключить максимум 15 датчиков. При использовании устройств в базовой комплектации можно подключить максимум 6 датчиков (по 3 датчика на модуль).

6.73.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Общие примечания

- Подключите оптические точечные датчики из отсеков сборных шин, и отсеков выключателей и кабельных отсеков фидеров 1 и 2 к защите ввода. При возникновении дуговых замыканий в отсеке сборных шин, отсеке выключателя и кабельных отсеках фидеров 1 и 2 они будут обнаружены и отключены защитой ввода.
- Подключите оптический точечный датчик из отсека сборных шин на вводе к защите ввода системы питания. При возникновении дугового замыкания в отсеке сборных шин на вводе оно будет селективно отключено выключателем ввода.

Указания по настройке параметров для защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **7** ступенями.

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения*** (применяется для всех ступеней)
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет*** (применяется для всех ступеней)

- Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин в фидере 1
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 2*** (ступень 2) → Контроль отсека выключателя в фидере 1
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 1 канал 3*** (ступень 3) → Контроль кабельного отсека в фидере 1
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 1*** (ступень 4) → Контроль отсека сборных шин в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 2*** (ступень 5) → Контроль отсека выключателя в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 2 канал 3*** (ступень 6) → Контроль кабельного отсека в фидере 2
  Параметр: **Канал** = ***Режим дуги. 3 канал 1*** (ступень 7) → Контроль отсека сборных шин в канале ввода

Дополнительная информация о настройках параметров **Пороговое значение I>** и **Пороговое значение 3I0>** представлена в главе *6.73.4 Указания по применению и вводу уставок – Общие параметры*.

6.73.10 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками через внешнее отключение

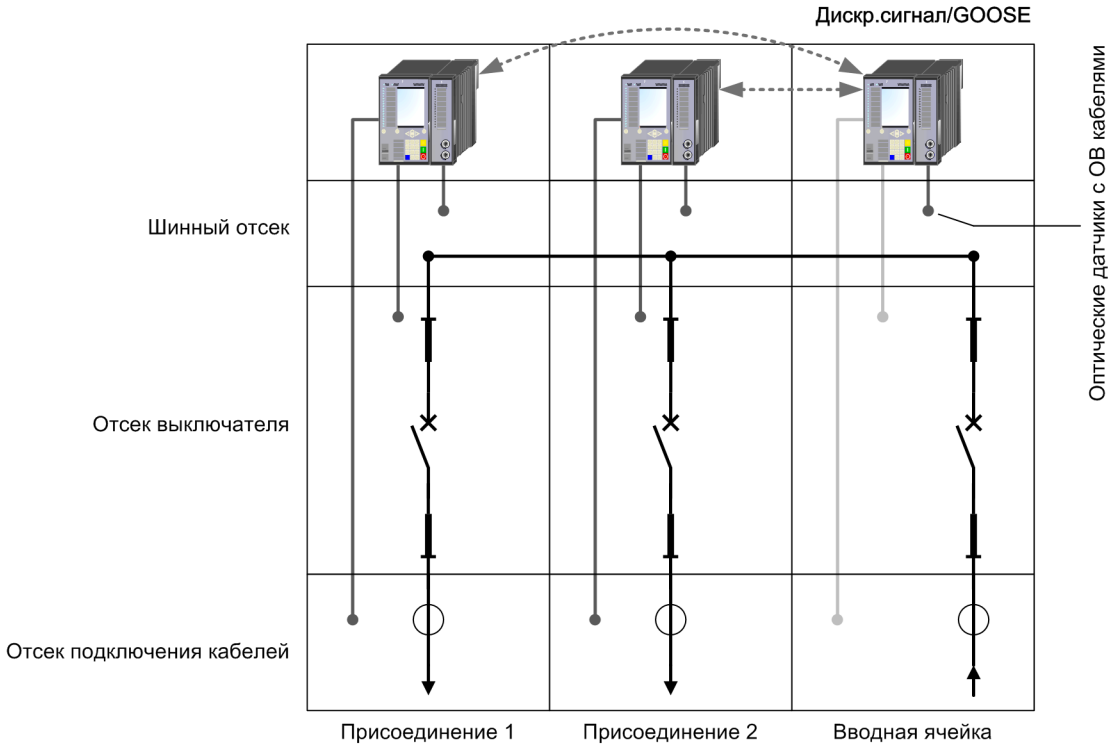
6.73.10.1 Описание

Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с одним вводом и 2 отходящими фидерами. Ступени функции **Дуговая защита** срабатывают по уставке **Внешний пуск**.

В примере далее рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптических точечных датчиков в распределительном устройстве
- Подключение оптических точечных датчиков к устройствам защиты в фидерах и вводе
- Необходимый набор функций в терминале
- Указания по выбору уставок для параметров ступени функции



[dw_arcprot-extern-input, 3, ru_RU]

Рисунок 6-517 Защита от дуги с внешней инициализацией отключения

Мероприятия по организации защиты

- Установите оптические точечные датчики в отсеке сборных шин, отсеках выключателя и кабельных отсеках фидеров и ввода. Подключите оптические точечные датчики к соответствующим устройствам защиты.
- Если оптические точечные датчики обнаруживают дугу в отсеке сборных шин, отсеке выключателя или кабельном отсеке фидеров, сообщение *Обнаружен свет* передается через дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или сообщение МЭК-61850 GOOSE к устройству защиты ввода. Затем устройство защиты ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **`Пороговое значение I>`** и/или **`Порог. значение 3I0>`**, устройство защиты ввода отключает выключатель ввода.

  Дополнительная информация представлена в главе *6.73.10.2 Указания по применению и вводу уставок*.
- Дуговые замыкания в кабельных отсеках отходящих фидеров могут быть отключены селективно с помощью устройства защиты соответствующего фидера. Для этого сообщение о срабатывании *Обнаружен ток* из защиты ввода должно быть отправлено обратно на соответствующее устройство защиты в фидере.
- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает через **`Внешний пуск`**, для выявления дуги каждому устройству защиты фидера достаточно всего 3 оптических точечных датчика (всего один модуль защиты от возникновения дуги).

Число сообщений GOOSE не ограничивается. Таким образом, число фидеров не ограничивается, и можно обеспечить защиту сложных систем.

6.73.10.2 Указания по применению и вводу уставок

Общие примечания:

- Установите оптические точечные датчики в отсеке сборных шин, отсеках выключателя и кабельных отсеках фидеров и ввода на соответствующие устройства защиты.
- Дуговые замыкания в отсеке сборных шин и отсеке выключателя фидеров должны отключаться защитой ввода. Для этого защитные устройства фидеров должны передать сообщение *Обнаружен свет* в защиту ввода. Используйте дискретные входы/выходы, интерфейс защиты или GOOSE сообщения по стандарту МЭК 61850.

  Защита ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, устройство защиты ввода отключает повреждения в отсеке шины и выключателя вводов.

  Подключите сигналы, используя 4 ступени, с внешним отключением или схемой CFC.
- При возникновении дугового замыкания в кабельном отсеке фидеров оно отключается локально. Защита ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, сообщение *Обнаружен ток* передается на устройства защиты фидеров. Если в то же время оптический датчик в отсеке кабельного соединения обнаруживает свет, срабатывает защитное устройство в соответствующем фидере.

Указания по настройке параметров для защиты фидера 1

Функция **Дуговая защита** работает с **3** ступенями.

Ступень 1 и 2 (контроль отсека сборных шин и отсека выключателя):

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1*** (Ступень 1) → контроль отсека сборных шин в фидере 1

  Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 2*** (Ступень 2) → контроль отсека выключателя в фидере 1

Ступень 3 (контроль кабельного отсека):

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***ток***

  Защита ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, устройство защиты ввода возвращает сообщение *Обнаружен ток* в устройство защиты в фидере.

  Внешнее отключение для этой ступени будет эффективным только в том случае, если сообщение в устройстве фидера *Обнаружен ток* подключено к сигналу *>Внеш.датч.тока*.
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 3***

Указания по настройке параметров для защиты фидера 2

Функция **Дуговая защита** работает с **3** ступенями.

Ступень 1 и 2 (контроль отсека сборных шин и отсека выключателя):

Задайте параметры ступеней следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1*** (Ступень 1) → контроль отсека сборных шин в фидере 2

  Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 2*** (Ступень 2) → контроль отсека выключателя в фидере 2

Ступень 3 (контроль кабельного отсека):

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***ток***

  Защита ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, устройство защиты ввода возвращает сообщение *Обнаружен ток* в устройство защиты в фидере.

  Внешнее отключение для этой ступени будет эффективным только в том случае, если сообщение в устройстве фидера *Обнаружен ток* подключено к сигналу *>Внеш.датч.тока*.
- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 3***

Указания по настройке параметров для защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **7** ступенями.

Ступень 1 (контроль отсека сборных шин):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***

  Если дуга обнаружена в отсеке сборных шин ввода и пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>** превышены, немедленно формируется сообщение о срабатывании.
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступень 2 (контроль отсека выключателя):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***

  Если дуга обнаружена в отсеке выключателя ввода (светло-серые точечные датчики на *Рисунок 6-517*), немедленно формируется сообщение о пуске. Дуговое замыкание отключается с помощью вышестоящего устройства защиты.
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 2***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступень 3 (контроль кабельного отсека):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***да***

  Если дуга обнаружена в кабельном отсеке системы питания (светло-серые точечные датчики на *Рисунок 6-517*), немедленно формируется сообщение о пуске ступени. Дуговое замыкание отключается с помощью вышестоящего устройства защиты.

  В зависимости от места дугового замыкания в кабельном отсеке ввода не всегда имеется возможность измерить ток. Поэтому ток должен быть измерен с помощью вышестоящего устройства защиты.

- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 3***
- Параметр: **Режим работы** = ***Только свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Пост измерения***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***

Ступени с 4 по 7 (Внешнее отключение):

- Параметр: **Блок.осц.сраб.и повр.** = ***нет***
- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***свет***

  Если дуга обнаружена в отсеке сборных шин или отсеке выключателя фидеров, защита фидера передает сообщение *Обнаружен свет* защите ввода. Внешнее отключение через эти ступени будет эффективным только в том случае, когда сообщение *Обнаружен свет* в устройстве ввода подключено к сигналу *>Внешний датч.света*.

  Защита ввода оценивает значение тока. Если измеренный ток превышает пороговые значения **Пороговое значение I>** и/или **Порог. значение 3I0>**, устройство защиты ввода отключает выключатель ввода.

6.73.11 Пример использования дуговой защиты с линейным датчиком в режиме работы: ток и свет

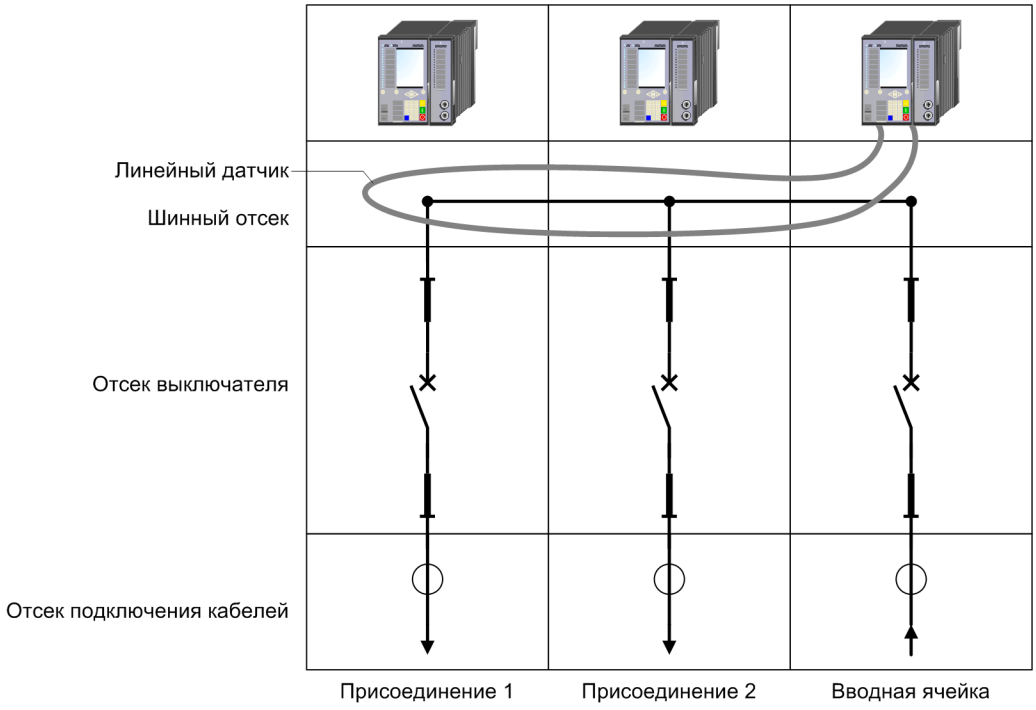
6.73.11.1 Описание

Обзор

В примере описано использование функции **Дуговая защита** в распределительном устройстве среднего напряжения с 1 вводом и 2 отходящими фидерами. Функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Ток и свет***. В примере все дуговые замыкания будут обнаружены с помощью устройства защиты ввода.

В примере далее рассмотрены следующие положения:

- Размещение оптического линейного датчика в распределительном устройстве
- Подключение оптического линейного датчика к устройству защиты ввода
- Количество необходимых ступеней функций в устройстве защиты ввода
- Указания по выбору уставок для параметров ступени функции



[dw_Liniensensor, 1, ru_RU]

Рисунок 6-518 Размещение и подключение оптических линейных датчиков (режим работы = ток и свет)

Мероприятия по организации защиты

- Критерий протекания тока обеспечивает дополнительную защиту для предотвращения ложных срабатываний, вызванных воздействием посторонних источников света.
- *Рисунок 6-518* показывает, как должен быть проложен оптический линейный датчик. Начните с отсека сборных шин и проложите оптический линейный датчик вдоль сборной шины и обратно к защитному устройству ввода. Подключите оптический линейный датчик к устройству защиты ввода.
- В зависимости от возможностей прокладки в шкафу управления вы также можете прокладывать оптический линейный датчик через отсеки выключателя и кабельные отсеки фидеров.

  Если это невозможно, обнаружение дуги в этих отсеках может быть выполнено с помощью точечных датчиков. Дополнительную информацию см. в главах *6.73.8 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками в режиме работы: только свет* и *6.73.9 Пример использования дуговой защиты с точечными датчиками в режиме работы: ток и свет*.
- Если дуга возникает в отсеке выключателя или в кабельном отсеке ввода, то отключение должна производить вышестоящая защита.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если функция **Дуговая защита** работает с параметром **Режим работы** = ***Ток и свет***, то дополнительный токовый критерий предотвращает ложное отключение, вызванное внешним источником света.

ПРИМЕЧАНИЕ

Следует учесть, что количество модулей дуговой защиты, которые могут быть подключены к устройству, зависит от аппаратной конфигурации оборудования.

При использовании модульного оборудования можно подключить максимум 15 датчиков. При использовании устройств в базовой комплектации можно подключить максимум 6 датчиков (по 3 датчика на модуль).

В зависимости от варианта использования можно комбинировать точечные и линейные датчики.

6.73.11.2 Указания по применению и вводу уставок

Указания по настройке параметров для защиты ввода

Функция **Дуговая защита** работает с **1** ступенью.

Задайте параметры ступени следующим образом:

- Параметр: **Режим работы** = ***Ток и свет***
- Параметр: **Датчик** = ***Линейный датчик***
- Параметр: **Внешний пуск** = ***нет***
- Параметр: **Канал** = ***Модуль дуг.защ. 1.Канал ДугЗащ 1*** (ступень 1) → Контроль отсека сборных шин (ввод, фидер 1, фидер 2)

Дополнительная информация о настройках параметров **Пороговое значение I>** и **Пороговое значение 3I0>** представлена в главе *6.73.4 Указания по применению и вводу уставок – Общие параметры*.

7 Функции управления

7.1	Введение	1414
7.2	Коммутационные аппараты	1417
7.3	Последовательность коммутаций	1447
7.4	Функции управления	1454
7.5	Функция контроля синхронизма	1482
7.6	Определяемый пользователем функциональный блок [Управление]	1551
7.7	Уставки CFC-схемы	1556
7.8	РПН трансформатора	1558
7.9	Регулятор напряжения	1572

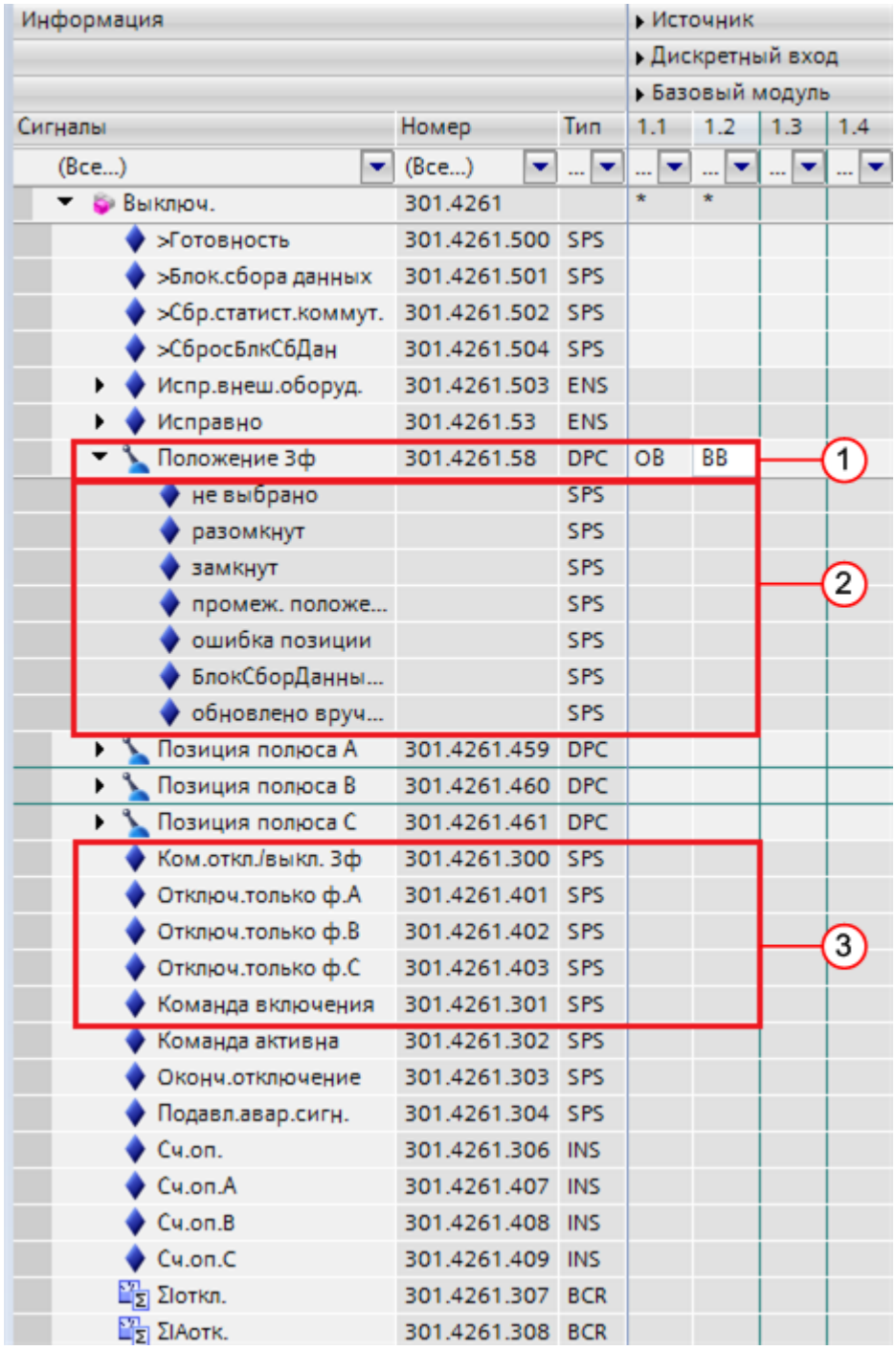
7.1 Введение

7.1.1 Обзор

Серия устройств SIPROTEC 5 предлагает обширные возможности обработки команд, а также дополнительные функции, которые необходимы при обслуживании в качестве контроллеров присоединений автоматизации подстанции или обеспечения комбинированной защиты. Объектная модель устройств строится на основе стандарта МЭК 61850, что обеспечивает идеальное соответствие применению серии SIPROTEC 5 в системах, использующих данный протокол связи. Другие протоколы также используются ввиду необходимости реализации функциональных управляющих блоков.

7.1.2 Концепция элементов управления

Концепция так называемых элементов управления основана на модели данных, описанных в МЭК 61850. Элементы управления представляют объекты, которыми можно управлять, такие как коммутационный аппарат с обратной связью. Например, модель РПН трансформатора выключателя с обратной связью. Элементы управления можно идентифицировать по последней букве **C** типа данных (например, DPC = двухпозиционные элементы управления/двухпозиционная команда с обратной связью или BSC = Сообщение о положении отпайки с управлением бинарным кодом/команда управления РПН с обратной связью).



[sc_control, 1, ru_RU]

(1) Положение (подключается к дискретным входам)

(2) Сигнализация текущего состояния

(3) Выход команды (подключается к дискретным выходам)

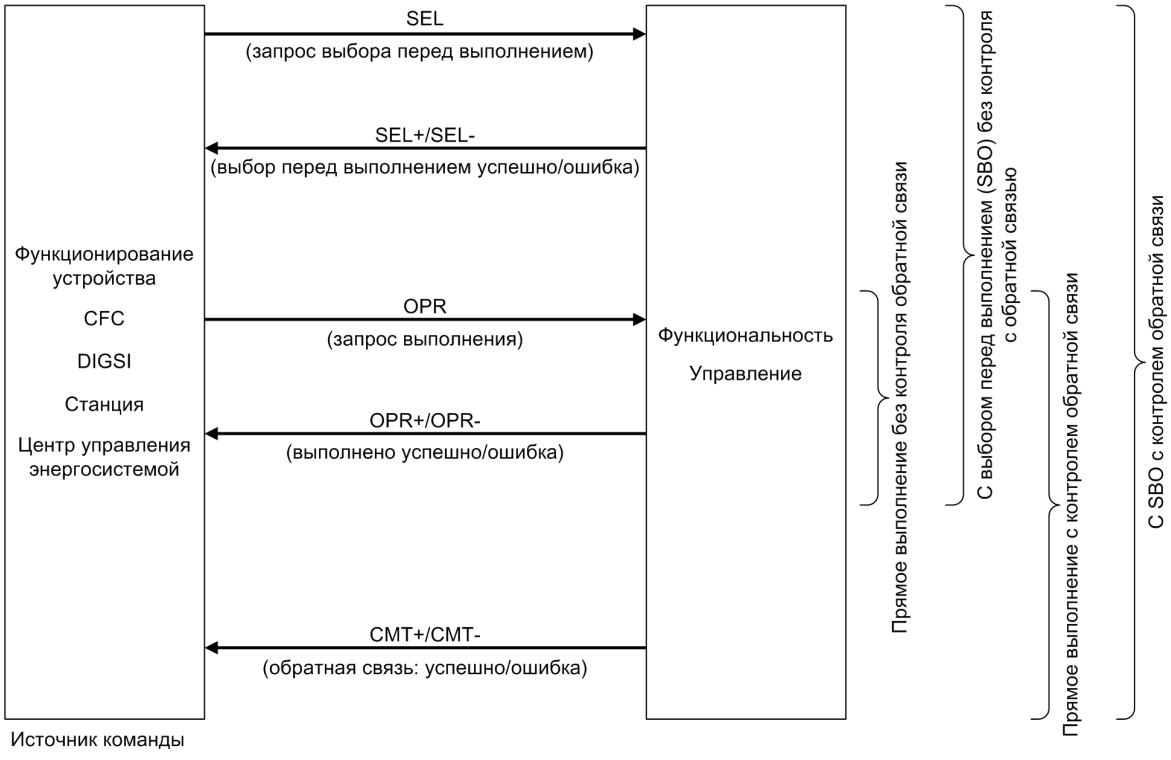
Команды на отключение и включение подключены к дискретным выходам. Для команды отключения возможен выбор, конфигурировать ли выход с запоминанием срабатывания или без запоминания. Положение связано с 2 дискретными входами (двухпозиционное сообщение). Кроме того, имеются сигналы, которые отображают текущее состояние коммутационного аппарата (**не выбрано**, **выкл.**, **вкл.**, **промежуточное положение**, **ошибка положения**). Например, эти сигналы могут быть использованы в CFC с целью создания условий оперативной блокировки.

Модели управления

Вы можете установить режим работы элементов управления, выбрав модель управления.
Имеется 4 различные модели управления:

- Прямое выполнение без контроля обратной связи (**прям. с обычн. безоп.**)
- С выбором перед выполнением (SBO)[28] без контроля с обратной связью (**SBO с обычн. безоп.**)
- Прямое выполнение с контролем обратной связи (**прям.с дополн. безоп.**)
- С SBO с контролем обратной связи (**SBO с дополн. безоп.**)

На следующем рисунке показаны источники команд, типы команд и модели управления.



[dwsteuer-190912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-1 Источники команд, типы команд и модели управления

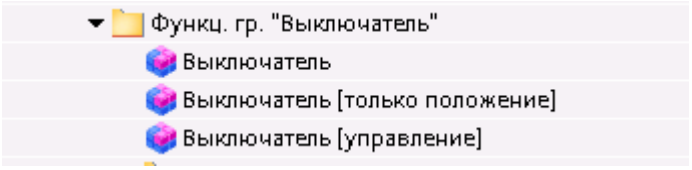
На рисунке показаны модели управления (справа) с соответствующими механизмами контроля (в центре). Стандартная модель управления для команды переключения в системе, совместимой с МЭК 61850 **SBO с контролем обратной связи** (**SBO с дополн. безоп.**). Эта модель управления является уставкой по умолчанию для вновь создаваемых коммутационных устройств.

28 SBO: Выбор перед выполнением

7.2 Коммутационные аппараты

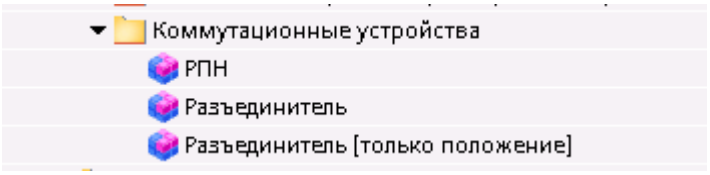
7.2.1 Общие сведения

В библиотеке DIGSI 5 можно найти следующие коммутационные устройства в ФГ **Выключатель** и **Коммутационные аппараты** (см. следующие рисунки).



[sccbausw, 1, ru_RU]

Рисунок 7-2 Выбор коммутационного аппарата Выключатель с помощью меню функциональной группы Выключатель в DIGSI



[scswausw, 1, ru_RU]

Рисунок 7-3 Выбор других коммутационных аппаратов в меню коммутационных устройств DIGSI

7.2.2 Коммутационный аппарат "Выключатель"

7.2.2.1 Структура коммутационного аппарата "Выключатель"

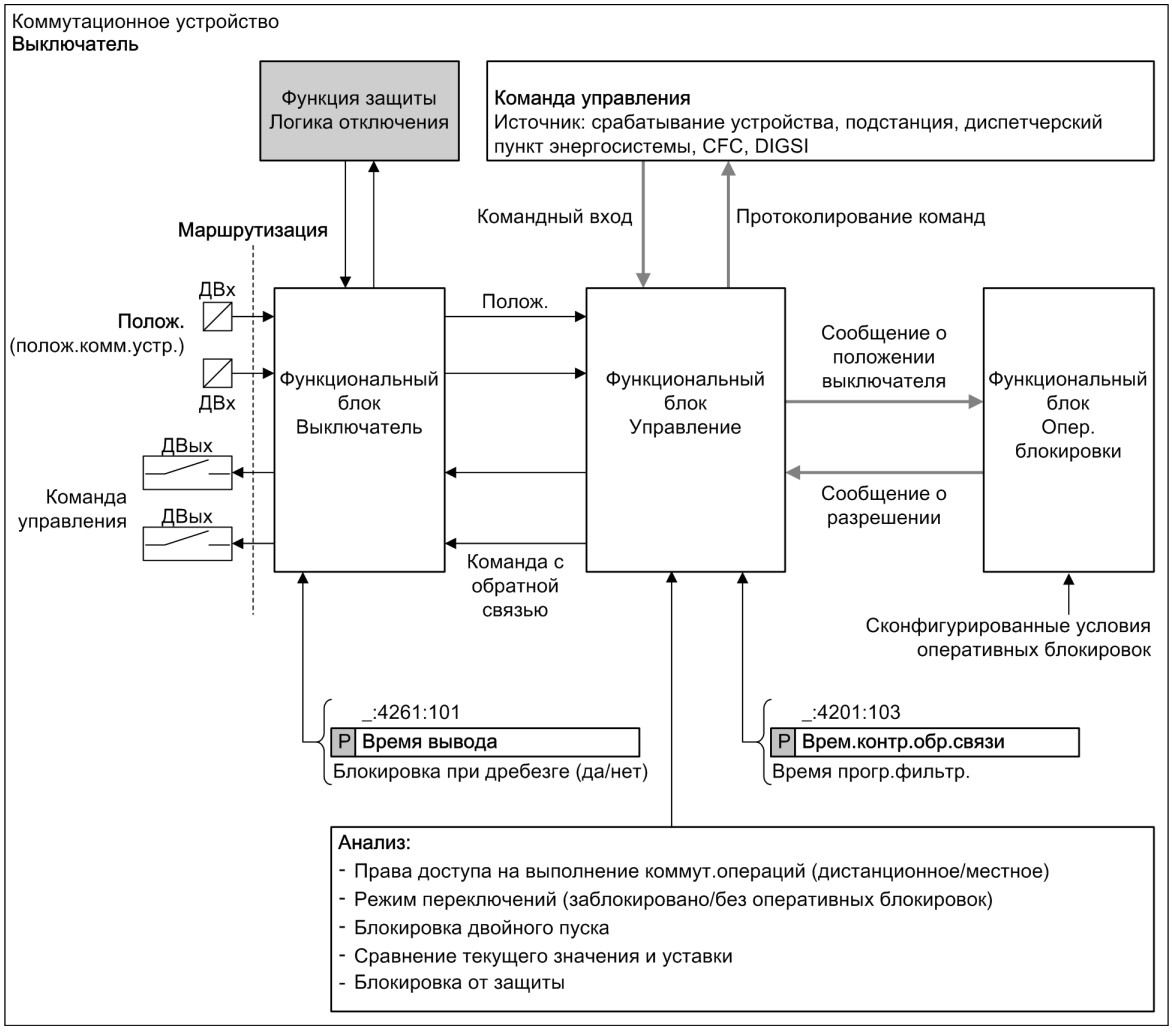
В этом разделе описаны параметры управления коммутационным устройством **Выключатель**.

Коммутационный аппарат **Выключатель** имеет следующие функциональные блоки, необходимые для выполнения управления:

- Функциональный блок **Выключатель**
- Функциональный блок **Управление**
- Функциональный блок **Опер.блокир.**

Все это соответствует логическим узлами XCBR, CSWI и CILO по стандарту МЭК 61850.

В случае устройств защиты или комбинированных устройств защиты и управления, дополнительные функции могут быть включены в **Выключатель** коммутационного аппарата, например **контроль синхронизма**, **Автоматическое повторное включение (AREC)**, **Логика отключения** или **функция ручного включения**. Однако, они не относятся к функциям управления. Эти функции описаны в разделе Функции защиты и автоматические функции.



[dwbreake-220512-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-4 Функциональные блоки управления для коммутационного аппарата "Выключатель"

Выключатель получает информацию о положении аппарата через соответствующие, назначенные с помощью программы DIGSI 5, дискретные входы. Команды управления выключателя передаются на назначенные с помощью программы DIGSI 5 дискретные выходы.

Доступно 4 типа коммутационного устройства **Выключатель**:

- **Трехполюсный выключатель (только управление)**

  Данный коммутационный аппарат содержит следующие функциональные блоки, необходимые для управления: **управление**, **оперативные блокировки** и **выключатель**. Стандартная функция управления в устройстве SIPROTEC 5 выполняет ***включение*** или ***отключение*** всех трех фаз (полюсов) выключателя одновременно. Также может быть добавлена **функция синхронизации**.

- **3-полюсный выключатель**

  Коммутационный аппарат содержит дополнительные базовые функциональные блоки для функций защиты (например, **логику отключения**, **Ручное включение**, **тестирование выключателя**).

- **1-полюсный выключатель**

  Это коммутационное устройство предназначено для однофазного отключения в результате срабатывания функций защиты и содержит базовые функциональные блоки защиты, как и коммутационное устройство **3-полюсный выключатель**.

- **Выключатель (только положение)**

  Данный коммутационный аппарат содержит только функциональный блок **Выключатель**. Он используется только для получения информации о положении аппарата, например, от соседнего присоединения (ячейки). Этот тип можно использовать для моделирования выключателей, для которых можно только получать информацию об их положении, но управлять им при помощи устройства SIPROTEC 5.



ПРИМЕЧАНИЕ

При задании параметров устройства в библиотеке DIGSI 5 доступно 2 типа выключателей:

– **3-полюсный выключатель** или **1-полюсный выключатель**, в зависимости от выбранного устройства (с трех- или однофазным отключением)

– **Выключатель (только положение)**

Функциональные блоки, относящиеся к выключателю

Таблица 7-1 Функциональные блоки, относящиеся к функциональной группе выключатель

Функциональный блок	Описание	Параметры	Функция
Выключатель	Функциональный блок Выключатель представляет физический коммутационный аппарат, предусмотренный в устройстве SIPROTEC 5.	**Время вывода**	Положение выключателя формируется на основе сигналов от дискретных входов, а команды выдаются посредством дискретных выходов.
Управление	Обработка команд	**Модель управления** **Таймаут SBO** **Врем.контр.обр.связи** **Пров.прав вып.коммут.** **Пров.достиж.полож.** **Пров.блок.дв.команды** **Пров.блок.от защиты**	Проверка команд, обмен данными с источником выдачи команд и с функциональным блоком **Выключатель**
Оперативные блокировки	Оперативные блокировки в распредустройстве	Условия блокировки (реализованы в CFC)	Функциональный блок **Опер.блокир.** выдает разрешающие сигналы для выполнения команд управления в распредустройстве.

Значения уставок параметра можно найти в главе *7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Дополнительные опции уставок коммутационного аппарата "Выключатель"

Опции параметров выключателя назначаются на функциональные блоки на основе их значимости. Дополнительные опции настройки выключателей, которые не могут быть непосредственно назначены на один из трех функциональных блоков, но, тем не менее, доступны:

Таблица 7-2 Параметры настройки управляемой **Команды с обратной связью** в функциональном блоке **Управление** Выключателя

Свойства	Функция	Где находится
Время прогр.фильтр.	Время программной фильтрации для определения положения	Найдите функциональный блок **Управление** [29]
Повторный пуск фильтра (да/нет)	Перезапуск времени фильтрации (вкл/выкл) после изменения положения	Положение функционального блока **управление** [29]
Метка вр.сообщ.до фильтр. (да/нет)	Метка времени возникновения сообщения устанавливается до фильтрации	Положение функционального блока **управление** [29]
Подавление промежуточного положения (да/нет)	При активации параметра подавляется только промежуточное положение на время действия этого программного фильтра.	Положение функционального блока **управление** [29]
Обработка спонтанных изменений положения (Общ.прогр.фил./Спонт. Прогр. фил.)	Если выбрать уставку ***Общий программный фильтр***, то применяются общие уставки для программной фильтрации спонтанных изменений положения и изменений положения, вызванных командой переключения. Отдельная фильтрация для спонтанных изменений положения активируется с помощью уставки ***Спонтанный программный фильтр***.	Положение функционального блока **управление** [29]
Время спонтанной программной фильтрации	Время программной фильтрации для спонтанных изменений положения	Положение функционального блока **управление** [29]
Фильтр спонтанного повторного пуска (да/нет)	Включение или отключение отсчета времени повторного пуска фильтрации при спонтанном изменении положения	Положение функционального блока **управление** [29]
Метка вр.спонт.сообщения перед фильтрацией (да/нет)	Метка времени возникновения сообщения устанавливается до фильтрации в случае спонтанного изменения	Положение функционального блока **управление** [29]
Спонтанное подавл.промеж.положения (да/нет)	При активации параметра подавляется только спонтанное изменение промежуточного положения на время действия этого программного фильтра.	Положение функционального блока **управление** [29]

Таблица 7-3 Параметры настройки управляемого сигнала **Положение** в функциональном блоке Выключатель (Блокировка при дребезге)

Свойства	Функция	Где находится
Блок. дребезг. (да/нет)	Блокировка дребезга при переключении вкл/откл	Положение функционального блока **Выключатель** [29]

Таблица 7-4 Дополнительные настройки устройства, влияющие на выключатель

Свойства	Функция	Где находится
Допустимое количество изменений состояния	Задаваемое значение блокировки от дребезга: Задается один раз для всего устройства	Уставки устройства (находятся в меню Уставки)
Время конт.дребезга		
Время ктрл.дребезга		
Время блк-ки сигнала		
Время конт.возвр.дреб.		

29 Сначала нажмите **Команда с обр.связью**, а затем **Подробная информация** в окне **Свойство** (в нижней части).

Входы, выходы и варианты уставок функциональных блоков **Выключатель** и **Управление** описаны в следующем разделе (см. *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя*).

Оперативные блокировки

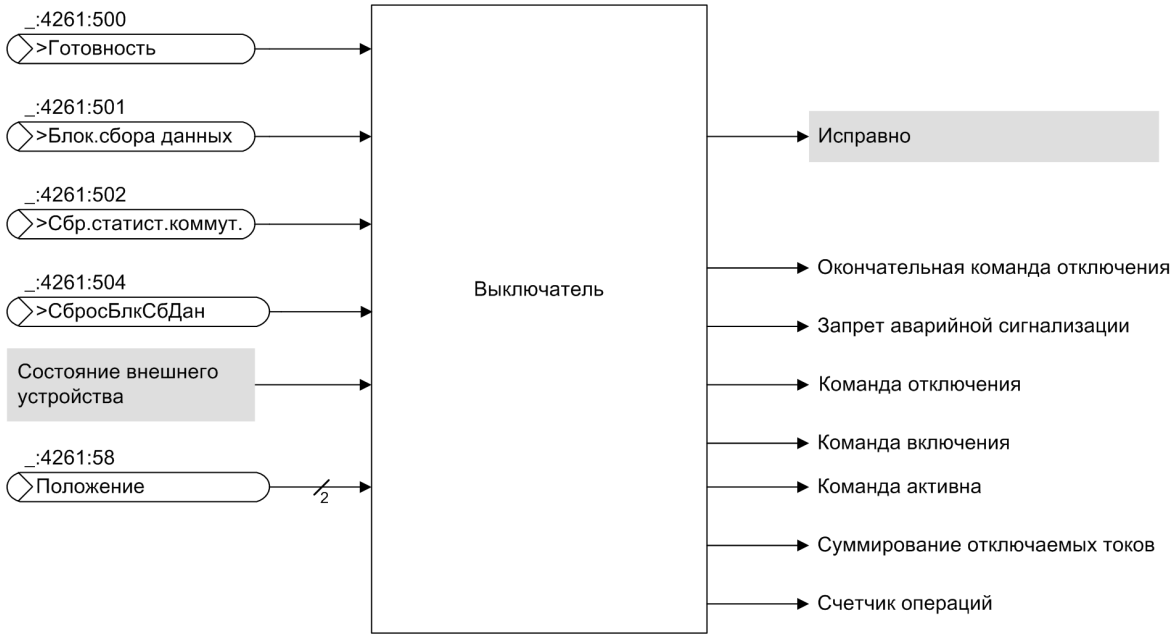
Функциональный блок **Опер.блокир.** выдает разрешающие сигналы для выполнения операций управления в распредустройстве. Фактические условия оперативных блокировок реализованы на CFC. Для получения подробной информации по этому вопросу см. далее в главе *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*.

7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок

Выключатель

Функциональный блок Выключатель представляет физическое устройство выключателя, предусмотренное в устройстве SIPROTEC 5. Задача функционального блока "Выключатель" — повторение положения аппарата в зависимости от информации от дискретных входов.

На следующем рисунке показаны логические входы и выходы функционального блока **Выключатель**.



[dwfuncls-140212-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-5 Логические входы и выходы функционального блока Выключатель

Таблица 7-5 и *Таблица 7-6* перечисляют список входов и выходов с описанием их функций и типа. Для входов также описано влияние параметра **Достоверность = недействительно** на значение сигнала.

ПРИМЕР

Если сигнал **>Готовность** принимает значение **Достоверность сигнала = недействительно**, то значение устанавливается равным **Очищено**. В проблемных рабочих состояниях, выключатель должен сигнализировать, что он не готов к циклу **Включения/Отключения**.

Таблица 7-5 Входы функционального блока Выключатель

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение по умолчанию, если Достоверность = недействительно
>Готовность	Сигнал **>Готовность** показывает, что можно выключить-включить-выключить выключатель. Этот сигнал используется в функции АПВ в режиме ожидания.	SPS	Перемещение
>Блок.сбора данных	По сигналу на дискретном входе выполняется блокирование опроса данных. Активизировать данный дискретный вход можно также через внешний ключ.	SPS	Без изменений
>СбросБлкСбДан	Этот вход позволяет сбросить блокировку сбора данных и замещение выключателя. Если вход активирован, настройка блокировки сбора данных и замены блокируется.	SPS	Без изменений
>Сбр.статист.коммут.	Помимо прочего, дискретный вход присваивает счетчику коммутационных циклов значение 0.	SPS	Без изменений
Испр.внеш.оборуд.	Дискретный вход **Испр.внеш.оборуд.** отражает состояние выключателя (состояние электронного оборудования). Данный вход активизируется через CFC с помощью блока BUILD_ENS. В свою очередь, блок BUILD_ENS может опрашивать дискретные входы, отображающие состояния ***OK***, ***Предупреждение***, ***Авар. сообщ.*** (как результат работы функции **контроль цепей отключения**).	ENS	Без изменений
Положение	Сигнал **Положение** может быть использован для считывания положения выключателя с двухпозиционным сообщением.	DPC	Без изменений

Если для достоверности входного сигнала предполагается статус **Достоверность = недействительно**, тогда статус режима ожидания (Исправно) функции **выключателя** устанавливается на *Предупреждение*.

Таблица 7-6 Выходы функционального блока "Выключатель"

Имя сигнала	Описание	Тип
Оконч.отключение	Защита выполнила окончательное отключение.	SPS
Подавл.авар.сигн.	Сигнальный контакт для запрета внешней сигнализации подавляется во время выполнения АПВ (опция), а также во время выдачи команд на переключение.	SPS
Сч.оп.	Выполняет подсчет числа циклов коммутации выключателя.	INS
Команда откл./выкл.	Данный логический выход отвечает за выдачу команды **Отключить**.	SPS
Команда включения	Данный логический выход отвечает за выдачу команды **Включить**.	SPS
Команда активна	Дискретный выход **Команда активна** отвечает за сигнализацию работающей команды (активное реле или выбранный коммутационный аппарат (SEL)).	SPS
КолЧасОткПолВыкл	Статистическое значение подсчитывает количество часов, в течение которых выключатель отключен.	INS

Имя сигнала	Описание	Тип
Кол часов в работе	Статистическое значение подсчитывает количество часов, в течение которых хотя бы один фазный ток больше параметра **Ток.откл-го плж.выкл.**.	INS

Управление

Функции управления отвечают за выдачу и контроль команд, а также осуществляют связь между источником команд и выключателем. С помощью задания соответствующих уставок можно определять способ обработки команд (см. также главу *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*).

С помощью функции SBO (Выбор перед выполнением, резервирование[30]) сначала происходит резервирование коммутационного аппарата перед фактическим управлением. Таким образом этот коммутационный аппарат остается заблокированным для других команд. Контроль обратной связи позволяет получать информацию команде, пока она выполняется, т.е. контролируется успешность выполнения команды. Эти 2 варианта можно выбрать по отдельности при выборе модели управления. Таким образом, возможны 4 комбинации (см. следующую таблицу).

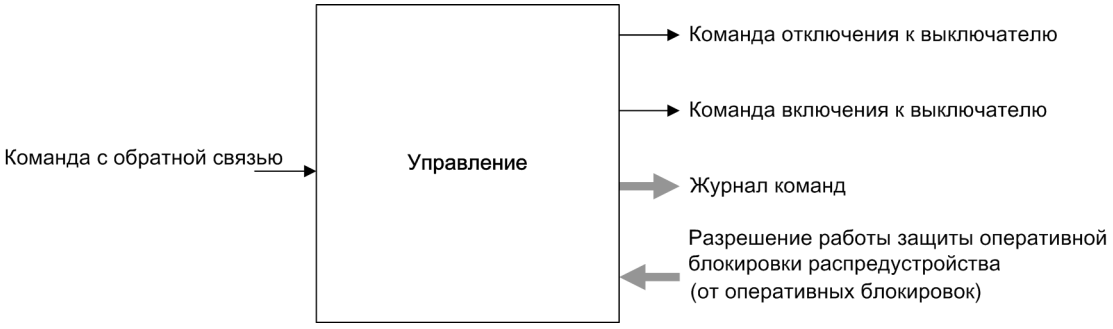
Следующие параметры становятся доступны при управлении (см. следующую таблицу).

Параметры	Уставка по умолчанию	Возможные значения параметров
(_:4201:101) Модель управления	***SBO с дополн. безоп.***[31]	***прям. с обычн. безоп.*** ***SBO с обычн. безоп.*** ***прям.с дополн. безоп.*** ***SBO с дополн. безоп.***
(_:4201:102) Таймаут SBO	***30,00 с***	от 0,01 с до 1800 с (Шаг: 0,01 с)
(_:4201:103) Врем.контр.обр.связи	***1,00 с***	от 0,01 с до 1800 с (Шаг: 0,01 с)
(_:4201:104) Пров.прав вып.коммут.	***да***	***нет*** ***да*** ***расширенный***
(_:4201:105) Пров.достиж.полож.	***да***	***нет*** ***да***
(_:4201:106) Пров.блок.дв.команды	***да***	***нет*** ***да***
(_:4201:107) Пров.блок.от защиты	***да***	***нет*** ***да***

На следующем рисунке показаны логические входы и выходы функционального блока **Управление**.

30 В стандарте МЭК 61850 термин "Резервирование" описан как **Выбор перед выполнением (SBO)**.

31 Эта уставка по умолчанию является стандартной моделью управления в совместимых с МЭК 61850 системах для команды управления комм. аппаратами.



[dwsteue1-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-6 Логические входы и выходы функционального блока "Управление"

Таблица 7-7 Вход и выход функционального блока "Управление"

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение, если Достоверность сигнала = недействительно
Команда с обр.связью	Используя сигнал **Команда с обр.связью**, положение автоматического выключателя принимается через двухпозиционное сообщение функционального блока **Выключатель** и команда передается.	Управляемые (DPC) Без изменений	Без изменений

В матрице ранжирования информации DIGSI 5 в качестве источника команд можно выбрать функциональную клавишу. В дополнение, она отображается, когда команда активируется через CFC. Регистрация в журналах маршрутизируется в этом же месте.

7.2.2.3 Варианты подключения выключателя

Для каждого коммутационного аппарата можно указать число полюсов (например, 1 полюс, 1,5 полюса, 2 полюса), которые переключаются с обратной связью или без нее. В результате получается необходимое количеств информации, подлежащей обработке.

Число переключаемых полюсов выключателя (1, 1,5 или 2) зависит от конструкции системы управления. В большинстве случаев активация ЭМО выключателя однополюсная.

Таблица 7-8 Расшифровка сокращений вариантов подключения

Сокращение	Расшифровка сокращений вариантов подключения
ДВЫХ	Дискретный выход
L+; L-	Напряжение срабатывания
О	Команда отключения
В	Команда включения

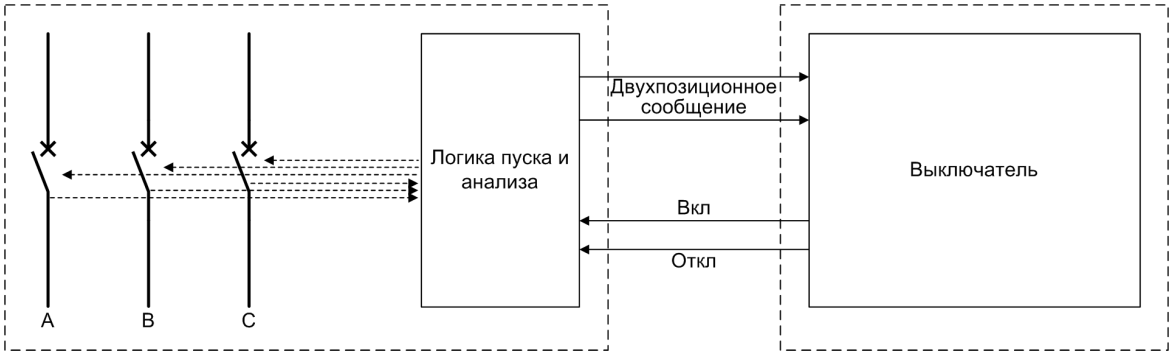
Таблица 7-9 Расшифровка сокращений DIGSI

Сокращение	Описание входа в DIGSI
Б	Без фиксации срабатывания Щелкните правой кнопкой мыши и введите **Б**.
Х	Команда включения Щелкните правой кнопкой мыши и введите **Х** для соответствующего дискретного выхода.
ОВ	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **Отключено**, при наличии напряжения на ранжированном дискретном входе (В). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **ОВ**.

Сокращение	Описание входа в DIGSI
ОН	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **Отключено**, при отсутствии напряжения на ранжированном дискретном входе (Н). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **ОН**.
ВВ	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **ВКЛ**, при наличии напряжения на ранжированном дискретном входе (В). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **ВВ**.
ВН	Сигнал обратной связи коммутационного аппарата в положении **ВКЛ**, при отсутствии напряжения на ранжированном дискретном входе (Н). Щелкните правой кнопкой мыши и введите **ВН**.
ОС	Фиксация только отключения Щелкните правой кнопкой мыши и введите **ОС**.

Вариант подключения: 3-полюсный выключатель

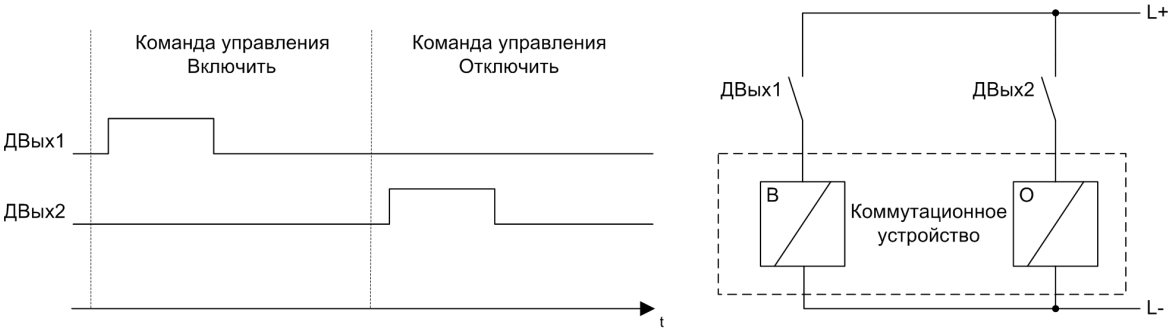
Это стандартный тип функции управления. Все 3 отдельных полюса выключателя переключаются одновременно с помощью двойной команды.



[dw3polls-070611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-7 3-полюсный выключатель

1-полюсная схема управления



[dw1polig-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-8 1-полюсная схема управления

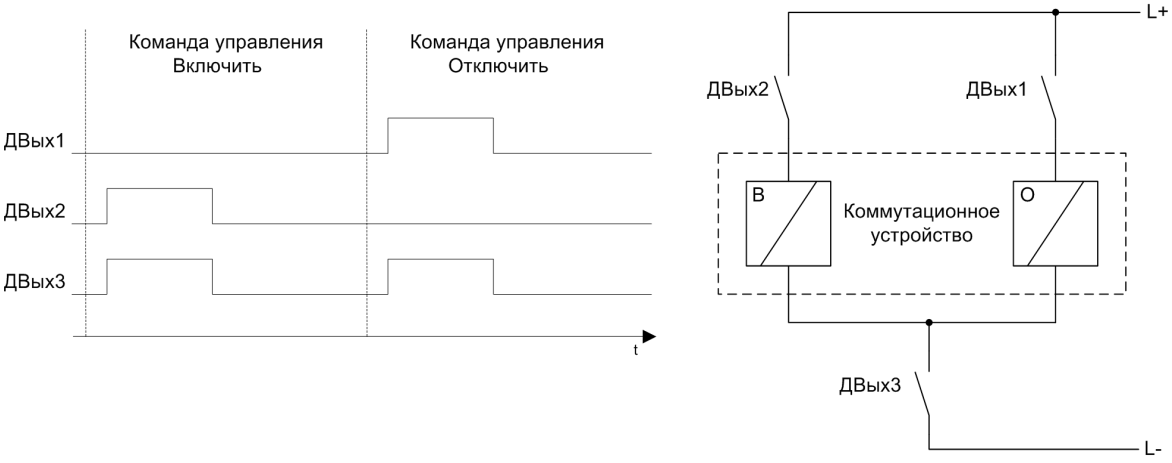
Информация			Ст.	Цель				
				Дискретный выход				
				Base module				
Сигналы	Номер	Тип		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
(Все...)	(Все...)	...		...	...	...	...	...
Логика отключ.	301.5341							
Выключ.	301.4261			*		*		
>Готовность	301.4261.500	SPS						
>Блок.сбора данных	301.4261.501	SPS						
>Сбр.статист.коммут.	301.4261.502	SPS						
>СбросБлкСбДан	301.4261.504	SPS						
Испр.внеш.оборуд.	301.4261.503	ENS						
Исправно	301.4261.53	ENS						
Положение 3ф	301.4261.58	DPC						
Позиция полюса A	301.4261.459	DPC						
Позиция полюса B	301.4261.460	DPC						
Позиция полюса C	301.4261.461	DPC						
Ком.откл./выкл. 3ф	301.4261.300	SPS				Б		
Отключ.только ф.A	301.4261.401	SPS						
Отключ.только ф.B	301.4261.402	SPS						
Отключ.только ф.C	301.4261.403	SPS						
Команда включения	301.4261.301	SPS		X				

[scrang1pLS1p, 1, ru_RU]

Рисунок 7-9 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 1-полюсной схемы управления

Контакты для ***Включено*** и ***Отключено*** можно выбрать по желанию. Совсем не обязательно, чтобы они находились рядом друг с другом. Символ **Б** обозначает команду без фиксации. В качестве альтернативы, можно выбрать **ОС** (фиксируемое отключение).

1,5-полюсная схема управления



[dw5polig-020211-01.tif, 1, ru_RU]

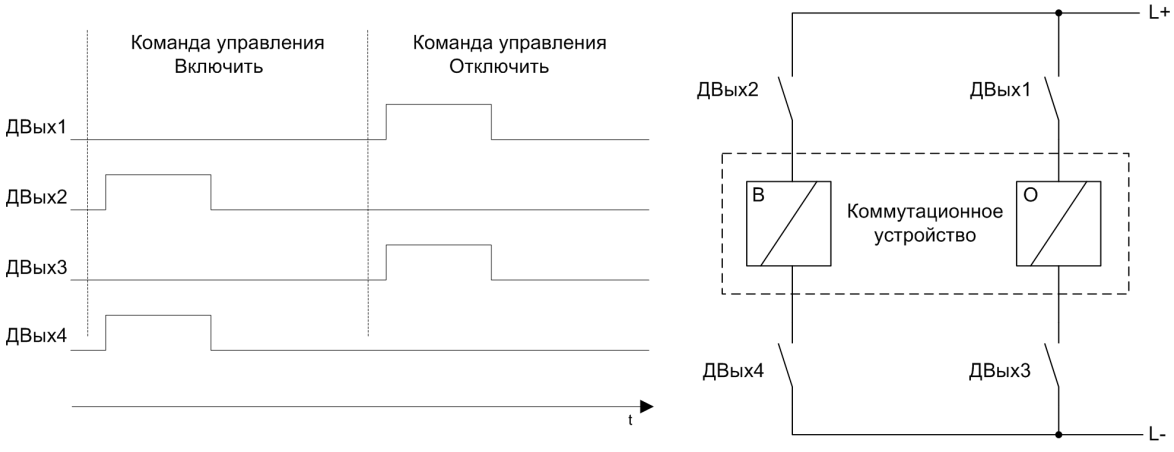
Рисунок 7-10 1,5-полюсная схема управления

Информация			Ст.	Цель				
				Дискретный выход				
				Base module				
Сигналы	Номер	Тип		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
(Все...)	(Все...)	(Вс...		...	...	...	...	...
Безопасность	81							
Линия 1	21							*
Выключатель 1	301			*	*	*		
Логика отключ.	301.5341							
Выключ.	301.4261			*	*	*		
>Готовность	301.4261.500	SPS						
>Блок.сбора данных	301.4261.501	SPS						
>Сбр.статист.коммут.	301.4261.502	SPS						
>СбросБлкСбДан	301.4261.504	SPS						
Испр.внеш.оборуд.	301.4261.503	ENS						
Исправно	301.4261.53	ENS						
Положение 3ф	301.4261.58	DPC						
Позиция полюса A	301.4261.459	DPC						
Позиция полюса B	301.4261.460	DPC						
Позиция полюса C	301.4261.461	DPC						
Ком.откл./выкл. 3ф	301.4261.300	SPS		Б		Б		
Отключ.только ф.A	301.4261.401	SPS						
Отключ.только ф.B	301.4261.402	SPS						
Отключ.только ф.C	301.4261.403	SPS						
Команда включения	301.4261.301	SPS			X	X		

[scrang1pLS15p, 1, ru_RU]

Рисунок 7-11 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 1,5-полюсной схемы управления

2-полюсная схема управления



[dw2polan-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-12 2-полюсная схема управления

Информация			Источник							Цель			
			Дискретный вход							Дискретный выход			
			Базовый модуль							Base module			
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	1.1	1.2	1.3	1.4
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Линия 1	21												
Выключатель 1	301		*	*	*	*	*			*	*	*	*
Логика отключ.	301.5341												
Выключ.	301.4261		*	*	*	*	*			*	*	*	*
>Готовность	301.4261.500	SPS					B						
>Блок.сбора данных	301.4261.501	SPS											
>Сбр.статист.коммут.	301.4261.502	SPS											
>СбросБлкСбДан	301.4261.504	SPS											
Испр.внеш.оборуд.	301.4261.503	ENS											
Исправно	301.4261.53	ENS											
Положение 3ф	301.4261.58	DPC	OB										
Позиция полюса A	301.4261.459	DPC		BB									
Позиция полюса B	301.4261.460	DPC			BB								
Позиция полюса C	301.4261.461	DPC				BB							
Ком.откл./выкл. 3ф	301.4261.300	SPS								Б	Б	Б	
Отключ.только ф.A	301.4261.401	SPS								X			
Отключ.только ф.B	301.4261.402	SPS									X		
Отключ.только ф.C	301.4261.403	SPS										X	
Команда включения	301.4261.301	SPS											X
Команда активна	301.4261.302	SPS											

[scrang1pLS13p, 1, ru_RU]

Рисунок 7-13 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 2-полюсной схемы управления

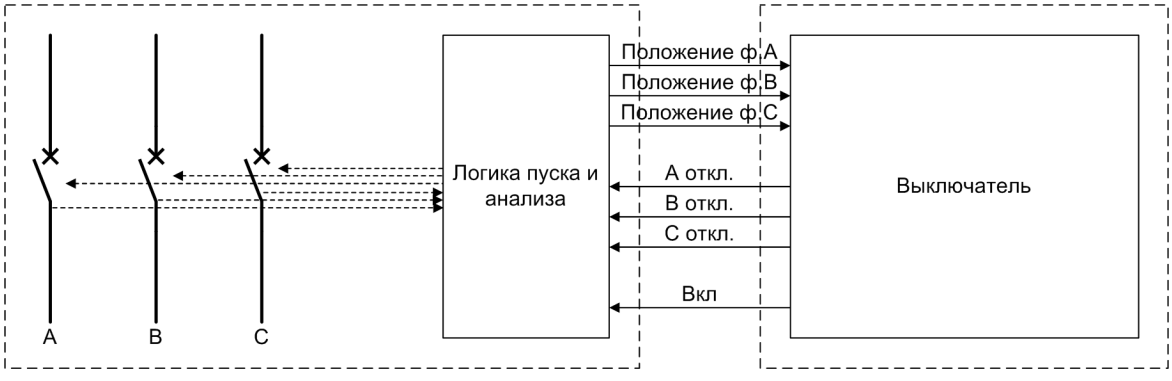
Вариант подключения: 1-полюсный выключатель

Однополюсный выключатель используется для пофазного отключения и отображения состояния каждого полюса выключателя. Он предназначен для общего использования функциями 1-полюсной рабочей защиты и управления.

ПРИМЕЧАНИЕ

Подключение электрических цепей функциональной группы **Выключатель** к дискретных входам и выходам происходит один раз для каждого устройства .

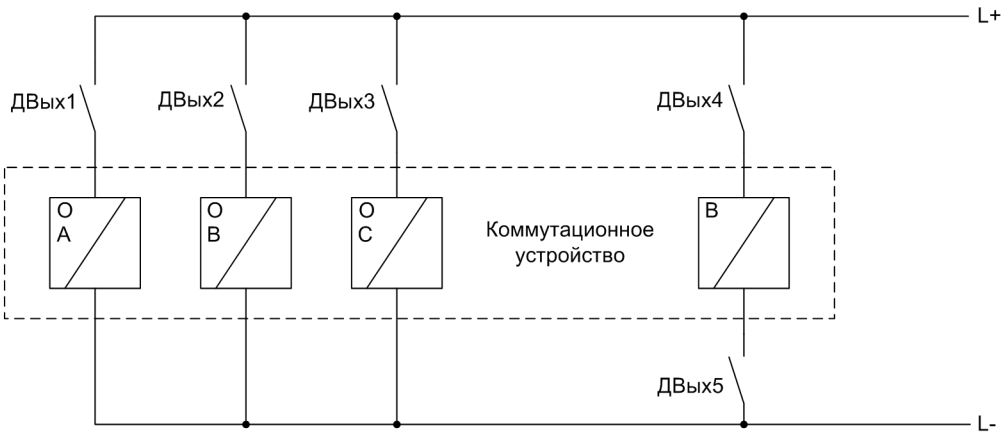
Функция управления данного типа выполняет включение и отключение всех трех фаз одновременно. Функции защиты могут выполнять однофазное отключение. Команда включения всегда является трехфазной. Возможно, что включение будет происходить для отключенных полюсов.



[dw1polls-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-14 Выключатель с однополюсным переключением

Для выключателя с однополюсным переключением коммутация выполняется посредством одного реле на каждый полюс для команды отключения и через четвертое реле для команды включения (см. следующий рисунок).



[dw1panls-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-15 Однополюсное управление выключателем

Информация			Ст.	Цель				
				Дискретный выход				
				Base module				
Сигналы	Номер	Тип		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
(Все...)	(Все...)	...		...	...	...	...	...
Логика отключ.	301.5341							
Выключ.	301.4261			*	*	*	*	
>Готовность	301.4261.500	SPS						
>Блок.сбора данных	301.4261.501	SPS						
>Сбр.статист.коммут.	301.4261.502	SPS						
>СбросБлкСбДан	301.4261.504	SPS						
Испр.внеш.оборуд.	301.4261.503	ENS						
Исправно	301.4261.53	ENS						
Положение 3ф	301.4261.58	DPC						
Позиция полюса A	301.4261.459	DPC						
Позиция полюса B	301.4261.460	DPC						
Позиция полюса C	301.4261.461	DPC						
Ком.откл./выкл. 3ф	301.4261.300	SPS		Б	Б	Б		
Отключ.только ф.A	301.4261.401	SPS		X				
Отключ.только ф.B	301.4261.402	SPS			X			
Отключ.только ф.C	301.4261.403	SPS				X		
Команда включения	301.4261.301	SPS					X	

[scrang1pLS13pz, 1, ru_RU]

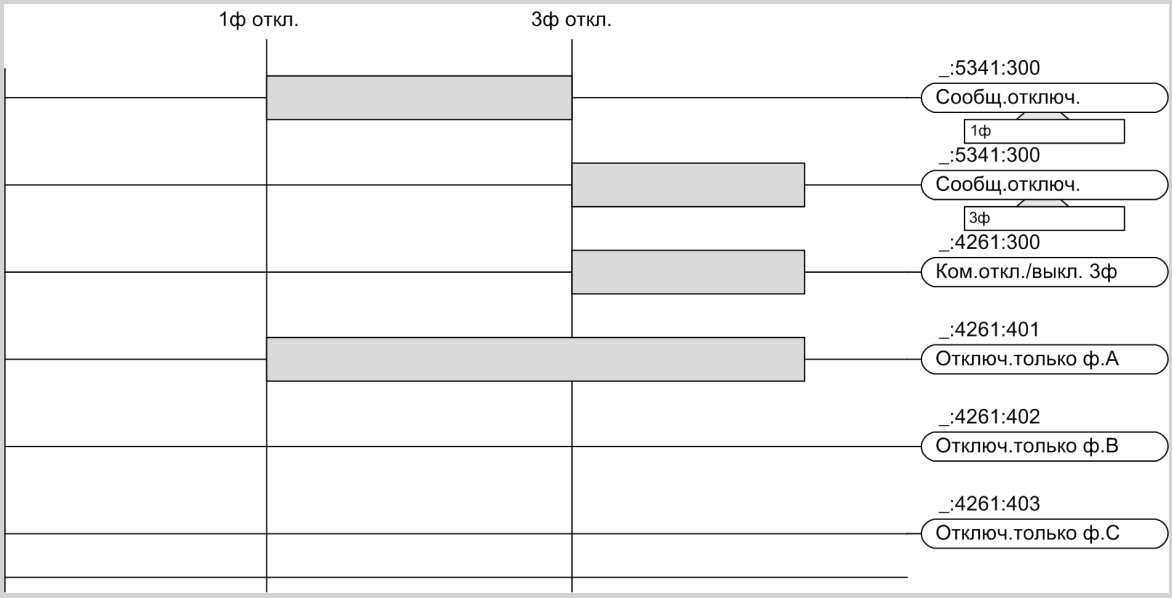
Рисунок 7-16 Ранжирование в DIGSI

На предыдущем рисунке показано однополюсное управление выключателем. Команда отключения от защиты направляется отдельно на каждую из трех фаз (с **Отключ.только ф.A** по **Отключ.только ф.C**). Команда отключения от защиты направляется на каждую из 3 фаз (**Ком.откл./выкл. 3ф**). Функция управления всегда выполняет отключение трех полюсов коммутационного аппарата. Кроме того, три распределения с индексом **Б** (без запоминания) активации и команды отключения устанавли-

ваются на трехфазные. Это ранжирование также используется функциями защиты, действующими на отключение трех фаз. Команда включения выдается одновременно на все три фазы.

Пример: Команда отключения во время перехода от 1-фазного режима к 3-фазному

Во время перехода от 1-фазного режима к 3-фазному параметр **`Отключ.только ф.A`** остается активным. Чтобы информировать, например, внешний АПВ о том, является ли отключение однополюсным или трехполюсным, можно использовать сообщения *Логика отключ.:Сообщ.отключ.:1-фазное* и *Логика отключ.:Сообщ.отключ.:3-фазное*.



[dw_trip-command_between_1p-3p, 1, ru_RU]

Определение положения выключателя

Ранжирование дискретных входов для обратной связи положения выключателя выполняется, как показано на предыдущем рисунке (также см. раздел *5.7.5.3 Сбор данных о положении блок контактов выключателя и другой информации*).

Информация			Источник			
			Дискретный вход			
			Base module			
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...
Линия 1	21					
Выключатель 1	301		*	*	*	*
Логика отключ.	301.5341					
Выключ.	301.4261		*	*	*	*
>Готовность	301.4261.500	SPS				
>Блок.сбора данных	301.4261.501	SPS				
>Сбр.статист.коммут.	301.4261.502	SPS				
>СбросБлкСбДан	301.4261.504	SPS				
Испр.внеш.оборуд.	301.4261.503	ENS				
Исправно	301.4261.53	ENS				
Положение 3ф	301.4261.58	DPC	OB			
Позиция полюса A	301.4261.459	DPC		BB		
Позиция полюса B	301.4261.460	DPC			BB	
Позиция полюса C	301.4261.461	DPC				BB
Ком.откл./выкл. 3ф	301.4261.300	SPS				
Отключ.только ф.A	301.4261.401	SPS				
Отключ.только ф.B	301.4261.402	SPS				
Отключ.только ф.C	301.4261.403	SPS				
Команда включения	301.4261.301	SPS				

[scrang1pLSHk, 1, ru_RU]

Рисунок 7-17 Маршрутизация 1-полюсных компонентов в DIGSI

Расшифровка сокращений представлена в *Таблица 7-8* и *Таблица 7-9*.

Сигнал **Команда активна** также может быть ранжирован на дискретный выход. Дискретный выход всегда активен, если присутствуют команды включения или отключения, или если коммутационный аппарат выбран функцией управления.

7.2.2.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Базис величины				
_:2311:101	Общие данные:Номи-нальный раб.ток		0.20 A до 100000.00 A	1000.00 A
_:2311:102	Общие данные:Ном. напряжение		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Уставки выкл				
_:2311:112	Общие данные:Ток.откл-го плж.выкл.	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:2311:136	Общие данные:Реж.раб.УРОВ		• разбалансирование • Запрос I>	разбалансирование
Логика отключ.				
_:5341:103	Логика отключ.:Сброс ком.отключ.		• при I< • при I<< и БК • при возврате	при I<<
Выключ.				
_:4261:101	Выключ.:Время вывода		0.02 с до 1800.00 с	0.10 с
_:4261:105	Выключ.:Инд.велич.отключения		• при отключении • всегда	всегда
РучнВключ				
_:6541:101	РучнВключ:Время действия		0.01 с до 60.00 с	0.30 с
_:6541:102	РучнВключ:Зад.на возвр.при откл.Q		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Управление				
_:4201:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:4201:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:4201:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	1.00 с
_:4201:104	Управление:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да • расширенный	да
_:4201:105	Управление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да
_:4201:106	Управление:Пров.блок.дв.комманды		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4201:107	Управление:Пров.блок.от защиты		• нет • да	да
Прав.дост.вып.комм.				
_:4201:151	Управление:Комм.устр.с прав.упр.		• 0 • 1	ложь
_:4201:152	Управление:Спец.права управления		• 0 • 1	истина
_:4201:115	Управление:Спец.права УД для		• Станции • Стан./дистанц. • дистанционный	Стан./дистанц.
_:4201:153	Управление:ЧислУч-ЗапСпецПравУпр		2 до 5	2
_:4201:155	Управление:Идент.прав.упр. 1		Свободно редактируемый текст	
_:4201:156	Управление:Идент.прав.упр. 2		Свободно редактируемый текст	
_:4201:157	Управление:Идент.прав.упр. 3		Свободно редактируемый текст	
_:4201:158	Управление:Идент.прав.упр. 4		Свободно редактируемый текст	
_:4201:159	Управление:Идент.прав.упр. 5		Свободно редактируемый текст	
_:4201:154	Управление:НескУч-ЗапСпецПравУпр		• 0 • 1	ложь
Тест.Выключ.				
_:6151:101	Тест.Выключ.:Бестоковая пауза		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
_:6151:102	Тест.Выключ.:Только отключение		• 0 • 1	ложь
_:6151:103	Тест.Выключ.:Учет токового критерия		• 0 • 1	ложь
_:6151:104	Тест.Выключ.:Уставка по току	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A

7.2.2.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Логика отключ.			
_:5341:300	Логика отключ.:Сообщ.отключ.	ACT	O
Выключ.			
_:4261:500	Выключ.:>Готовность	SPS	I
_:4261:501	Выключ.:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:4261:502	Выключ.:>Сбр.статист.коммут.	SPS	I
_:4261:504	Выключ.:>СбросБлкСбДан	SPS	I
_:4261:503	Выключ.:Испр.внеш.оборуд.	ENS	I
_:4261:53	Выключ.:Статус исправности	ENS	O
_:4261:58	Выключ.:Положение 3ф	DPC	C
_:4261:300	Выключ.:Ком.откл./выкл. 3ф	SPS	O
_:4261:301	Выключ.:Команда включения	SPS	O
_:4261:302	Выключ.:Команда активна	SPS	O
_:4261:303	Выключ.:Оконч.отключение	SPS	O
_:4261:304	Выключ.:Подавл.авар.сигн.	SPS	O
_:4261:306	Выключ.:Сч.оп.	INS	O
_:4261:307	Выключ.:ΣIоткл.	BCR	O
_:4261:308	Выключ.:ΣIAотк.	BCR	O
_:4261:309	Выключ.:ΣIBотк.	BCR	O
_:4261:310	Выключ.:ΣICотк.	BCR	O
_:4261:311	Выключ.:Разрыв.ток ф.A	MV	O
_:4261:312	Выключ.:Разрыв.ток ф.B	MV	O
_:4261:313	Выключ.:Разрыв.ток ф.C	MV	O
_:4261:317	Выключ.:Отключ.ток 3I0/IN	MV	O
_:4261:314	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.A	MV	O
_:4261:315	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.B	MV	O
_:4261:316	Выключ.:Обрыв цепи напр.ф.C	MV	O
_:4261:322	Выключ.:КолЧасОткПолВыкл	INS	O
_:4261:323	Выключ.:Кол часов в работе	INS	O
РучнВключ			
_:6541:501	РучнВключ:>Блок.ручное включ.	SPS	I
_:6541:500	РучнВключ:>Вход	SPS	I
_:6541:300	РучнВключ:Обнаружено	SPS	O
Сброс груп.СИД			
_:13381:500	Сброс груп.СИД:>Сброс СИД	SPS	I
_:13381:320	Сброс груп.СИД:СИД сброшены	SPS	O
Управление			
_:4201:503	Управление:>Прав.местн.коммут.	SPS	I
_:4201:504	Управление:>Прав.дист.коммут.	SPS	I
_:4201:505	Управление:>Реж.пркл.с/оп.блк.	SPS	I
_:4201:506	Управление:>Реж.пркл.б/оп.блк.	SPS	I
_:4201:53	Управление:Статус исправности	ENS	O
_:4201:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C
_:4201:302	Управление:Станц.прав комм.оп.	SPC	C
_:4201:308	Управление:Ак. Прав Упр 1	SPC	C

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:4201:309	Управление:Ак. Прав Упр 2	SPC	C
_:4201:310	Управление:Ак. Прав Упр 3	SPC	C
_:4201:311	Управление:Ак. Прав Упр 4	SPC	C
_:4201:312	Управление:Ак. Прав Упр 5	SPC	C
_:4201:313	Управление:Прав.вып.комм.опер	ENS	O
_:4201:314	Управление:Режим переключений	ENS	O
Опер.блокир.			
_:4231:500	Опер.блокир.:>Акт.отключение	SPS	I
_:4231:501	Опер.блокир.:>Акт.включение	SPS	I
_:4231:502	Опер.блокир.:>Акт.отключ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:503	Опер.блокир.:>Акт.включ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:53	Опер.блокир.:Статус исправности	ENS	O
Тест.Выключ.			
_:6151:53	Тест.Выключ.:Статус исправности	ENS	O
_:6151:301	Тест.Выключ.:Выполн.испыт.	ENS	O
_:6151:302	Тест.Выключ.:Выд.команда отключ.	ENS	O
_:6151:303	Тест.Выключ.:Выд.команда включ.	ENS	O
_:6151:304	Тест.Выключ.:Испыт.отменено	ENS	O
_:6151:311	Тест.Выключ.:3ф откл.-вкл.	SPC	C

7.2.3 Коммутационный аппарат "Разъединитель"

7.2.3.1 Структура коммутационного аппарата Разъединитель

Как и выключатель, функциональная группа **Разъединитель** содержит следующие три функциональных блока:

- Функциональный блок **Разъединитель**
- Функциональный блок **Управление**
- Функциональный блок **Опер.блокир.**

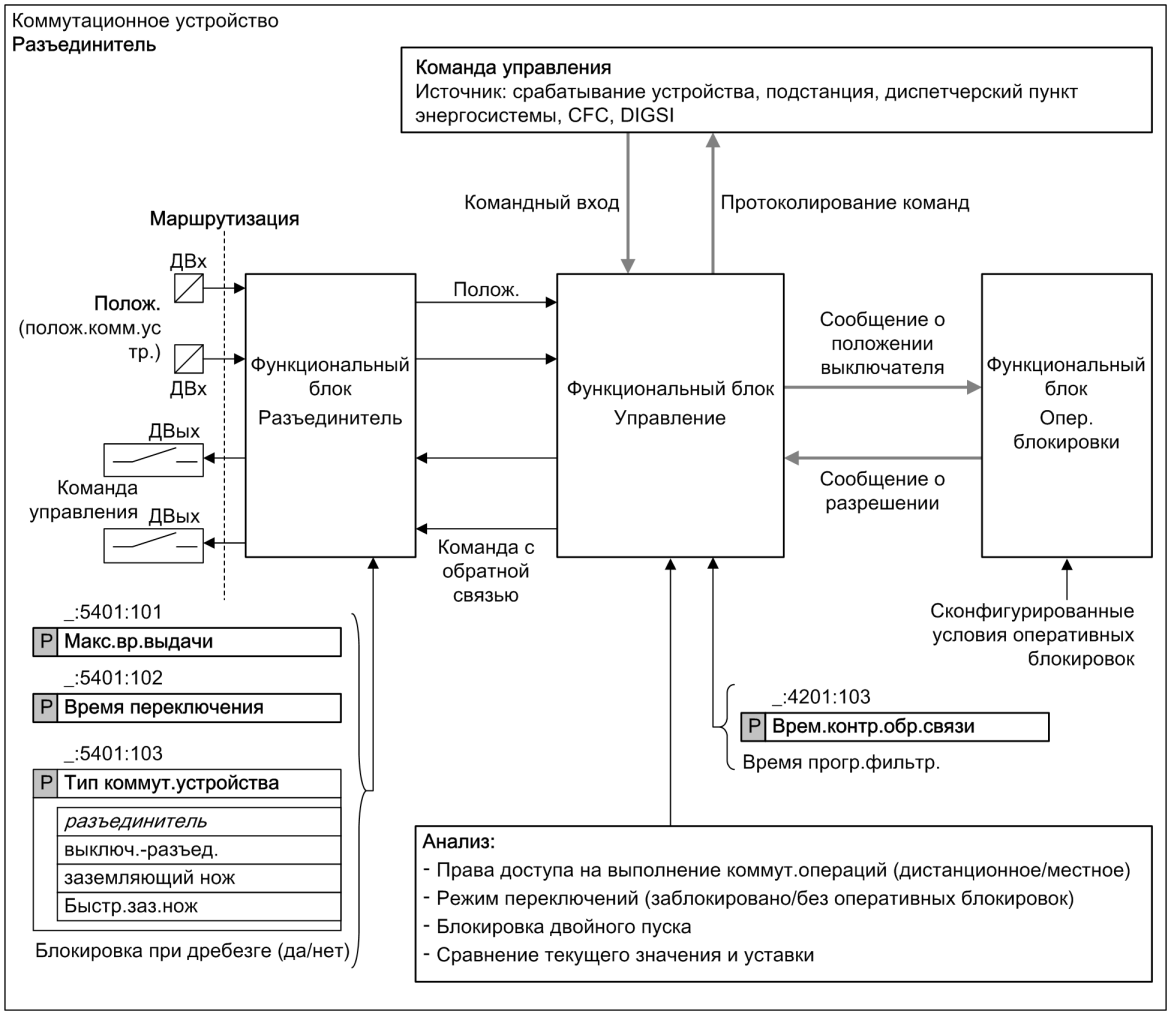
Все это соответствует логическим узлами XSWI, CSWI и CILO по стандарту МЭК 61850.



ПРИМЕЧАНИЕ

В отличие от ФГ **Выключатель**, функциональная группа **Разъединитель** не может содержать какие-либо дополнительные функции, т. к. функции защиты или синхронизации не могут влиять на разъединитель.

Следующий рисунок показывает структуру функциональной группы **Разъединитель**:



[dwdiscon-190612-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-18 Блоки функций связанных с управлением коммутационного аппарата

Функциональная группа **Разъединитель** имеет характеристики, аналогичные ФГ **Выключатель**. Только функциональная группа Разъединитель в отличие от ФГ Выключатель содержит вместо функционального блока Выключ. функциональный блок Разъединитель. Блокировка при срабатывании защит недоступна в функциональном блоке **Управление**.

В программе DIGSI 5 доступны 2 различных варианта функциональной группы **Разъединитель**:

- **Трехполюсный разъединитель**

  Доступно управление коммутационным аппаратом, то есть включение и отключение 3 полюсов разъединителя.

- **Разъединитель [только положение] (только фиксация положения, без функций управления)**

  Такой вариант используется достаточно редко. Он применяется для заземляющих ножей, которыми управлять невозможно, но можно получить информацию об их положении. Кроме того, эта функция позволяет получить информацию о положении соседнего (смежного) разъединителя.

Функциональный блоки Разъединитель

Таблица 7-10 Функциональные блоки функциональной группы Разъединитель

Функцио-нальный блок	Описание	Параметры	Функция
Разъединитель	Разъединитель представляет собой физический коммута-ционный аппарат в устройстве SIPROTEC 5.	**Макс.вр.выдачи** **Время переключения** **Тип коммут.устройства**	Положение разъединителя формируется на основе сигналов от дискретных входов, а команды выдаются посредством дискретных выходов.
Управление	Обработка команд	**Модель управления** **Таймаут SBO** **Врем.контр.обр.связи** **Пров.прав вып.коммут.** **Пров.достиж.полож.** **Пров.блок.дв.комманды**	Проверка команд, обмен данными с источником выдачи команд и с функцио-нальным блоком **Разъеди-нитель**
Оперативные блокировки	Оперативные блокировки в распредустройстве	Условия блокировки (реализо-ваны в CFC)	Функциональный блок **Опер.блокир.** выдает разре-шающие сигналы для выполнения команд упра-вления в распредустройстве.

Значения уставок параметра можно найти в главе *7.2.3.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Дополнительные параметры элемента Разъединитель

Для функциональных блоков функциональной группы Разъединитель могут быть выставлены дополни-тельные параметры. Дополнительные опции настройки разъединителей, которые не могут быть непос-редственно назначены на один из 3 функциональных блоков, аналогичны доступным настройкам выключателя:

Таблица 7-11 Параметры настройки управляемой **Команды с обратной связью** в функциональном блоке **Управление** Разъединителя в Матрице ранжирования информации

Характеристики	Функция	Где находится
Время прогр.фильтр.	Время программной фильтрации для определения положения	Положение функционального блока **управление**(1)
Повторный пуск фильтра (да/нет)	Перезапуск времени фильтрации (вкл/выкл) после изменения положения	Положение функционального блока **управление**(1)
Метка вр.сообщ.до фильтр. (да/нет)	Метка времени возникновения сооб-щения устанавливается до фильтрации	Положение функционального блока **управление**(1)
Подавление промежуточного положения (да/нет)	При активации параметра подавляется только промежуточное положение на время действия этого программного фильтра.	Положение функционального блока **управление**(1)

Характеристики	Функция	Где находится
Спонтанные изменения положения, фильтруются (Общ.прогр.фил./Спонт. Прогр. фил.)	Если выбрать уставку ***Общий программный фильтр***, то применяются общие уставки для программной фильтрации спонтанных изменений положения и изменений положения, вызванных командой переключения. Отдельная фильтрация для спонтанных изменений положения активируется с помощью уставки ***Спонтанный программный фильтр***.	Положение функционального блока **управление**(1)
Время спонтанной программной фильтрации	Время программной фильтрации для спонтанных изменений положения	Положение функционального блока **управление**(1)
Фильтр спонтанного повторного пуска (да/нет)	Включение или отключение отсчета времени повторного пуска фильтрации при спонтанном изменении положения	Положение функционального блока **управление**(1)
Метка вр.спонт. Фильтр спонтанного повторного пуска (да/нет)	Метка времени возникновения сообщения устанавливается до фильтрации в случае спонтанного изменения	Положение функционального блока **управление**(1)
Спонтанное подавление промежуточного положения (да/нет)	При активации параметра подавляется только спонтанное изменение промежуточного положения на время действия этого программного фильтра.	Положение функционального блока **управление**(1)

(1) Сначала нажмите кнопку **Положение**, а затем **Подробная информаци** в окне **Свойство** (в нижней части).

Таблица 7-12 Параметры настройки управляемого сигнала **Положение** в функциональном блоке Разъединитель (Блокировка при дребезге)

Характеристики	Функция	Где находится
Блок. дребезг. (да/нет)	Блокировка дребезга при переключении вкл/откл	Положение функционального блока **Разъединитель** (1)

(1) Сначала нажмите кнопку **Положение**, а затем **Подробная информаци** в окне **Свойство** (в нижней части).

Таблица 7-13 Дополнительные настройки устройства, влияющие на разъединитель

Характеристики	Функция	Где находится
Доп.кол-во изм.сост.	Задаваемое значение блокировки от дребезга: Задается один раз для всего устройства	Уставки устройства (находятся в меню Уставки)
Время конт.дребезга		
Время ктрл.дребезга		
Время блк-ки сигнала		
Время конт.возвр.дреб.		

Входы, выходы и уставки функционального блока **Разъединитель** описаны в следующем разделе (см. *7.2.3.3 Схемы управления разъединителем*). Функциональный блок **Управление** идентичен функциональному блоку **Выключ.** за исключением того, что блокировка оперативных команд при срабатывании функций защиты доступна только в функциональном блоке Выключ.

Более подробную информацию можно найти в главе *7.2.2.2 Указания по применению и вводу уставок*

Оперативные блокировки

Функциональный блок **Опер.блокир.** выдает разрешающие сигналы для выполнения операций управления в распредустройстве. Фактические условия оперативных блокировок реализованы на CFC.

Более подробная информация об этой функции приведена в главе *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*.

7.2.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Разъединитель

Разъединитель представляет собой физический коммутационный аппарат в устройстве SIPROTEC 5. Задача функционального блока "Разъединитель" — повторение положения аппарата в зависимости от информации от дискретных входов.

Функциональный блок **Разъединитель** автоматически связывается через матрицу сообщений с дискретными входами, которые регистрируют положение переключателя и с дискретными выходами, которые выдают команды переключения.

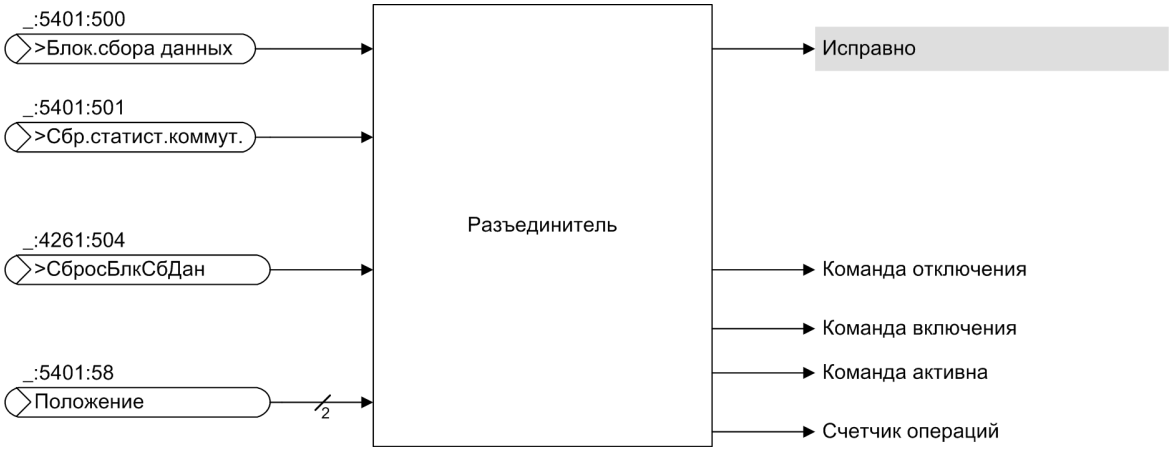
Следующие параметры становятся доступны при использовании функционального блока **Разъединитель** (см. следующую таблицу).

Параметры	Уставка по умолчанию	Возможные значения параметров
(_:5401:101) Макс.вр.выдачи Параметр **Макс.вр.выдачи** определяет длительность выходного импульса, создаваемого командой переключения.	***10,00 с***	от 0,02 с до 1800 с (Шаг: 0,01 с)
(_:5401:102) Время переключения Если целевое положение срабатывания еще не достигнуто, хотя обратная связь уже получена, время выхода увеличивается на **Время переключения**. Значение Время переключения относится к оборудованию, которое выдает обратную связь до полного завершения операции переключения. Значение Время переключения рассматривается только для моделей управления с контролем обратной связи.	***0,00 с***	от 0 с до 60 с
(_:5401:103) Тип коммут.устройства Параметр **Тип коммут.устройства** определяет тип коммутационного устройства.	***разъединитель***	***выключ.-разъед.*** ***разъединитель*** ***заземляющий нож*** ***Быстр.заз.нож***

ПРИМЕЧАНИЕ

Параметр **Тип коммут.устройства** имеет значение только при использовании интерфейса МЭК 61850. Параметр используется для задания типа коммутационного устройства разъединителя для коммуникации через интерфейс МЭК 61850. Это обязательный объект данных в стандарте МЭК 61850.

На следующем рисунке показаны логические входы и выходы функционального блока **Разъединитель**.



[dwoutinp-150212-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-19 Логические входы и выходы функционального блока "Разъединитель"

Таблица 7-14 и *Таблица 7-15* перечисляют список входов и выходов с описанием их функций и типа. Для входов также описано влияние параметра **Достоверность = недействительно** на значение сигнала.

Таблица 7-14 Входы функционального блока Разъединитель

Имя сигнала	Описание	Тип	Значение, если Достоверность сигнала = недействительно
>Блок.сбора данных	По сигналу на дискретном входе выполняется блокирование опроса данных. Активизировать данный дискретный вход можно также через внешний ключ.	SPS	Без изменений
>СбросБлкСбДан	Этот вход позволяет сбросить блокировку сбора данных и замещение выключателя. Если вход активирован, настройка блокировки сбора данных и замещение блокируется.	SPS	Без изменений
>Сбр.статист.коммут.	Сигнал на дискретном входе устанавливает значение счетчика циклов на 0.	SPS	Без изменений
Положение	Дискретный вход **Положение** может использоваться для считывания положения разъединителя в виде двухпозиционного сообщения.	DPC	Без изменений

Если для достоверности входного сигнала предполагается статус **Достоверность = недействительно**, тогда статус режима ожидания (Статус исправности) функции **разъединителя** устанавливается на *Предупреждение*.

Таблица 7-15 Выходы функционального блока Разъединитель

Имя сигнала	Описание	Тип
Команда отключения	Данный дискретный выход отвечает за выдачу команды **Отключить**.	SPS
Команда включения	Данный дискретный выход отвечает за выдачу команды **Включить**.	SPS

Имя сигнала	Описание	Тип
Команда активна	Дискретный выход **Команда активна** выполняет команду сигнализации (команда активна или коммутационный аппарат выбран (SEL)). Команда активна активируется либо командой Вкл., либо Откл.	SPS
Сч.оп.	Выполняет подсчет числа циклов коммутации разъединителя.	INS

Управление

Функции управления отвечают за выдачу и контроль команд, а также осуществляют связь между источником команд и разъединителем. С помощью задания соответствующих уставок можно определять способ обработки команд (см. также главу *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*).

С помощью функции SBO (Выбор перед выполнением, резервирование[32]) сначала происходит резервирование коммутационного аппарата перед фактическим управлением. Таким образом этот коммутационный аппарат остается заблокированным для других команд. Контроль обратной связи позволяет получать информацию команде, пока она выполняется, т.е. контролируется успешность выполнения команды. Эти два варианта можно выбрать по отдельности при выборе модели управления. Таким образом, возможны 4 комбинации (см. следующую таблицу).

Следующие параметры становятся доступны при управлении (см. следующую таблицу).

Параметры	Уставка по умолчанию	Возможные значения параметров
(_:4201:101) Модель управления	***SBO с дополн. безоп.***[33]	***прям. с обычн. безоп.*** ***SBO с обычн. безоп.*** ***прям.с дополн. безоп.*** ***SBO с дополн. безоп.***
(_:4201:102) Таймаут SBO	***30,00 с***	–
(_:4201:103) Врем.контр.обр.связи	***10,00 с***	–
(_:4201:104) Пров.прав вып.коммут.	***да***	***нет*** ***да*** ***расширенный***
(_:4201:105) Пров.достиж.полож.	***да***	***нет*** ***да***
(_:4201:106) Пров.блок.дв.команды	***да***	***нет*** ***да***

7.2.3.3 Схемы управления разъединителем

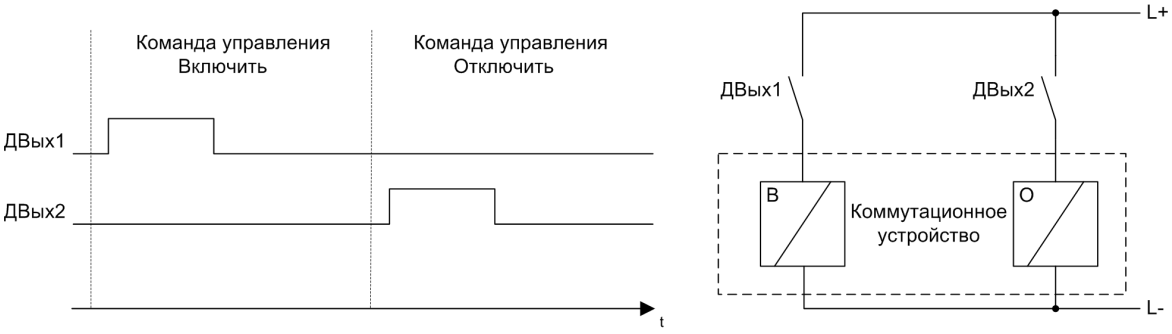
Типы управления идентичны типам управления выключателя. Расшифровка сокращений представлена в *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя* и *7.2.2.3 Варианты подключения выключателя*.

Число переключаемых фаз разъединителя (1, 1,5 или 2) зависит от конструкции цепей напряжения и системы оперативного напряжения.

32 В стандарте МЭК 61850 термин "Резервирование" описан как **Выбор перед выполнением (SBO)**.

33 Эта уставка по умолчанию является стандартной моделью управления в совместимых с МЭК 61850 системах для команды управления комм. аппаратами.

1-полюсная схема управления



[dw1ptren-030211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-20 1-полюсная схема управления

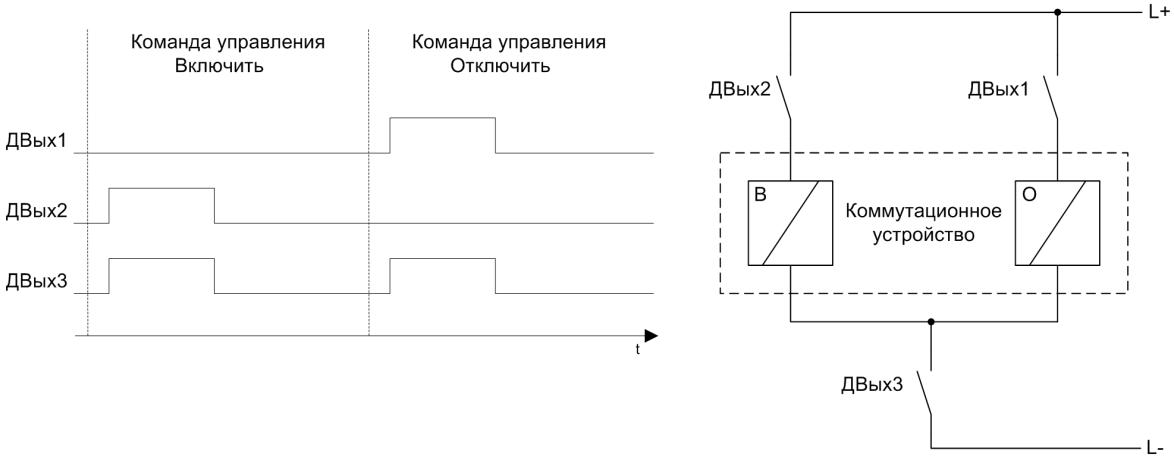
Информация			Ст.	Цель			
				Дискретный выход			
				Base module			
Сигналы	Номер	Тип		1.1	1.2	1.3	1.4
(Все...)	(Все...)	(Вс...		...	...	...	...
Разъединитель 1	601			*	*		
Управление	601.4201						
Опер.блокир.	601.4231						
Разъединитель	601.5401			*	*		
>Блок.сбора данных	601.5401.500	SPS					
>Сбр.статист.коммут.	601.5401.501	SPS					
>СбросБлкСбДан	601.5401.504	SPS					
Исправно	601.5401.53	ENS					
Позиция	601.5401.58	DPC					
Команда отключения	601.5401.300	SPS			X		
Команда включения	601.5401.301	SPS		X			

[scrangtrenn1p, 1, ru_RU]

Рисунок 7-21 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 1-полюсной схемы управления

Контакты для ***Включено*** и ***Отключено*** можно выбрать по желанию. Совсем не обязательно, чтобы они находились рядом друг с другом.

1,5-полюсная схема управления



[dw5polig-020211-01.tif, 1, ru_RU]

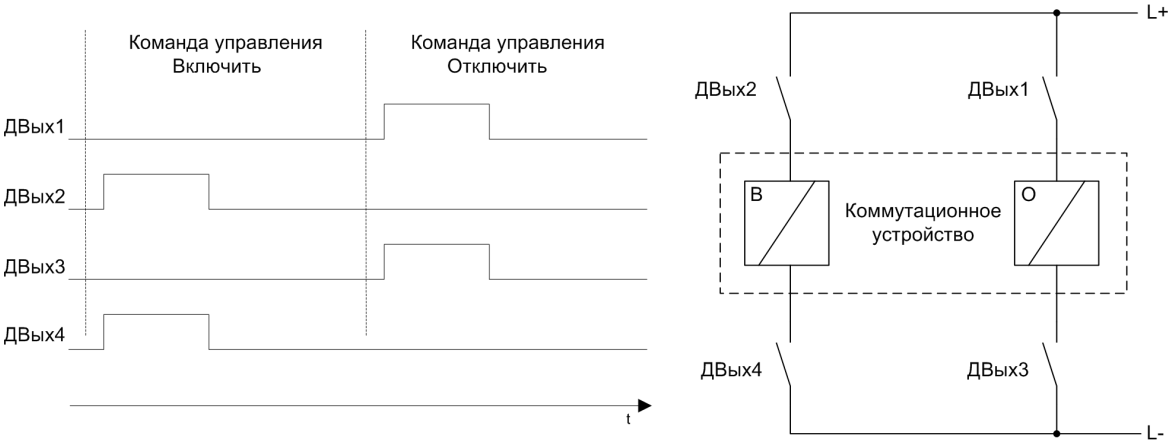
Рисунок 7-22 1,5-полюсная схема управления

Информация			И Цель							
			Дискретный выход							
			Base module							
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Разъединитель 1	601		*	*	*					
Управление	601.4201									
Опер.блокир.	601.4231									
Разъединитель	601.5401		*	*	*					
>Блок.сбора данных	601.5401.500	SPS								
>Сбр.статист.коммут.	601.5401.501	SPS								
>СбросБлкСбДан	601.5401.504	SPS								
Исправно	601.5401.53	ENS								
Позиция	601.5401.58	DPC								
Команда отключения	601.5401.300	SPS	X		X					
Команда включения	601.5401.301	SPS		X	X					

[scrangtrenn15p, 1, ru_RU]

Рисунок 7-23 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 1,5-полюсной схемы управления

2-полюсная схема управления



[dw2polan-020211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-24 2-полюсная схема управления

Информация			▸ И ▸ Цель				
			▸ F(▸ Дискретный выход				
			▸ ▸ Базовый модуль				
Сигналы	Номер	Тип		1.1	1.2	1.3	1.4
(Все...)	(Все...)	(...		...	...	...	...
Разъединитель 1	601			*	*	*	*
Управление	601.4201						
Опер.блокир.	601.4231						
Разъединитель	601.5401			*	*	*	*
>Блок.сбора данных	601.5401.500	SPS					
>Сбр.статист.коммут.	601.5401.501	SPS					
>СбросБлкСбДан	601.5401.504	SPS					
Исправно	601.5401.53	ENS					
Позиция	601.5401.58	DPC					
Команда отключения	601.5401.300	SPS		X		X	
Команда включения	601.5401.301	SPS			X		X
Команда активна	601.5401.302	SPS					

[scrangtrenn2p, 1, ru_RU]

Рисунок 7-25 Ранжирование дискретных выходов в DIGSI для 2-полюсной схемы управления

Обратная связь осуществляется через блок положение разъединителя.

7.2.3.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Управление				
_:4201:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:4201:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:4201:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:4201:104	Управление:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да	да
_:4201:105	Упра-вление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да
_:4201:106	Упра-вление:Пров.блок.дв.команды		• нет • да	да
Разъединитель				
_:5401:101	Разъедини-тель:Макс.вр.выдачи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
_:5401:102	Разъединитель:Время переключения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
_:5401:103	Разъединитель:Тип коммут.устройства		• выключ.-разъед. • разъединитель • заземляющий нож • Быстр.заз.нож	разъединитель

7.2.3.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Управление			
_:4201:503	Управление:>Прав.местн.коммут.	SPS	I
_:4201:504	Управление:>Прав.дист.коммут.	SPS	I
_:4201:505	Управление:>Реж.пркл.с/оп.блк.	SPS	I
_:4201:506	Управление:>Реж.пркл.б/оп.блк.	SPS	I
_:4201:53	Управление:Статус исправности	ENS	O
_:4201:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C
_:4201:302	Управление:Станц.прав комм.оп.	SPC	C
_:4201:308	Управление:Ак. Прав Упр 1	SPC	C
_:4201:309	Управление:Ак. Прав Упр 2	SPC	C
_:4201:310	Управление:Ак. Прав Упр 3	SPC	C
_:4201:311	Управление:Ак. Прав Упр 4	SPC	C
_:4201:312	Управление:Ак. Прав Упр 5	SPC	C
_:4201:313	Управление:Прав.вып.комм.опер	ENS	O
_:4201:314	Управление:Режим переключений	ENS	O
Опер.блокир.			
_:4231:500	Опер.блокир.:>Акт.отключение	SPS	I
_:4231:501	Опер.блокир.:>Акт.включение	SPS	I
_:4231:502	Опер.блокир.:>Акт.отключ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:503	Опер.блокир.:>Акт.включ.(фикс.)	SPS	I
_:4231:53	Опер.блокир.:Статус исправности	ENS	O
Разъединитель			
_:5401:500	Разъединитель:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:5401:501	Разъединитель:>Сбр.статист.коммут.	SPS	I
_:5401:53	Разъединитель:Статус исправности	ENS	O
_:5401:58	Разъединитель:Положение	DPC	C

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5401:300	Разъединитель:Команда отключения	SPS	O
_:5401:301	Разъединитель:Команда включения	SPS	O
_:5401:302	Разъединитель:Команда активна	SPS	O
_:5401:305	Разъединитель:Сч.оп.	INS	O

7.3 Последовательность коммутаций

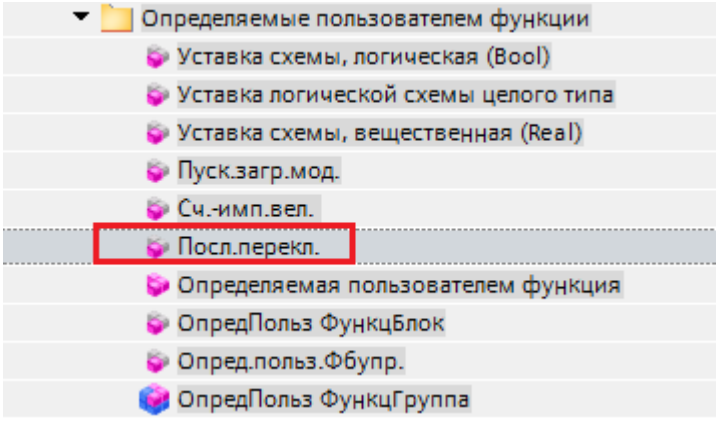
7.3.1 Обзор функций

В устройстве могут выполняться последовательности коммутаций, которые автоматически переключают элементы распределительного устройства в предварительно заданной последовательности.

Последовательность Переключений состоит из специального функционального блока **Последовательность Переключений** (Swi. seq.) из библиотеки DIGSI 5 и специфического для проекта списка команд переключения, генерируемых в CFC.

7.3.2 Описание функции

Функциональный блок **Посл.перекл.** находится в папке **Определяемые пользователем функции** в библиотеке DIGSI 5.

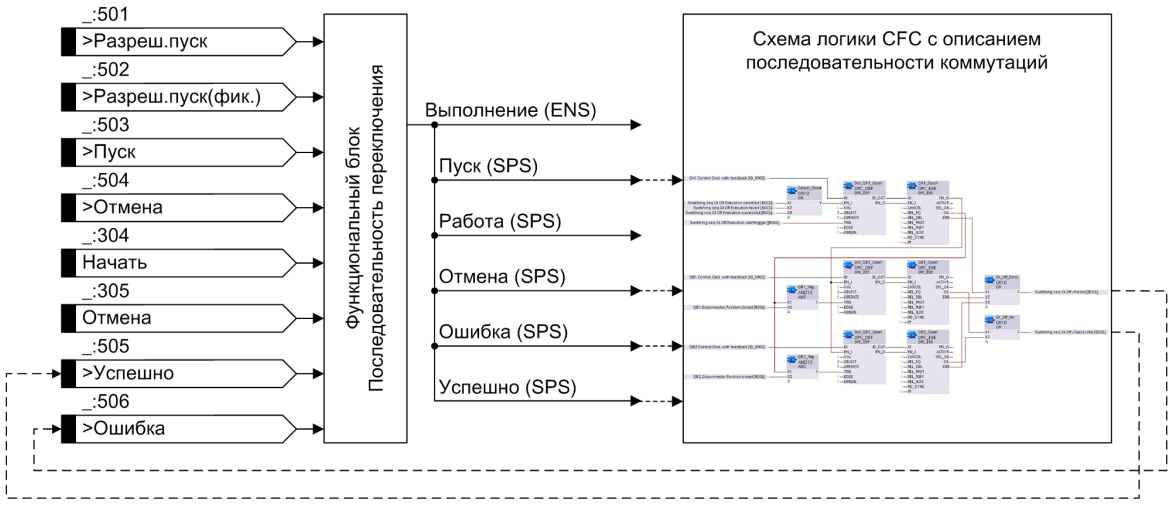


[scudeffb-150816-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-26 Функциональный блок **Посл.перекл.** в библиотеке

Эти функциональные блоки можно использовать в матрице ранжирования на самом верхнем уровне (уровне функциональных групп) или в пользовательских функциональных группах.

Для каждой последовательности коммутаций используется один функциональный блок **Посл.перекл**. Функциональный блок — это интерфейс для управления и контроля условий последовательности коммутаций через CFC. Задачей функционального блока является проверка относительных условий для команд управления, например, прав на выполнение операций переключения, условий блокировки и т. п. Сигналы функционального блока можно связать со схемой логического элемента. Они запускают и останавливают последовательность коммутаций, а также предоставляют данные о ее состоянии (см. *Рисунок 7-27*). CFC схема используется для активизации коммутационного аппарата, который должен быть переключен. Помимо прочего, блоки CFC определяют коммутационные аппараты, которые должны быть переключены.



[dwswseq1-110913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-27 Функциональный блок **Посл.перекл.**

Запуск и отмена Последовательности переключений

Для запуска последовательности переключений можно использовать один из следующих способов:

- Управление на объекте с помощью меню или страницы дисплея передней панели SIPROTEC
- Вход *>Пуск*, например, через дискретный вход
- Команды *Начать* для запуска через протокол обмена данными, например МЭК 61850, T103 или DNP
- Вход *>Пуск* с помощью функциональной клавиши
- Команды *Начать* посредством функциональной клавиши

Для отмены последовательности переключений можно использовать один из следующих способов:

- Управление на объекте с помощью меню или страницы дисплея передней панели SIPROTEC
- Вход *>Отмена*, например, через дискретный вход
- Команды *Отмена* для отмены через протокол обмена данными, например МЭК 61850, T103 или DNP
- Вход *>Отмена* с помощью функциональной клавиши
- Команды *Отмена* посредством функциональной клавиши

Управление на объекте

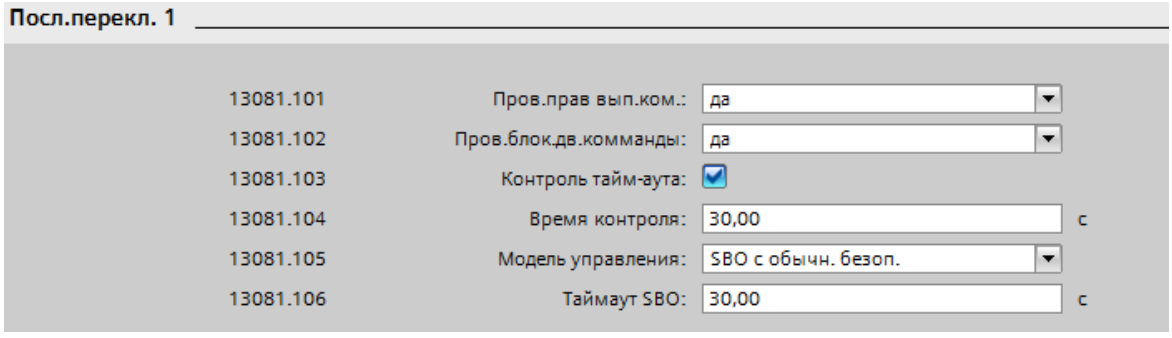
Если в устройстве используется хоть один функциональный блок **Посл.перекл.**, в первой строке меню **Управление** отображается новый пункт **Посл.перекл**. Если выбрать этот пункт меню, отобразятся общие сведения о всех последовательностях переключений и их текущем состоянии (см. *Рисунок 7-28*, пример с двумя последовательностями переключений). Из этого меню можно запускать и отменять последовательности переключений.



Рисунок 7-28
Общие сведения о последовательности переключений на дисплее устройства

7.3.3 Указания по применению и вводу уставок

Функциональный блок предлагает уставки, подобные уставкам блока **Управление** выключателя или разъединителя (см. раздел *7.2.1 Общие сведения*).



[scccs4pa-13112014_DE, 1, ru_RU]
Рисунок 7-29 Уставки функционального блока **Последовательность переключений**

Параметр: **Пров.прав вып.коммут.**

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пров.прав вып.коммут.** = ***да***

С помощью параметра **Пров.прав вып.коммут.** можно указать, должны ли проверяться права на выполнение операций переключения перед выполнением последовательности коммутаций.

Параметр: **Пров.блок.дв.команды**

- Уставка по умолчанию **(_:102) Пров.блок.дв.команды** = ***да***

С помощью параметра **Пров.блок.дв.команды** можно указать, должна ли проверяться двойная активация коммутационных аппаратов. Задаваемое значение ***да*** указывает, что последовательность коммутаций будет запускаться только в том случае, если не активированы команды переключения для выключателя и разъединителя, при условии, что для этих коммутационных аппаратов включена блокировка от двойной активации.

Параметр: **Контроль тайм-аута**

С помощью параметра **Контроль тайм-аута** можно указать, должна ли оцениваться обратная связь. Сигналы обратной связи поступают на входы *>Успешно* и *>Ошибка*.

Параметр: **Время контроля**

- Уставка по умолчанию **(_:104) Время контроля** = ***30,00 с***

С помощью параметра **Время контроля** можно указать продолжительность контроля обратной связи.

Параметр: **Модель управления**

- Уставка по умолчанию **(_:105) Модель управления** = ***SBO с обычн. безоп.***

С помощью параметра **Модель управления** можно выбрать ***прям. с обычн. безоп.*** или ***SBO с обычн. безоп.*** для запуска последовательности коммутаций.

Невозможно задать модель управления для отмены последовательности переключений. Для отмены функции всегда используется модель управления ***прям. с обычн. безоп.***.

Сообщение

Функциональный блок **Последовательность переключений** предоставляет следующие данные:

Посл.перекл. 1	13081	
>Разреш.пуск	13081.501	SPS
>Разреш.пуск(фик.)	13081.502	SPS
>Пуск	13081.503	SPS
>Отмена	13081.504	SPS
>Успешно	13081.505	SPS
>Ошибка	13081.506	SPS
Исправно	13081.53	ENS
Выполнение	13081.302	ENS
старт		SPS
работа		SPS
отменено		SPS
ошибка		SPS
успешно		SPS
Начать	13081.304	SPC
Отмена	13081.305	SPC
Станц.прав комм.оп.	13081.303	SPC

[scinfof1-13112014, 1, ru_RU]

Рисунок 7-30 Сигналы, предоставляемые функциональным блоком **Посл.перекл.**

В функциональном блоке **Посл.перекл.** блокировка аналогична функциональному блоку **Оперативная блокировка (Опер.блокир.)** и ее можно использовать в последовательности коммутаций:

- *>Разреш.пуск*: : разрешение запуска всей последовательности коммутаций. Не действует в режиме переключения **без оперативной блокировки**.
- *>Разреш.пуск(фик.)*: : безусловное разрешение для запуска всей последовательности коммутаций. Действует независимо от режима переключения.

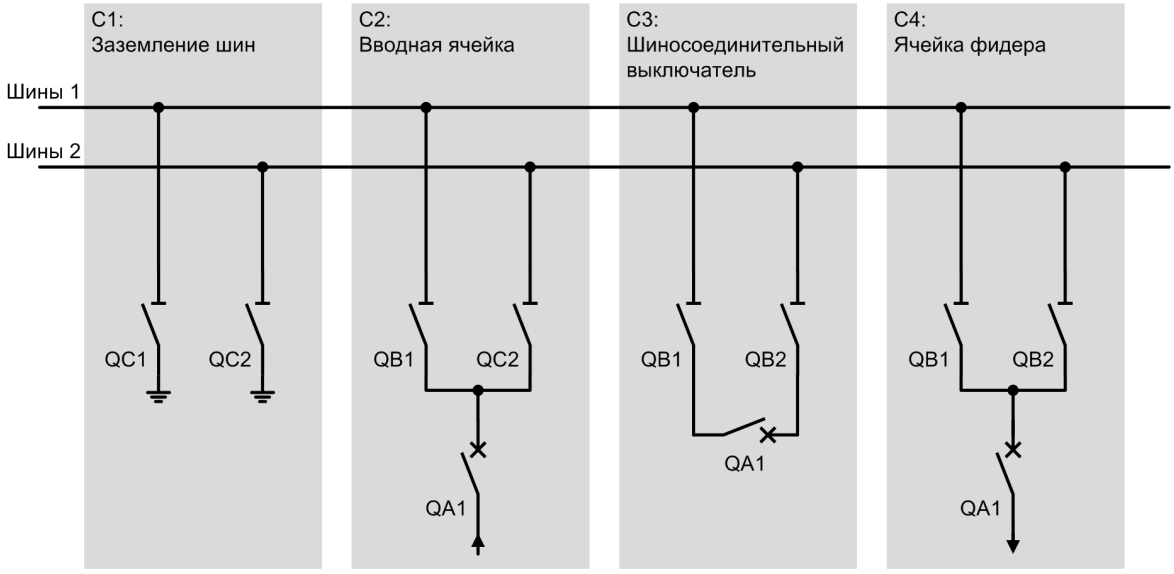
Если активирован контроль обратной связи (параметр **Контроль тайм-аута**), обратная связь с процессом должна осуществляться через входы *>Успешно* и *>Ошибка*. Если последняя команда переключения последовательности переключений была выполнена успешно, вход *>Успешно*. Для этого свяжите обратную связь последней команды переключения из CFC с этим входом функционального блока во время параметрирования устройства.

Если команда переключения завершается неудачей, эту обратную связь можно зарегистрировать на входе *>Ошибка*. Активная последовательность переключений будет завершена немедленно и не будет ожидать обратной связи.

Сообщение *Выполнение* сигнализирует о текущем состоянии последовательности переключений. События *работа*, *отменено*, *ошибка* и *успешно* генерируются только до истечения времени контроля. Событие *старт* сигнализирует о запуске последовательности переключений.

Пример последовательности переключений с CFC

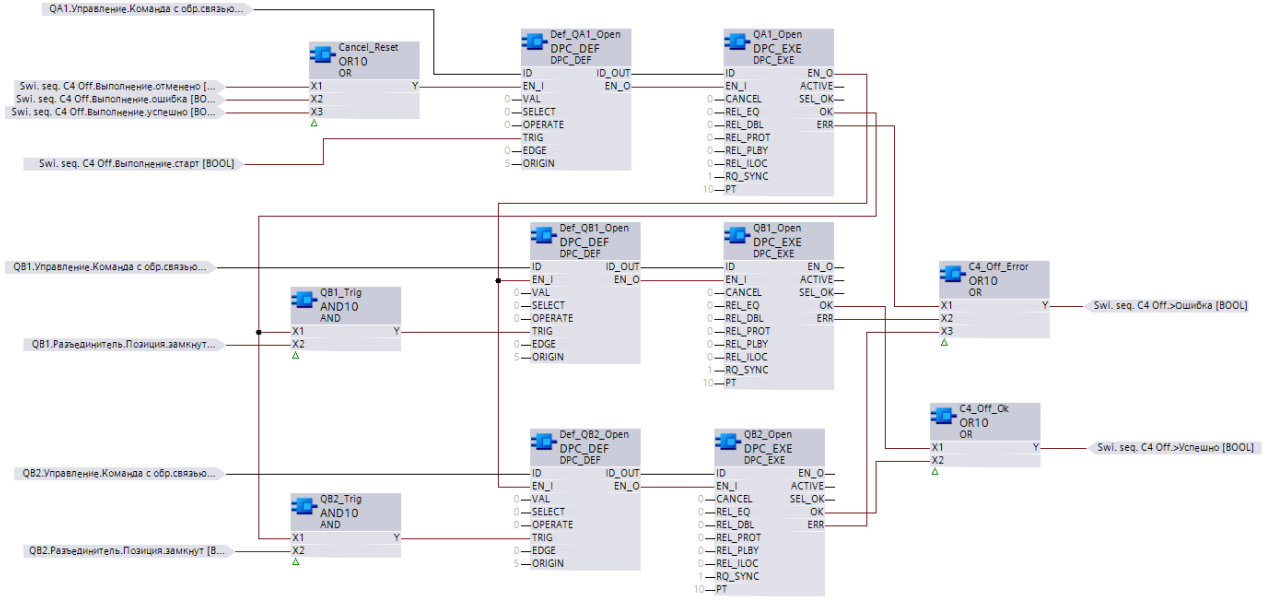
На рисунке ниже представлена однолинейная схема подстанции с 4 ячейками: Заземление шины, вводная ячейка, ШСВ, ячейка присоединения.



[dwbspunt-120913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-31 Пример подстанции

Последовательность переключений **C4 Выкл** (*Рисунок 7-32*) должна отключать ячейку C4. Выключатель отключается; затем отключается один из двух шинных разъединителей.



[Scssc4as-110913-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-32 Последовательность коммутаций CFC **C4 Off**

Выполнение команды

Как описано в разделе *Запуск и отмена Последовательности переключений, Страница 1448*, для запуска последовательности переключений можно использовать страницу дисплея или меню **Управление**. Сигнал *старт* из сообщения *Выполнение* используется для распознавания старта последовательности переключений и инициирует последовательность переключений посредством активации входа **TRIG** в блоке DPC-DEF выключателя QA1. Логические блоки DPC-DEF и DPC-EXE всегда используются в паре. Компоновочный блок DEF контролирует тип и свойства команды

- **VAL** = Направление переключения (0 = Выкл, 1 = Вкл)
- **SELECT** = Выбор коммутационного аппарата (2 = выбор с помощью значения, подходящего для заданной модели управления ***SBO с дополн. безоп.***)
- **OPERATE** = Переключение коммутационного аппарата (1 = коммутационный аппарат включается или отключается)

С помощью подключенного блока DPC-EXE можно отключить проверки команд (**REL_**...). В данном примере все входы имеют значения сигнала 0, следовательно, все проверки включены.

После квитирования команды отключения выключателя QA1 через блок-контакты, выход **OK** блока CFC DPC_EXE активируется и запускает следующий объект переключений. С помощью задержки, установленной на входе **PT** сигнал **OK** задерживается (в примере — на 10 мс) и создает промежуток между отдельными командами переключения в последовательности переключений. Этот интервал необходим для обновления условий блокировки.

Если QB1 включен, QB1 будет отключен. Если QB2 включен, QB2 будет отключен. Для реализации этой логики выходной сигнал **OK** QA1 связывается с соответствующими положениями разъединителей QB1 и QB2 через логический элемент AND. Этот сигнал запускает команду отключения QB1 или QB2.

Поскольку в данном примере контроль обратной связи активирован, сообщение обратной связи об успешном или неудачном выполнении последовательности коммутаций должно быть заранжировано. Функциональный блок **Посл.перекл.** предоставляет входные сигналы *>Успешно* и *>Ошибка*. Об успешном выполнении переключений сообщает выход элемента OR, к которому подведены выходы **OK** блоков разъединителей QB1 и QB2. Сообщение обратной связи о всех неудачных командах формируется посредством элемента OR для всех выходов **ERR** коммутационных аппаратов. Преимущество схемы заключается в том, что в случае неудачи ожидание обратной связи не требуется и активная последовательность переключений может быть завершена немедленно.

В данном примере использование входа **EN_I** блока DPC-DEF выполняет две задачи:

- Отмена всей последовательности коммутаций
- Сброс выходов **OK** и **ERR** на блоке DPC-EXE

Связь всех входов **EN_I** и выходов **EN_O** блоков DPC-DEF и DPC-EXE позволяет централизованно управлять выполнением последовательности переключений, так как значение передается между блоками. Команда переключения выдается, только если вход **EN_I** на DPC-EXE установлен в 1. Если вход возвращается в 0 пока команда обрабатывается, то эта команда отменяется. Благодаря этому можно добиться отмены всей последовательности переключений. В качестве распознавания отмены сигнал *отменено* сообщения *Выполнение* используется в схеме логического элемента и связывается с входом **EN_I** первого коммутационного аппарата; в данном примере — с блоком DPC-DEF выключателя QA1.

Поскольку выходы **OK** и **ERR** компоновочного блока DPC-EXE сохраняют свои значения до выполнения следующей команды, необходимо сбрасывать непрерывный выходной сигнал после каждого выполнения последовательности переключений для правильного многократного выполнения всей последовательности коммутаций. В этом случае используется вход **EN_I**. Если вход возвращается в 0, выходы **OK** и **ERR** также сбрасываются в 0. Завершение последовательности переключений инициируют события *ошибка* и *успешно*. По этой причине в предыдущем примере сигналы *ошибка* и *успешно* сообщения *Выполнение* связаны с входом **EN_I** блока DPC-DEF.

7.3.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Посл.перекл. #				
_:101	Посл.перекл. #:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да • расширенный	да
_:102	Посл.перекл. #:Пров.блок.дв.комманды		• нет • да	да
_:103	Посл.перекл. #:Контроль тайм-аута		• 0 • 1	истина
_:104	Посл.перекл. #:Время контроля		0.02 с до 3600.00 с	30.00 с
_:105	Посл.перекл. #:Модель управления		• прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп.	SBO с обычн. безоп.
_:106	Посл.перекл. #:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
Прав.дост.вып.комм.				
_:151	Посл.перекл. #:Комм.устр.с прав.упр.		• 0 • 1	ложь
_:152	Посл.перекл. #:Спец.права управления		• 0 • 1	истина
_:115	Посл.перекл. #:Спец.права УД для		• Станции • Стан./дистанц. • дистанционный	Стан./дистанц.
_:153	Посл.перекл. #:ЧислУчЗапСпецПравУпр		2 до 5	2
_:154	Посл.перекл. #:НескУчЗапСпецПравУпр		• 0 • 1	ложь

7.3.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Посл.перекл. #			
_:501	Посл.перекл. #:>Разреш.пуск	SPS	I
_:502	Посл.перекл. #:>Разреш.пуск(фик.)	SPS	I
_:503	Посл.перекл. #:>Пуск	SPS	I
_:504	Посл.перекл. #:>Отмена	SPS	I
_:505	Посл.перекл. #:>Успешно	SPS	I
_:506	Посл.перекл. #:>Ошибка	SPS	I
_:53	Посл.перекл. #:Статус исправности	ENS	O
_:302	Посл.перекл. #:Выполнение	ENS	O
_:304	Посл.перекл. #:Начать	SPC	C
_:305	Посл.перекл. #:Отмена	SPC	C

7.4 Функции управления

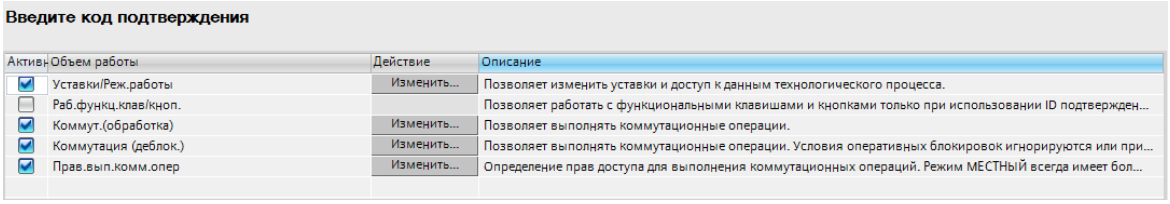
7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства

Прежде, чем устройство SIPROTEC 5 сможет выполнить коммутационную команду, выполняется несколько действий для проверки команды:

- Режим переключения (опер.блокировки/без оперативных блокировок)
- Права на выполнение коммутационных операций (местные/DIGSI/станция/дистанционные)
- Направление переключения (заданное = фактическое)
- Оперативные блокировки ячейки и подстанции
- Проверка «1 из n» (блокировка двойного пуска)
- Блокировка функцией защиты

Коды подтверждения

Устройства SIPROTEC 5 предлагают возможность защиты выполнение коммутационных операций посредством **кодов подтверждения**. К функциям управления применяются следующие **коды подтверждения** из меню **Безопасность**:



[scconf89-061016-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-33 Коды подтверждения в DIGSI 5: Меню Уставки

В следующей таблице указаны значения кодов подтверждения:

Таблица 7-16 Соответствующие коды подтверждения для элементов управления

Код подтверждения	Значение	Описание
Задать/Работа	Изменение настройки	Перед изменением параметров устройства запрашивается код подтверждения.
Работа (функциональные кнопки)	Доступ к данным процесса с помощью функциональных кнопок	Доступ к данным процесса возможен с помощью простых и функциональных кнопок. Необходимо ввести код подтверждения **Настройка/работа**.
Управление (процесс)	Общее разрешение для управления коммутационными устройствами	Для контроллеров присоединения обычно не требуется подтверждать ID. При работе с устройствами защиты подтверждение ID может использоваться для безопасного управления коммутационными устройствами.

Код подтверждения	Значение	Описание
Управление (без блокировок)	Переключение без проверки условий оперативной блокировки	Режим переключений: Разрешение на коммутацию без запроса условий оперативной блокировки (***работа в режиме S1***). При установке этого параметра фиксированные условия оперативной блокировки (например, **>Акт.отключ.(фикс.)** и **>Акт.включ.(фикс.)**) все еще опрашиваются, если это запрограммировано в параметрах. Код подтверждения запрашивается только для устройств без ключа управления; в противном случае он заменяется положением ключа управления.
Права на выполнение коммутационных операций	Разрешение для прав на выполнение операций переключения **Местный**	Код подтверждения запрашивается только для устройств без ключа управления; в противном случае он заменяется положением ключа управления.

Предустановлены коды подтверждения со следующими значениями:

- Задать/работа 222222
- Управление (процесс, с оперативной блокировкой) 333333
- Управление (без блокировки) 444444
- Права доступа на выполнение локальных коммутационных операций 666666

Если вы настроили устройство с помощью ключей управления, код подтверждения для коммутации без оперативных блокировок и права на выполнение переключений не отображается или не редактируется в DIGSI; Эта функция управляется положением ключа управления.

Для повышения безопасности измените эти коды в DIGSI.

Режим переключения (опер.блокировки/без оперативных блокировок)

Режим переключения определяет, будет ли проводиться проверка установленных оперативных блокировок коммутационного устройства, настроенных в CFC, перед выдачей команды.

Вы можете изменить режим переключения с помощью ключа управления **S1** (Оперативная блокировка откл./Нормальный режим). Для устройств без ключа управления режим переключения можно изменить из соответствующего пункта меню на дисплее (после ввода кода подтверждения). Можно также задать режим переключения для команд переключения из программы DIGSI, со станции или дистанционно.



ОПАСНОСТЬ

Если установлен режим коммутации с отключенной оперативной блокировкой, оперативная блокировка распредустройств отключается

Ошибочные коммутационные операции могут привести к серьезным травмам или смерти.

✧ Необходимо убедиться вручную, что все проверки выполнены.

Кроме того, вы можете установить режим коммутации напрямую посредством дискретного входа или CFC. Для этого используйте функциональный блок **Общие данные** (см. следующий рисунок).

Информация

Сигналы	Номер	Тип
(Все...)	(Все...)	(Все...)
Акт. группы уставок 1	91.300	SPC
Акт. группы уставок 2	91.301	SPC
Акт. группы уставок 3	91.302	SPC
Акт. группы уставок 4	91.303	SPC
Акт. группы уставок 5	91.304	SPC
Акт. группы уставок 6	91.305	SPC
Акт. группы уставок 7	91.306	SPC
Акт. группы уставок 8	91.307	SPC
Станц.прав комм.опер.	91.308	SPC
Прав.вып.комм.опер	91.311	ENS
Режим переключений	91.312	ENS
Кл.упр./уст.прав.комм.оп.	91.309	ENS
Кл.упр./уст.реж.перекл.	91.310	ENS
Характеристика	91.52	ENS
Исправно	91.53	ENS
Тестовый режим	91.51	ENC
Защита введена	91.321	SPC
Защита выведена	91.54	SPS

[scmoscha-260511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-34 Режим коммутации в функциональном блоке «Общие данные»

В приведенной ниже таблице показано влияние изменения режима коммутации на проверку команд.

Таблица 7-17 Связь между режимом переключения и проверкой команд

Проверка команд	**Режим переключений**	
	Оперативные блокировки	Без оперативной блокировки
Права на выполнение коммутационных операций	Проверяется	Проверяется
Направление переключения (заданное = фактическое)	Проверяется	Проверяется
Фиксированные условия оперативной блокировки	Проверяется	Проверяется
Условия оперативной блокировки	Проверяется	Не проверяется
Проверка «1 из n» (блокировка двойного пуска)	Проверяется	Не проверяется
Блокировка функцией защиты	Проверяется	Не проверяется

Права на выполнение коммутационных операций

Право на выполнение коммутационных операций (авторизация коммутаций) определяет допустимые источники команд управления коммутационными аппаратами. Возможны следующие источники команд:

- **Местное**:

  Команда управление коммутационными аппаратами с передней панели устройства (возможным источником ошибки является **Положение**) возможна только в случае, если право на выполнение коммутационных операций задано как **Местное** и устройство может работать с локальным управлением. Установка права на выполнение коммутационных операций **Местное** обычно выполняется с помощью ключа управления **S5** (местное/дистанционное). В этом случае команды от всех других источников отклоняются. Если установлено право управления **Местное**, установка не может быть изменена **дистанционно**.

- **DIGSI**:

  Команда на переключение от DIGSI (подключение через USB или Ethernet, возможным источником ошибки является **Техническое обслуживание**) принимаются только в том случае, если право на выполнение коммутационных операций задано как **Дистанционное**. После того, как DIGSI указана в качестве источника, никакие команды от других источников или другого ПК с DIGSI выполнены не будут.

- **Станция**:

  Этот уровень прав на выполнение коммутационных операций может быть активирован с помощью параметра функционального блока **Общие данные**. Команда переключения от местного станционного уровня (возможным источником ошибки является **Станция** или **Автоматическая станция**) принимается только в том случае, если право переключение установлено в положение **Дистанционное** и не подана команда **Право на выполнение коммутационных операций - Станция**. Данная авторизация коммутаций направлена на работу от АСУ подстанции. Команды на переключение, поданные с устройства или не со станции (возможным источником ошибки является **Местное**, **Дистанционное** или **Автоматический дистанционный**) отклоняются.

  Полная поддержка этих прав на выполнение коммутационных операций обеспечивается только при использовании протокола МЭК 61850.

- **Дистанционное**:

  Этот уровень прав управления предоставляет возможность удаленного управления непосредственно из сетевого центра управления (если не активировано право на выполнение коммутационных операций **Станция**) и является общим для режима **Дистанционное**. Источник в этом случае **Автоматический дистанционный**. Команды с этого уровня принимаются в том случае, если установлены права управления **Дистанционное** и не подана команда **Право на выполнение коммутационных операций - Станция**. Команды на переключение, отправляемые с устройства или со станции (возможным источником ошибки является **Местное**, **Станция** или **Автоматическая станция**) отклоняются.

Информация			Источник			
			Функциональны			CFC
			Базовый модуль			
Сигналы	Номер	Тип	6	7	8	
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	(Вс...
>Выбор гр.уст. Бит 2	91.501	SPS				
>Выбор гр.уст. Бит 3	91.502	SPS				
>Прав.лок.коммут.	91.503	SPS				
>Прав.дист.коммут.	91.504	SPS				
>Реж.перекл.с/оп.блок.	91.505	SPS				
>Реж.перекл.б/оп.блок.	91.506	SPS				
>Тест.реж.введен	91.510	SPS				
>Тест.реж.выведен	91.511	SPS				
>Откл.устр.от сети акт.	91.507	SPS				
>Откл.устр.от сети неакт.	91.508	SPS				
>Сброс СИД	91.512	SPS				
Акт. группы уставок 1	91.300	SPC				
Акт. группы уставок 2	91.301	SPC				
Акт. группы уставок 3	91.302	SPC				
Акт. группы уставок 4	91.303	SPC				
Акт. группы уставок 5	91.304	SPC				
Акт. группы уставок 6	91.305	SPC				
Акт. группы уставок 7	91.306	SPC				
Акт. группы уставок 8	91.307	SPC				
Станц.прав комм.опер.	91.308	SPC				
Прав.вып.комм.опер	91.311	ENS				
местный		SPS				
DIGSI		SPS				
подстанция		SPS				
дистанционный		SPS				
Режим переключений	91.312	ENS				
оперативные блоки...		SPS				
без опер.блокировок		SPS				
Кл.упр./уст.прав.комм....	91.309	ENS				
местный		SPS				
дистанционный		SPS				
Кл.упр./уст.реж.перекл.	91.310	ENS				
оперативные блоки...		SPS				
без опер.блокировок		SPS				
Характеристика	91.52	ENS				

[schoheit-260511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-35 Отображение прав управления и режима переключения в ранжировании сообщений (в функциональном блоке «Общие данные»)

Кл.упр./уст.прав.комм.оп. и **Кл.упр./уст.реж.перекл.** показывают текущее состояние ключа управления или параметра прав управления и передают эту информацию для дальнейшей обработки CFC. В CFC, например, существует возможность настроить автоматическую процедуру, которая будет обеспечивать автоматическую установку авторизации коммутаций в режим ***Местное***, когда ключ управления установлен в положение ***без опер.блокировок***.

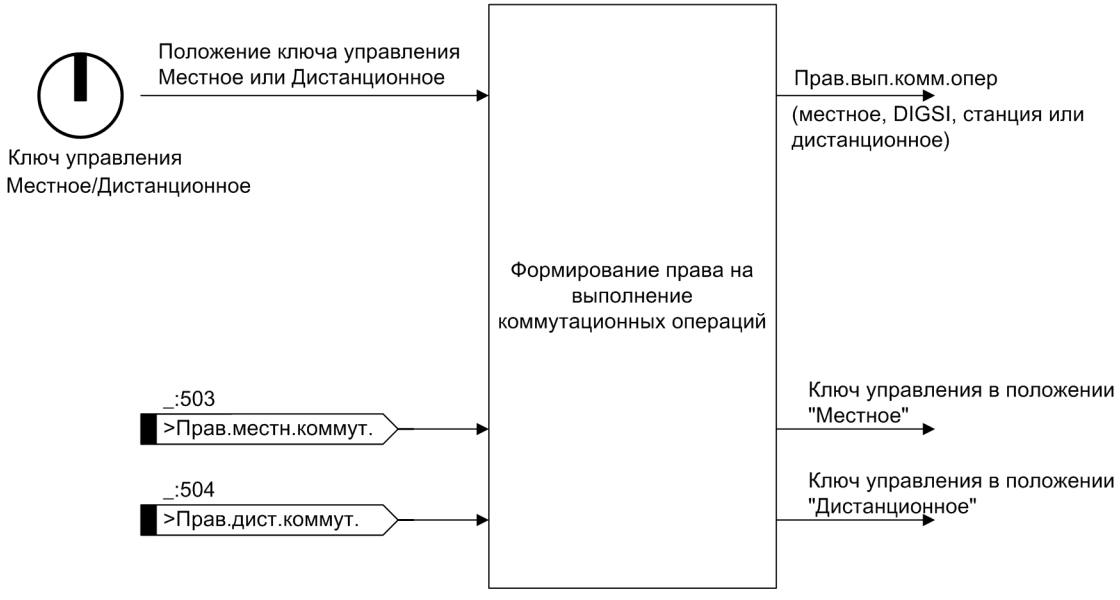
В следующей таблице показана зависимость режима переключения от позиции ключа управления и наличия прав на выполнение коммутационных операций. В случае переключения команд в режиме **Дистанционное** одновременно передается информация о том, какое переключение следует выполнять - блокированное или неблокированное. По этой причине в таких случаях положение ключа управления не имеет отношения к режиму переключения. Информация в таблице предполагает, что в случае **дистанционных** команд переключения или команд со **станции** режим переключения будет *оперативно блокирован* в любом случае.

Таблица 7-18 Зависимость режима переключения от позиции ключа управления и наличия прав на выполнение коммутационных операций

	Права на выполнение коммутационных операций		
Ключ управления для режима переключений	**Местное**	**Дистанционное**	**Станция:**
Оперативные блокировки	Оперативные блокировки	Оперативные блокировки	Оперативные блокировки
Без оперативной блокировки	Без оперативной блокировки	Оперативные блокировки	Оперативные блокировки

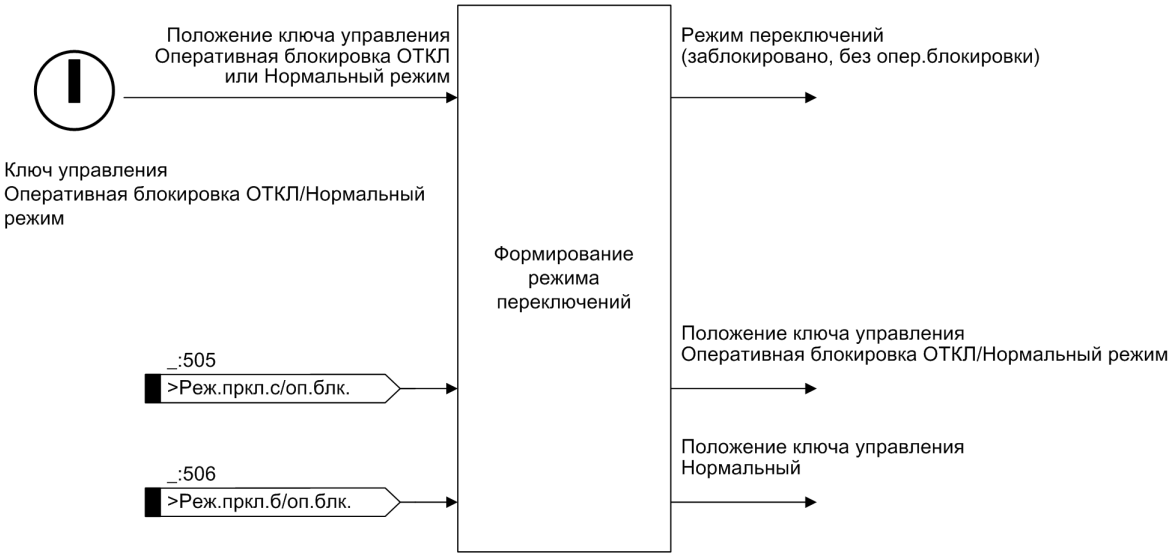
Для сигналов, показанных на *Рисунок 7-35*, существуют взаимосвязи ранжирования сообщений в DIGSI 5:

- Для авторизации коммутаций и режима переключения, соответствующее положение ключа управления служит входным сигналом, а также входными сигналами матрицы.
- Наличие права на выполнение коммутационных операций и режима переключения обозначается соответствующими выходными сигналами.
- Функции **Права на выполнение коммутационных операций** и **Режим переключений** связывают входные сигналы и таким образом формируют выходные сигналы (см. *Рисунок 7-36* и *Рисунок 7-37*).



[dwhoheit-260511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-36 Формирование права на выполнение коммутационных операций



[dwmodsch-020513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-37 Формирование режима переключения

При использовании двух функций, входные сигналы перезаписывают состояние ключа управления. Это позволяет, при желании, внешним входам также задавать права на выполнение коммутационных операций или режима переключения (например, путем опроса внешнего ключа управления).

Для права на выполнение коммутационных операций возможны следующие дополнительные уставки:

- **`Активация станции как источника команд выполнения коммутационных операций`** (определено в МЭК 61850, редакция 2):

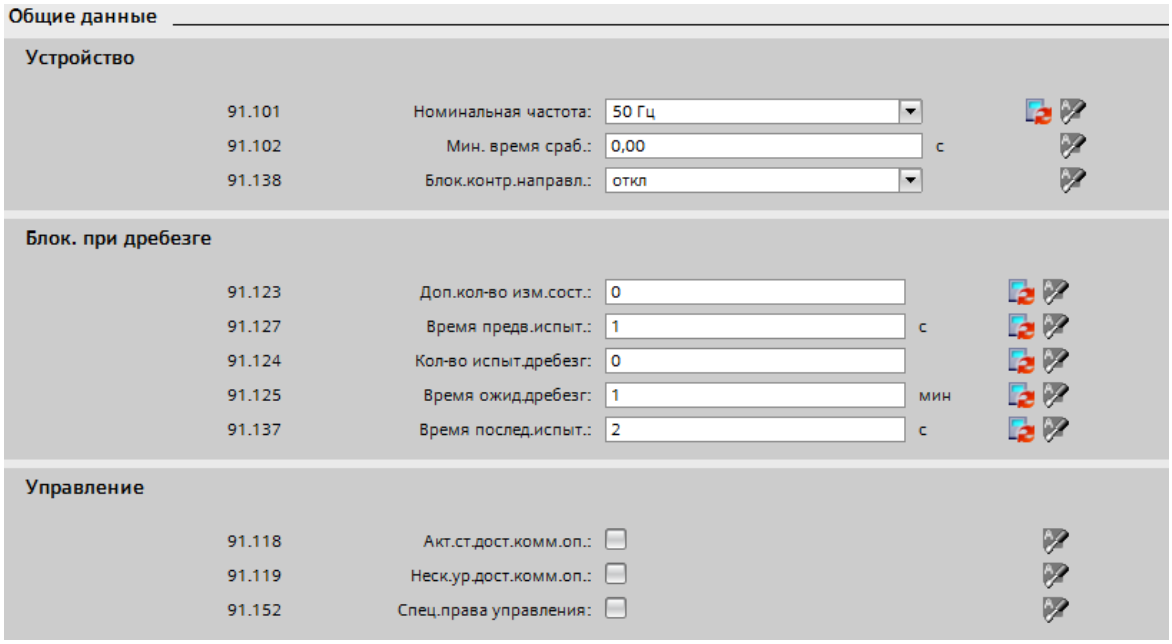
  Если вы хотите использовать это право на выполнение коммутационных операций, установите флажок **Общие данные/Управление**.

- **`Несколько уровней доступа к выполнению коммутационных операций`**:

  Эта опция позволяет подавать в устройство команды управления коммутационными аппаратами от нескольких источников, если для уставки "Права на выполнение коммутационных операций" выбрано значение **Дистанционное**. Впоследствии можно установить различие между этими источниками команд. Вы можете найти более подробную информацию в следующей таблице. Включите эту опцию, установив флажок **Общие данные/Управление**.

- **`Спец.права управления`**:

  Вы можете включить дополнительные опции для проверки прав на выполнение коммутационных операций. Более подробную информацию об этих опциях можно найти в разделе *Специальные права на выполнение коммутационных операций, Страница 1462*. По умолчанию они не используются.



[scakthoh-161014, 1, ru_RU]

Рисунок 7-38 Как активировать станцию в качестве источника команд выполнения коммутационных операций и включить несколько уровней доступа к выполнению коммутационных операций

Таблица 7-19 Влияние на право выполнения коммутационных операций при включении нескольких уровней доступа к выполнению коммутационных операций с активацией/без активации станции как источника команд выполнения коммутационных операций

Разрешение нескольких уровней доступа к выполнению коммутационных операций	Переключение прав на выполнение коммутационных операций на устройстве	Статус DIGSI на устройстве	Права на выполнение коммутационных операций на объекте активированы	Состояние прав на выполнение коммутационных операций на объекте	Результирующие права доступа на выполнение коммутационных операций
Нет	Местное	–	–	–	Местное
	Дистанционное	Работа с DIGSI	–	–	DIGSI
		Работа без DIGSI	Нет	–	Станция или Дистанционное
			Да	Установить	Станция:
				Не синхронизировано	Дистанционное
Да	Местное	–	–	–	Местное
	Дистанционное	Работа с DIGSI	–	–	DIGSI
		Работа без DIGSI	Нет	–	Местное, Станция и Дистанционное
			Да	Установить	Местное и Станция
				Не синхронизировано	Местное, Станция и Дистанционное

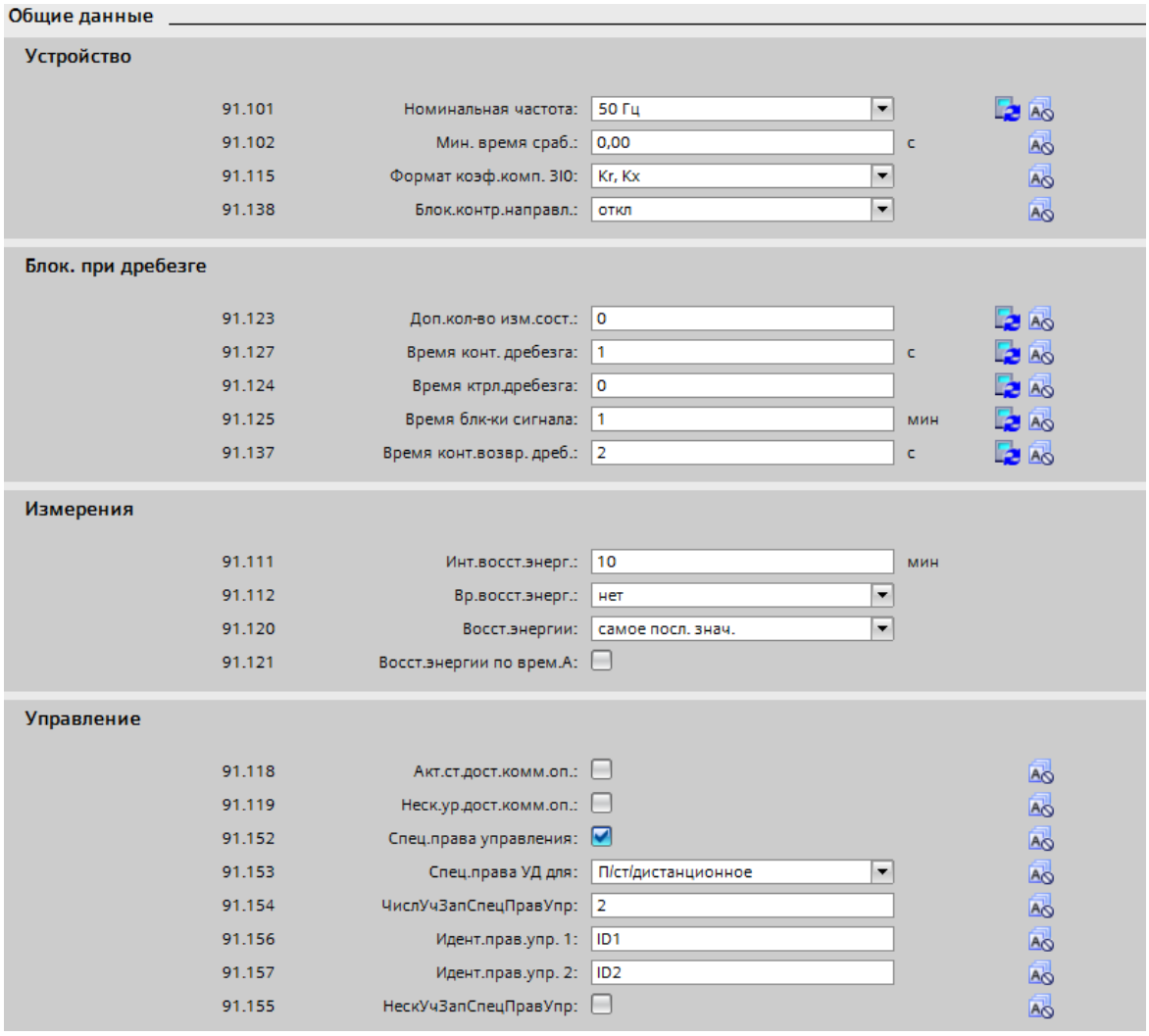
В следующей таблице представлены результаты проверки прав на переключение проверки на основании установленных прав на выполнение операций переключения и источника команды: Этот обзор представляет собой типовой упрощенный случай (при использовании прав на выполнении коммутационных операций "Станция" и "Дистанционный" недоступно использование нескольких источников команд).

Таблица 7-20 Результат проверки прав на выполнение коммутационных операций

Источник команды	**Права на выполнение коммутационных операций**			
	Местное	**DIGSI**	**Станция:**	**Дистанционное**
Местное	Разрешено	Блокировано	Блокировано	Блокировано
Станция:	Блокировано	Блокировано	Разрешено	Блокировано
Дистанционное	Блокировано	Блокировано	Блокировано	Разрешено
Местная автоматическая работа	Разрешено	Разрешено	Разрешено	Разрешено
Автоматическая работа Станции	Блокировано	Блокировано	Разрешено	Блокировано
Дистанционная автоматическая работа	Блокировано	Блокировано	Блокировано	Разрешено
DIGSI	Блокировано	Разрешено	Блокировано	Блокировано

Специальные права на выполнение коммутационных операций

Специальные права на выполнение коммутационных операций могут быть сконфигурированы в виде расширения проверки прав на переключение. Это позволяет различать источники команд **Дистанционное** на уровне присоединения. Права на выполнение коммутационных операций могут быть заданы или отменены из различных центров управления, которые могут, например, относиться к разным компаниям. Таким образом, можно задействовать в определенное время конкретный источник команд. Эта функция основана на расширении прав на выполнение коммутационных операций путем проверки идентификатора источника команд (поле **Инициатор/или Идентиф.** команды управления). Для включения функции перейдите к пункту **Общие данные/Управление** и установите флажок для уставки **`Спец.права управления`**. При этом появляются дополнительные параметры для конфигурации идентификаторов и поведения функции, а также дополнительные сигналы (см. *Рисунок 7-40*). Для того чтобы добавить дополнительный источник команды для переключения, необходимо активировать это право на выполнение коммутационных операций. Для этого установите команду **`Ак. Прав Упр 1`** на **`Ак. Прав Упр 5`**.



[sc_act additional options sw authority, 3, ru_RU]

Рисунок 7-39 Активация дополнительных опций права на выполнение коммутационных операций

Дополнительные уставки позволяют задать следующие опции:

- **Спец.права УД для** (для ***Стан./дистанц.***, только ***дистанционный*** или только ***Станции***):
  Этот параметр позволяет определить, для каких источников команды используется расширенная проверка прав на переключение.

Таблица 7-21 Результат, полученный из комбинации значения параметра **Спец.права УД для** и типа источника команды (поле **Инициатор/или Кат.** команды переключения)

Источник команд	**Спец.права УД для**		
	Станции	***Стан./дистанц.***	***дистанционный***
Местное, местная автоматическая работа	Нет проверки	Нет проверки	Нет проверки
Станция, автоматическая работа Станции	Проверка	Проверка	Нет проверки
Дистанционный, дистанционный автоматический	Нет проверки	Проверка	Проверка
DIGSI	Нет проверки	Нет проверки	Нет проверки

- **ЧислУчЗапСпецПравУпр**:

  Используя этот параметр, можно определить, сколько существует различных прав на выполнение коммутационных операций. Эта уставка влияет на количество параметров **Идентификатор права на управление** а также на параметры **Активные права на управление**.

- От **Идентификатора права на управление 1** до **Идентификатора права на управление 5**:

  Количество отображаемых имен соответствует количеству, установленному в предыдущем параметре. Вы можете выбрать произвольные имена, допустимое количество символов – от 1 до 64. Функция проверки команды контролирует, соответствуют ли эти имена тем, которые были отправлены источником команд. Это относится к командам переключения, а также к активации конкретного права на выполнение операций переключения. Основным требованиям для этого является наличие интерфейса системы МЭК 61850. Используется поле **Инициатор/или Идентиф**.

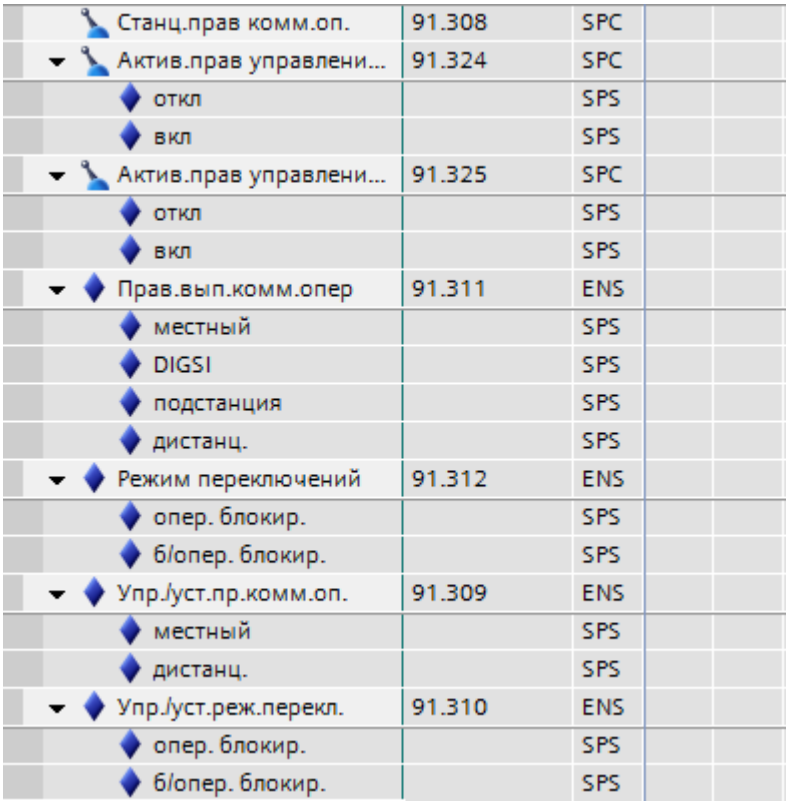
- **НескУчЗапСпецПравУпр** дает возможность активировать различные источники команд управления одновременно. В следующей таблице показано, как определить результирующие права на выполнение коммутационных операций, если активированы источники команд «Дистанционное" или "Станция". Если этот параметр активирован, то все спараметрированные источники команд получают разрешение автоматически (см. последнюю строку в таблице), и они не могут быть отключены путем установки управляемого параметра **Ак. Прав Упр 1** в состояние **Ак. Прав Упр 5**. В противном случае активный источник команд с наименьшим номером всегда имеет самый высокий приоритет и преимущество перед источниками с другими номерами.

Таблица 7-22 Определение права на выполнение коммутационных операций при наличии нескольких источников команд

НескУч-ЗапСпец-ПравУпр	Ак. Прав Упр 1	Ак. Прав Упр 2	Ак. Прав Упр 3	Ак. Прав Упр 4	Ак. Прав Упр 5	Результирующие специальные права на выполнение коммутационных операций
Нет	вкл	*	*	*	*	Права на выполнение коммутационных операций 1
Нет	выкл	вкл	*	*	*	Права на выполнение коммутационных операций 2
Нет	выкл	выкл	вкл	*	*	Права на выполнение коммутационных операций 3
Нет	выкл	выкл	выкл	вкл	*	Права на выполнение коммутационных операций 4

НескУч-ЗапСпец-ПравУпр	Ак. Прав Упр 1	Ак. Прав Упр 2	Ак. Прав Упр 3	Ак. Прав Упр 4	Ак. Прав Упр 5	Результирующие специальные права на выполнение коммутационных операций
Нет	выкл	выкл	выкл	выкл	вкл	Права на выполнение коммутационных операций 5
Нет	выкл	выкл	выкл	выкл	выкл	Нет
Да	вкл	вкл	вкл	вкл	вкл	Все

Символ * в предыдущей таблице означает возможность любого значения.



[sc_sw authority and mode in info routing, 1, ru_RU]

Рисунок 7-40 Отображение права на выполнение коммутационных операций и режима переключения в ранжировании информации (в общем функциональном блоке), пример с активацией сразу двух дистанционных прав на управление

Индивидуальное право на выполнение коммутационных операций и режим переключения для коммутационных аппаратов

В стандартном случае, функциональность права на выполнение коммутационных операций, режим переключения и специальные права на выполнение коммутационных операций, как описано в предыдущих разделах, применимы ко всем блокам ячеек, следовательно, они являются действительными для всех коммутационных аппаратов, контролируемых этим устройством присоединения. Кроме того, вы можете настроить индивидуальные и специальные права на выполнение коммутационных операций, а также индивидуальные режимы переключения для отдельных коммутационных аппа-

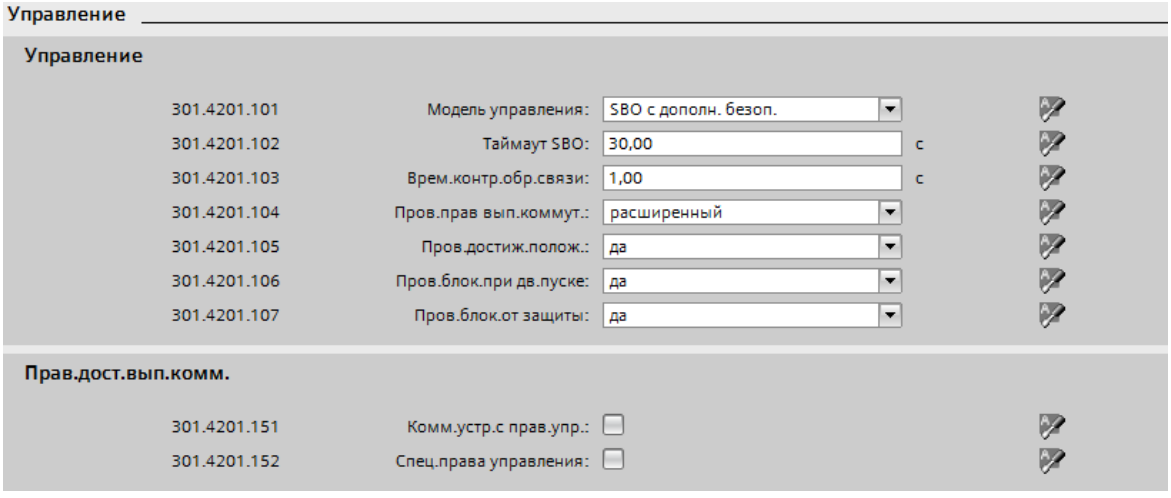
ратов. Таким образом, отдельные коммутационные аппараты могут одновременно принимать различные права на выполнение коммутационных операций и режимы переключения.

Эта возможность предлагается для следующих функциональных групп и функциональных блоков:

- Функциональная группа **Выключатель**
- Функциональная группа **Разъединитель**
- Функциональная группа **РПН трансформатора**
- Функциональный блок **Последовательность коммутаций**

Это позволяет выбрать индивидуальные уставки для каждого коммутационного аппарата. Такая возможность полезна в том случае, если, например, к одной ячейке подключены коммутационные аппараты различных энергокомпаний.

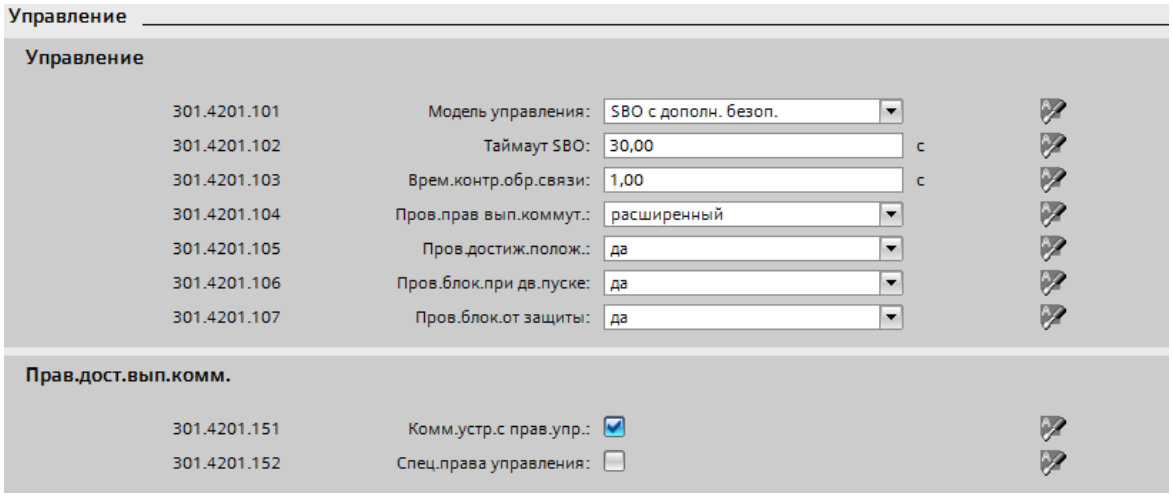
Для активации этой опции перейдите к функциональному блоку **Управление** коммутационного аппарата и установите параметр **`Пров.прав вып.коммут.`** равным ***`расширенный`***. Появляется дополнительная таблица, изначально содержащая 2 уставки.



[sc_add parameters sw authority sw device, 1, ru_RU]

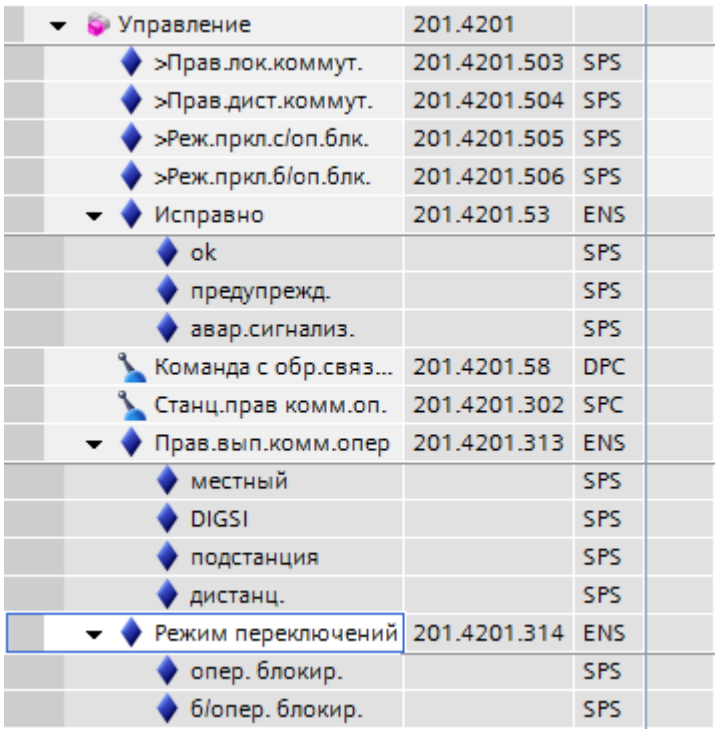
Рисунок 7-41 Дополнительные уставки для прав на выполнение коммутационных операций в уставках коммутационного аппарата

При активации параметра **`Комм.устр.с прав.упр.`** можно настраивать индивидуальные права на выполнение коммутационных операций, а также индивидуальный режим переключения для данного коммутационного аппарата. Дополнительные сигналы отображаются в функциональном блоке **Управление** соответствующего коммутационного аппарата.



[sc_extended parameters sw authority sw device, 1, ru_RU]

Рисунок 7-42 Расширенные уставки для прав на выполнение операций переключения коммутационного аппарата

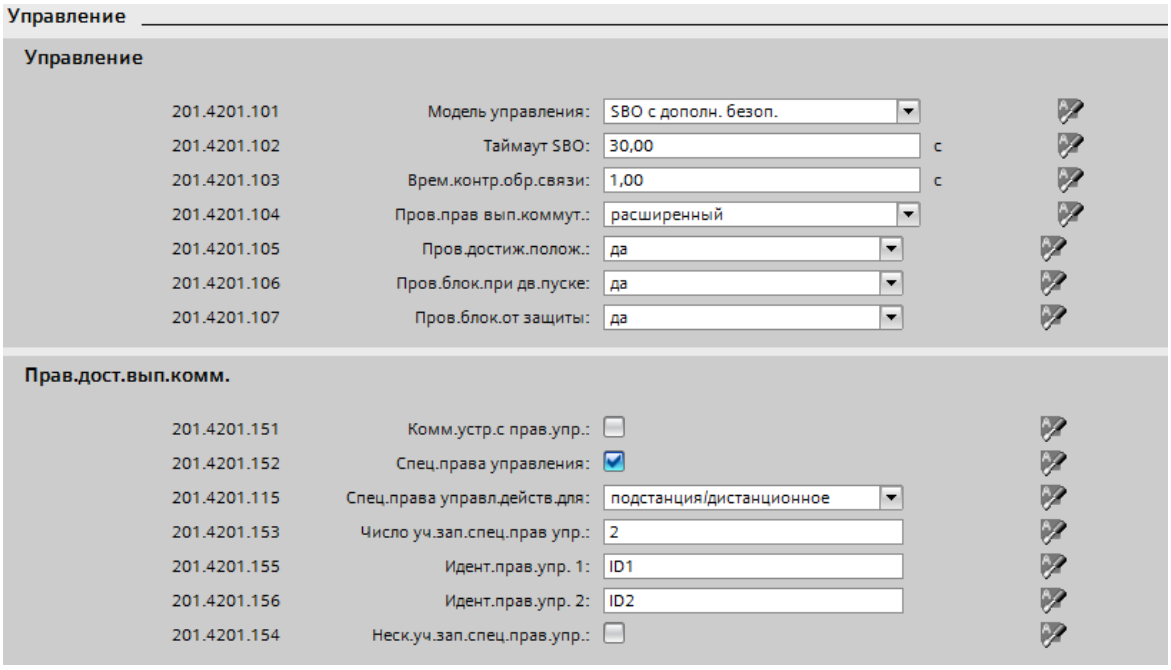


[sc_switching auth sw mode changeable, 1, ru_RU]

Рисунок 7-43 Индивидуально изменяемые права на выполнение коммутационных операций и режимы переключения коммутационных аппаратов

Новые отображаемые входные сигналы позволят вам настроить для коммутационного аппарата индивидуальные права на выполнение коммутационных операций и режим переключения. Для данного коммутационного аппарата эти входы переписывают центральные права на выполнение коммутационных операций и режим переключения. Выходы *Прав.вып.комм.опер* and *Режим переключений* показывают состояние только для этого коммутационного аппарата.

При активации **Спец.права управления** конфигурируется индивидуальное специальное право на выполнение операций переключения для этого коммутационного аппарата. Отображаются дополнительные параметры.



[sc_Parameters FB control all additional options, 1, ru_RU]

Рисунок 7-44 Уставки функционального блока Управление со всеми дополнительными опциями

Функциональность специального права на выполнение коммутационных операций для отдельного коммутационного аппарата и значения дополнительных параметров совпадают с режимом работы центрального специального права на выполнение коммутационных операций. Дополнительные сигналы отображаются в функциональном блоке **Управление**.



[sc_Specific sw authority changeable per sw device, 1, ru_RU]

Рисунок 7-45 Специальные права на выполнение коммутационных операций, изменяемые для каждого коммутационного аппарата

Направление переключения (заданное = фактическое)

Посредством этой проверки вы можете избежать переключения коммутационного устройства в состояние, которое уже было достигнуто. Например, перед подачей команды на отключение определятся текущее положение выключателя. Если этот выключатель уже находится в положении ***Откл***, то команда не выдается. Это соответствующим образом фиксируется в журналах.

Оперативные блокировки в распредустройстве

Оперативные блокировки распредустройства означают исключение некорректной работы за счет проверки оперативных блокировок ячейки и подстанций, таким образом, предотвращая повреждение

оборудования и получение травм. Условия оперативной блокировки всегда зависят от конкретной системы, и поэтому хранятся в таблицах CFC в устройствах.

Устройства SIPROTEC 5 различают 2 различных типа условий оперативной блокировки:

- Обычные условия оперативной блокировки:
  Эти условия могут быть отменены переключением в режим **без оперативной блокировки**.
- Неотменяемые (фиксированные) условия оперативной блокировки:
  Эти условия все равно проверяются, даже если включен режим **без оперативной блокировки**.
  Применение: Замена механической блокировки, например, чтобы предотвратить включение выключателя среднего напряжения.

Каждая из двух категорий имеет два разрешающих сигнала (для направления переключения ***Вкл*** и ***Откл***), которые представляют результат плана оперативной блокировки, поэтому блокировка остается действующей во время проверки команд (см. рисунок ниже). Уставки по умолчанию для всех разрешающих сигналов – ***ИСТИНА***, т.е. если не подготовлены схемы CFC, никаких проверок оперативных блокировок распредустройства не выполняется.

Информация			Источник				
			Дискретный вход				
			Базовый модуль				
Сигналы	Номер	Тип	1.7	1.8	2.1	2.2	2.3
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...
Выключатель 1	301						
Логика отключения	301.5341						
Выключ.	301.4261						
РучнВключ	301.6541						
Сброс группы СИД	301.13381						
Управление	301.4201						
Опер.блокировки	301.4231						
>Акт.отключение	301.4231.500	SPS					
>Акт.включение	301.4231.501	SPS					
>Акт.отключение (ф...	301.4231.502	SPS					
>Акт.включение (ф...	301.4231.503	SPS					
Исправно	301.4231.53	ENS					

[scverrie-260912-01.tif, 1, ru_RU]

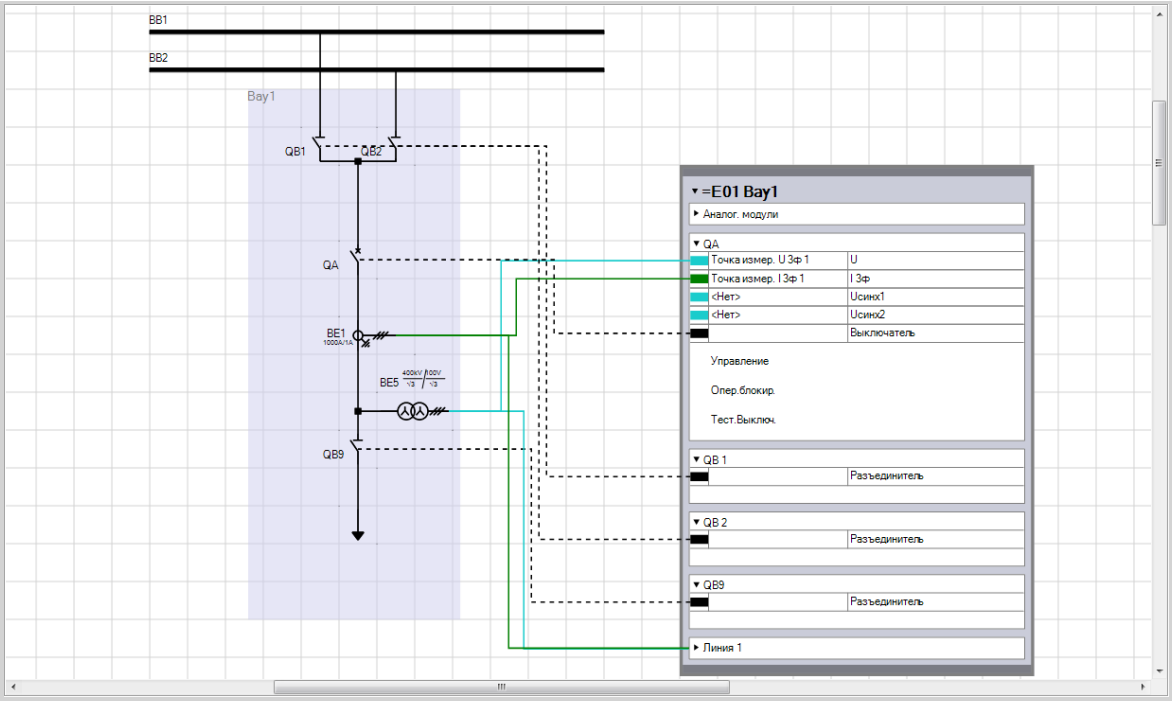
Рисунок 7-46 Сигналы оперативной блокировки в функциональном блоке оперативной блокировки

ПРИМЕР

Для оперативной блокировки ячейки

Для указания направления коммутации выключателя QA в ячейке E01 (см. рисунок ниже), необходимо проверить, находятся ли разъединители QB1, QB2 и QB9 в заданных положениях, т.е. **Вкл** или ***Выкл***. Отключение выключателя QA возможно в любое время.

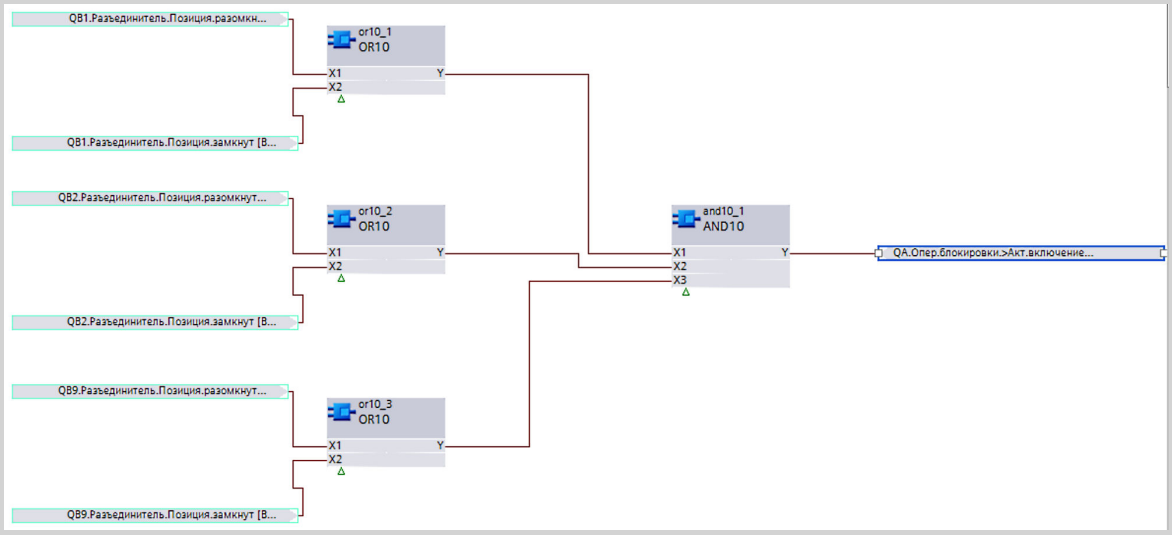
Уравнения блокировки имеют следующий вид: QA_On = ((QB1 = Вкл) или (QB1 = Выкл)) и ((QB2 = Вкл) или (QB2 = Выкл)) и ((QB9 = Вкл) или (QB9 = Выкл)). Условия для отключения не выполняются.



[ScAbgang-270410-deDE-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-47 Ячейка фидера для двойной системы шин

Схема CFC, необходимая для реализации уравнения оперативной блокировки, показана на следующем рисунке.



[scverpla-270511-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-48 Схема оперативной блокировки ячейки

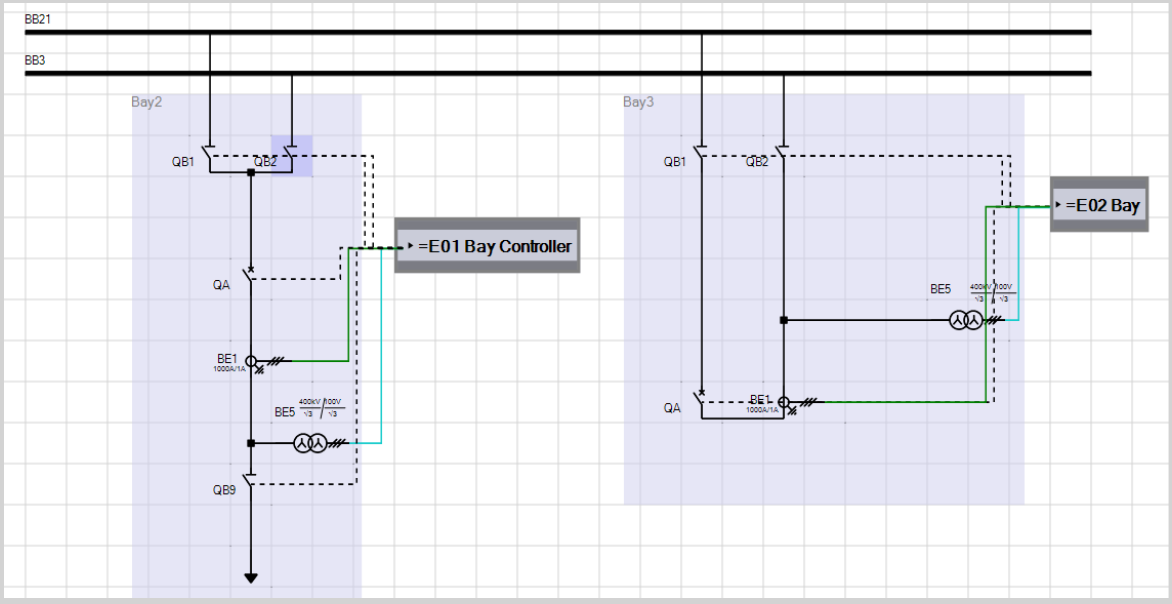
Поскольку функциональный блок **Разъединитель** обеспечивает определенное положение ***Вкл*** или ***Выкл***, то не обязательно использовать для блокировки логический элемент "исключающее ИЛИ" (XOR). Достаточно простого ИЛИ.

Как можно видеть на схеме CFC, результат проверки подключен к сигналу **>разрешения функционального блока блокировки** функциональной группы **автоматического выключателя QA** (см. *Рисунок 7-48*).

ПРИМЕР

Для оперативной блокировки подстанции

В этом примере рассматривается фидер = E01 из предыдущего примера (оперативная блокировка ячейки) и дополнительная ячейка шиносоединительного устройства = E02 (см. рисунок ниже).



[ScAnlage-270410-deDE-01, 1, ru_RU]

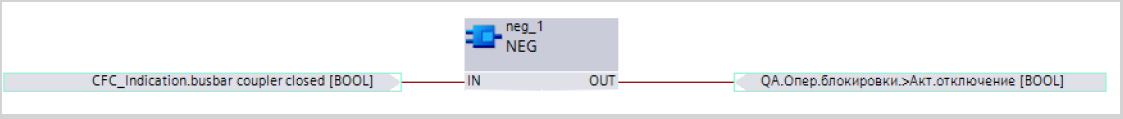
Рисунок 7-49 Система с отходящим присоединением (фидером) и ячейкой ШСВ

Выключатель QA ячейке ШСВ = E02 будет рассматриваться далее. В качестве условия блокировки на присоединении, необходимо обеспечить блокировку команды управления выключателем шиносоединительной секции:

Если оба присоединения ячейки = E01 подключены, то есть, если 2 разъединителя QB1 и QB2 в ячейке = E01 включены, выключатель QA в ячейке = E02 не может быть отключен. Соответственно, ячейка = E01 в CFC устройства создает сообщение *Шиносоединительная ячейка включена* на основании положения разъединителей QB1 и QB2 и, используя МЭК 61850-GOOSE, передает его в устройство ячейки = E02. Затем необходимо записать следующее условие блокировки в ячейке = E02:

QA_Off = HE (= E01/Соединение шины разомкнуто)

На схеме CFC для ячейки ШСВ = E02, необходимо создать следующую схему CFC (см. рисунок ниже).



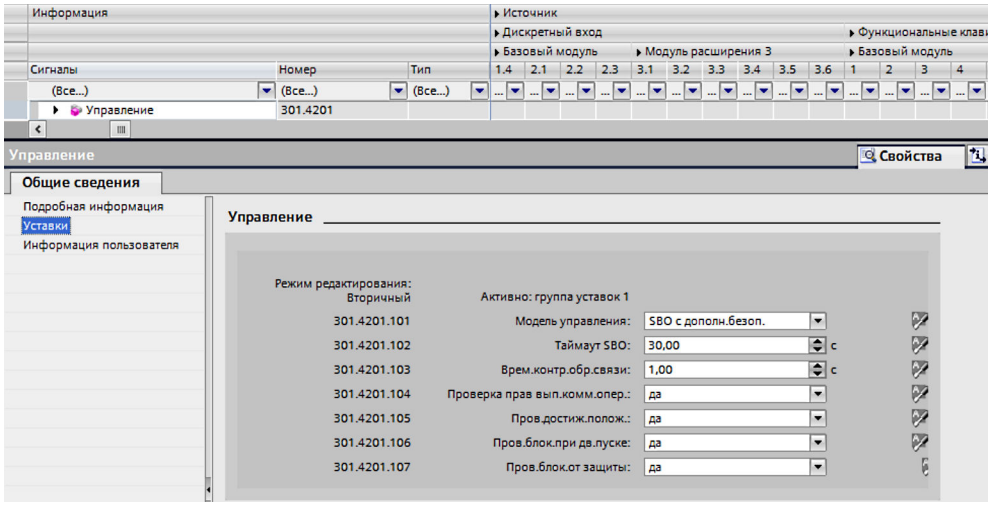
[scplanve-241013, 1, ru_RU]

Рисунок 7-50 Схема оперативной блокировки для подстанции

Проверка «1 из n» (блокировка двойного пуска)

Блокировка двойного пуска предотвращает одновременное выполнение двух команд на устройстве. Возможно установить внутреннюю проверку для каждого коммутационного устройства, как для параметра функционального блока **Управление** .

Уставка по умолчанию ***Да***, т.е., блокировка двойного пуска активна (см. следующий рисунок).

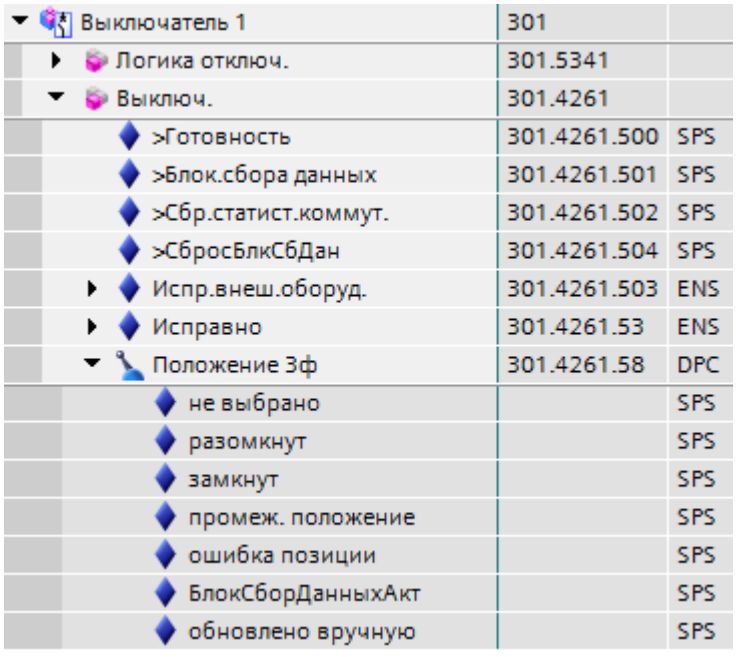


[scdoppel-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-51 Активация блокировки двойного пуска

В SIPROTEC 5 также возможно выполнить блокировку двойного пуска в нескольких ячейках.

В этом случае отправьте сигнал **не выбрано** на другие устройства для анализа с использованием МЭК 61850-GOOSE. Доступ к сигналу обеспечивается в поле **Положение** для каждого функционального блока **Выключателя** или **Разъединителя** функциональных групп коммутационных устройств (см. рисунок ниже).



[scnotselected-090315_de, 1, ru_RU]

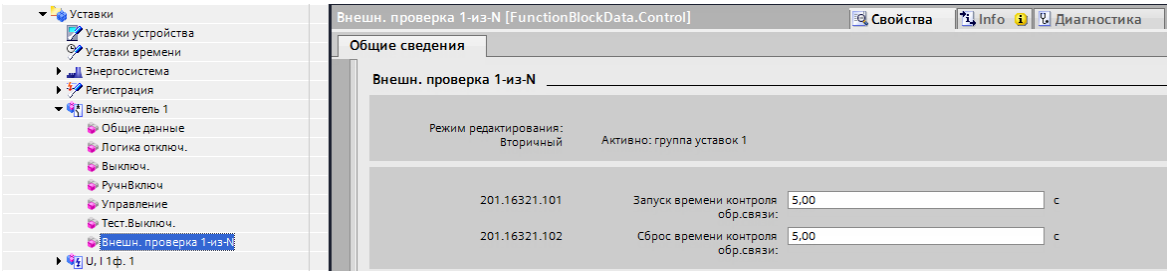
Рисунок 7-52 Сигнал *Не выбрано* в функциональном блоке "Выключатель"

После этого сигнал опрашивается на условия оперативной блокировки CFC соответствующих коммутационных устройств и используется для формирования разрешающего сигнала (например, > **Разрешение**).

Внешняя проверка «1 из n» (Блокировка двойного управления с контролем положения внешних коммутационных аппаратов)

Функциональный блок **Внешн. проверка 1 из N** предлагает другой вариант реализации проверки между ячейками 1-из-N. Вы можете выбрать этот функциональный блок в ФГ **Выключатель – Управление** в библиотеке DIGSI. Эта функция позволяет заблокировать другие коммутационные аппараты во всех ячейках, прежде чем выбор в качестве управляемого коммутационного аппарата происходит в его собственной ячейке, или перед тем, как может быть выполнена операция переключения.

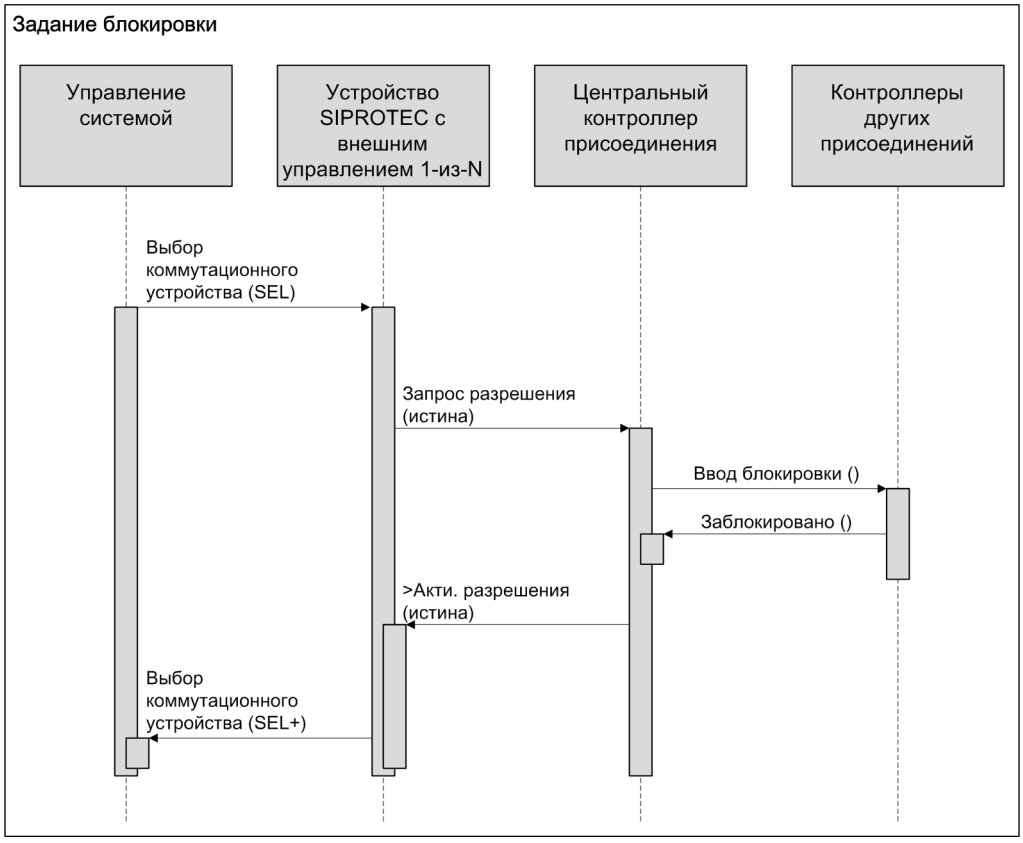
Можно использовать функциональный блок **Внешн. проверка 1 из N** в функциональных группах **Выключатель** и **Разъединитель**. Для использования этой функции необходимо настроить модель управления с **Контролем обратной связи** в функции управления выключателем.



[sc_library properties info routing Ext 1-out-of-n control, 1, ru_RU]

Рисунок 7-53 Выполнение команды

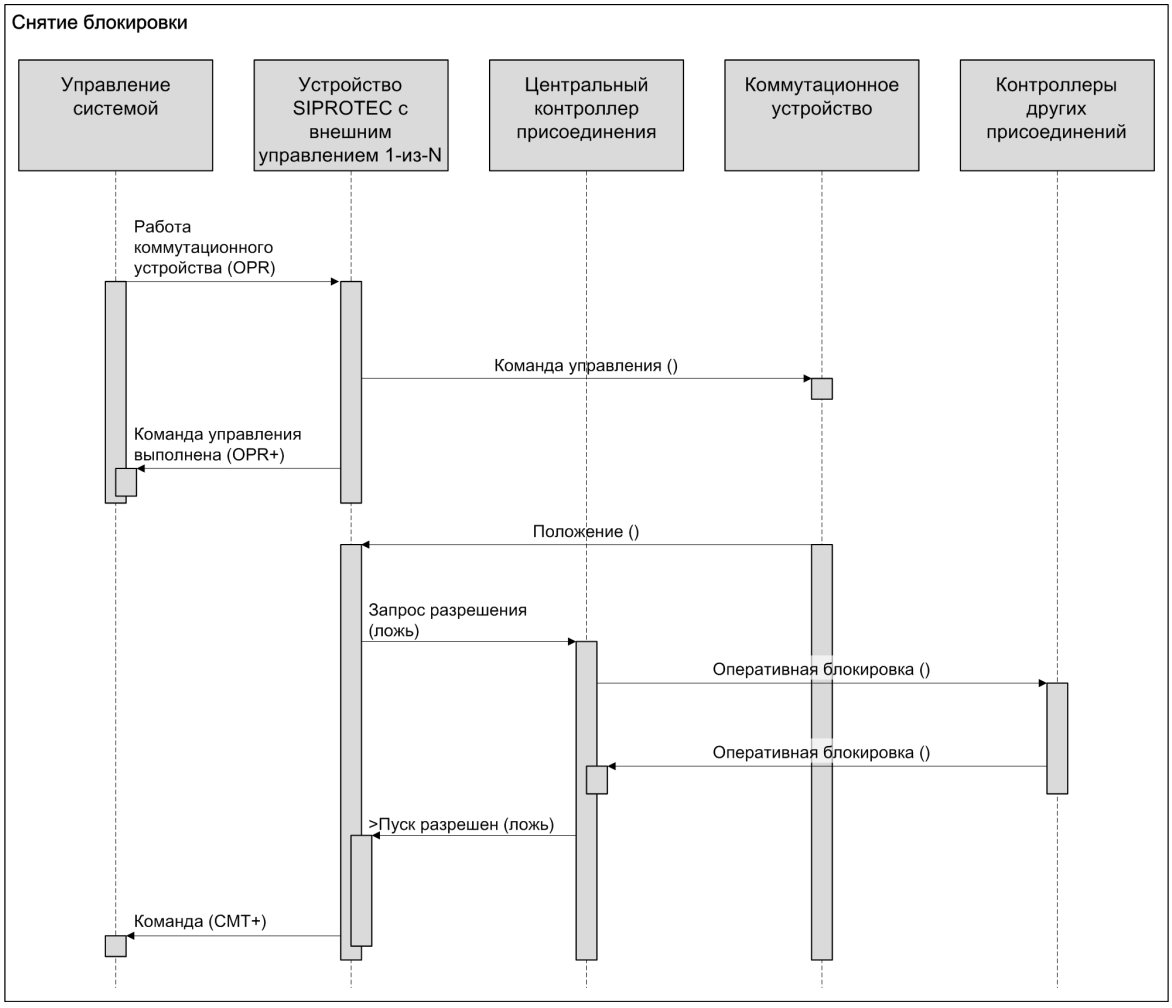
Если активирована внешняя проверка 1-из-N, то, перед выполнением команды переключения, в центральный контроллер присоединения отправляется запрос *Запрос разрешения*. Этот контроллер присоединения должен разрешить операцию переключения (см. рисунок ниже). Если заданные коммутационные аппараты были заблокированы в другой ячейке, то разрешение будет выдано. Только при условии наличия сигнала разрешения на входе *>Пуск разрешен* возможен выбор своего выключателя в качестве управляемого коммутационного аппарата (**Модель управления**: ***SBO с дополн. безоп.***) или выполнение и подтверждение команды переключения (**Модель управления**: ***прям.с дополн. безоп.***). Центральный контроллер присоединения настроен на отклонение второго запроса на переключение.



[dw_block-ext-setzen, 1, ru_RU]

Рисунок 7-54 Задание блокировки

После того, как коммутационный аппарат переключается в новое положение, блокировка коммутационных аппаратов отменяется через выход *Запрос разрешения*. Команда управления коммутационным аппаратом считается выполненной и подтвержденной с CMT (Command execution end = конец выполнения команды) (см. рисунок ниже) только тогда, когда снятие блокировки было подтверждено через вход *>Пуск разрешен*.



[dw_block-aufheben-1, 2, ru_RU]

Рисунок 7-55 Снятие блокировки

Объекты ввода/вывода пользователя внешнего функционального блока проверки 1-из-N

Имя	ВХ/ВЫХ	Описание	Значение
Запрос разрешения	O	Этот выход остается активным с момента получения запроса на переключение до достижения нового положения.	истина/ложь
>Пуск разрешен	I	Если этот вход активен, разрешение на переключение коммутационного аппарата получено. Пока этот вход активен, коммутационный аппарат будет заблокирован от выполнения других команд переключения.	истина/ложь

Блокировка функцией защиты

- Уставка по умолчанию **(_:107) Пров.блок.от защиты** = ***да***

В устройствах с функциями защиты и управления Siemens рекомендует не подавать коммутационные команды во время срабатываний функций защиты.

Это также относится к функции автоматического повторного включения. Во время действия автоматического повторного включения коммутационные команды должны быть запрещены.

Таким образом, по умолчанию блокировка функцией защиты установлена в ***да***. При необходимости, можно отключить эту блокировку. Вы можете найти параметры на странице, где описывается блокировка двойного пуска (см. *Рисунок 7-51*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Помните, например, что пуск защиты от тепловой перегрузки может сформироваться ошибочно, и тем самым предотвратить отработку коммутационных команд.

ПРИМЕЧАНИЕ

Обратите внимание, что проверка команды **Блокировка функцией защиты** доступна только для управления выключателями, поскольку в этом случае конфигурируется связь выключателя с защитными функциями. В разъединителях такие взаимосвязи не всегда конфигурируются, особенно в случаях полуторных схем, и их необходимо конфигурировать отдельно для каждой системы с помощью схем CFC.

Для того, чтобы выполнить проверку команды **Блокировка функцией защиты** для разъединителей, необходимо использовать в условиях оперативной блокировки следующие сообщения (если они есть):

- Групповое сообщение: **Пуск** (функциональная группа **Линия**)
- Устройство резервирования при отказе выключателя: **Пуск** (**УРОВ**)
- Общее: **Выполняется** (**Функция автоматического повторного включения**)

7.4.2 Протоколирование команд

Записываются все команды в той последовательности, в которой они выполнялись. Журнал команд содержит:

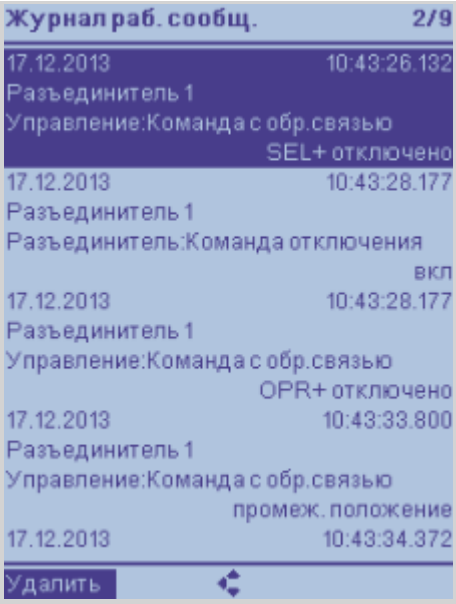
- Дата и время
- Название коммутационного устройства (или функциональной группы)
- Причина для записи в протокол (SEL = Выбранные, OPR = Срабатывание, CMT = Конец выполнения команды, SPN = Спонтанное)
- Состояние или направление переключения

ПРИМЕР

В следующем примере показано управление разъединителем QB1 в различных случаях.

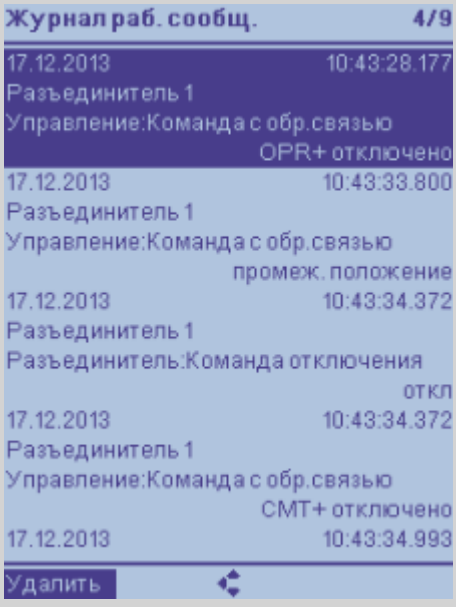
- Успешный вывод команды
- Прерванная команда
- Команда, прерванная блокировкой распределительного устройства
- Команда завершилась из-за отсутствия обратной связи
- Спонтанное изменение положения коммутационного аппарата без выдачи команды

С *Рисунок 7-56* по *Рисунок 7-62* показывает ведение протокола команд для различных сценариев стандартной модели управления SBO с контролем обратной связи.



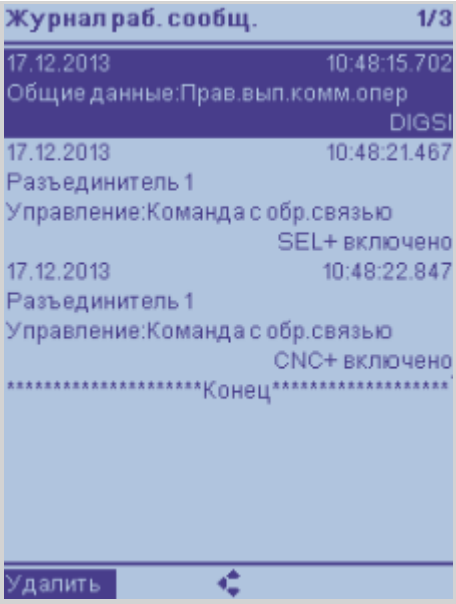
[scposcas-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-56 Успешное выполнение команды (дисплей 1)



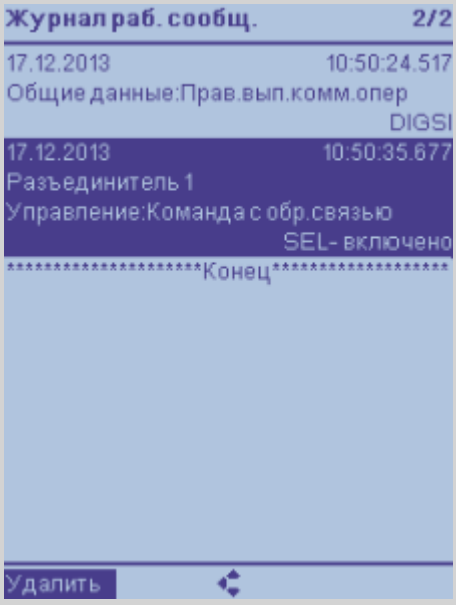
[scposca2-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-57 Успешное выполнение команды (дисплей 2)



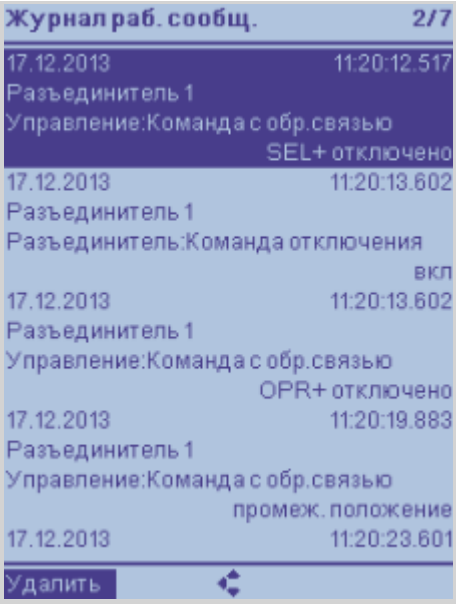
[scposcan-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-58 Успешная последовательность управления с отменой команды



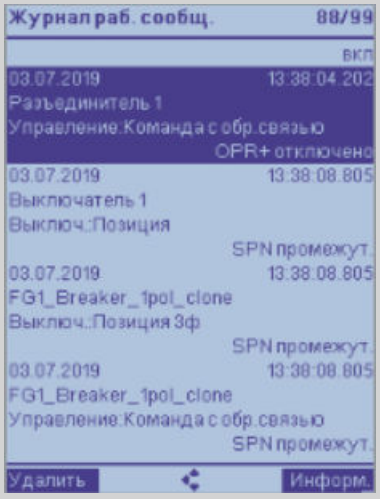
[scnegint-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-59 Невыполнение команды (заблокировано оперативной блокировкой распределительного устройства)



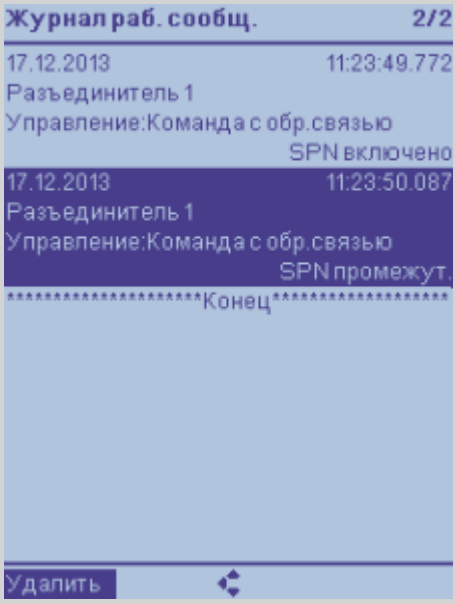
[scnegtim-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-60 Невыполнение команды (время контроля обратной связи истекло) (дисплей 1)



[scnegti2-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-61 Невыполнение команды (время контроля обратной связи истекло) (дисплей 2)



[scsponta-070411-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-62 Спонтанное изменение состояния

В зависимости от причины для записи в протокол, в журнале может фиксироваться требуемое управляющее значение или значение фактического стояния элемента управления и коммутационного устройства.

В следующей таблице показана взаимосвязь.

Таблица 7-23 Взаимосвязь между причиной для записи в протокол и записываемым значением

Причина для записи в протокол	**Значение**
Выбранный (SEL)	Желаемое значение
Срабатывание (OPR)	Желаемое значение
Отмена команды (CNC)	Желаемое значение
Выполнение и прерывание команды (CMT)	Действительное значение
Спонтанное изменение (SPN)	Действительное значение

7.4.3 Уставки

Адрес	**Параметр**	**Условия**	**Варианты уставок**	**Уставка по умолчанию**
Управление				
_:101	Управление:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:102	Управление:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:103	Управление:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	1.00 с
_:104	Управление:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:105	Упра-вление:Пров.достиж.полож.		• нет • да	да
_:106	Упра-вление:Пров.блок.дв.команды		• нет • да	да
_:107	Управление:Пров.блок.отзащиты		• нет • да	да

7.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Управление			
_:53	Управление:Статус исправности	ENS	O
_:58	Управление:Команда с обр.связью	DPC	C

7.5 Функция контроля синхронизма

7.5.1 Обзор функций

Функция синхронизации (ANSI 25) проверяет, разрешено ли включение без риска для устойчивости системы при объединении двух частей энергосистемы.

Типовые области применения:

- Синхронизация линии и шины
- Синхронизация двух шин через шиносоединительный выключатель
- Синхронизация генератора и шины

Также может учитываться силовой трансформатор между двумя точками измерения.

Далее рассматриваются следующие режимы работы:

- Контроль синхронизма
- Подключение к синхронизированным системам электроснабжения
- Подключение к несинхронизированным системам электроснабжения
- Включение на параллельную работу асинхронных энергосистем

7.5.2 Структура функции

Функция **Синхронизация** используется в функциональной группе **Выключатель**.

В функции могут работать ступени следующих типов:

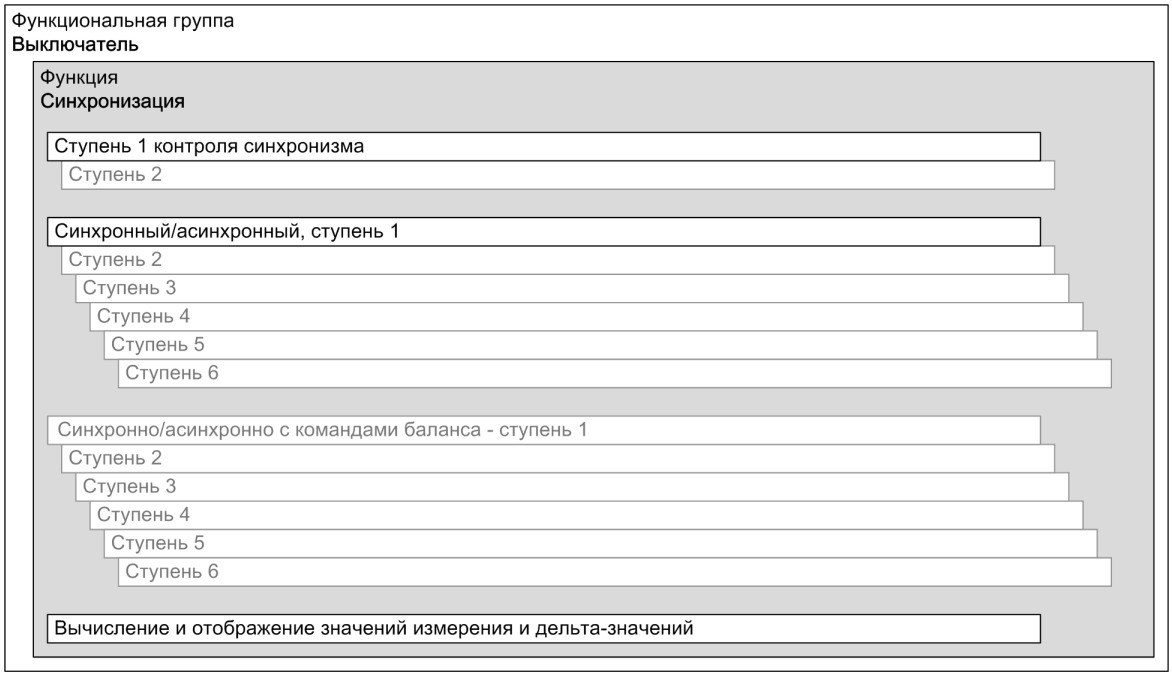
- Ступень контроля синхронизма
- Синхронная / асинхронная ступень
- Синхронная/асинхронная ступень с балансными командами

Типы ступеней **Контроль синхронизма** и **Синхронная/асинхронная (Синхр./Асинхр.)** предварительно сконфигурированы на заводе.

Кроме того, типы ступени **Расширенные параметры с дельта-значениями** и **Синхронная/асинхронная с балансными командами (Син./Асин.бал.)** доступны в библиотеке функций. Они не были предварительно сконфигурированы.

Параллельно может работать максимум две ступени типа **Контроль синхронизма** и максимум шесть ступеней типа **синхронных / асинхронных ступеней** или **синхронных/асинхронных ступеней с балансными командами**.

Как только функция становится доступной в устройстве, рассчитываются и отображаются функциональные измеренные величины.



[dw_syn-asyn-stage_with_adjusting_com, 1, ru_RU]

Рисунок 7-63 Структура/реализация функции

7.5.3 Схемы подключения и основные определения

Пример подключения

На следующих двух рисунках представлены примеры синхронизации линии и шины. На рис. *Рисунок 7-66* показан пример синхронизации двух шин через шиносоединительный выключатель.

Функция синхронизации использует два напряжения для проверки состояния подключения: напряжение опорной стороны 1 (U1), а также напряжение, которое будет использоваться в качестве опорного на стороне 2 (U2). В функции синхронизации опорное напряжение стороны 1 обозначается как U1[34]. К интерфейсу **Напряжение синхронизации 1** функциональной группы Выключатель всегда подключается напряжение точки измерения. Напряжение, которое должно быть установлено как опорное, обозначается U2[34]. К интерфейсу **Напряжение синхронизации 2** функциональной группы **Выключатель** всегда подключается напряжение точки измерения. Назначение точек измерения интерфейсам функциональной группы **выключателя** можно конфигурировать, см. раздел *2.1 Реализация функций в устройствах*.

Выбор напряжений, используемых для синхронизации, зависит от подключения устройства к первичной системе:

- Подключение первичной системы через 4 входа по напряжению и, следовательно, использование однофазной и трехфазной точки измерения (*Рисунок 7-64* и *Рисунок 7-66*):

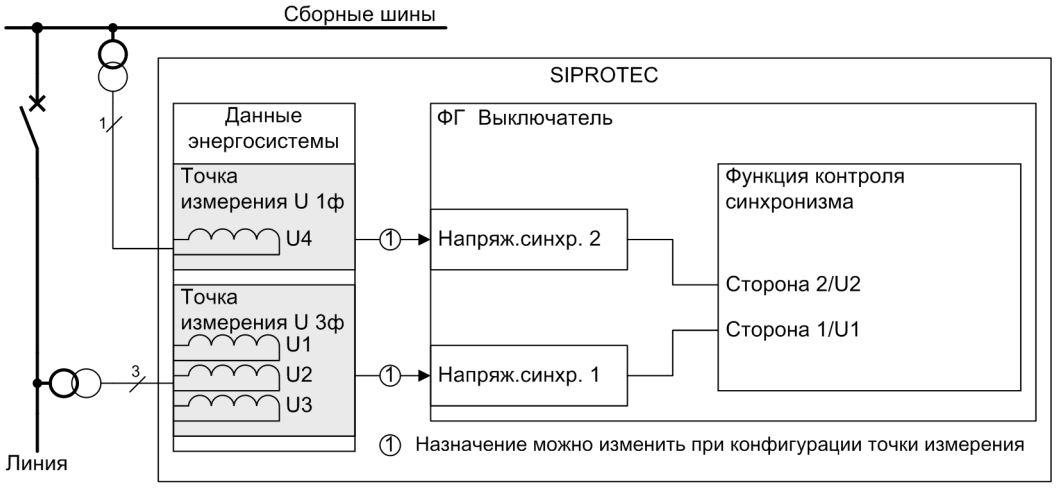
  Напряжение, подключенное к однофазной точке измерения, является определяющим. Если, к примеру, это фазное напряжение U_A, то напряжение U_A также используется другой стороной 3-фазной точки измерения.

- Подключение первичной системы через 6 входов по напряжению и, следовательно, использование двух трехфазных точек измерения (*Рисунок 7-65*):

  Линейное напряжение U_{AB} обеих сторон всегда используется для тестирования.

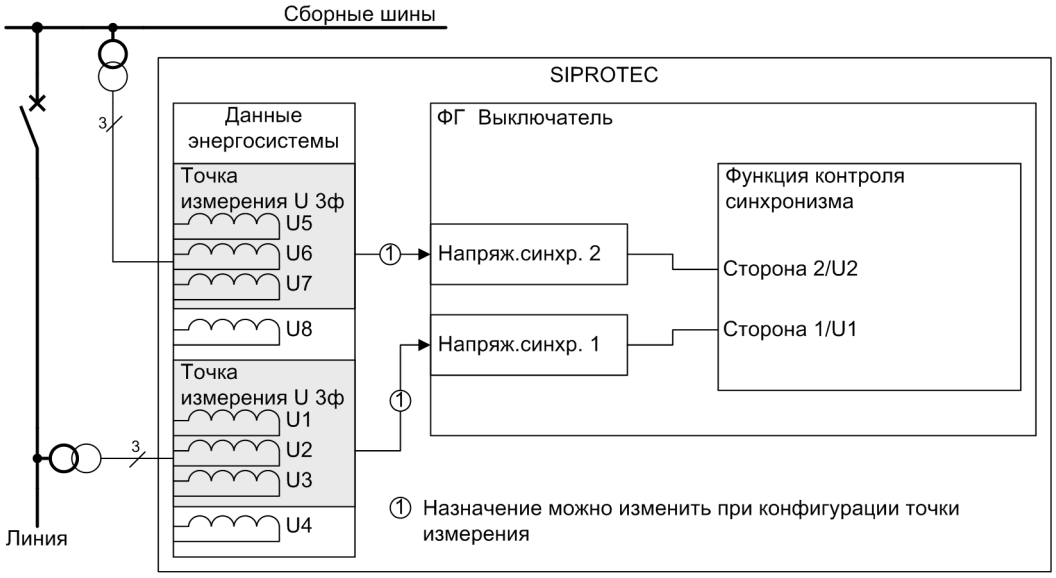
К устройству можно подключить как фазные, так и линейные напряжения. Возможные подключения приведены в Приложении.

34 Не путайте обозначения U1 и U2 с нумерацией входов по напряжению от U1 до U4 (*Рисунок 7-64*) и от U1 до U8 (*Рисунок 7-65*)



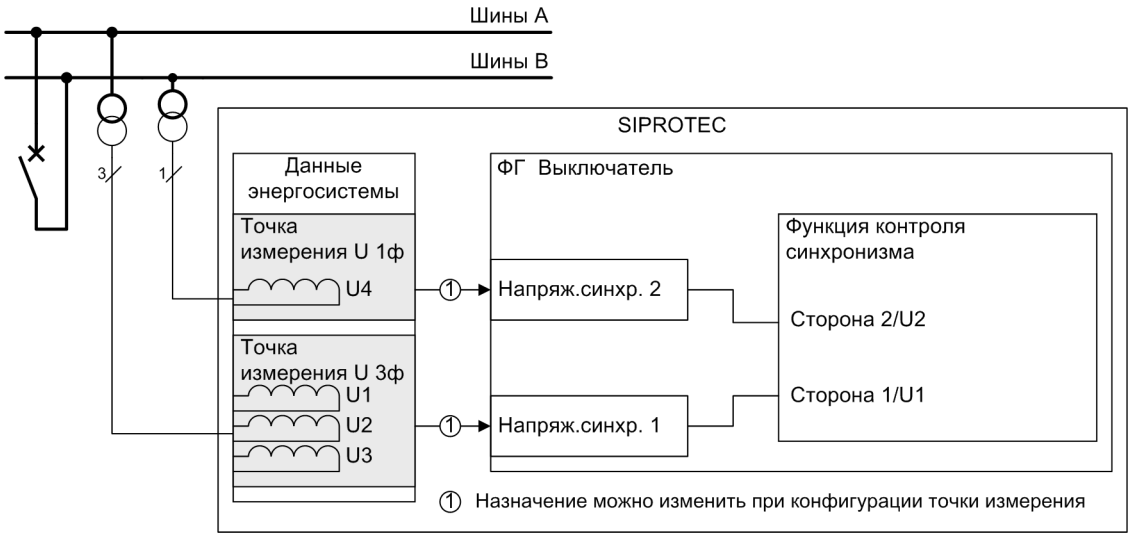
[dwsyns01-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-64 Синхронизация линии и шины, подключение через 4 входа по напряжению



[dwsyns02-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-65 Синхронизация линии и шины, подключение через 6 входов по напряжению



[dwsyns03-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-66 Синхронизация двух шин через перекрестное соединение, подключение через 4 входа по напряжению

Определение переменных

Для понимания следующих применений важно дать определение переменных. Переменные опорной стороны 1 обозначаются индексом 1. Это определяет опорные величины напряжения U1, частоты f1 и фазы α1. Переменные стороны, которые должны быть синхронизированы, обозначаются индексом 2. Электрическими переменными стороны 2, таким образом, являются напряжение U2, частота f2 и фаза α2.

При формировании дифференциальных переменных, функция ориентируется на определение абсолютной погрешности измерения (Δ x = измеренная величина – действительная величина). Сторона 1 является опорной и, следовательно, действительной величиной. Тогда справедливы следующие расчетные требования:

Разность напряжений dU = U2 – U1

Результат с положительным знаком означает, что напряжение U2 больше напряжения U1. В других случаях результат будет с отрицательным знаком.

Разность частот df = f2 – f1

Положительный результат означает, что, в соответствии с примером из *Рисунок 7-64*, частота шин больше частоты линии.

Разность фаз dα = α2 – α1

Представление ограничено до ±180°. Положительный результат означает, что фаза α2 является **опережающей** не более чем на 180°. При отрицательном значении фаза α2 является **отстающей** на 180° максимум. На *Рисунок 7-67* показаны разные случаи. Фаза α1 добавлена на вертикальную ось и принята за опорную.

При асинхронных системах и частоте f2 больше частоты f1 значение угла dα меняется с отрицательного на нулевое, а затем на положительное значение. Как показано на *Рисунок 7-67*, вращение выполняется против часовой стрелки (является математически положительным). При f2 < f1 вращение выполняется по часовой стрелке.



[dw_synp_04, 1, ru_RU]

Рисунок 7-67 Представление разности фаз dα

Для параметров уставок допустимы только положительные величины. Неравенства используются для назначения уникальных параметров уставок. Представление объясняется на примере разности напряжений. Для несимметричных уставок необходимы две величины уставок.

Неравенство U2 > U1 дает положительную величину для dU. Соответствующий параметр – это **Макс.разн.напр.U2>U1**. Для второго параметра уставки **Макс.разн.напр.U2<U1** применяется неравенство U2 < U1. Оно соответствует отрицательному dU.

И для разности частот, и для разности фаз применяется одинаковая процедура.

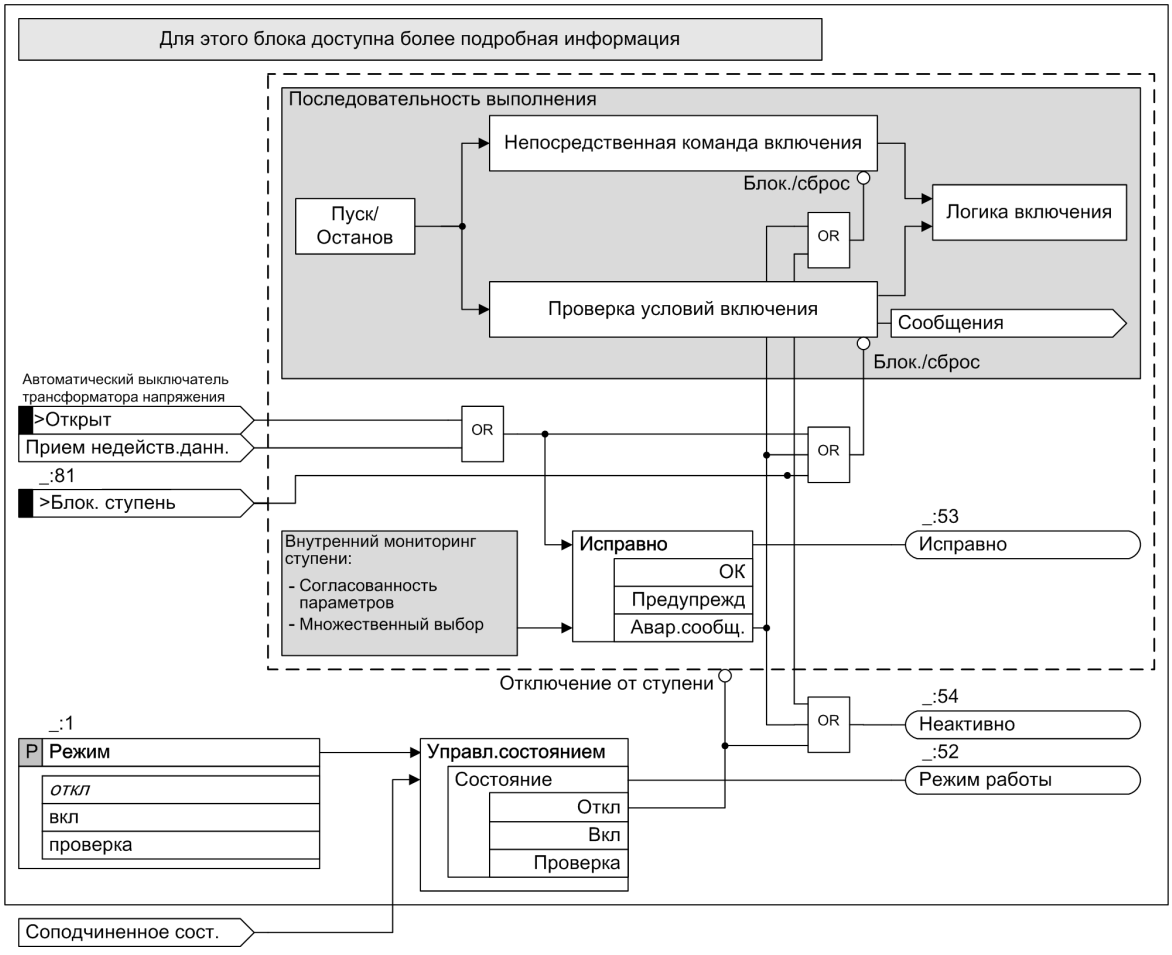
7.5.4 Общая функциональность

7.5.4.1 Описание

Обзор ступени синхронизации (ступень синхр.)

Функция синхронизации может быть рассмотрена в виде следующих тематических блоков (см. *Рисунок 7-68*):

- Управление ступенью, управление состоянием, ожидание и блокировка (описание в этой главе)
- Контроль (описание в этой главе)
- Функциональная последовательность для выдачи разрешения на включение (см. главу *7.5.6 Последовательность функций*)



[losyn001-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-68 Обзор логики ступени

Управление ступенью

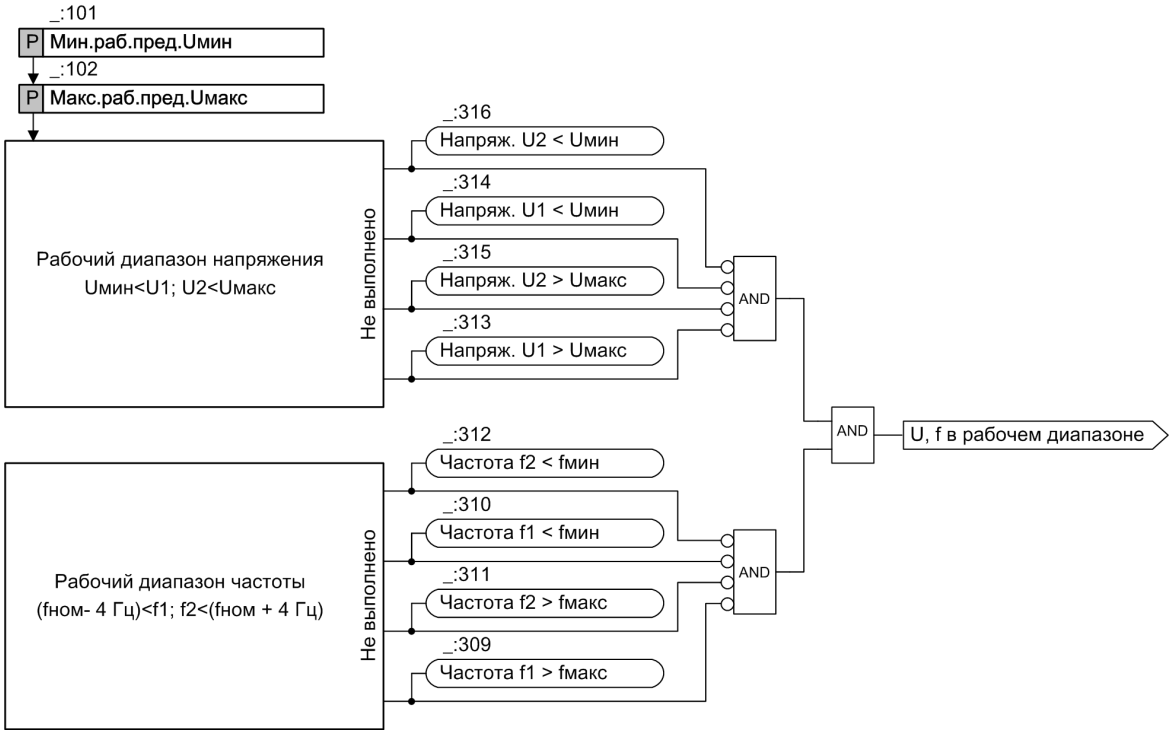
Для ступени синхронизации используется стандартное управление ступенью (см. *Рисунок 7-68*).

Обратите внимание на следующее:

- Как только в устройстве становится доступной функция синхронизации, рассчитываются и отображаются измеренные величины. Для расчета всех контролируемых величин необходимо активировать одну ступень. Запускать ступень для этой цели необходимости нет.
- Если в рамках текущей функции деактивируются все ступени синхронизации, включение через функцию управления станет невозможным, поскольку ни одна из ступеней не сможет сгенерировать разрешение на включение. Если функция синхронизации будет удалена, обязательная синхронизация при включении больше не будет нужна. В этом случае включение будет возможно через функцию управления без синхронизации.
- Если включено больше одной ступени синхронизации **>Выбор**, сигнал должен быть активным только для одной ступени, с тем чтобы его можно было активировать через функцию управления.

Всю ступень синхронизации можно заблокировать через дискретный сигнал **>Блок. ступень**. После блокировки начатый процесс завершается, и вся ступень сбрасывается. Чтобы инициировать новую процедуру включения, необходимо произвести повторный пуск ступени. Блокировка влияет только на процесс разрешения включения. Измеренные величины по-прежнему вычисляются и отображаются.

Рабочий диапазон



[losyn002-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-69 Логика рабочих диапазонов

Рабочий диапазон функции синхронизации определятся конфигурируемыми пределами напряжения **Мин.раб.пред.Umин** и **Макс.раб.пред.Umакс**, а также определенным диапазоном частот $f_{ном}$ ±4 Гц.

Если одно или оба напряжения находятся вне разрешенного рабочего диапазона в момент начала измерения или если напряжение выходит за пределы диапазона, это отображается соответствующими сообщениями **Частота f1 > fмакс**, **Частота f1 < fмин**, **Напряж. U1 > Umакс**, **Напряж. U1 < Umин** и др. Условия включения не проверяются.

Контроль

Виды контроля, перечисленные ниже, выполняются в соответствии с требованиями функции. При срабатывании одной из функций мониторинга Статус исправности меняется на ***Авар. сообщ.***. Ступень обозначается как **Неактивно**. В этом случае команды на включение или на разрешение включения невозможны.

- Согласованность уставок
  После изменения уставки проверяются на соответствие допустимым пороговым значениям. В случае несовместимости уставок выдается сообщение об ошибке **Ошибка уставки**.
- Множественный выбор ступеней при пуске синхронизации
  Если в момент пуска имеет место одновременный выбор нескольких включенных ступеней синхронизации, выдается сообщение об ошибке **Множеств. выбор**.

Повреждение в цепях измеряемого напряжения

Если для одной из точек измерения, участвующей в функции синхронизации, фиксируется входной сигнал **>Открыт** (сигнализирующий о неисправности в цепях напряжения), то синхронизация не выполняется. То есть, разрешение на включение не выдается. Состояние исправности ступени переходит в положение ***предупреждение***. Прямая команда на включение по-прежнему возможна.

Функция внутреннего контроля обнаружения неисправности цепей напряжения (БНН) никак не влияет на ступень синхронизации.

Измеренные значения функции

Измеряемые величины функции синхронизации отображаются в блоках в первичных и вторичных величинах и в процентах. Величины измерения напряжения всегда отображаются как линейные напряжения, даже если соответствующая точка измерения фиксирует фазные напряжения. Измеренные величины функции получаются и отображаются, как только устройство начинает работать. Разницы величин рассчитываются, как только пускается ступень.

Таблица 7-24 Величины конкретной защиты при синхронизации

Значения		Первичные	Вторичные величины	% относительно
U_1	Опорное напряжение U_1	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
U_2	Напряжение синхронизации U_2	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
f_1	Частота напряжения U_1	Гц	Гц	Номинальная частота
f_2	Частота напряжения U_2	Гц	Гц	Номинальная частота
Разность напряжений	Разность напряжений U_2-U_1	кВ	В	–
Разность частот	Разность частот f_2-f_1	Гц	Гц	–
Разность углов	Разность углов α_2-α_1	°	–	–

Точки множественной синхронизации

Функция синхронизации может использоваться только в функциональной группе Выключатель. Она всегда работает с выключателем, соединенным с функциональной группой Выключатель. Таким образом, ссылка на выключатель уникальна. Если от устройства необходимо включить несколько выключателей (точек синхронизации), необходимо создать несколько функциональных групп Выключатель.

Разные условия синхронизации для каждой точки синхронизации

В пределах функции синхронизации параллельно может работать максимум 2 ступени типа **Контроль синхронизма** и максимум 6 ступеней типа **Синхронная / асинхронная** ступень. В каждую ступень синхронизации входят все параметры для синхронизации.

Если необходимо выполнить синхронизацию с разными условиями синхронизации (параметрами), то используется несколько ступеней синхронизации. В этом случае необходимо определить, какая из ступеней синхронизации активна в данный момент, что выполняется дискретным сигналом **>Выбор** (ступень синхронизации x). Если соответствующая ступень активируется дискретным сигналом **>Выбор**, проверяются условия включения и ступень запускается.

При одновременном выборе нескольких ступеней синхронизации выдается сообщение о повреждении **Множеств. выбор**. Если активированы несколько ступеней синхронизации, а входящий сигнал **>Выбор** (ступень синхронизации x) в момент пуска отсутствует, то в течение времени **Макс.длит.синхр.** ожидается выбор необходимой ступени. Если такой выбор не происходит, процесс завершается.

Различные коэффициенты трансформации напряжения для двух частей энергосистемы

Номинальные параметры ТН для точек измерения автоматически учитывают разные коэффициенты трансформации трансформатора напряжения двух частей энергосистемы. Для этой цели параметр **Корр.напряжения** не нужен.

Синхронизация при наличии силового трансформатора

Существуют системы, в зоне которых между точками измерения напряжений, которые необходимо синхронизировать, установлен силовой трансформатор. Устройство автоматически учитывает разные

уровни напряжения путем задания коэффициентов трансформации (в точках измерения напряжений).

Следует учитывать фазовый сдвиг, в зависимости от векторной группы трансформатора и определяемый параметром **Корр.угла (транс.)**.

Параметр определятся как -Δα = –(α2 – α1).

При расчетах разности напряжений двух частей энергосистемы используется оба параметра и Корр.угла (транс.) и Корр.напряжения.

В подразделе Задание уставок и примечания по вводу уставок рассмотрено несколько примеров использования обоих параметров.

Различные типы подключения на обеих сторонах

Если обе точки измерения, используемые функцией синхронизации, измеряют различные напряжения трехфазной сети, то происходит автоматическая фазовая корректировка измерений.

ПРИМЕР:

Однофазная точка измерения, связанная с **Напряжением синхронизации 1**, фиксирует линейное напряжение U_{AB}. Однофазная точка измерения, связанная с **Напряжением синхронизации 2**, фиксирует U_A. В этом случае для расчета значения Δα во внимание берется фазный угол между U_{AB} и U_A.

Такая автоматизация гарантирует возможность переключения между несколькими источниками напряжения в процессе выполнения работы, при этом каждый источник фиксирует разные напряжения.

7.5.4.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок (Общее)

Выбор типа ступени

Доступны следующие два типа ступеней:

Тип ступени	Применение
Ступень контроля синхронизма	Выберите этот тип ступени для того, чтобы выдать дополнительную разрешающую команду во время АПВ или ручного включения в целях обеспечения безопасности. При этом типе ступени перед объединением 2 частей энергосистем проверяются переменные ΔU, Δf и Δα.
Синхронная / асинхронная ступень	Выберите этот тип ступени, если есть необходимость различать синхронные и асинхронные сети в зависимости от положения выключателя. Если гальванически связанные системы включены на параллельную работу, то они расцениваются как синхронные системы. Типовой характеристикой синхронных систем является равенство частот (Δf ≈ 0). В этом состоянии проверяются условия Δα и ΔU. Если нейтрали систем изолированы гальванически, то системы могут работать асинхронно. Одновременно проверяется соответствие условиям разности напряжений ΔU и разности частот Δf. При расчете времени команды прямого включения учитываются разность углов Δα и время включения выключателя. Расчет момента команды прямого включения выполняется таким образом, чтобы в момент замыкания полюсов выключателя напряжения были равными (ΔU ≈ 0, Δα ≈ 0).

Конфигурация напряжений U1 (опорная сторона) и U2

Напряжения U1 и U2 заводятся в функцию путем назначения точек измерения интерфейсу функциональной группы (см. раздел *7.5.3 Схемы подключения и основные определения*). Точка измерения, подключенная к интерфейсу **Напряжение**, является опорной стороной 1 с опорным напряжением U1.

Точка измерения, подключенная к интерфейсу **Синхронное напряжение**, является опорной стороной 2 с опорным напряжением U2. Определение разностей параметров, которое можно получить, также рассматривается в главе *7.5.3 Схемы подключения и основные определения*.

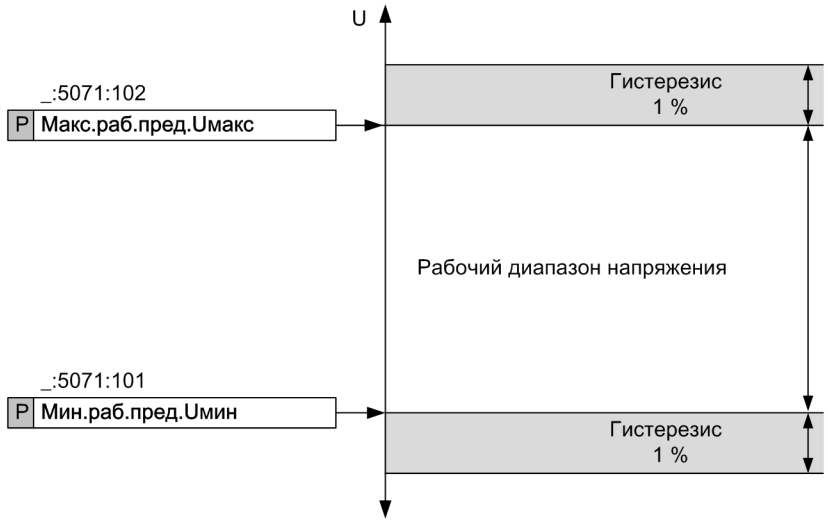
Параметр: Мин.раб.пред.Umин, Макс.раб.пред.Umакс

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:101) Мин.раб.пред.Umин** = ***90 В***
- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:102) Макс.раб.пред.Umакс** = ***110 В***

Значения определяют рабочий диапазон напряжения ступени синхронизации. Стандартная уставка ±10 % от номинального напряжения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Все напряжения, подключенные в соответствии с спараметрированным измерительным соединением, подвергаются соответствующей проверке Umин/Umакс. Следовательно, подключенные фазные напряжения умножаются на √3, поскольку необходимо установить пороговые значения по отношению к номинальному напряжению (линейное напряжение).



[lohyster-010415-01.vsd, 1, ru_RU]

Если функция синхронизации запущена в области гистерезиса, то переключение не выполняется в рамках минимального и максимального рабочего предела (параметры **Мин.раб.пред.Umин** и **Макс.раб.пред.Umакс**). Если функция синхронизации запускается в рабочем диапазоне напряжения, а напряжение превышает минимальное или максимальное рабочее предельное значение во время процесса синхронизации, то точка включения может попадать в область гистерезиса.

Параметр: Макс.длит.синхр.

- Уставка по умолчанию **(_:5071:110) Макс.длит.синхр.** = ***30 с***

В течение этого времени заданные условия должны быть выполнены. Если условия не выполняются, дальнейшее разрешение на включение не выполняется, и ступень синхронизации останавливается. Если значение параметра времени задано как ∞, то условия проверяются до тех пор, пока они не будут выполнены. Это также значение параметра времени по умолчанию. При задании выдержек времени необходимо соблюдать рабочие условия. Они должны определяться для каждой системы индивидуально. Если выбрано значение 0 с или 0,01 с, все условия проверяются только один раз в начальной точке времени. После этого процесс немедленно прекращается.

Параметр: Корр.напряжения

- Уставка по умолчанию **(_:5071:126) Корр.напряжения** = ***1,00***

Параметр может использоваться для корректировки амплитудных погрешностей, создаваемых непрямым измерением (например, устройством РПН).

Параметр **Корр.напряжения** не требуется, если между двумя точками измерения расположен трансформатор. Для точек измерения устанавливаются коэффициенты трансформации, и функция начинает принимать их в расчет автоматически.

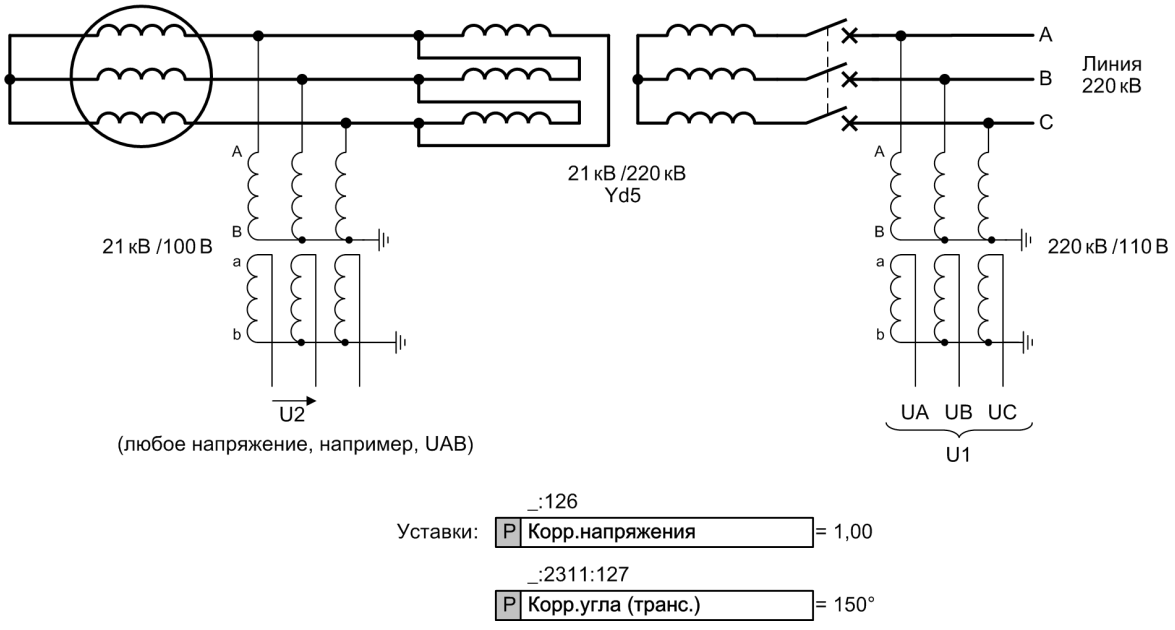
Параметр: Корр.угла (транс.)

- Уставка по умолчанию **(_:2311:127) Корр.угла (транс.)** = *0* °

Параметр может применяться при следующих условиях:

- 1. Фазовый сдвиг из-за наличия силового трансформатора между точек измерения.
- 2. Коррекция угловых погрешностей

1. Фазовый сдвиг, вносимый силовым трансформатором между точками измерения:



[losynae1-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-70 Трансформатор между точками измерения

Если в зоне между двумя измерительными трансформаторами напряжения по сторонам выключателя, включение которого необходимо синхронизировать, установлен силовой трансформатор, откорректируйте фазовый сдвиг для векторной группы трансформатора, не равной нулю. *Рисунок 7-70* показывает такой вариант. Чтобы сохранить фазовый сдвиг, используется параметр **Корр.угла (транс.)**.

Векторная группа обмоток трансформатора определяется при переходе от стороны высшего напряжения к стороне низшего напряжения. Если опорный трансформатор напряжения (U1) подключен на стороне высшего напряжения силового трансформатора (как в *Рисунок 7-70*), введите фазовый сдвиг напрямую в соответствии с векторной группой трансформатора. К примеру, векторная группа 5 означает, что фазовый сдвиг составляет 5 · 30° = 150°. Задайте это значение для параметра **Корр.угла (транс.)**.

Если подключение напряжение U1 находится на стороне низшего напряжения системы, необходимо добавлять угол 360°. Для трансформатора с группой вектора обмоток 5 требуется учитывать в расчетах угол 360° – (5 · 30°) = 210°

2. Коррекция угловых погрешностей: Угловую погрешность можно откорректировать параметрами для трансформаторов напряжения. Возможное значение корректировки необходимо определить во время ввода устройства в эксплуатацию.

Параметр: Вр.включ.вык-ля

- Уставка по умолчанию **(_:5041:113) Вр.включ.вык-ля** = *0,06 с*

Если необходимо выполнить объединение асинхронных систем, то дополнительно нужно учитывать и время включения выключателя. Устройство использует его для расчета момента подачи команды с тем, чтобы напряжение было в фазе в момент включения контактов выключателя. Учитывайте, что это время должно, помимо рабочего времени включения выключателя, также включать время срабатывания промежуточных реле, которое может быть установлено в цепи. Время включения можно определить, воспользовавшись устройством защиты (см. примечания по вводу в эксплуатацию в разделе *10.15 Первичные и вторичные испытания функции синхронизации*).

Этот параметр встречается только для ступени типа **Синхронная / асинхронная**.

7.5.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:127	Общие данные:Корр.угла (транс.)		-179.0 ° до 180.0 °	0.0 °
Общие данные				
_:5071:1	КонтрСинхр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5071:101	КонтрСинхр 1:Мин.раб.пред.Umин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5071:102	КонтрСинхр 1:Макс.раб.пред.Umакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5071:110	КонтрСинхр 1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5071:108	КонтрСинхр 1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5071:126	КонтрСинхр 1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Общие данные				
_:5041:1	Синх./Асинх.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5041:101	Синх./ Асинх.1:Мин.раб.пред. Umин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5041:102	Синх./ Асинх.1:Макс.раб.пред .Umакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5041:110	Синх./ Асинх.1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5041:108	Синх./ Асинх.1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:5041:126	Синх./ Асинх.1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000

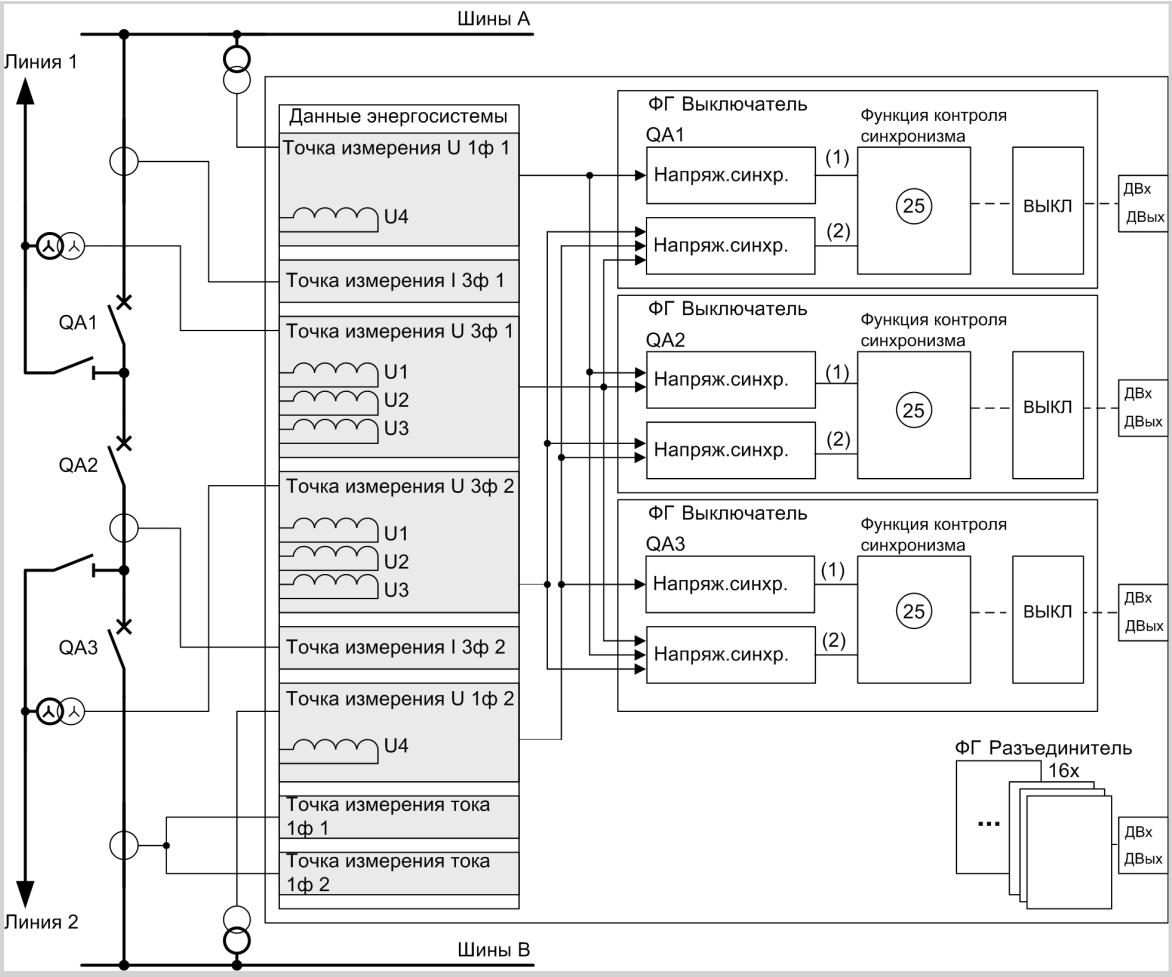
7.5.5 Динамическое переключение точки измерения

Динамическое переключение точки измерения обеспечивает возможность подключать напряжения, используемые в функции контроля синхронизма, к различным точкам измерения. Таким образом, например, можно использовать правильное напряжение на основании положения блок-контактов коммутационного оборудования. Если с *Усинх1* или *Усинх2* связано несколько точек измерения, необходимо создать функциональный блок **Выбор Усинх** в функциональной группе **Выключатель**.

Выбор необходимых точек измерения напряжения (*Усинх1* и *Усинх2*) для функциональной группы **Выключатель** осуществляется с помощью CFC.

Пример

Рисунок 7-71 демонстрирует контроль синхронизма при работе с полуторной схемой. Если выключатель QA2 необходимо включить, нужно выбрать опорное напряжение из нескольких возможных точек измерения. Этот выбор точек измерения зависит от положения всех выключателей и разъединителей.



[dwdynmsu-140212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-71 Синхронизация при работе с полуторной схемой

Для каждой функции синхронизации требуется 2 напряжения сравнения. Для выключателя QA2, расположенного посередине, существует 2 варианта для каждой стороны ($U_{синх1}$ и $U_{синх2}$). Выбор напряжения синхронизации для каждой стороны зависит от положения выключателя и разъединителей. Для выключателей QA1 и QA3 доступно напряжение шин ($U_{синх1}$) для одной стороны и 3 напряжения ($U_{синх2}$) доступны для другой стороны.

Подключение точек измерения к функциональной группе Выключатель

На следующем рисунке показано соединение функциональной группы **Выключатель** с несколькими точками измерения в DIGSI. Идентификатор каждой точки измерения появляется в скобках после имени.

Соединить точки измерения с функциональной группой

	QA1		QA2		QA3	
Точка измерения ▲	Усинх1	Усинх2	Усинх1	Усинх2	Усинх1	Усинх2
(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)	(Все...)
Точка измер. I 1ф 1[Код 4]						
Точка измер. I 1ф 2[Код 5]						
Точка измер. I 3ф 1[Код 1]						
Точка измер. I 3ф 2[Код 3]						
Точка измер. U 1ф 1[Код 7]	X		X			X
Точка измер. U 1ф 2[Код 8]		X		X	X	
Точка измер. U 3ф 1[Код 2]		X	X			X
Точка измер. U 3ф 2[Код 6]		X		X		X

[scdynms2-211212-01.tif, 1, ru_RU]

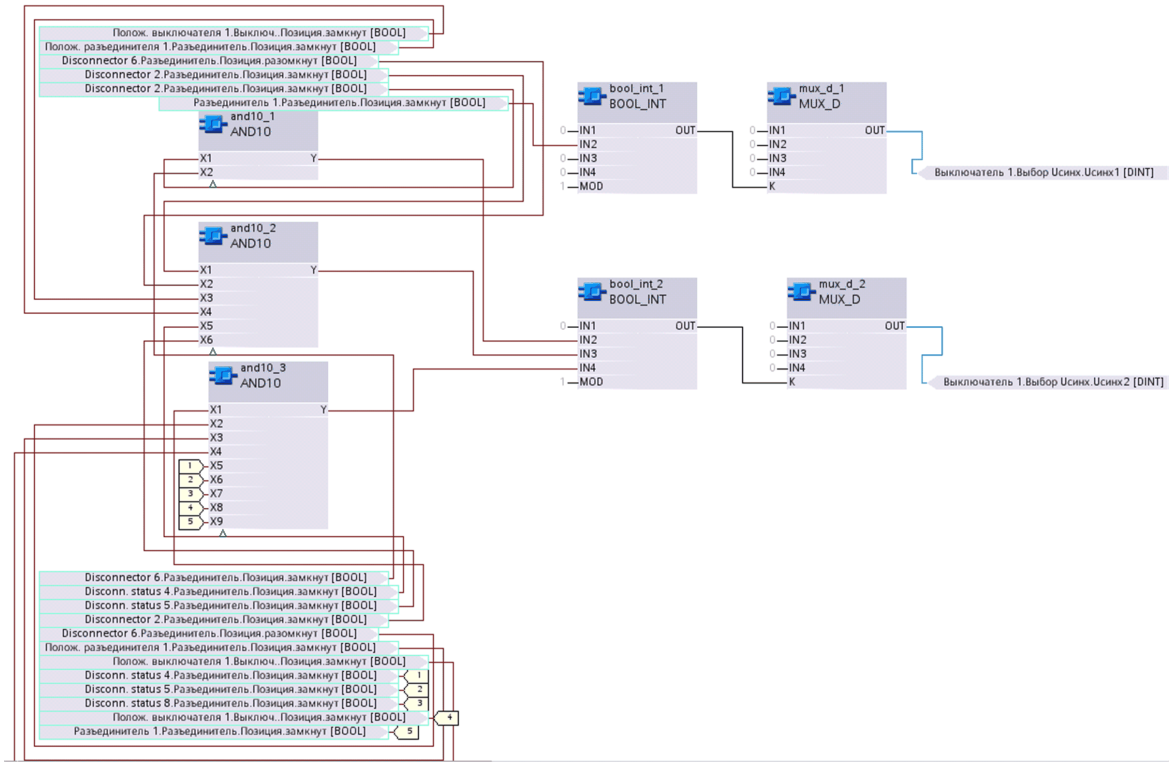
Рисунок 7-72 Подключение точек измерения к функциональной группе "Выключатель"

Существуют проверки соответствия, подтверждающие подключение точек измерения напряжения к функциональной группе:

- Тип подключения для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу, должен быть одинаковым.
- Запрещено ранжировать точку измерения к функциональной группе используя опцию UN.
- Номинальное напряжение (первичное и вторичное) должно быть идентично для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу.
- Если более 1 точки измерения подключено к 1 интерфейсу напряжения, необходимо расширить функциональный блок, чтобы можно было выбрать напряжение синхронизации.

Управление с использованием CFC

Напряжения выбираются в логике CFC на основании кодов точек измерения. Если несколько точек измерения подключено к интерфейсам $U_{синх1}$ или $U_{синх2}$ функциональной группы **Выключатель**, функциональный блок **Выбор Усинх** необходимо убрать из библиотеки в функциональной группе **Выключатель**. Логика CFC (см. следующий пример) определяет коды для входов *Усинх1* или *Усинх2* этого функционального блока, чтобы обеспечить правильное подключение точки измерения для функции контроля синхронизма.

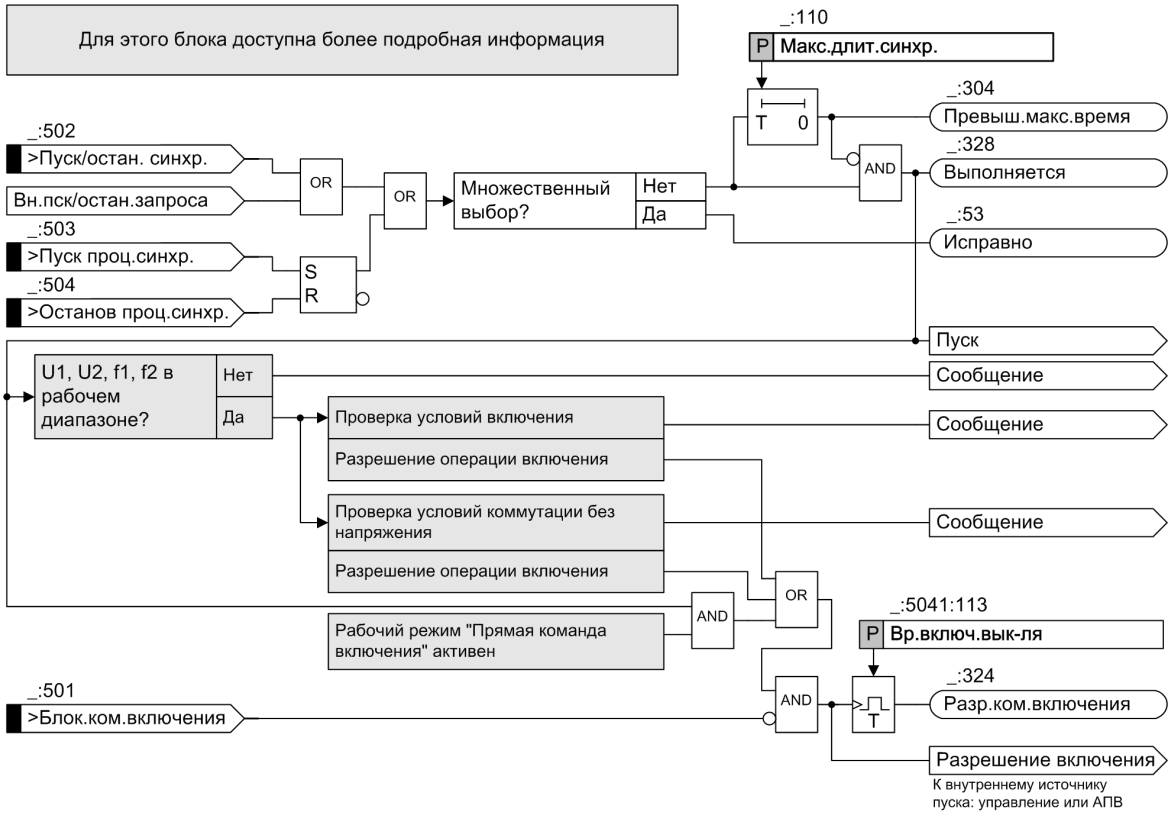


[scdynmsx-160212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-73 Логика CFC: Выбор напряжения с использованием кода точки измерения

Если по положению выключателя или разъединителя невозможно выбрать точку измерения, используется ID0. Если выбрано ID0, сообщение принимает вид *(_:2311:304) Блок.:U не выбрано*. Контроль синхронизма заблокирован. Если вы активировали параметр **(_:5071:108) Непоср.ком.включения**, возможно несинхронное включение.

7.5.6 Последовательность функций



[losynf01-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-74 Последовательность функций

Пуск

Чтобы проверить условия включения, необходимо запустить ступень синхронизации. Ступень синхронизации можно запустить внутренним контроллером управления и функцией повторного включения устройства или извне через сигналы на дискретном входе, например, через внешнее устройство АПВ, (см. раздел *7.5.13 Взаимодействие с управлением, АПВ и внешним пуском*).

При пуске система проверяет, не выполнила ли ступень синхронизации множественный выбор (см. раздел **Контроль** в главе *7.5.4.1 Описание*). Если такой выбор выполнен, процесс прерывается. После успешного пуска сообщение **Выполняется** сбрасывается и начинается отсчет времени контроля для максимальной продолжительности процесса синхронизации (параметр **Макс.длит.синхр.**). Система также проверяет, находятся ли напряжение и частота в рабочем диапазоне (см. раздел *7.5.4.1 Описание*). Если это не так, условия включения не проверяются.

Проверка условий включения, включение

После пуска проверяются заданные условия включения, которые зависят от выбранного режима работы (см. раздел *7.5.8.1 Описание* до *7.5.12 Команда прямого включения*). О каждом выполненном условии выдается сообщение. О невыполненных условиях также выдается сообщение. Если выполнены все условия, ступень синхронизации формирует сообщение **Все усл.синхр.ОК**. Сообщение остается активным до тех пор, пока все условия остаются выполненными. Дальнейшие действия для выдачи разрешения на включение зависят от типа ступени (см. раздел *7.5.7.1 Описание* и *7.5.8.1 Описание*). Сигнал разрешения выдается через сообщение **Разр.ком.включения**. Сообщение остается активным в течение 100 мс. При внутреннем пуске фактическое включение выполняет контроллер управления или АПВ, в зависимости от источника пуска.

Включение на линию/шины без напряжения

Если сконфигурированы режимы работы для включения на объекты энергосистемы без напряжения, то после пуска проверяются также и соответствующие условия (см. раздел *7.5.11.1 Описание*). Формируется сигнал о выполненных условиях. После выполнения условий включения начинается отсчет регулируемого времени контроля (параметр **Вр.включ.вык-ля**). Если условия остаются действующими до истечения времени, то после его истечения функция дает разрешение на включение.

Команда прямого включения

Если **команда прямого включения** активна, функция мгновенно инициирует разрешение на включение после успешного пуска (см. главу *7.5.12 Команда прямого включения*). Сочетание команды прямого включения с другими разрешающими условиями не рекомендуется, так как команда прямого включения эти условия обходит.

Окончание процесса

Если функция запускается внутренним контроллером устройства или АПВ, то после включения эти функции завершают процесс синхронизации. При внешнем пуске процесс завершается через соответствующие дискретные сигналы.

Если время контроля (параметр **Макс.длит.синхр.**) истекло, процесс также завершается и выдается сообщение **Превыш.макс.время**. Новая синхронизация возможна только в случае перезапуска ступени.

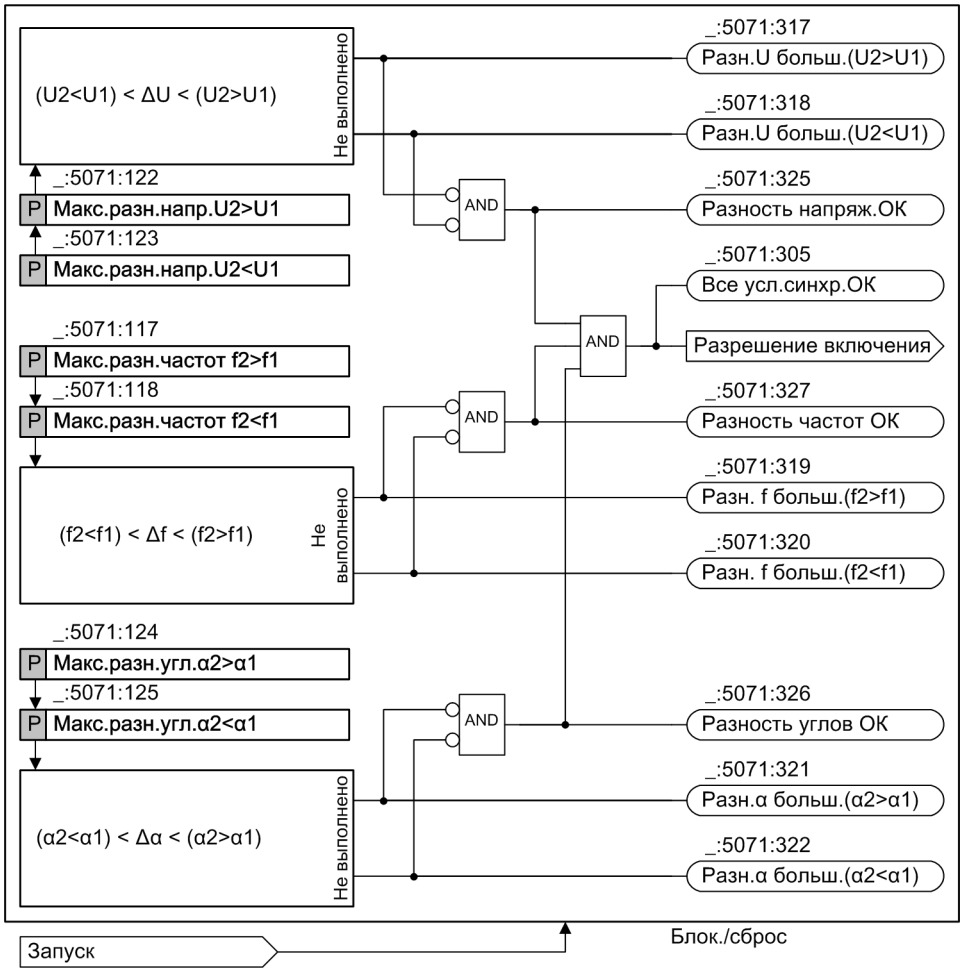
Блокировка включения

Используйте входной сигнал *>Блок.ком.включения*, чтобы заблокировать сигнал, разрешающий включение (сигнал **Разр.ком.включения**), а также собственно включение. Во время блокировки измерения продолжают выполняться. Если блокировка отменяется и условия включения выполняются, дается разрешение на включение.

7.5.7 Ступень контроля синхронизма

7.5.7.1 Описание

Проверка условий включения



[losynche-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-75 Условия включения для функции проверки синхронизма

В этом режиме работы перед включением двух частей энергосистемы проверяются значения ΔU, Δf и Δα. Сообщение **Все усл.синхр.ОК** указывает, что заданные величины (условия) достигнуты, и выдано разрешение на включение (см. **Проверка условий включения, включение** в главе *7.5.6 Последовательность функций*).

О выполнении каждого условия сообщается отдельно с помощью сообщений **Разность напряж.ОК**, **Разность частот ОК** и **Разность углов ОК**.

Если условие не выполняется, в сообщении указывается подробная информация о том, почему условие не выполнено. Например, если разность напряжений лежит вне заданных пределов, выдается сообщение **Разн.U больш.(U2<U1)**. Данное сообщение содержит косвенную информацию о том, что для выполнения успешной синхронизации напряжение U2 должно быть увеличено.

Настройка типа ступени **Расширенные параметры delta-f** и активация параметра **(_:140) Пред.dfдифф/dt синхр.** также позволяют проверить скорость изменения разности частот. Если допустимая скорость изменения частоты (параметр **(_:141) Мкс.зн.dfдифф/dt синхр.**) превышена, выдается сообщение **(_:329) dfдифф/dt сл.больш.**.

7.5.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Максимальные значения разности напряжений, частоты и фазы

- Уставка по умолчанию **(_:5071:122) Макс.разн.напр.U2>U1** = ***5,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5071:123) Макс.разн.напр.U2<U1** = ***5,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5071:117) Макс.разн.частот f2>f1** = ***0,10 Гц***
- Уставка по умолчанию **(_:5071:118) Макс.разн.частот f2<f1** = ***0,10 Гц***
- Уставка по умолчанию **(_:5071:124) Макс.разн.угл.α2>α1** = ***10***°
- Уставка по умолчанию **(_:5071:125) Макс.разн.угл.α2<α1** = ***10***°

Для значений разности напряжений, частот и фазы доступны два параметра. В случае необходимости с их помощью задаются несимметричные диапазоны включений.

Допустимые величины разности должны гарантировать отсутствие в системе повреждений или срабатывания защит из-за собственных компенсационных процессов элементов энергосистемы (циркулирующих токов) и качаний мощности после отключения генерации. Уставки, с другой стороны, не должны быть сконфигурированы слишком близко друг к другу, чтобы не блокировались нужные включения.

Обычно в качестве значений разности используются значения по умолчанию. В зависимости от энергосистемы, настройки необходимо проверять и регулировать по мере необходимости.

7.5.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:5071:1	КонтрСинхр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5071:101	КонтрСинхр 1:Мин.раб.пред.Uмин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5071:102	КонтрСинхр 1:Макс.раб.пред.Uмакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5071:110	КонтрСинхр 1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5071:108	КонтрСинхр 1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5071:126	КонтрСинхр 1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Вкл. без напряж.				
_:5071:105	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:5071:106	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:5071:107	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:5071:103	КонтрСинхр 1:U1,U2 б/напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:5071:104	КонтрСинхр 1:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:5071:109	КонтрСинхр 1:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Синхр. условия				
_:5071:122	КонтрСинхр 1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:123	КонтрСинхр 1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:117	КонтрСинхр 1:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гц до 2.000 Гц	0.100 Гц
_:5071:118	КонтрСинхр 1:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гц до 2.000 Гц	0.100 Гц
_:5071:124	КонтрСинхр 1:Макс.разн.угл.α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5071:125	КонтрСинхр 1:Макс.разн.угл.α2<α1		0 ° до 90 °	10 °

7.5.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСинхр 1			
_:5071:81	КонтрСинхр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5071:500	КонтрСинхр 1:>Выбор	SPS	I
_:5071:502	КонтрСинхр 1:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:5071:503	КонтрСинхр 1:>Пуск проц.синхр.	SPS	I
_:5071:504	КонтрСинхр 1:>Останов проц.синхр.	SPS	I
_:5071:506	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:5071:505	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:5071:507	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:5071:508	КонтрСинхр 1:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:5071:501	КонтрСинхр 1:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:5071:54	КонтрСинхр 1:Неактивно	SPS	O
_:5071:52	КонтрСинхр 1:Режим работы	ENS	O
_:5071:53	КонтрСинхр 1:Статус исправности	ENS	O
_:5071:328	КонтрСинхр 1:Выполняется	SPS	O
_:5071:324	КонтрСинхр 1:Разр.ком.включения	SPS	O
_:5071:305	КонтрСинхр 1:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:5071:325	КонтрСинхр 1:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:5071:326	КонтрСинхр 1:Разность углов ОК	SPS	O
_:5071:327	КонтрСинхр 1:Разность частот ОК	SPS	O
_:5071:307	КонтрСинхр 1:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:5071:306	КонтрСинхр 1:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:5071:308	КонтрСинхр 1:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5071:309	КонтрСинхр 1:Частота f1 > fмакс	SPS	O
_:5071:310	КонтрСинхр 1:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:5071:311	КонтрСинхр 1:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:5071:312	КонтрСинхр 1:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:5071:313	КонтрСинхр 1:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:5071:314	КонтрСинхр 1:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:5071:315	КонтрСинхр 1:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O
_:5071:316	КонтрСинхр 1:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:5071:317	КонтрСинхр 1:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:5071:318	КонтрСинхр 1:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:5071:319	КонтрСинхр 1:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:5071:320	КонтрСинхр 1:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:5071:329	КонтрСинхр 1:dfдифф/dt сл.больш.	SPS	O
_:5071:321	КонтрСинхр 1:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:5071:322	КонтрСинхр 1:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:5071:304	КонтрСинхр 1:Превыш.макс.время	SPS	O
_:5071:323	КонтрСинхр 1:Ошибка уставки	SPS	O

7.5.8 Ступень синхронной/асинхронной работы

7.5.8.1 Описание

С помощью данного типа ступени можно различить синхронные и асинхронные режимы работы системы.

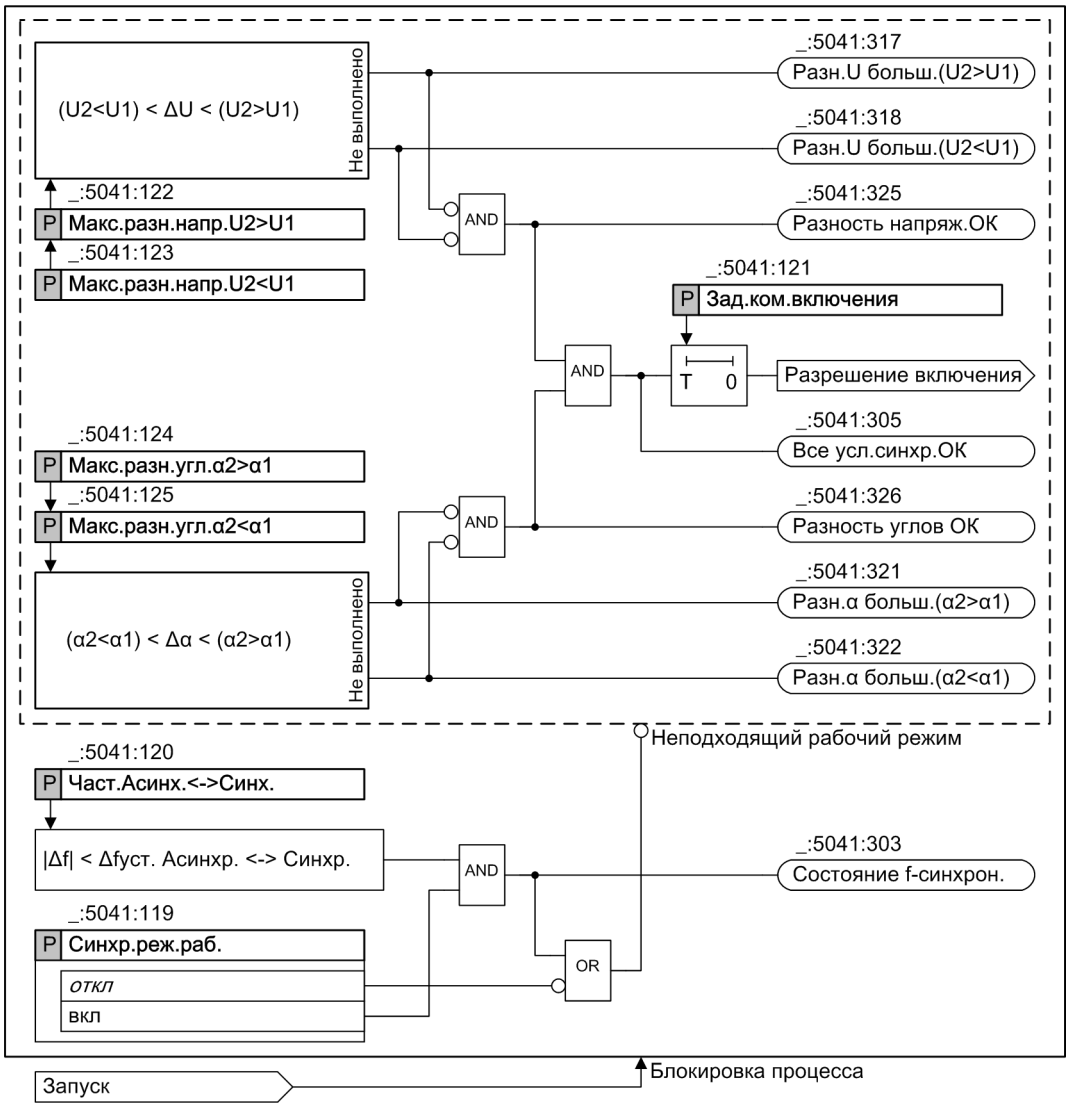
Если гальванически связанные системы включены на параллельную работу, то они расцениваются как синхронные системы. Типовой характеристикой синхронных систем является равенство частот ($\Delta f \approx 0$). Если разница частот становится меньше величины параметра **Част.Асинх.<->Синх.**, системы расцениваются как синхронные. Если разница частот превышает установленную величину параметра **Част.Асинх.<->Синх.**, системы расцениваются как асинхронные. Это состояние возникает, например, в гальванически изолированных системах.

У обоих состояний есть свой режим работы со своими условиями включения. Оба режима работы можно включить и выключить независимо друг от друга (параметр **Синхр.реж.раб.** и **Асинхр.реж.раб.**). В результате получаем такие комбинации:

Синхр.реж.раб.	Асинхр.реж.раб.	Функциональность
вкл	***вкл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется синхронный режим работы. В других случаях активируется асинхронный режим работы.
откл	***вкл***	Независимо от разницы частот и пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, режим работы активен исключительно как асинхронный.
вкл	***откл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется синхронный режим работы. В других случаях ступень неактивна, т.е. разрешение на включение не может быть выдано.

откл	***откл***	Оба режима работы отключены. Разрешение на включение при этих режимах работы также не может быть выдано.

Проверка условий включения синхронных систем



[losynsyn-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-76 Условия включения синхронных систем

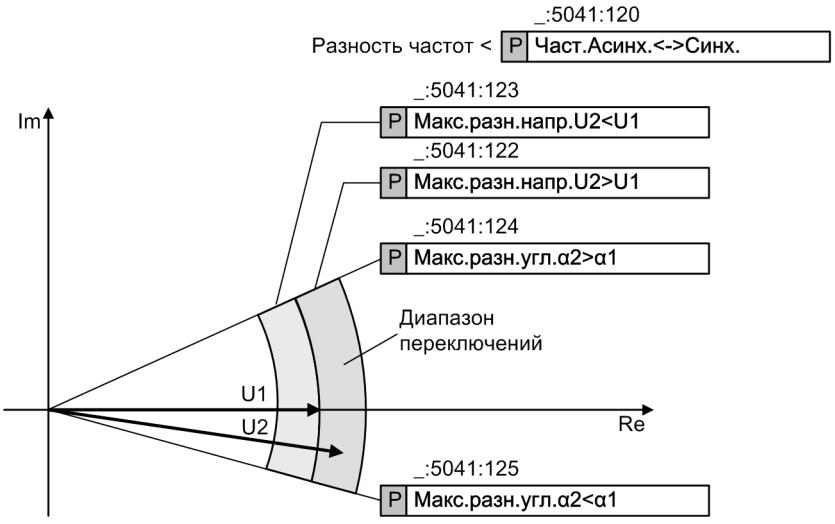
В режиме работы синхронных систем разница частот очень мала. Она меньше пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**. Состояние обозначается сообщением **Состояние f-синхрон.**.

Параметры ΔU и Δα проверяются на предмет выдачи разрешения на включение (см. *Рисунок 7-77*). Сообщение **Все усл.синхр.ОК** указывает, что выполняются оба условия. Если в течение установленной выдержки времени условия выполняются (параметр **Зад.ком.включения**), дается разрешение на включение (см. также раздел *7.5.7.1 Описание*).

О выполнении каждого условия сообщается отдельно с помощью сообщений **Разность напряж.ОК** и **Разность углов ОК**.

Если условие не выполняется, в сообщении указывается подробная информация о том, почему условие не выполнено. Например, если разность напряжений лежит вне заданных пределов, выдается сообщение **Разн.U больш.(U2<U1)**. Данное сообщение содержит косвенную информацию о том, что для выполнения успешной синхронизации напряжение U2 должно быть увеличено.

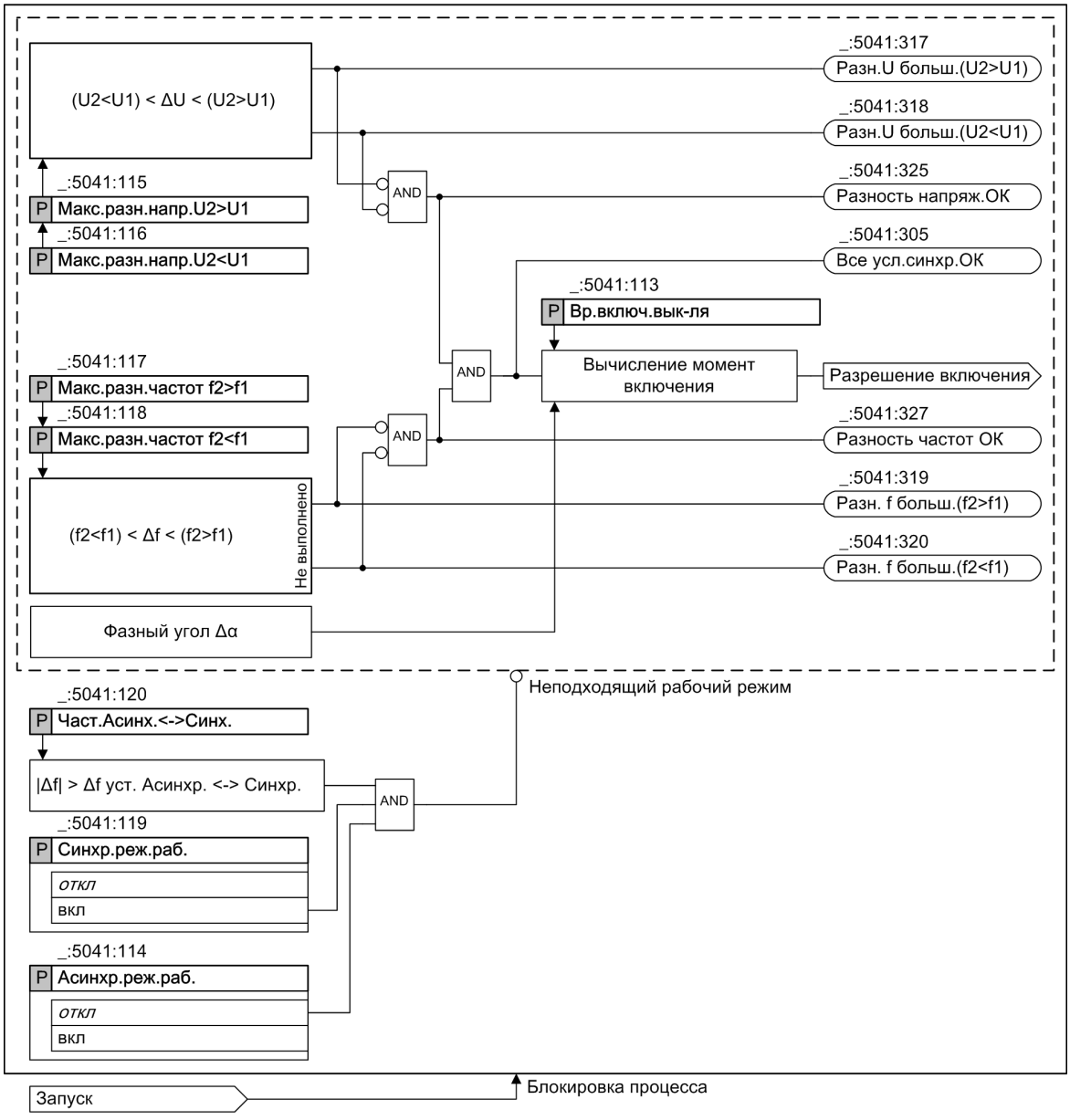
Настройка типа ступени **Расширенные параметры delta-f** и активация параметра **(_:142) Пред.dfдифф/dt асинхр.** также позволяют проверить скорость изменения разности частот. Если допустимая скорость изменения частоты (параметр **(_:143) МксЗндfдифф/dtасинхр**) превышена, выдается сообщение **(_:329) dfдифф/dt сл.больш.**.



[losynzus-110211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-77 Включение синхронных систем

Проверка условий включения асинхронных систем



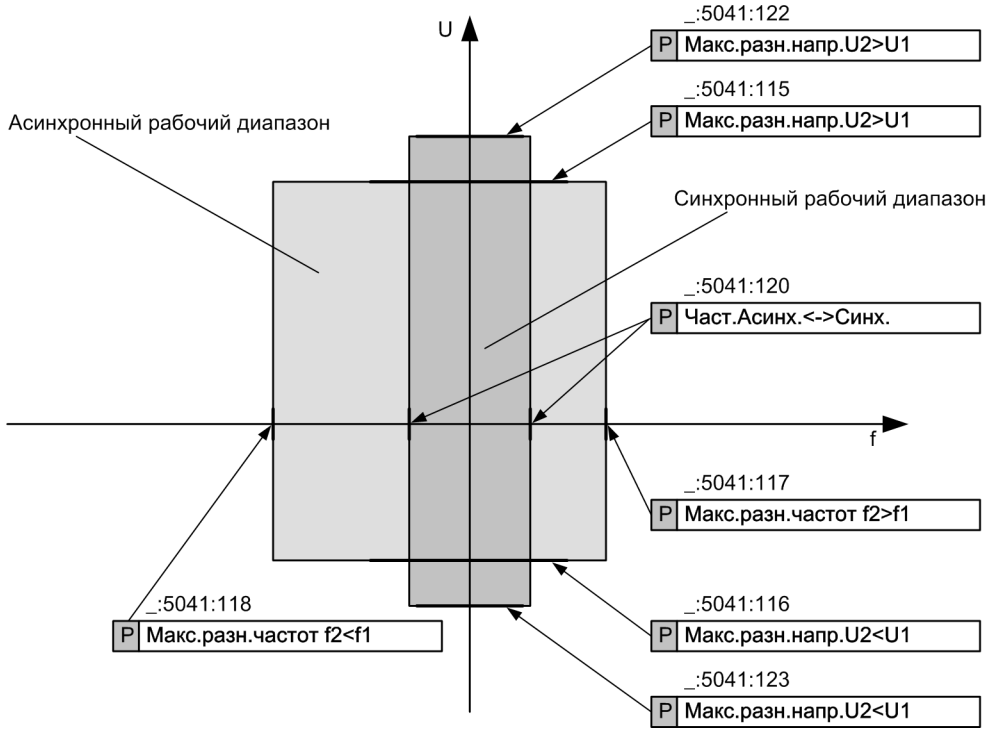
[losynasy-210912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-78 Условия включения асинхронных систем

В этом режиме работы проверяется соответствие условиям разности напряжений ΔU и разности частот Δf. Функция вычисляет момент выдачи команды на включение, принимая в расчет разность углов Δα и время включения выключателя. Расчет выполняется таким образом, чтобы в момент замыкания полюсов выключателя векторы напряжения были равными (ΔU ≈ 0, Δα ≈ 0).

Диапазоны на схеме напряжение-частота (Схема U-f)

Рисунок 7-79 отображает параметры настройки для синхронных и асинхронных условий на схеме U-f. В случае синхронных систем частотный диапазон является очень узким в силу принципа функционирования.



[losynarb-080211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-79 Рабочий диапазон напряжения (U) и частоты (f) в синхронных и асинхронных условиях

7.5.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: **Синхронный режим работы, Асинхронный режим работы**

- Уставка по умолчанию **(_:5041:119) Синхр.реж.раб.** = ***откл***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:114) Асинхр.реж.раб.** = ***откл***

С помощью этого параметра можно активировать или деактивировать режимы работы ступеней. В целях безопасности режимы работы в настройках по умолчанию деактивированы.

Возможны следующие варианты комбинаций:

Синхр.реж.раб.	Асинхр.реж.раб.	Описание
вкл	***вкл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется **синхронный** режим работы. В других случаях активируется **асинхронный** режим работы. Если необходимо выполнить объединение систем с гальванически изолированными нейтралями, выберите этот режим работы.
откл	***вкл***	Независимо от разницы частот и пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, режим работы активен исключительно как **асинхронный**. Для определения момента включения в этом случае во внимание всегда принимается время включения выключателя. Если необходимо включить машины, например, генераторы или асинхронные двигатели, выберите этот режим работы. Если объекты, которые будут объединяться, имеют одинаковую частоту, то этот рабочий режим невозможен. Поскольку, в случае зависимости от положения фазного угла (Δα) разрешение на включение может быть не выдано.
вкл	***откл***	Используйте этот режим работы для гальванически связанных систем. Включение возможно только с синхронными системами (с малым значением Δf).
откл	***откл***	Оба режима работы отключены. Поэтому разрешение на включение через эти режимы работы не может быть выдано. Такая конфигурация может быть рекомендована для особых случаев. Если необходимо включить, например, обесточенные объекты энергосистемы, выберите этот режим работы.

Параметр для асинхронной работы: Макс. разн. потенциалов напряжения и частоты

- Уставка по умолчанию **(_:5041:115) Макс.разн.напр.U2>U1** = ***2,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:116) Макс.разн.напр.U2<U1** = ***2,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:117) Макс.разн.частот f2>f1** = ***0,10 Гц***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:118) Макс.разн.частот f2<f1** = ***0,10 Гц***

Дополнительные сведения см. в разделе **Параметр для синхронной работы**.

Параметр для синхронной работы: Макс. разн. потенциалов напряжения и фазы

- Уставка по умолчанию **(_:5041:122) Макс.разн.напр.U2>U1** = ***5,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:123) Макс.разн.напр.U2<U1** = ***5,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:5041:124) Макс.разн.угл.α2>α1** = ***10***°
- Уставка по умолчанию **(_:5041:125) Макс.разн.угл.α2<α1** = ***10***°

Для значений разности напряжений, частот и фазы доступны два параметра. В случае необходимости с их помощью задаются несимметричные диапазоны включений.

Допустимые величины разности должны гарантировать отсутствие в системе повреждений или срабатывания защит из-за собственных компенсационных процессов элементов энергосистемы (циркули-

рующих токов) и качаний мощности после отключения генерации. Уставки, с другой стороны, не должны быть сконфигурированы слишком близко друг к другу, чтобы не блокировались нужные включения.

Обычно в качестве значений разности используются значения по умолчанию. В зависимости от энергосистемы, настройки необходимо проверять и регулировать по мере необходимости.

Параметр: Переключение между синхронным и асинхронным режимами работы

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5041:120) Част.Асинх.<->Синх.** = ***0,01 Гц***

Этот параметр используется для того, чтобы задавать уставки разности частот для переключения между синхронным и асинхронным режимом работы.

Siemens рекомендует использовать уставки по умолчанию, равные ***0,01 Гц***.

7.5.8.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:5041:1	Синх./Асинх.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5041:101	Синх./ Асинх.1:Мин.раб.пред. Uмин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5041:102	Синх./ Асинх.1:Макс.раб.пред .Uмакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5041:110	Синх./ Асинх.1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5041:108	Синх./ Асинх.1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5041:126	Синх./ Асинх.1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Вкл. без напряж.				
_:5041:105	Синх./ Асинх.1:Ком.включ.при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:5041:106	Синх./ Асинх.1:Ком.включ.при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:5041:107	Синх./ Асинх.1:Ком.включ.при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:5041:103	Синх./Асинх.1:U1,U2 б/ напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:104	Синх./Асинх.1:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:5041:109	Синх./Асинх.1:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.10 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Асинхр. реж. раб.				
_:5041:114	Синх./ Асинх.1:Асинхр.реж.раб.		• откл • вкл	вкл
_:5041:113	Синх./ Асинх.1:Вр.включ.выкля		0.01 с до 0.60 с	0.06 с
_:5041:115	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:116	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:117	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
_:5041:118	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
Синхр. реж. раб.				
_:5041:119	Синх./ Асинх.1:Синхр.реж.раб.		• откл • вкл	вкл
_:5041:120	Синх./ Асинх.1:Част.Асинх.<->Синх.		0.010 Гц до 0.200 Гц	0.010 Гц
_:5041:122	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:123	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:124	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.угл. α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5041:125	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.угл. α2<α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5041:121	Синх./ Асинх.1:Зад.ком.включения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с

7.5.8.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Синх./Асинх.1			
_:5041:81	Синх./Асинх.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5041:500	Синх./Асинх.1:>Выбор	SPS	I
_:5041:502	Синх./Асинх.1:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:5041:503	Синх./Асинх.1:>Пуск проц.синхр.	SPS	I
_:5041:504	Синх./Асинх.1:>Останов проц.синхр.	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5041:506	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:5041:505	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:5041:507	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:5041:508	Синх./Асинх.1:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:5041:501	Синх./Асинх.1:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:5041:54	Синх./Асинх.1:Неактивно	SPS	O
_:5041:52	Синх./Асинх.1:Режим работы	ENS	O
_:5041:53	Синх./Асинх.1:Статус исправности	ENS	O
_:5041:328	Синх./Асинх.1:Выполняется	SPS	O
_:5041:324	Синх./Асинх.1:Разр.ком.включения	SPS	O
_:5041:305	Синх./Асинх.1:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:5041:303	Синх./Асинх.1:Состояние f-синхрон.	SPS	O
_:5041:325	Синх./Асинх.1:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:5041:326	Синх./Асинх.1:Разность углов ОК	SPS	O
_:5041:327	Синх./Асинх.1:Разность частот ОК	SPS	O
_:5041:307	Синх./Асинх.1:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:5041:306	Синх./Асинх.1:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:5041:308	Синх./Асинх.1:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O
_:5041:309	Синх./Асинх.1:Частота f1 > fмакс	SPS	O
_:5041:310	Синх./Асинх.1:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:5041:311	Синх./Асинх.1:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:5041:312	Синх./Асинх.1:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:5041:313	Синх./Асинх.1:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:5041:314	Синх./Асинх.1:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:5041:315	Синх./Асинх.1:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O
_:5041:316	Синх./Асинх.1:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:5041:317	Синх./Асинх.1:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:5041:318	Синх./Асинх.1:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:5041:319	Синх./Асинх.1:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:5041:320	Синх./Асинх.1:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:5041:329	Синх./Асинх.1:dfдифф/dt сл.больш.	SPS	O
_:5041:321	Синх./Асинх.1:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:5041:322	Синх./Асинх.1:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:5041:304	Синх./Асинх.1:Превыш.макс.время	SPS	O
_:5041:323	Синх./Асинх.1:Ошибка уставки	SPS	O

7.5.9 Ступень синхронной/асинхронной работы с командами симметрирования

7.5.9.1 Описание

С помощью данного типа ступени можно различить синхронные и асинхронные режимы работы системы.

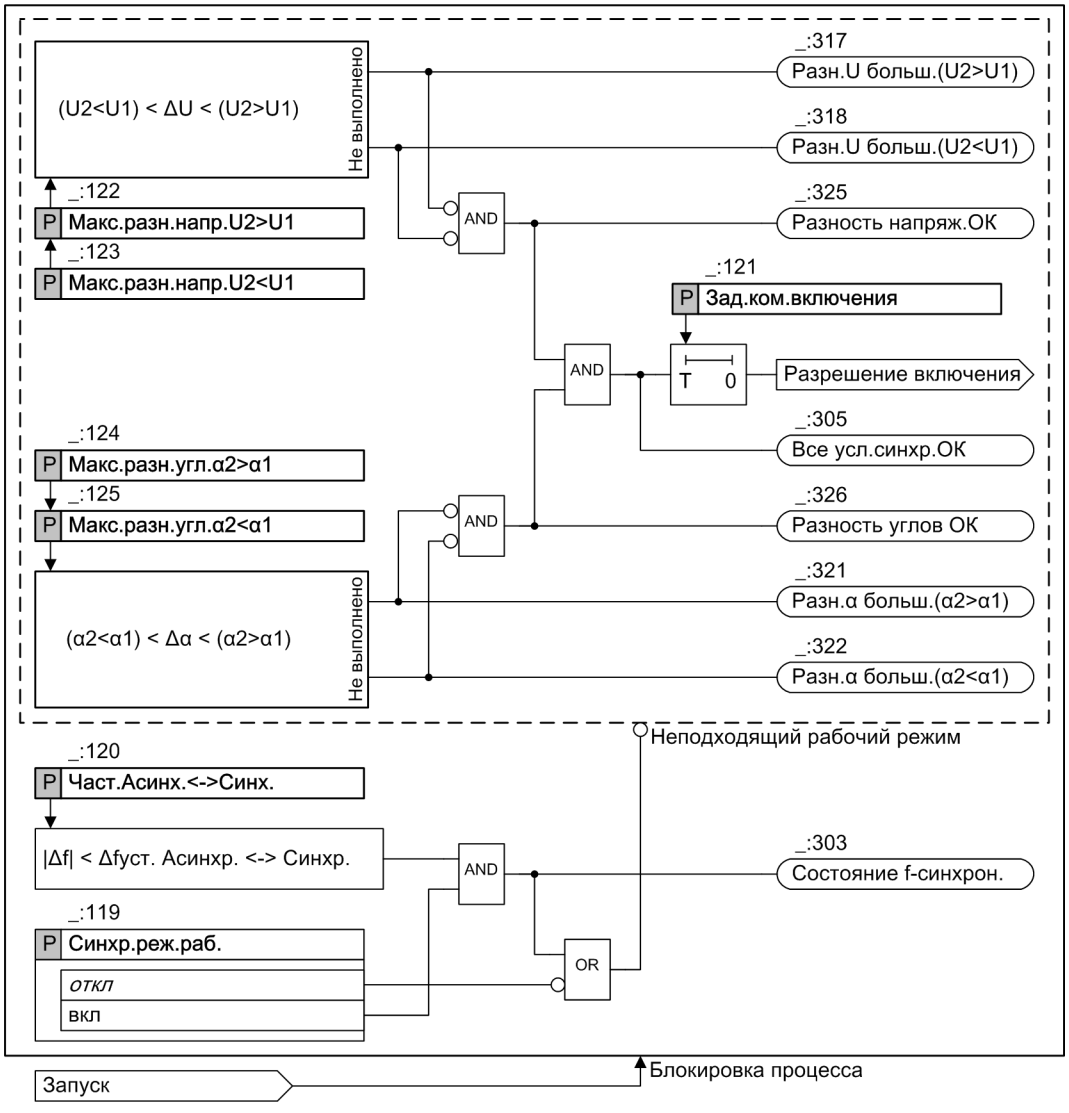
Кроме того, ступень выдает команды регулировки напряжения и частоты (скорости) для достижения необходимых условий включения. Ступень используется для автоматической синхронизации генераторов. Ступень имеет функцию 1-канального включения на параллельную работу.

Если гальванически связанные системы включены на параллельную работу, то они расцениваются как синхронные системы. Типовой характеристикой синхронных систем является равенство частот ($\Delta f \approx 0$). Если разница частот становится меньше величины параметра **Част.Асинх.<->Синх.**, системы расцениваются как синхронные. Если разница частот превышает установленную величину параметра **Част.Асинх.<->Синх.**, системы расцениваются как асинхронные. Это состояние возникает, например, в гальванически разделенных системах.

У обоих состояний есть свой режим работы со своими условиями включения. Оба режима работы можно включить и выключить независимо друг от друга (параметр **Синхр.реж.раб.** и **Асинхр.реж.раб.**). В результате получаем такие комбинации:

Синхр.реж.раб.	**Асинхр.реж.раб.**	Функциональность
вкл	***вкл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется синхронный режим работы. В других случаях активируется асинхронный режим работы.
откл	***вкл***	Независимо от разницы частот и пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, асинхронный режим работы является исключительно активным.
вкл	***откл***	Если разница частот становится меньше установленной пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**, активируется синхронный режим работы. В других случаях ступень неактивна, т.е. разрешение на включение не может быть выдано.
откл	***откл***	Оба режима работы отключены. Разрешение на замыкание при этих режимах работы также не может быть выдано.

Проверка условий включения синхронных систем



[losynsyn_adj_comm, 1, ru_RU]

Рисунок 7-80 Условия включения синхронных систем

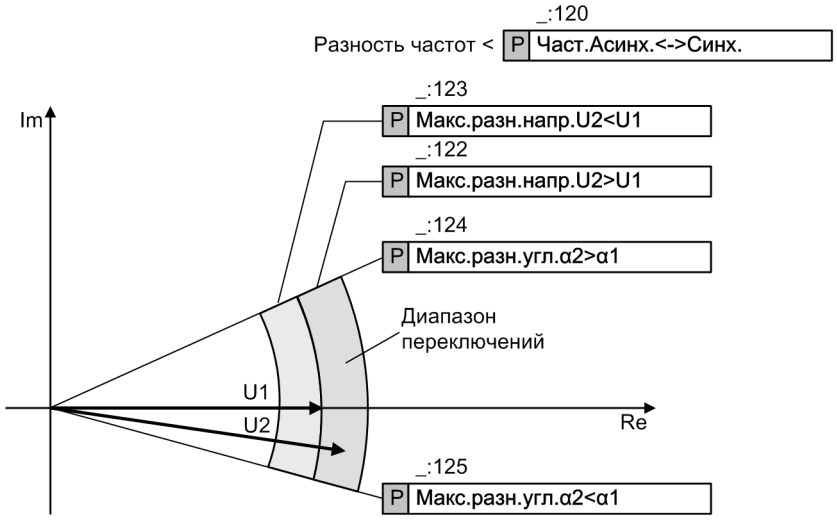
В режиме работы синхронных систем разница частот очень мала. Она меньше пороговой величины **Част.Асинх.<->Синх.**. Состояние обозначается сообщением **Состояние f-синхрон.**.

Параметры ΔU и Δα проверяются на предмет выдачи разрешения на замыкание (см. *Рисунок 7-81*). Сообщение **Все усл.синхр.OK** указывает, что выполняются оба условия. Если в течение установленной выдержки времени условия выполняются (параметр **Зад.ком.включения**), дается разрешение на включение (см. также раздел *7.5.7.1 Описание*).

О выполнении каждого условия сообщается отдельно с помощью сообщений **Разность напряж.OK** и **Разность углов OK**.

Если условие не выполняется, в сообщении указывается подробная информация о том, почему условие не выполнено. Например, если разность напряжений находится вне заданных пределов, выдается сообщение **Разн.U больш.(U2>U1)**. Данное сообщение содержит косвенную информацию о том, что для выполнения успешной синхронизации напряжение U2 должно быть увеличено.

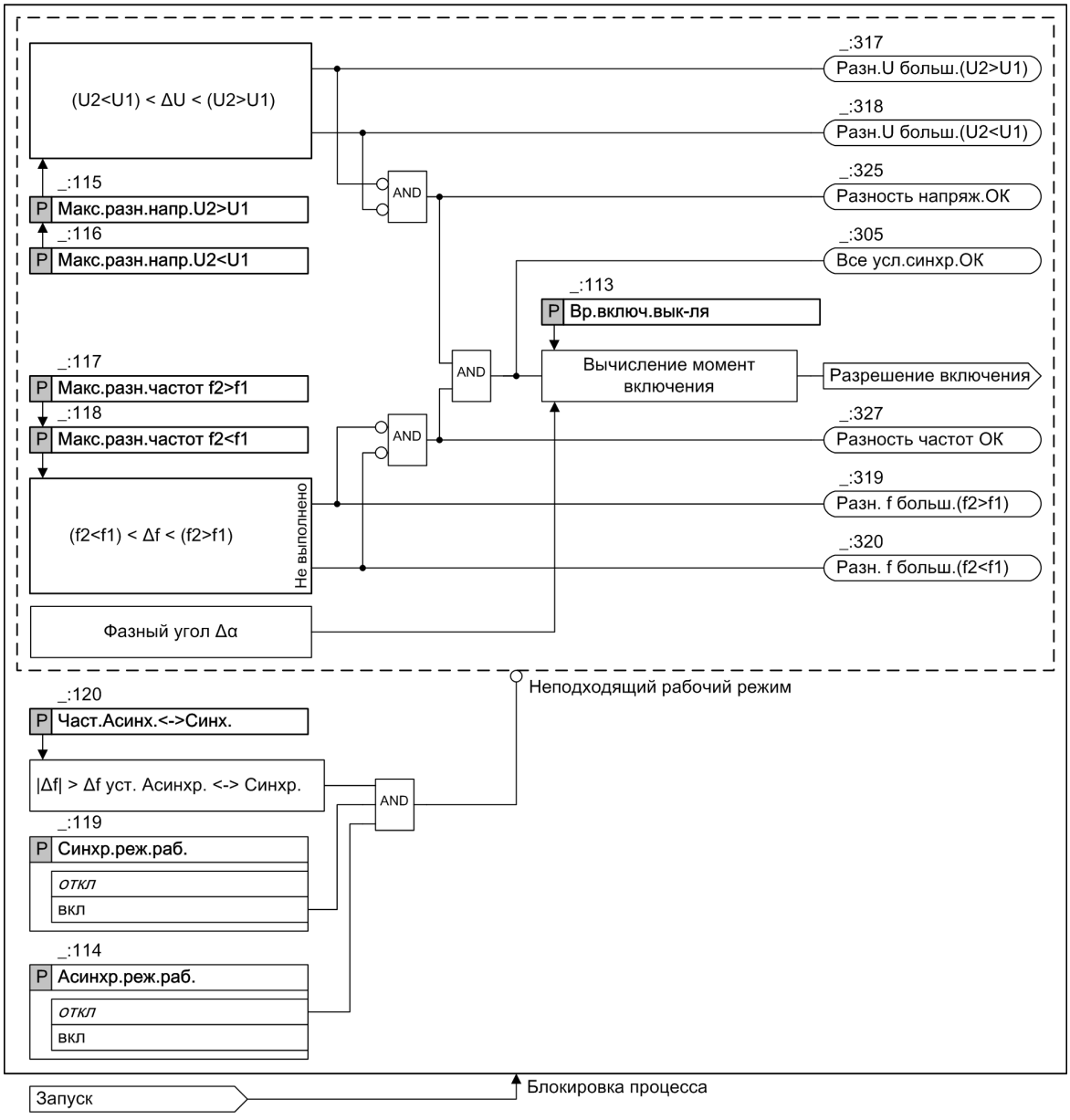
Настройка типа ступени **Расширенные параметры delta-f** и активация параметра **(_:142) Пред.dfдифф/dt асинхр.** также позволяют проверить скорость изменения разности частот. Если допустимая скорость изменения частоты (параметр **(_:143) МксЗndfдифф/dtасинхр**) превышена, выдается сообщение **(_:329) dfдифф/dt сл.больш.**.



[losynzus_adj_comm, 1, ru_RU]

Рисунок 7-81 Включение синхронных систем

Проверка условий включения асинхронных систем



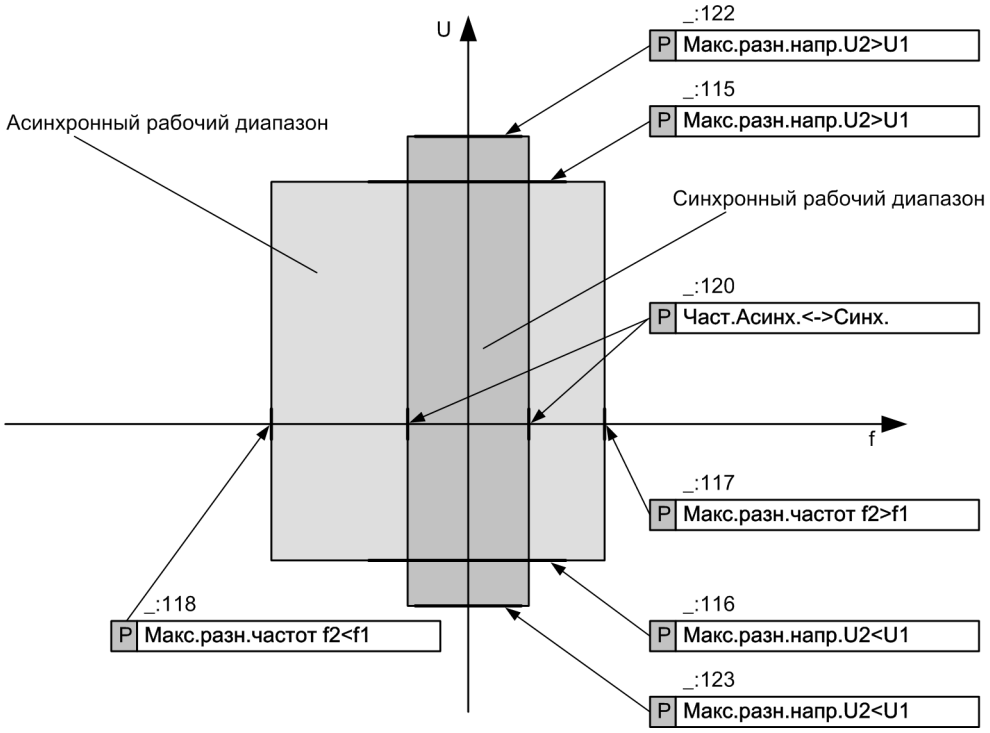
[losynasy_adj_comm, 1, ru_RU]

Рисунок 7-82 Условия включения асинхронных систем

В этом режиме работы проверяется соответствие условиям разности напряжений ΔU и разности частот Δf. Функция вычисляет момент выдачи команды на включение, принимая в расчет разность углов Δα и время включения выключателя. Расчет выполняется таким образом, чтобы в момент замыкания полюсов выключателя векторы напряжения были равными (ΔU ≈ 0, Δα ≈ 0).

Диапазоны на схеме напряжение-частота (Схема U-f)

На следующем рисунке показаны параметры настройки для синхронных и асинхронных условий на схеме U-f. В случае синхронных систем частотный диапазон является очень узким в силу принципа функционирования.



[losynarb_adj_comm, 1, ru_RU]

Рисунок 7-83 Рабочий диапазон напряжения (U) и частоты (f) в синхронных и асинхронных условиях

Команды выравнивания напряжения и частоты

Ступень имеет 2 отдельных блока, разделенных в соответствии с командами выравнивания для напряжения и частоты. Каждый блок генерирует выравнивающие импульсы для увеличения или уменьшения напряжения и частоты.

На ширину импульса команды выравнивания влияют следующие значения:

- Текущие измеренные значения разности напряжений
- Текущие измеренные значения разности частоты
- Скорость изменения уставки dU/dt и df/dt

Кроме того, определена минимальная длительность импульса (**Tмин.имп.U**, **T мин. имп. f**) и максимальная длительность импульса (**Tмакс.имп.U**, **T макс. имп. f**). Минимальная длительность импульса позволяет обеспечить безопасную реакцию регуляторов, в то время как максимальная длительность импульса предотвращает чрезмерную реакцию, то есть превышение желаемого целевого значения. Установленное время бестоковой паузы задерживает переходные состояния.

Команды выравнивания становятся активными после запуска функции синхронизации.

Команды выравнивания напряжения

Параметры **Макс.разн.напр.U2>U1** и **Макс.разн.напр.U2<U1** используются для определения диапазона напряжений, который определяет допустимую разность напряжений для асинхронного включения на параллельную работу Середина диапазона напряжений определяется как значение уставки для команд выравнивания.

Параметры **Tмин.имп.U** и **Tмакс.имп.U** определяют минимальную и максимальную длительность выравнивающего импульса.

Параметр **dU в секунду** определяет скорость изменения значения уставки напряжения. Для определения времени срабатывания функция использует измеренную текущую разность напряжений и значение уставки параметра. Применима следующая формула:

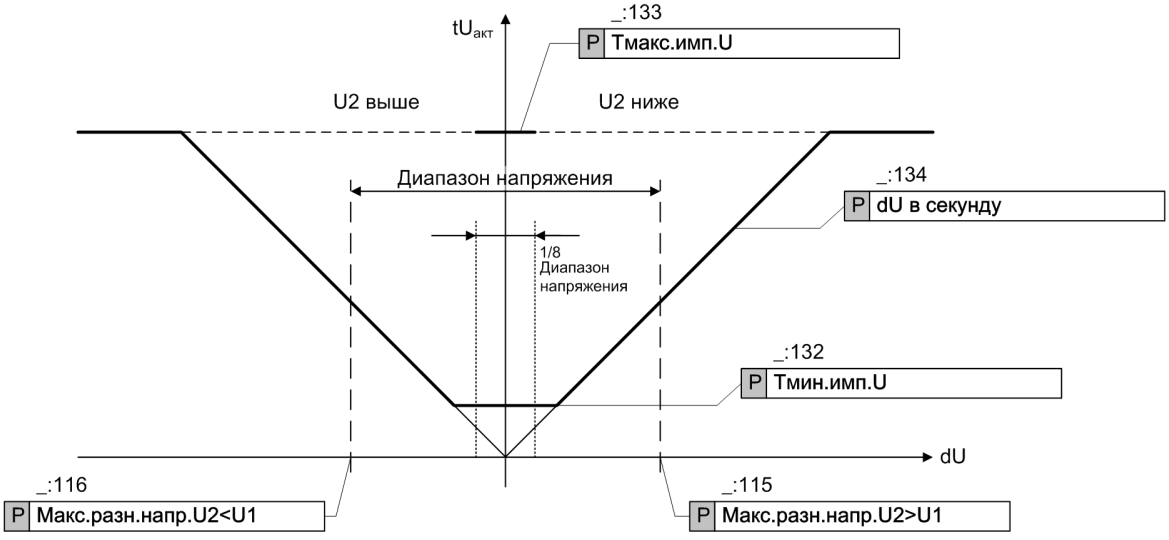
$$tU_{акт} = \frac{dU_{Измеренное\ значение}}{dU/dt} = \frac{dU_{Измеренное\ значение}}{dU\ в\ секунду}$$

[fo_voltage-adujsting-command, 1, ru_RU]

где:

$dU_{Измеренное\ значение}$	Измеренное значение разности напряжений
dU в секунду	Параметр скорости изменения значения уставки по умолчанию

Следующий рисунок показывает влияние данной функции. Когда пределы диапазона напряжений сужаются примерно до 1/8 диапазона напряжения, ступень больше не выдает никаких команд для выравнивания напряжения.



[dw_build_voltage-adjusting-com, 1, ru_RU]

Рисунок 7-84 Формирование команд выравнивания напряжения

Команды выравнивания частоты

Параметры **Макс.разн.частот f2>f1** и **Макс.разн.частот f2<f1** используются для определения диапазона частот, который устанавливает допустимую разность частот для асинхронного включения на параллельную работу. Значение уставки для команд выравнивания не является серединой диапазона частот, оно равно значению, заданному параметром **Уставка Δf д/баланс.**. Если указано положительное значение, то генераторы включаются на параллельную работу способом точной синхронизации сети и могут сразу же передавать активную мощность в сеть.

Параметры **T мин. имп. f** и **T макс. имп. f** определяют минимальную и максимальную длительность выравнивающего импульса. Параметр **df/dt контроллера** определяет скорость изменения значения уставки частоты. Для определения времени срабатывания функция использует измеренную текущую разность частот и значение уставки параметра. Применима следующая формула:

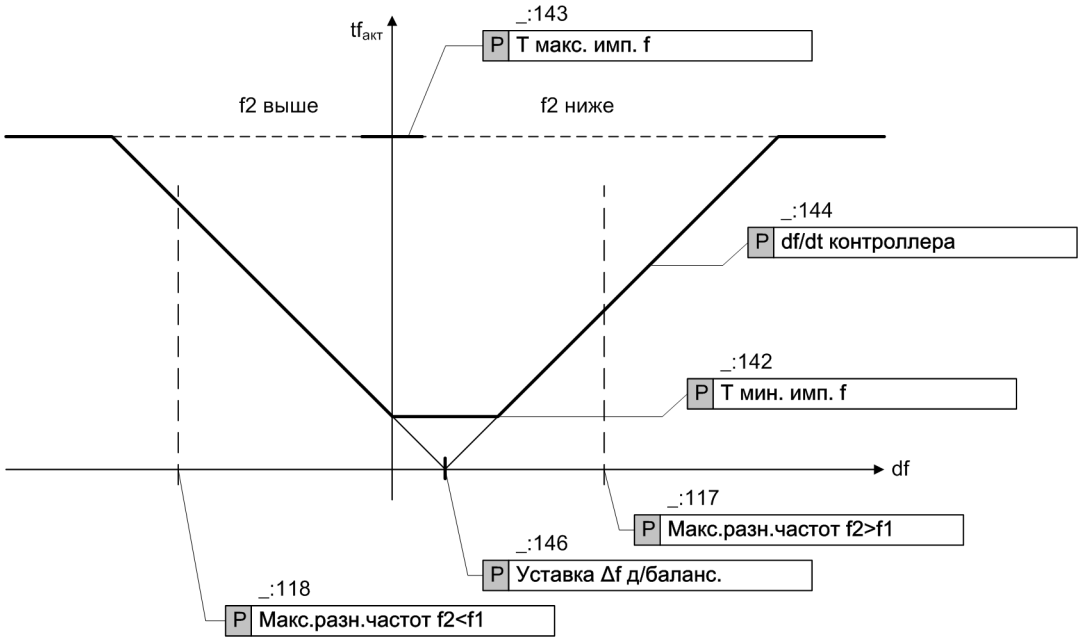
$$tf_{акт.} = \frac{df_{Измеренное\ значение} - \Delta f_{Значение\ уставки}}{df/dt} = \frac{df_{Измеренное\ значение} - Уставка\,\Delta f\ д/баланс.}{df/dt\ контроллера}$$

[fo_frequency-adujsting-command, 1, ru_RU]

где:

$df_{Измеренное\ значение}$	Измеренное значение разности частот
Уставка Δf д/баланс.	Параметр для заданного значения уставки по умолчанию для команд выравнивания частоты
df/dt контроллера	Параметр скорости изменения значения уставки по умолчанию

Следующий рисунок показывает влияние данной функции.



[dw_build_frequency-adjusting-com, 1, ru_RU]

Рисунок 7-85 Формирование команд выравнивания частоты

Если частота была отрегулирована таким образом, что разность частот df ≈ была равна 0, то векторы напряжения U1 и U2 остаются практически неподвижными. Это может привести к разнице в углах, которая не допускает переключения. Для безопасного переключения требуется определенная разность частот. Для достижения этого состояния выдается импульс пуска. Параметр **Разреш.ускор.имп.** может регулировать выдачу импульса пуска. Импульс пуска выдается только в том случае, если разность частот падает ниже значения уставки для параметра **Част.Асинх.<->Синх.**. Параметр **Част.Асинх.<->Синх.** можно найти во входном блоке **Синхр. реж. раб.**. Время срабатывания импульса пуска определяется параметром **Δf для ускорения имп-са**. Применима следующая формула:

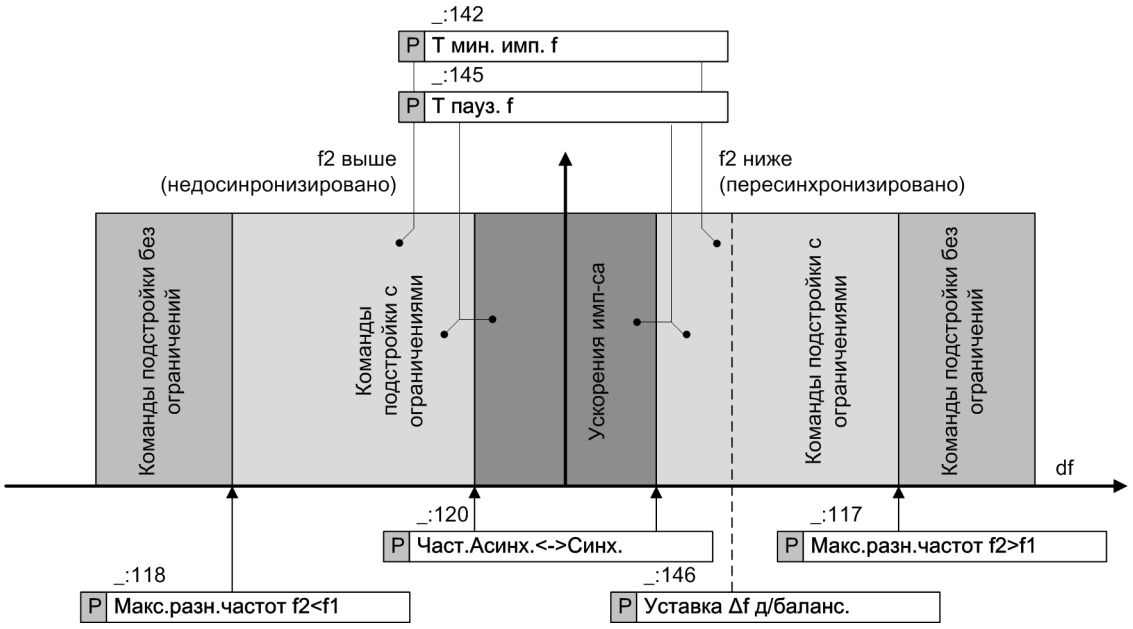
$$tf_{акт.} = \frac{\Delta f \text{ для ускорения имп-са}}{df/dt \text{ контроллера}}$$

[fo_frequency-adujsting-command_01, 1, ru_RU]

где:

$tf_{дейст.}$	Длительность импульса
Δf для ускорения имп-са	Параметр для заданного значения уставки по умолчанию для импульса пуска
df/dt контроллера	Параметр для адаптации команд выравнивания для регулятора

На следующем рисунке показано общее влияние команд выравнивания:



[dw_kick-pulse_freq-adj-com, 1, ru_RU]

Рисунок 7-86 Диапазоны регулировки импульса пуска и частоты

Действия по торможению и контролю

Параметр **Сглаживание** вызывает сглаживание соответствующего измерительного сигнала (dU и df) через рекурсивный фильтр. Сглаживание сигналов предотвращает выдачу ошибочных команд выравнивания напряжения и частоты в случае сильной флуктуации сигналов. Сглаживание имеет свойства низкочастотного фильтра, который соответствует элементу задержки 1-го порядка (характеристика PT1 см. также в *Рисунок 7-93*).

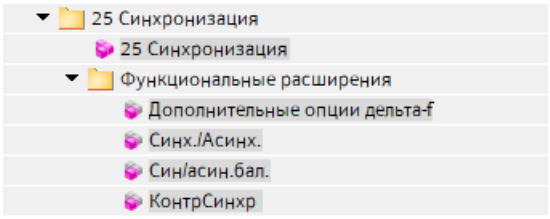
Когда напряжение и частота регулируются одновременно, необходимо убедиться в том, что не будет превышен допустимый предел для перевозбуждения генератора. Перевозбуждение определяется путем мониторинга соотношения $(U/U_{ном})/(f/f_{ном})$ и сравнения с допустимым пороговым значением (параметр **(U/Uном.)/(f/fном.)**). Если пороговое значение превышено, выдается команда выравнивания напряжения. Таким образом, генератор возвращается в допустимый рабочий диапазон. Максимально допустимое пороговое значение напряжения ($U2_{макс}$) для U2 определяется с помощью параметра перевозбуждения и соотношения $f2/f_{ном}$.

Генератор может быть синхронизирован с системой только при определенном значении скольжения. Внутри функции скольжение вычисляется на основе разности частот. При настройке частоты следите за тем, чтобы команды выравнивания частоты не выдавались вблизи потенциальной точки переключения. Когда частота находится в допустимом диапазоне (параметры **Макс.разн.частот f2>f1** и **Макс.разн.частот f2<f1**; см. также *Рисунок 7-86*), определяемая в настоящее время разность углов напряжения (dα) используется для расчета скорости изменения (dα/dt). Это можно постоянно использовать для вычисления оставшегося времени до точки синхронизации (dα → 0). Если определенное время достигает значения параметра **T включ.без симметр.** или падает ниже его, то команда выравнивания частоты больше не будет выдаваться, и любая активная регулировка частоты будет прекращена.

7.5.9.2 Указания по применению и вводу уставок

Используйте тип ступени **Синхронная / асинхронная с балансными командами (Син./Асин.бал.)** для автоматической синхронизации генераторов.

Ступень **Син./Асин.бал.** можно найти в библиотеке DIGSI 5 в разделе **ФГ Выключатель** → **Синхронизация** → **Функциональные расширения**.



[sc_FBadjcomm, 1, ru_RU]

Рисунок 7-87 Извлечение из библиотеки DIGSI

Удалите те ступени функции синхронизации, которые не используются.

Ранжирование трансформаторов напряжения на измерительные точки

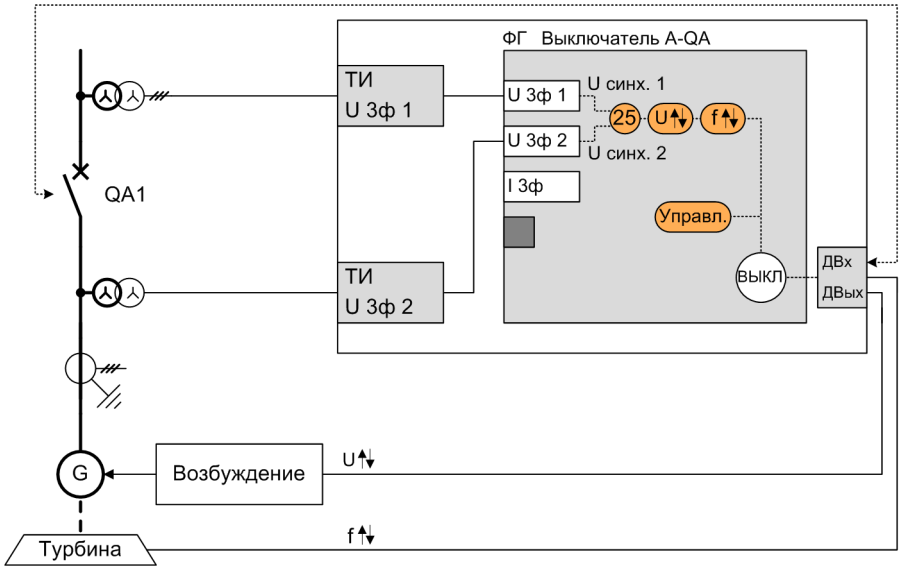
ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что соединения трансформатора, имеющиеся в конкретном приложении, ранжированы до правильной точки измерения!

Ранжирование можно найти в дереве проекта DIGSI 5 в разделе **Соединения функциональных групп → Подключить точки измерения к функциональной группе**.

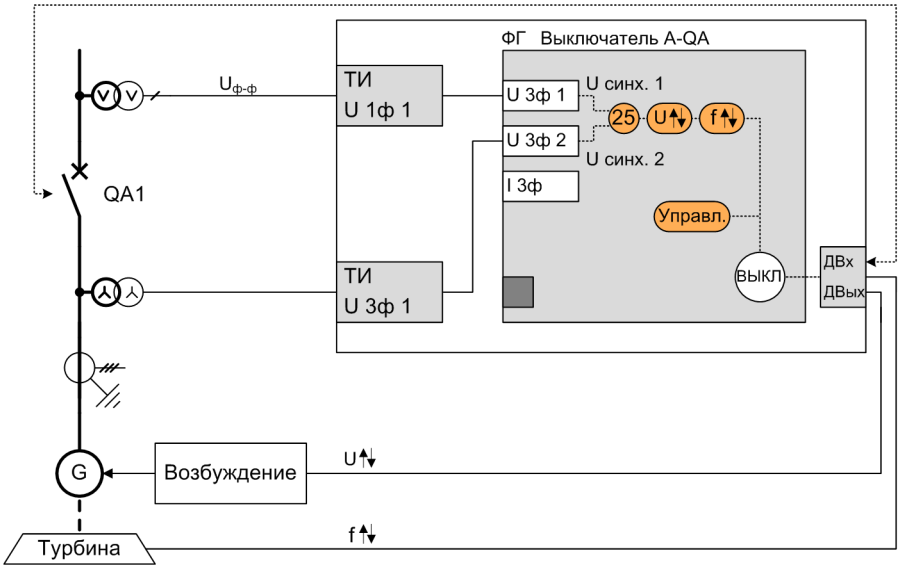
- Ранжируйте соединения трансформатора на стороне системы в ФГ **Выключатель** на вход **U синх. 1**.
- Ранжируйте соединения трансформатора на стороне генератора в ФГ **Выключатель** на вход **U синх. 2**.

На следующих рисунках показаны возможные варианты подключения трансформаторов напряжения:



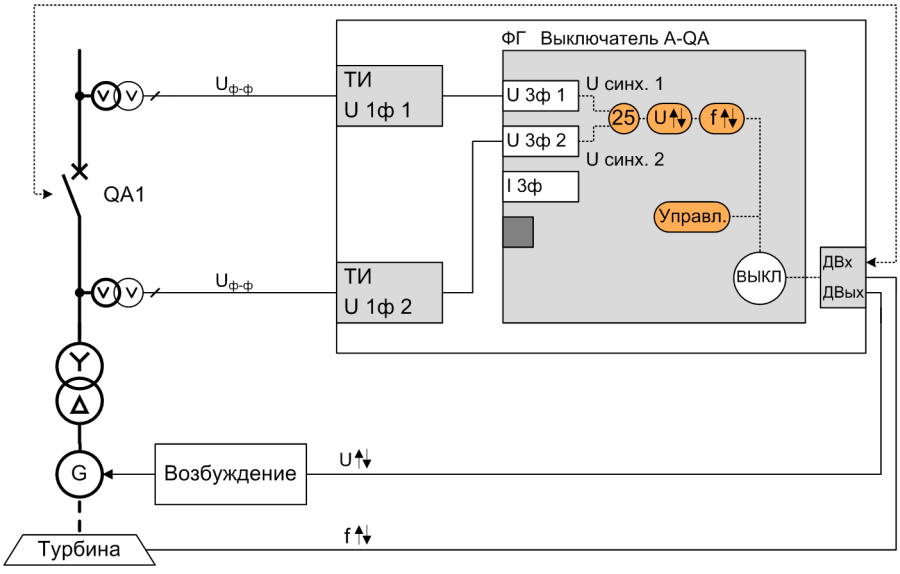
[dw_dim_two_3ph-voltage-trans, 1, ru_RU]

Рисунок 7-88 Подключение 3-фазных трансформаторов напряжения



[dw_dim_3ph_and_1ph-voltage-trans, 1, ru_RU]

Рисунок 7-89 Подключение трехфазного и однофазного трансформатора напряжения (межфазное напряжение)



[dw_dim_two_1ph-voltage-trans, 1, ru_RU]

Рисунок 7-90 Подключение двух 1-фазных трансформаторов напряжения (фазные напряжения)

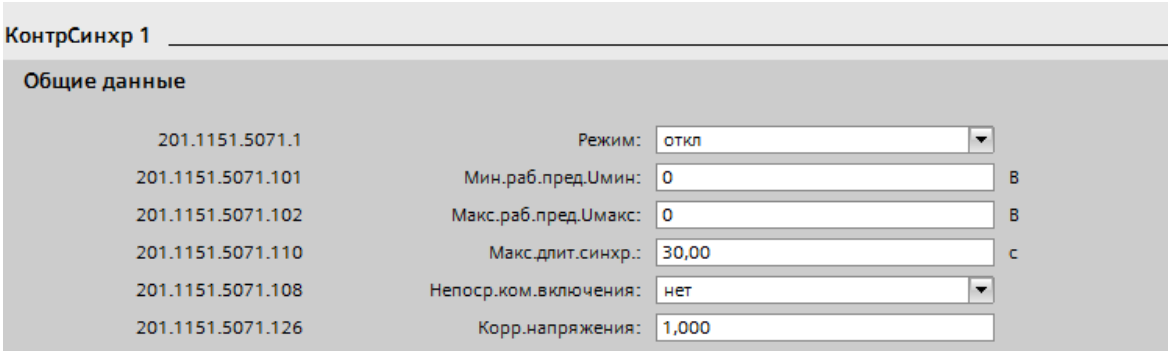
Если вы ранжировали трансформаторы напряжения в точки измерения, установите соответствующие данные трансформатора в **Данные системы**.

В ФГ **Выключатель**, в разделе **Общие данные**, установите номинальное напряжение, которое используется в качестве опорного для масштабирования в процентах.

Siemens рекомендует ранжировать функциональные измеренные значения в запись о повреждении в дополнение к логическим сигналам. Ранжируйте как минимум функциональные измеренные значения *(_:2311:300) dU*, *(_:2311:301) df* и *(_:2311:302) da* в запись о повреждении. Это позволяет документировать ввод в эксплуатацию и, следовательно, качество синхронизации.

Асинхронный режим работы определяет автоматическую синхронизацию генераторов. Поэтому параметры этого режима работы описаны в следующих разделах.

Основные параметры можно найти на листе уставок для ступени **Син./Асин.бал.** в блоке **Общие данные**. Уставки по умолчанию для параметров являются типичными значениями. Вы можете использовать уставки по умолчанию, если трансформатор имеет вторичное номинальное напряжение 100 В.



[sc_FBO_adj_comm, 1, ru_RU]

Рисунок 7-91 Блокировка **Общих данных** для **Син./Асин.Бал.** Ступень в листе уставок DIGSI

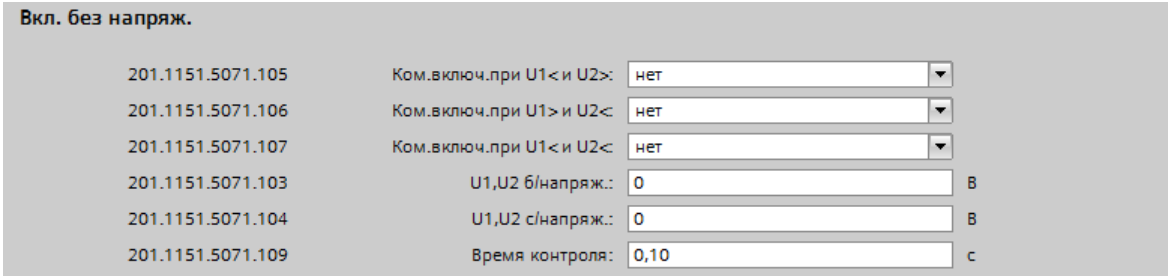
Если вы хотите переключить генератор на обесточенную шину (холодный пуск), то Siemens рекомендует сохранять значения по умолчанию и управлять выходом через дискретный входной сигнал *(_:506) >Реж.раб."U1<U2>"*.

Предустановленные диапазоны напряжения U1 <5 В (обесточенная сборная шина) и U2> 80 В (генератор под напряжением) проверяются только один раз, когда активен дискретный входной сигнал *(_:506) >Реж.раб."U1<U2>"*. Siemens рекомендует использовать эту процедуру.

С другой стороны, если установить параметр **(_:105) Ком.включ.при U1< и U2>** = ***да***, диапазоны напряжений будут проверяться автоматически после начала синхронизации. Условие U1 <5 V выполняется, если напряжение действительно равно 0 В или в случае обрыва.

В случае обрыва текущее состояние напряжения шины неизвестно, и существует вероятность неправильной синхронизации. В этом случае вы можете повысить безопасность, используя следующие меры:

- Специалист по эксплуатации намеренно сбрасывает синхронизацию.
- В качестве альтернативы вы можете управлять сбросом через резервный 2-й канал. Если U1 <5 В (обесточенная шина), то дискретный входной сигнал *(_:506) >Реж.раб."U1<U2>"* является активным.



[sc_FB_spglos_sch, 1, ru_RU]

Рисунок 7-92 **Обесточ. перекл.** Блокировка для **Син./Асин.Бал.** Ступень в листе уставок DIGSI



ПРИМЕЧАНИЕ

В случае холодного запуска подключение трехфазного напряжения обеспечивает преимущество, позволяя контролировать все напряжения. Это повышает безопасность данного варианта применения.

Параметры: Синхр.реж.раб., Асинхр.реж.раб.

- Уставка по умолчанию **(_:119) Синхр.реж.раб.** = ***откл***
- Уставка по умолчанию **(_:114) Асинхр.реж.раб.** = ***откл***

С помощью этих параметров можно включать или выключать режим работы ступени в отдельности. В целях безопасности режимы работы в настройках по умолчанию деактивированы. Включите **Асинхр.реж.раб.** = ***Вкл***.

Возможные комбинации режимов работы можно найти в главе *7.5.8.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Параметр для асинхронной работы: Максимальные дифференциальные значения напряжения и частоты

- Уставка по умолчанию **(_:113) Вр.включ.вык-ля** = ***0,06 с***
- Уставка по умолчанию **(_:115) Макс.разн.напр.U2>U1** = ***2,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:116) Макс.разн.напр.U2<U1** = ***2,0 В***
- Уставка по умолчанию **(_:117) Макс.разн.частот f2>f1** = ***0,10 Гц***
- Уставка по умолчанию **(_:118) Макс.разн.частот f2<f1** = ***0,10 Гц***

Уставки по умолчанию - это типичные значения, которые можно использовать для синхронизации генераторов. Например, если вы хотите подключиться к сети только суперсинхронно, установите параметр **(_:118) Макс.разн.частот f2<f1** = 0 Гц.

Параметр **(_:113) Вр.включ.вык-ля** позволяет установить время срабатывания контура замыкания (время срабатывания автоматического выключателя + время вспомогательного реле, если это применимо). Необходимо измерить это время во время ввода в эксплуатацию.

Параметр: Част.Асинх.<->Синх.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:120) Част.Асинх.<->Синх.** = ***0,01 Гц***

Параметр **Част.Асинх.<->Синх.** устанавливает разность частот для переключения между синхронным и асинхронным режимом. Этот параметр можно найти в блоке **Синх. реж.раб**.

Siemens рекомендует использовать значение данной уставки по умолчанию, составляющее ***0,01 Гц***.

Этот параметр также учитывается при активации импульса пуска (см. *Рисунок 7-86*).

Параметры для балансных команд, используемых для регулировки напряжения

В качестве балансных команд для регулировки напряжения используются следующие параметры:

- **(_:131) Баланс. напряж.U2**
- **(_:132) Тмин.имп.U**
- **(_:133) Тмакс.имп.U**
- **(_:134) dU в секунду**
- **(_:135) T пауз. U**
- **(_:136) Сглаживание**
- **(_:137) (U/Uном.)/(f/fном.)**

Параметр: Баланс. напряж.U2

- Уставка по умолчанию **(_:131) Баланс. напряж.U2** = ***откл***

Параметр **Баланс. напряж.U2** указывает, хотите ли вы выдать команды балансировки для напряжения U2 на стороне генератора или нет. Если вы хотите выдать команды балансировки напряжения, то для регулировки напряжения доступны 2 альтернативы.

Значение параметра	Описание
откл	Если выбрать это значение уставки, то балансные команды не будут выдаваться для напряжения U2 со стороны генератора.
отпайка трансф-ра	Если выбрать это значение уставки, то балансные команды выдаются в регулятор напряжения. Команды балансировки регулируют напряжение с помощью РПН на трансформаторе с длительностью импульса **Тмакс.имп.U**.
баланс.импульсы	Если выбрать это значение уставки, то балансные команды выдаются для напряжения U2 в регулятор напряжения генератора.

Параметр: Тмин.имп.U

- Уставка по умолчанию **(_:132) Тмин.имп.U** = ***0,10 с***

Параметр **Тмин.имп.U** устанавливает минимальное время управляющего импульса. Это соответствует минимальному времени, на которое реагирует регулятор напряжения. Установите параметр **Тмин.имп.U** равным этому предельному значению. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

Параметр: Тмакс.имп.U

- Уставка по умолчанию **(_:133) Тмакс.имп.U** = ***1,00 с***

Параметр **Тмакс.имп.U** устанавливает максимальное время управляющего импульса. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Это позволяет избежать чрезмерной регулировки напряжения в случае больших разностей напряжений.

Параметр: dU в секунду

- Уставка по умолчанию **(_:134) dU в секунду** = ***2,00 В/с***

Параметр **dU в секунду** регулирует балансные команды в регуляторе. Таким образом, можно правильно определить значение уставки. Длительность управляющего импульса определяется, исходя из измеренного дифференциального напряжения и из уставки параметра. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Для оценки времени срабатывания используйте следующую формулу.

$$tU_{акт} = \frac{dU_{Измеренное\ значение}}{dU/dt} = \frac{dU_{Измеренное\ значение}}{dU\ в\ секунду}$$

[fo_voltage-adujsting-command, 1, ru_RU]

где:

$dU_{Измеренное\ значение}$	Измеренное значение разности напряжений
dU в секунду	Параметр для задания скорости изменения уставки

ПРИМЕР:

К примеру применимы следующие значения:

Измеренное значение разности напряжений	dU = 4 В
Уставка параметра	**dU в секунду** = ***2 В/с***

Для оценки длительности балансного импульса используйте следующую формулу:

$$tU_{акт.} = \frac{dU_{Измеренное\ значение}}{dU/dt} = \frac{4\ В}{2\ В/с} = 2\ с$$

[fo_du-dt_2v-s, 1, ru_RU]

Расчетная длительность импульса уставки составляет 2 с. Значение уставки параметра **(_:133) Тмакс.имп.U** ограничивает максимальную длительность установочного импульса до 1 с. В этом случае применяется значение 1 с.

Параметр: T пауз. U

- Уставка по умолчанию **(_:135) T пауз. U** = ***5,00 c***

Параметр **T пауз. U** устанавливает время бестоковой паузы между балансными командами. Это позволяет контроллеру или генератору реагировать на управляющий импульс. Значение уставки необходимо определить во время ввода устройства в эксплуатацию.

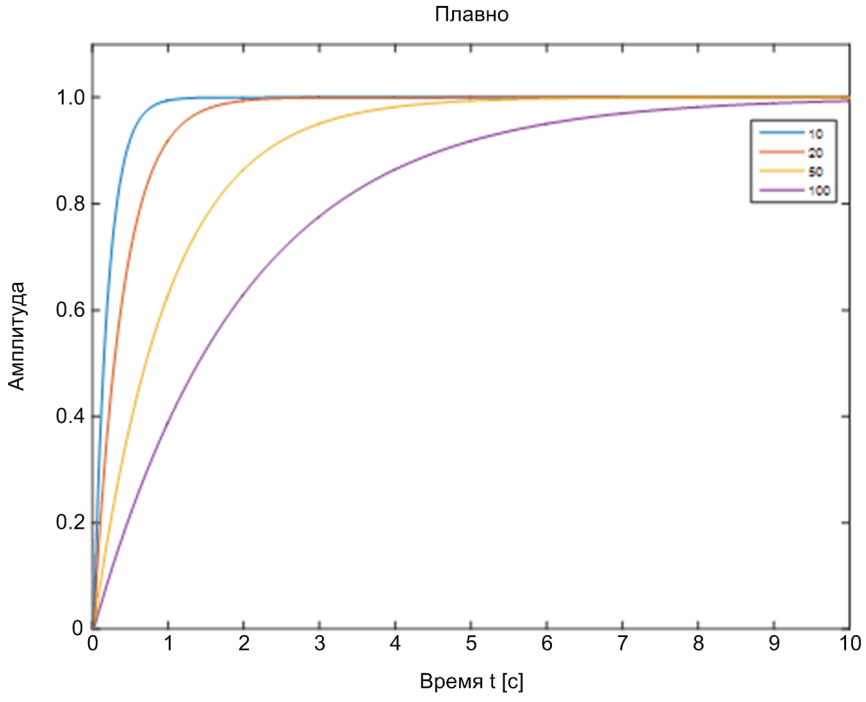
Параметр: Сглаживание

- Уставка по умолчанию **(_:136) Сглаживание** = ***1***

Параметр **Сглаживание** используется для дополнительного сглаживания измеренных значений напряжения *dU*.

Если во время ввода в эксплуатацию измеренное дифференциальное напряжение *dU* колеблется, увеличьте уставку по умолчанию. Сглаживание отличается поведением нижних частот (поведение PT1).

Рисунок 7-93 позволяет оценить влияние уставки параметра. На следующем рисунке показана переходная характеристика. Чем дольше задержка, тем больше эффект сглаживания.



[dw_characteristic-adjusting-com, 1, ru_RU]

Рисунок 7-93 Эффект сглаживания в зависимости от заданного параметра

Параметр: (U/Uном.)/(f/fном.)

- Уставка по умолчанию **(_:137) (U/Uном.)/(f/fном.)** = ***1,10***

Параметр **(U/Uном.)/(f/fном.)** определяет пороговое значение перевозбуждения.

Уставка по умолчанию является типичным значением. Обратите внимание, что пороговые значения относятся к первичному напряжению. Вы также можете легко рассчитать величину с помощью вторичных значений, поскольку трансформаторы напряжения обычно точно регулируются на номинальное напряжение установки. В случае отклонений необходимо исправить уставку по умолчанию.

ПРИМЕР:

Допустимое значение $(U/U_{ном})/(f/f_{ном})$	1,1
Первичное номинальное напряжение генератора	$U_{перв}$ = 10,5 кВ
Первичное напряжение трансформатора напряжения	$U_{перв, транс.}$ = 10 кВ

Это дает следующие значения вторичной настройки:

$$(U/U_{ном.})/(f/f_{ном.}) = \frac{U}{f} \cdot \frac{U_{перв.}}{U_{перв.,транс.}} = 1.1\frac{10.5\ кВ}{10\ кВ} = 1.15$$

[fo_v-rated_the_generator, 1, ru_RU]

Параметры для балансных команд, используемых для регулировки частоты

В качестве балансных команд для регулировки частоты используются следующие параметры:

- **Частота симметрии f2**
- **T мин. имп. f**
- **T макс. имп. f**
- **df/dt контроллера**
- **T пауз. f**
- **Уставка Δf д/баланс.**
- **Сглаживание**
- **T включ.без симметр.**
- **Разреш.ускор.имп.**
- **Δf для ускорения имп-са**
- **Торможение**

Параметр: Частота симметрии f2

- Уставка по умолчанию **(_:141) Частота симметрии f2** = ***откл***

Параметр **Частота симметрии f2** указывает, хотите ли вы выдавать команды балансировки для частоты f2 на стороне генератора или нет.

Значение параметра	Описание
откл	Если выбрать это значение уставки, то балансные команды не будут выдаваться для частоты f2 со стороны генератора.
баланс.импульсы	Если выбрать это значение уставки, то балансные команды будут выдаваться для частоты f2 со стороны генератора.

Параметр: T мин. имп. f

- Уставка по умолчанию **(_:142) T мин. имп. f** = ***0,10 c***

Параметр **T мин. имп. f** устанавливает минимальное время управляющего импульса. Это соответствует минимальному времени, на которое реагирует регулятор частоты. Установите время равным этому предельному значению. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

Параметр: T макс. имп. f

- Уставка по умолчанию **(_:143) T макс. имп. f** = ***1,00 c***

Параметр **T макс. имп. f** устанавливает максимальное время управляющего импульса. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной. Это позволяет избежать чрезмерной регулировки скорости в случае больших разностей частоты.

Параметр: df/dt контроллера

- Уставка по умолчанию **(_:144) df/dt контроллера** = ***1,00 Гц/с***

Параметр **df/dt контроллера** регулирует балансные команды в регуляторе. Это позволяет правильно задать уставку. Управляющий импульс определяется из измеренной дифференциальной частоты, уставки параметра **df/dt контроллера** и уставки **Уставка Δf д/баланс.**. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

Для оценки длительности балансного импульса используйте следующую формулу:

$$tf_{акт.} = \frac{df_{Измеренное\ значение} - \Delta f_{Значение\ уставки}}{df/dt} = \frac{df_{Измеренное\ значение} - Уставка\,\Delta f\ д/баланс.}{df/dt\ контроллера}$$

[fo_frequency-adujsting-command, 1, ru_RU]

где:

$df_{Измеренное\ значение}$	Измеренное значение разности частот
Уставка Δf д/баланс.	Параметр для определения значения уставки по умолчанию для балансных команд частоты
df/dt контроллера	Параметр для задания скорости изменения уставки

Параметр: T пауз. f

- Уставка по умолчанию **(_:145) T пауз. f** = ***10,00 с***

Параметр **T пауз. f** устанавливает время бестоковой паузы между балансными командами. Это позволяет контроллеру и генератору реагировать на управляющий импульс. Значение уставки необходимо определить во время ввода устройства в эксплуатацию.

Параметр: Уставка Δf д/баланс.

- Уставка по умолчанию **(_:146) Уставка Δf д/баланс.** = ***0,04 Гц***

Параметр **Уставка Δf д/баланс.** определяет уставку для настройки частоты. Уставка по умолчанию в большинстве случаев является достаточной.

ПРИМЕР:

Измеренное значение разности частот	df = 0,5 Гц
Уставка параметра	**df/dt контроллера** = 1 Гц/с
Значение уставки	**Уставка Δf д/баланс.** = 0,04 Гц

Для вычисления длительности балансного импульса используйте следующую формулу:

$$tf_{акт.} = \frac{df_{Измеренное\ значение} - \Delta f_{Значение\ уставки}}{df/dt} = \frac{0.5\ Гц - 0.04\ Гц}{1\ Гц/с} = 0.46\ с$$

[fo_df-dt_1hz-s, 1, ru_RU]

Параметр: Сглаживание

- Уставка по умолчанию **(_:147) Сглаживание** = ***1***

Параметр **Сглаживание** используется для дополнительного сглаживания измеренных значений частоты df. Если во время ввода в эксплуатацию измеренная дифференциальная частота df коле-

блется, увеличьте уставку по умолчанию. В частности, для гидроэлектростанций скорость генератора может колебаться, что требует соответствующей регулировки.

Сглаживание приводит к поведению пропорциональной передачи с задержкой 1-го порядка (поведение PT1). *Рисунок 7-93* позволяет оценить влияние уставки параметра.

Параметр: T включ.без симметр.

- Уставка по умолчанию **(_:148) T включ.без симметр.** = ***5,00 c***

Параметр **T включ.без симметр.** устанавливает время, в течение которого выдача балансных команд невозможна. Это позволяет избежать изменения частоты в момент переключения. Таким образом, время представляет оставшуюся продолжительность вплоть до возможного переключения. Параметр **T включ.без симметр.** активен в том случае, если разность частот находится в пределах заданного диапазона (см. *Рисунок 7-86*).

Для оценки времени выполните следующее:

Используйте заданную разность частот для расчета продолжительности периода. По истечении половины этого времени векторы находятся в противофазе. Перед переключением не настраивайте частоту в диапазоне от 120° до 180°.

ПРИМЕР:

Установленный диапазон частот в примере равен df = 0,1 Гц.

При этом пороговом значении продолжительность периода выглядит следующим образом:

$$T_{df} = \frac{1}{df} = \frac{1}{0.1\ Гц} = 10\ c$$

[fo_Tdf, 1, ru_RU]

Предполагая постоянную дифференциальную частоту равной 0,1 Гц, dα изменяется на 360° за 10 с.

Для оценки минимального времени бестоковой паузы может использоваться правило трех следующим образом:

360° = 10 с

120° = $t_{мин}$

$$t_{мин.} = \frac{120° \cdot 10\ c}{360°} = 3.33\ c$$

[fo_frequenzband, 1, ru_RU]

Задайте параметр **T включ.без симметр.** равным более высокому значению, поскольку на практике текущая дифференциальная частота меньше 0,1 Гц (например, заданное значение 0,04 с).

При дифференциальной частоте 0,04 Гц поворот на 360° занимает 25 с, что приводит к минимальному времени бестоковой паузы около 8 с.

В примере показано, что значение по умолчанию 5,00 с является достаточным значением.

Параметр: Разреш.ускор.имп.

- Уставка по умолчанию **(_:149) Разреш.ускор.имп.** = ***откл***

Параметр **Разреш.ускор.имп.** позволяет активировать импульс пуска.

Если вам нужен импульс пуска для вашего применения, измените уставку по умолчанию.

Параметр: Δf для ускорения имп-са

- Уставка по умолчанию **(_:150) Δf для ускорения имп-са** = ***0,04 Гц***

Параметр **Δf для ускорения имп-са** определяет уставку для импульса пуска. Из этого получается длительность импульса.

Для **Δf для ускорения имп-са** выберите значение, равное значению параметра **Уставка Δf д/ баланс.**.

Значение уставки, равное 0,04 Гц, приводит к получению следующей длительности импульса пуска:

$$tf_{акт.} = \frac{\Delta f \text{ для ускорения имп-са}}{df/dt \text{ контроллера}} = \frac{0.04 \text{ Гц}}{1 \text{ Гц/с}} = 0.04 \text{ с}$$

[fo_frequency-adujsting-command_02, 1, ru_RU]

Если регулятор не реагирует на этот короткий импульс (tfдейств <t имп. мин), то применяется минимальный импульс **T мин. имп. f**.

Параметр: Торможение

- Уставка по умолчанию **(_:151) Торможение** = ***нет***

Если время бестоковой паузы является слишком коротким, то параметр **Торможение** приводит к более быстрой компенсации регулятора скорости.

Значение параметра	Описание
нет	Уставка по умолчанию ***нет*** является достаточным значением для типичных применений синхронизации.
да	Если время бестоковой паузы является коротким, то переходный процесс еще не будет завершен после управляющего импульса для частоты. Частота может колебаться вокруг значения уставки. Если установить параметр **Торможение** = ***да***, то состояние переходного процесса ослабляется путем отмены управляющего импульса или путем выдачи управляющего импульса в обратном направлении во времени. Siemens рекомендует только это значение уставки, если вы хотите добиться быстрой синхронизации с использованием коротких времен бестоковой паузы или для специальных вариантов применения.

7.5.9.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Син/асин.бал.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Син/асин.бал.#:Мин.раб.пред.Uмин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:102	Син/асин.бал.#:Макс.раб.пред.Uмакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:110	Син/асин.бал.#:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:108	Син/асин.бал.#:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:126	Син/асин.бал.#:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Вкл. без напряж.				
_:105	Син/ асин.бал.#:Ком.включ. при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:106	Син/ асин.бал.#:Ком.включ. при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:107	Син/ асин.бал.#:Ком.включ. при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:103	Син/асин.бал.#:U1,U2 б/напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:104	Син/асин.бал.#:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:109	Син/асин.бал.#:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Асинхр. реж. раб.				
_:114	Син/ асин.бал.#:Асинхр.реж. раб.		• откл • вкл	откл
_:113	Син/ асин.бал.#:Вр.включ.в ык-ля		0.01 с до 0.60 с	0.06 с
_:115	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.н апр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:116	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.н апр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:117	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.ч астот f2>f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
_:118	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.ч астот f2<f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
Синхр. реж. раб.				
_:119	Син/ асин.бал.#:Синхр.реж. раб.		• откл • вкл	откл
_:120	Син/ асин.бал.#:Част.Асинх. <->Синх.		0.010 Гц до 0.200 Гц	0.010 Гц
_:122	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.н апр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:123	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.н апр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:124	Син/ асин.бал.#:Макс.разн.у гл.α2>α1		0 ° до 90 °	10 °

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:125	Син/асин.бал.#:Макс.разн.угл.α2<α1		0 ° до 90 °	10 °
_:121	Син/асин.бал.#:Зад.ком.включения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Симметр. U				
_:131	Син/асин.бал.#:Баланс. напряж.U2		• откл • отпайка трансф-ра • баланс.импульсы	откл
_:132	Син/асин.бал.#:Тмин.имп.U		0.01 с до 1.00 с	0.10 с
_:133	Син/асин.бал.#:Тмакс.имп. U		0.01 с до 60.00 с	1.00 с
_:134	Син/асин.бал.#:dU в секунду		0,100 В/с до 50,000 В/с	2,000 В/с
_:135	Син/асин.бал.#:Т пауз. U		0.10 с до 60.00 с	5.00 с
_:136	Син/асин.бал.#:Сглаживание		1 до 100	1
_:137	Син/асин.бал.#:(U/Uном.)/(f/fном.)		1.00 до 1.40	1.10
Выравн. f				
_:141	Син/асин.бал.#:Частота симметрии f2		• откл • баланс.импульсы	откл
_:142	Син/асин.бал.#:Т мин. имп. f		0.01 с до 1.00 с	0.10 с
_:143	Син/асин.бал.#:Т макс. имп. f		0.01 с до 60.00 с	1.00 с
_:144	Син/асин.бал.#:df/dt контроллера		0.05 Гц/с до 5.00 Гц/с	1.00 Гц/с
_:145	Син/асин.бал.#:Т пауз. f		0.10 с до 60.00 с	10.00 с
_:146	Син/асин.бал.#:Уставка Δf д/баланс.		-1.00 Гц до 1.00 Гц	0.04 Гц
_:147	Син/асин.бал.#:Сглаживание		1 до 100	1
_:148	Син/асин.бал.#:Т включ.без симметр.		1.00 с до 100.00 с	5.00 с
_:149	Син/асин.бал.#:Разреш.ускор.имп.		• откл • вкл	откл
_:150	Син/асин.бал.#:Δf для ускорения имп-са		-1.00 Гц до 1.00 Гц	0.04 Гц
_:151	Син/асин.бал.#:Торможение		• нет • да	нет

7.5.9.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Син/асин.бал.#			
_:81	Син/асин.бал.#:>Блок. ступень	SPS	I
_:500	Син/асин.бал.#:>Выбор	SPS	I
_:502	Син/асин.бал.#:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:503	Син/асин.бал.#:>Пуск проц.синхр.	SPS	I
_:504	Син/асин.бал.#:>Останов проц.синхр.	SPS	I
_:506	Син/асин.бал.#:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:505	Син/асин.бал.#:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:507	Син/асин.бал.#:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:508	Син/асин.бал.#:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:501	Син/асин.бал.#:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:511	Син/асин.бал.#:>Блок.баланс.	SPS	I
_:513	Син/асин.бал.#:>Блок.баланс.поU2	SPS	I
_:514	Син/асин.бал.#:>Блок.баланс.поf2	SPS	I
_:54	Син/асин.бал.#:Неактивно	SPS	O
_:52	Син/асин.бал.#:Режим работы	ENS	O
_:53	Син/асин.бал.#:Статус исправности	ENS	O
_:328	Син/асин.бал.#:Выполняется	SPS	O
_:324	Син/асин.бал.#:Разр.ком.включения	SPS	O
_:305	Син/асин.бал.#:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:303	Син/асин.бал.#:Состояние f-синхрон.	SPS	O
_:325	Син/асин.бал.#:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:326	Син/асин.бал.#:Разность углов ОК	SPS	O
_:327	Син/асин.бал.#:Разность частот ОК	SPS	O
_:307	Син/асин.бал.#:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:306	Син/асин.бал.#:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:308	Син/асин.бал.#:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O
_:309	Син/асин.бал.#:Частота f1 > fмакс	SPS	O
_:310	Син/асин.бал.#:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:311	Син/асин.бал.#:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:312	Син/асин.бал.#:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:313	Син/асин.бал.#:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:314	Син/асин.бал.#:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:315	Син/асин.бал.#:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O
_:316	Син/асин.бал.#:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:317	Син/асин.бал.#:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:318	Син/асин.бал.#:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:319	Син/асин.бал.#:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:320	Син/асин.бал.#:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:329	Син/асин.бал.#:dfдифф/dt сл.больш.	SPS	O
_:321	Син/асин.бал.#:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:322	Син/асин.бал.#:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:304	Син/асин.бал.#:Превыш.макс.время	SPS	O
_:323	Син/асин.бал.#:Ошибка уставки	SPS	O
_:332	Син/асин.бал.#:U2 упр.имп.больше	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:331	Син/асин.бал.#:U2 упр.имп.меньше	SPS	O
_:334	Син/асин.бал.#:f2 упр.имп.больше	SPS	O
_:333	Син/асин.бал.#:f2 упр.имп.меньше	SPS	O

7.5.10 Расширенные проверки (df/dt и сглаженность колебаний)

При настройке функционального блока **Дополнительные опции дельта-f** можно расширить проверки синхронизации, чтобы включить следующие аспекты:

- Ограничение скорости изменения частоты

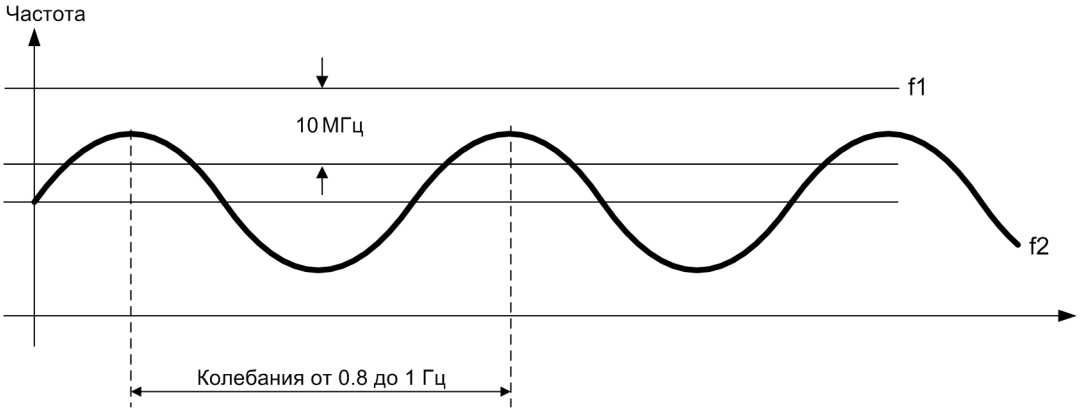
  С помощью этого параметра можно определить дополнительные верхние пределы для скорости изменения разности частот. Эти дополнительные верхние пределы учитываются проверками разрешения для обоих типов ступени. Параметры активации (**(_:140) Пред.dfдиff/dt синхр.** и **(_:142) Пред.dfдиff/dt асинхр.**) и верхних пределов (**(_:141) Мкс.зн.dfдиff/dt синхр.** и **(_:143) МксЗндfдиff/dtасинхр**) для скорости изменения частоты настраиваются избирательно для синхронных и асинхронных условий. Оба типа ступеней учитывают скорость изменения частоты при выдаче разрешения на переключение и выдают сообщения о превышении скорости.

  Если также активизировать параметр для компенсации низкочастотных колебаний (параметр **(_:150) Подавл.колеб.частоты**), скорость изменения частоты будет стабилизироваться при наличии таких колебаний. Стабилизация действует как для асинхронного, так и для синхронного режима.

- Компенсация низкочастотных колебаний

  Если активизировать этот параметр (**(_:150) Подавл.колеб.частоты**), низкочастотные колебания, например, возникшие в результате колебаний сети в диапазоне от 0,8 Гц до 1,6 Гц, будут обнаруживаться и сглаживаться. Это стабилизирует проверки разрешения в присутствии часто изменяющихся нарушений верхних и нижних пределов для указанных пороговых значений частоты. Этот параметр влияет на проверку частоты типов ступени **Контроль синхронизма** и на синхронный режим типа ступени **Синхронная/Асинхронная**. Он не влияет на асинхронный режим.

  В примере, показанном на следующем рисунке, функция контроля синхронизма должна инициировать подачу напряжения, если для допустимой разности частот задано значение 10 мГц без параметра **Подавл.колеб.частоты**, как только частота f2 попадет в диапазон 10 мГц. Если параметр **Подавл.колеб.частоты** активирован, подача напряжения не инициируется, так как среднее значение f2 не попадает в указанный диапазон.



[dwsynfre-101013-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-94 Пример: Разность между постоянной частотой f1 и частотой синусоидальных колебаний f2

Если этот параметр активен, диапазон величин измерения функции распространяется на сглаженную частоту. Разрешение включения в синхронных сетях происходит не раньше, чем через одну секунду. Это время необходимо для сглаживания величин измерения частоты.

Фактическая частота может быть больше или меньше, чем сглаженное значение, в любой момент времени. Параметр **Макс.разн."уст.f"** позволяет ограничить увеличение мгновенного значения частоты относительно соответствующего порогового значения частоты.

7.5.11 Включение на линию/шины без напряжения

7.5.11.1 Описание

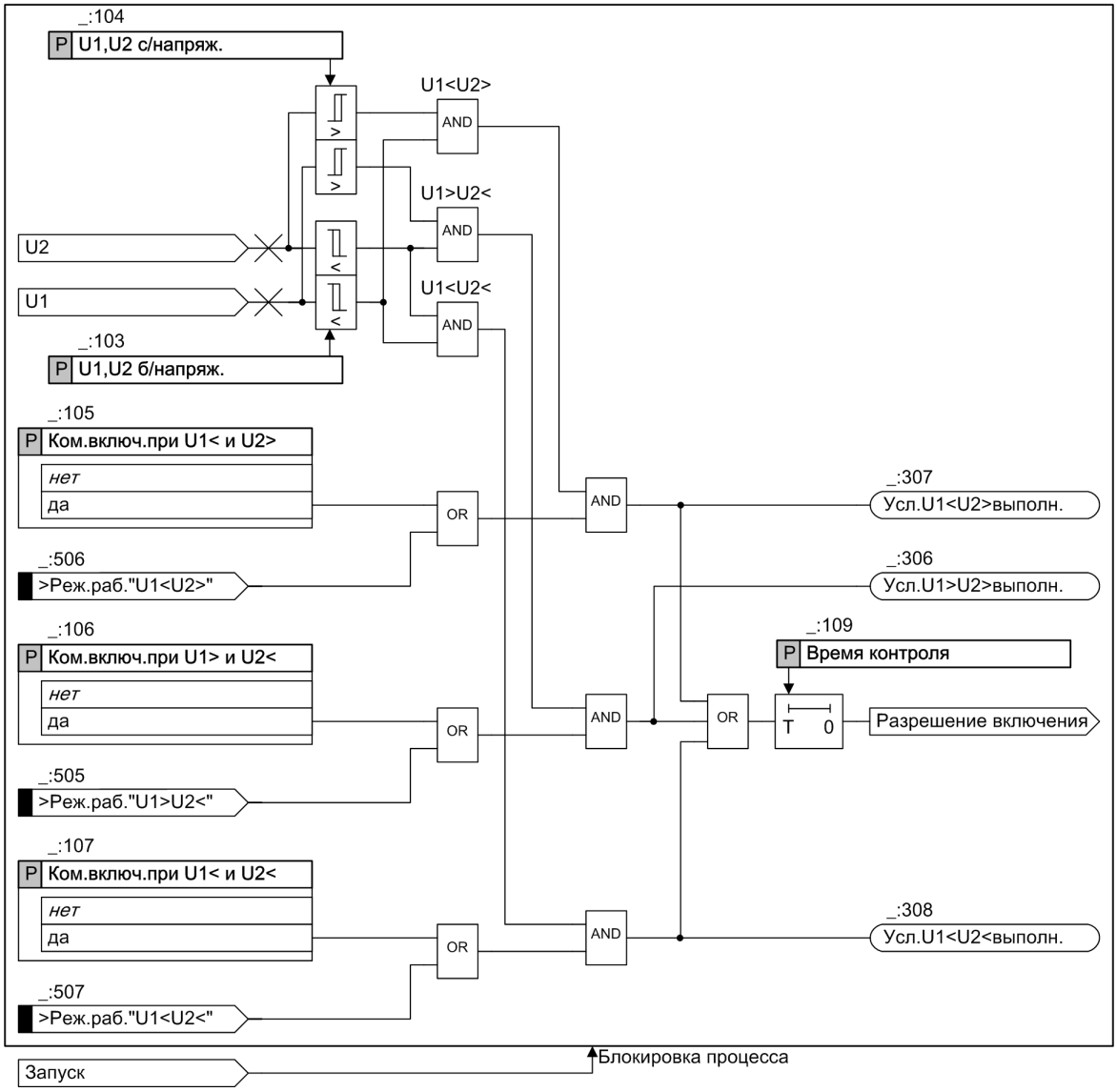
Если, как минимум, одна из двух частей энергосистемы обесточена, эти части могут быть объединены с помощью следующих режимов работы.

Если измеренное напряжение меньше порогового значения **U1,U2 б/напряж.**, определяется нулевой потенциал части электрической системы. В этом случае все фазы сравниваются с параметром **U1,U2 б/напряж.**. Сторона, которая находится под напряжением, должна быть в определенном режиме работы с учетом напряжения и частоты (см. главу *7.5.4.1 Описание*) и превышать уставку **U1,U2 с/напряж.**.

Возможен выбор следующих дополнительных условий включения, которые будут применяться наряду с условиями включения для синхронных систем:

Уставки	Описание
Ком.включ.при U1> и U2<	Включение разрешается при условии, если присутствует напряжение энергосистемы U_1, а объект U_2 обесточен.
Ком.включ.при U1< и U2>	Включение разрешается при условии, если напряжение энергосистемы U_1 отсутсвует, а объект U_2 находится под напряжением.
Ком.включ.при U1< и U2<	Включение разрешается при условии, если энергообъекты U_1 и U_2 обесточены.

Каждое из условий можно активировать через параметры или дискретный вход. Также можно установить параметры для комбинаций, например, включение будет разрешаться, если выполняется условие **Ком.включ.при U1> и U2<** или **Ком.включ.при U1< и U2>**.



[losyn003-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-95 Условия разрешения включения на линию / шину без напряжения

Сообщения **Усл.U1>U2>выполн.**, **Усл.U1<U2>выполн.** и **Усл.U1<U2<выполн.** указывают, что соответствующие условия выполнены.

С помощью параметра **Время контроля** можно задать время контроля, в течение которого должны быть выполнены условия включения обесточенного элемента, после чего включение будет разрешено.

7.5.11.2 Указания по применению и вводу уставок

Если, как минимум, одна из двух частей энергосистемы обесточена, эти части могут быть объединены с помощью следующих режимов работы. Возможные условия разрешения включения команды не зависят друг от друга и могут комбинироваться.

ПРИМЕЧАНИЕ

В целях безопасности параметры разрешения деактивированы в настройках по умолчанию и, следовательно, имеют значение ***нет***. Даже если вы хотите применить один из этих режимов работы, в целях безопасности Siemens рекомендует оставить значение по умолчанию для уставки как ***нет***. Режим работы следует устанавливать только динамически через назначенный сигнал на дискретный вход (например, **>Режим работы 'U1>U2<'**) (см. также *Рисунок 7-95*). Это поможет избежать неправильной статической активации одного из этих режимов работы, которая могла бы привести к неправильному включению.

Параметр: Ком.включ.при U1< и U2>

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:105) Ком.включ.при U1< и U2>** = ***нет***

Уставки	Описание
нет	Разрешение на включение в этом режиме работы не может быть выдано.
да	Если часть энергосистемы U1обесточена, а часть U2 находится под напряжением, разрешение на включение выдается при пуске ступени синхронизации после истечения времени контроля. Данная уставка зависит от эксплуатационных требований. Пожалуйста, примите к сведению изложенную выше информацию.

Параметр: Ком.включ.при U1> и U2<

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:106) Ком.включ.при U1> и U2<** = ***нет***

Уставки	Описание
нет	Разрешение на включение в этом режиме работы не может быть выдано.
да	Если часть энергосистемы U1находится под напряжением, а часть U2 обесточена, разрешение на включение выдается при пуске ступени синхронизации после истечения времени контроля. Данная уставка зависит от эксплуатационных требований. Пожалуйста, примите к сведению изложенную выше информацию.

Параметр: Ком.включ.при U1< и U2<

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:107) Ком.включ.при U1< и U2<** = ***нет***

Уставки	Описание
нет	Разрешение на включение в этом режиме работы не может быть выдано.
да	Если части энергосистемы U1 и U2 обесточены, разрешение на включение выдается при пуске ступени синхронизации после истечения времени контроля. Данная уставка зависит от эксплуатационных требований. Пожалуйста, примите к сведению изложенную выше информацию.

Параметр: U1,U2 с/напряж.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:104) U1,U2 с/напряж.** = ***80 В***

Величина уставки указывает напряжение, выше которого часть энергосистемы (фидер или шина) может считаться гарантировано включенной.

Величина должна быть задана меньше ожидаемого минимального рабочего напряжения. По этой причине Siemens рекомендует выбирать величину данного параметра равной 80 % номинального напряжения. Все напряжения, подключенные в соответствии с спараметрированным измерительным соединением, подвергаются соответствующей проверке Umин/Umакс.

Параметр: U1,U2 б/напряж.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:103) U1,U2 б/напряж.** = ***5 В***

Величина уставки указывает напряжение, ниже которого часть энергосистемы (фидер или шина) может считаться гарантировано обесточенной.

Siemens рекомендует выбирать величину данного параметра равной 5 % номинального напряжения. Все напряжения, подключенные в соответствии с спараметрированным измерительным соединением, подвергаются соответствующей проверке Umин/Umакс.

Параметр: Время контроля

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:109) Время контроля** = ***0,1 с***

Данный параметр определяет время контроля, в течение которого должны быть по минимуму выполнены указанные выше дополнительные условия активации при включении в отсутствии напряжения, до того как будет выдано разрешение на включение. С учетом переходного процесса, Siemens рекомендует установить значение ***0,1 с***.

Параметр: Непоср.ком.включения

- Рекомендуемое значение уставки **(_:5071:108) Непоср.ком.включения** = ***нет***

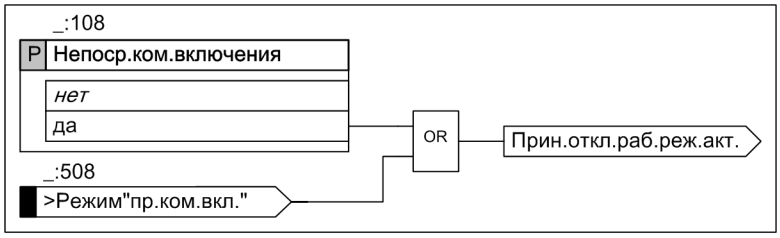
В этом режиме работы функция выдает разрешение на включение без всякого контроля при пуске ступени синхронизации. Включение выполняется немедленно.

ПРИМЕЧАНИЕ

В целях безопасности Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию ***нет***. Если необходимо выполнить прямое включение, Siemens рекомендует использовать этот режим работы динамически через сигнал на дискретном входе **>Режим"пр.ком.вкл."** (см. также *Рисунок 7-97*). Это поможет избежать неправильной статической активации одного из этих режимов работы, которая могла бы привести к неправильному включению.

7.5.12 Команда прямого включения

Команду прямого включения режима работы можно активизировать статически через параметр **Непоср.ком.включения** или динамически через сигнал на дискретном входе **>Режим"пр.ком.вкл."** (см. *Рисунок 7-96*).



[losyndir-140611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-96 Активация команды прямого включения режима работы

Функция **Команда прямого включения** режима работы инициирует разрешение на включение без проведения проверок при пуске ступени синхронизации. Включение выполняется немедленно.

Комбинирование **команды прямого включения** и других режимов работы не рекомендуется, так как другие рабочие данные не будут учитываться.

Если функция синхронизации неисправна (режим готовности ступени синхронизации = аварийная или предупредительная сигнализация), выполнение команды прямого включения зависит от типа повреждения (см. также описание функций контроля в разделе *7.5.4.1 Описание*).

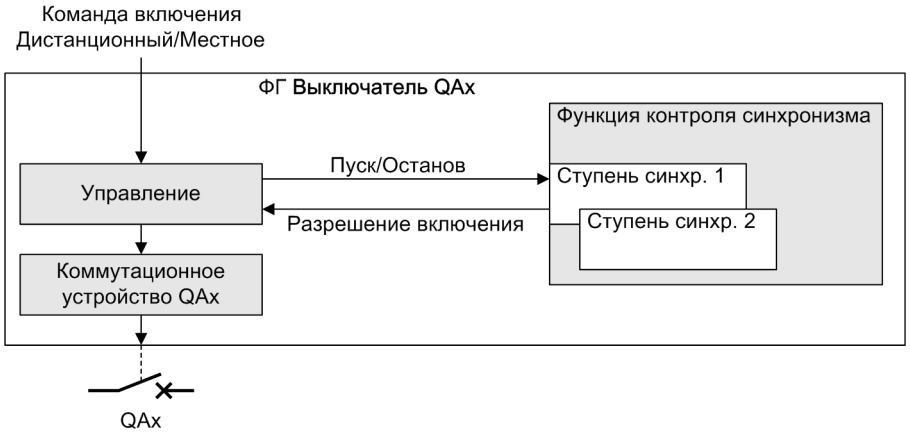
7.5.13 Взаимодействие с управлением, АПВ и внешним пуском

С управлением

Функция управления и синхронизации всегда находится в функциональной группе **Выключатель**. Функция управления и синхронизации всегда работает с выключателем, соединенным с функциональной группой **Выключатель**.

Как только функция синхронизации будет в функциональной группе **Выключатель**, станет необходимой обязательная синхронизация выключателя. Если деактивируются все ступени синхронизации, включение выключателя через функцию управления станет невозможным, поскольку невозможно будет сгенерировать разрешение на включение. После удаления функции синхронизации обязательная синхронизация выключателя больше не будет необходима. Включение без синхронизации станет возможным через управление.

Если включение должно быть синхронизировано через функции управления, то управление автоматически сгенерирует внутренний сигнал, который запустит функцию синхронизации. Функциональная последовательность описана в разделе *7.5.6 Последовательность функций*. После выполнения всех условий включения функция синхронизации посылает функции управления разрешающий сигнал, который включает выключатель и останавливает функцию синхронизации.



[losynaw1-310111-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-97 Взаимодействие управления с функцией синхронизации

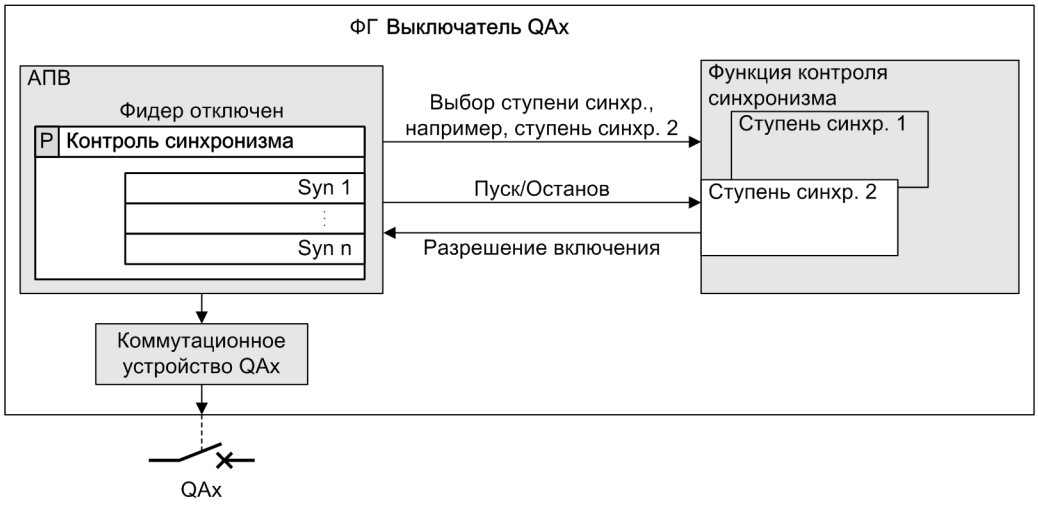
Взаимодействие с АПВ

Механизм автоматического повторного включения (АПВ) также может взаимодействовать с функцией синхронизации. Обе функции всегда находятся в функциональной группе **Выключатель**. Поэтому и функция АПВ, и функция синхронизации всегда работают с выключателем, соединенным с функциональной группой **Выключатель**.

Выбор ступени синхронизации должен выполняться через уставки функции АПВ с тем, чтобы включение синхронизировалось через АПВ. Проверки ступеней синхронизма используются при включении через АПВ. Если ступень синхронизации не выбрана, АПВ выполняет включение без синхронизации.

Если включение должно быть синхронизировано через АПВ, АПВ автоматически сгенерирует внутренний сигнал, который выполнит пуск функции синхронизации. Функциональная последовательность описана в разделе *7.5.6 Последовательность функций*. После выполнения всех условий вклю-

чения функция синхронизации отправляет разрешающий сигнал функции АПВ, которая включает выключатель и останавливает функцию синхронизации.



[losynaw2-100611-01.tif, 1, ru_RU]

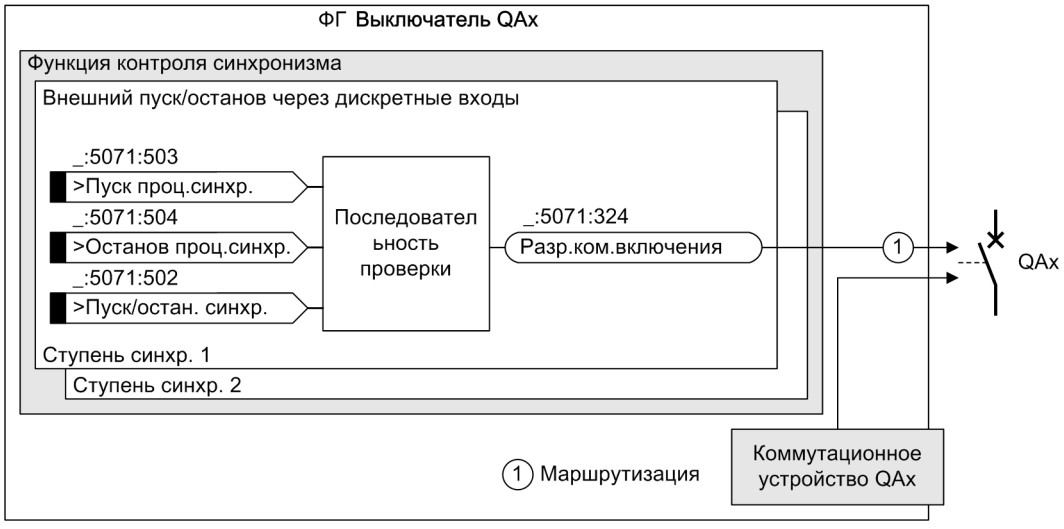
Рисунок 7-98 Взаимодействие функции АПВ с функцией синхронизации

Взаимодействие с внешним управлением

Возможен вариант внешнего управления функцией синхронизации через сигналы на дискретном входе. Такое управление описано ниже:

- С управлением по фронту
- Через сигналы **>Пуск проц.синхр.** и **>Останов проц.синхр.**
- С управлением состоянием, через сигнал **>Пуск/остан. синхр.** (см. также раздел *7.5.6 Последовательность функций*).

За пуском следует функциональная последовательность (см. раздел *7.5.6 Последовательность функций*). Если все условия выполняются, формируется выходной сигнал **Разр.ком.включения**. Коммутационное устройство QAx функциональной группы **Выключатель** не включается. Выходной сигнал **Разр.ком.включения** должен быть явно назначен дискретному выходу, чтобы включить выключатель.



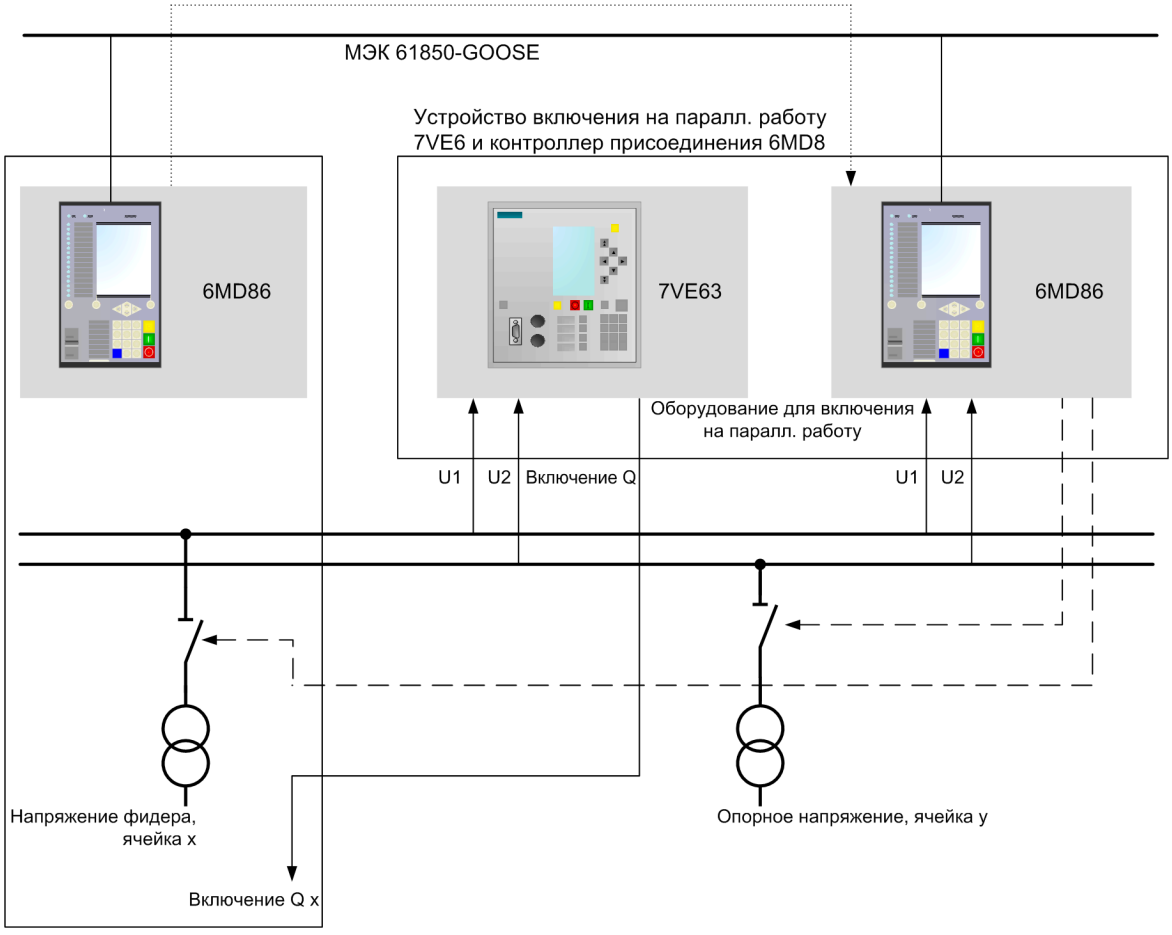
[losynaw3-160311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 7-99 Взаимодействие функции синхронизации с внешним управлением

7.5.14 Внешняя синхронизация

7.5.14.1 Описание

Функция **Внешняя синхр.** предназначена для управления устройством внешней синхронизации.



[dw_ctrl_ext_sync_device, 1, ru_RU]

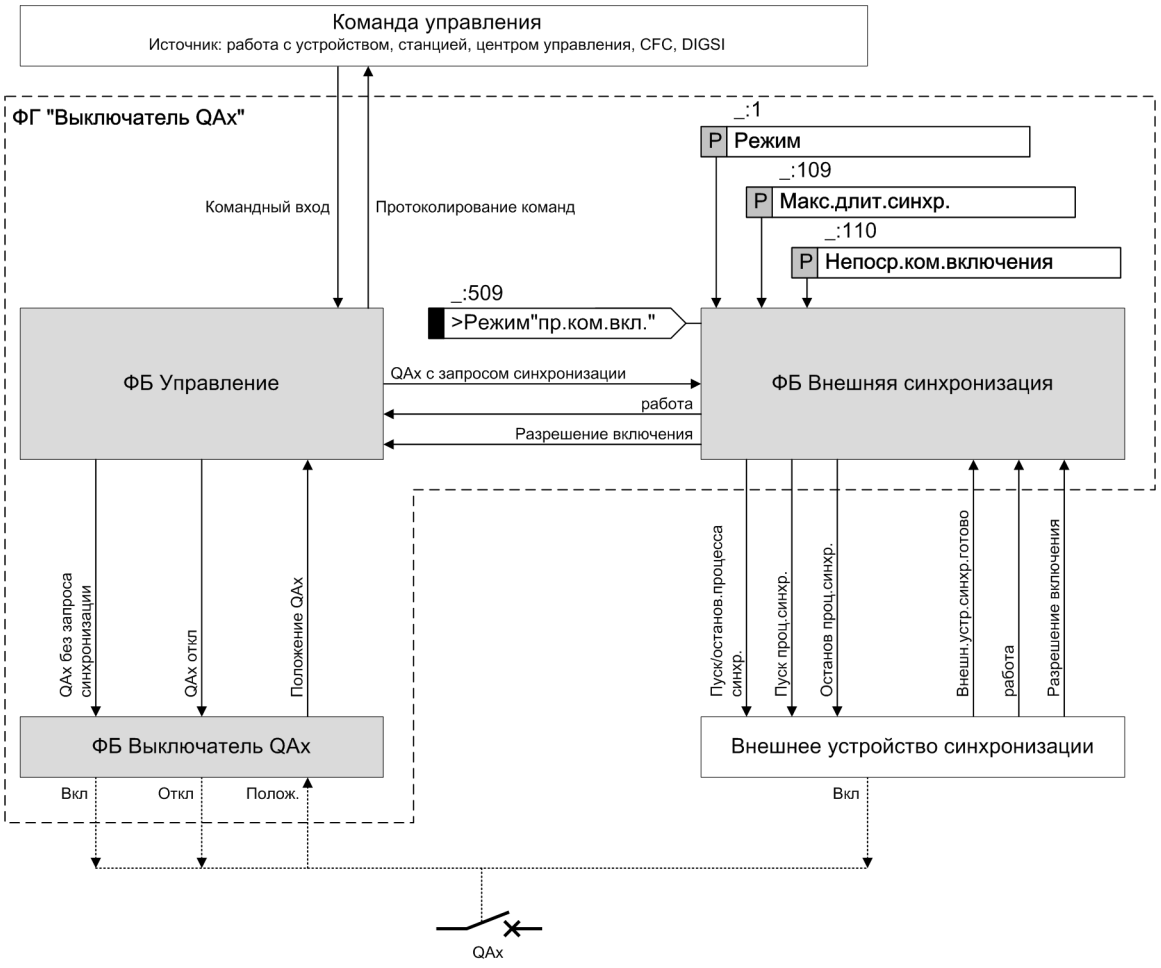
Рисунок 7-100 Включение устройства внешней синхронизации

Контроллер присоединения в ячейке X должен обеспечивать синхронное включение выключателя в ячейке X. Проверка синхронизации осуществляется центральным устройством включения на параллельную работу 7VE6. Помимо данного устройства синхронизации, предусмотрен еще один центральный контроллер присоединения, который обеспечивает правильность переключений измеряемых напряжений и подачу команды включения выключателя от 7VE6 на соответствующий выключатель в ячейке X. Контроллер присоединения x передает данные в центральный контроллер присоединения через МЭК61850-GOOSE.

Функциональный блок **Внешняя синхр.** может быть использован в функциональной группе Выключатель. Этот функциональный блок **Внешняя синхр.** обеспечивает реализацию внешней синхронизации в ходе обработки команды управления выключателем с помощью сигналов обратной связи от внешней синхронизации.

Если принимается команда включения выключателя с контролем синхронизации, пускается устройство внешней синхронизации. После успешной проверки условий синхронизации устройство внешней синхронизации выдает команду включения выключателя. Если принимается команда включения выключателя без контроля синхронизации, команда включения выключателя выдается непосредственно функциональной группой **Выключатель** и подается на выключатель. Кроме того, каждая команда отключения выключателя подается непосредственно в выключатель.

В случае отказа внешнего устройства синхронизации вы также можете включить выключатель напрямую, не учитывая условия синхронизации.

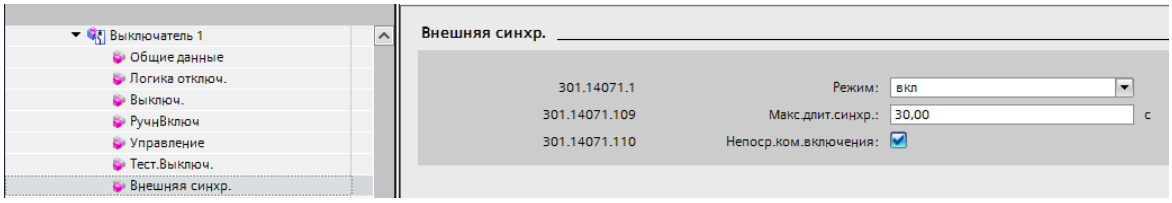


[dwextsyn-02, 1, ru_RU]

Рисунок 7-101 Взаимодействие между ФБ Управление и ФБ Внешняя синхронизация

Конфигурирование с помощью DIGSI

Функция отображается в библиотеке DIGSI в функциональной группе **Выключатель** как функциональный блок **Внешняя синхр.** Этот функциональный блок можно использовать в функциональных группах **Выключатель** и **Выключатель [управление]**. Можно использовать только 1 функциональный блок **Внешняя синхр.** в этих функциональных группах за раз.



[scextsyn-041116-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-102 Добавление функционального блока **Внешняя синхр.** в функциональную группу **Выключатель**

Не допускается добавление функционального блока **Внешняя синхр.** вместе с функцией **25 Синхронизация** в одну функциональную группу **Выключатель**.

Примечания для дополнительных входных сигналов

Пользователь имеет возможность подключить входные сигналы *>Разреш.ком.включ.* и *>Выполняется*. Если данные подключения не выполняются, соблюдайте следующие инструкции:

Вход *>Разреш.ком.включ.*:

Если входной сигнал *>Разреш.ком.включ.* не подключается, выполнение команды включения выключателя при наличии запроса синхронизации подтверждается напрямую (успешное выполнение: OPR+) сразу после выдачи сигнала *Пуск проц.синхр.*. В этом случае уставка **(_:109) Макс.длит.синхр.** не имеет значения. Если применяется модель управления с обратной связью, учтите, что контроль подтверждения начинается немедленно после выдачи сигнала *Пуск проц.синхр.*. Поэтому для параметра **(_:4201:103) Врем.контр.обр.связи** следует установить значение, превышающее максимальное время синхронизации устройства внешней синхронизации плюс время включения выключателя. Если вход *>Разреш.ком.включ.* не сконфигурирован, выход *Пуск/остПроцСинх* не используется.

Вход *>Выполняется*:

Подключение входного сигнала *>Выполняется* предназначено для контроля получения сигнала *Пуск проц.синхр.* устройством внешней синхронизации. Если данный входной сигнал не подключен, а устройство внешней синхронизации сбрасывает команду пуска процесса синхронизации, отрицательное подтверждение команды включения выключателя не выполняется вплоть до истечения максимального времени синхронизации (параметр **(_:109) Макс.длит.синхр.**).

Вход *>Режим"пр.ком.вкл."*:

В случае отказа внешнего устройства синхронизации вы также можете включить выключатель напрямую, не учитывая условия синхронизации. Для этого активируйте входной сигнал *>Режим"пр.ком.вкл."* или параметр **(_:110) Непоср.ком.включения**. Затем контроллер присоединения напрямую выдает команду включения.

7.5.14.2 Указания по применению и вводу уставок (внешняя синхронизация)

Параметр: Режим

- Уставка по умолчанию **(_:1) Режим** = ***вкл***

Используя параметр **Режим**, можно включить или выключить функцию внешней синхронизации. Если для параметра **Режим** задано значение ***откл***, команда на включение выключателя с запросом синхронизации отклоняется.

Параметр: Макс.длит.синхр.

- Уставка по умолчанию **(_:109) Макс.длит.синхр.** = ***30 с***

Параметром **Макс.длит.синхр.** задается максимальное время процесса синхронизации. Отсчет времени начинается после того, как функциональный блок **Внешняя синхр.** отправляет команду включения выключателя на устройство внешней синхронизации. Команда должна быть выполнена в пределах этого интервала времени. Если на протяжении этого интервала команда включения не выполнена, функциональный блок **Внешняя синхр.** отправляет команду отмены включения на устройство внешней синхронизации.

Параметр: Непоср.ком.включения

- Уставка по умолчанию **(_:110) Непоср.ком.включения** = ***нет***

В случае отказа внешнего устройства синхронизации параметр **Непоср.ком.включения** позволяет включить выключатель напрямую, не учитывая условия синхронизации. Если параметр активирован, команда включения с требованием синхронизации не будет передана на внешнее устройство синхронизации, а выполняется непосредственно контроллером присоединения.

7.5.14.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Син/асин.бал.#:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Син/асин.бал.#:Мин.раб.пред.Umин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:102	Син/асин.бал.#:Макс.раб.пред.Umакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:110	Син/асин.бал.#:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:108	Син/асин.бал.#:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:126	Син/асин.бал.#:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Вкл. без напряж.				
_:105	Син/асин.бал.#:Ком.включ. при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:106	Син/асин.бал.#:Ком.включ. при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:107	Син/асин.бал.#:Ком.включ. при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:103	Син/асин.бал.#:U1,U2 б/напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:104	Син/асин.бал.#:U1,U2 с/напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:109	Син/асин.бал.#:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.10 с
Асинхр. реж. раб.				
_:114	Син/асин.бал.#:Асинхр.реж. раб.		• откл • вкл	откл
_:113	Син/асин.бал.#:Вр.включ.вык-ля		0.01 с до 0.60 с	0.06 с
_:115	Син/асин.бал.#:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:116	Син/асин.бал.#:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:117	Син/асин.бал.#:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
_:118	Син/асин.бал.#:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гц до 4.000 Гц	0.100 Гц
Синхр. реж. раб.				
_:119	Син/асин.бал.#:Синхр.реж.раб.		• откл • вкл	откл
_:120	Син/асин.бал.#:Част.Асинх.<->Синх.		0.010 Гц до 0.200 Гц	0.010 Гц
_:122	Син/асин.бал.#:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:123	Син/асин.бал.#:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	2.000 В
_:124	Син/асин.бал.#:Макс.разн.угл.α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:125	Син/асин.бал.#:Макс.разн.угл.α2<α1		0 ° до 90 °	10 °
_:121	Син/асин.бал.#:Зад.ком.включения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
Симметр. U				
_:131	Син/асин.бал.#:Баланс.напряж.U2		• откл • отпайка трансф-ра • баланс.импульсы	откл
_:132	Син/асин.бал.#:Тмин.имп.U		0.01 с до 1.00 с	0.10 с
_:133	Син/асин.бал.#:Тмакс.имп.U		0.01 с до 60.00 с	1.00 с
_:134	Син/асин.бал.#:dU в секунду		0 В/с до 0 В/с	0 В/с
_:135	Син/асин.бал.#:Т пауз.U		0.10 с до 60.00 с	5.00 с
_:136	Син/асин.бал.#:Сглаживание		1 до 100	1
_:137	Син/асин.бал.#:(U/Uном.)/(f/fном.)		1.00 до 1.40	1.10
Выравн. f				
_:141	Син/асин.бал.#:Частота симметрии f2		• откл • баланс.импульсы	откл
_:142	Син/асин.бал.#:Т мин.имп. f		0.01 с до 1.00 с	0.10 с

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:143	Син/асин.бал.#:T макс. имп. f		0.01 с до 60.00 с	1.00 с
_:144	Син/асин.бал.#:df/dt контроллера		0.05 Гц/с до 5.00 Гц/с	1.00 Гц/с
_:145	Син/асин.бал.#:T пауз. f		0.10 с до 60.00 с	5.00 с
_:146	Син/асин.бал.#:Уставка Δf д/баланс.		-1.00 Гц до 1.00 Гц	0.04 Гц
_:147	Син/асин.бал.#:Сглажи-вание		1 до 100	1
_:148	Син/асин.бал.#:T включ.без симметр.		1.00 с до 100.00 с	5.00 с
_:149	Син/ асин.бал.#:Разреш.уск ор.имп.		• откл • вкл	откл
_:150	Син/асин.бал.#:Δf для ускорения имп-са		-1.00 Гц до 1.00 Гц	0.04 Гц
_:151	Син/асин.бал.#:Тормо-жение		0 до 1000	0

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Внешняя синхр.				
_:1	Внешняя синхр.:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:109	Внешняя синхр.:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:110	Внешняя синхр.:Непоср.ком.включения		• 0 • 1	ложь

7.5.14.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Внешняя синхр.			
_:506	Внешняя синхр.:>Устр.синхр.готово	SPS	I
_:508	Внешняя синхр.:>Выполняется	SPS	I
_:507	Внешняя синхр.:>Разреш.ком.включ.	SPS	I
_:509	Внешняя синхр.:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:52	Внешняя синхр.:Режим работы	ENS	O
_:54	Внешняя синхр.:Статус исправности	ENS	O
_:55	Внешняя синхр.:Пуск проц.синхр.	SPS	O
_:56	Внешняя синхр.:Останов проц.синхр.	SPS	O
_:57	Внешняя синхр.:Пуск/остПроцСинх	SPS	O

7.5.15 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:127	Общие данные:Корр.угла (транс.)		-179.0 ° до 180.0 °	0.0 °
Общие данные				
_:5071:1	КонтрСинхр 1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5071:101	КонтрСинхр 1:Мин.раб.пред.Uмин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5071:102	КонтрСинхр 1:Макс.раб.пред.Uмакс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5071:110	КонтрСинхр 1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5071:108	КонтрСинхр 1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5071:126	КонтрСинхр 1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Вкл. без напряж.				
_:5071:105	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:5071:106	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:5071:107	КонтрСинхр 1:Ком.включ.при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:5071:103	КонтрСинхр 1:U1,U2 б/ напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:104	КонтрСинхр 1:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:5071:109	КонтрСинхр 1:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.1 с
Синхр. условия				
_:5071:122	КонтрСинхр 1:Макс.разн.напр.U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:123	КонтрСинхр 1:Макс.разн.напр.U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5071:117	КонтрСинхр 1:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гцдо 2.000 Гц	0.100 Гц
_:5071:118	КонтрСинхр 1:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гцдо 2.000 Гц	0.100 Гц
_:5071:124	КонтрСинхр 1:Макс.разн.угл.α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5071:125	КонтрСинхр 1:Макс.разн.угл.α2<α1		0 ° до 90 °	10 °

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:5041:1	Синх./Асинх.1:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:5041:101	Синх./ Асинх.1:Мин.раб.пред.U мин		0.300 В до 340.000 В	90.000 В
_:5041:102	Синх./ Асинх.1:Макс.раб.пред.U макс		0.300 В до 340.000 В	110.000 В
_:5041:110	Синх./ Асинх.1:Макс.длит.синхр.		0.00 с до 3600.00 с; ∞	30.00 с
_:5041:108	Синх./ Асинх.1:Непоср.ком.включения		• нет • да	нет
_:5041:126	Синх./ Асинх.1:Корр.напряжения		0.500 до 2.000	1.000
Вкл. без напряж.				
_:5041:105	Синх./ Асинх.1:Ком.включ.при U1< и U2>		• нет • да	нет
_:5041:106	Синх./ Асинх.1:Ком.включ.при U1> и U2<		• нет • да	нет
_:5041:107	Синх./ Асинх.1:Ком.включ.при U1< и U2<		• нет • да	нет
_:5041:103	Синх./Асинх.1:U1,U2 б/ напряж.		0.300 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:104	Синх./Асинх.1:U1,U2 с/ напряж.		0.300 В до 340.000 В	80.000 В
_:5041:109	Синх./Асинх.1:Время контроля		0.00 с до 60.00 с	0.1 с
Асинхр. реж. раб.				
_:5041:114	Синх./ Асинх.1:Асинхр.реж.раб.		• откл • вкл	вкл
_:5041:113	Синх./ Асинх.1:Вр.включ.вык-ля		0.01 сдо 0.60 с	0.06 с
_:5041:115	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр. U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:116	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр. U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:117	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.частот f2>f1		0.000 Гцдо 4.000 Гц	0.100 Гц
_:5041:118	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.частот f2<f1		0.000 Гцдо 4.000 Гц	0.100 Гц

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Синхр. реж. раб.				
_:5041:119	Синх./ Асинх.1:Синхр.реж.раб.		• откл • вкл	вкл
_:5041:120	Синх./ Асинх.1:Част.Асинх.<->Синх.		0.010 Гцдо 0.200 Гц	0.010 Гц
_:5041:122	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр. U2>U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:123	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.напр. U2<U1		0.000 В до 170.000 В	5.000 В
_:5041:124	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.угл. α2>α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5041:125	Синх./ Асинх.1:Макс.разн.угл. α2<α1		0 ° до 90 °	10 °
_:5041:121	Синх./ Асинх.1:Зад.ком.включения		0.00 с до 60.00 с	0.00 с
предел dfдифф/dt				
_:140	Доп.опции:Пред.df дифф/dt синхр.		• 0 • 1	ложь
_:141	Доп.опции:Мкс.зн.df дифф/dt синхр.		0.010 Гц/сдо 0.025 Гц/с	0.010 Гц/с
_:142	Доп.опции:Пред.df дифф/dt асинхр.		• 0 • 1	ложь
_:143	Доп.опции:МксЗндfдифф/dtасинхр		0.050 Гц/сдо 0.500 Гц/с	0.050 Гц/с
Колеб.частоты				
_:150	Доп.опции:Подавл.колеб. частоты		• 0 • 1	ложь
_:151	Доп.опции:Макс.разн."уст.f"		0.000 Гцдо 0.100 Гц	0.000 Гц

7.5.16 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Измерения			
_:2311:303	Общие данные:Множеств. выбор	SPS	O
_:2311:304	Общие данные:Блок.:U не выбрано	SPS	O
_:2311:329	Общие данные:U1	MV	O
_:2311:330	Общие данные:f1	MV	O
_:2311:331	Общие данные:U2	MV	O
_:2311:332	Общие данные:f2	MV	O
_:2311:300	Общие данные:dU	MV	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:2311:301	Общие данные:df	MV	O
_:2311:302	Общие данные:dα	MV	O
КонтрСинхр 1			
_:5071:81	КонтрСинхр 1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5071:500	КонтрСинхр 1:>Выбор	SPS	I
_:5071:502	КонтрСинхр 1:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:5071:503	КонтрСинхр 1:>Пуск проц.синхр.	SPS	I
_:5071:504	КонтрСинхр 1:>Останов проц.синхр.	SPS	I
_:5071:506	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:5071:505	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:5071:507	КонтрСинхр 1:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:5071:508	КонтрСинхр 1:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:5071:501	КонтрСинхр 1:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:5071:54	КонтрСинхр 1:Неактивно	SPS	O
_:5071:52	КонтрСинхр 1:Режим работы	ENS	O
_:5071:53	КонтрСинхр 1:Статус исправности	ENS	O
_:5071:328	КонтрСинхр 1:Выполняется	SPS	O
_:5071:324	КонтрСинхр 1:Разр.ком.включения	SPS	O
_:5071:305	КонтрСинхр 1:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:5071:325	КонтрСинхр 1:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:5071:326	КонтрСинхр 1:Разность углов ОК	SPS	O
_:5071:327	КонтрСинхр 1:Разность частот ОК	SPS	O
_:5071:307	КонтрСинхр 1:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:5071:306	КонтрСинхр 1:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:5071:308	КонтрСинхр 1:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O
_:5071:309	КонтрСинхр 1:Частота f1 > fмакс	SPS	O
_:5071:310	КонтрСинхр 1:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:5071:311	КонтрСинхр 1:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:5071:312	КонтрСинхр 1:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:5071:313	КонтрСинхр 1:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:5071:314	КонтрСинхр 1:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:5071:315	КонтрСинхр 1:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O
_:5071:316	КонтрСинхр 1:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:5071:317	КонтрСинхр 1:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:5071:318	КонтрСинхр 1:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:5071:319	КонтрСинхр 1:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:5071:320	КонтрСинхр 1:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:5071:321	КонтрСинхр 1:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:5071:322	КонтрСинхр 1:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:5071:304	КонтрСинхр 1:Превыш.макс.время	SPS	O
_:5071:323	КонтрСинхр 1:Ошибка уставки	SPS	O
Синх./Асинх.1			
_:5041:81	Синх./Асинх.1:>Блок. ступень	SPS	I
_:5041:500	Синх./Асинх.1:>Выбор	SPS	I
_:5041:502	Синх./Асинх.1:>Пуск/остан. синхр.	SPS	I
_:5041:503	Синх./Асинх.1:>Пуск проц.синхр.	SPS	I

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:5041:504	Синх./Асинх.1:>Останов проц.синхр.	SPS	I
_:5041:506	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1<U2>"	SPS	I
_:5041:505	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1>U2<"	SPS	I
_:5041:507	Синх./Асинх.1:>Реж.раб."U1<U2<"	SPS	I
_:5041:508	Синх./Асинх.1:>Режим"пр.ком.вкл."	SPS	I
_:5041:501	Синх./Асинх.1:>Блок.ком.включения	SPS	I
_:5041:54	Синх./Асинх.1:Неактивно	SPS	O
_:5041:52	Синх./Асинх.1:Режим работы	ENS	O
_:5041:53	Синх./Асинх.1:Статус исправности	ENS	O
_:5041:328	Синх./Асинх.1:Выполняется	SPS	O
_:5041:324	Синх./Асинх.1:Разр.ком.включения	SPS	O
_:5041:305	Синх./Асинх.1:Все усл.синхр.ОК	SPS	O
_:5041:303	Синх./Асинх.1:Состояние f-синхрон.	SPS	O
_:5041:325	Синх./Асинх.1:Разность напряж.ОК	SPS	O
_:5041:326	Синх./Асинх.1:Разность углов ОК	SPS	O
_:5041:327	Синх./Асинх.1:Разность частот ОК	SPS	O
_:5041:307	Синх./Асинх.1:Усл.U1<U2>выполн.	SPS	O
_:5041:306	Синх./Асинх.1:Усл.U1>U2>выполн.	SPS	O
_:5041:308	Синх./Асинх.1:Усл.U1<U2<выполн.	SPS	O
_:5041:309	Синх./Асинх.1:Частота f1 > fмакс	SPS	O
_:5041:310	Синх./Асинх.1:Частота f1 < fмин	SPS	O
_:5041:311	Синх./Асинх.1:Частота f2 > fмакс	SPS	O
_:5041:312	Синх./Асинх.1:Частота f2 < fмин	SPS	O
_:5041:313	Синх./Асинх.1:Напряж. U1 > Uмакс	SPS	O
_:5041:314	Синх./Асинх.1:Напряж. U1 < Uмин	SPS	O
_:5041:315	Синх./Асинх.1:Напряж. U2 > Uмакс	SPS	O
_:5041:316	Синх./Асинх.1:Напряж. U2 < Uмин	SPS	O
_:5041:317	Синх./Асинх.1:Разн.U больш.(U2>U1)	SPS	O
_:5041:318	Синх./Асинх.1:Разн.U больш.(U2<U1)	SPS	O
_:5041:319	Синх./Асинх.1:Разн. f больш.(f2>f1)	SPS	O
_:5041:320	Синх./Асинх.1:Разн. f больш.(f2<f1)	SPS	O
_:5041:321	Синх./Асинх.1:Разн.α больш.(α2>α1)	SPS	O
_:5041:322	Синх./Асинх.1:Разн.α больш.(α2<α1)	SPS	O
_:5041:304	Синх./Асинх.1:Превыш.макс.время	SPS	O
_:5041:323	Синх./Асинх.1:Ошибка уставки	SPS	O

7.6 Определяемый пользователем функциональный блок [Управление]

7.6.1 Обзор функций

Функциональный блок, **определяемый пользователем [управление],** позволяет проверить полномочия команды управления, а также проверить, достиг ли выключатель положения для пользовательских элементов управления.

7.6.2 Описание функции

Функциональный блок, **определяемый пользователем [управление],** находится в папке **Определяемые пользователем функции** в библиотеке DIGSI 5.

Вы можете создать экземпляр пользовательских функциональных блоков на самом высоком уровне (наряду с другими функциональными группами), а также внутри функциональных групп и функций.

Задачей функционального блока является проверка прав на выполнение коммутационных операций. Для команд управления функциональный блок проверяет, совпадает ли направление переключения с текущим положением коммутационного аппарата. Вы можете создать экземпляр каждого пользовательского сигнала (например, SPS, DPC, INC) в функциональном блоке и ранжировать соответствующие сообщения (см. следующий рисунок).

Информация			Источник					
			Дискретный вход					
			Base module					
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2
(Все...)	(Все...)	...	...	...	...	...	...	...
Общие данные	91							
Устройство	4171							
Обр.ав.сообщ.	5971							
Управл.врем.	8821							
СинхрВрем	8851							
Сбр. ДВых	4711							
СИД не в ФГ	7411							
Энергосистема	11							*
Регистрация	51							
Безопасность	81							
Линия 1	21							
Выключатель 1	301		*	*	*	*	*	
J:Onboard Ethernet	101							
E:ETH-BA-2EL	102							
F:ETH-BA-2EL	103							
Функц.гр.польз. 1	851							
Сброс груп.СИД	851.13381							
Упр. блок SPC	851.15931							
Режим(управляемый)	851.15931.51	ENC						
Режим работы	851.15931.52	ENS						
Исправно	851.15931.53	ENS						
Станц.прав комм.оп.	851.15931.302	SPC						

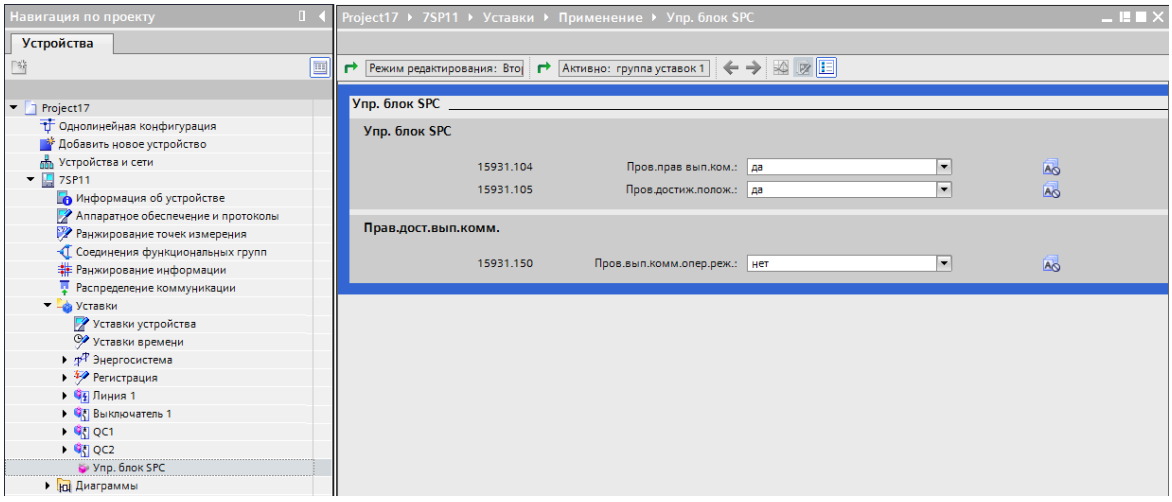
[scbenutz, 1, ru_RU]

Рисунок 7-103 Ранжирование информации с добавленным пользовательским функциональным блоком [управление]: Сообщения технологического процесса и некоторые отдельные сообщения

7.6.3 Указания по применению и вводу уставок

Функциональный блок содержит параметры **(_:104) Пров.прав вып.коммут.**, **(_:105) Пров.достиж.полож.** и **(_:150) Пров.вып.комм.опер.реж.**. Уставки параметра **Пров.прав вып.коммут.** и **Пров.достиж.полож.** влияют на все элементы управления, созданные в функциональном блоке. Эти параметры и объекты не влияют на другие типы сигналов.

С другой стороны, уставка параметра **Пров.вып.комм.опер.реж.** влияет на элемент управления **Режим(управляемый)** функционального блока.



[scfbudct, 1, ru_RU]

Рисунок 7-104 Варианты параметрирования пользовательского функционального блока [управление]

Параметр: **Пров.прав вып.коммут.**

- Уставка по умолчанию **(_:104) Пров.прав вып.коммут.** = ***да***

Параметр **Пров.прав вып.коммут.** определяет, надо ли проверять источник команд для команд переключения (см. главу *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*).

Параметр: **Пров.достиж.полож.**

- Уставка по умолчанию **(_:105) Пров.достиж.полож.** = ***да***

Параметр **Пров.достиж.полож.** позволяет проверить в команде переключения, будет ли направление переключения совпадать с текущим положением.

Параметр: **Пров.вып.комм.опер.реж.**

- Уставка по умолчанию **(_:150) Пров.вып.комм.опер.реж.** = ***нет***

Параметр **Пров.вып.комм.опер.реж.** указывает, надо ли проверять права на переключение для источника команды при переключении элементов управления **Режим(управляемый)** в состояние ***Вкл***, ***Выкл*** или ***Проверка***. Если установить параметр **Пров.вып.комм.опер.реж.** в состояние ***да***, то команда переключения выполняется только при наличии соответствующих прав на переключение (см. главу *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*).

7.6.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Упр. блок SPC				
_:104	Упр. блок SPC:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да • расширенный	да
_:105	Упр. блок SPC: Пров.достиж.полож.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Прав.дост.вып.комм.				
_:150	Упр. блок SPC: Пров.вып.комм.опер.реж.		• нет • да	нет
_:151	Упр. блок SPC:Комм.устр.с прав.упр.		• 0 • 1	ложь
_:152	Упр. блок SPC:Спец.права управления		• 0 • 1	истина
_:115	Упр. блок SPC:Спец.права УД для		• Станции • Стан./дистанц. • дистанционный	Стан./дистанц.
_:153	Упр. блок SPC:ЧислУч-ЗапСпецПравУпр		2 до 5	2
_:155	Упр. блок SPC:Идент.прав.упр. 1		Свободно редактируемый текст	
_:156	Упр. блок SPC:Идент.прав.упр. 2		Свободно редактируемый текст	
_:157	Упр. блок SPC:Идент.прав.упр. 3		Свободно редактируемый текст	
_:158	Упр. блок SPC:Идент.прав.упр. 4		Свободно редактируемый текст	
_:159	Упр. блок SPC:Идент.прав.упр. 5		Свободно редактируемый текст	
_:154	Упр. блок SPC:НескУч-ЗапСпецПравУпр		• 0 • 1	ложь

7.6.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Упр. блок SPC			
_:503	Упр. блок SPC:>Прав.местн.коммут.	SPS	I
_:504	Упр. блок SPC:>Прав.дист.коммут.	SPS	I
_:505	Упр. блок SPC:>Реж.пркл.с/оп.блк.	SPS	I
_:506	Упр. блок SPC:>Реж.пркл.б/оп.блк.	SPS	I
_:51	Упр. блок SPC:Режим(управляемый)	ENC	C
_:52	Упр. блок SPC:Режим работы	ENS	O
_:53	Упр. блок SPC:Статус исправности	ENS	O
_:302	Упр. блок SPC:Станц.прав комм.оп.	SPC	C
_:308	Упр. блок SPC:Ак. Прав Упр 1	SPC	C
_:309	Упр. блок SPC:Ак. Прав Упр 2	SPC	C
_:310	Упр. блок SPC:Ак. Прав Упр 3	SPC	C
_:311	Упр. блок SPC:Ак. Прав Упр 4	SPC	C
_:312	Упр. блок SPC:Ак. Прав Упр 5	SPC	C
_:313	Упр. блок SPC:Прав.вып.комм.опер	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:314	Упр. блок SPC:Режим переключений	ENS	O

7.7 Уставки CFC-схемы

7.7.1 Обзор функций

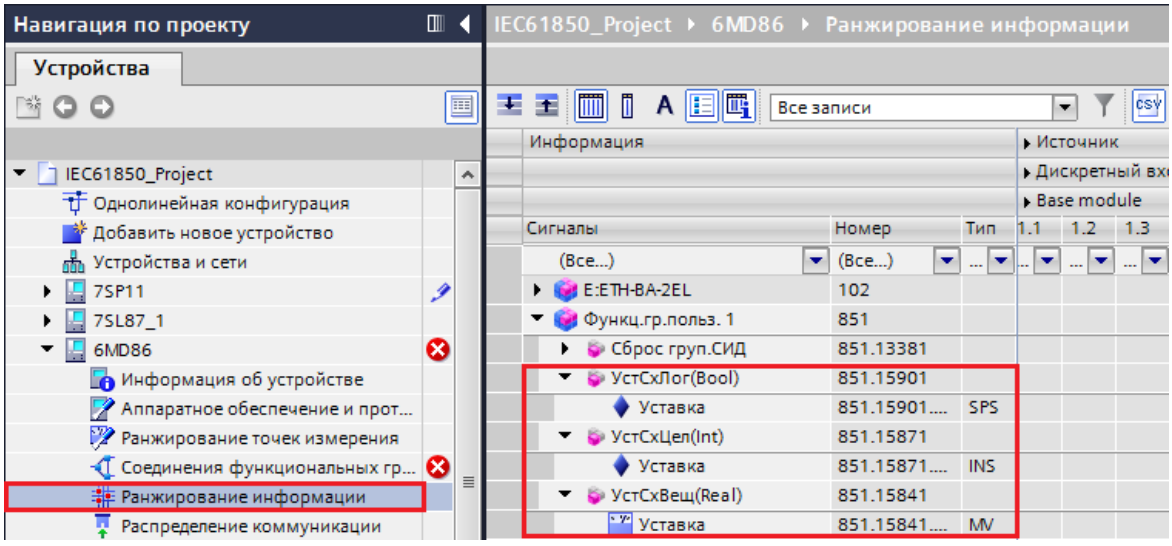
Если вы хотите обработать параметр в схеме CFC, и этот параметр должен изменяться во время работы с использованием DIGSI или ИЧМ, то можно использовать функциональные блоки **Схема CFC для логических значений**, **Схема CFC для целочисленных параметров** и **Схема CFC для параметров с плавающей точкой**. Создайте соответствующий функциональный блок, в зависимости от необходимого значения параметра (логического, целочисленного или с плавающей запятой). Это позволяет в дальнейшем использовать текущее значение параметра в схеме CFC во время работы.

7.7.2 Описание функции

Параметры схемы CFC **`УстСхЛог(Bool)`**, **`УстСхЦел(Int)`** и **`УстСхВещ(Real)`** можно найти в библиотеке DIGSI в папке **Определяемые пользователем функции**. Перетащите требуемый функциональный блок в функциональную группу или функцию. Задайте соответствующее значение параметра функционального блока в DIGSI, используя редактор параметров или ИЧМ в меню **Уставки**. Затем можно использовать этот параметр в качестве входного сигнала в схемах CFC.

ПРИМЕЧАНИЕ

Определяемые пользователем функциональные группы и функции могут использоваться для группировки параметров схемы CFC. Вы можете переименовать функциональный блок и изменить значение параметра в матрице ранжирования данных DIGSI в соответствии с вашим конкретным применением.



[sccfcparam, 1, ru_RU]

Рисунок 7-105 Параметры схемы CFC в матрице ранжирования

7.7.3 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `УстСхЛог(Bool)`

- Уставка по умолчанию **`УстСхЛог(Bool)`** = ***Ложь***

Параметр **`УстСхЛог(Bool)`** можно использовать в схеме CFC в качестве входного сигнала с логическим значением. Затем это входное значение можно изменить во время работы схемы CFC.

Параметр: *УстСхЦел(Int)*

- Уставка по умолчанию ***УстСхЦел(Int)*** = ***10***

Параметр ***УстСхЦел(Int)*** можно использовать в схеме CFC в качестве входного сигнала с целочисленным значением. Затем это входное значение можно изменить во время работы схемы CFC.

Параметр: *УстСхВещ(Real)*

- Уставка по умолчанию ***УстСхВещ(Real)*** = ***100,000***

Параметр ***УстСхВещ(Real)*** можно использовать в схеме CFC в качестве входного сигнала с значением с плавающей запятой. Затем это входное значение можно изменить во время работы схемы CFC.

7.7.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
УстСхЛог(Bool)				
_:105	УстСхЛог(Bool): Значение		• 0 • 1	ложь

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
УстСхЦел(Int)				
_:105	УстСхЦел(Int):Значение		-2147483648 до 2147483647	10

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
УстСхВещ(Real)				
_:105	УстСхВещ(Real): Значение		-10000000000.000 % до 10000000000.000 %	100.000 %

7.7.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
УстСхЛог(Bool)			
_:305	УстСхЛог(Bool):Уставка	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
УстСхЦел(Int)			
_:305	УстСхЦел(Int):Уставка	INS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
УстСхВещ(Real)			
_:305	УстСхВещ(Real):Уставка	MV	O

7.8 РПН трансформатора

7.8.1 Описание функции

С помощью функции управления устройством можно изменить положение отпайки трансформатора, переместив ее выше или ниже, и контролировать выполнение команд регулирования.

Функция позволяет контролировать РПН и определять положение переключателя отпайки. Функции контроля используются для проверки напряжения и предоставления информации о положении РПН для адаптивного согласования дифференциальной защиты трансформатора.

Для управления доступны следующие опции:

- Прямые команды пользователя через клавиатуру устройства или ранжированные дискретные входы
- Определяемые пользователем условия через CFC

Если переключатель отпаек достигает конечных положений, функция управления выдает сообщение *(_:301) Пред.верх.отп.РПН* или *(_:302) Пред.ниж.отп.РПН*.

Для управления приводом РПН вставьте в проект из библиотеки DIGSI (группа **коммутационных устройств**) функциональную группу **РПН**.

РПН 1	161		*	*	*	*
РПН	161.5461		*	*	*	*
>Блок.сбора данных	161.5461.500	SPS				
>Ввести	161.5461.501	SPS				
>СбросБлкСбДан	161.5461.504	SPS				
Исправно	161.5461.53	ENS				
Пред.верх.отп.РПН	161.5461.301	SPS				
Пред.ниж.отп.РПН	161.5461.302	SPS				
Позиция	161.5461.308	BSC	X	X	X	X
БлокСборДанныхАкт		SPS				
обновлено вручную		SPS				
Команда "прибавить"	161.5461.305	SPS				
Команда "убавить"	161.5461.306	SPS				
Команда активна	161.5461.307	SPS				
Вр.контр.двиг.истекло	161.5461.309	SPS				
Сраб.защ.привода	161.5461.310	SPS				
Ош.полож.ком.	161.5461.311	SPS				
Сч.оп.	161.5461.312	INS				
Сброс ошибки	161.5461.319	SPC				
Станц.прав комм.оп.	161.5461.317	SPC				

[sc_tssdig, 1, ru_RU]

Рисунок 7-106 Функциональная группа РПН в матрице ранжирования DIGSI

Главный элемент – это контролируемое **Положение** типа BSC (Binary Controlled Step Position Information = дискретное сообщение о контролируемом пошагово управляемом элементе, см. МЭК 61850). Этот элемент управления подключается в матрице к необходимому числу дискретных входов, которые указывают текущее положение РПН.

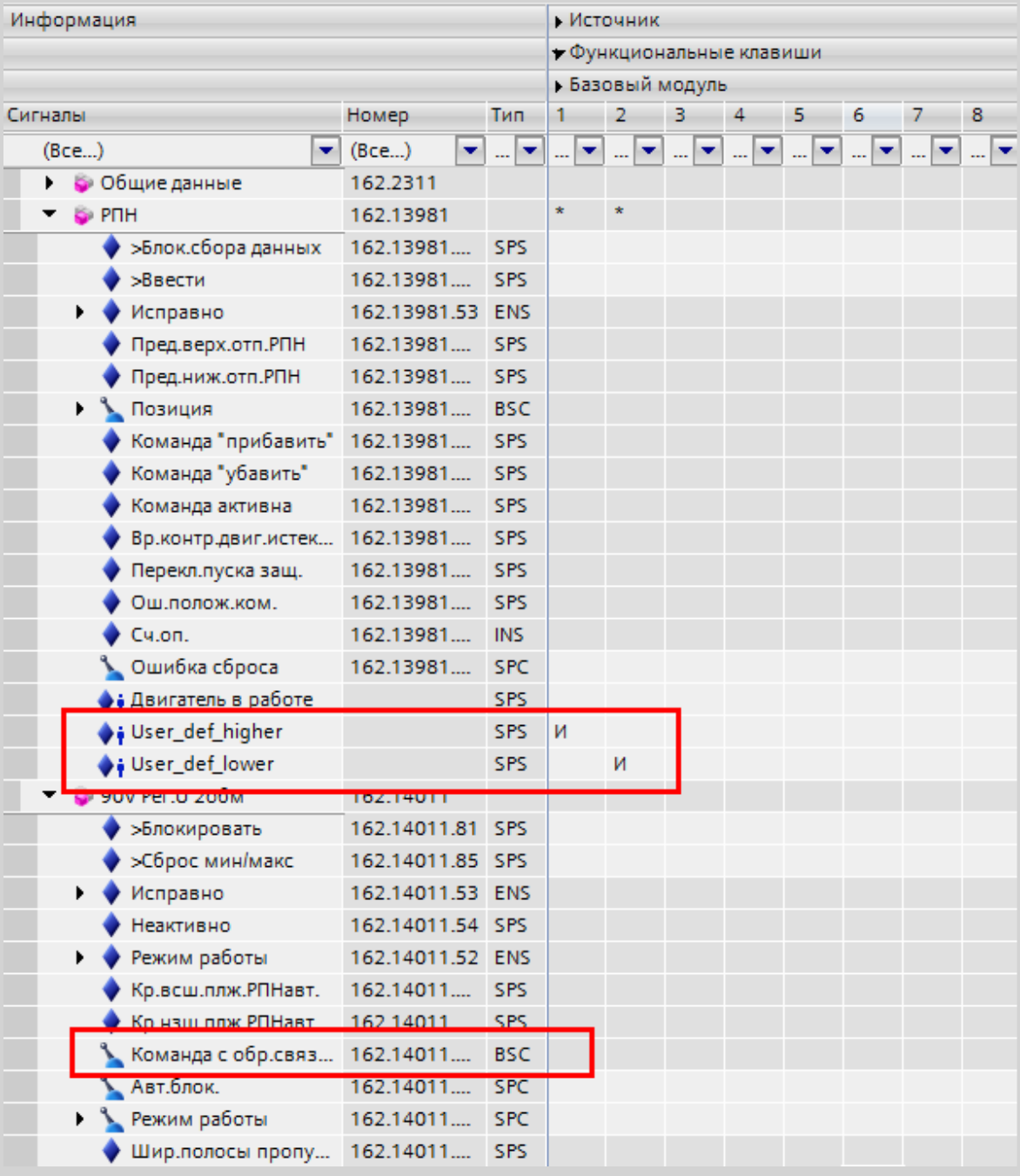
Дополнительная информация приведена в главе *7.8.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Элемент управления **Положение** также содержит параметры. Чтобы изменить параметры, выберите элемент управления в матрице ранжирования DIGSI и измените параметры в диалоговом окне "Свой-

ства". РПН управляется командами **Команда "прибавить"** и **Команда "убавить"**, каждая из которых должна быть подключена к отдельному дискретному выходу.

Пример

На следующих 2 рисунках в качестве примера показана схема CFC для управления РПН трансформатора с помощью функциональных клавиш для пошагового изменения отпайки.



[schilocd-280316-01, 2, ru_RU]

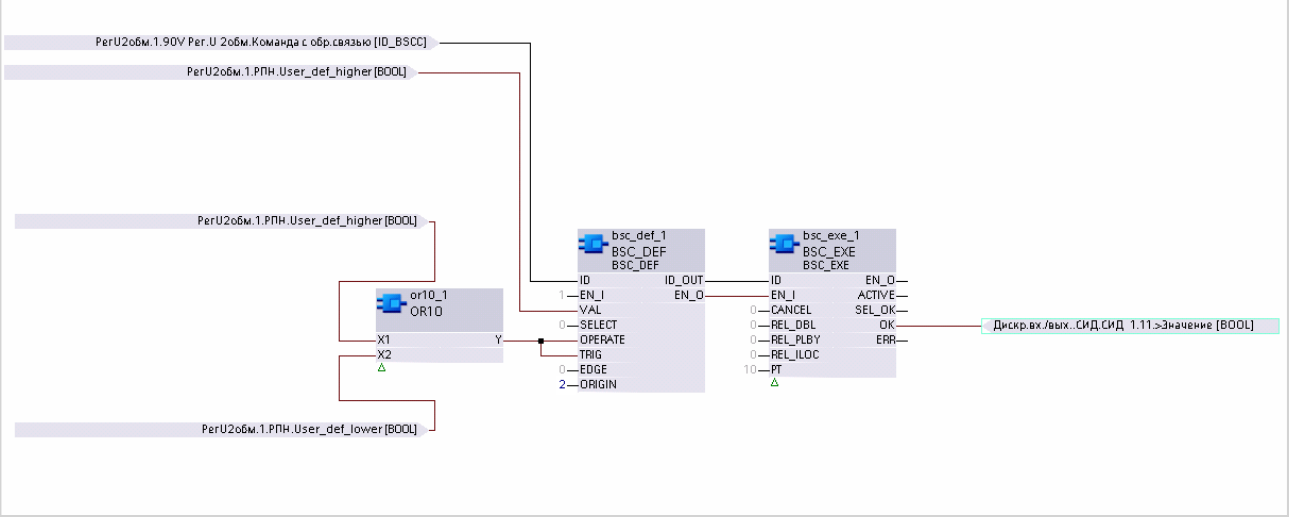
Рисунок 7-107 Ранжирование функциональных клавиш и сигналов CFC

Для использования функциональных клавиш создайте два пользовательских однопозиционных сообщения (SPS). Они используются для функциональных клавиш (например, для увеличения отпайки

<F1>, а для уменьшения <F2>) и в качестве входных сигналов для соответствующих блоков CFC. Кроме того, вы должны использовать элемент управления **Команда с обр.связью** для схемы CFC.

Направление управления можно выбрать, используя следующие значения на входе **Val** блока BSC_DEF.

- 1 означает **шаг вверх**
- 0 означает **шаг вниз**



[scbivctv-280715-01, 3, ru_RU]

Рисунок 7-108 Схема CFC

Используя эту простую схему CFC, можно создать логику пошагового увеличения или уменьшения положения отпайки с помощью функциональных клавиш.

Контроль времени переключения

SIPROTEC позволяет контролировать работу привода РПН. Эта функция используется для определения отказов привода во время переключения и позволяет отключить автомат питания привода РПН, если это необходимо. Для использования **Контр.времени переключ.** необходимо ранжировать скользящий контакт двигателя (старший дискретный вход) и установить параметр Время контр.двиг. равным времени работы двигателя.

Скользящий контакт двигателя будет активен до тех пор, пока переключатель отпаек не достигнет нового положения. Это время сравнивается с **Контр.времени переключ.**. Если новое положение РПН не будет достигнуто во время работы двигателя, устанавливается сообщение *Вр.контр.двиг.истекло*. Сообщение *Сраб.защ.привода*, которое может отключить двигатель, выдается через 1,5 с.

Контроль времени переключения

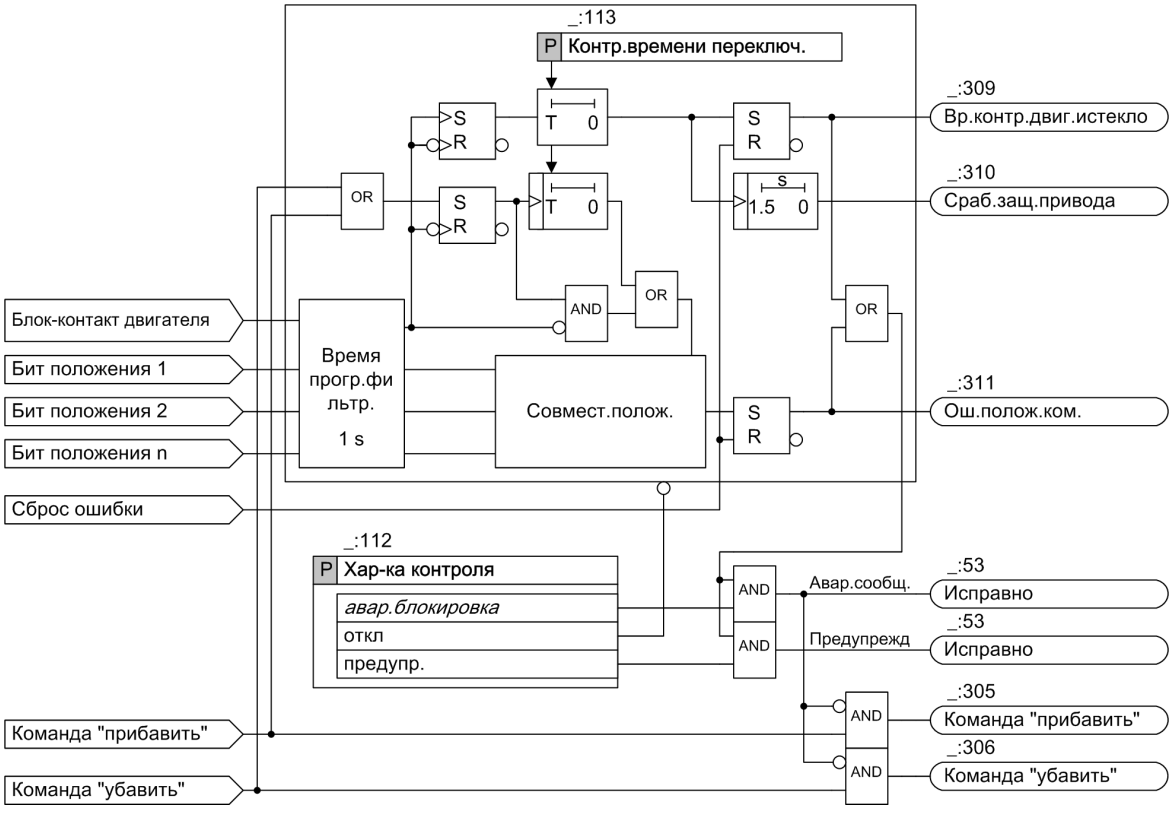
Контроль времени переключения используется для проверки правильности работы механизма РПН. Функция **РПН** вычисляет следующую логическую позицию отпайки после подачи команды прибавить/убавить. Длительность переключения определяется по времени изменения положения скользящего контакта двигателя. После окончания перемещения скользящего контакта двигателя функция **РПН** считывает новое значение положения отпайки. Если значение расчетной позиции отпайки не может быть получено в течение заданного времени **Контр.времени переключ.**, выдается сообщение об ошибке *Ош.полож.ком.*.

При этом учитываются следующие ошибки положения переключателя отпаек:

- Недопустимое положение отпайки: Положение РПН находится за пределами заданного диапазона **Пред.ниж.отп.РПН** и **Пред.верх.отп.РПН**
- Выдача команды управления в неправильном направлении (например, если было выбрано более высокое положение, а РПН реагирует с более низким положением и наоборот)

- РПН не работает (например, если двигатель устройства РПН неисправен или не получено сообщение положения)
- Нелогичная операция переключения (например, если не определено логическое положение РПН относительно предыдущего положения)

Значение 0 при неожиданном отключении напряжения питания представляет собой частный случай. Неправильное положение РПН без соответствующей настройки сигнализируется только как недопустимое положение РПН в элементе управления **Положение**.



[lotcmoue-090713-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 7-109 Логика контроля положения и мониторинг работы двигателя

Характеристика контроля

В зависимости от уставки параметра **Хар-ка контроля** функция активирует сигналы, относящиеся к типу статуса исправности, **Авар. сообщ.** или **Предупреждение**. Параметр **Хар-ка контроля** можно установить в состояние ***откл***, ***авар.блокировка*** или ***предупр.***.

В режиме ***авар.блокировка*** функция активирует сигнал статуса исправности **Аварийный сигнал**. Все команды РПН заблокированы.

В режиме ***предупр.*** функция активирует сигнал статуса исправности **Предупреждение**. Выполнение команд РПН по-прежнему возможно.

Вы можете сбросить сигналы статуса исправности ***авар.блокировка*** или ***предупр.*** вручную, используя элемент управления **Сбросить ошибки** (Главное меню → Функции устройства → Функции сброса →Переключатель отпаек). В качестве альтернативы можно отключить функцию контроля, а затем снова включить ее.

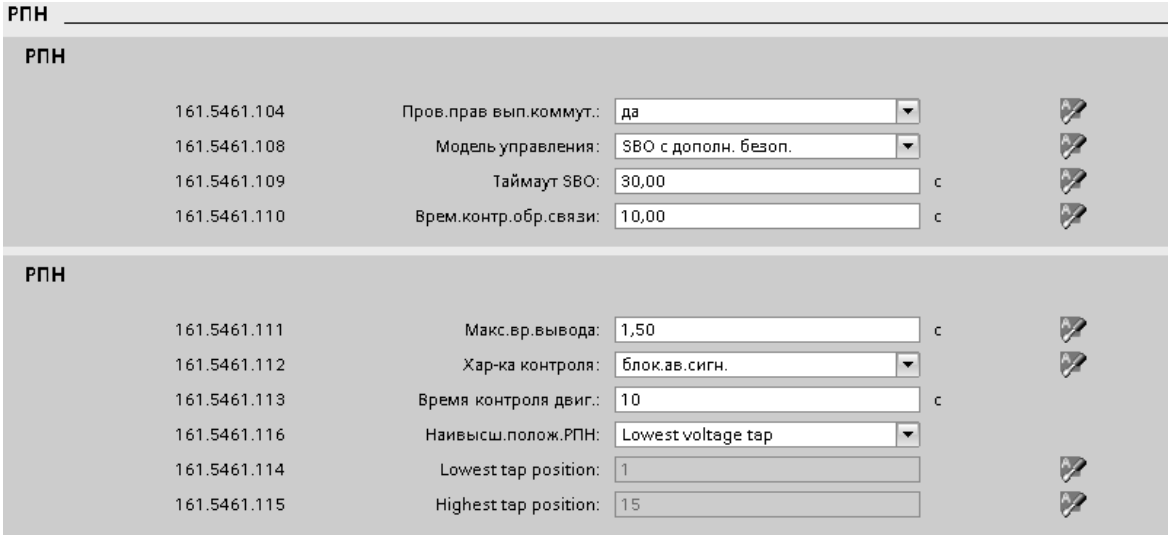
Счетчик работы

Устройство подсчитывает количество успешно выполненных команд регулирования, используя измеренное значение циклов переключения *Сч.оп.*. Значения счетчика и памяти защищены от потери напряжения питания. Измеренное значение циклов переключения может быть предварительно задано значением 0 или любым другим начальным значением.

Доступ к статистическим значениям можно получить с помощью панели управления устройства (измеренные значения/статистика), через DIGSI или с использованием различных протоколов связи.

7.8.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметры функциональной группы РПН



[scstuslt-100713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 7-110 Параметры РПН

ПРИМЕЧАНИЕ

Если в ходе переключения РПН смена внутренего положения отпаек происходит без изменения напряжения, при настройке параметров РПН необходимо учитывать следующее:

Если эти положения РПН содержат суффикс a и c или + и -, и дополнительные импульсы переключения не требуется, настройте параметр на обратную связь и время контроля двигателя на фактическое время работы двигателя при прохождении через рабочее положение. Siemens рекомендует параметрирование с захватом скользящего контакта двигателя.

Параметр: `Пров.прав вып.коммут.`

- Уставка по умолчанию **`(_:104) Пров.прав вып.коммут.`** = ***да***

С помощью параметра **`Пров.прав вып.коммут.`** пользователь указывает, проверяются ли во время действия команды регулирования права доступа на выполнение коммутационных операций (местное, дистанционное) (см. также главу *7.4.1 Проверки команд и оперативные блокировки распределительного устройства*).

Параметр: `Модель управления`

- Уставка по умолчанию **`(_:108) Модель управления`** = ***SBO с дополн. безоп.***

С помощью параметра **`Модель управления`** указывается модель управления в соответствии со стандартом МЭК 61850-7-2. Доступны следующие варианты выбора:

- ***прям. с обычн. безоп.***
- ***SBO с обычн. безоп.***
- ***прям.с дополн. безоп.***

- ***SBO с дополн. безоп.***
- ***только состояние***

Параметр: Таймаут SBO

- Уставка по умолчанию **(_:109) Таймаут SBO** = ***30 с***

С помощью этого параметра указывается время для обнаружения просроченной команды SBO. Диапазон значений изменяется от 0,01 с до 1800,00 с. Это время, которое может пройти между получением и выполнением команды (модель команды соответствует стандарту МЭК 61850-7-2).

Параметр: Врем.контр.обр.связи

- Уставка по умолчанию **(_:110) Врем.контр.обр.связи** = ***10 с***

Время контроля обратной связи после выдачи команды переключения РПН. Этот параметр указывает время, по истечении которого происходит отмена команды, если новое положение РПН не установлено. Диапазон значений изменяется от 0,01 с до 1800,00 с.

Параметр: Макс.вр.выдачи

- Уставка по умолчанию **(_:111) Макс.вр.выдачи** = ***1,50 с***

Этот параметр определяет максимальное время выдачи команды. Диапазон значений изменяется от 0,01 с до 1800,00 с. Чтобы двигатель успел переключить отпайку, рекомендуется установить значение 1,50 с.

Параметр: Хар-ка контроля

- Уставка по умолчанию **(_:112) Хар-ка контроля** = ***авар.блокировка***

Можно выбрать, должен ли отключаться контроль (***откл***) или только выдаваться предупреждение (***предупр.***). При уставке ***авар.блокировка*** выдается предупредительное сообщение и функция блокируется.

Параметр: Контр.времени переключ.

- Уставка по умолчанию **(_:113) Контр.времени переключ.** = ***10 с***

По истечении времени контроля двигателя отображается сообщение *Вр.контр.двиг.истекло*. Дополнительную информацию можно найти под заголовком *Контроль времени переключения, Страница 1560*. Диапазон значений изменяется от 5 с до 100 с.

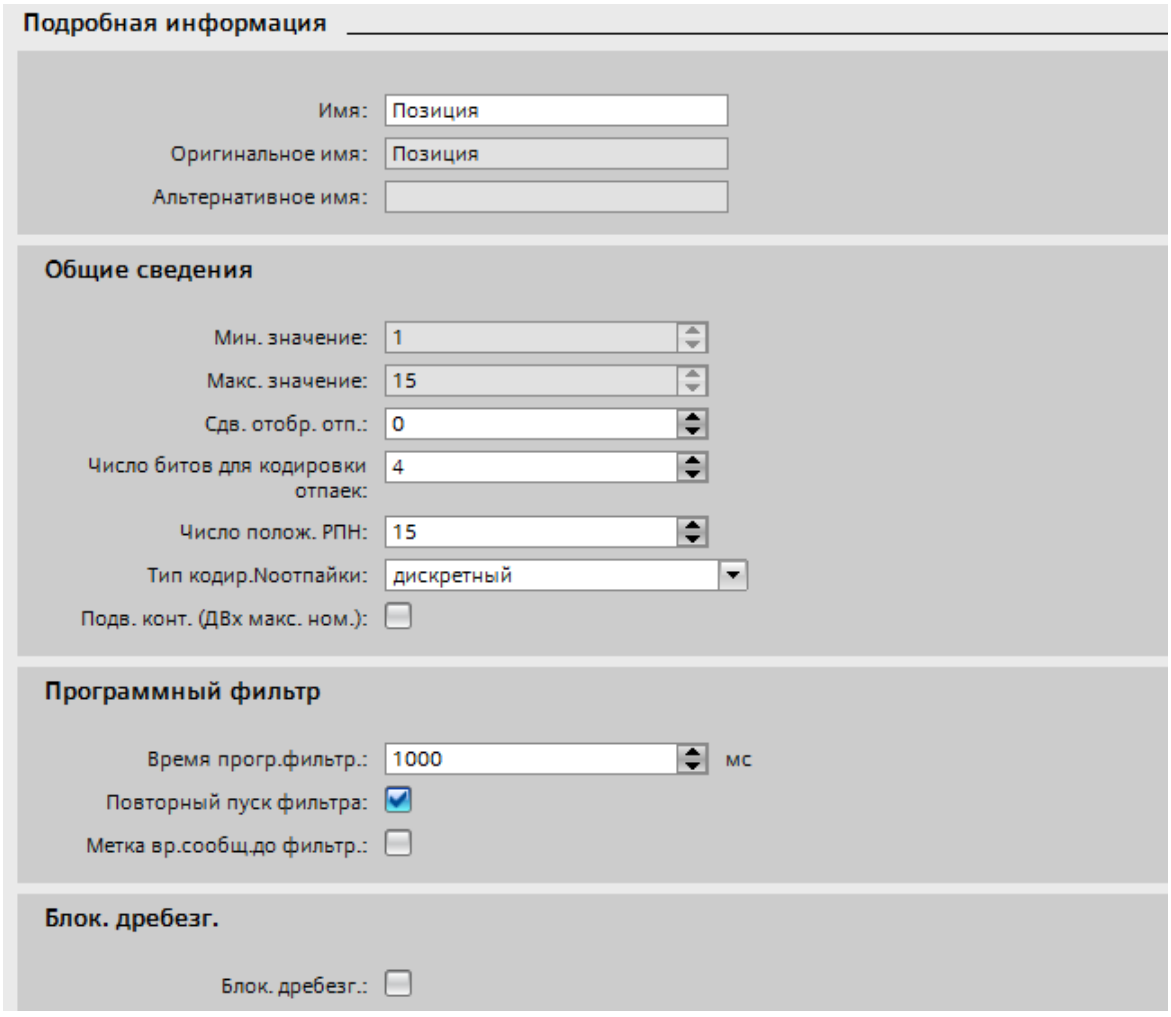
Параметр: Наивысш.полож.РПН

- Уставка по умолчанию **(_:116) Наивысш.полож.РПН** = ***Отпайка мин.напряж.***

Параметр **Наивысш.полож.РПН** показывает, какое напряжение соответствует максимальному положению переключателя отпаек: минимальное или максимальное.

Дополнительные параметры (диалоговое окно "Свойства" Положение)

Дополнительные параметры назначаются элементу управления *Положение*. Для отображения и изменения параметров выберите *Положение* в матрице ранжирования DIGSI и перейдите в диалоговое окно "Свойства". Для этого щелкните вкладку **Свойства**.



[scdeegts-170216-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-111 Диалоговое окно Свойства

Параметр: **Мин. значение**

- Уставка по умолчанию **Мин. значение** = *1*

Параметр: **Макс. значение**

- Уставка по умолчанию **Макс. значение** = *15*

Параметры **Мин. значение** и **Макс. значение** первоначально рассчитываются DIGSI 5 на основе кодировки отпаек, **Число полож.РПН** и **Сдв. отобр. отп.**. Они представляют допустимую область значений положения. Положения за пределами этой области определяются как недействительные. Эту область управления можно дополнительно ограничить в пределах первоначально заданного физического диапазона (см. **Число полож.РПН** и **Сдв. отобр. отп.**).

Параметр: **Сдв. отобр. отп.**

- Уставка по умолчанию **Сдв. отобр. отп.** = *0*

Если нужно изменить отображаемое значение в положительном или отрицательном направлении относительно фактического значения, введите необходимое число в поле **Сдв. отобр. отп.**.

Параметр: **Число битов код.ответв.**

- Уставка по умолчанию **Число битов код.ответв.** = *4*

С помощью параметра **Число битов код.ответв.** установите необходимое количество битов для кодирования отпаек трансформатора. Их количество зависит от выбранного значения **Кодировка** и **Скользящий контакт**. Например, для кодирования 7 отпаек требуется 3 бита в двоичной кодировке. Диапазон значений изменяется от 2 до 32.

Параметр: Число полож.РПН

- Уставка по умолчанию **Число полож.РПН** = ***15***

Параметр **Число полож.РПН** позволяет задать количество отпаек трансформатора. Диапазон значений изменяется от 2 до 127. Выход положения РПН ограничен диапазоном от -63 до +63. Если количество отпаек > 63, установите параметр **Сдв. отобр. отп.** так, чтобы положение РПН находилось в диапазоне от -63 до +63.

Параметр: Тип кодир.ответвлений.

- Уставка по умолчанию **Тип кодир.ответвлений.** = ***дискретный***

В списке **Тип кодир.ответвлений.** выберите тип интерпретации сообщения, ожидаемого на дискретном входе.
Вы можете выбрать среди следующих опций:

- ***дискретный***
- ***1 из n***
- ***BCD***
- ***таблица***
- ***BCD со знаком***
- ***код Грея***

Порядок выбора типов кодирования отпаек с использованием примеров более подробно описан далее.

Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки дискретный)

Следующая таблица показывает ранжирование трех дискретных входов (с ДВх1 по ДВх3) с четырьмя положениями РПН трансформатора, обозначенных с 3 по 6. ДВх4 – скользящий контакт. Тип кодирования — ***дискретный***.

Таблица 7-25 Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки дискретный)

	Пример					
	ДВх1	ДВх2	ДВх3	ДВх4	ДВх5	ДВх6
Переключатель отпаек	X	X	X	X		
Значение	1 бит	2 бит	3 бит	Скользящий контакт		
Отпайка = 1	1	0	0			

При использовании 3 дискретных входов максимум 2^3 -1 = 7 положений РПН может быть представлено в бинарном коде. Если все ранжированные дискретные входы показывают 0, это интерпретируется как ошибка связи и сигнализируется положением **---** или **-64** с показателем достоверности **недопустимое**. Ниже приведена таблица конфигурации позиции РПН, для случая, когда отображение отпаек трансформатора должно начинаться с измеренного значения 3. Необходимо сконфигурировать свойства сообщения, как показано в примере:

Тип кодир.ответвлений.:	дискретный
Число полож.РПН:	7
Число битов код.ответв.:	4

Сдв. отобр. отп.:	2
Подв. конт. (ДВх макс. ном.):	Да

3 дискретных входа должны быть пронумерованы последовательно, например, ДВх1, ДВх2, ДВх3 и ДВх4 для скользящего контакта.

Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки BCD)

Следующая таблица показывает ранжирование 6 дискретных входов (с ДВх1 по ДВх6) с 39 положениями РПН трансформатора, обозначенных с 1 по 39. Тип кодирования — ***BCD***. Двх7 – скользящий контакт.

Таблица 7-26 Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки BCD)

	Пример						
	ДВх1	ДВх2	ДВх3	ДВх4	ДВх5	ДВх6	ДВх7
Переключатель отпаек	X	X	X	X	X	X	X
Значение	BCD 1	BCD 2	BCD 4	BCD 8	BCD 10	BCD 20	Скользящий контакт
Отпайка = 21	1	0	0	0	0	1	

Используя 6 двоичных входов, можно отобразить не более 39 позиций отпаек с типом кодирования отпайки BCD. Это дает количество позиций отпаек от 1 до 39. Если все ранжированные дискретные входы показывают 0, это определяется как отпайка 0. 7 дискретных входа должны быть пронумерованы последовательно, например, ДВх1, ДВх2, ДВх3, ДВх4, ДВх5, ДВх6 и ДВх7 для скользящего контакта.

Тип кодир.ответвлений.:	BCD
Число полож.РПН:	39
Число битов код.ответв.:	7
Сдв. отобр. отп.:	0
Подв. конт. (ДВх макс. ном.):	Да

Индивидуальный тип кодирования отпайки (таблица)

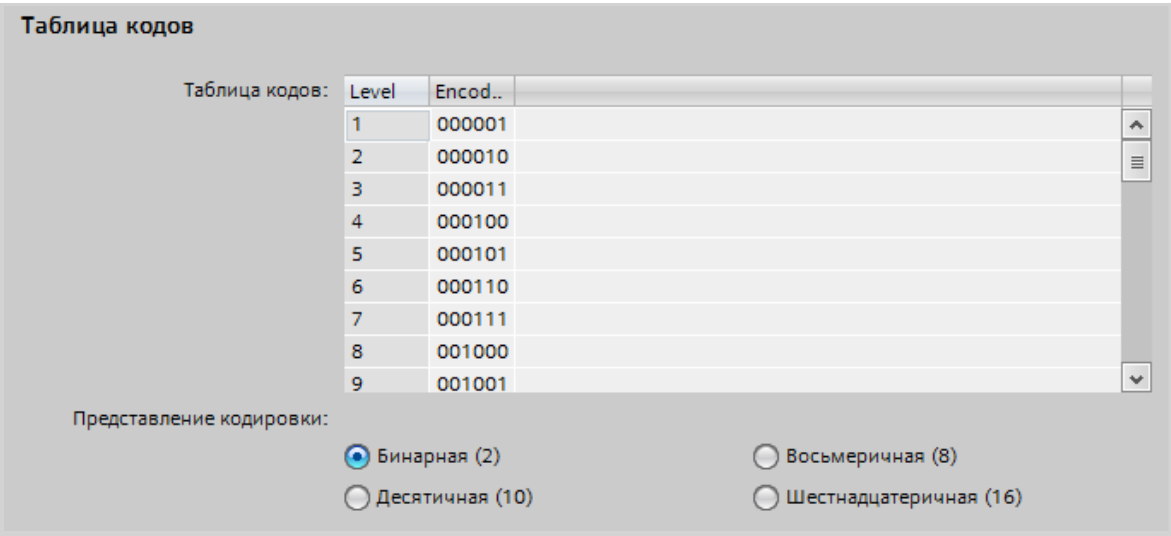
Параметр ***таблица*** позволяет определить индивидуальное значение **Тип кодир.ответвлений.**.

В разделе **Представление кодировки** выберите систему счисления, в которой будут показаны элементы вашей кодировочной таблицы, в качестве альтернативы:

- ***Двоичная (2 символа)***
- ***Восьмеричная (8 символов)***
- ***Десятичная (10 символов)***
- ***Шестнадцатеричная (16 символов)***

Выбранная система исчисления применяется для всех положений в столбце **Кодировка**.

Если вы изменили систему счисления, и в таблице уже есть заданные ранее элементы, они конвертируются в новую систему счисления. Область выбора становится видимой, как только вы выбрали уставку ***таблица*** в списке **Тип кодир.ответвлений.**.



[sccotabi-111016-01, 1, ru_RU]

Рисунок 7-112 Таблица кодов для типа кодировки отпайки таблица

ПРИМЕЧАНИЕ

Неактивность всех дискретных входов, используемых для кодирования текущего положения РПН, приводит к тому, что положение отпайки считается недействительным (несмотря на отображаемое смещение). При неверных настройках отпайки на экране отображается ----- или **-64** с показателем качества **недопустимое**; исключение составляет BCD со знаком, см. *Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки BCD со знаком), Страница 1567*.

Введите кодировку отпайки в столбец **Кодирование** в **Кодировочной таблице**. Введите значение согласно ранее выбранной системе счисления. Выберите желаемое количество отпаек и количество битов для кодирования отпайки. Отпайки с одинаковыми кодами и отпайки с кодом 0 не допускаются.

Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки BCD со знаком)

Следующая таблица показывает ранжирование 3 дискретных входов (с ДВх1 по ДВх3) с 7 положениями РПН трансформатора, обозначенных с 3 по 3. Кодировка использует ***BCD со знаком***.

Таблица 7-27 Ранжирование дискретных входов (тип кодировки отпайки BCD со знаком)

	Пример					
	ДВх1	ДВх2	ДВх3	ДВх4	ДВх5	ДВх6
Переключатель отпаек	X	X	X			
Значение	BCD 1	BCD 2	Знак			
Отпайка = 1	1	0	1			

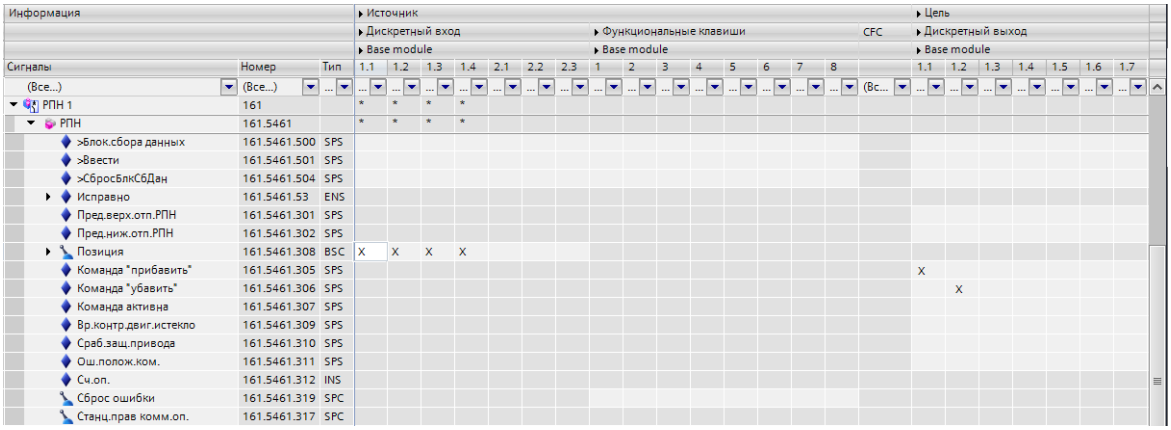
При использовании 3 дискретных входов может быть представлено максимум 7 положений РПН с помощью кодировки типа отпайки с BCD со знаком. Это дает количество позиций отпаек от -3 до 3. Если все ранжированные дискретные входы показывают 0, это определяется как отпайка 0. Три дискретных входа должны быть пронумерованы последовательно.

Тип кодир.ответвлений.:	BCD со знаком
Число полож.РПН:	7
Число битов код.ответв.:	3
Сдв. отобр. отп.:	0

Подв. конт. (ДВх макс. ном.):	Нет

Ранжирование команд управления РПН на дискретные выходы

Для выдачи команд переключения ранжируйте на одно реле сообщение **Команда "прибавить"** и на другое реле сообщение **Команда "убавить"**, см. следующий рисунок.



[sc_trass7, 1, ru_RU]

Рисунок 7-113 Ранжирование команд управления РПН

Параметр: `Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`

- Уставка по умолчанию **`Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`** = ***`нет`***

Если положение РПН не должно распознаваться как действительное и не должно приниматься, пока скользящий контакт двигателя не просигнализирует, что он достиг отпайки, активизируйте опцию **`Подв. конт. (ДВх макс. ном.)`**. Если этот параметр установлен, то новое положение маркируется знаком * только в том случае, если скользящий контакт отключается.

Параметр: `Время прогр.фильтр.`

- Уставка по умолчанию **`Время прогр.фильтр.`** = ***`1000 мс`***

Этот параметр указывает **`Время прогр.фильтр.`** при изменении положения РПН. Диапазон значений составляет от 0 мс до 86400000 мс. В течение этого периода кратковременные изменения на дискретных входах подавляются.

Параметр: `Повторный пуск фильтра`

- Уставка по умолчанию **`Повторный пуск фильтра`** = ***`Да`***

С помощью этого параметра можно включить или отключить повторный пуск отсчета времени фильтрации при изменении положения.

Параметр: `Метка вр.сообщ.до фильтр.`

- Уставка по умолчанию **`Метка вр.сообщ.до фильтр.`** = ***`нет`***

Этот параметр указывает, учитывается ли время фильтрации в метке времени изменения положения.

Параметр: `Блок. при дребезге`

- Уставка по умолчанию **`Блок. при дребезге`** = ***`нет`***

С помощью этого параметра можно включить или отключить **`Блок. при дребезге`**.

7.8.3 Уставки (диалоговое окно "Свойства")

Перечисленные здесь уставки можно вызвать и изменить только с помощью диалогового окна **Свойства** регулируемого пункта **Положение**.

Адрес	Параметр	С	Диапазон значений	Уставка по умолчанию
Общая информация				
-	Мин. значение		Рассчитанный	-
-	Макс. значение		Рассчитанный	-
-	Сдв. отобр. отп.		от -63 до +63	0
-	Число битов код.ответв.		от 2 до 32	4
-	Число полож.РПН		от 2 до 63	15
-	Тип кодир.ответвлений.		• дискретный • 1 из n • BCD • таблица • BCD со знаком • код Грея	дискретный
Программный фильтр				
-	Время прогр.фильтр.		от 0 мс до 86400000 мс	500 мс

7.8.4 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Управление				
_:104	РПН:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да • расширенный	да
_:108	РПН:Модель управления		• только состояние • прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:109	РПН:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:110	РПН:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
РПН				
_:111	РПН:Макс.вр.выдачи		0.02 с до 1800.00 с	1.50 с
_:112	РПН:Хар-ка контроля		• откл • предупр. • авар.блокировка	авар.блокировка
_:113	РПН:Контр.времени переключ.		5 с до 100 с	10 с
_:116	РПН:Наивысш.полож.РПН		• Отпайка мин.напряж. • Отпайка макс.напряж.	Отпайка мин.напряж.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:114	РПН:Наим. положение РПН		-64 до 64	1
_:115	РПН:Наиб. положение РПН		-64 до 64	15
Прав.дост.вып.комм.				
_:117	РПН:Комм.устр.с прав.упр.		• 0 • 1	ложь
_:118	РПН:Спец.права управления		• 0 • 1	истина
_:119	РПН:Спец.права УД для		• Станции • Стан./дистанц. • дистанционный	Стан./дистанц.
_:120	РПН:ЧислУчЗапСпец-ПравУпр		2 до 5	2
_:121	РПН:НескУчЗапСпец-ПравУпр		• 0 • 1	ложь

7.8.5 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РПН			
_:500	РПН:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:501	РПН:>Ввести	SPS	I
_:507	РПН:>Прав.местн.коммут.	SPS	I
_:508	РПН:>Прав.дист.коммут.	SPS	I
_:509	РПН:>Реж.пркл.с/оп.блк.	SPS	I
_:510	РПН:>Реж.пркл.б/оп.блк.	SPS	I
_:504	РПН:>СбросБлкСбДан	SPS	I
_:53	РПН:Статус исправности	ENS	O
_:301	РПН:Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:302	РПН:Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:308	РПН:Положение	BSC	C
_:305	РПН:Команда "прибавить"	SPS	O
_:306	РПН:Команда "убавить"	SPS	O
_:307	РПН:Команда активна	SPS	O
_:309	РПН:Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:310	РПН:Сраб.защ.привода	SPS	O
_:311	РПН:Ош.полож.ком.	SPS	O
_:312	РПН:Сч.оп.	INS	O
_:313	РПН:Прав.вып.комм.опер	ENS	O
_:314	РПН:Режим переключений	ENS	O
_:319	РПН:Сброс ошибки	SPC	C
_:317	РПН:Станц.прав комм.оп.	SPC	C
_:320	РПН:Ак. Прав Упр 1	SPC	C
_:321	РПН:Ак. Прав Упр 2	SPC	C

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:322	РПН:Ак. Прав Упр 3	SPC	C
_:323	РПН:Ак. Прав Упр 4	SPC	C
_:324	РПН:Ак. Прав Упр 5	SPC	C

7.9 Регулятор напряжения

7.9.1 Обзор функций

Функция регулирования напряжения (ANSI 90V) используется для контроля напряжения силовых трансформаторов (двух- и трехобмоточных трансформаторов, сетевых трансформаторов связи) и автотрансформаторов, используя управление приводом. Функция обеспечивает автоматическую регулировку напряжения в заданном диапазоне напряжений на вторичной стороне трансформатора или, в качестве альтернативы, в точке подключения удаленной нагрузки (компенсация Z или R/X) в сети. Для того, чтобы компенсировать изменения напряжения в сложнозамкнутой сети, используйте процедуру ***LDC-Z*** (компенсация Z). Для регулирования напряжения на линии используйте процедуру ***LDC-X и R*** (компенсация R/X).

Принцип регулировки базируется на том факте, что команда повышения или понижения, поступающая в привод РПН, является функцией изменения напряжения (ΔU) на каждое ответвление и вызывает повышение или понижение напряжения.

Регулировка напряжения выполняется от ответвления к ответвлению, при этом производится сравнение действительного напряжения (Uакт) с заданным целевым напряжением (Uтреб.). Если разница значений напряжения превышает заданную величину (B), по прошествии заданного времени задержки (T1) в привод РПН подается команда повышения или понижения напряжения. Величина задержки по времени (T1) выбирается в зависимости от заданной характеристики регулятора (линейной или обратной); задержка вводится для того, чтобы избежать появления ненужных команд регулировки во время кратковременных отклонений напряжения от необходимого значения и для координации работы с другими автоматическими регуляторами напряжения в системе.

Функция регулирования напряжения также следит за токами на стороне высокого и низкого напряжения трансформатора, чтобы блокировать регулирование при возникновении недопустимых рабочих состояний (перегрузки по току/низкого значения тока/снижения напряжения). Функция регулирования напряжения также имеет предельные значения, на основе которых в особых условиях работы запрещаются команды на повышение напряжения в случае перенапряжения и команды на понижение напряжения в случае низкого напряжения.

7.9.2 Структура функции

Функциональные группы **Регулирование напряжения двухобмоточного трансформатора**, **Регулирование напряжения трехобмоточного трансформатора** и **Регулирование напряжения сетевого трансформатора связи** состоят из 5 функциональных блоков. В зависимости от конкретного применения функциональные группы могут быть сконфигурированы производителем в соответствующем шаблоне применения или же ее можно скопировать в соответствующий проект устройства в процессе настройки.

На следующем рисунке показан список функций как пример в функциональной группе **Регулирование напряжения двухобмоточного трансформатора**.



[dwvolctl-060913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-114 Структура/реализация функциональной группы

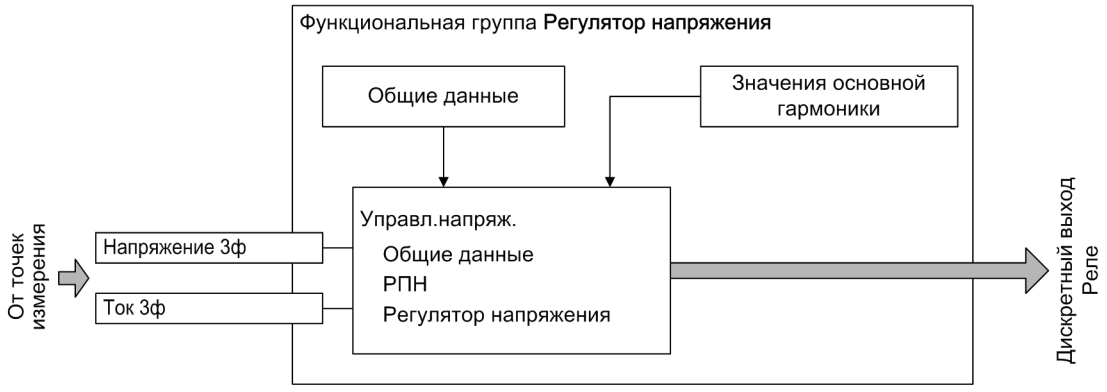
Функциональные блоки **Общие данные** (GAPC), **РПН** (YLTC) и **Регулятор напряжения** (ATCC) являются точками логических узлов в МЭК 61850-8-1.

РПН (YLTC) представляет собой интерфейс между регулятором напряжения (ATCC) и приводом РПН трансформатора (OLTC). Это означает, что регулятор напряжения (ATCC) посылает в устройство РПН команды повышения и понижения напряжения. Устройство РПН выдает команды повышения и понижения напряжения в привод РПН трансформатора (OLTC). РПН (YLTC) измеряет положение ответвлений и отслеживает действия привода РПН (OLTC).

Функциональная группа имеет интерфейсы со следующими точками измерения:

- **Двухобмоточный трансформатор**:
  - Напряжение, 3-фазное
  - Ток, 3-фазный (опция)
- **Трехобмоточный трансформатор**:
  - 2 напряжения, 3-фазные
  - 2 x ток, 3-фазный (опция)
- **Сетевой трансформатор связи**:
  - 2 напряжения, 3-фазные
  - 2 x ток, 3-фазный

На *Рисунок 7-115* показана блок-схема упомянутых интерфейсов.



[dwvocnti-060913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-115 Структура функциональной группы Регулирование напряжения

Информацию и измеренные значения регулятора напряжения можно найти в матрице ранжирования DIGSI.

7.9.3 Описание функции Автоматическое регулирование напряжения

При увеличении нагрузки в системе электроснабжения напряжение падает, а при уменьшении нагрузки — напряжение увеличивается. Обычно в силовых трансформаторах предусматривают устройство РПН (регулирование напряжения под нагрузкой), чтобы напряжение в энергосистеме поддерживалось на постоянном уровне.

В результате этого коэффициент трансформации трансформатора можно изменять с заранее заданным шагом. Переключение между различными отпайками обмотки трансформатора приводит к изменению напряжения.

Функция автоматического регулирования напряжения трансформатора (АРНТ) предназначена для управления трансформаторами, оборудованными приводами РПН.

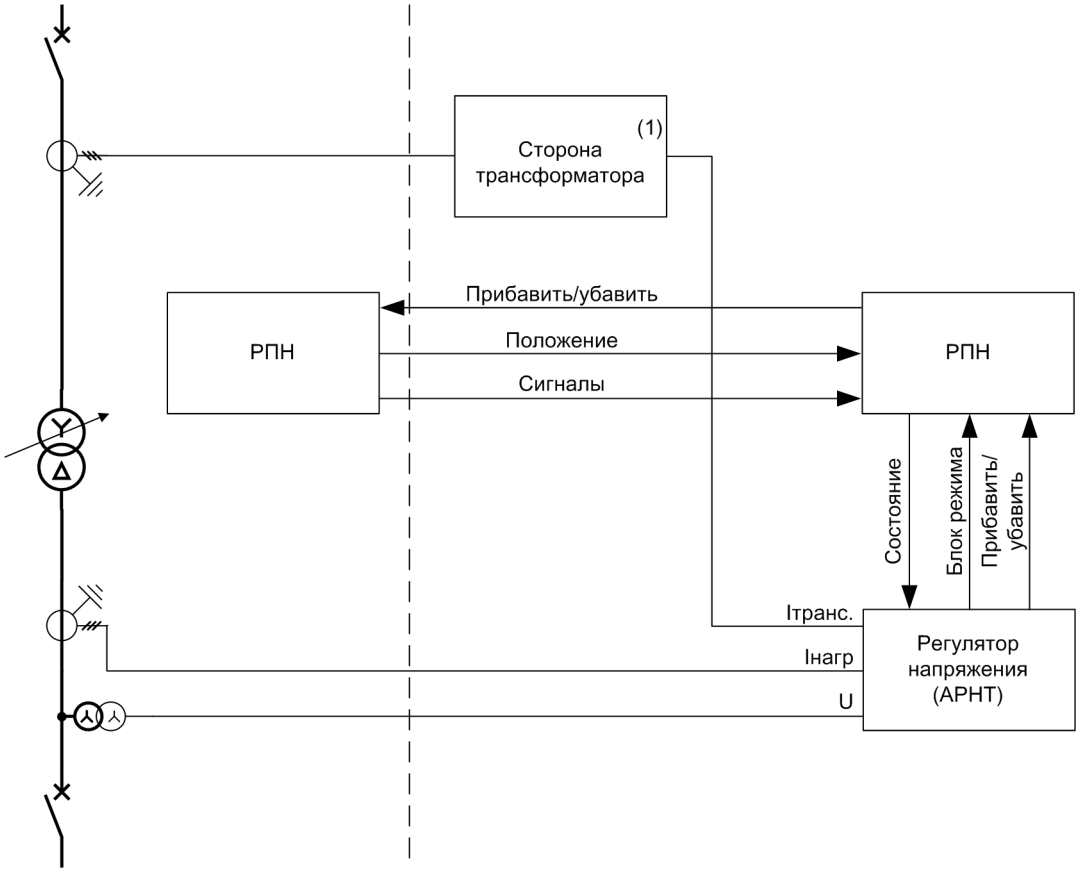
Эта функция позволяет регулировать:

- Для двухобмоточных трансформаторов (2W): напряжение на вторичной цепи силового трансформатора
- Для трехобмоточных трансформаторов (3W): напряжение вторичной обмотки 1 или обмотки 2
- Для трансформаторов связи (GC): напряжение обмотки 1 или обмотки 2, выборочно, в зависимости от направления мощности

Управление базируется на ступенчатом принципе. Для переключения РПН на одну позицию выше или ниже на его приводной механизм подается единичный импульс управления. Длительность импульса управления можно регулировать в широком диапазоне, чтобы обеспечить возможность управления приводами РПН различных типов. Импульс управления формируется в том случае, когда измеренное напряжение отличается от заданной базисной величины на величину, которая больше заданной, в течение времени, которое больше заданного значения.

Контроль напряжения можно осуществлять в точке измерения напряжения или в точке подключения нагрузки к энергосистеме. В последнем случае напряжение в точке подключения нагрузки подсчитывается с помощью измеренного тока нагрузки и известного полного сопротивления между точкой измерения напряжения и точкой подключения нагрузки.

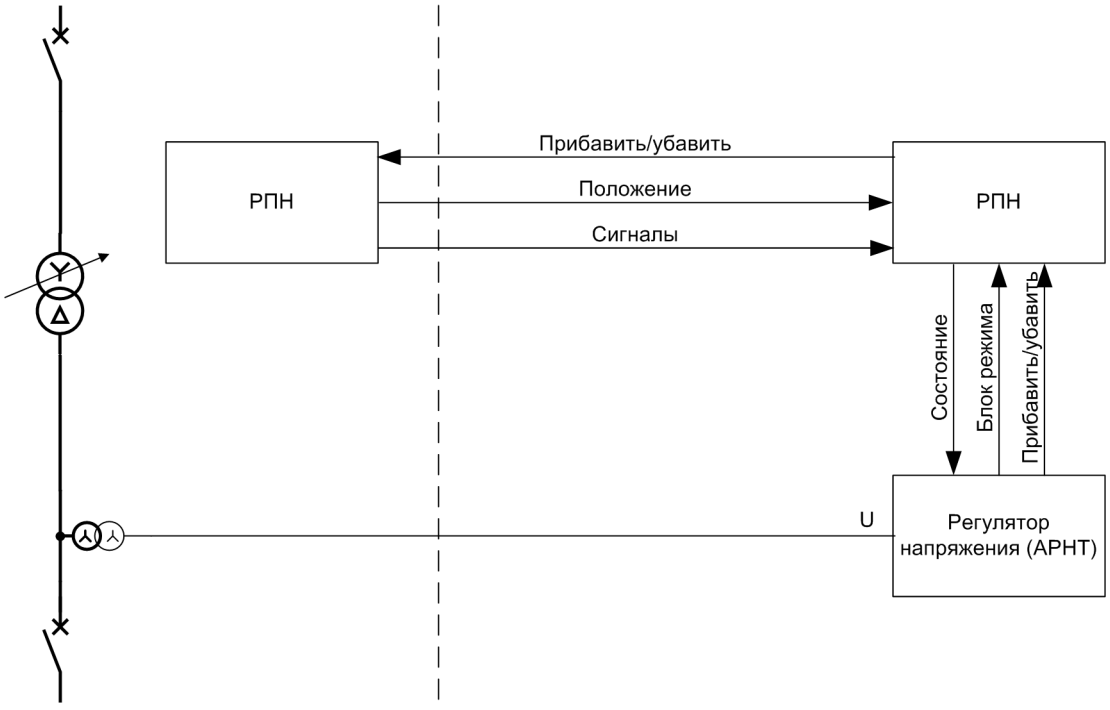
На представленных ниже рисунках показаны возможные схемы подключения регулятора напряжения для двухобмоточных трансформаторов с измерением тока и без него.



[dwkonlst-060913.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-116 Схема подключения устройства к силовому двухобмоточному трансформатору с РПН с измерением тока для компенсации нагрузки в конце линии

(1) Только в случае, если имеется сторона трансформатора



[dwkonlsK-060913.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-117 Схема подключения устройства к силовому двухобмоточному трансформатору с РПН без измерения тока

Трехобмоточные трансформаторы

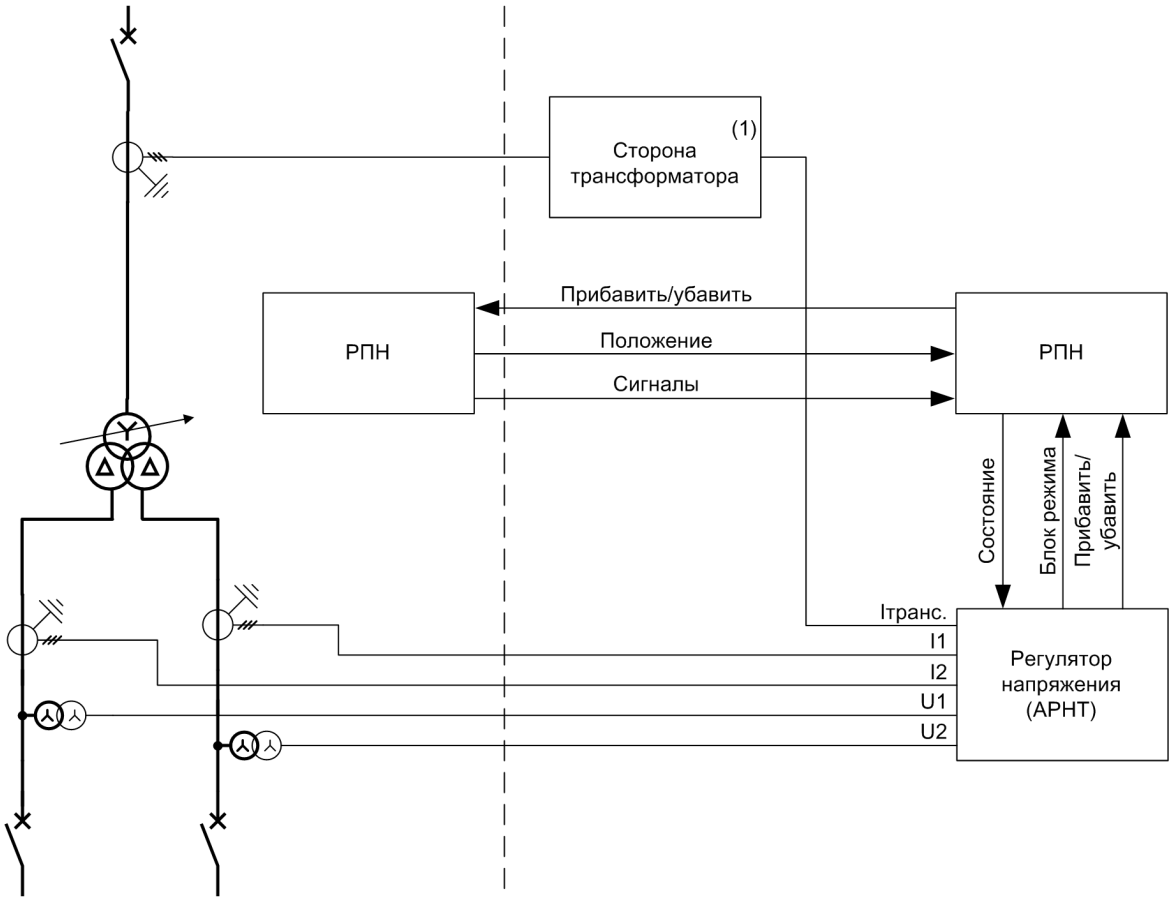
Трехобмоточные трансформаторы представляют собой специальные силовые трансформаторы, которые имеют 2 отдельные вторичные обмотки и, как правило, обеспечивают питание 2 различных шин. Уровни напряжения на вторичных обмотках силовых трансформаторов могут быть одинаковыми или разными. Несмотря на то, что в системе представлены конструкции с 2 устройствами РПН во вторичных обмотках, в основном трехобмоточные трансформаторы оснащены только одним РПН на первичной обмотке. Поэтому необходимо обеспечить подключение обоих напряжений вторичных обмоток к измерительным входам напряжения (U1, U2) и выбрать одно из них в качестве переменной управления, в зависимости от нагрузки на каждой из обмоток.

Одновременно выполняется контроль напряжений на обоих вторичных обмотках трехобмоточного трансформатора. При этом устройство может автоматически выбирать напряжение для контроля, исходя из значений тока нагрузки на обеих сторонах, или можно вручную указать номер обмотки по напряжению, которой будет осуществляться регулирование. Уставку, указывающую обмотку трансформатора напряжение от которой участвует в функции контроля, можно изменить, изменяя группу уставок с помощью дискретных входов, протокола или функциональных клавиш. Параллельно может контролироваться напряжение обмотки, которая не используется для регулирования, чтобы гарантировать, что его величина остается в определенных пределах.

Если функции регулирования напряжения доступны токи обеих вторичных обмоток трансформатора, то выбрав для уставки Выбор обмотки значение ПриМаксНагр выбор контролируемого напряжения будет осуществляться автоматически.

При автоматическом переключении отпаек в качестве контролируемого напряжения будет выбираться напряжение обмотки, по которой протекает наибольший ток нагрузки. Не участвующее в регулировании напряжение проверяется на соответствие параметрам блокировки регулирования.

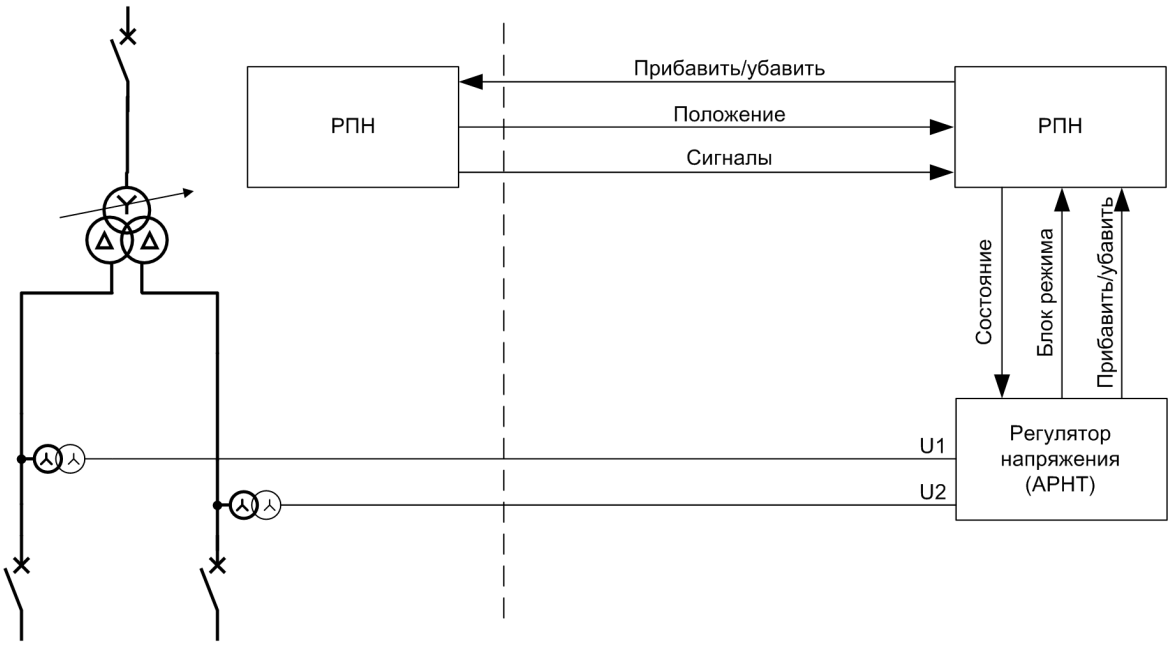
В случае если напряжение на неконтролируемой обмотке превысит значение уставки максимального допустимого напряжения, то регулирование напряжения вверх и быстрое переключение вниз блокируются. Если напряжение на неконтролируемой обмотке станет ниже уставки минимального допустимого напряжения, то при включенном параметре команды регулирования блокируются.



[dw_V-constell-3wind-with-imeas.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-118 Схема подключения устройства к силовому трехобмоточному трансформатору с РПН с измерением тока

(1) Только в случае, если имеется сторона трансформатора



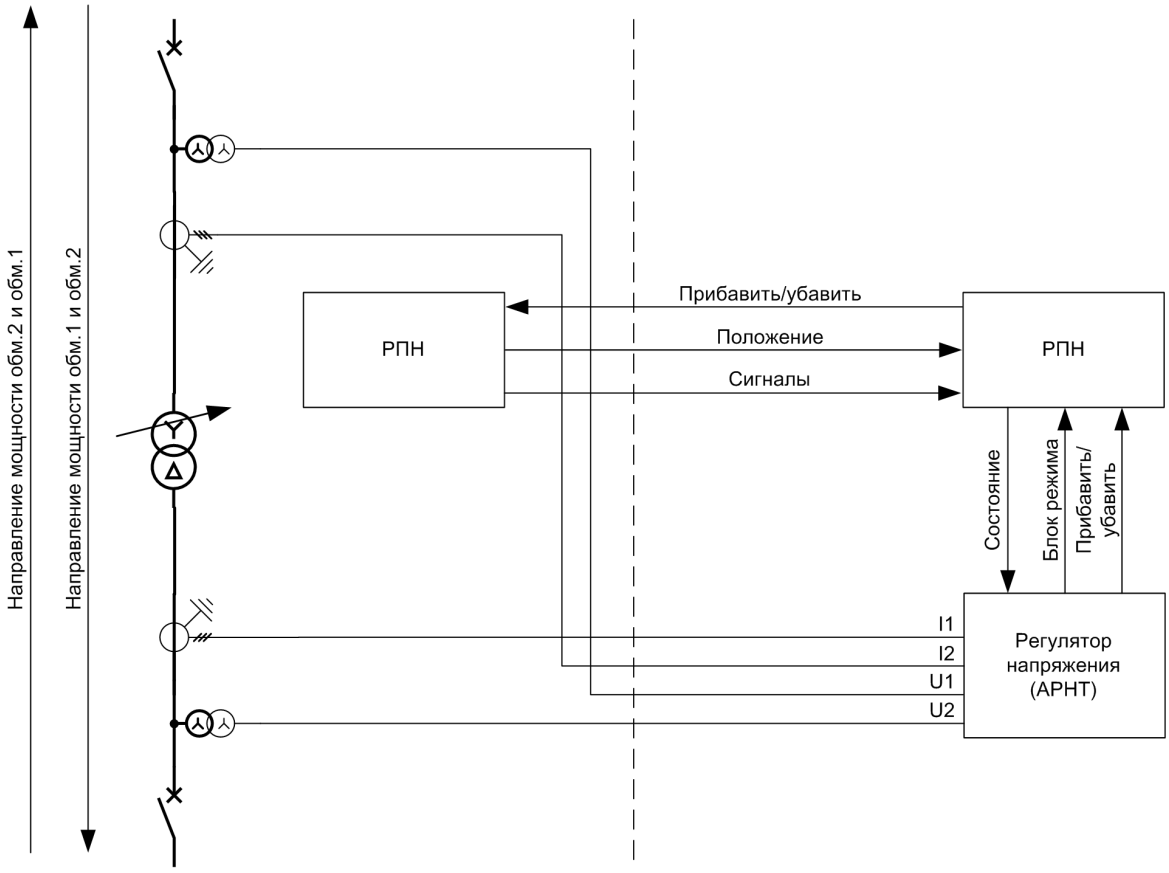
[dw_V-constell-3wind-without-imeas-091014.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-119 Схема подключения устройства к силовому трехобмоточному трансформатору с РПН без измерения тока

Трансформаторы связи

Трансформаторы связи представляют собой специальные силовые трансформаторы, которые соединяют между собой 2 энергосистемы. Контролируется напряжение со стороны нагрузки. Поток мощности может изменяться во время работы. Поэтому оба напряжения и тока, для обмотки 1 и 2, должны быть подключены к измерительным входам напряжения (U1, U2) и тока (I1 и I2). Напряжение регулирования должно быть выбрано с помощью уставки.

Одновременно выполняется контроль напряжений обеих обмоток сетевых трансформаторов связи. При необходимости, напряжение регулирования может быть изменено с помощью уставки. Уставка может быть изменена с помощью изменения группы уставок с помощью дискретного входа, протокола связи с АСУ ТП или функциональных клавиш.



[dw_V-constell-2wind-coupl-transf.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-120 Схема подключения устройства к трансформатору связи

Привод РПН

Привод РПН используется для переключения на необходимую отпайку трансформатора под нагрузкой. При переключении сначала селектор ответвлений выбирает нужное ответвление. Затем привод РПН выполняет переключение от текущего ответвления к выбранному. В течение такого переключения одно ответвление ступенчатой обмотки кратковременно шунтируется низкоомным резистором, поэтому переключение осуществляется без прерывания электропитания. С физической точки зрения привод РПН устанавливается в корпусе трансформатора или в отдельном резервуаре.

Переключатель отпаек

Функция **РПН** обеспечивает подачу команд в привод РПН и принимает соответствующие сигналы обратной связи. Функция РПН внутри контроллера напряжения соответствует аналогичной функции отдельного РПН. Команды "Прибавить" или "Убавить" формирует регулятор напряжения. Параметры **Пров.прав вып.коммут.**, **Модель управления**, **Таймаут SBO** и **Врем.контр.обр.связи** заданы только в регуляторе напряжения.

Дополнительная информация приведена в главе *7.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок для регуляторов напряжения*.

Автоматическое регулирование напряжения

Функция регулирования напряжения следит за тем, чтобы измеренное напряжение находилось в пределах заданного диапазона и не превышало установленных пределов. С помощью параметра **Режим**, можно включить либо отключить регулятор напряжения, а также перевести его в тестовый режим.

Параметр **Кол-во вел. треб.напряж.** позволяет определить до 4 целевых напряжений. Одновременно можно активировать только одно из этих целевых напряжений с помощью функциональной

клавиши, связи или дискретного входа. Используйте параметр **Режим уставки активен** для определения допустимого целевого напряжения через сеть связи.

Если регулятор напряжения выключен, команды управления как в ручном, так и автоматическом режиме не передаются в блок РПН. Вне зависимости от места инициирования команды, по месту или дистанционно.

С помощью параметра **Режим работы** либо команды **Режим работы** можно переводить регулятор в автоматический или ручной режим работы. В автоматическом режиме работы контроль напряжения осуществляется автоматически в соответствии с заданными параметрами.

Регулятор напряжения трехобмоточного трансформатора

Для регулятора напряжения двухобмоточного трансформатора измеряемые величины, которые используются для регулирования обратной связи, определены постоянно.

Для регулятора напряжения трехобмоточного трансформатора измеряемые величины, влияющие на регулирование, могут быть определены пользователем заранее (параметр **Выбор обмотки** = ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***) или они могут быть выбраны автоматически (**Выбор обмотки** = ***ПриМаксНагр***).

В последнем случае обмотка выбирается автоматически путем оценки тока нагрузки в обмотках. Если ток нагрузки в одной из двух обмоток больше тока нагрузки в другой обмотке на 5 % Iном в течение 10 с, то напряжение регулируется по напряжению обмотки с большим током нагрузки.

Регулятор напряжения сетевых трансформаторов связи

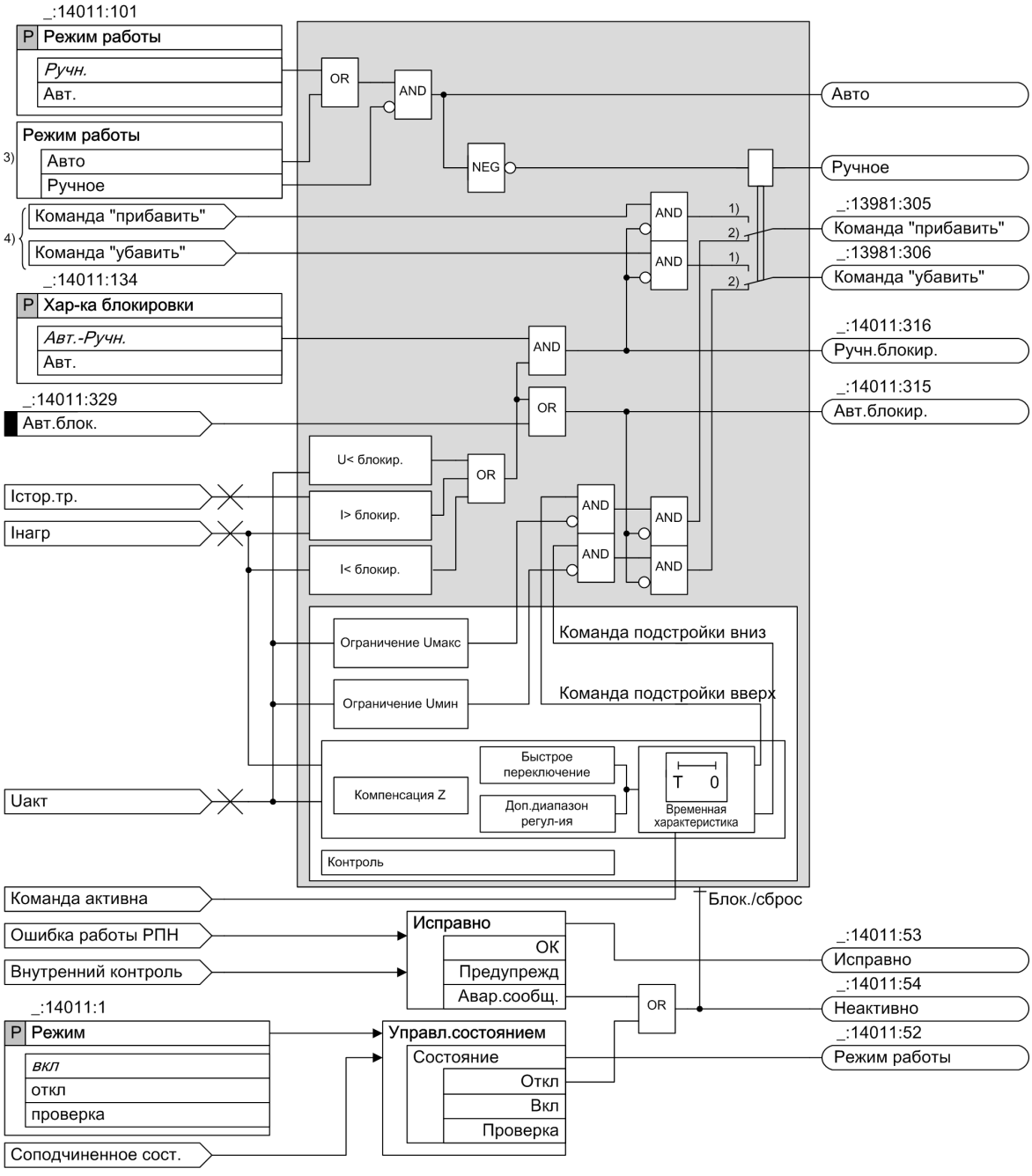
Для регулятора напряжения двухобмоточного трансформатора измеряемые величины, которые используются для регулирования обратной связи, определены постоянно.

Для регулятора напряжения сетевых трансформаторов связи эти измеряемые величины могут быть определены с помощью параметра (параметр **Выбор обмотки** = ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***).

Обмотку можно менять во время работы путем переключения групп уставок.

Вы можете контролировать направление протекания мощности. Если разница в мощности ***Обмотка 1*** и ***Обмотка 2*** превышает 10 % номинальной мощности на стороне управления, то появляется сообщение *Контр.перетока мощн.* и функция переключается в состояние аварийного сигнала.

Логика работы



[lovoltco-060913-01.vsd, 3, ru_RU]

Рисунок 7-121 Логическая схема высокого уровня регулятора напряжения

1) Ручной режим работы
2) Автоматический режим работы
3) Управляемый
4) Команда

Согласно стандарту МЭК 61850, DOI LTCBlk (команда **Блокировка автоматического режима работы**), автоматическое управление можно блокировать командой.

Регулятор напряжения измеряет значение напряжения (Uакт) и сравнивает его с целевым напряжением (Utреб.). Если разность измеренного значения и уставки (отклонение системы управления D)

превышает заданную величину (B), по прошествии заданного времени задержки (T1) на привод РПН подается команда повышения или понижения напряжения.

Можно менять настройки управления во время работы с помощью переключения групп уставок.

Вы можете переключать группы уставок следующими способами:

- Через панель оператора непосредственно на устройстве
- Через онлайн-подключение DIGSI к устройству
- Через дискретные входы
- Путем обмена данными с системой управления подстанцией (МЭК 60870-5-103, МЭК 61850).

Дополнительная информация приведена в главе *3.10.1 Переключение групп уставок*.

Отклонение регулирования

Отклонение регулирования подсчитывается с использованием текущего значения измеренного напряжения и значения целевого напряжения по отношению к номинальному напряжению.

$$D = \frac{U_{акт.} - U_{треб.}}{U_{ном.}} 100\,\%$$

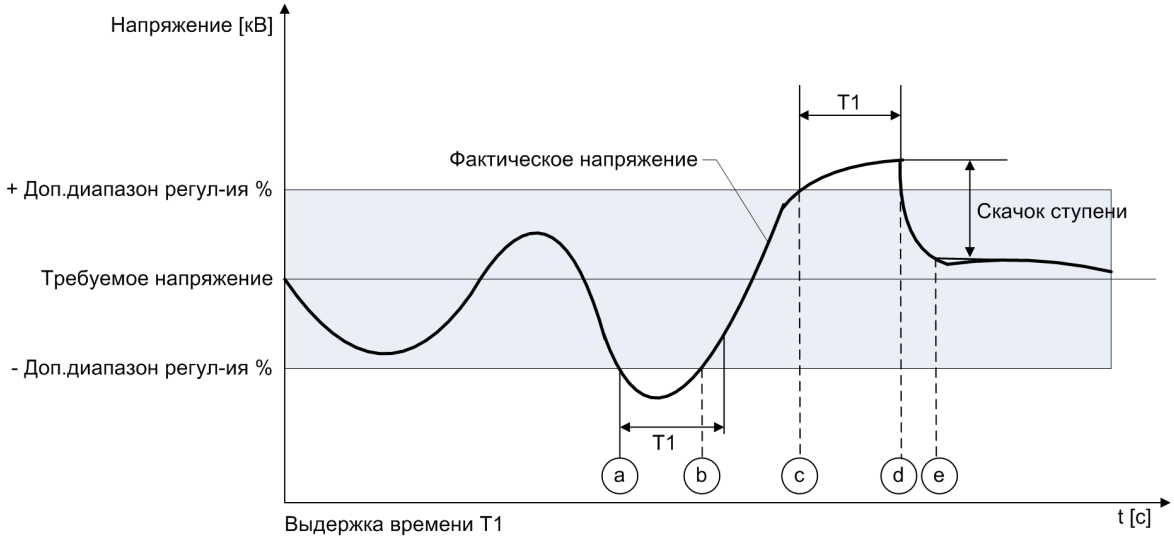
[fokonisk-211013, 2, ru_RU]

D = Отклонение регулировки

Допустимый диапазон отклонения

Чтобы свести к минимуму количество операций переключения привода РПН, определен допустимый диапазон отклонения. Если измеренное напряжение не отклоняется более чем на величину допустимого диапазона отклонения, команда регулировки на привод РПН не подается. Если измеренное напряжение отклоняется на величину, большую, чем заданное значение допустимого диапазона отклонения, после предварительно заданной задержки по времени **`Задержка T1`** подается команда переключения. Если измеренное напряжение возвратится в пределы допустимого диапазона до истечения времени **`Задержка T1`**, команда управления переключением не подается.

Если измеренное напряжение возвратится в пределы допустимого диапазона до истечения времени T1, таймер начинает отсчет времени в обратном направлении с текущего значения. Если измеренное напряжение снова выйдет за пределы допустимого диапазона до полного возврата таймера, отсчет задержки времени T1 начнется с оставшегося времени. Таким образом, в случае частых выходов за пределы допустимого диапазона изменения выдержка времени сокращается



[dwistspn-060913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-122 Кривая фактического напряжения при отклонении регулирования

(a) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона

(b) Измеренное напряжение оказалось в пределах допустимого диапазона до истечения времени T1 — переключение не производилось

(c) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона, начинается отсчет T1

(d) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона, время T1 истекло, инициирована процедура переключения

(e) Процедура переключения завершена, измеренное напряжение находится в пределах допустимого диапазона

Линейная, инверсная характеристика управления

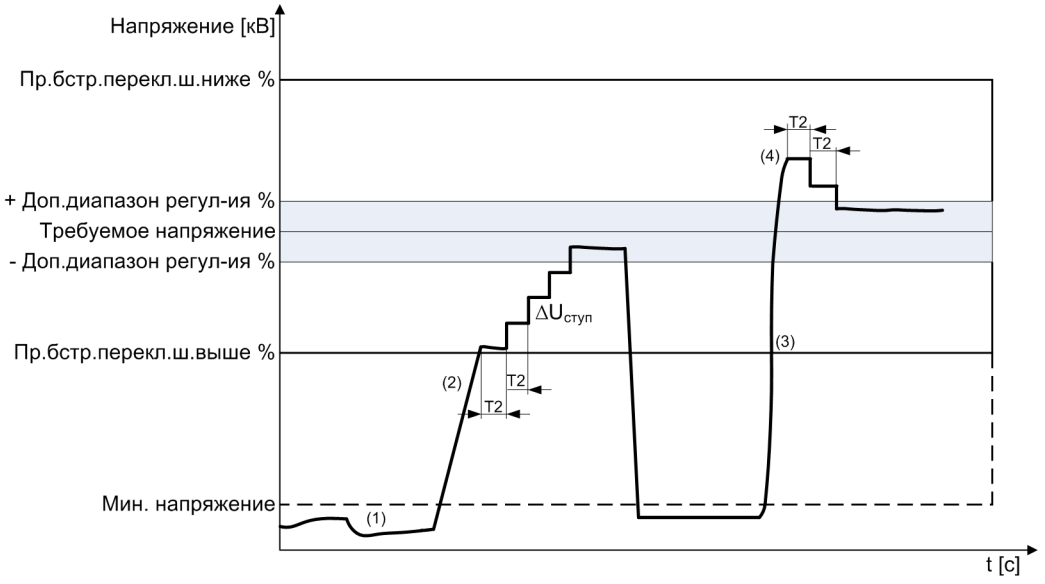
В случае **линейной** характеристики регулятор действует независимо от величины отклонения регулирования по прошествии заданного отрезка времени **`Задержка T1`**. Если для возврата значения измеренного напряжения в пределы допустимого диапазона требуется больше одного переключения, то после первого переключения следующее произойдет через время **`Задержка T2`**.

При **инверсной** характеристике управления время **`Задержка T1`** зависит от величины отклонения. При малых отклонениях время переключения больше, чем при больших отклонениях. Если в соответствии с заданной характеристикой задержка времени очень маленькая, начинается действие времени **`T1 инверсн.мин.`**.

Кривая **инверсной** характеристики зависит от параметра **`Задержка T1`**. Характеристики для разных настроек времени **`Задержка T1`** показаны в главе *7.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок для регуляторов напряжения*. Параметр: **`Хар-ка T1`**.

Характеристика управления с нулевым потенциалом или восстановлением напряжения

Если фактическое напряжение не находится в пределах заданной полосы допустимого диапазона регулирования после восстановления напряжения, то через время T2 может потребоваться отправка 1-й команды регулировки регулятором напряжения. Для этого должен быть активирован параметр **`Регул.с T2 при пуске`**.



[dw_istgro-130215, 1, ru_RU]

Рисунок 7-123 Регулирование во время управления с использованием T2

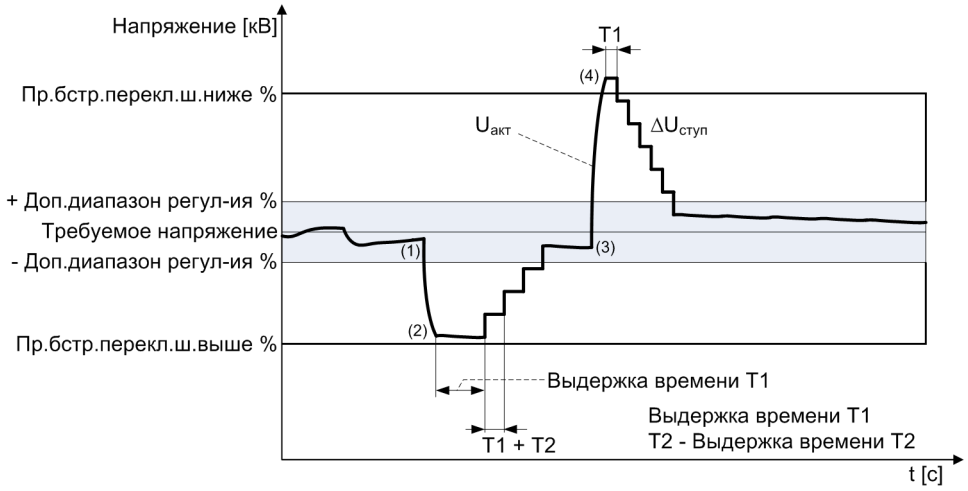
(1) Фактическое напряжение ниже минимального напряжения

(2) После включения переход к ответвлению с более высоким напряжением выполняется по прошествии времени T2

(3) После восстановления напряжения фактическое напряжение выше предела допустимого диапазона отклонения

(4) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона. Быстрое переключение вниз осуществляется через время T2 до достижения требуемого диапазона.

Регулирование при больших отклонениях



[dwistgro-060913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-124 Кривая фактического напряжения при больших отклонениях регулирования

(1) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона

(2) Переход к ответвлению с более высоким напряжением выполняется по прошествии T1 и затем T2

(3) Измеренное напряжение в пределах допустимого диапазона

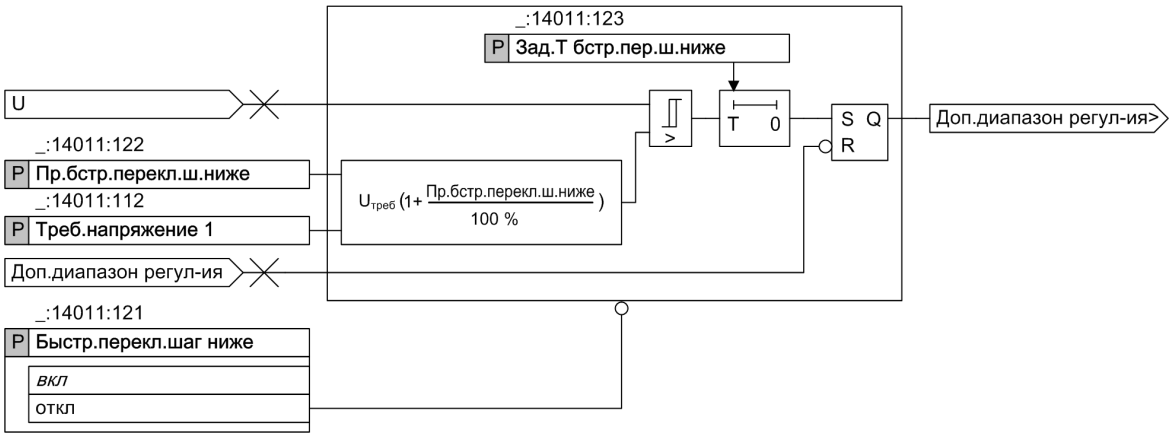
(4) Измеренное напряжение за пределами допустимого диапазона для быстрого понижения напряжения. Осуществляется быстрое переключение вниз до достижения требуемого диапазона.

Режимы быстрого переключения вверх и вниз

Режимы быстрого понижения и быстрого повышения напряжения позволяют быстро реагировать на сильные скачки напряжения. *Рисунок 7-124* показывает такую ситуацию в точке (4). Быстрое понижение напряжения действует до тех пор, пока напряжение не попадет в пределы допустимого диапазона. Время переключения отпаек между 2 последовательными командами на понижение определяется двумя следующими условиями:

- Завершением команды переключения ответвлений после определения положения РПН
- Временем измерения напряжения

Активность режимов быстрого понижения напряжения и быстрого повышения напряжения отображается с помощью сигналов *(_:14011:308) Акт.бстр.пер.ш.ниж.* и *(_:14011:307) Акт.бстр.пер.ш.выш.*.



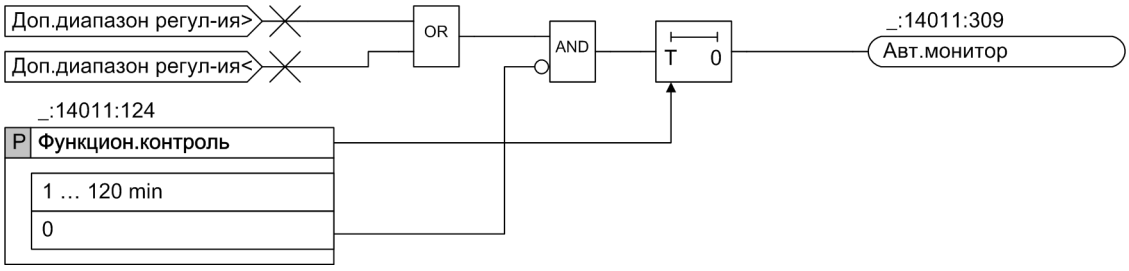
[losnlruk-090913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-125 Логика быстрого понижения напряжения

Быстрое повышение напряжения действует аналогичным образом.

Контроль функции для автоматического режима

Если измеренное напряжение будет находится за пределами допустимого диапазона в течение времени, большего, чем время Функцион.контроль, информация о сложившейся ситуации будет представлена сигналом *(_:14011:309) Авт.монитор*. Когда измеренное напряжение возвращается в пределы допустимого диапазона, вышеупомянутый сигнал сбрасывается. Можно отключить отображение сигнализации о срабатывании данной функции, выбрав время задержки = 0 минут.



[lofktueb-090913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-126 Логика контроля функции для автоматического режима

Компенсация линии

При использовании компенсации линии можно учитывать падение напряжения фазы, которая соединена с трансформатором. Доступны два типа компенсации

- Компенсация по Z (LDC-Z)
- Компенсация по X и R (LDC-X и R)

ПРИМЕЧАНИЕ

Компенсация линии активна только в случае, если электроэнергия передается в направлении линии.

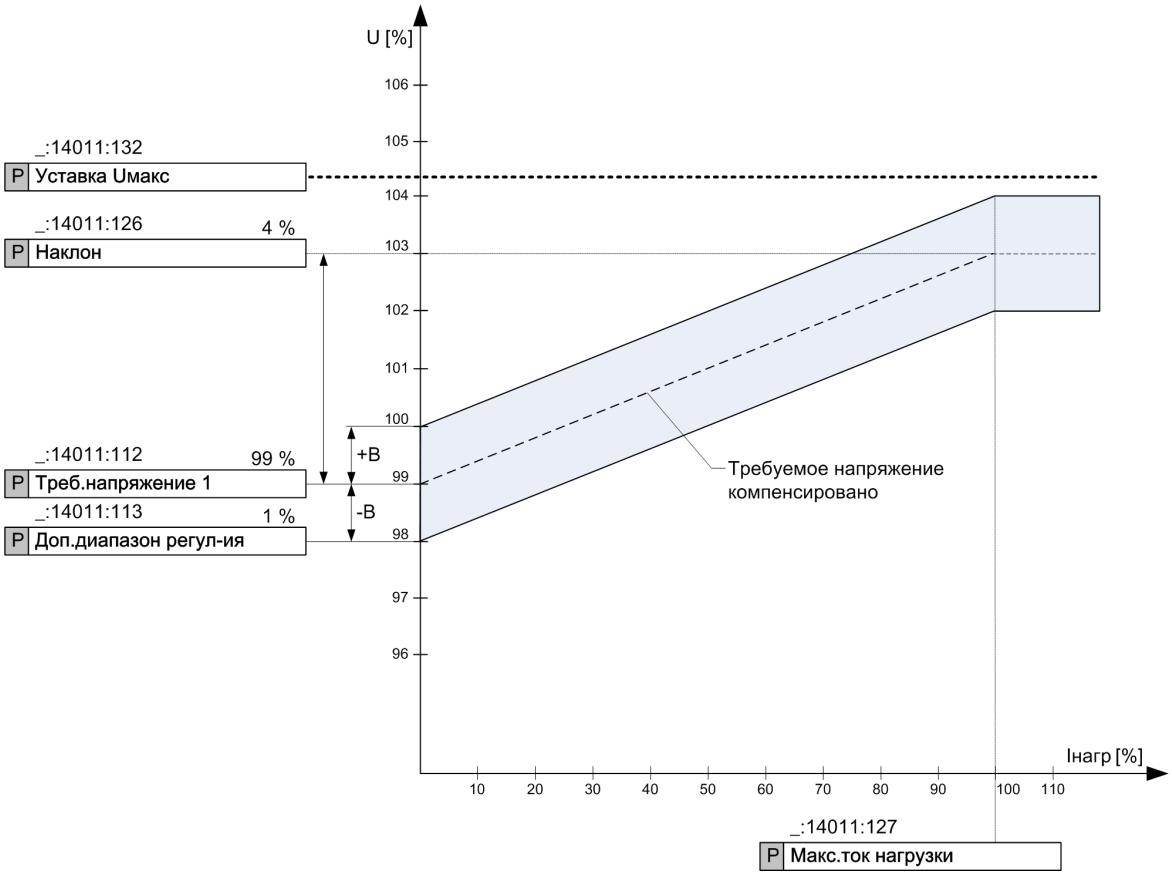
Компенсация по Z (LDC-Z)

Компенсация по Z позволяет учитывать падение напряжения на линии, подключенной к трансформатору. Компенсацию по Z можно включить и выключить. Компенсацию по Z можно использовать в случае, если cos φ является приблизительно постоянной величиной. При выборе данного типа компенсации нужно подсчитать повышение напряжения (**`УвТребНапряж`**) при прохождении тока нагрузки (**`Макс.ток нагрузки`**).

Параметр **УвТребНапряж** представляет выраженное в процентах падение напряжения на линии при номинальной нагрузке.

Дополнительная информация и расчет приводится в главе *7.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок для регуляторов напряжения*.

В случае использования компенсации по Z нужно ограничить максимально допустимое повышение напряжения по отношению к целевому напряжению, чтобы избежать слишком высокого напряжения на трансформаторе. Для этого задайте параметр **Макс.ток нагрузки**. Задайте параметр **Уставка Umакс** равным безопасному уровню напряжения работы трансформатора. Если измеренное напряжение превышает указанное пороговое значение, команды увеличения напряжения больше не подаются.

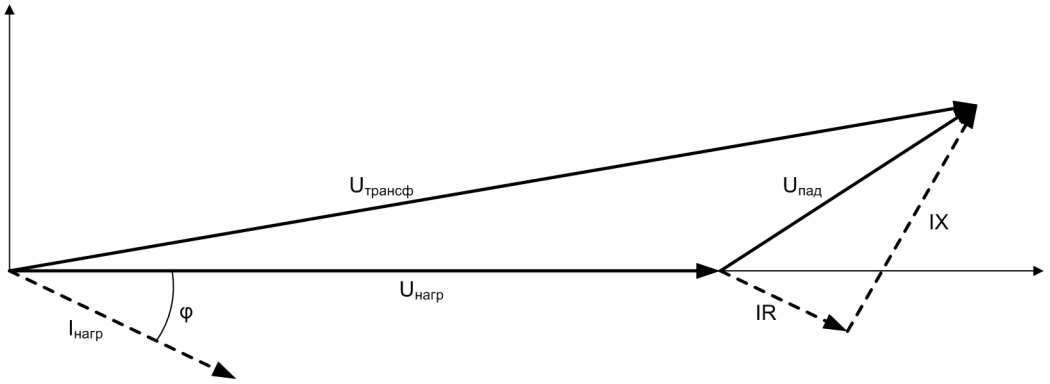


[dwregchr-090913-01.vsd, 3, ru_RU]

Рисунок 7-127 Характеристика управления с компенсацией по Z

Компенсация по X и R (LDC-X и R)

Компенсация по X и R требует знания данных X и R линии. С помощью этих данных можно точно компенсировать падение напряжения на линиях передачи. Следующий рисунок показывает влияние данного типа компенсации.



[dw-line-drop-kompensation-250214-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-128 Векторная диаграмма компенсации X и R

$U_{трансф}$	Напряжение на трансформаторе, регулируемое напряжение
$U_{нагр}$	Напряжение в точке подключения нагрузки (целевое напряжение $U_{нагр} = U_{трансф} - U_{пад}$)
$U_{пад}$	Падение напряжения на линии
IR, IX	Падение напряжения из-за наличия R и X линии
$I_{нагр.}$	Ток нагрузки
φ	Угол нагрузки

В случае активной компенсации по X и R нужно ограничить максимально допустимое повышение напряжения по отношению к целевому напряжению, чтобы избежать слишком высокого напряжения на трансформаторе. Для этого задайте параметр **Уставка Umакс**. Если измеренное напряжение превышает указанное пороговое значение, команды увеличения напряжения больше не подаются.

Предельные значения

Если измеренное значение поднимается выше значения параметра (**Уставка Umакс**), то команды на повышение напряжения блокируются, аналогично при снижении измеренного напряжения ниже уставки (**Уставка Umин**) команды снижения напряжения блокируются. Таким образом предотвращается переключение ответвлений при ненормальном напряжении и переключение ответвлений в неправильном направлении (например, при неправильном подключении проводов).

Могут быть заданы максимальное и минимальное положение РПН. Параметры **Пред.нижн.полож.РПН** и **Пред.высш.полож.РПН** вносят дополнительные ограничения в диапазон регулирования.

Блокировки

Блокировки предотвращают переключение ответвлений при ненормальных условиях в электрической сети. Доступны следующие блокировки:

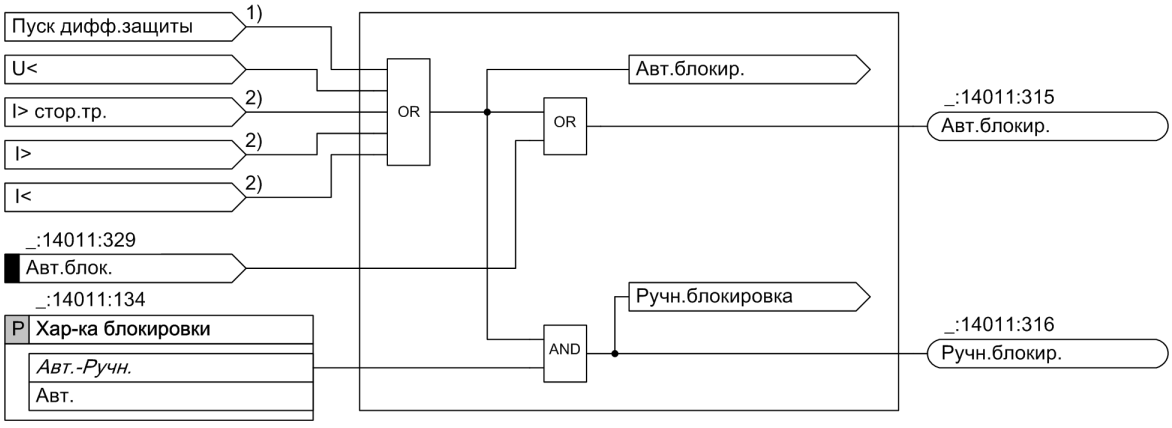
- При снижении напряжения
- При перегрузке по току
- При снижении тока ниже уставки
- Внешняя блокировка (дискретный вход)
- Блокирующая команда LTCBlock по протоколу МЭК 61850
- Блокировка в случае срабатывания дифференциальной защиты трансформатора

С помощью параметра **Хар-ка блокировки** пользователь указывает, будут ли действовать блокировки только в автоматическом режиме (***Авт.***) или в автоматическом и ручном режимах (***Авт.-Ручн.***).

Блокировка при перегрузке по току блокирует переключения ответвлений в случае перегрузки. Для блокировок по току рассчитывается ток прямой последовательности тока нагрузки и тока стороны высокого напряжения трансформатора.

При назначении РПН к стороне трансформатора вы также определяете ток со стороны высокого напряжения. Задание этих параметров осуществляется в соответствующей функциональной группе **Сторона трансформатора**. Здесь нужно использовать функциональный блок РПН регулятора напряжения.

Блокировка при снижении напряжения предотвращает переключения ответвлений в случае аварий в электрической сети. Выходные сигналы регулятора напряжения блокируются и, в зависимости от режима работы, формируется сигнал *Авт.блокир.* и/или *Ручн.блокир.*.



[loblokir-090913-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 7-129 Логика блокировки

1) Если доступна дифференциальная защита трансформатора
2) Если доступно измерение тока

При назначении РПН к стороне трансформатора, система также выполняет контроль тока со стороны высокого напряжения, и дифференциальная защита автоматически блокирует регулятор напряжения.

Дополнительные блокировки для регулятора напряжения трехобмоточного трансформатора.

Блокировки, описанные в предыдущих разделах, также могут быть использованы для регулировки обмоток трехобмоточного трансформатора. Кроме того, применяются блокировки в части пониженного напряжения, максимального напряжения и перегрузки по току для измеряемых величин нерегулируемой стороны.

Дополнительные блокировки для регулятора напряжения сетевого трансформатора связи

Для блокировки регулятора напряжения сетевого трансформатора связи всегда используются напряжения и токи обеих обмоток.

Функциональные измеряемые величины

Вы можете в любой момент считать текущее состояние измеренных значений для двухобмоточных, трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов связи. Доступные измеренные значения показаны в следующих 3 таблицах.

Измеряемые величины, двухобмоточный трансформатор

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
Uакт	Текущее измеренное напряжение прямой последовательности (относительно линейного напряжения)	кВ	В	Целевое напряжение первичной системы относительно номинального напряжения
ΔUакт	Разница между значением целевого напряжения уставки и измеренным напряжением	кВ	В	Разница относительно номинального напряжения контролируемой обмотки
Iнагр	Текущий измеренный ток нагрузки (система прямой последовательности)	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки
Uмакс	Максимальное измеренное напряжение прямой последовательности за все время измерений (относится к линейному)	кВ	В	Максимальное напряжение обмотки относительно номинального напряжения обмотки
Uмин	Минимальное измеренное напряжение прямой последовательности за все время измерений (относится к линейному)	кВ	В	Минимальное напряжение обмотки относительно номинального напряжения обмотки
Uтреб	Целевое напряжение, подсчитанное с учетом компенсации Z	кВ	В	Целевое напряжение обмотки относительно номинального напряжения обмотки

Рабочие измеренные значения Umакс и Umин могут быть сброшены с помощью входного сообщения *>Сброс мин/макс*.

Измеряемые величины для **двухобмоточного трансформатора** можно найти в следующих пунктах меню устройства:

- Главное меню → Измерения → РегU2обм. → 90V АРНТ 2обм
- Главное меню → Измерения → РегU2обм. → Статистика → 90V АРНТ 2обм

Измеряемые величины, трехобмоточный трансформатор

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
UактОб1	Фактическое напряжение обмотки 1	кВ	В	Целевое напряжение первичной системы относительно номинального напряжения
UактОб2	Фактическое напряжение обмотки 2	кВ	В	Целевое напряжение первичной системы относительно номинального напряжения
ΔUакт	Разница между значением целевого напряжения уставки и измеренным напряжением	кВ	В	Разница относительно номинального напряжения контролируемой обмотки

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
IнгОбм1	Ток нагрузки обмотки 1	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 1
IнгОбм2	Ток нагрузки обмотки 2	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 2
Uмакс 1	Максимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	Максимальное напряжение обмотки 1 относительно номинального напряжения обмотки 1
Uмакс 2	Максимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	Максимальное напряжение обмотки 2 относительно номинального напряжения обмотки 2
Uмин 1	Минимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	Минимальное напряжение обмотки 1 относительно номинального напряжения обмотки 1
Uмин 2	Минимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	Минимальное напряжение обмотки 2 относительно номинального напряжения обмотки 2
UтребОб1	Целевое напряжение обмотки 1	кВ	В	Целевое напряжение обмотки 1 относительно номинального напряжения обмотки 1
UтребОб2	Целевое напряжение обмотки 2	кВ	В	Целевое напряжение обмотки 2 относительно номинального напряжения обмотки 2

Рабочие измеренные значения Umакс 1, Umакс 2, Umин 1 и Umин 2 могут быть сброшены с помощью входного сообщения *>Сброс мин/макс*.

Измеряемые величины для **трехобмоточного трансформатора** можно найти в следующих пунктах меню устройства:

- Главное меню → Измерения → РегU3обм. → 90V АРНТ 3обм
- Главное меню → Измерения → РегU3обм. → Статистика → 90V АРНТ 3обм

Измеряемые величины, трансформатор связи

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
UактОб1	Фактическое напряжение обмотки 1	кВ	В	Целевое напряжение первичной системы относительно номинального напряжения
UактОб2	Фактическое напряжение обмотки 2	кВ	В	Целевое напряжение первичной системы относительно номинального напряжения

Измеренное значение	Описание	Первичные	Вторичные величины	% относительно
ΔUакт	Разница между значением целевого напряжения уставки и измеренным напряжением	кВ	В	Разница относительно номинального напряжения контролируемой обмотки
IнгОбм1	Ток нагрузки обмотки 1	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 1
IнгОбм2	Ток нагрузки обмотки 2	A	A	Ток нагрузки относительно номинального тока обмотки 2
Uмакс 1	Максимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	Максимальное напряжение обмотки 1 относительно номинального напряжения обмотки 1
Uмакс 2	Максимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	Максимальное напряжение обмотки 2 относительно номинального напряжения обмотки 2
Uмин 1	Минимальное напряжение обмотки 1	кВ	В	Минимальное напряжение обмотки 1 относительно номинального напряжения обмотки 1
Uмин 2	Минимальное напряжение обмотки 2	кВ	В	Минимальное напряжение обмотки 2 относительно номинального напряжения обмотки 2
UтребОб1	Целевое напряжение обмотки 1	кВ	В	Целевое напряжение обмотки 1 относительно номинального напряжения обмотки 1
UтребОб2	Целевое напряжение обмотки 2	кВ	В	Целевое напряжение обмотки 2 относительно номинального напряжения обмотки 2

Рабочие измеренные значения Umакс 1, Umакс 2, Umин 1 и Umин 2 могут быть сброшены с помощью входного сообщения *>Сброс мин/макс*.

Измеряемые величины для **трансформатора связи** можно найти в следующих пунктах меню устройства:

- Главное меню → Измерения → РегUтрансфСвязи → 90V АРНТсвязи
- Главное меню → Измерения → РегUтрансфСвязи → Статистика → 90V АРНТсвязи

Действующие значения и измеренные значения мощности

Действующие значения и измеренные значения мощности всегда присутствуют в функциональных группах **РегU2обм.**, **РегU3обм** и **РегUтрансфСвязи**. Кроме того, действующие значения и измеренные значения мощности для обмотки 1 и обмотки 2 можно найти в функциональных группах **РегU3обм.** и **РегUтрансфСвязи**. Эти значения не могут быть удалены.

Если также подключена точка измерения трехфазного напряжения, то общий объем показан в *Таблица 7-28* и *Таблица 7-29*.

Таблица 7-28 Возможные основные величины функциональной группы регулятора напряжения

Основные величины компонента		Первичные	Вторичные величины	% относительно
I_A, I_B, I_C	Фазные токи	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
I_N	Измеряемый ток нулевой последовательности	A	A	Номинальный рабочий ток первичной системы
U_A, U_B, U_C	Фазные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}	Линейные напряжения	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы
U_N	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	Номинальное рабочее напряжение первичной системы/√3

Таблица 7-29 Возможные измеренные значения мощности функциональной группы регулятора напряжения

Измеренное значение мощности		Первичные	Вторичные величины	% относительно
$P_{сумм}$	Активная мощность (полная мощность)	МВТ	ВТ	Активная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Реактивная мощность (полная мощность)	МВАр	ВАр	Реактивная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
$Q_{сумм}$	Полная мощность (полная мощность)	МВА	ВА	Полная мощность первичной системы $\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot I_{ном}$
Cos φ	Коэффициент мощности	(абсолютное)	(абсолютное)	100 % соответствует cos φ = 1

7.9.4 Задание уставок и примечания по вводу уставок для регуляторов напряжения

Двухобмоточный трансформатор: Общие данные

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Номинальный ток**= ***1000,00 A***

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Измеренные значения регулятора напряжения могут отображаться в первичных значениях, вторичных значениях или выражаться в процентах. Используя параметры **Номинальный ток** и **Номин.напряж.**, можно установить опорное значение для процентных величин.

Трехобмоточный трансформатор и трансформатор связи: Общие данные

Обмотка 1

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:2311:101) Номинальный ток**= ***1000,00 A***

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Обмотка 2

Параметр: Номинальный ток

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Номинальный ток**= ***1000,00 A***

Параметр: Номин.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:2311:104) Номин.напряж.** = ***400,00 кВ***

Измеренные значения регулятора напряжения могут отображаться в первичных значениях, вторичных значениях или выражаться в процентах. Используя параметры **Номинальный ток** и **Номин.напряж.**, можно установить опорное значение для процентных величин.

Переключатель отпаек

Параметры РПН внутри регулятора напряжения соответствуют параметрам РПН, указанным в главе *7.8.2 Указания по применению и вводу уставок*.

Для РПН внутри регулятора напряжения параметры модели управления являются копиями из регулятора напряжения. Это касается параметров:

- Проверка прав доступа на проведение операций
- Модель управления
- SBO[35] Истечение выдержки времени
- Время контроля обратной связи

Автоматическое регулирование напряжения

Параметр: Режим

- Уставка по умолчанию **(_:14011:1) Режим** = ***вкл***

С помощью параметра **Режим** пользователь переводит регулятор напряжения в режим ***вкл***, ***откл*** или ***проверка***.

Параметр: Режим работы

- Уставка по умолчанию **(_:14011:101) Режим работы** = ***Ручн.***

С помощью параметра **Режим работы** пользователь указывает, в каком режиме работает регулятор: ***Авт.*** или ***Ручн.***.

Только для трехобмоточного трансформатора:

Параметр: Выбор обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:15601:157) Выбор обмотки** = ***Обмотка 1***

Параметр **Выбор обмотки** определяет, контролирует ли регулятор напряжение ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***. Параметр ***ПриМаксНагр*** позволяет автоматически выбирать регулируемое напряжение в зависимости от тока нагрузки. С помощью этого метода можно выполнять переключение с использованием параметра **Выбор обмотки** или регулируемого *Автоматического выбора обмотки*.

Если регулируемое сообщение *Автоматический выбор обмотки* установлено в состояние **Выкл** или не настроено, то возможна регулировка соответствующей обмотки с помощью следующих 2 вариантов:

- Параметр **Выбор обмотки**
- Регулируемое сообщение *Ручной выбор обмотки*

35 В стандарте МЭК 61850 резервирование названо Выбор перед выполнением (SBO).

Значение функции *Активная обмотки* показывает выбор обмотки.

Только сетевой трансформатор связи:

Параметр: Выбор обмотки

- Уставка по умолчанию **(_:16351:161) Выбор обмотки** = ***Обмотка 1***

Параметр **Выбор обмотки** определяет, контролирует ли регулятор напряжение ***Обмотка 1*** или ***Обмотка 2***.

Регулируемую обмотку можно выбрать с помощью параметра **Выбор обмотки** или регулируемого сообщения *Ручной выбор обмотки*. Значение функции *Активная обмотка* показывает выбор обмотки.

Управление

Параметр: Пров.прав вып.коммут.

- Уставка по умолчанию **(_:107) Пров.прав вып.коммут.** = ***да***

С помощью параметра **Пров.прав вып.коммут.** пользователь указывает, проверяются ли во время действия команды регулирования права доступа на проведение операций (**местное**, **дистанционное**).

Параметр: Модель управления

- Уставка по умолчанию **(_:109) Модель управления** = ***SBO с дополн. безоп.***

Данный параметр **Модель управления** определяет модель управления согласно МЭК 61850-7-2, которая соответствует поведению данных (SBO — Выбор перед выполнением).

Можно выбрать одну из следующих настроек:

- ***прям. с обычн. безоп.***
- ***SBO с обычн. безоп.***
- ***прям.с дополн. безоп.***
- ***SBO с дополн. безоп.***

Параметр: Таймаут SBO

- Уставка по умолчанию **(_:110) Таймаут SBO** = ***30,00 с***

С помощью этого параметра указывается время обнаружения просроченной команды SBO. Диапазон значений изменяется от 0,01 с до 1800,00 с. Это время, которое может пройти между получением и выполнением команды (модель команды соответствует стандарту МЭК 61850-7-2).

Параметр: Врем.контр.обр.связи

- Уставка по умолчанию **(_:111) Врем.контр.обр.связи** = ***10,00 с***

Время контроля обратной связи после выдачи команды регулирования РПН. Если новое положение РПН не достигнуто, по истечении упомянутого времени данная команда сбрасывается.

Параметр: Режим уставки активен

- Уставка по умолчанию **(_:14011:160) Режим уставки активен** = ***вкл***

Параметр **Режим уставки активен** в состоянии ***вкл*** позволяет передать целевое напряжение в регулятор по сети связи. В качестве целевого напряжения регулятор использует указанное значение напряжения. Если регулятор не получает никаких действительных значений напряжения, он использует исходное целевое напряжение. Параметр можно включить или отключить.

Для трехобмоточного трансформатора адрес параметра **Режим уставки активен** равен _:15601:171, для трансформатора связи он равен _:16351:171.

Только для двухобмоточного трансформатора:

Параметр: Кол-во вел. треб.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:14011:156) Кол-во вел. треб.напряж.** = ***1***

Используя этот параметр, можно указать количество доступных **целевых напряжений** (от **1 обм 1/2** до **4 обм 1/2**). Вы можете выбрать целевое напряжение из доступных с помощью функциональной клавиши, связи или дискретного входа.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что параметр **Кол-во вел. треб.напряж.** не может зависеть от переключения групп уставок.

Целевые напряжения (от **1 обм 1/2** до **4 обм 1/2**) можно указать в виде первичного, вторичного значения или в процентах.

Для активации целевого напряжения от 1 до 4 через дискретный вход необходима схема CFC.

Параметр: Треб.напряжение 1

- Уставка по умолчанию **(_:14011:112) Треб.напряжение 1** = ***110,000 В***

Параметром **Треб.напряжение 1** задается напряжение, которое должно быть достигнуто регулятором.

Параметр: Треб.напряжение 2

- Уставка по умолчанию **(_:14011:157) Треб.напряжение 2** = ***110,000 В***

Параметром **Треб.напряжение 2** задается 2-е напряжение, которое должно быть достигнуто регулятором.

Параметр: Треб.напряжение 3

- Уставка по умолчанию **(_:14011:158) Треб.напряжение 3** = ***110,000 В***

Параметром **Треб.напряжение 3** задается 3-е напряжение, которое должно быть достигнуто регулятором.

Параметр: Треб.напряжение 4

- Уставка по умолчанию **(_:14011:159) Треб.напряжение 4** = ***110,000 В***

Параметром **Треб.напряжение 4** задается 4-е напряжение, которое должно быть достигнуто регулятором.

Только для трехобмоточного трансформатора:

Параметр: Кол-во вел. треб.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:15601:164) Кол-во вел. треб.напряж.** = ***1***

Используя этот параметр, можно указать количество доступных **целевых напряжений** (от **1 обм 1/2** до **4 обм 1/2**). Вы можете выбрать целевое напряжение из доступных с помощью функциональной клавиши, связи или дискретного входа.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что параметр **Кол-во вел. треб.напряж.** не может зависеть от переключения групп уставок.

Целевые напряжения (от **1 обм 1/2** до **4 обм 1/2**) можно указать в виде первичного, вторичного значения или в процентах.

Для активации целевого напряжения от 1 до 4 через дискретный вход необходима схема CFC.

Параметр: Треб.напряж.1 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:15601:112) Треб.напряж.1 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:15601:146) Треб.напряж.обм.2** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.2 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:15601:165) Треб.напряж.2 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.2 обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:15601:168) Треб.напряж.2 обм.2** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.3 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:15601:166) Треб.напряж.3 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.3 обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:15601:169) Треб.напряж.3 обм.2** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.4 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:15601:167) Треб.напряж.4 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.4 обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:15601:170) Треб.напряж.4 обм.2** = ***110,000 В***

Только сетевой трансформатор связи:

Параметр: Кол-во вел. треб.напряж.

- Уставка по умолчанию **(_:16351:164) Кол-во вел. треб.напряж.** = ***1***

Используя этот параметр, можно указать количество доступных **целевых напряжений** (от **1 обм 1/2** до **4 обм 1/2**). Вы можете выбрать целевое напряжение из доступных с помощью функциональной клавиши, связи или дискретного входа.



ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что параметр **Кол-во вел. треб.напряж.** не может зависеть от переключения групп уставок.

Целевые напряжения (от **1 обм 1/2** до **4 обм 1/2**) можно указать в виде первичного, вторичного значения или в процентах.

Для активации целевого напряжения от 1 до 4 через дискретный вход необходима схема CFC.

Параметр: Треб.напряж.1 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:16351:112) Треб.напряж.1 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:16351:146) Треб.напряж.обм.2** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.2 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:16351:165) Треб.напряж.2 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.2 обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:16351:168) Треб.напряж.2 обм.2** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.3 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:16351:166) Треб.напряж.3 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.3 обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:16351:169) Треб.напряж.3 обм.2** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.4 обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:16351:167) Треб.напряж.4 обм.1** = ***110,000 В***

Параметр: Треб.напряж.4 обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:16351:170) Треб.напряж.4 обм.2** = ***110,000 В***

Автоматическое регулирование напряжения

Параметр: Доп.диапазон регул-ия

- Уставка по умолчанию **(_:113) Доп.диапазон регул-ия** = ***1,0 %***

С помощью параметра **Доп.диапазон регул-ия** пользователь задает диапазон напряжения, в котором не должны выполняться команды регулирования для повышения или понижения напряжения в диапазоне **Треб.напряжение 1**. Если фактическое напряжение не выходит за пределы диапазона относительно **Треб.напряжение 1**, коррекция не выполняется.

Подсчет **Доп.диапазон регул-ия**:

ПРИМЕЧАНИЕ

При расчете **Доп.диапазон регул-ия** В не забывайте о максимально допустимом отклонении напряжения в энергосистеме и напряжения ответвления РПН на вторичной стороне трансформатора. Выберите диапазоны так, чтобы они были больше величины шага.

На вторичной стороне шаг $\Delta U_{втор}$ не является линейным. Максимальное значение $\Delta U_{макс,втор}$ в шаге получается для самой высокой ступени (наименьший коэффициент) и максимального напряжения энергосистемы на первичной стороне.

$$\Delta U_{макс.,втор.} = \left[\frac{U_{ном.,втор.}}{U_{н,перв.}} - \frac{U_{ном.,втор.}}{U_{(н-1),перв.}}\right] \cdot U_{макс.,перв.}$$

[fobdnvrz-150816, 1, ru_RU]

Если установить такую корреляцию отклонения регулирования и ширину диапазона, это дает минимальный диапазон, который необходимо установить:

$$B \geq 0.6 \cdot \frac{\Delta U_{макс.,втор.}}{U_{ном.об.}} \cdot 100\ \%$$

[fospnvrz-150816, 1, ru_RU]

$U_{ном,втор}$	Номинальное напряжение вторичной обмотки трансформатора
B	Напряжение ответвления N первичной обмотки трансформатора
B	Напряжение ответвления N-1 первичной обмотки трансформатора
$U_{макс.перв.}$	Максимальное напряжение на первичной обмотке трансформатора
$U_{макс,втор}$	Максимальное напряжение на вторичной обмотке трансформатора

Параметр: Хар-ка T1

- Уставка по умолчанию **(_:114) Хар-ка T1** = ***Лин.***

Параметр: Задержка T1

- Уставка по умолчанию **(_:115) Задержка T1** = ***40 с***

Управляющие действия можно настраивать таким образом, чтобы требовалось наименьшее количество команд регулирования. Для этого, используя **Хар-ка T1**, пользователь задает реакцию на управление, а с помощью **Задержка T1** настраивает задержку времени.

В настройке ***Лин.*** (линейная характеристика управления) реакция на управление не зависит от отклонения напряжения. Здесь применяется постоянная задержка времени.

При настройке ***Инв.*** (инверсная характеристика управления) задержка времени является функцией отклонения напряжения относительно **Треб.напряжение 1**. Чем больше отклонения регулирования, тем быстрее реакция на управление. Повышается качество работы системы управления, но возрастает частота коммутаций. Эффективная задержка по времени получается из:

$$\text{Задержка T1} = \frac{T_1 \cdot B}{|D|}$$

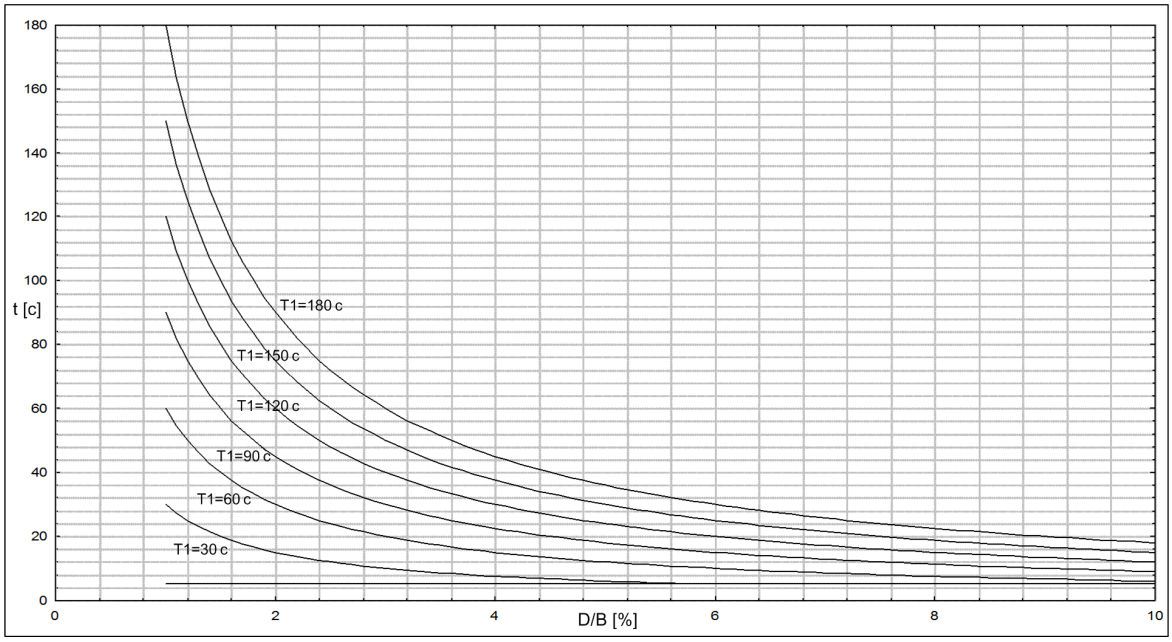
[fovrzzet-211013, 2, ru_RU]

T_1 – параметр **Задержка T1**

$$D = \frac{U_{акт.} - U_{треб.}}{U_{ном.}} 100\,\%$$

[fokonisk-211013, 2, ru_RU]

D = Отклонение регулировки



[dwrglchr-160913-01.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 7-130 Инверсная характеристика управления

Параметр: T1 инверсн.мин.

- Уставка по умолчанию **(_:116) T1 инверсн.мин.** = ***5 c***

Параметр **T1 инверсн.мин.** используется для задания минимального времени задержки для действия управления. Это время применяется только к реакции на управление ***Инв.***, причем длительность реакции не может быть меньше.

Параметр: Задержка T2

- Уставка по умолчанию **(_:117) Задержка T2** = ***5 c***

Параметр **Задержка T2** позволяет установить время, в течение которого переключатель отпаек должен ждать для перехода от одной отпайки к другой. Это время позволяет отправить в переключатель отпаек несколько команд регулировки в одном направлении, что позволяет исправить фактическое напряжение. Задержка времени T2 имеет независимую характеристику. Как правило, время T2 устанавливается меньше, чем время T1. Если задержка T2 отключается путем установки на 0, всегда активна задержка T1.

Параметр: Регул.с T2 при пуске

- Уставка по умолчанию **(_:14011:155) Регул.с T2 при пуске** = ***вкл***

Параметр **Регул.с T2 при пуске** позволяет активировать время меньше T1. Это может понадобиться для управления восстановлением напряжения или после включения трансформатора. Если ранее напряжение отсутствовало, то при запуске действия управления эта уставка регулируется с

более коротким временем T2. Эту функцию можно включить и выключить. Если вы хотите всегда использовать время T2 для управления, необходимо установить *Блок T1* в состояние ***Вкл***.

Для трехобмоточного трансформатора адрес параметра **Регул.с T2 при пуске** равен _:15601:163, для трансформатора связи он равен _:16351:163.

Параметр: Быстр.перекл.шаг ниже

- Уставка по умолчанию **(_:121) Быстр.перекл.шаг ниже** = ***вкл***

Параметр: Пр.бстр.перекл.ш.ниже

- Уставка по умолчанию **(_:122) Пр.бстр.перекл.ш.ниже** = ***6,0 %***

Параметр: Зад.T бстр.пер.ш.ниже

- Уставка по умолчанию **(_:123) Зад.T бстр.пер.ш.ниже** = ***0,0 с***

С помощью этого параметра можно определить временную задержку в режиме быстрого понижения напряжения. Если фактическое напряжение больше, чем значение предела для режима быстрого понижения напряжения (_:122), активируется режим быстрого понижения напряжения. Режим быстрого понижения напряжения не активируется, если напряжение превышает установленный предел только на короткое время, которое меньше заданного времени задержки.

Параметр: Быстр.перекл.шаг выше

- Уставка по умолчанию **(_:118) Быстр.перекл.шаг выше** = ***откл***

Параметр: Пр.бстр.перекл.ш.выше

- Уставка по умолчанию **(_:119) Пр.бстр.перекл.ш.выше** = ***6,0 %***

Параметр: Зад.T бстр.пер.ш.выше

- Уставка по умолчанию **(_:120) Зад.T бстр.пер.ш.выше** = ***2,0 с***

С помощью этого параметра можно определить временную задержку в режиме быстрого повышения напряжения. Если фактическое напряжение меньше, чем значение предела для режима быстрого повышения напряжения (_:119), активируется режим быстрого повышения напряжения. Режим быстрого повышения напряжения не активируется, если напряжение ниже установленного предела только на короткое время, которое меньше заданного времени задержки.

Параметр: Функцион.контроль

- Уставка по умолчанию **(_:124) Функцион.контроль** = ***15 мин***

Можно установить задержку отображения сигнализации о срабатывании данной функции. В случае уставки **Функцион.контроль** = ***0 мин*** отображение сигнализации отключается.

Регулятор напряжения, только сетевой трансформатор связи

Параметр: КонтрПеретокаМощ

- Уставка по умолчанию **(_:16351:162) КонтрПеретокаМощ** = ***вкл***

Параметр **КонтрПеретокаМощ** позволяет контролировать протекание мощности. Параметр можно переключить в состояние вкл или откл.

Компенсация линии для двухобмоточного трансформатора

Параметр: Компенсация Z

- Уставка по умолчанию **(_:14011:125) Компенсация Z** = ***откл***

Вы можете использовать параметр **Компенсация Z** для выбора процедуры компенсации в случае падения напряжения в линиях в зависимости от нагрузки. Существует 2 процедуры, доступных для выбора: ***LDC-Z*** и ***LDC-X и R***

Для установки параметра **Компенсация Z** в состояние ***LDC-Z*** рассмотрим следующий параметр:

Параметр: УвТребНапряж

- Уставка по умолчанию **(_:14011:126) УвТребНапряж** = ***4,0 %***

Параметр **Наклон** определяет падение напряжения на линии. Значение представляет собой увеличение напряжения в % от **Треб.напряжение 1**, которое возникает при номинальной нагрузке. Рассматривается только величина тока. Заданное значение суммируется с **Треб.напряжение 1**.

Повышение целевого напряжения [%] = $\Delta U_{нагр}$ [%], если $I_{нагр}$ = 100 %

$$\text{Наклон}[\%] = \left(U_{\text{треб ком.}}[\%] - U_{\text{треб}}[\%]\right) \cdot \frac{100\,\%}{I_{\text{нагр}}[\%]}$$

[foschlst-211013, 2, ru_RU]

$U_{\text{треб ком.}}$	Целевое напряжение в конце линии
$U_{\text{треб}}$	Целевое напряжение
$I_{\text{нагр.}}$	Ток нагрузки в %

Параметр: Макс.ток нагрузки

- Уставка по умолчанию **(_:14011:127) Макс.ток нагрузки** = ***100,0 %***

Настройкой параметра **Макс.ток нагрузки** пользователь может не допустить слишком большого повышения напряжения на трансформаторе в случае очень большого тока нагрузки. Если ток нагрузки превышает заданное значение, дополнительная компенсация тока нагрузки не подсчитывается.

Для установки параметра **Компенсация Z** в состояние ***LDC-X и R*** рассмотрим следующий параметр:

Параметр: R линии

- Уставка по умолчанию **(_:14011:153) R линии** = ***0,0 Ом***

Параметр **R линии** устанавливает активное сопротивление линии.

Параметр: X линии

- Уставка по умолчанию **(_:14011:154) X линии** = ***0,0 Ом***

Параметр X линии **X линии** устанавливает реактивное сопротивление защищаемой линии.

Для того чтобы определить падение напряжения на линии, необходимо ввести параметр **R линии** и **X линии** для процедуры **Компенсация Z** = ***LDC-X и R***. Если первичные значения известны, и вы хотели бы установить вторичные значения, используйте следующую формулу для расчета

$$X_{\text{втор}} = \frac{\text{Коэффициент трансформации трансформатора тока}}{\text{Коэффициент трансформации трансформатора напряжения}} X_{\text{перв}}$$

[fo-I-V-Ratio-250214, 1, ru_RU]

В качестве примера, рассчитайте $X_{втор}$ со следующими параметрами:

Коэффициент трансформации трансформатора тока	: 1000 A/1 A
Коэффициент трансформации трансформатора напряжения	: 380 кВ/0,1 кВ
$X_{перв}$	: 21 Ом
Таким образом, результат для $X_{втор}$ составляет:	: $X_{\text{втор}} = \frac{1000\ \text{A}/1\ \text{A}}{380\ \text{кВ}/0.1\ \text{кВ}} 21\ \text{Ом} = 5.53\ \text{Ом}$

Компенсация линии для трехобмоточного трансформатора и сетевого трансформатора связи

Параметр: Компенсация Z

- Уставка по умолчанию **(_:125) Компенсация Z** = ***откл***

Для установки параметра **Компенсация Z** в состояние ***LDC-Z*** рассмотрим следующий параметр:

Параметр: УвТребНапряжОбм1

- Уставка по умолчанию **(_:126) УвТребНапряжОбм1** = ***4,0 %***

Параметр: УвТребНапряжОбм2

- Уставка по умолчанию **(_:147) УвТребНапряжОбм2** = ***4,0 %***

Параметр: Макс.ток нагрузки

- Уставка по умолчанию **(_:127) Макс.ток нагрузки** = ***100,0 %***

Для установки параметра **Компенсация Z** в состояние ***LDC-X и R*** рассмотрим следующий параметр:

Параметр: R лин. обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:153) R лин. обм.1** = ***0,0 Ом***

Параметр: R лин. обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:155) R лин. обм.2** = ***0,0 Ом***

Параметр: X лин. обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:154) X лин. обм.1** = ***0,0 Ом***

Параметр: X лин. обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:156) X лин. обм.2** = ***0,0 Ом***

Предельные значения для двухобмоточного трансформатора

Параметр: Пред.нижн.полож.РПН

- Уставка по умолчанию **(_:14011:102) Пред.нижн.полож.РПН** = ***1***

Параметр: Пред.высш.полож.РПН

- Уставка по умолчанию **(_:14011:103) Пред.высш.полож.РПН** = ***1***

С помощью параметров **Пред.нижн.полож.РПН** и **Пред.высш.полож.РПН** пользователь может ограничить ответвления, доступные в автоматическом режиме. Например, с помощью параметра **Пред.высш.полож.РПН** блокируется возможность подключения к ответвлениям с более высоким напряжением, которые обеспечивают избыточный коэффициент трансформации, что в случае внезапного отключения нагрузки может привести к опасному повышению напряжения.

Параметр: Предел Uмин

- Уставка по умолчанию **(_:14011:128) Предел Uмин** = ***вкл***

Параметр: Уставка Uмин

- Уставка по умолчанию **(_:14011:129) Уставка Uмин** = ***105,000 В***

Параметр: Задержка для Uмин

- Уставка по умолчанию **(_:14011:130) Задержка для Uмин** = ***10 с***

Параметр: Задержка для Uмакс

- Уставка по умолчанию **(_:14011:131) Задержка для Uмакс** = ***вкл***

Параметр: Уставка Uмакс

- Уставка по умолчанию **(_:14011:132) Уставка Uмакс** = ***115,000 В***

Параметр: Задержка для Uмакс

- Уставка по умолчанию **(_:14011:133) Задержка для Uмакс** = ***10 с***

Пределы напряжения нужны только для специальных случаев регулировки напряжения. Предел перегрузки по напряжению предотвращает подключение по команде регулятора к ответвлениям с более высоким напряжением, если превышено предельное значение **Уставка Uмакс**. Предел при низком

напряжении предотвращает подключение по команде регулятора к ответвлениям с более низким напряжением, если напряжение оказалось ниже предельного значения **Уставка Uмин**.

Предельные значения для трехобмоточного трансформатора и сетевого трансформатора связи

Параметр: Уставка Uмин обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:129) Уставка Uмин обм.1** = ***105,000 В***

Параметр: Уставка Uмин обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:148) Уставка Uмин обм.2** = ***105,000 В***

Параметр: Уставка Uмакс обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:132) Уставка Uмакс обм.1** = ***115,000 В***

Параметр: Уставка Uмакс обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:149) Уставка Uмакс обм.2** = ***115,000 В***

Блокировки для двухобмоточного трансформатора

Параметр: Хар-ка блокировки

- Уставка по умолчанию **(_:14011:134) Хар-ка блокировки** = ***Авт.-Ручн.***

Если напряжение превышает соответствующие пределы в одном или другом направлении, блокировка предотвращает подключение к ответвлениям с более низким или более высоким напряжением. С одной стороны, это предотвращает чрезмерный износ контактов переключателя ответвлений, а с другой — предотвращает повреждение системы. С помощью параметра **Хар-ка блокировки** пользователь указывает, будут ли действовать блокировки только в автоматическом режиме или в автоматическом и ручном режимах.

Параметр: Блокировка U<

- Уставка по умолчанию **(_:14011:135) Блокировка U<** = ***вкл***

Параметр: Уставка U<

- Уставка по умолчанию **(_:14011:136) Уставка U<** = ***90,000 В***

Параметр: Выд.врем. U<

- Уставка по умолчанию **(_:14011:137) Выд.врем. U<**= ***0 с***

Параметр: Блокировка I>

- Уставка по умолчанию **(_:14011:138) Блокировка I>** = ***вкл***

Параметр: Уставка I>

- Уставка по умолчанию **(_:14011:139) Уставка I>** = ***150 %***

Параметр: Выд.врем. I>

- Уставка по умолчанию **(_:14011:140) Выд.врем. I>**= ***0 с***

Если ток нагрузки превысит пороговое значение **Уставка I>** в течение времени **Выд.врем. I>**, блокировка максимального тока предотвратит подключение к ответвлениям с более низким или более высоким напряжением. Пороговое значение **Уставка I>** устанавливают в % по отношению к номинальному току. Чтобы выполнить это, нужно установить параметр **Iопорн.** для значений в %.

Параметр: Блокировка I<

- Уставка по умолчанию **(_:14011:141) Блокировка I<** = ***откл***

Параметр: Уставка I<

- Уставка по умолчанию **(_:14011:142) Уставка I<** = ***10 %***

Параметр: Выд.врем. I<

- Уставка по умолчанию **(_:14011:143) Выд.врем. I<** = ***10 с***

Если ток нагрузки опустится ниже порогового значения **Уставка I<** в течение времени **Выд.врем. I<**, блокировка по снижению тока предотвратит подключение к ответвлениям с более низким или более высоким напряжением. Пороговое значение **Уставка I<** устанавливают в % по отношению к номинальному току. Чтобы выполнить это, нужно установить параметр **Iопорн.** для значений в %.

Блокировки для трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов связи

Параметр: Уставка U< обм.1

- Уставка по умолчанию **(_:136) Уставка U< обм.1** = ***90,000 В***

Параметр: Уставка U< обм.2

- Уставка по умолчанию **(_:150) Уставка U< обм.2** = ***90,000 В***

7.9.5 Уставки

Двухобмоточный трансформатор

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Базис величины				
_:2311:101	Общие данные:Номинальный ток		0.20 A до 100000.00 A	1000.00 A
_:2311:102	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
РПН				
_:13981:111	РПН:Макс.вр.выдачи		0.02 с до 1800.00 с	1.50 с
_:13981:112	РПН:Хар-ка контроля		• откл • предупр. • авар.блокировка	авар.блокировка
_:13981:113	РПН:Контр.времени переключ.		5 с до 100 с	10 с
_:13981:116	РПН:Наивысш.полож.РПН		• Отпайка мин.напряж. • Отпайка макс.напряж.	Отпайка мин.напряж.
_:13981:114	РПН:Наим. положение РПН		-64 до 64	1
_:13981:115	РПН:Наиб. положение РПН		-64 до 64	15
Общие данные				
_:14011:1	90V АРНТ 2обм:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:14011:101	90V АРНТ 2обм:Режим работы		• Ручн. • Авт.	Ручн.
Управление				
_:14011:107	90V АРНТ 2обм:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да	да

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:14011:109	90V АРНТ 2обм:Модель управления		• прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:14011:110	90V АРНТ 2обм:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:14011:111	90V АРНТ 2обм:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
Регулятор напряж.				
_:14011:156	90V АРНТ 2обм:Кол-во вел. треб.напряж.		• 1 • 2 • 3 • 4	1
_:14011:112	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:14011:157	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:14011:158	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 3		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:14011:159	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 4		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:14011:113	90V АРНТ 2обм:Доп.диапазон регул-ия		0.2 % до 10.0 %	1.0 %
_:14011:114	90V АРНТ 2обм:Хар-ка T1		• Лин. • Инв.	Лин.
_:14011:115	90V АРНТ 2обм:Задержка T1		5 с до 600 с	40 с
_:14011:116	90V АРНТ 2обм:T1 инверсн.мин.		5 с до 100 с	5 с
_:14011:117	90V АРНТ 2обм:Задержка T2		0 с до 100 с	5 с
_:14011:118	90V АРНТ 2обм:Быстр.перекл.шаг выше		• откл • вкл	откл
_:14011:119	90V АРНТ 2обм:Пр.бстр.перекл.ш.выше		-50.0 % до 0.0 %	-6.0 %
_:14011:120	90V АРНТ 2обм:Зад.T бстр.пер.ш.выше		0.0 с до 10.0 с	2.0 с
_:14011:121	90V АРНТ 2обм:Быстр.перекл.шаг ниже		• откл • вкл	вкл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:14011:122	90V АРНТ 2обм:Пр.бстр.перекл.ш.ниже		0.0 % до 50.0 %	6.0 %
_:14011:123	90V АРНТ 2обм:Зад.Тбстр.пер.ш.ниже		0.0 с до 10.0 с	0.0 с
_:14011:124	90V АРНТ 2обм:Функ-цион.контроль		0 мин до 120 мин	15 мин
_:14011:155	90V АРНТ 2обм:Регул.с Т2 при пуске		• откл • вкл	вкл
_:14011:160	90V АРНТ 2обм:Режим уставки активен		• откл • вкл	вкл
Компенс. Z				
_:14011:125	90V АРНТ 2обм:Компенсация Z		• откл • LDC-Z • LDC-X и R	откл
_:14011:126	90V АРНТ 2обм:УвТреб-Напряж		0.0 % до 20.0 %	4.0 %
_:14011:127	90V АРНТ 2обм:Макс.ток нагрузки		0.0 % до 500.0 %	100.0 %
_:14011:153	90V АРНТ 2обм:R линии		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:14011:154	90V АРНТ 2обм:X линии		-30.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
Предел				
_:14011:102	90V АРНТ 2обм:Пред.нижн.полож.РПН		-128 до 127	1
_:14011:103	90V АРНТ 2обм:Пред.высш.полож.РПН		-128 до 127	15
_:14011:128	90V АРНТ 2обм:Предел Uмин		• откл • вкл	вкл
_:14011:129	90V АРНТ 2обм:Уставка Uмин		10.000 В до 340.000 В	105.000 В
_:14011:130	90V АРНТ 2обм:Задержка для Uмин		0 с до 20 с	10 с
_:14011:131	90V АРНТ 2обм:Задержка для Uмакс		• откл • вкл	вкл
_:14011:132	90V АРНТ 2обм:Уставка Uмакс		10.000 В до 340.000 В	115.000 В
_:14011:133	90V АРНТ 2обм:Задержка для Uмакс		0 с до 20 с	10 с
Блокир.				
_:14011:134	90V АРНТ 2обм:Хар-ка блокировки		• Авт. • Авт.-Ручн.	Авт.-Ручн.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:14011:135	90V АРНТ 2обм:Блокировка U<		• откл • вкл	вкл
_:14011:136	90V АРНТ 2обм:Уставка U<		10.000 В до 340.000 В	90.000 В
_:14011:137	90V АРНТ 2обм:Выд.врем. U<		0 с до 20 с	0 с
_:14011:138	90V АРНТ 2обм:Блокировка I>		• откл • вкл	вкл
_:14011:139	90V АРНТ 2обм:Уставка I>		10 % до 500 %	150 %
_:14011:140	90V АРНТ 2обм:Выд.врем. I>		0 с до 20 с	0 с
_:14011:141	90V АРНТ 2обм:Блокировка I<		• откл • вкл	откл
_:14011:142	90V АРНТ 2обм:Уставка I<		3 % до 100 %	10 %
_:14011:143	90V АРНТ 2обм:Выд.врем. I<		0 с до 20 с	10 с

Трехобмоточный трансформатор

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обмотка 1				
_:2311:101	Общие данные:Номинальный ток		0.20 А до 100000.00 А	1000.00 А
_:2311:103	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Обмотка 2				
_:2311:102	Общие данные:Номинальный ток		0.20 А до 100000.00 А	1000.00 А
_:2311:104	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:2311:106	Общие данные:Ном. полная мощн.		-1.00 МВА до -1.00 МВА	0.00 МВА
РПН				
_:13981:111	РПН:Макс.вр.выдачи		0.02 с до 1800.00 с	1.50 с
_:13981:112	РПН:Хар-ка контроля		• откл • предупр. • авар.блокировка	авар.блокировка
_:13981:113	РПН:Контр.времени переключ.		5 с до 100 с	10 с
_:13981:116	РПН:Наивысш.полож.РПН		• Отпайка мин.напряж. • Отпайка макс.напряж.	Отпайка мин.напряж.
_:13981:114	РПН:Наим. положение РПН		-64 до 64	1

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:13981:115	РПН:Наиб. положение РПН		-64 до 64	15
Общие данные				
_:15601:1	90V АРНТ Зобм:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:15601:101	90V АРНТ Зобм:Режим работы		• Ручн. • Авт.	Ручн.
_:15601:157	90V АРНТ Зобм:Выбор обмотки		• Обмотка 1 • Обмотка 2 • ПриМаксНагр	Обмотка 1
Управление				
_:15601:107	90V АРНТ Зобм:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да	да
_:15601:109	90V АРНТ Зобм:Модель управления		• прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:15601:110	90V АРНТ Зобм:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:15601:111	90V АРНТ Зобм:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
Регулятор напряж.				
_:15601:164	90V АРНТ Зобм:Кол-во вел. треб.напряж.		• 1 • 2 • 3 • 4	1
_:15601:112	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.1 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:165	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.2 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:166	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.3 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:167	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.4 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:146	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:168	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.2 обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:15601:169	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.3 обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:170	90V АРНТ Зобм:Треб.напряж.4 обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:15601:113	90V АРНТ Зобм:Доп.диапазон регул-ия		0.2 % до 10.0 %	1.0 %
_:15601:114	90V АРНТ Зобм:Хар-ка Т1		• Лин. • Инв.	Лин.
_:15601:115	90V АРНТ Зобм:Задержка Т1		5 с до 600 с	40 с
_:15601:116	90V АРНТ Зобм:Т1 инверсн.мин.		5 с до 100 с	5 с
_:15601:117	90V АРНТ Зобм:Задержка Т2		0 с до 100 с	5 с
_:15601:118	90V АРНТ Зобм:Быстр.перекл.шаг выше		• откл • вкл	откл
_:15601:119	90V АРНТ Зобм:Пр.бстр.перекл.ш.выше		-50.0 % до 0.0 %	-6.0 %
_:15601:120	90V АРНТ Зобм:Зад.Т бстр.пер.ш.выше		0.0 с до 10.0 с	2.0 с
_:15601:121	90V АРНТ Зобм:Быстр.перекл.шаг ниже		• откл • вкл	вкл
_:15601:122	90V АРНТ Зобм:Пр.бстр.перекл.ш.ниже		0.0 % до 50.0 %	6.0 %
_:15601:123	90V АРНТ Зобм:Зад.Т бстр.пер.ш.ниже		0.0 с до 10.0 с	0.0 с
_:15601:124	90V АРНТ Зобм:Функ-ционн.контроль		0 мин до 120 мин	15 мин
_:15601:162	90V АРНТ Зобм:Контр-ПеретокаМощ		• откл • вкл	вкл
_:15601:163	90V АРНТ Зобм:Регул.с Т2 при пуске		• откл • вкл	вкл
_:15601:171	90V АРНТ Зобм:Режим уставки активен		• откл • вкл	вкл
Компенс.Z				
_:15601:125	90V АРНТ Зобм:Компенсация Z		• откл • LDC-Z • LDC-X и R	откл
_:15601:126	90V АРНТ Зобм:УвТреб-НапряжОбм1		0.0 % до 20.0 %	4.0 %
_:15601:147	90V АРНТ Зобм:УвТреб-НапряжОбм2		0.0 % до 20.0 %	4.0 %

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:15601:127	90V АРНТ Зобм:Макс.ток нагрузки		0.0 % до 500.0 %	100.0 %
_:15601:153	90V АРНТ Зобм:R лин. обм.1		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:15601:154	90V АРНТ Зобм:X лин. обм.1		-30.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:15601:155	90V АРНТ Зобм:R лин. обм.2		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:15601:156	90V АРНТ Зобм:X лин. обм.2		-30.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
Предел				
_:15601:102	90V АРНТ Зобм:Пред.нижн.полож.РПН		-128 до 127	1
_:15601:103	90V АРНТ Зобм:Пред.высш.полож.РПН		-128 до 127	15
_:15601:128	90V АРНТ Зобм:Предел Uмин		• откл • вкл	вкл
_:15601:129	90V АРНТ Зобм:Уставка Uмин обм.1		10.000 В до 340.000 В	105.000 В
_:15601:148	90V АРНТ Зобм:Уставка Uмин обм.2		10.000 В до 340.000 В	105.000 В
_:15601:130	90V АРНТ Зобм:Задержка для Uмин		0 с до 20 с	10 с
_:15601:131	90V АРНТ Зобм:Задержка для Uмакс		• откл • вкл	вкл
_:15601:132	90V АРНТ Зобм:Уставка Uмакс обм.1		10.000 В до 340.000 В	115.000 В
_:15601:149	90V АРНТ Зобм:Уставка Uмакс обм.2		10.000 В до 340.000 В	115.000 В
_:15601:133	90V АРНТ Зобм:Задержка для Uмакс		0 с до 20 с	10 с
Блокир.				
_:15601:134	90V АРНТ Зобм:Хар-ка блокировки		• Авт. • Авт.-Ручн.	Авт.-Ручн.
_:15601:135	90V АРНТ Зобм:Блокировка U<		• откл • вкл	вкл
_:15601:136	90V АРНТ Зобм:Уставка U< обм.1		10.000 В до 340.000 В	90.000 В
_:15601:150	90V АРНТ Зобм:Уставка U< обм.2		10.000 В до 340.000 В	90.000 В
_:15601:137	90V АРНТ Зобм:Выд.врем. U<		0 с до 20 с	0 с
_:15601:138	90V АРНТ Зобм:Блокировка I>		• откл • вкл	вкл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:15601:139	90V АРНТ Зобм:Уставка I>		10 % до 500 %	150 %
_:15601:140	90V АРНТ Зобм:Выд.врем. I>		0 с до 20 с	0 с
_:15601:141	90V АРНТ Зобм:Блокировка I<		• откл • вкл	откл
_:15601:142	90V АРНТ Зобм:Уставка I<		3 % до 100 %	10 %
_:15601:143	90V АРНТ Зобм:Выд.врем. I<		0 с до 20 с	10 с

Сетевой трансформатор связи

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Обмотка 1				
_:2311:101	Общие данные:Номинальный ток		0.20 А до 100000.00 А	1000.00 А
_:2311:103	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
Обмотка 2				
_:2311:102	Общие данные:Номинальный ток		0.20 А до 100000.00 А	1000.00 А
_:2311:104	Общие данные:Номин.напряж.		0.20 кВ до 1200.00 кВ	400.00 кВ
_:2311:106	Общие данные:Ном. полная мощн.		-1.00 МВА до -1.00 МВА	0.00 МВА
РПН				
_:13981:111	РПН:Макс.вр.выдачи		0.02 с до 1800.00 с	1.50 с
_:13981:112	РПН:Хар-ка контроля		• откл • предупр. • авар.блокировка	авар.блокировка
_:13981:113	РПН:Контр.времени переключ.		5 с до 100 с	10 с
_:13981:116	РПН:Наивысш.полож.РПН		• Отпайка мин.напряж. • Отпайка макс.напряж.	Отпайка мин.напряж.
_:13981:114	РПН:Наим. положение РПН		-64 до 64	1
_:13981:115	РПН:Наиб. положение РПН		-64 до 64	15
Общие данные				
_:16351:1	90V АРНТсвязи:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:16351:101	90V АРНТсвязи:Режим работы		• Ручн. • Авт.	Ручн.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:16351:161	90V АРНТсвязи:Выбор обмотки		• Обмотка 1 • Обмотка 2	Обмотка 1
Управление				
_:16351:107	90V АРНТ-связи:Пров.прав вып.коммут.		• нет • да	да
_:16351:109	90V АРНТсвязи:Модель управления		• прям. с обычн. безоп. • SBO с обычн. безоп. • прям.с дополн. безоп. • SBO с дополн. безоп.	SBO с дополн. безоп.
_:16351:110	90V АРНТ-связи:Таймаут SBO		0.01 с до 1800.00 с	30.00 с
_:16351:111	90V АРНТ-связи:Врем.контр.обр.связи		0.01 с до 1800.00 с	10.00 с
Регулятор напряж.				
_:16351:164	90V АРНТсвязи:Кол-во вел. треб.напряж.		• 1 • 2 • 3 • 4	1
_:16351:112	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.1 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:165	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.2 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:166	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.3 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:167	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.4 обм.1		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:146	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:168	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.2 обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:169	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.3 обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:170	90V АРНТ-связи:Треб.напряж.4 обм.2		10.000 В до 340.000 В	110.000 В
_:16351:113	90V АРНТ-связи:Доп.диапазон регул-ия		0.2 % до 10.0 %	1.0 %
_:16351:114	90V АРНТсвязи:Хар-ка T1		• Лин. • Инв.	Лин.

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:16351:115	90V АРНТ-связи:Задержка T1		5 с до 600 с	40 с
_:16351:116	90V АРНТсвязи:T1 инверсн.мин.		5 с до 100 с	5 с
_:16351:117	90V АРНТ-связи:Задержка T2		0 с до 100 с	5 с
_:16351:118	90V АРНТ-связи:Быстр.перекл.шаг выше		• откл • вкл	откл
_:16351:119	90V АРНТ-связи:Пр.бстр.перекл.ш.выше		-50.0 % до 0.0 %	-6.0 %
_:16351:120	90V АРНТсвязи:Зад.Тбстр.пер.ш.выше		0.0 с до 10.0 с	2.0 с
_:16351:121	90V АРНТ-связи:Быстр.перекл.шаг ниже		• откл • вкл	вкл
_:16351:122	90V АРНТ-связи:Пр.бстр.перекл.ш.ниже		0.0 % до 50.0 %	6.0 %
_:16351:123	90V АРНТсвязи:Зад.Тбстр.пер.ш.ниже		0.0 с до 10.0 с	0.0 с
_:16351:124	90V АРНТсвязи:Функцион.контроль		0 мин до 120 мин	15 мин
_:16351:162	90V АРНТсвязи:КонтрПеретокаМощ		• откл • вкл	вкл
_:16351:163	90V АРНТсвязи:Регул.с T2 при пуске		• откл • вкл	вкл
_:16351:171	90V АРНТсвязи:Режим уставки активен		• откл • вкл	вкл
Компенс.Z				
_:16351:125	90V АРНТ-связи:Компенсация Z		• откл • LDC-Z • LDC-X и R	откл
_:16351:126	90V АРНТсвязи:УвТребНапряжОбм1		0.0 % до 20.0 %	4.0 %
_:16351:147	90V АРНТсвязи:УвТребНапряжОбм2		0.0 % до 20.0 %	4.0 %
_:16351:127	90V АРНТ-связи:Макс.ток нагрузки		0.0 % до 500.0 %	100.0 %
_:16351:153	90V АРНТсвязи:R лин. обм.1		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:16351:154	90V АРНТсвязи:X лин. обм.1		-30.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:16351:155	90V АРНТсвязи:R лин. обм.2		0.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом
_:16351:156	90V АРНТсвязи:X лин. обм.2		-30.0 Ом до 30.0 Ом	0.0 Ом

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Предел				
_:16351:102	90V АРНТ-связи:Пред.нижн.полож.РПН		-128 до 127	1
_:16351:103	90V АРНТ-связи:Пред.высш.полож.РПН		-128 до 127	15
_:16351:128	90V АРНТсвязи:Предел Uмин		• откл • вкл	вкл
_:16351:129	90V АРНТсвязи:Уставка Uмин обм.1		10.000 В до 340.000 В	105.000 В
_:16351:148	90V АРНТсвязи:Уставка Uмин обм.2		10.000 В до 340.000 В	105.000 В
_:16351:130	90V АРНТ-связи:Задержка для Uмин		0 с до 20 с	10 с
_:16351:131	90V АРНТ-связи:Задержка для Uмакс		• откл • вкл	вкл
_:16351:132	90V АРНТсвязи:Уставка Uмакс обм.1		10.000 В до 340.000 В	115.000 В
_:16351:149	90V АРНТсвязи:Уставка Uмакс обм.2		10.000 В до 340.000 В	115.000 В
_:16351:133	90V АРНТ-связи:Задержка для Uмакс		0 с до 20 с	10 с
Блокир.				
_:16351:134	90V АРНТсвязи:Хар-ка блокировки		• Авт. • Авт.-Ручн.	Авт.-Ручн.
_:16351:135	90V АРНТ-связи:Блокировка U<		• откл • вкл	вкл
_:16351:136	90V АРНТсвязи:Уставка U< обм.1		10.000 В до 340.000 В	90.000 В
_:16351:150	90V АРНТсвязи:Уставка U< обм.2		10.000 В до 340.000 В	90.000 В
_:16351:137	90V АРНТ-связи:Выд.врем. U<		0 с до 20 с	0 с
_:16351:138	90V АРНТ-связи:Блокировка I>		• откл • вкл	вкл
_:16351:139	90V АРНТсвязи:Уставка I>		10 % до 500 %	150 %
_:16351:140	90V АРНТ-связи:Выд.врем. I>		0 с до 20 с	0 с
_:16351:141	90V АРНТ-связи:Блокировка I<		• откл • вкл	откл
_:16351:142	90V АРНТсвязи:Уставка I<		3 % до 100 %	10 %
_:16351:143	90V АРНТ-связи:Выд.врем. I<		0 с до 20 с	10 с

7.9.6 Список сообщений

Двухобмоточный трансформатор

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
РПН			
_:13981:500	РПН:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:13981:501	РПН:>Ввести	SPS	I
_:13981:53	РПН:Статус исправности	ENS	O
_:13981:301	РПН:Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:13981:302	РПН:Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:13981:308	РПН:Положение	BSC	C
_:13981:305	РПН:Команда "прибавить"	SPS	O
_:13981:306	РПН:Команда "убавить"	SPS	O
_:13981:307	РПН:Команда активна	SPS	O
_:13981:309	РПН:Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:13981:310	РПН:Сраб.защ.привода	SPS	O
_:13981:311	РПН:Ош.полож.ком.	SPS	O
_:13981:312	РПН:Сч.оп.	INS	O
_:13981:319	РПН:Сброс ошибки	SPC	C
90V АРНТ 2обм			
_:14011:81	90V АРНТ 2обм:>Блокировать	SPS	I
_:14011:85	90V АРНТ 2обм:>Сброс мин/макс	SPS	I
_:14011:53	90V АРНТ 2обм:Статус исправности	ENS	O
_:14011:54	90V АРНТ 2обм:Неактивно	SPS	O
_:14011:52	90V АРНТ 2обм:Режим работы	ENS	O
_:14011:301	90V АРНТ 2обм:Кр.всш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:14011:302	90V АРНТ 2обм:Кр.нзш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:14011:326	90V АРНТ 2обм:Команда с обр.связью	BSC	C
_:14011:329	90V АРНТ 2обм:Авт.блок.	SPC	C
_:14011:312	90V АРНТ 2обм:Режим работы	SPC	C
_:14011:305	90V АРНТ 2обм:Шир.полосы пропуск.>	SPS	O
_:14011:306	90V АРНТ 2обм:Шир.полосы пропуск.<	SPS	O
_:14011:307	90V АРНТ 2обм:Акт.бстр.пер.ш.выш.	SPS	O
_:14011:308	90V АРНТ 2обм:Акт.бстр.пер.ш.ниж.	SPS	O
_:14011:309	90V АРНТ 2обм:Авт.монитор	SPS	O
_:14011:310	90V АРНТ 2обм:Предел Uмин	SPS	O
_:14011:311	90V АРНТ 2обм:Предел Uмакс	SPS	O
_:14011:315	90V АРНТ 2обм:Авт.блокир.	SPS	O
_:14011:316	90V АРНТ 2обм:Ручн.блокир.	SPS	O
_:14011:317	90V АРНТ 2обм:Блокировка U<	SPS	O
_:14011:318	90V АРНТ 2обм:Блокировка I>	SPS	O
_:14011:319	90V АРНТ 2обм:Блокировка I<	SPS	O
_:14011:320	90V АРНТ 2обм:Uакт	MV	O
_:14011:321	90V АРНТ 2обм:ΔUакт	MV	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:14011:322	90V АРНТ 2обм:Iнагр	MV	O
_:14011:323	90V АРНТ 2обм:Uмакс	MV	O
_:14011:324	90V АРНТ 2обм:Uмин	MV	O
_:14011:325	90V АРНТ 2обм:Uтреб	MV	O
_:14011:354	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 1	SPC	C
_:14011:355	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 2	SPC	C
_:14011:356	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 3	SPC	C
_:14011:357	90V АРНТ 2обм:Треб.напряжение 4	SPC	C
_:14011:358	90V АРНТ 2обм:Задать целев. напряж.	APC	C
_:14011:359	90V АРНТ 2обм:Блок.Т1	SPC	C

Трехобмоточный трансформатор

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
РПН			
_:13981:500	РПН:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:13981:501	РПН:>Ввести	SPS	I
_:13981:53	РПН:Статус исправности	ENS	O
_:13981:301	РПН:Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:13981:302	РПН:Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:13981:308	РПН:Положение	BSC	C
_:13981:305	РПН:Команда "прибавить"	SPS	O
_:13981:306	РПН:Команда "убавить"	SPS	O
_:13981:307	РПН:Команда активна	SPS	O
_:13981:309	РПН:Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:13981:310	РПН:Сраб.защ.привода	SPS	O
_:13981:311	РПН:Ош.полож.ком.	SPS	O
_:13981:312	РПН:Сч.оп.	INS	O
_:13981:319	РПН:Сброс ошибки	SPC	C
90V АРНТ 3обм			
_:15601:81	90V АРНТ 3обм:>Блокировать	SPS	I
_:15601:85	90V АРНТ 3обм:>Сброс мин/макс	SPS	I
_:15601:53	90V АРНТ 3обм:Статус исправности	ENS	O
_:15601:54	90V АРНТ 3обм:Неактивно	SPS	O
_:15601:52	90V АРНТ 3обм:Режим работы	ENS	O
_:15601:301	90V АРНТ 3обм:Кр.всш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:15601:302	90V АРНТ 3обм:Кр.нзш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:15601:332	90V АРНТ 3обм:Команда с обр.связью	BSC	C
_:15601:335	90V АРНТ 3обм:Авт.блок.	SPC	C
_:15601:336	90V АРНТ 3обм:Режим работы	SPC	C
_:15601:305	90V АРНТ 3обм:Шир.полосы пропуск.>	SPS	O
_:15601:306	90V АРНТ 3обм:Шир.полосы пропуск.<	SPS	O
_:15601:307	90V АРНТ 3обм:Акт.бстр.пер.ш.выш.	SPS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:15601:308	90V АРНТ 3обм:Акт.бстр.пер.ш.ниж.	SPS	O
_:15601:309	90V АРНТ 3обм:Авт.монитор	SPS	O
_:15601:357	90V АРНТ 3обм:Контр.перетока мощн.	SPS	O
_:15601:310	90V АРНТ 3обм:Предел Uмин обм.1	SPS	O
_:15601:311	90V АРНТ 3обм:Предел Uмин обм.2	SPS	O
_:15601:312	90V АРНТ 3обм:Предел Uмакс обм.1	SPS	O
_:15601:313	90V АРНТ 3обм:Предел Uмакс обм.2	SPS	O
_:15601:314	90V АРНТ 3обм:Авт.блокир.	SPS	O
_:15601:315	90V АРНТ 3обм:Ручн.блокир.	SPS	O
_:15601:316	90V АРНТ 3обм:Блок. U< обм.1	SPS	O
_:15601:317	90V АРНТ 3обм:Блок. U< обм.2	SPS	O
_:15601:318	90V АРНТ 3обм:Блокировка I>	SPS	O
_:15601:319	90V АРНТ 3обм:Блокировка I<	SPS	O
_:15601:320	90V АРНТ 3обм:UактОб1	MV	O
_:15601:321	90V АРНТ 3обм:UактОб2	MV	O
_:15601:322	90V АРНТ 3обм:ΔUакт	MV	O
_:15601:323	90V АРНТ 3обм:ІнгОбм1	MV	O
_:15601:324	90V АРНТ 3обм:ІнгОбм2	MV	O
_:15601:325	90V АРНТ 3обм:Uмакс 1	MV	O
_:15601:326	90V АРНТ 3обм:Uмакс 2	MV	O
_:15601:327	90V АРНТ 3обм:Uмин 1	MV	O
_:15601:328	90V АРНТ 3обм:Uмин 2	MV	O
_:15601:329	90V АРНТ 3обм:UтребОб1	MV	O
_:15601:330	90V АРНТ 3обм:UтребОб2	MV	O
_:15601:358	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.1 обм.1	SPC	C
_:15601:359	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.2 обм.1	SPC	C
_:15601:360	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.3 обм.1	SPC	C
_:15601:361	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.4 обм.1	SPC	C
_:15601:362	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.обм.2	SPC	C
_:15601:363	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.2 обм.2	SPC	C
_:15601:364	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.3 обм.2	SPC	C
_:15601:365	90V АРНТ 3обм:Треб.напряж.4 обм.2	SPC	C
_:15601:366	90V АРНТ 3обм:Зад. целев. напр. w1	APC	C
_:15601:367	90V АРНТ 3обм:Зад. целев. напр. w2	APC	C
_:15601:368	90V АРНТ 3обм:Блок.T1	SPC	C
_:15601:356	90V АРНТ 3обм:Обмотка активна	INS	O
_:15601:369	90V АРНТ 3обм:Обмотка выбир.вручн.	SPC	C
_:15601:370	90V АРНТ 3обм:Обмотка выбир.авт.	SPC	C

Сетевой трансформатор связи

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
РПН			
_:13981:500	РПН:>Блок.сбора данных	SPS	I
_:13981:501	РПН:>Ввести	SPS	I
_:13981:53	РПН:Статус исправности	ENS	O
_:13981:301	РПН:Пред.верх.отп.РПН	SPS	O
_:13981:302	РПН:Пред.ниж.отп.РПН	SPS	O
_:13981:308	РПН:Положение	BSC	C
_:13981:305	РПН:Команда "прибавить"	SPS	O
_:13981:306	РПН:Команда "убавить"	SPS	O
_:13981:307	РПН:Команда активна	SPS	O
_:13981:309	РПН:Вр.контр.двиг.истекло	SPS	O
_:13981:310	РПН:Сраб.защ.привода	SPS	O
_:13981:311	РПН:Ош.полож.ком.	SPS	O
_:13981:312	РПН:Сч.оп.	INS	O
_:13981:319	РПН:Сброс ошибки	SPC	C
90V АРНТсвязи			
_:16351:81	90V АРНТсвязи:>Блокировать	SPS	I
_:16351:85	90V АРНТсвязи:>Сброс мин/макс	SPS	I
_:16351:53	90V АРНТсвязи:Статус исправности	ENS	O
_:16351:54	90V АРНТсвязи:Неактивно	SPS	O
_:16351:52	90V АРНТсвязи:Режим работы	ENS	O
_:16351:301	90V АРНТсвязи:Кр.всш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:16351:302	90V АРНТсвязи:Кр.нзш.плж.РПНавт.	SPS	O
_:16351:332	90V АРНТсвязи:Команда с обр.связью	BSC	C
_:16351:335	90V АРНТсвязи:Авт.блок.	SPC	C
_:16351:336	90V АРНТсвязи:Режим работы	SPC	C
_:16351:305	90V АРНТсвязи:Шир.полосы пропуск.>	SPS	O
_:16351:306	90V АРНТсвязи:Шир.полосы пропуск.<	SPS	O
_:16351:307	90V АРНТсвязи:Акт.бстр.пер.ш.выш.	SPS	O
_:16351:308	90V АРНТсвязи:Акт.бстр.пер.ш.ниж.	SPS	O
_:16351:309	90V АРНТсвязи:Авт.монитор	SPS	O
_:16351:357	90V АРНТсвязи:Контр.перетока мощн.	SPS	O
_:16351:310	90V АРНТсвязи:Предел Uмин обм.1	SPS	O
_:16351:311	90V АРНТсвязи:Предел Uмин обм.2	SPS	O
_:16351:312	90V АРНТсвязи:Предел Uмакс обм.1	SPS	O
_:16351:313	90V АРНТсвязи:Предел Uмакс обм.2	SPS	O
_:16351:314	90V АРНТсвязи:Авт.блокир.	SPS	O
_:16351:315	90V АРНТсвязи:Ручн.блокир.	SPS	O
_:16351:316	90V АРНТсвязи:Блок. U< обм.1	SPS	O
_:16351:317	90V АРНТсвязи:Блок. U< обм.2	SPS	O
_:16351:318	90V АРНТсвязи:Блокировка I>	SPS	O
_:16351:319	90V АРНТсвязи:Блокировка I<	SPS	O
_:16351:320	90V АРНТсвязи:UактОб1	MV	O
_:16351:321	90V АРНТсвязи:UактОб2	MV	O
_:16351:322	90V АРНТсвязи:ΔUакт	MV	O
_:16351:323	90V АРНТсвязи:IнгОбм1	MV	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:16351:324	90V АРНТсвязи:ІнгОбм2	MV	O
_:16351:325	90V АРНТсвязи:Uмакс 1	MV	O
_:16351:326	90V АРНТсвязи:Uмакс 2	MV	O
_:16351:327	90V АРНТсвязи:Uмин 1	MV	O
_:16351:328	90V АРНТсвязи:Uмин 2	MV	O
_:16351:329	90V АРНТсвязи:УтребОб1	MV	O
_:16351:330	90V АРНТсвязи:УтребОб2	MV	O
_:16351:358	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.1 обм.1	SPC	C
_:16351:359	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.2 обм.1	SPC	C
_:16351:360	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.3 обм.1	SPC	C
_:16351:361	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.4 обм.1	SPC	C
_:16351:362	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.обм.2	SPC	C
_:16351:363	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.2 обм.2	SPC	C
_:16351:364	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.3 обм.2	SPC	C
_:16351:365	90V АРНТсвязи:Треб.напряж.4 обм.2	SPC	C
_:16351:366	90V АРНТсвязи:Зад. целев. напр. w1	APC	C
_:16351:367	90V АРНТсвязи:Зад. целев. напр. w2	APC	C
_:16351:368	90V АРНТсвязи:Блок.Т1	SPC	C
_:16351:356	90V АРНТсвязи:Обмотка активна	INS	O
_:16351:369	90V АРНТсвязи:Обмотка выбир.вручн.	SPC	C
_:16351:370	90V АРНТсвязи:Обмотка выбир.авт.	SPC	C

8 Функции контроля

8.1	Обзор	1620
8.2	Контроль потребления ресурсов	1621
8.3	Контроль вторичной системы	1625
8.4	Контроль аппаратных средств устройства	1675
8.5	Контроль прошивки устройства	1680
8.6	Контроль конфигурации аппаратных средств	1681
8.7	Контроль коммуникационных соединений	1682
8.8	Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей	1683
8.9	Групповые сообщения	1692

8.1 Обзор

Устройства SIPROTEC 5 отличаются обширной и комплексной концепцией встроенной самодиагностики. Непрерывный контроль:

- Обеспечение готовности устройства
- Исключает несрабатывание и излишнее функционирование устройства
- Защищает персонал и первичное оборудование
- Обеспечивает эффективную помощь при вводе в эксплуатацию и тестировании

Контролируются следующие области:

- Контроль потребления ресурсов приложения
- Контроль вторичной системы
- Контроль аппаратных средств устройства
- Контроль прошивки устройства
- Контроль конфигурации аппаратных средств
- Контроль коммуникационных соединений

При срабатывании функций контроля выдаются соответствующие сообщения. В устройстве формируются отчеты об ошибках. Отчеты об ошибках сгруппированы по степени серьезности дефекта.

Функции мониторинга работают избирательно. При срабатывании функций мониторинга - насколько это возможно - блокируются только затронутые части аппаратного и программного обеспечения. Если это невозможно, то устройство переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим). В дополнение к безопасности, это гарантирует высокую степень готовности.

8.2 Контроль потребления ресурсов

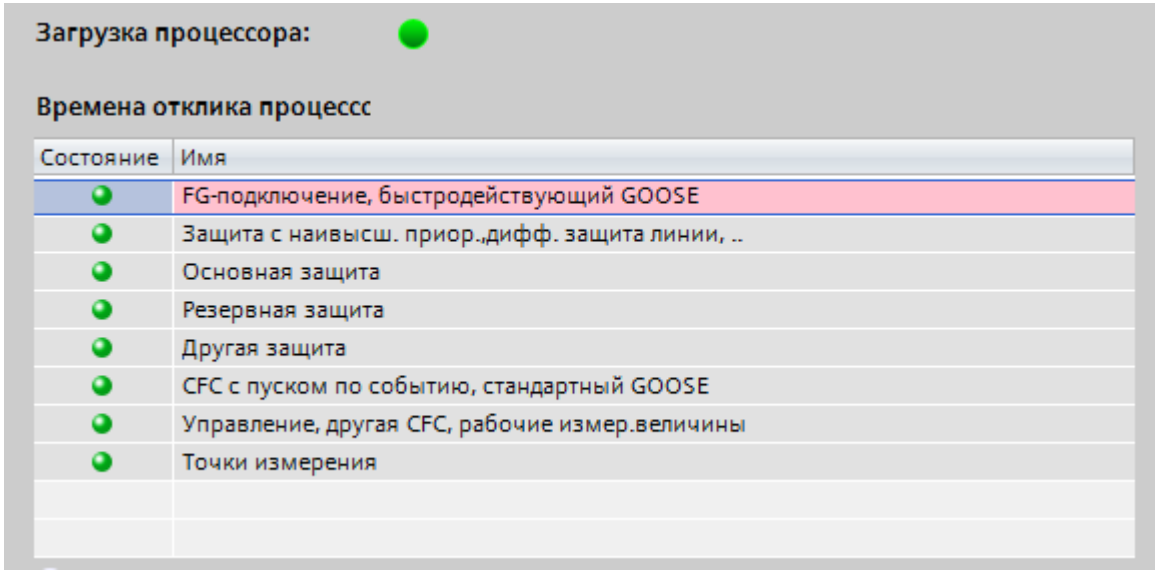
8.2.1 Модель загрузки

Устройства SIPROTEC 5 свободно конфигурируются. Модель загрузки интегрируется в DIGSI 5. Модель загрузки предотвращает перегрузку устройства при работе большим набором параметров.

Эта модель показывает степень загрузки устройства и время реакции функций устройства. Если модель загрузки определяет, что текущий проект, скорее всего, приведет к перегрузке устройства, DIGSI препятствует загрузке этого проекта в устройство.

В этом редком случае вы должны уменьшить состав проекта, чтобы потом иметь возможность загрузить его в устройство.

Модель загрузки можно найти в структуре проекта DIGSI 5:**Название устройства** → **Информация об устройстве**. В рабочей области выберите окно настройки **Потребляемые ресурсы**. На следующем рисунке показан пример визуализации модели загрузки в DIGSI 5:



[sclastmo-141210-01, 1, ru_RU]

Рисунок 8-1 Визуализация модели загрузки в DIGSI

Зеленый общий индикатор для времени отклика процессора означает, что устройство не перегружено настоящим проектом. С другой стороны, если вы видите красный восклицательный знак, запланированная конфигурация перегружает устройство.

В списке ниже общего индикатора отображаются отдельные функциональные области. Эти области совмещают функции с одинаковыми требованиями в реальном масштабе времени в группе. Зеленый индикатор в передней части области (см. *Рисунок 8-1*) указывает, что время отклика функций, сгруппированных в этой области, может быть сохранено. Красный восклицательный знак означает, что функции могут иметь большее время отклика, чем указано в технических данных устройства. В таком случае загрузка проекта в устройство блокируется.

В следующей таблице приведен обзор функциональных областей и наиболее важных величин, влияющих на использование устройства:

Если модель загрузки отображает предупреждение, примите во внимание следующие общие указания:

Области, указанные в таблице, перечислены в порядке убывания требований в реальном масштабе времени. Если появляется предупреждение о том, что гарантированное время отклика может быть превышено в данном уровне задач, вы сможете вернуться к допустимой области, выполнив следующие действия:

- Уменьшить объем функций в отмеченной области (красный восклицательный знак)
- Уменьшить объем функций в другой области с более высокими требованиями в реальном масштабе времени

После того, как вы сократили состав проекта, проверьте индикатор в пункте "Потребляемые ресурсы"! Если функция или состояние выключены, процессор будет по-прежнему перегружен в соответствующем уровне задач. Если вам не нужна функция или ступень, удалите ее, а не выключайте.

Используйте общую функциональную группу **Выключатель** только в следующих случаях:

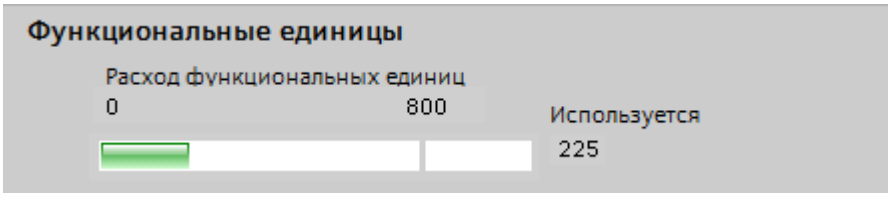
- Взаимодействие с группой защитных функций имеет важное значение.
  Таким образом, сообщения о срабатывании функций защиты вызывают отключение автоматического выключателя, назначенного функциональной группе **Выключатель**.
- Вы хотите использовать функции, такие как функция АПВ или функция УРОВ в функциональной группе **Выключатель**.

Если выключатель должен быть только моделью для целей контроля, используйте функциональную группу **Выключатель [только состояние]**.

8.2.2 Функциональные единицы

Когда вы заказываете устройство SIPROTEC 5, вы также заказываете определенное количество функциональных единиц для использования дополнительных функций.

На следующем рисунке показан расход функциональных единиц в текущем проекте исходя из количества имеющихся функциональных единиц.



[scfpunkt-141210-01, 1, ru_RU]

Рисунок 8-2 Обзор ресурсов: Расход функциональных единиц

Остающаяся белая полоса показывает функциональные единицы, которые еще не были использованы по вашей конфигурации. Число функциональных единиц, доступных в устройстве, зависит от деталей заказа на поставку устройства (позиция 20 кода заказа изделия). Вы также можете заказать функциональные единицы впоследствии и таким образом увеличить количество функциональных единиц для устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Прежде чем заказать устройство, узнайте требования по функциональным единицам для нужного применения. Для этого вы можете использовать конфигуратор устройства.

8.2.3 Ресурсы CFC

Уровни задач функции CFC

Схема CFC и, таким образом, сконфигурированная функция CFC, работает в устройстве SIPROTEC 5 на одном из четырех уровней задач. С одной стороны, отдельные уровни задач различаются по приори-

тету задач обработки, а с другой - по циклической или инициированной событиями обработке схем CFC.

Вы можете выбрать один из следующих уровней:

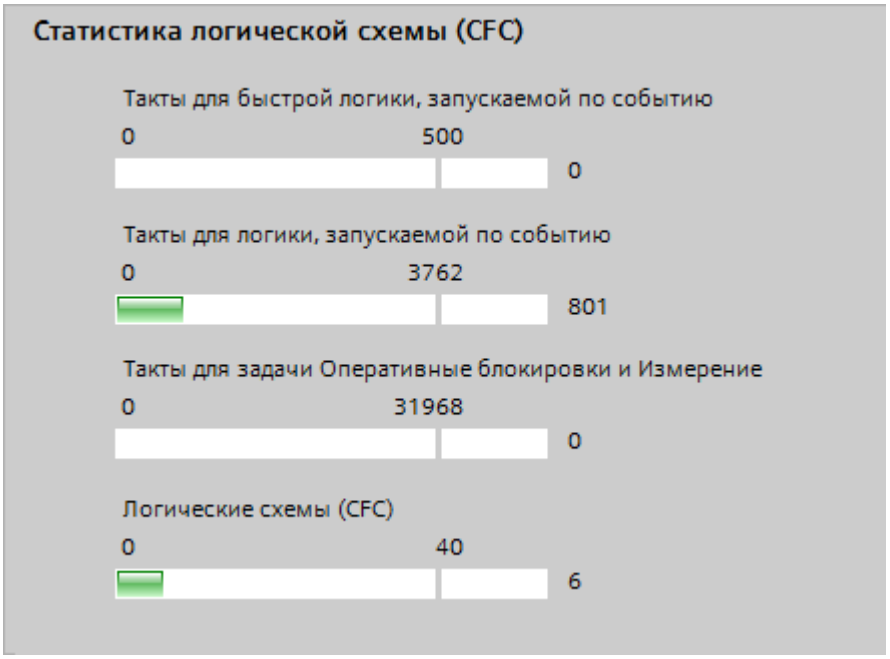
Уровень задачи	Описание
Быстродействующая логика с пуском по событию	Используйте уровень задачи ***Быстродействующая логика с пуском по событию*** для критически важных задач, например, если сигнал должен блокировать функцию защиты в интервале времени от 2 до 3 мс. Функции на данном уровне задачи обрабатываются с пуском по событию с наивысшим приоритетом. Каждое изменение логического входного сигнала проходит немедленную обработку. Обработка может прерывать выполнение функций защиты и функций на уровне задачи ***Логика с пуском по событию***.
Логика с пуском по событию	Используйте уровень задачи ***Логика с пуском по событию*** предпочтительно для тех логических функций, которые не должны выполняться с наивысшим приоритетом. Каждое изменение логического входного сигнала проходит немедленную обработку. Функции защиты или функции на уровне задачи ***Быстродействующая логика с пуском по событию*** могут прерывать обработку. Как правило, функции на уровне задачи ***Логика с пуском по событию*** во всех устройствах обрабатываются в течение максимум 5 мс. Для защиты шины или линии функции на уровне задачи ***Логика с пуском по событию*** обрабатываются в течение максимум 10 мс.
Измерение	Используйте уровень задачи ***Измерение*** для обработки измеренных значений. Функции на этом уровне задачи обрабатываются циклически через каждые 500 мс.
Оперативные блокировки	Используйте уровень задачи ***Оперативные блокировки*** предпочтительно для тех логических функций, которые должны выполняться с более низким приоритетом, чем функции на уровне задач ***Логика с пуском по событию***. Если доступных тактов уровня задачи ***Логика с пуском по событию***, показанных на следующем рисунке, достаточно для требуемой функциональности CFC, то вам не нужно использовать уровень задачи ***Оперативные блокировки***.

Все функциональные блоки CFC могут быть назначены для всех уровней задач. Какие-либо функциональные блоки, привязанные к конкретному устройству, отсутствуют. Если существует достаточное количество тактов, то все схемы CFC могут быть созданы на одном уровне задач. Такт представляет собой меру требований к производительности блоков CFC.

Количество тактов для каждой задачи рассчитывается в зависимости от созданной конфигурации устройства. Этот расчет основан на описанной выше модели загрузки. В этом процессе рекомендуется сначала создать все выбранные функции и объекты, затем конфигурацию схем CFC, чтобы обеспечить наличие реалистичной информации об оставшейся емкости для схем CFC. Значительное превышение этого типового времени отклика предотвращается моделью загрузки, для этого количество функциональных блоков CFC на соответствующем уровне задач ограничивается в соответствии с количеством доступных тактов.

Типовые времена отклика для CFC задач приведены в технических данных.

На следующем рисунке показан пример диаграммы емкостей схемы CFC в DIGSI, рассчитанных по модели загрузки. Здесь показаны такты, доступные для каждой задачи. Зеленые полоски представляют такты, используемые на уровнях задач. К этому диалогу можно перейти путем выбора: Устройство → Сведения об устройстве → Потребление ресурсов.



[sc-cfc-statistic, 1, ru_RU]

Рисунок 8-3 Статистика CFC

ПРИМЕЧАНИЕ

Схемы CFC для быстродействующей логики с пуском по событию имеют наивысший приоритет и обрабатываются перед всеми другими задачами. На этом уровне доступно значительно меньшее количество тактов, чем во всех других задачах. Рекомендуется настраивать для этой задачи только логические функции с очень высоким приоритетом, а остальные логические функции - на любом другом уровне.

ПРИМЕЧАНИЕ

Пустые схемы CFC потребляют системные ресурсы. Необходимо удалить ненужные пустые схемы.

8.3 Контроль вторичной системы

8.3.1 Обзор

Вторичные цепи, расположенные на стороне устройства, служат для подключения к защищаемому объекту энергосистемы. Устройство обеспечивает контроль функционирования входных измерительных цепей (по току и напряжению), а также контроль цепей управления силовыми выключателями. Подключение устройства к аккумуляторной батарее подстанции обеспечивает контроль внешнего напряжения питания. Вторичная система оснащена следующими системами контроля:

Измерительные цепи (напряжение):

- Повреждение в цепях измерения напряжения
- Автоматический выключатель ТН
- Симметрия напряжений
- Сумма напряжений
- Чередование фаз напряжения

Измерительные цепи (ток):

- Обрыв в токовых цепях
- Симметрия токов
- Сумма токов
- Чередование фаз тока

Цепи отключения

Внешнее напряжение питания

При запуске функции контроля формируется соответствующее предупредительное сообщение. В результате некоторых контрольных операций может происходить блокировка затронутых функций защиты либо маркировка недействительных точек измерения, с обеспечением перевода затронутых функций защиты в безопасное состояние.

Подробное описание механизмов контроля и действий, предпринимаемых при обнаружении соответствующих ошибок, содержится в разделе описания функций и в общем обзоре, приведенном в конце главы 8.

8.3.2 Исчезновение измеряемого напряжения

8.3.2.1 Обзор функций

Функция **Обнаружение неисправности цепей напряжения** контролирует вторичные цепи трансформатора напряжения (ТН):

- Неподключенные ТН
- Срабатывание автомата трансформатора напряжения (в случае возникновения КЗ во вторичных цепях)
- Обрыв проводов в одном или более измерительных контурах

Все эти события вызывают падение напряжения во вторичных цепях ТН до 0, что может привести к неправильной (излишней) работе функций защиты.

Для следующих функций защит реакция (блокировка/отсутствие блокировки) в случае возникновения неисправности в цепях напряжения может быть задана отдельно для каждой функции:

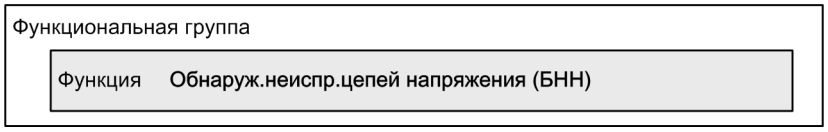
- Направленная трехфазная МТЗ
- Защита от повышения напряжения обратной последовательности
- Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности
- Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения
- Защита минимального напряжения прямой последовательности

Следующие функции защиты автоматически блокируются в случае возникновения неисправности в цепях напряжения:

- Дистанционная защита
- Направленная защита обратной последовательности
- Защита от замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в системах с заземленной нейтралью

8.3.2.2 Структура функции

Функция является частью функциональных групп защиты, которые связаны с измерением трех фазных напряжений и токов.

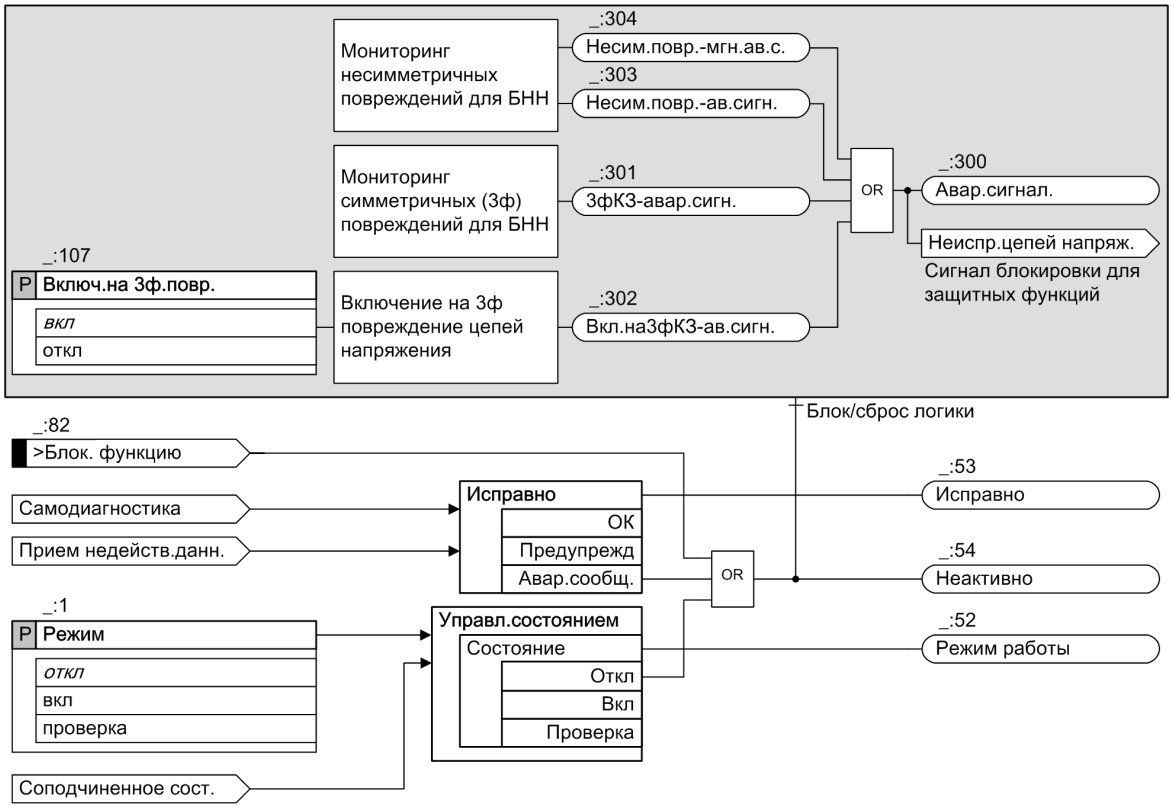


[dwstrffm-210113-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-4 Структура/реализация функции

Данная функция разбита на три подфункции (см. *Рисунок 8-5*):

- Мониторинг несимметричных повреждений в цепях напряжения
- Мониторинг трехфазных повреждений в цепях напряжения
- Мониторинг включения на трехфазное повреждение в цепях напряжения



[lozusamm-100611-01.tif, 2, ru_RU]

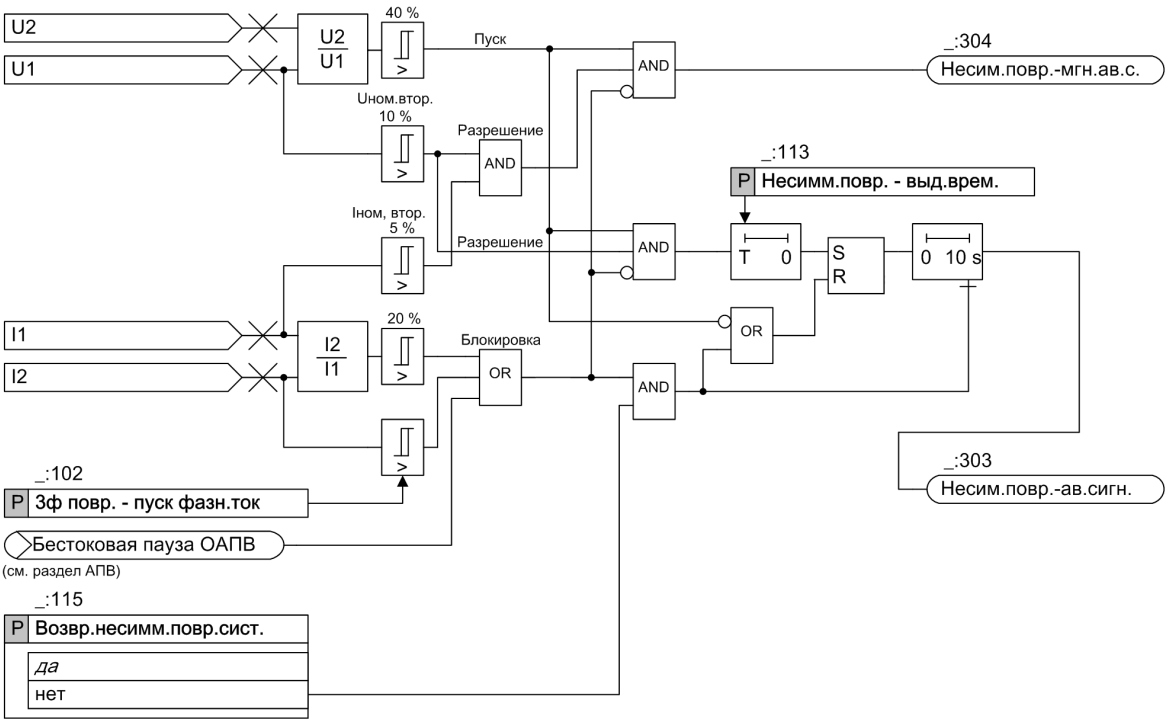
Рисунок 8-5 Работа функции БНН

Каждая подфункция создает собственное сообщение мониторинга. Функция суммирует данные сообщения с помощью групповых сообщений **Авар.сигнал.**.

Действия при обнаружении неисправности в цепях измерительного напряжения поясняются в описаниях отдельных функций защиты.

8.3.2.3 Несимметричное повреждение в цепях напряжения

Логика



[looppode-200812-05.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-6 Логическая схема несимметричного обнаружения неисправности цепей напряжения

Критерием обнаружения несимметричного повреждения в цепях напряжения является несимметрия напряжений. Данная несимметрия определяется на основе соотношения между напряжениями обратной и прямой последовательности. Если значение уставки превышено и функция мониторинга введена и не заблокирована, то она запускается (см. *Рисунок 8-6*). Выдается сигнал *Несим.повр.-мгн.ав.с.*.

Функция мониторинга вводится в действие, как только будет превышено заданное минимальное напряжение. Это предотвращает ложное срабатывание при наличии низкого напряжения или отсутствии напряжения (например, при отключенном выключателе). Быстродействующий мониторинг также требует наличия минимального тока. Это предотвращает ложное быстродействующее срабатывание функции при слабом питании (ток < 10 % от номинального тока) в сочетании с КЗ в системе.

Если несимметрия напряжений вызвана несимметричным КЗ в энергосистеме, функция БНН блокируется. Устройство определяет несимметричное КЗ на основе соотношения между токами обратной и прямой последовательности. Во время ОАПВ функция БНН блокируется.

Выдержка времени/подхват

При слабом питании (ток < 10% от номинального тока) отдельные функции защиты требуют больше времени для обнаружения КЗ в системе. Поэтому параметр **`Несимм.повр. - выд.врем.`** позволяет вводить выдержку времени.

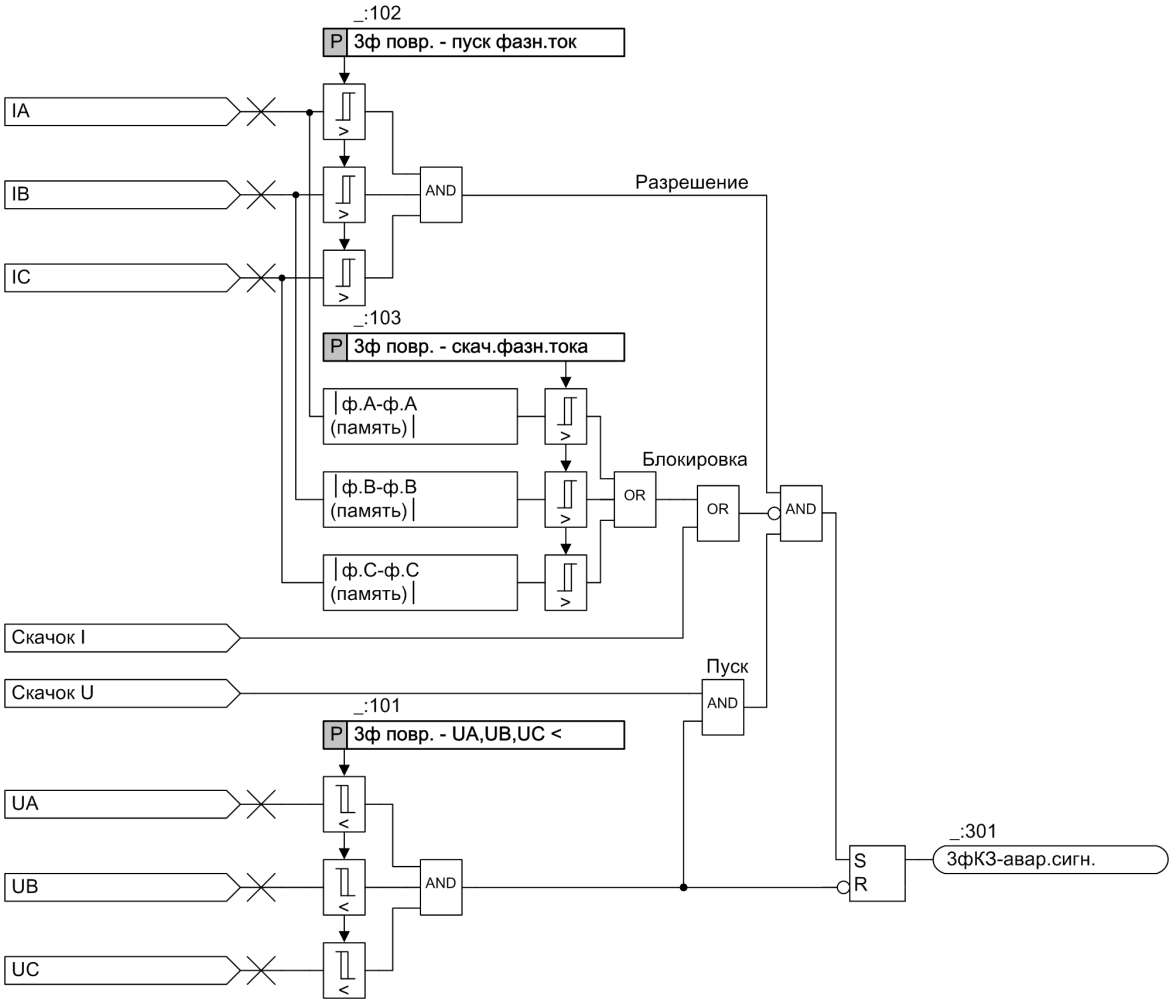
Если во время данной выдержки времени обнаруживается КЗ в системе, функция БНН возвращается. Это происходит потому, что функция считает, что несимметрия и соответствующий пуск функции БНН произошли из-за КЗ в энергосистеме.

По истечении выдержки времени считается, что это повреждение в цепях напряжения. Срабатывание функции БНН запоминается (подхватывается), и выдается сообщение *Несим.повр.-ав.сигн.*. Функция не вернется, пока не исчезнет несимметрия напряжений и не истечет время удерживания, равное 10 с. При включении на трехфазное КЗ за пределами зоны защиты это время удерживания не позволяет БНН вернуться и ввести в действие функции защиты слишком быстро.

Функция выдержки времени на возврат может быть выведена из работы с помощью уставки **Возвр.несимм.повр.сист.**. Как только обнаруживается КЗ в системе, функция БНН возвращается без выдержки времени.

8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения

Логика



[losymmet-190912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-7 Логическая схема обнаружения трехфазных повреждений в цепях напряжения

Симметричное замыкание - UA, UB, UC <

Повреждение считается трехфазным повреждением в цепях напряжения при одновременном выполнении следующих критериев:

- Все 3 фазных напряжения становятся меньше значения уставки **3ф повр. - UA,UB,UC <**
- Скачок напряжения (Сигнал **скачок U**)

Если данные критерии выполняются и функция БНН введена и не заблокирована, выдается сообщение **3фКЗ-авар.сигн.**. Когда значение напряжения (даже одной фазы) становится больше уставки, БНН возвращается.

Если в устройстве имеется дистанционная защита, устройство проверяет значение уставки **3ф повр. - пуск фазн.ток** и уставку минимального тока дистанционной защиты на соответствие. Значение уставки **3ф повр. - пуск фазн.ток** должно быть задано меньшим или равным пусковому току дистанционной защиты.

Блокировка при повреждении в системе

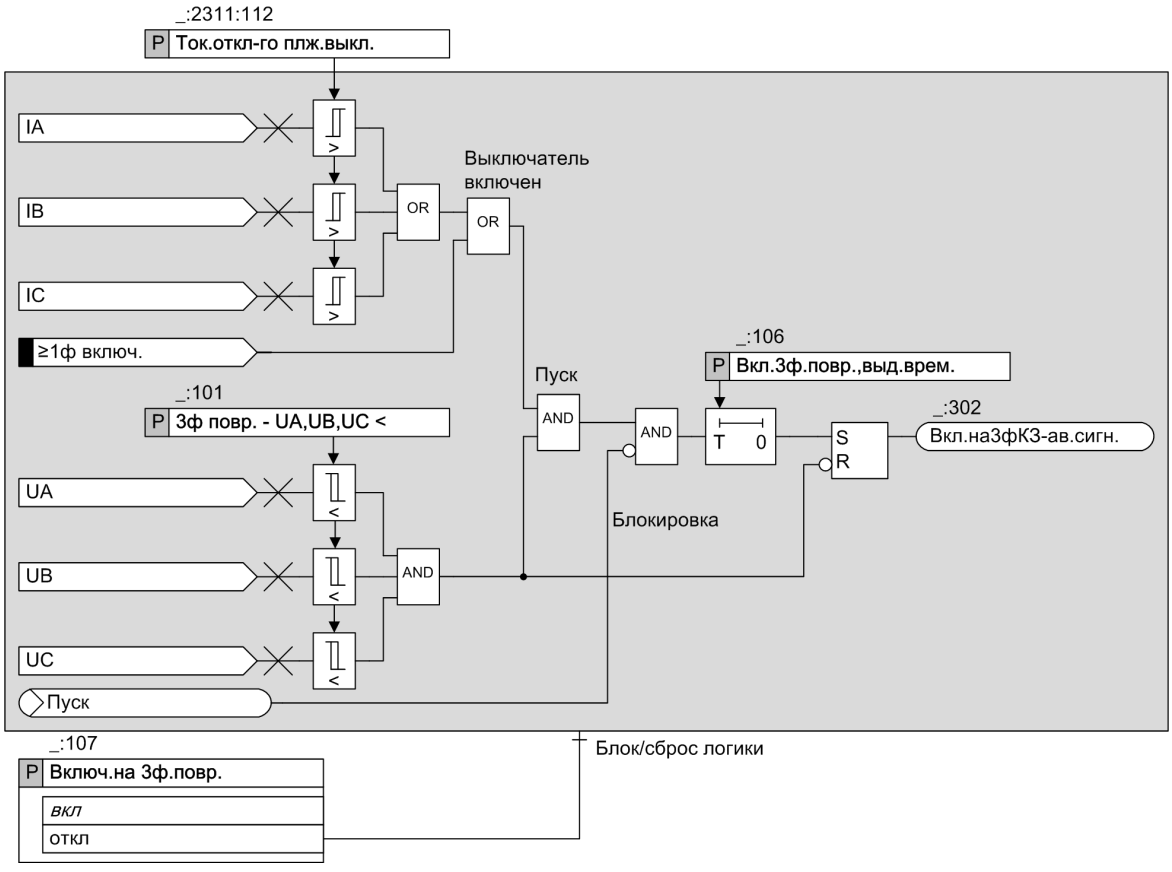
В случае возникновения трехфазного КЗ в системе, функция БНН должна быть заблокирована. Устройство определяет возникновение трехфазного КЗ по скачку тока. Данное изменение обнаруживается с помощью внутреннего сигнала **`Скачок I`** или когда изменение фазного тока превышает значение уставки **`3ф повр. - скач.фазн.тока`**. Изменение фазного тока формируется из разницы между текущим вектором тока и вектором тока предыдущего периода. Это позволяет учитывать скачок фазы тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если автомат ТН установлен во вторичных цепях ТН, его положение заводится в устройство с помощью дискретного входа (см. главу *8.3.3.1 Обзор функций*).

8.3.2.5 Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения, при малой нагрузке

Логика



[lozuscha-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-8 Логическая схема обнаружения включения на трехфазное повреждение в цепях напряжения

Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения обнаруживается при одновременном выполнении следующих критериев:

- Все 3 фазных напряжения становятся меньше значения уставки **3ф повр. - UA,UB,UC <**.
- Зафиксировано включенное положение выключателя. Обнаружение происходит по фазным токам или с помощью сигнала **≥1ф включ.**, который формируется с помощью блок-контактов выключателя.

  Более подробную информацию можно найти в главе *5.9.6 Определения положения выключателя защищаемого объекта*.

Скачок напряжения - который происходит при трехфазных повреждениях в цепях напряжения при включенном выключателе (см. раздел*8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения*) – не происходит в случае включения на трехфазное КЗ в цепях напряжения. Если функция БНН не блокирована, запускается выдержка времени **Вкл.3ф.повр.,выд.врем.**. По истечении этого времени формируется сообщение **Вкл.на3фКЗ-ав.сигн.**. Возврат функции БНН возможен только при восстановлении напряжения.

Функция БНН блокируется, как только пускается функция защиты, и если выдержка времени БНН еще не истекла.

Данная подфункция также охватывает ситуацию трехфазного повреждения в цепях напряжения при малой нагрузке и включенном выключателе, так как состояние выключателя также определяется по положению его блок-контактов. Подфункция, определяющая трехфазные повреждения в цепях напряжения (см. Раздел *8.3.2.4 Трехфазные повреждения в цепях напряжения*), не запустится в данной ситуации, например, из-за того, что протекающий ток слишком мал.

Данная подфункция может отдельно вводиться и выводиться из работы с помощью уставки **Включ.на 3ф.повр.**.

8.3.2.6 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Несимм.повр. - выд.врем.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:113) Несимм.повр. - выд.врем.** = ***10,00 с***

Уставка **Несимм.повр. - выд.врем.** позволяет вам задавать время, в течение которого обнаружение КЗ в системе после возникновения несимметрии сбрасывает функцию БНН. Данная уставка важна в случае слабого питания (ток < 10 % от номинального тока), чтобы дать отдельным функциям защиты (таким как дистанционная защита) больше времени для обнаружения повреждений в системе. В течение заданной выдержки времени считается, что несимметрия вызвана повреждением в системе.

По истечению данной выдержки времени функция БНН считает, что произошло повреждение в цепях напряжения и подхватывается.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Если Вы хотите, чтобы подхват функции происходил быстрее или сразу, вы можете уменьшить данное время.

Параметр: Возвр.несимм.повр.сист.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:115) Возвр.несимм.повр.сист.** = ***Нет***

Значение параметра	Описание
нет	По истечению выдержки времени функция БНН подхватывается. Даже если выполняется критерий наличия повреждения в системе, соответствующие функции защиты останутся заблокированными. Это позволяет избежать неселективного отключения из-за отсутствия измеряемого напряжения в случае несимметричного КЗ в системе. Это уставка по умолчанию.
да	Подхват функции отключен. Функция БНН возвращается без выдержки времени при обнаружении повреждения в системе. С помощью данной уставки сообщается только о несимметричном повреждении в цепях напряжения, а в случае двойного повреждения (повреждения в цепях напряжения и одновременном КЗ в системе), произойдет неселективное отключение.

Параметр: 3ф повр. - UA,UB,UC <

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) 3ф повр. - UA,UB,UC <** = ***5 В***

Уставка **3ф повр. - UA,UB,UC <** позволяет вам задавать значение пуска функции БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Если вы ожидаете появления значительных помех на входах напряжения, вы можете увеличить данное значение. Увеличение значения данной уставки делает функцию БНН более чувствительной к трехфазным КЗ в системе.

Параметр: 3ф повр. - пуск фазн.ток

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) 3ф повр. - пуск фазн.ток** = ***0,1 А*** для $I_{ном}$ = 1 А или ***0,5 А*** для $I_{ном}$ = 5 А

Уставка **3ф повр. - пуск фазн.ток** используется, чтобы задать порог фазного тока, выше которого разрешается работать функции БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Если в устройстве имеется функция **Дистанционной защиты**, данное значение должно быть меньше или равно пусковому току дистанционной защиты.

Параметр: 3ф повр. - скач.фазн.тока

- Рекомендуемое значение уставки **(_:103) 3ф повр. - скач.фазн.тока** = ***0,1 А*** для $I_{ном}$ = 1 А или ***0,5 А*** для $I_{ном}$ = 5 А

Уставка **3ф повр. - скач.фазн.тока** используется для задания дифференциального тока между текущим вектором тока и сохраненным вектором (из предыдущего периода). Если значение превышено, функция определяет КЗ в системе и блокирует БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Вкл.3ф.повр.,выд.врем.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:106) Вкл.3ф.повр.,выд.врем.** = ***3,00 с***

Уставка **Вкл.3ф.повр.,выд.врем.** позволяет вам задавать значение выдержки времени функции БНН.

Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ

Согласуйте уставку **Вкл.3ф.повр.,выд.врем.** с собственным временем работы функций защиты, которые предназначены для использования в качестве блокировки функции БНН.

Обратите внимание, что при задании уставки равной 0 с, блокировка функции БНН с помощью защиты будет невозможна.

Параметр: Режим работы

Данная уставка **(_:4711:101) Режим работы** и ее задание описаны в разделе Мониторинг технологических процессов.

Дополнительная информация приведена в главах, начиная с *5.9.1 Обзор функций*.

Параметр: Включ.на 3ф.повр.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:107) Включ.на 3ф.повр.** = ***вкл***

Значение параметра	Описание
вкл	Подфункция **Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения** активна. В случае малой нагрузки подфункция обнаружения трехфазного повреждения в цепях напряжения не сработает, например, из-за того, что протекающий ток слишком мал. В данной ситуации подфункция **Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения** может выполнить задачу БНН. Компания Siemens рекомендует ввести в действие данную подфункцию.
откл	С параметром ***откл*** подфункция **Включение на трехфазное повреждение в цепях напряжения** неактивна.

8.3.2.7 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ПоврЦепНапр				
_:1	ПоврЦепНапр:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:115	ПоврЦеп-Напр:Возвр.несимм.повр.сист.		• нет • да	да
_:113	ПоврЦеп-Напр:Несимм.повр. - выд.врем.		0.00 с до 30.00 с	10.00 с
_:102	ПоврЦепНапр:3ф повр. - пуск фазн.ток	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	ПоврЦепНапр:3ф повр. - скач.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:101	ПоврЦепНапр:3ф повр. - UA,UB,UC <		0.300 В до 340.000 В	5.000 В
_:107	ПоврЦеп-Напр:Включ.на 3ф.повр.		• откл • вкл	вкл
_:106	ПоврЦеп-Напр:Вкл.3ф.повр.,выд .врем.		0.01 с до 30.00 с	3.00 с

8.3.2.8 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ПоврЦепНапр			
_:82	ПоврЦепНапр:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	ПоврЦепНапр:Неактивно	SPS	O
_:52	ПоврЦепНапр:Режим работы	ENS	O
_:53	ПоврЦепНапр:Статус исправности	ENS	O
_:300	ПоврЦепНапр:Авар.сигнал.	SPS	O
_:304	ПоврЦепНапр:Несим.повр.-мгн.ав.с.	SPS	O
_:303	ПоврЦепНапр:Несим.повр.-ав.сигн.	SPS	O
_:301	ПоврЦепНапр:3фКЗ-авар.сигн.	SPS	O
_:302	ПоврЦепНапр:Вкл.на3фКЗ-ав.сигн.	SPS	O

8.3.3 Автоматический выключатель трансформатора напряжения

8.3.3.1 Обзор функций

Функция **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** обнаруживает отключение автомата ТН из-за КЗ во вторичных цепях трансформатора напряжения.

Функция **Автоматический выключатель трансформатора напряжения** работает независимо от функции **Обнаружение неисправности цепей напряжения** и должна использоваться (если это возможно) параллельно ей.

Отключение выключателя трансформатора напряжения влияет на качество записанных измеренных значений (см. главу *3.3 Обработка показателей достоверности*).

В случае отключения автомата трансформатора напряжения автоматически блокируются следующие функции защиты:

- Дистанционная защита
- Направленная защита обратной последовательности
- Защита от замыканий на землю с высоким переходным сопротивлением в системах с заземленной нейтралью

Для следующих функций можно задать действия (блокировать / не блокировать) в рамках функции в случаях отключения автомата ТН:

- Направленная трехфазная МТЗ
- Защита от повышения напряжения обратной последовательности
- Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности
- Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения
- Защита минимального напряжения прямой последовательности

8.3.3.2 Структура функции

На *Рисунок 8-9* представлено положение функции в устройстве. Каждая точка измерения напряжения имеет функцию **Выключатель ТН**.



[dwmcbstr-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-9 Структура/реализация функции

8.3.3.3 Описание функции

При отключении автомата ТН поступает сигнал на дискретный вход **>Открыт**. При активном входном сигнале затронутым функциям передается информация о неисправности в цепях измерительного напряжения (см. *8.3.3.1 Обзор функций*). Действия при обнаружении неисправности в цепях измерительного напряжения поясняются в описаниях отдельных функций защиты.

Время срабатывания автоматического выключателя ТН

Время срабатывания автоматического выключателя ТН может быть больше времени пуска функции дистанционной защиты. В этом скрыт риск излишнего срабатывания. Время срабатывания задается в устройстве с помощью параметра **Время срабатывания**. Для своевременного обнаружения отключения автоматического выключателя ТН, время пуска функции дистанционной защиты может быть задержано на время срабатывания автомата ТН.

8.3.3.4 Указания по применению и вводу уставок

Функция всегда активна, необходимости включать ее нет.

Входной сигнал: >Открыт

- Входной сигнал: **(_:500) >Открыт**

Входной сигнал **>Открыт** должен быть привязан к отключению автоматического выключателя трансформатора напряжения. Как правило, такое подключение выполняется ранжированием дискретного входа.

Параметр: Время срабатывания автоматического выключателя ТН

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Время срабатывания** = *0 мс*

Если автомат ТН отключается, устройство должно немедленно заблокировать дистанционную защиту, чтобы избежать нежелательного отключения от дистанционной защиты из-за отсутствия измеряемого напряжения при наличии тока нагрузки.

Блокировка должна выполняться быстрее первой ступени дистанционной защиты. Для этого нужно чрезвычайно короткое время отклика защитного автомата (≤ 4 мс при 50 Гц и ≤ 3 мс при номинальной

частоте 60 Гц). Если блок-контакт автоматического выключателя не соответствует данному требованию, время срабатывания устанавливается соответствующим образом.

8.3.3.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Автомат ТН				
_:101	Автомат ТН:Время срабатывания		0.00 с до 0.03 с	0.00 с

8.3.3.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
НезавВыдВр #			
_:500	Автомат ТН:>Открыт	SPS	I

8.3.4 Контроль напряжения индикации

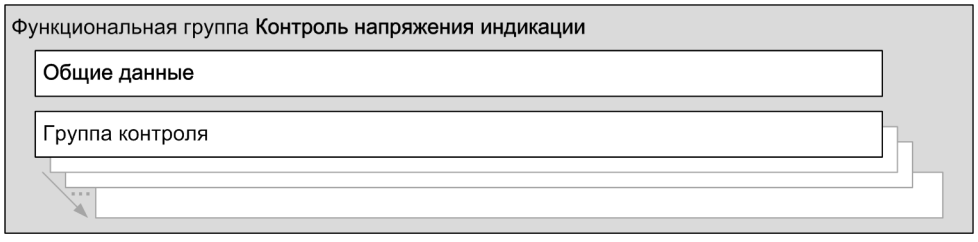
8.3.4.1 Обзор функций

Контроль напряжения оперативного тока используется для оценки достоверности дискретных сигналов, подключенных к устройству SIPROTEC через дискретные входы. Для этого один дискретный вход ранжируется для контроля напряжения. Если происходит сбой напряжения, то дискретные сигналы будут считаться недействительными, появится сообщение **Сбой напряжения питания дискретных входов Сбой Uпит.ДВх**.

В одном устройстве SIPROTEC можно создать несколько групп сигналов. Каждая из этих групп контролирует регулируемую зону с дискретными входами.

8.3.4.2 Структура функции

Функциональная группа **Кнтр.Uпит.ДВх.** по умолчанию содержит, помимо общей функциональности, один экземпляр ступени **Групп.контр.**. Ступень **Групп.контр.** может содержаться в нескольких экземплярах в DIGSI 5.

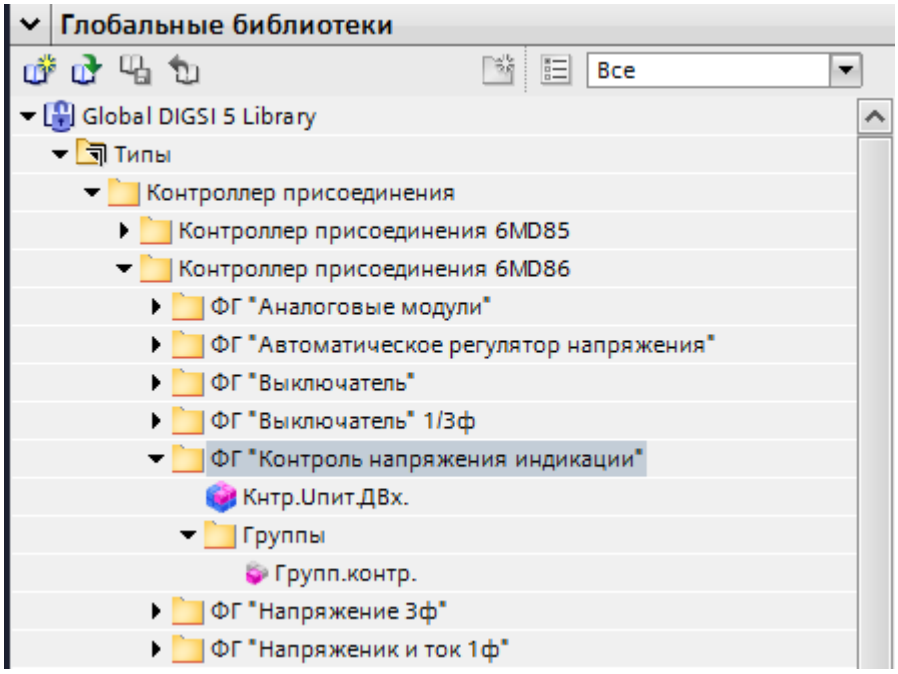


[dwivsstr-060214-01.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 8-10 Структура/реализация функциональной группы

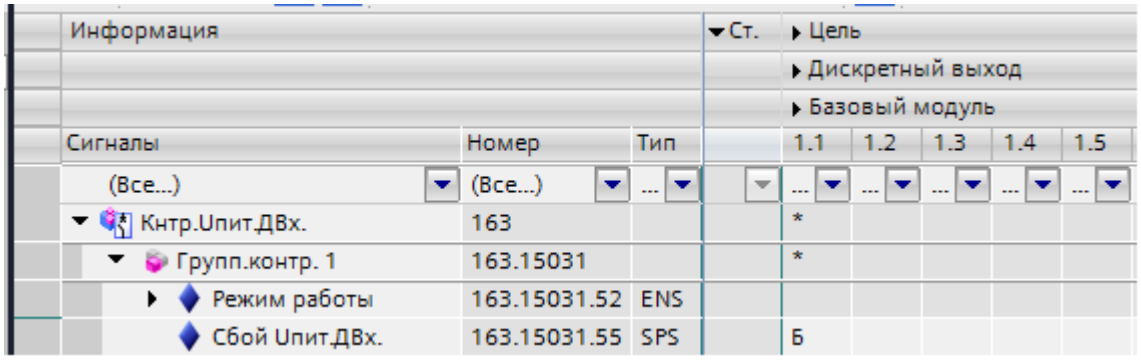
8.3.4.3 Описание функции

Вы можете создать экземпляр функциональной группы **Кнтр.Uпит.ДВх.** в общей библиотеке DIGSI. Он содержит 1 экземпляр функционального блока **Групп.контр.** (см. рисунок ниже). Можно создать не более 25 экземпляров групп контроля.



[sc_ivslib, 1, ru_RU]

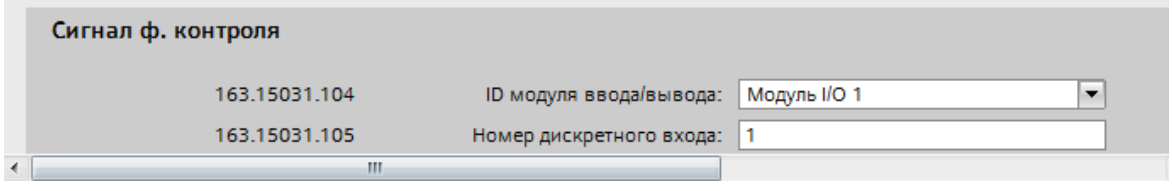
После создания экземпляра функциональной группы в дереве проекта DIGSI он появляется в матрице ранжирования данных DIGSI (см. рисунок ниже). Сообщения о состоянии групп контроля могут быть направлены сюда, например, к существующим дискретным выходам и/или в журналы.



[sc_ivsrou, 1, ru_RU]

Настройте дискретный вход, используемый для контроля напряжения, в пределах одного модуля ввода/вывода, используя опцию настройки (см. рисунок ниже). Этот дискретный вход отслеживает наличие напряжения сигнала. Если происходит сбой напряжения оперативного тока, это устанавливает показатель достоверности для всех других дискретных входов данного модуля ввода/вывода в состояние ***недействительно***. Состояние сигнала каждого из этих бинарных входов фиксируется равным своему последнему действительному значению до возникновения повреждения. Показатель достоверности дискретных входов для других модулей ввода вывода не принимается во внимание.

Если напряжение оперативного тока превышает дискретное пороговое значение, то показатель достоверности дискретных входов возвращается в состояние ***действительно***.

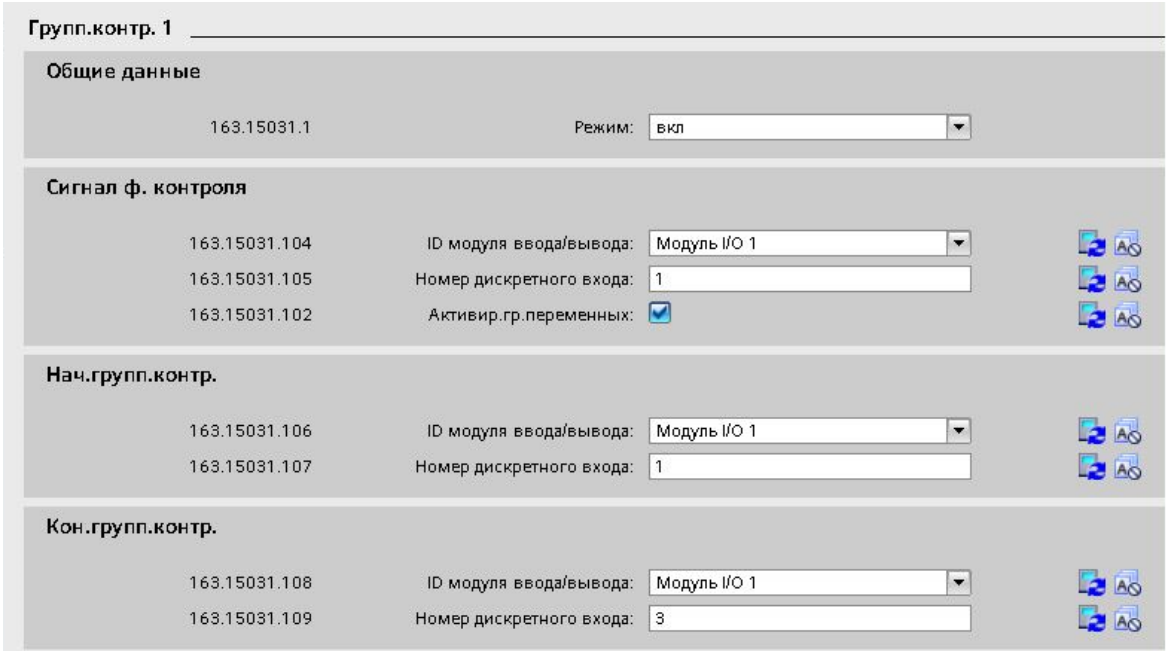


[sc_ivsgrp, 1, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Каждое изменение состояния контролируемых дискретных входов задерживается на 3 мс.

Кроме того, вы можете комбинировать дискретные входы для модулей в одном функциональном блоке **Группа контроля**, и определить любой дискретный вход в этой группе для контроля сигнального напряжения. Для этого при настройке группы контроля поставьте флажок для параметра **(_:102) Активир.гр.переменных**. Это добавляет в меню параметров разделы **Начальная группа контроля** и **Конечная группа контроля** (см. следующий рисунок).



[sc_gruppe_de, 1, ru_RU]

Там, например, можно комбинировать от 1 до n различных дискретных входов в одну группу контроля. При этом дискретные входы на модулях ввода/вывода, назначаемых в группу контроля, должны быть логически связаны. Например, при наличии 3 модулей ввода/вывода можно сгруппировать только последовательные дискретные входы на модулях 1+2 или 2+3, но не дискретные входы на модулях 1+3. Дискретные входы, используемые для контроля, могут быть расположены на любом модуле ввода/вывода внутри группы, определенной таким образом.

Если вам необходимо контролировать несколько дискретных входов, например, работать с различными сигнальными напряжениями из разных источников, то вы также можете создать и настроить несколько функциональных блоков **Группа контроля** соответственно в функциональной группе **Контроль сигнального напряжения**.

В пределах различных групп контроля можно сгруппировать только те последовательные дискретные входы, которые еще не назначены другой группе контроля. Перекрытие дискретных входов в разных группах контроля является недопустимым состоянием.

Пример: Существует 4 модуля ввода/вывода. Дискретные входы модуля ввода/вывода 1+2 уже объединены в группу контроля 1. 2 последних дискретных входа на модуле 2 не включены в группу. Таким образом, в группу контроля 2 можно объединить только эти 2 дискретных входа, не используемые в группе контроля 1 модуля ввода/вывода 2, а также, где применимо, дополнительные последовательные дискретные входы модулей ввода/вывода 3+4.

Параметры ошибок отображаются пользователю с помощью сообщений несовместимости в DIGSI.

8.3.4.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр (Общие данные): Режим

- Уставка по умолчанию **(_:1) Режим** = ***вкл***

Используя параметр **Режим**, можно активировать, деактивировать или протестировать контроль напряжения оперативного тока для соответствующей группы дискретных входов. Если вы переводите группу в тестовый режим, сообщению *Сбой Uпит.ДВх.* присваивается тестовый флаг. Если вход контроля отключается в тестовом режиме, то назначенные входы сохраняют свое состояние без установки показателя достоверности в состояние **недействительно**.

Параметр (Сигнал контроля): ID модуля ввода/вывода

- Уставка по умолчанию **(_:104) ID модуля ввода/вывода** = ***Модуль I/O 1***

Используя параметр **ID модуля ввода/вывода**, можно указать модуль ввода/вывода, для которого вы хотите активировать контроль напряжения. Подсчет модулей ввода/вывода начинается в порядке возрастания с дискретных входов базового модуля. Дискретные входы модуля источника питания PS201, постоянно установленного в базовом модуле, принимаются в качестве 2-го модуля ввода/вывода, следующие модули принимаются как 3 и т.д. до n на плате расширения устройства.

Параметр (Сигнал контроля): Номер дискретного входа

- Уставка по умолчанию **(_:105) Номер дискретного входа** = ***1***

Используя параметр **Номер дискретного входа**, можно указать дискретный вход, ответственный за контроль напряжения передачи сигналов для соответствующего модуля ввода/вывода. Показатель достоверности всех остальных дискретных входов для этого модуля установлен в состояние **действительно** или **недействительно** в зависимости от наличия напряжения на запараметрированном дискретном входе.

Параметр (Сигнал контроля): Активир.гр.переменных

- Уставка по умолчанию **(_:102) Активир.гр.переменных** = ***неверно***

Можно активировать параметр **Активир.гр.переменных**, установив флажок. Если вы не установили флажок (уставка по умолчанию), то для настройки контрольного сигнала будут доступны только эти 2 параметра. Если вы установили флажок, то меню параметров будет дополнено группами **Начальная группа контроля** и **Конечная группа контроля**. Затем их можно использовать для выполнения группировки дискретных входов для групп контроля, перечисленных в описании функции.

Параметр (Начальная группа контроля): ID модуля ввода/вывода

- Уставка по умолчанию **(_:106) ID модуля ввода/вывода** = ***Модуль I/O 1***

Параметр **ID модуля ввода/вывода** используется для определения первого модуля ввода/вывода, который вы хотите назначить группе контроля. Поскольку счет модулей ввода-вывода начинается в порядке возрастания с дискретными входами базового модуля, то это будет модуль с минимальным номером счетчика, который вы можете использовать для выполнения группировки.

Параметр (Начальная группа контроля): Номер дискретного входа

- Уставка по умолчанию **(_:107) Номер дискретного входа** = ***1***

Параметр **Номер дискретного входа** используется для определения дискретного входа с минимальным номером для первого модуля ввода/вывода (см. **(_:106) ID модуля ввода/вывода**), который вы хотите назначить группе контроля.

Параметр (Конечная группа контроля): ID модуля ввода/вывода

- Уставка по умолчанию **(_:108) ID модуля ввода/вывода** = ***Модуль I/O 1***

Параметр **ID модуля ввода/вывода** используется для определения последнего модуля ввода/вывода, который вы хотите назначить группе контроля. Поскольку счет модулей ввода-вывода начинается в порядке возрастания с дискретными входами базового модуля, то это будет модуль с максимальным номером счетчика, который вы можете использовать для выполнения группировки.

Параметр (Конечная группа контроля): Номер дискретного входа

- Уставка по умолчанию **(_:109) Номер дискретного входа** = *1*

Параметр **Номер дискретного входа** используется для определения дискретного входа с максимальным номером для последнего модуля ввода/вывода (см. **(_:108) ID модуля ввода/вывода**), который вы хотите назначить группе контроля.

8.3.4.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:1	Групп.контр. #:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
Сигнал ф. контроля				
_:104	Групп.контр. #:ID модуля ввода/вывода		• Модуль I/O 1 • Модуль I/O 2 • Модуль I/O 3 • Модуль I/O 4 • Модуль I/O 5 • Модуль I/O 6 • Модуль I/O 7 • Модуль I/O 8 • Модуль I/O 9 • Модуль I/O 10 • Модуль I/O 11 • Модуль I/O 12 • Модуль I/O 13 • Модуль I/O 14 • Модуль I/O 15	Модуль I/O 1
_:105	Групп.контр. #:Номер дискретного входа		1 до 256	1
_:102	Групп.контр. #:Активир.гр.переменных		• 0 • 1	ложь

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Нач.групп.контр.				
_:106	Групп.контр. #:ID модуля ввода/вывода		• Модуль I/O 1 • Модуль I/O 2 • Модуль I/O 3 • Модуль I/O 4 • Модуль I/O 5 • Модуль I/O 6 • Модуль I/O 7 • Модуль I/O 8 • Модуль I/O 9 • Модуль I/O 10 • Модуль I/O 11 • Модуль I/O 12 • Модуль I/O 13 • Модуль I/O 14 • Модуль I/O 15	Модуль I/O 1
_:107	Групп.контр. #:Номер дискретного входа		1 до 256	1
Кон.групп.контр.				
_:108	Групп.контр. #:ID модуля ввода/вывода		• Модуль I/O 1 • Модуль I/O 2 • Модуль I/O 3 • Модуль I/O 4 • Модуль I/O 5 • Модуль I/O 6 • Модуль I/O 7 • Модуль I/O 8 • Модуль I/O 9 • Модуль I/O 10 • Модуль I/O 11 • Модуль I/O 12 • Модуль I/O 13 • Модуль I/O 14 • Модуль I/O 15	Модуль I/O 1
_:109	Групп.контр. #:Номер дискретного входа		1 до 256	1

8.3.4.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Групп.контр. #			
_:52	Групп.контр. #:Режим работы	ENS	O
_:55	Групп.контр. #:Сбой Uпит.ДВх.	SPS	O

8.3.5 Контроль симметрии напряжений

8.3.5.1 Обзор функций

При работе энергосистемы в нормальном режиме наблюдается относительный баланс напряжений.

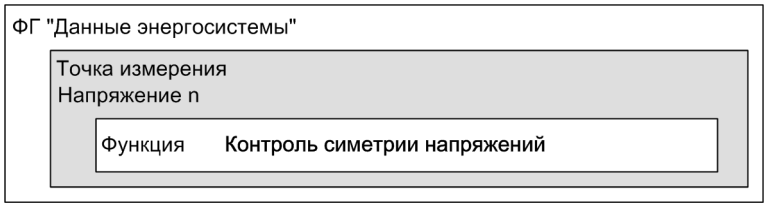
Функция **Контроль симметрии напряжений** обнаруживает следующие неисправности:

- Небаланс междуфазных напряжений во вторичной цепи
- Ошибки подключения при вводе в эксплуатацию, короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях

Измерение напряжения выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

8.3.5.2 Структура функции

Функция **Контроль симметрии напряжений** расположена в группе **Данные энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного напряжения.



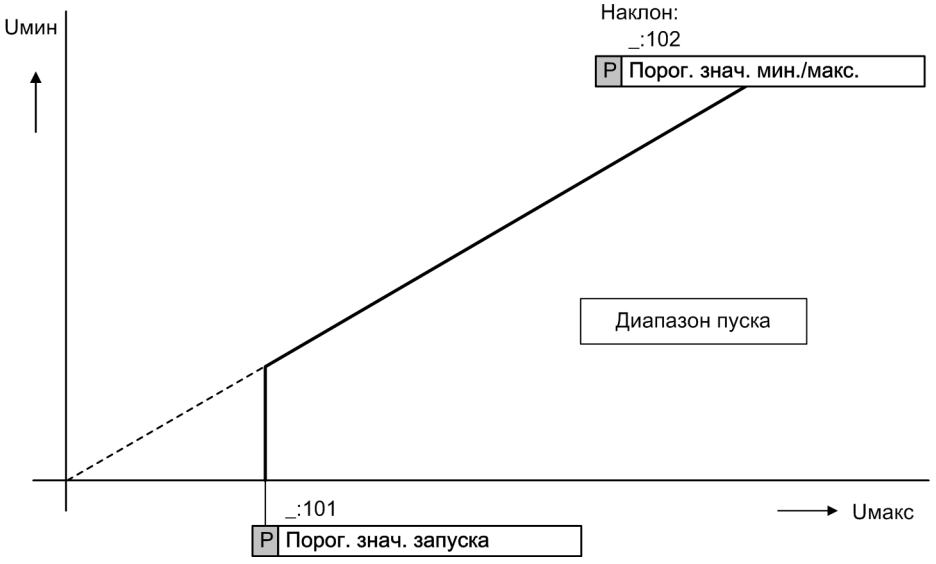
[dwstrusy-300913, 2, ru_RU]

Рисунок 8-11 Структура/реализация функции

8.3.5.3 Описание функции

Симметрия напряжений проверяется функцией мониторинга амплитуды. Эта функция устанавливает соотношение между минимальным и максимальным линейным напряжением. Несимметрия фиксируется, если

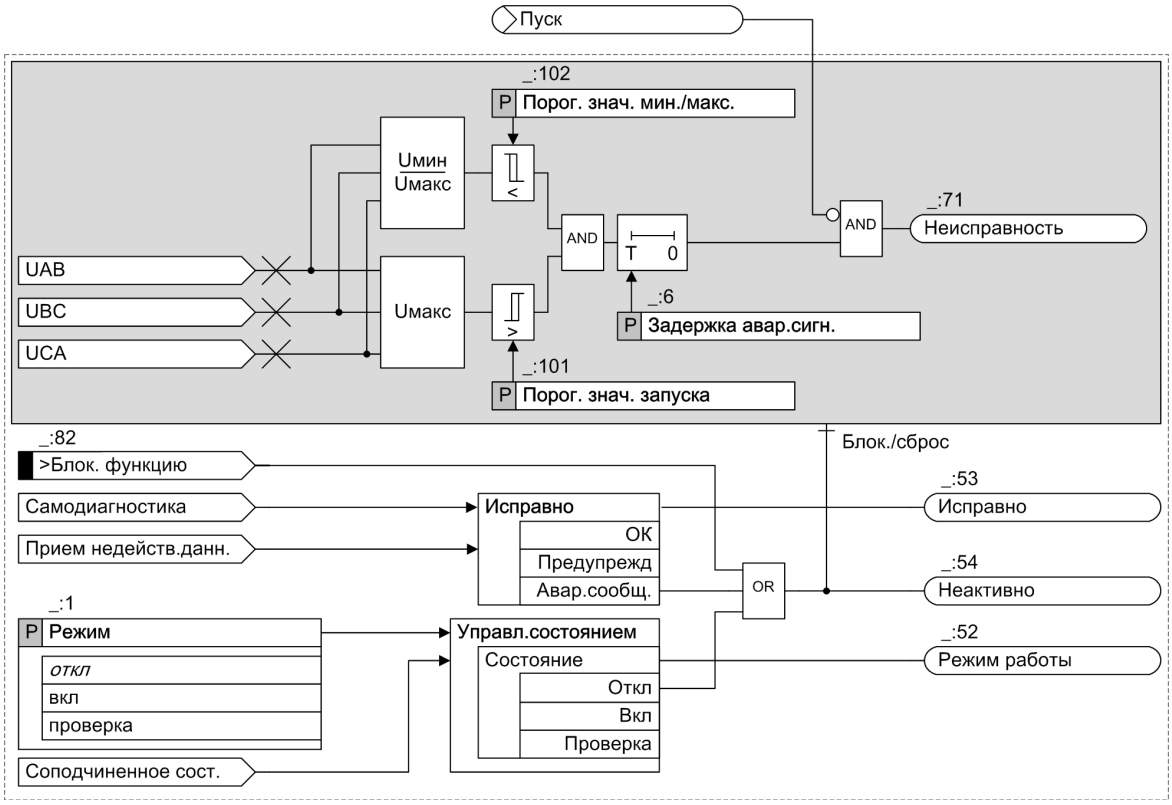
|Uмин| / |Uмакс| < **Порог. знач. мин./макс.**, до тех пор, пока Uмакс > **Порог. знач. запуска**



[lokenuns-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-12 Характеристика контроля симметрии напряжений

Логика



[lospasym-100611-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 8-13 Логическая схема контроля симметрии напряжений

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** является критерием, по которому измеряется несимметрия фазных напряжений. Устройство рассчитывает соотношение между минимальным ($U_{мин}$) и максимальным ($U_{макс}$) фазным напряжением.

Введите нижний предел максимального фазного напряжения ($U_{макс}$) с помощью параметра **Порог. знач. запуска**. Это задает нижний предел рабочего диапазона этой функции.

Задержка авар.сигн.

Если значение несимметрии становится меньше коэффициента симметрии **Порог. знач. мин./макс.** и в то же время максимальное линейное напряжение превышает **Порог. знач. запуска**, запускается отсчет задержки сообщения о повреждении, (параметр: **Задержка авар.сигн.**). Если оба условия сохраняются в течение этого времени, выдается сообщение **Неисправность**.

Блокировка функции

Следующие блокировки приводят к полному сбросу сработавшей функции:

- Внешняя или внутренняя блокировка через сигнал дискретного входа *>Функция блокировки*
- Срабатывание защиты
  Сигнал срабатывания функции защиты блокирует сообщение *Неисправность*.

8.3.5.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порог. знач. мин./макс.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Порог. знач. мин./макс.** = ***0,75***

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** используется для задания соотношения между минимальным ($U_{мин}$) и максимальным ($U_{макс}$) линейными напряжениями. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Порог. знач. запуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Порог. знач. запуска** = ***50 В***

Параметр **Порог. знач. запуска** позволяет задать нижний предел максимального линейного напряжения ($U_{макс}$). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6) Задержка авар.сигн.** = ***5,00 с***

Установите параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.5.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСимм U				
_:1	КонтрСимм U :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	КонтрСимм U :Порог. знач. запуска		0.300 В до 170.000 В	50.000 В
_:102	КонтрСимм U :Порог. знач. мин./макс.		0.58 до 0.95	0.75
_:6	КонтрСимм U :Задержка авар.сигн.		0.00 сдо 100.00 с	5.00 с

8.3.5.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСимм U			
_:82	КонтрСимм U :>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСимм U :Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСимм U :Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСимм U :Статус исправности	ENS	O
_:71	КонтрСимм U :Неисправность	SPS	O

8.3.6 Контроль суммы напряжений

8.3.6.1 Обзор функций

В нормальном режиме работы системы сумма всех напряжений в одной точке измерения должна быть примерно равной 0. Функция **Контроль суммы напряжений** отслеживает сумму напряжений в одной точке измерения вторичной цепи. Функция обнаруживает ошибки подключения при наладке или короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях. Для суммирования напряжений требуется 3 фазных напряжения и напряжение нулевой последовательности (da-dn - напряжение на подключенной в разомкнутый треугольник обмотке).

Измерение напряжения выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

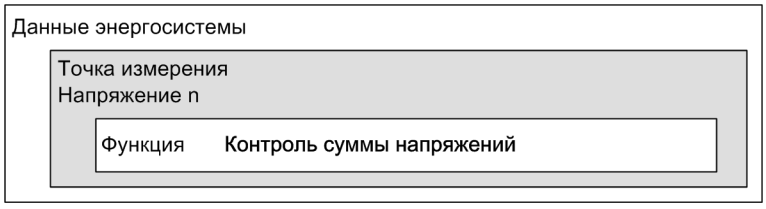
ПРИМЕЧАНИЕ

Для **Контроль суммы напряжений** внешнее напряжение нулевой последовательности от обмотки ТН соединенной в разомкнутый треугольник должно быть подключено к 4-му измерительному входу напряжения.

Для корректной работы **Контроль суммы напряжений**, соответственно должен быть правильно задан параметр **`Коэфф.согл.Uф/UN`**.

8.3.6.2 Структура функции

Структура функции **Контроль суммы напряжений** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного напряжения.



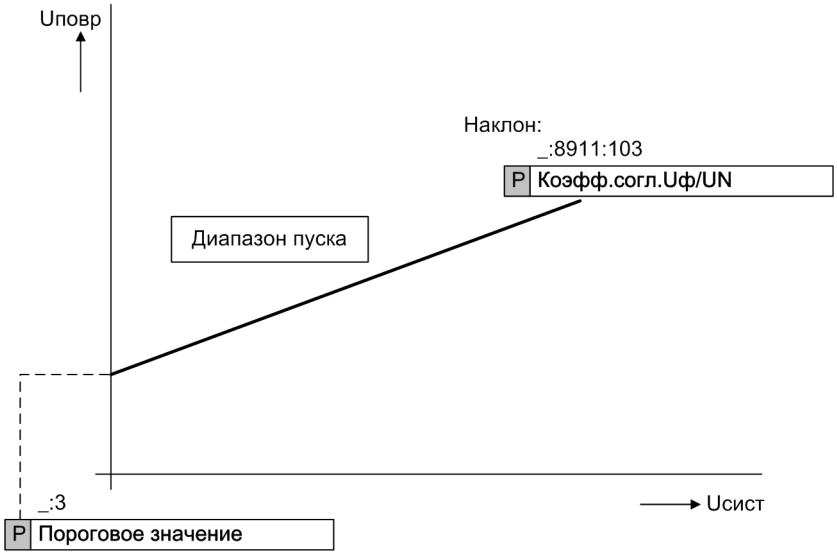
[dwstrvss-100611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-14 Структура/реализация функции

8.3.6.3 Описание функции

Сумма напряжений формируется путем сложения векторов напряжения. Неисправности в цепях напряжения фиксируются в случае

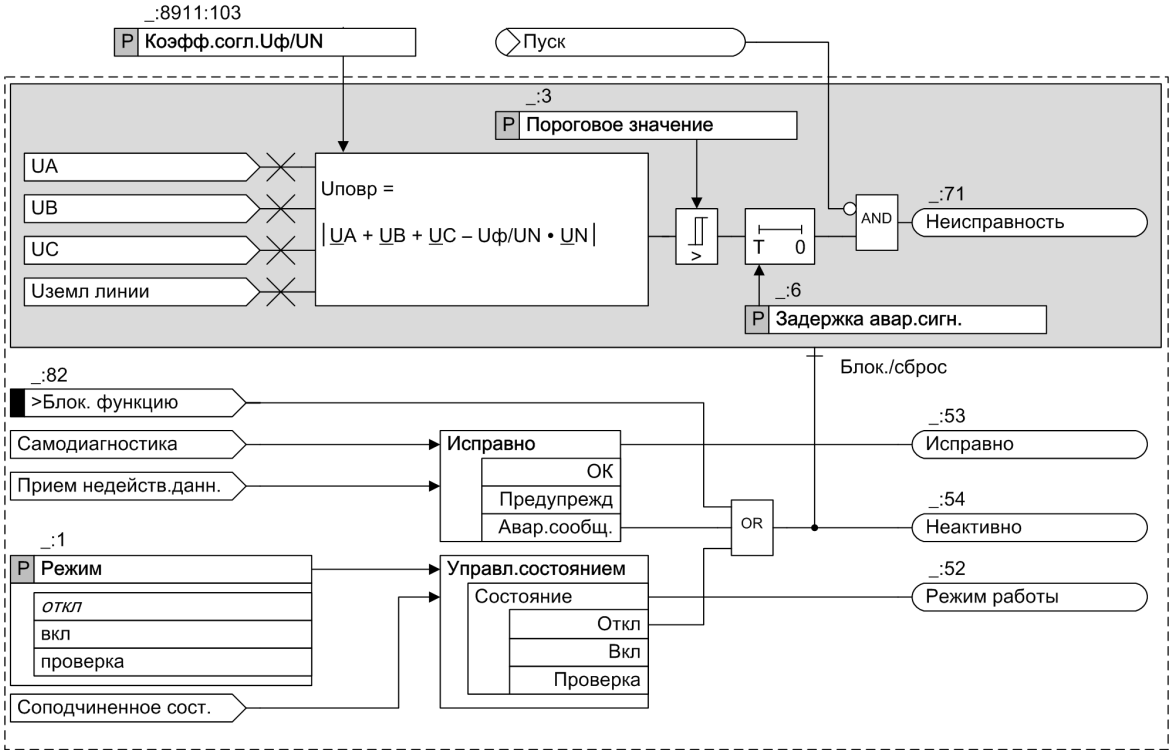
Uповр = |UA+ UB + UC + Uф/UN • UN | > **`Пороговое значение`**, где Uф/UN формирует параметр **`Коэфф.согл.Uф/UN`**.



[lo_kenvss-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-15 Характеристика мониторинга суммы напряжений

Логика



[lovssumm-140611-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 8-16 Логическая схема контроля суммы напряжений

Устройство измеряет фазные напряжение и напряжение разомкнутого треугольника защищаемой линии. Сумма 4 напряжений должна быть равна 0.

Пороговое значение

Если расчетное напряжение повреждения ($U_{повр}$) превышает **Пороговое значение**по истечению выдержки времени **Задержка авар.сигн.**, появляется сообщение **Неисправность**.

Устройство рассчитывает напряжение повреждения ($U_{повр}$) по формуле:

Uповр = |UA+ UB + UC + Uф/UN • UN |, где Uф/UN формирует параметр **Коэфф.согл.Uф/UN**.

Параметр **Коэфф.согл.Uф/UN** учитывает различные коэффициенты преобразования между входом напряжения нулевой последовательности и входами фазного напряжения.

Дополнительная информация по этому вопросу приведена в главе *8.3.6.1 Обзор функций*.

Задержка авар.сигн.

Когда установленное значение параметра для задержки сообщения о повреждении (параметр **Задержка авар.сигн.**) будет превышено, генерируется сообщение **Неисправность**.

Блокировка функции

Следующие блокировки приводят к полному сбросу сработавшей функции:

- Внешняя или внутренняя блокировка через сигнал дискретного входа *>Блок. функцию*
- Срабатывание защиты
  Сигнал срабатывания функции защиты блокирует сообщение *Неисправность*.

8.3.6.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:3) Пороговое значение** = ***25 В***

Параметр **Пороговое значение** используется для задания напряжения, которое устройство использует для распознавания расчетного напряжения повреждения ($U_{повр}$), как несимметрии напряжений. Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6) Задержка авар.сигн.** = ***5,00 с***

Установите параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.6.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСум U				
_:1	КонтрСум U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:3	КонтрСум U:Пороговое значение		0.300 В до 170.000 В	43.300 В
_:6	КонтрСум U:Задержка авар.сигн.		0.00 сдо 100.00 с	5.00 с

8.3.6.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСум U			
_:82	КонтрСум U:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСум U:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСум U:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСум U:Статус исправности	ENS	O
_:71	КонтрСум U:Неисправность	SPS	O

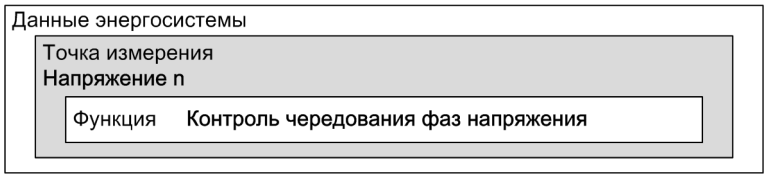
8.3.7 Контроль чередования фаз напряжения

8.3.7.1 Обзор функций

Функция **Контроль чередования фаз напряжения** контролирует последовательность фаз напряжений вторичной цепи за счет контроля последовательности переходов напряжений через ноль (с таким же знаком). Это позволяет устройству выявить соединения, которые были подключены наоборот при вводе в эксплуатацию. Критерием для проверки является задание параметра **Чередование фаз**.

8.3.7.2 Структура функции

Функция **Контроль чередования фаз напряжения** расположена в группе **Данные энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного напряжения.

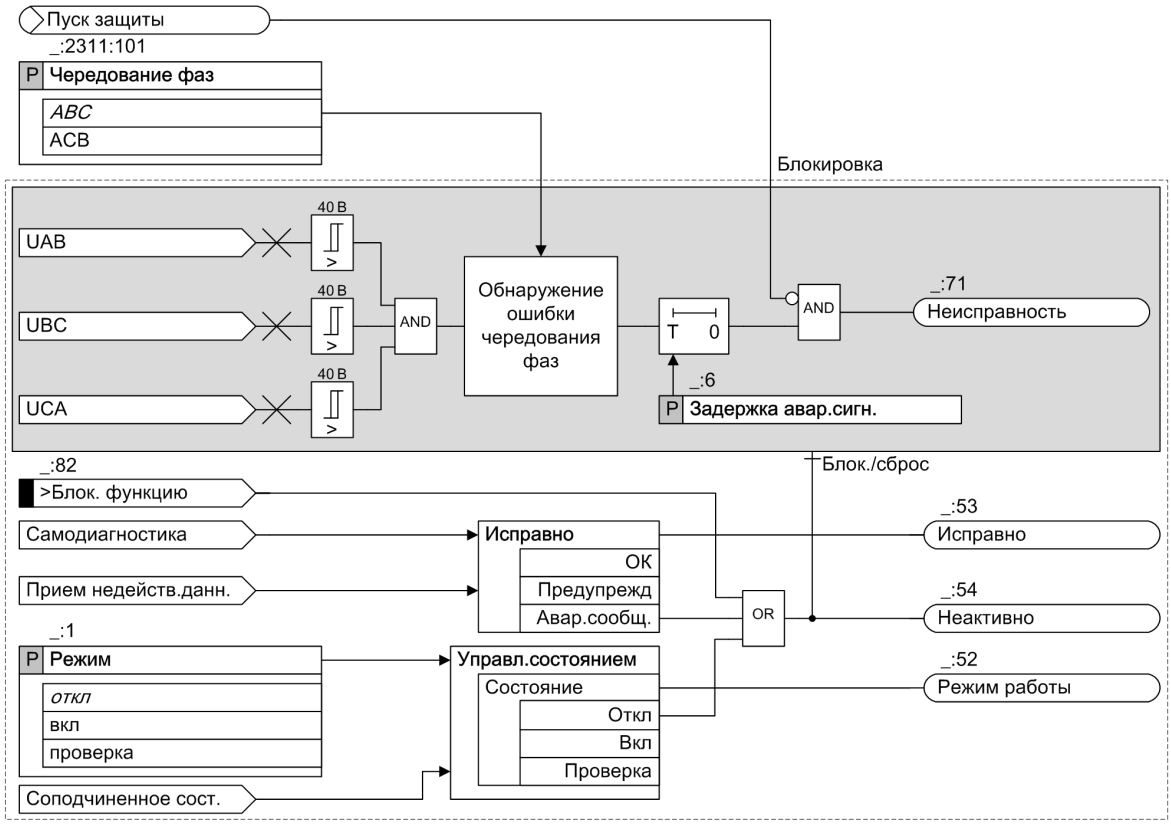


[dwstrvrs-060611-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 8-17 Структура/реализация функции

8.3.7.3 Описание функции

Логика



[lovrsymm-100611-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 8-18 Логическая схема контроля чередования фаз напряжений

Чередование фаз имеет важное значение для функций защиты, которые обрабатывают информацию о фазе, контуре и направлении. Последовательность фаз можно найти в параметре **Чередование фаз** в функциональном блоке **Общие данные** энергосистемы (см. главу *6.1 Данные энергосистемы*).

Для контроля чередования фазы устройство сравнивает измеренную последовательность фаз с заданным чередованием фаз. В случае фиксации неверной последовательности чередования фаз генерируется сообщение *Неисправность*.

Подключение напряжений в устройстве не зависит от выбранной последовательности фаз. Схемы электрических соединений приведены в разделе *A Приложение*.

Условие включения

Контроль чередования фаз напряжения осуществляется тогда, когда все измеряемые линейные напряжения больше 40 В.

Блокировка функции

Следующие блокировки приводят к полному сбросу функции:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. функцию* от внешнего или внутреннего источника
- Срабатывание защиты
  Сигнал срабатывания от функции защиты блокирует сообщение *Неисправность*.

Задержка авар.сигн.

Когда устройство обнаруживает обратное направления чередования фаз после отсчета параметра **`Задержка авар.сигн.`**, генерируется сообщение *Неисправность*.

8.3.7.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **`(_:6) Задержка авар.сигн.`** = ***`5,00 с`***

Установите параметр **`Задержка авар.сигн.`** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.7.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрЧерФаз U				
_:1	КонтрЧерФаз U:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6	КонтрЧерФаз U:Задержка авар.сигн.		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.7.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрЧерФаз U			
_:82	КонтрЧерФаз U:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрЧерФаз U:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрЧерФаз U:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрЧерФаз U:Статус исправности	ENS	O
_:71	КонтрЧерФаз U:Неисправность	SPS	O

8.3.8 Мониторинг сравнения напряжения

8.3.8.1 Обзор функций

Функция **Мониторинг сравнения напряжения** (ANSI 60):

- Контролирует цепи трансформатора напряжения путем сравнения напряжений от 2 трансформаторов напряжения
  Если обнаружены неисправности в цепях напряжения, то функции защиты, связанные с напряжением, могут быть заблокированы.

- Требуется подключение 2 точек измерения напряжения к интерфейсу напряжения функциональной группы

  Одно из напряжений можно принять в качестве опорного напряжения, затем остальные становятся основным напряжением. Опорное напряжение используется для сравнения.

ПРИМЕЧАНИЕ

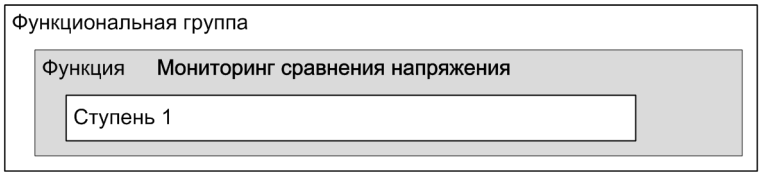
Выбор напряжения для функции защиты в ФГ работает независимо от состояния функции **Мониторинг сравнения напряжения**.

8.3.8.2 Структура функции

Функция **Мониторинг сравнения напряжения** может использоваться в следующих функциональных группах:

- Статор генератора
- Сторона генератора
- Напряжение/ток 3ф (UI 3ф)
- Сторона трансформатора
- Автоматическое определение стороны автотрансформатора (Авто. опр. стор. автотр.)

Функция **Мониторинг сравнения напряжения** поддерживает только 1 ступень. Ступень предварительно сконфигурирована на заводе.



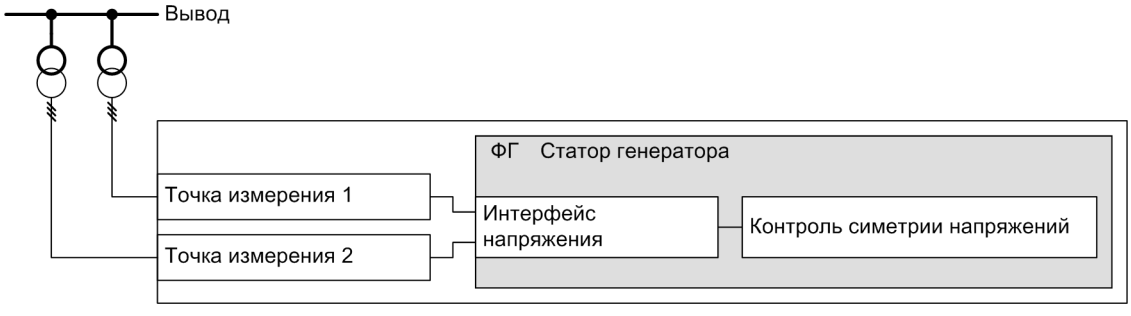
[dw_structure_VBP, 1, ru_RU]

Рисунок 8-19 Структура функции

8.3.8.3 Описание

Применение функции

Пример применения показан на следующем рисунке.

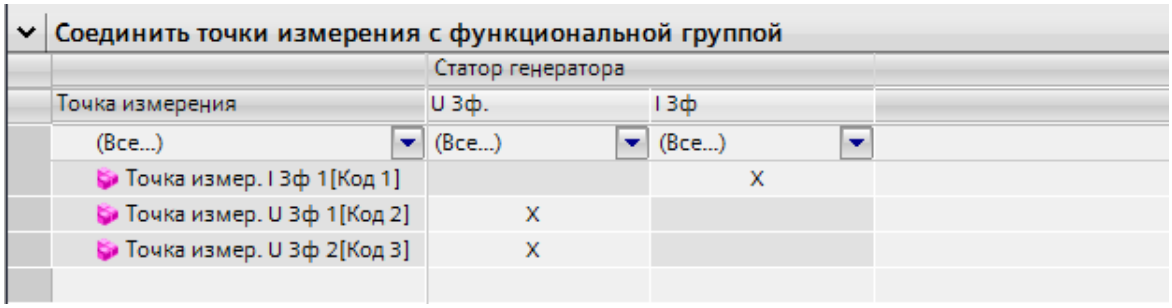


[dw_VBP application, 1, ru_RU]

Рисунок 8-20 Пример применения

Подключение точек измерения к функциональной группе

На следующем рисунке показано соединение функциональной группы **Статор генератора** с несколькими точками измерения в DIGSI. Идентификатор каждой точки измерения появляется в скобках после имени.



[sc_VBStoFG, 1, ru_RU]

Рисунок 8-21 Подключение точек измерения к функциональной группе «Статор генератора"

Существуют проверки соответствия, подтверждающие подключение точек измерения напряжения к функциональной группе:

- Тип подключения для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу функциональной группы, должен быть одинаковым.
- Номинальное напряжение (первичное и вторичное) должно быть идентично для всех точек измерения, подключаемых к одному интерфейсу.
- К одному интерфейсу напряжения должны быть подключены 2 точки измерения напряжения.
- В устройстве должна быть установлена функция **Мониторинг сравнения напряжения** или **Выбор точки измерения напряжения**. Они не должны быть установлены одновременно.

  Дополнительную информацию о функции **Выбор точки измерения напряжения** можно найти в главе *6.72 Выбор точки измерения напряжения*.

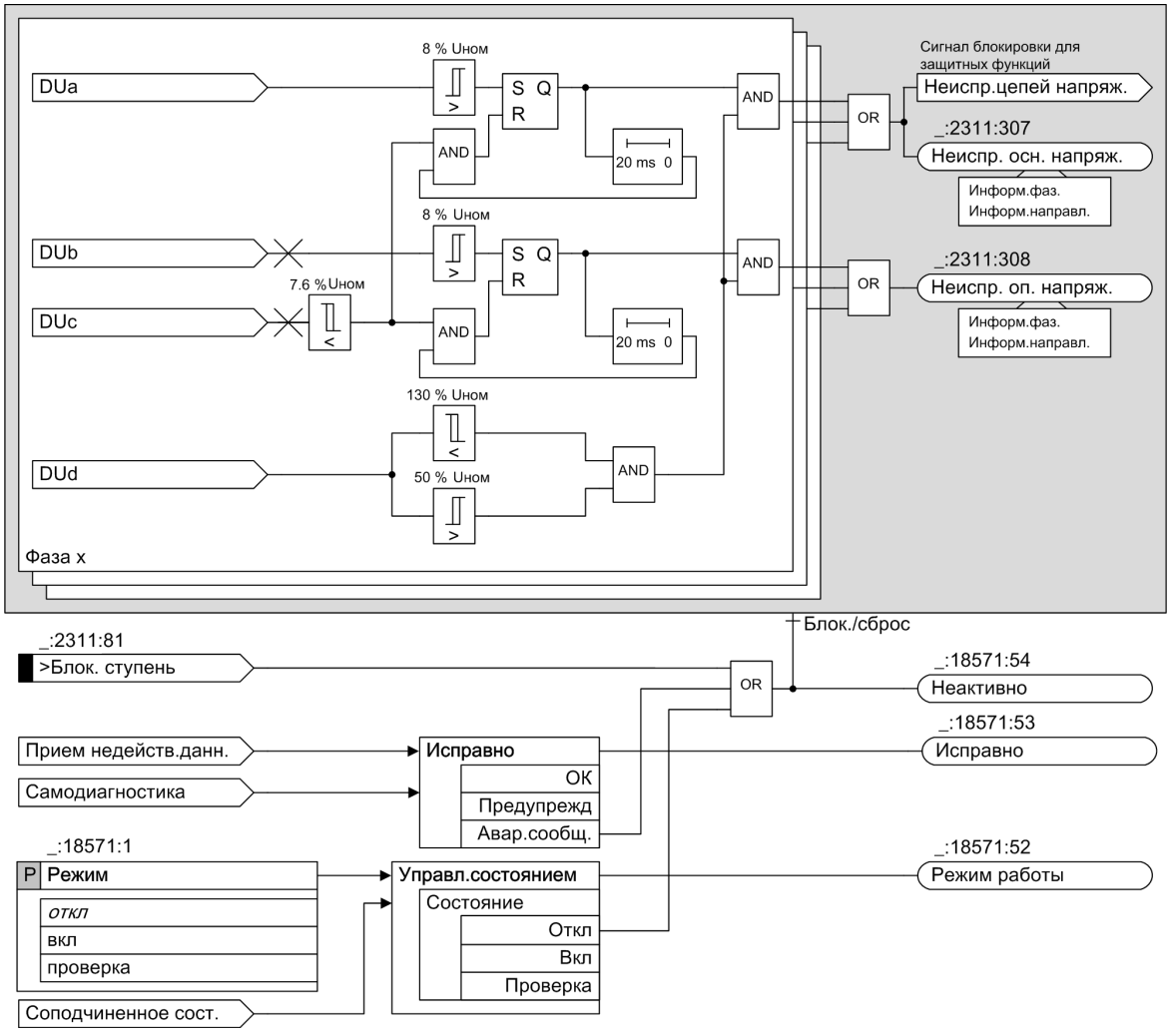
Выбор напряжения

К интерфейсу напряжения функциональной группы должны быть подключены 2 точки измерения напряжения. В функции **Мониторинг сравнения напряжения** можно установить одно из напряжений в качестве опорного напряжения, используя параметр **Опорное напряжение**, другое напряжение становится основным напряжением.

- Опорное напряжение используется для сравнения напряжений.
- Основное напряжение используется для всех функций в ФГ, связанных с напряжением, которые содержат функцию **Мониторинг сравнения напряжения**.

  Если трансформатор основного напряжения отключен, то функция **Мониторинг сравнения напряжения** выдает сигнал блокировки *Неисправность измер. напр*. Сигнал передается на все функции защиты, связанные с напряжением, которые используются в тех же ФГ, что и функция **Мониторинг сравнения напряжения**.

Логическая схема ступени



[lo_stage VBP, 1, ru_RU]

Рисунок 8-22 Логическая схема ступени контроля

Расчет входов напряжения на предыдущем рисунке выполняется с помощью следующих уравнений:

$DUa = |U(n)_{оп.}| - |U(n)_{осн.}|$

$DUb = |U(n)_{осн.}| - |U(n)_{оп.}|$

$DUc = |U_{оп.} - U_{осн.}|$

$DUd = Макс. (U1_{оп.}, U1_{осн.})$

В следующей таблице показано описание напряжений.

Таблица 8-1 Описание напряжения

Напряжения	Описание
$U(n)_{оп.}$	Считанное значение опорного напряжения
$U(n)_{осн.}$	Считанное значение основного напряжения
$U_{оп.}$	Действующее значение опорного напряжения
$U_{осн.}$	Действующее значение основного напряжения
$U1_{оп.}$	Значение прямой последовательности опорного напряжения

Напряжения	Описание
$U1_{осн.}$	Значение прямой последовательности основного напряжения

Пуск

Если разность напряжений между каждыми 2 из 3 непрерывных точек измерения превышает 8 % Uном электрооборудования, срабатывает ступень контроля.

Контроль напряжения

Для функции **Мониторинг сравнения напряжения** допускаются следующие 2 типа подключения:

- Фаза-земля
  Фазные напряжения используются для сравнения разности напряжений.
- Фаза-фаза
  Линейные напряжения используются для сравнения разности напряжений.



ПРИМЕЧАНИЕ

Типы подключения **2 фазн. напр. + UN** и **2 лин. напр.** не допускаются.

Сообщение о неисправности в цепи напряжения

Сообщения для разных типов подключения будут отличаться.

- Фаза-земля
  Вы можете получить информацию об отключении напряжения от выходных сигналов *Неиспр. осн. напряж.* и *Неиспр. оп. напряж.*.
- Фаза-фаза
  - Если затронута одна фаза, то отображается информация о фазе.
  - Если затронуто несколько фаз, то отображается информация фаза-фаза.
    Возьмем, например, трансформатор основного напряжения. Неисправную фазу можете определить по следующей таблице.

Критерии определения	**Рассчитанный результат**		
(|UAB(n)оп.| - |UAB(n)осн.) - 8 % Uном	> 0	> 0	< 0
(|UBC(n)оп.| - |UBC(n)осн.) - 8 % Uном	< 0	> 0	> 0
(|UAC(n)оп.| - |UAC(n)осн.) - 8 % Uном	> 0	< 0	> 0
Сообщение о повреждении	**Неисправность фазы A.**	**Неисправность фазы B.**	**Неисправность фазы C.**

Напряжение сброса

Если значение основного или опорного напряжение прямой последовательности находится в диапазоне от 50 % до 130 % Uном, выполняется сброс функции.

Неверный выбор

Неверный выбор точки измерения приводит к следующему:

- Измеренные значения напряжения отображаются в виде ***Неисправность***.
- Действительность измеренных значений напряжения устанавливается равной ***Недостоверное***.
- Сообщение *Статус исправности* принимает вид ***Аварийный сигнал***.
- Сообщение *Неверный выбор* принимает значение истины.

Блокировка ступени

В случае блокировки сработавшая функция сбрасывается. Возможна внешняя или внутренняя блокировка через дискретный входной сигнал *>Блок. ступень*.

8.3.8.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: `Опорное напряжение`

- Уставка по умолчанию **`Опорное напряжение`** = ***`Нет`***

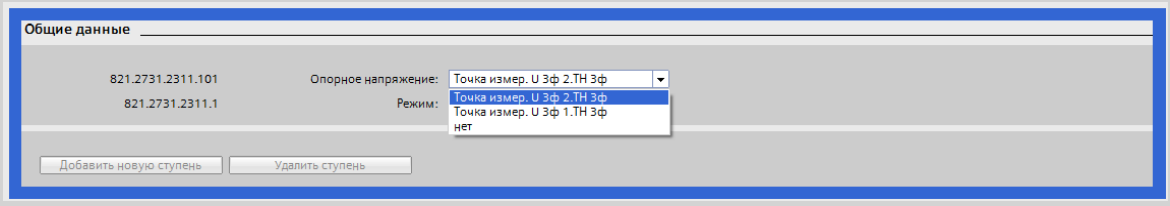
Параметр **`Опорное напряжение`** позволяет установить измеренное напряжение в качестве опорного.

ПРИМЕЧАНИЕ

Необходимо назначить точку измерения напряжения для параметра **`Опорное напряжение`**. Назначение влияет на функции защиты, связанные с напряжением, которые используются в тех же ФГ, что и функция **Мониторинг сравнения напряжения**. Эти функции защиты, связанные с напряжением, используют неназначенную точку измерения напряжения, которая в функции **Мониторинг сравнения напряжения** определяется как опорное напряжение. Более подробную информацию можно найти в разделе *Выбор напряжения, Страница 1651*.

ПРИМЕР

Точки **Точка изм. U-3ф 1** и **Точка изм. U-3ф 2** связаны с функцией **Мониторинг сравнения напряжения**. Кроме этого, есть еще два варианта уставок, которые показаны на следующем рисунке. Необходимо выбрать один из этих вариантов уставок для параметра **`Опорное напряжение`**.



[sc_VBS_ref.voltage, 1, ru_RU]

Параметр: `Режим`

- Уставка по умолчанию **`(_:2311:1) Режим`** = ***`откл`***

Параметр **`Режим`** позволяет активировать и деактивировать функцию **Мониторинг сравнения напряжения**. Если переключиться в режим ***`проверка`***, то функция **Мониторинг сравнения напряжения** будет помечена как недействительная.

8.3.8.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
`КнтрСрвнНапр 1`				
_:2311:1	Общие данные:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:2311:101	Общие данные:Опорное напряжение		Варианты уставок зависят от конфигурации	Нет

8.3.8.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КнтрСрвнНапр 1			
_:2311:81	Общие данные:>Блок. ступень	SPS	I
_:2311:501	Общие данные:>Выбор ТИ-ID	INS	I
_:2311:54	Общие данные:Неактивно	SPS	O
_:2311:52	Общие данные:Режим работы	ENS	O
_:2311:53	Общие данные:Статус исправности	ENS	O
_:2311:307	Общие данные:Неиспр. осн. напряж.	ACD	O
_:2311:308	Общие данные:Неиспр. оп. напряж.	ACD	O
_:2311:309	Общие данные:Неверный выбор	SPS	O

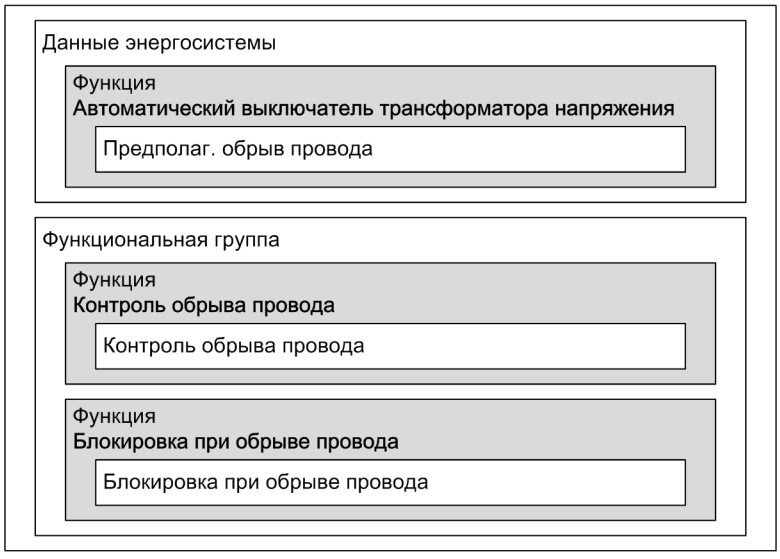
8.3.9 Обнаружение обрыва провода

8.3.9.1 Обзор функций

Цель функции обнаружения обрыва провода - обнаружить обрывы во вторичной цепи трансформатора тока в установившемся режиме. Кроме опасности появления высокого напряжения во вторичных цепях, такие обрывы могут стать причиной появления дифференциальных токов для дифференциальной защиты, как это происходило бы при КЗ на защищаемом объекте. Для предотвращения излишних срабатываний из-за неверной информации о величинах токов вы можете запрограммировать блокировку тех функций, которые могут сработать ложно.

8.3.9.2 Структура функции

Функция **Обнаружение обрыва провода** структурно закреплена в данных энергосистемы и различных функциональных группах защиты.



[dwbwsstr-070311-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-23 Структура/реализация функции

Функция **Обнаружение обрыва провода** состоит из нескольких ступеней.

1. Предполагается обрыв провода (данные энергосистемы)

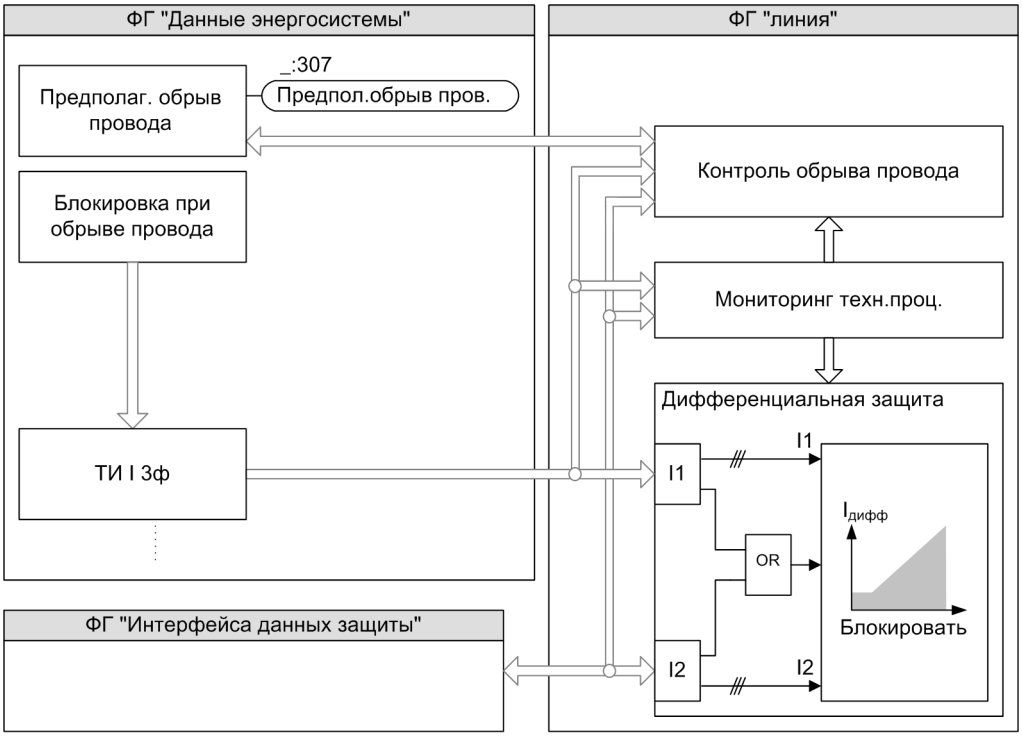
- Мгновенные значения всех текущих точек измерения проверяются пофазно на наличие недостоверных значений.
- Выявленные фазы маркируются с подозрением на обрыв.
- В зависимости от типа контроля вы можете добавить маркер для блокировки функций защиты выявленной фазы.
- После 10 мс проверки наличия обрыва провода, данный обрыв выявляется однозначно.

2. Контроль обрыва провода (Группа защитных функций)

- Текущие фазы, которые возможно имеют обрыв, тестируются на подтверждение обрыва методом исключения.
- Подтверждение исключающего метода сбрасывает подозрения об обрыве провода и снимает все существующие блокировки защитных функций.

3. Блокировка при обрыве провода (Группа функциональной защиты)

- Маркер **Блокировка при обрыве провода** немедленно ведет к блокировке функций защиты, которые реагируют на токи небаланса (например, дифференциальная защита).



[lobwstr1-070311-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-24 Ступени функции обнаружения обрыва провода с использованием дифференциальной защиты

8.3.9.3 Описание функции

Предполагаемый обрыв провода

Функция **определения обрыва провода** отслеживает динамическое изменение токов в каждой фазе для всех точек измерения. Для этого проверяется достоверность мгновенных значений токов. Любое ожидаемое отклонение должно быть подтверждено дополнительным критерием, прежде чем провод будет уверенно определяться как оборванный.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вторичные цепи трансформатора тока будут случайно разомкнуты во время работы функции определения обрыва провода, то такие функции как дифференциальная защита блокируются пофазно, и сигнал на отключение больше не инициируется. В этом случае в разомкнутой цепи трансформатора тока могут существовать опасные перенапряжения, которые не устраняются из-за блокировки дифференциальной защиты.

Обнаружение предполагаемого обрыва провода производится для каждой трехфазной точки измерения устройства, селективно для каждой фазы. В зависимости от защищаемого объекта обнаружение основано на исследовании постоянных (дифференциальная защита линии) или периодически изменяющихся мгновенных значений (дифференциальная защита трансформатора).

Обнаружение:

Обрыв провода в начальный момент времени обнаруживает себя как резкое снижение тока, ниже минимального порога 0,06 I/I $_{ном.}$ Проверка достоверности мгновенных значений за один предыдущий период подтверждает данное условие. Если критерии для подтверждения локального повреждения провода удовлетворены, поврежденная фаза маркируется как **Предполагаемый обрыв провода**.

Сброс:

Состояние обрыва провода обновляется при возобновлении протекания тока в фазе , сбросом условия проверки наличия обрыва провода или сигналом дискретного входа. Сброс через дискретный вход может быть полезен во время лабораторных испытаний.

Сообщение

Если при обнаружении обрыва провода функция проверка наличия обрыва провода не сбрасывается в течении 10 мс, то появляется соответствующее сообщение. Сообщение остается активным в течение по меньшей мере 3-х периодов.

Проверка обрыва провода

Для предотвращения нежелательного срабатывания данной функции контроля, вызванного определенными условиями работы, например при повреждении, обслуживании, в режиме тестирования и т.п. подозрения на локальный обрыв провода должны быть подтверждены дополнительными критериями. Данные критерии проверяются на уровне функций защиты (Группа защитных функций).

Если хотя бы один из следующих критериев противоречит наличию обрыва провода, то локальный статус подозрения наличия обрыва, включая все соответствующие блокировки защиты, сбрасывается.

Критерии локального сброса:

- По крайней мере одна защитная функция сработала.
- Соответствующий выключатель отключен.
- Обрыв провода одновременно определяется в другом локальном токовом канале.
- Обнаружение скачка в локальном канале напряжения (при наличии трансформатора напряжения)
- Обнаружение скачка соответствующего тока нулевой последовательности
- Обнаружение скачка в другом локальном токовом канале той же фазы без подозрения на обрыв провода
- Локальная перегрузка по току, если условие $I_{ф} > 2 \cdot I_{ном}$ выполняется, по крайней мере, для одной локальной фазы.

Критерии сброса на противоположном конце:

Для дифференциальной защиты линии существует дополнительный критерий, касающийся противоположного конца линии, который может противоречить подозрению о наличии обрыва провода и вызвать сброс. Запрос на сброс передается через интерфейс защиты.

- Обрыв провода одновременно определяется в текущем канале на противоположном конце.
- Обнаружение скачка в канале напряжения на противоположном конце (при наличии трансформатора напряжения)
- Обнаружение скачка в токовом канале на противоположном конце
- Локальная перегрузка по току на противоположном конце, если условие $I_ф > 2 \cdot I_{ном}$ выполняется хотя бы для одной из фаз

Блокировка защиты

Решение о блокировке защиты и определение наличия локального повреждения провода производится пофазно для всех трехфазных точек измерения тока устройства. Основной параметр режима при обнаружении обрыва провода (**Режим**) в данных энергосистемы определяет функционирование блокировки.

- Без блокировки
  - Сообщение об обрыве провода
- Блокировка
  - Каждое подозрение на наличие обрыва провода должно вызывать блокировку действующих функций защиты. Выявленные фазы отмечаются как “защита блокирована”.
- Автоматическая блокировка
  - Кроме зависимости от наличия подозрения об обрыве провода, блокировка может зависеть от критерия, при котором максимальный дифференциальный ток во всех фазах не должен превышать установленное пороговое значение **знач.дельта для авт.блок.** для дифференциальной защиты. Отмечаются фазы, для которых производится блокировка.

Блокированы функции дифференциальной защиты и функции защиты, реагирующие на токи небаланса. Каждая отдельная функция защиты отвечает за текущую блокировку и описывается также.

При использовании быстродействующих входов измерительного преобразователя с входами 4 мА – 20 мА активна функция обнаружения обрыва провода. Если ток <2 мА, обнаружен обрыв проводов и появляется сообщение об *обрыве провода*. Отображение измеренных значений остается неизменным.

8.3.9.4 Применение и рекомендации по выбору уставок

Параметр: Режим

- Рекомендуемая уставка **(_:1) Режим** = ***откл***

Параметр **Режим** используется для переключения функции определения обрыва провода на ***вкл***, ***откл*** и ***проверка***.

Параметр: Реж.блокировки

- Рекомендуемая уставка **(_:101) Реж.блокировки** = ***блокировка***

Параметр **Реж.блокировки** позволяет вам определить условие блокировки (см. Блокировка защиты). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию. Возможные уставки ***блокировка***, ***авто-блокировка*** и ***нет блокировки***.

Параметр: знач.дельта для авт.блок.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) знач.дельта для авт.блок.** = ***1,00 I/In***

С помощью параметра **знач.дельта для авт.блок.** вы можете установить возможность блокировки защитных функций в зависимости от величины дифференциального тока.

8.3.9.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
ОбрПровПредпол				
_:1	ОбрПровПредпол:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	ОбрПров-Предпол:Реж.блокировки		• блокировка • авто-блокировка • нет блокировки	блокировка
_:102	ОбрПров-Предпол:знач.дельта для авт.блок.		0.004 до 5.000	1.000

8.3.9.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
ОбрПровПредпол			
_:82	ОбрПровПредпол:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	ОбрПровПредпол:Неактивно	SPS	O
_:52	ОбрПровПредпол:Режим работы	ENS	O
_:53	ОбрПровПредпол:Статус исправности	ENS	O
_:301	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв ф.A	SPS	O
_:302	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв ф.B	SPS	O
_:303	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв ф.C	SPS	O
_:304	ОбрПровПредпол:Обрыв провода ф.A	SPS	O
_:305	ОбрПровПредпол:Обрыв провода ф.B	SPS	O
_:306	ОбрПровПредпол:Обрыв провода ф.C	SPS	O
_:307	ОбрПровПредпол:Предпол.обрыв пров.	SPS	O
_:308	ОбрПровПредпол:Обрыв пров.подтв.	SPS	O

8.3.10 Контроль симметрии токов

8.3.10.1 Обзор функций

При работе энергосистемы в нормальном режиме наблюдается относительный баланс токов.
Функция **Контроль симметрии токов** обнаруживает следующие неисправности:

- Небаланс фазных токов во вторичной цепи
- Ошибки подключения при наладке, короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях

Измерение тока выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

8.3.10.2 Структура функции

Функция **Контроль симметрии токов** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного тока.

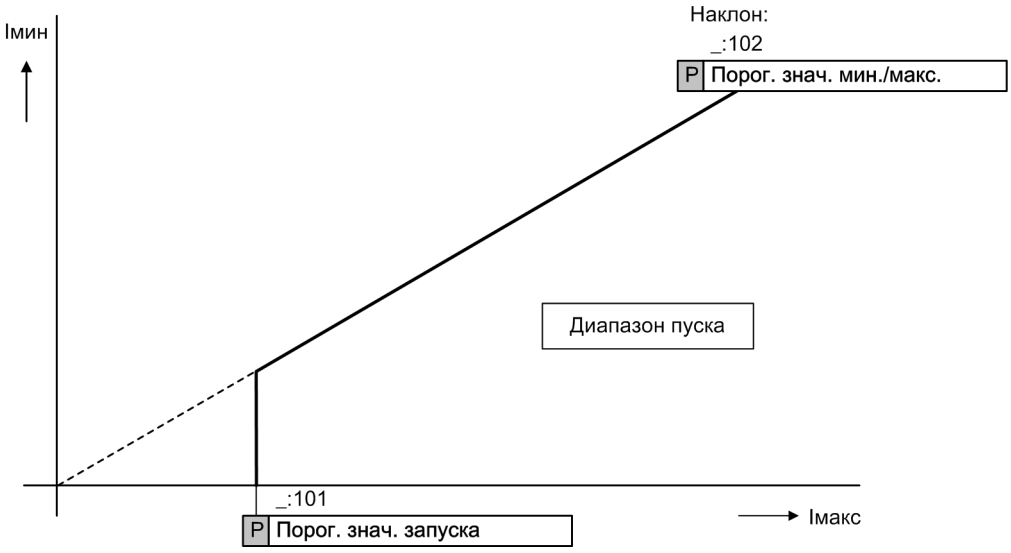


[dwstrsym-060611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-25 Структура функции

8.3.10.3 Описание функции

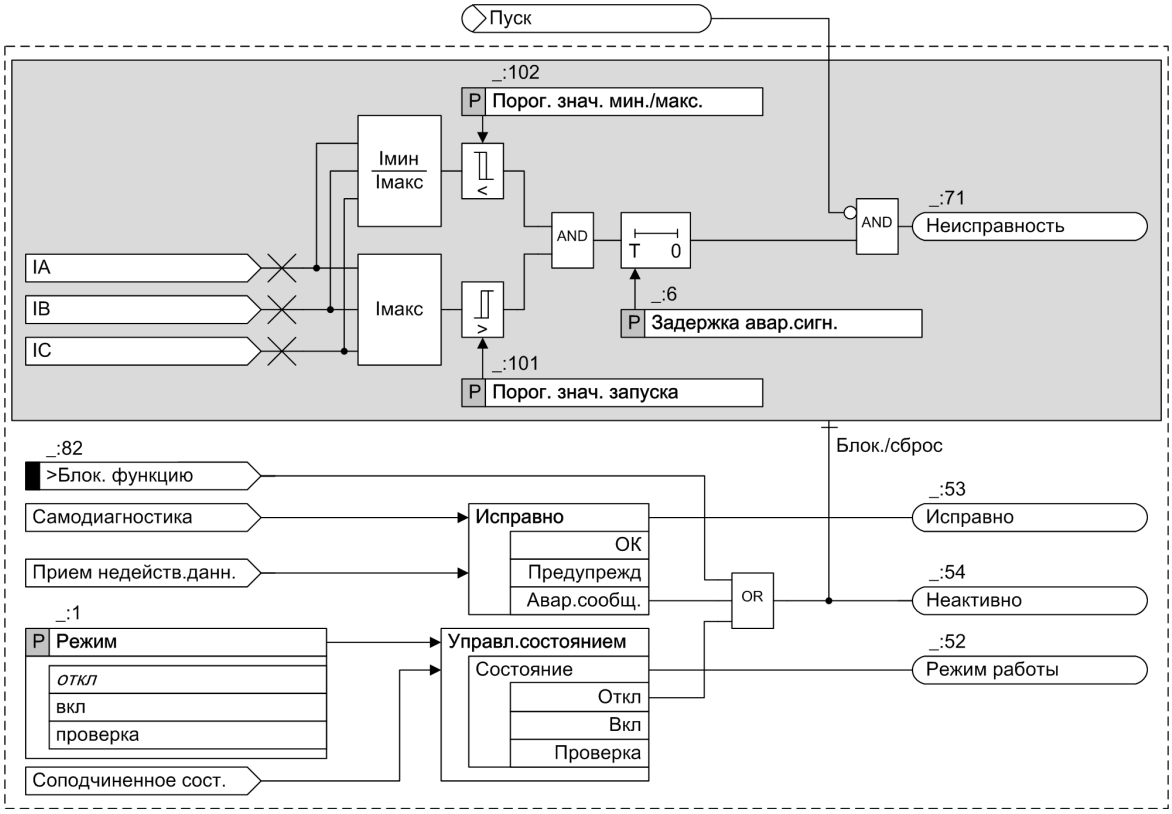
Симметрия токов проверяется функцией мониторинга амплитуды. Эта функция устанавливает соотношение минимального фазного тока к максимальному фазному току. Несимметрия фиксируется, если |Iмин| / |Iмакс| < **Порог. знач. мин./макс.**, до тех пор, пока Iмакс > **Порог. знач. запуска**.



[losymmke-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-26 Характеристика контроля симметрии токов

Логика



[locbsymm-100611-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 8-27 Логическая схема контроля симметрии токов

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** является критерием, по которому измеряется несимметрия фазных токов. Устройство рассчитывает соотношение между минимальным ($I_{мин}$) и максимальным ($I_{макс}$) фазным током.

Введите нижний предел максимального фазного тока ($I_{макс}$) с помощью параметра **Порог. знач. запуска**. Это задает нижний предел рабочего диапазона этой функции.

Задержка авар.сигн.

Если значение несимметрии становится меньше коэффициента симметрии **Порог. знач. мин./макс.** и в то же время максимальный фазный ток превышает **Порог. знач. запуска**, запускается отсчет выдержки времени на отключение (параметр **Задержка авар.сигн.**). Если оба условия сохраняются в течение этого времени, выдается сообщение **Неисправность**.

Блокировка функции

Следующие блокировки приводят к полному сбросу сработавшей функции:

- Внешняя или внутренняя блокировка через сигнал дискретного входа *>Блок. функцию*
- Срабатывание защиты
  Сигнал срабатывания функции защиты блокирует сообщение *Неисправность*.

8.3.10.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Порог. знач. мин./макс.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Порог. знач. мин./макс.** = *0,5*

Параметр **Порог. знач. мин./макс.** используется для расчета соотношения между минимальным ($I_{мин}$) и максимальным ($I_{макс}$) фазным током.

Параметр: Порог. знач. запуска

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Порог. знач. запуска** = ***0,5 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***2,5 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Параметр **Порог. знач. запуска** используется для задания нижнего предела максимального фазного тока ($I_{макс}$).

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6) Задержка авар.сигн.** = ***5,00 c***

Установите параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций).

8.3.10.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСимм I				
_:1	КонтрСимм I :Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	КонтрСимм I :Порог. знач. запуска	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.500 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	2.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.500 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	2.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.500 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	2.500 A
_:102	КонтрСимм I :Порог. знач. мин./макс.		0.10 до 0.95	0.50
_:6	КонтрСимм I :Задержка авар.сигн.		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.10.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСимм I			
_:82	КонтрСимм I :>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСимм I :Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСимм I :Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСимм I :Статус исправности	ENS	O
_:71	КонтрСимм I :Неисправность	SPS	O

8.3.11 Контроль суммы токов

8.3.11.1 Обзор функций

В нормальном режиме работы системы сумма всех токов в одной точке измерения должна быть примерно равной 0. Функция **Контроль суммы токов** отслеживает сумму токов в одной точке измерения во вторичной цепи. Функция обнаруживает ошибки подключения при вводе в эксплуатацию или короткие замыкания и обрывы во вторичных цепях.

Для суммирования токов устройству необходимы фазные токи и ток заземления нейтрали трансформатора тока или отдельного трансформатора тока в этой точке измерения. Выберите следующий вариант подключения:

- Цепи трансформаторов тока подключены к 3 трансформаторам тока и нейтральной точке (см. *Рисунок A-6* в Приложении)

ПРИМЕЧАНИЕ

Для контроля суммы токов, ток IN защищаемой линии должен быть подключен к 4-му входу измерения тока (I_N).

8.3.11.2 Структура функции

Структура функции **Контроль суммы токов** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного тока.



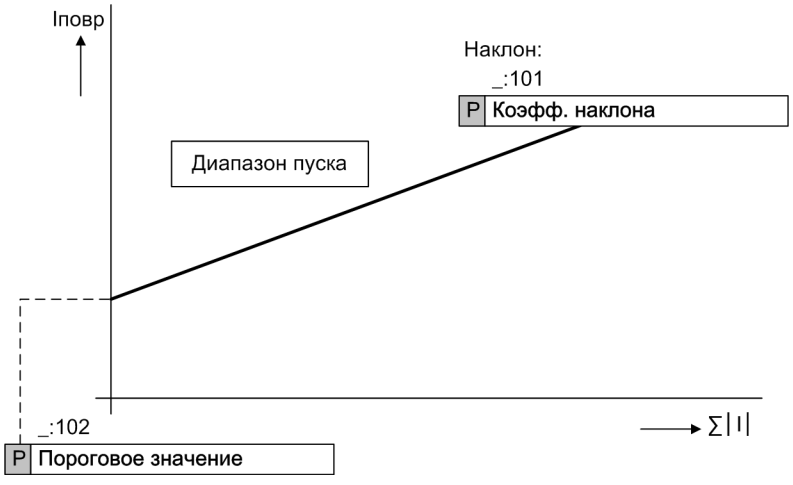
[dwstrcss-300913, 2, ru_RU]

Рисунок 8-28 Структура функции

8.3.11.3 Описание функции

Сумма токов формируется путем сложения векторов токов. Повреждения в цепи ТТ обнаруживаются, если

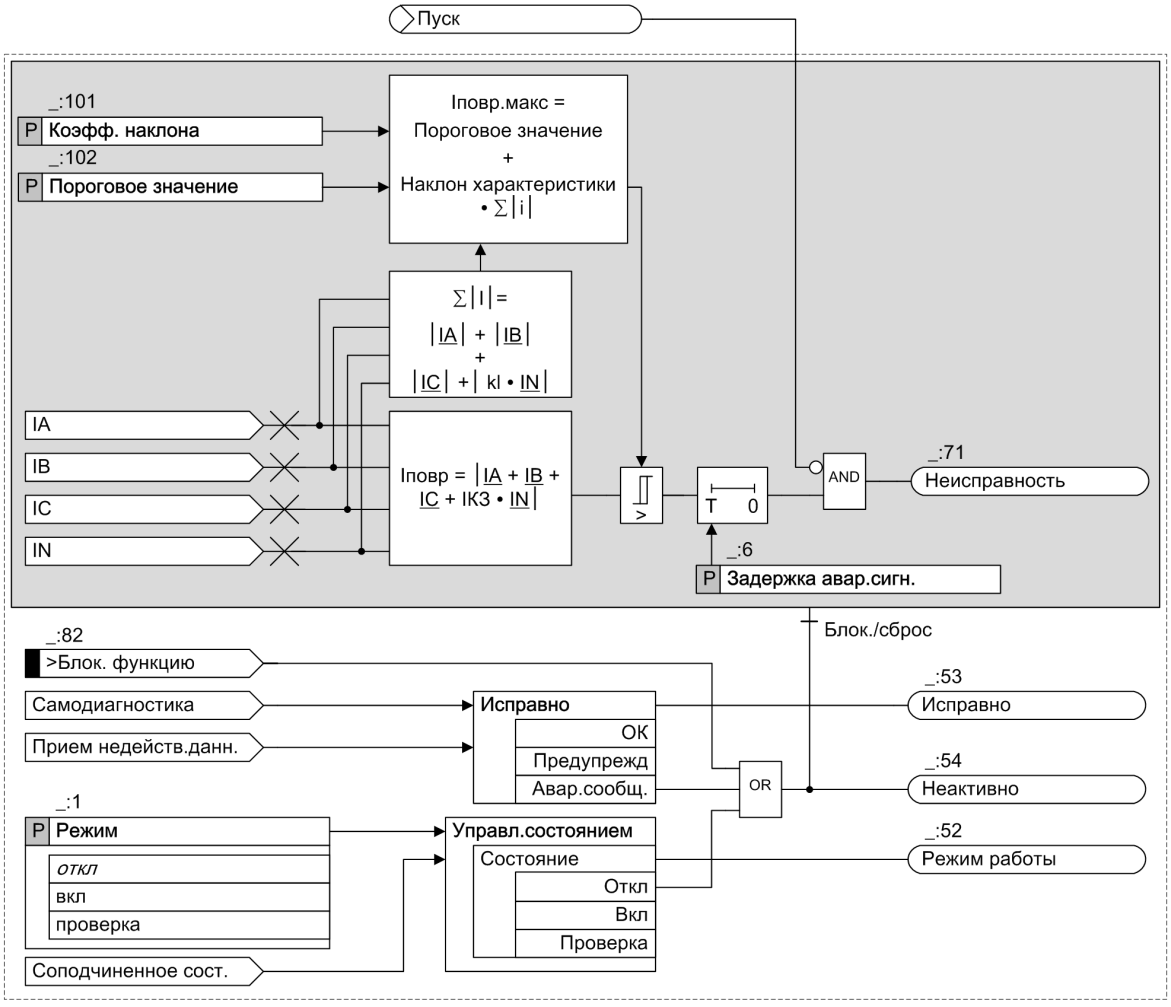
$IF = |\underline{IA} + \underline{IB} + \underline{IC} + kI \bullet \underline{IN}| > \mathbf{Пороговое\ значение} + \mathbf{Коэфф.\ наклона} \bullet \Sigma\,|\,I\,|$.



[lokensum-300311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-29 Характеристика контроля суммы токов

Логика



[locssumm-140611-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 8-30 Логическая схема контроля суммы токов

Наклон характеристики

Часть **Коэфф. наклона** • Σ | I | учитывает допустимые пропорциональные току погрешности трансформатора тока, которые могут возникнуть в случае КЗ с большими токами.

Параметры **Коэфф. наклона** и **Пороговое значение** используются для задания уставки максимального тока повреждения ($I_{повр.макс}$), который является пороговым значением для функции мониторинга суммы токов. Устройство рассчитывает это значение тока повреждения по формуле:

$I_{повр.макс}$ = **Пороговое значение** + **Коэфф. наклона** • Σ| I |

Для расчетов устройство использует токовые входы (IA, IB, IC и IN):

- Ток повреждения IF = |IA + IB + IC + kI• IN|
- Максимальный ток Σ| I | = | IA| + |IB| +| IC| + |kI• IN|

где $\mathbf{k_I}$ учитывает возможную разницу коэффициента трансформации отдельного трансформатора тока нулевой последовательности (I_N), например, трансформатора тока кабельного типа.

- Коэффициент трансформации преобразователя тока НП: $К_{TT_N}$
- Коэффициент трансформации преобразователя фазного тока: $К_{TT_ф}$

$$k_I = \frac{K_{TT_N}}{K_{TT_Ф}}$$

[foglchki-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Пороговое значение

Параметр **Пороговое значение** – это нижняя граница рабочего диапазона функции **мониторинга суммы токов**.

Задержка авар.сигн.

Когда расчетный ток повреждения ($I_{повр}$) превышает расчетное предельное значение тока повреждения ($I_{повр.макс}$), запускается отсчет задержки сообщения о повреждении **Задержка авар.сигн.**. Если нарушение порогового значения не устраняется в течение этого времени, генерируется сообщение о неисправности **Неисправность**.

Блокировка функции

Следующие блокировки приводят к полному сбросу сработавшей функции:

- Внешняя или внутренняя блокировка через сигнал дискретного входа *>Функция блокировки*
- Срабатывание защиты
  Сигнал срабатывания функции защиты блокирует сообщение *Неисправность*.

8.3.11.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Коэфф. наклона

- Рекомендуемое значение уставки **(_:101) Коэфф. наклона** = ***0,1***

Параметр **Коэфф. наклона** используется для расчета соотношения между минимальным ($I_{мин}$) и максимальным ($I_{макс}$) фазным током. Эта функция вычисляет действующие значения (RMS).

Параметр: Пороговое значение

- Рекомендуемое значение уставки **(_:102) Пороговое значение** = ***0,1 A*** для $I_{ном}$ = 1 A или ***0,5 A*** для $I_{ном}$ = 5 A

Параметр **Пороговое значение** используется для задания максимального фазного тока ($I_{макс}$).

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6) Задержка авар.сигн.** = ***5,00 c***

Установите параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций).

8.3.11.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрСум I				
_:1	КонтрСум I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:102	КонтрСум I:Пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 10.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 50.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:101	КонтрСум I:Коэфф. наклона		0.00 до 0.95	0.10
_:6	КонтрСум I:Задержка авар.сигн.		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.11.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрСум I			
_:82	КонтрСум I:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрСум I:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрСум I:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрСум I:Статус исправности	ENS	O
_:71	КонтрСум I:Неисправность	SPS	O

8.3.12 Контроль чередования фаз тока

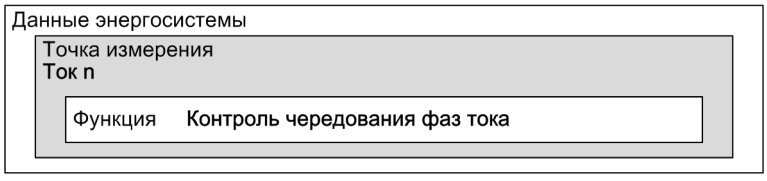
8.3.12.1 Обзор функций

Функция **Контроль чередования фаз** контролирует последовательность фаз токов вторичной цепи за счет контроля последовательности переходов токов через ноль (с таким же знаком). Это позволяет устройству выявить соединения, которые были подключены наоборот при вводе в эксплуатацию. Критерием для проверки является задание параметра **`Чередование фаз`**.

Измерение тока выполняется на основе действующих значений (RMS) основной гармоники.

8.3.12.2 Структура функции

Структура функции **Контроль чередования фаз** расположена в **данных энергосистемы** каждой точки измерения 3-фазного тока.

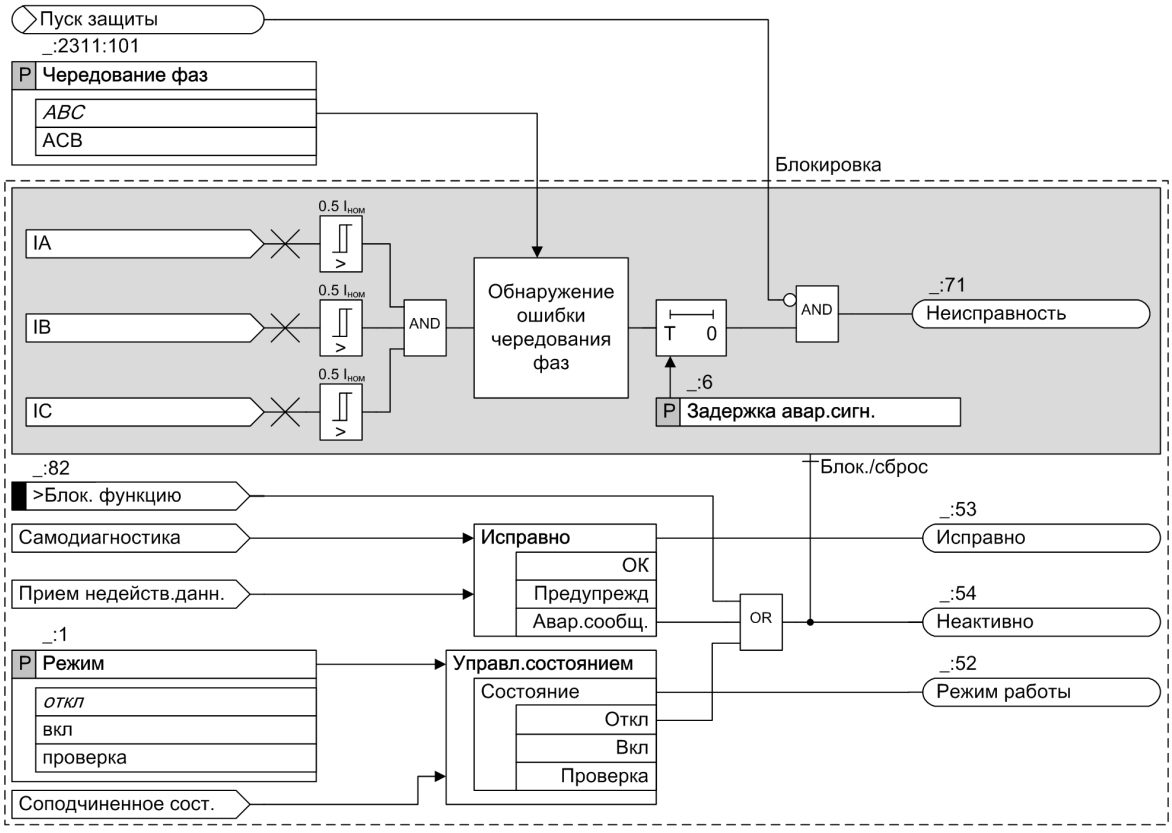


[dwstrcrs-040211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 8-31 Структура функции

8.3.12.3 Описание функции

Логика



[locrsymm-100611-01.tif, 4, ru_RU]

Рисунок 8-32 Логическая схема контроля чередования фаз

Чередование фаз имеет важное значение для функций защиты, которые обрабатывают информацию о фазе, контуре и направлении. Последовательность фаз можно найти в параметре **`Чередование фаз`** в функциональном блоке **Общие данные** энергосистемы (см. главу *6.1 Данные энергосистемы*).

Для контроля чередования фазы устройство сравнивает измеренную последовательность фаз с заданным чередованием фаз. В случае аномальных фазовых последовательностей генерируется сообщение *Неисправность*.

Подключение токов в устройстве не зависит от выбранной последовательности фаз. Схемы электрических соединений приведены в главе *A Приложение*.

Условие включения

Контроль чередования фаз тока осуществляется тогда, когда все измеренные фазные токи больше 0,5 $I_{ном}$.

Блокировка функции

Следующие блокировки приводят к полному сбросу функции:

- Посредством сигнала на дискретном входе *>Блок. функцию* от внешнего или внутреннего источника
- Срабатывание защиты
  Сигнал срабатывания от функции защиты блокирует сообщение *Неисправность*.

Задержка авар.сигн.

Когда устройство обнаруживает обратную последовательность фаз в течение **Задержка авар.сигн.**, генерируется сообщение *Неисправность*.

8.3.12.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:6) Задержка авар.сигн.** = ***5,00 с***

Установите параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы избежать излишних срабатываний из-за возмущающих воздействий (например, коммутационных операций). Компания Siemens рекомендует использовать уставку по умолчанию.

8.3.12.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
КонтрЧерФаз I				
_:1	КонтрЧерФаз I:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:6	КонтрЧерФаз I:Задержка авар.сигн.		0.00 с до 100.00 с	5.00 с

8.3.12.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
КонтрЧерФаз I			
_:82	КонтрЧерФаз I:>Блок. функцию	SPS	I
_:54	КонтрЧерФаз I:Неактивно	SPS	O
_:52	КонтрЧерФаз I:Режим работы	ENS	O
_:53	КонтрЧерФаз I:Статус исправности	ENS	O
_:71	КонтрЧерФаз I:Неисправность	SPS	O

8.3.13 Контроль цепи отключения

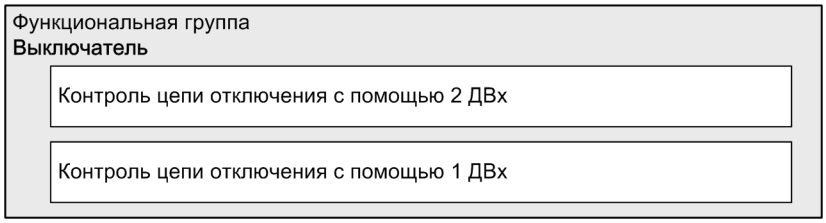
8.3.13.1 Обзор функций

Функция **Контроля цепи отключения** определяет обрывы в схеме отключения. Если используются два дискретных входа, функция распознает все обрывы в схеме отключения. Если доступен только один дискретный вход, она не распознает повреждения в коммутационном аппарате.

Управляющее напряжение коммутационного аппарата должно быть больше, чем сумма минимального затухания напряжения на дискретных входах $U_{упр} > 2\ U_{бл.мин}$, по крайней мере требуется 19 В для каждого дискретного входа. Из-за этого контроль возможен только при управляющем напряжении в системе > 38 В.

8.3.13.2 Структура функции

Контроль цепи отключения встроен в функциональную группу **Выключатель**. В зависимости от количества доступных дискретных входов, он работает с 1 или 2 дискретными входами.



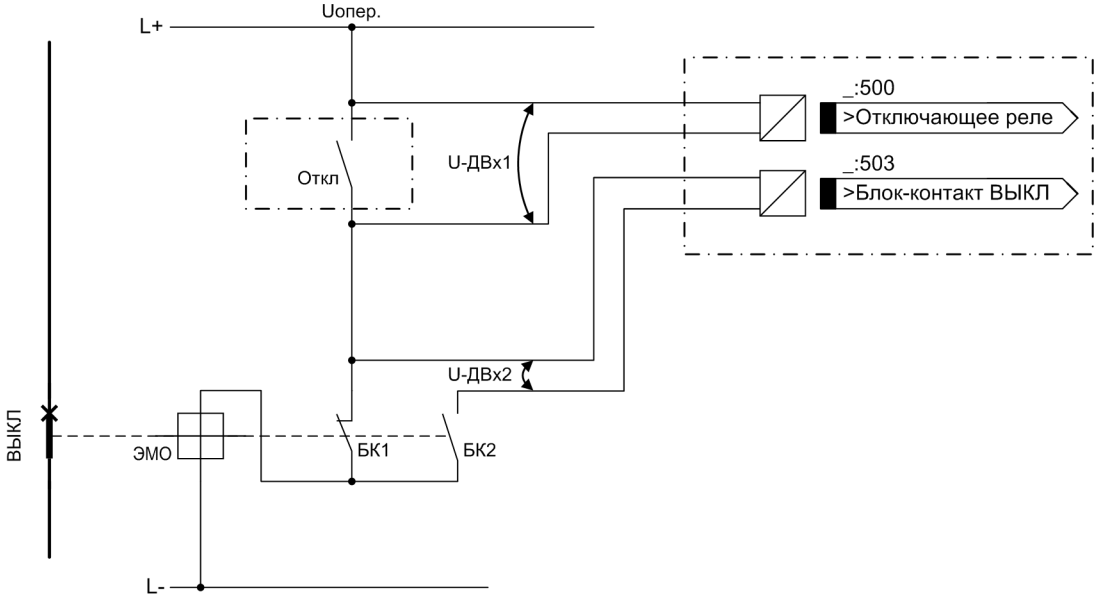
[dwtcsueb-010313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-33 Структура/реализация функции

8.3.13.3 Контроль цепей отключения с использованием 2 дискретных входов

Для определения обрывов цепи отключения в любом положении выключателя требуется 2 дискретных входа. Один подключается параллельно соответствующему контакту отключающего реле защиты, а другой параллельно блок-контакту выключателя.

На следующем рисунке показан принцип контроля цепей отключения с использованием двух дискретных входов



[dwtcs2be-110611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-34 Принцип контроля цепей отключения с использованием 2 дискретных входов

Откл	Контакт отключающего реле
ВЫКЛ	Выключатель включен
ЭМО	Электромагнит выключателя
БК1	Блок-контакт выключателя (замкнут, если выключатель замкнут)
БК2	Блок-контакт выключателя (разомкнут, если выключатель замкнут)
Uопер.	Оперативное напряжение (напряжение отключения)
U-ДВх1	Входное напряжение для дискретного входа 1
U-ДВх2	Входное напряжение для дискретного входа 2

Контроль с двумя дискретными входами обнаруживает обрывы в цепи отключения и потерю оперативного напряжения. Также контролируется реакция силового выключателя по положению его блок-контактов.

В зависимости от положения контакта отключения и положения блок-контактов выключателя дискретные входы либо активированы (**В**), либо нет (**Н**). Если не активированы оба дискретных входа, то имеет место повреждение. Повреждение может быть обрывом или коротким замыканием в цепи отключения, потерей напряжения оперативного тока или неисправностью механической части

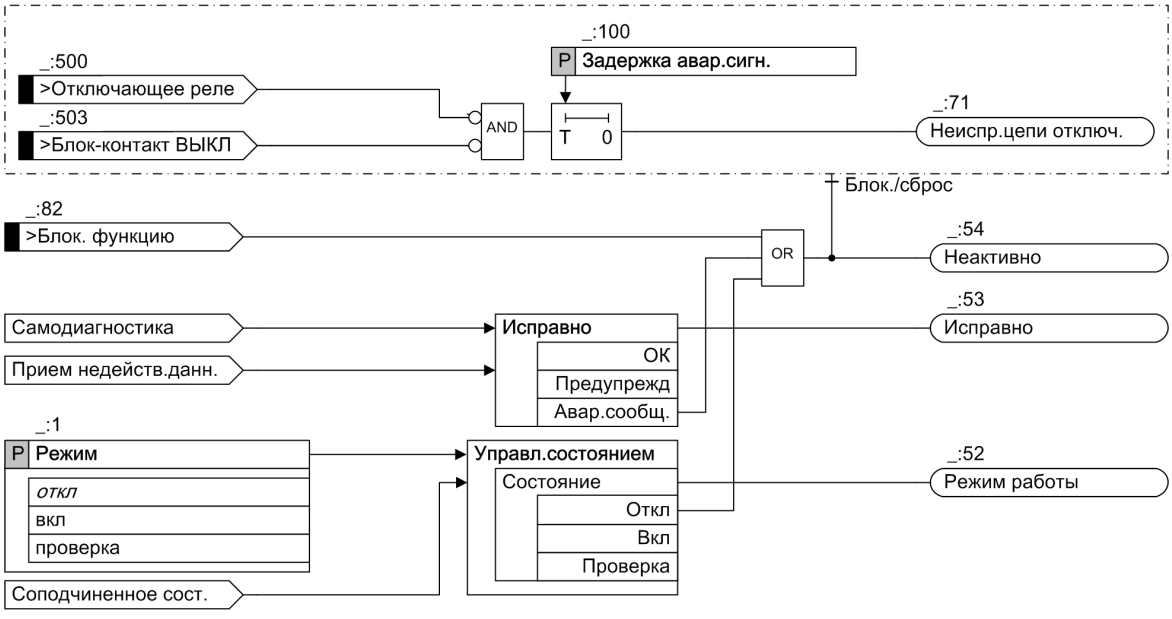
выключателя. При исправной цепи отключения такое состояние возможно только кратковременно, когда контакт отключения замкнут, а выключатель пока еще не отключился.

№	Контакт отключающего реле (Откл)	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	БК1	БК2	ДВХ 1	ДВХ 2	Динамический режим	Статический режим
1	Разомкнут	ВКЛ	Замкнут	Разомкнут	В	Н	Нормальная работа при включенном выключателе	
2	Разомкнут	ВЫКЛ	Разомкнут	Замкнут	В	В	Нормальная работа при отключенном выключателе	
3	Замкнут	ВКЛ	Замкнут	Разомкнут	Н	Н	Переключение или повреждение	Повреждение
4	Замкнут	ВЫКЛ	Разомкнут	Замкнут	Н	В	Отключающее реле успешно активировало выключатель	

Параметр **`Задержка авар.сигн.`** служит для ввода задержки времени. После устранения неисправности в цепи отключения сообщение об ошибке автоматически снимается через такое же время.

Если сигналы дискретных входов *>Отключающее реле* или *>Блок-контакт ВЫКЛ* не подключены к дискретным входам устройства, появляется сообщение *Вх.сигн.не ранжир.* и функция **Контроль цепи отключения** является недействительной.

На следующем рисунке показана логическая схема контроля цепей отключения с использованием двух дискретных входов



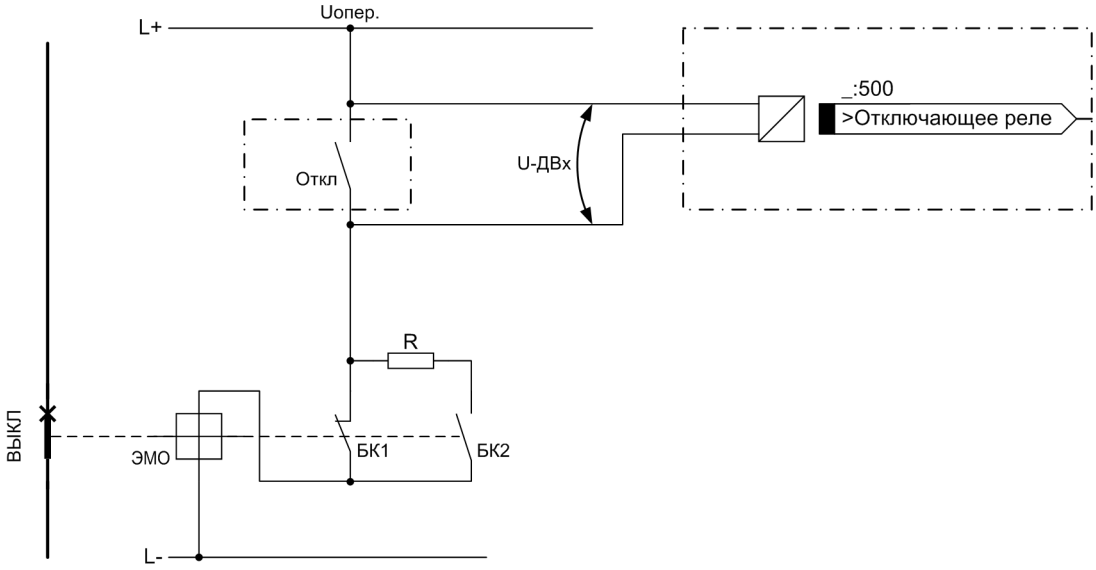
[lotcs2be-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-35 Логическая схема контроля цепи отключения с использованием двух дискретных входов

8.3.13.4 Контроль цепей отключения с использованием 1 дискретного входа

При использовании 1 дискретного входа вы не определите обрывы цепей отключения в выключателе. Дискретный вход подключается параллельно соответствующему контакту отключающего реле устройства защиты. Блок-контакт выключателя шунтирован соответствующим высокоомным резистором R.

На следующем рисунке показан принцип контроля цепей отключения с использованием одного дискретного входа



[dwtcs1be-110611-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-36 Принцип контроля цепей отключения с использованием 1 дискретного входа

Откл	Контакт отключающего реле
ВЫКЛ	Выключатель включен
ЭМО	Электромагнит выключателя
БК1	Блок-контакт выключателя (замкнут, если выключатель замкнут)
БК2	Блок-контакт выключателя (разомкнут, если выключатель замкнут)
Uопер	Оперативное напряжение (напряжение отключения)
U-ДВх	Входное напряжение для дискретного входа
R	Эквивалентное сопротивление

Контроль с 1 дискретным входом обнаруживает обрывы в цепи отключения и повреждение цепей оперативного напряжения.

В нормальном режиме дискретный вход активирован при разомкнутом контакте отключающего реле и исправной цепи отключения (**В**). Контролируемая цепь замкнута через резистор R или блок-контакт БК1 включенного выключателя. Дискретный вход неактивен, пока замкнут контакт отключающего реле (**Н**). Если дискретный вход неактивен длительное время, имеет место обрыв цепи отключения или потеря оперативного напряжения.

№	Контакт отключающего реле	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ	БК1	БК2	ДВХ	Динамический режим	Статический режим
1	Разомкнут	ВКЛ	Замкнут	Разомкнут	В	Нормальная работа при включенном выключателе	
2	Разомкнут	ВЫКЛ	Разомкнут	Замкнут	В	Нормальная работа при отключенном выключателе	
3	Замкнут	ВКЛ	Замкнут	Разомкнут	Н	Переключение или повреждение	Повреждение
4	Замкнут	ВЫКЛ	Разомкнут	Замкнут	Н	Отключающее реле успешно активировало выключатель	

Используйте параметр **Блок.при ком.отключ.от** для установки условий, при которых блокируется контроль цепи отключения. Следующие условия могут вызвать блокирование функции контроля цепи отключения:

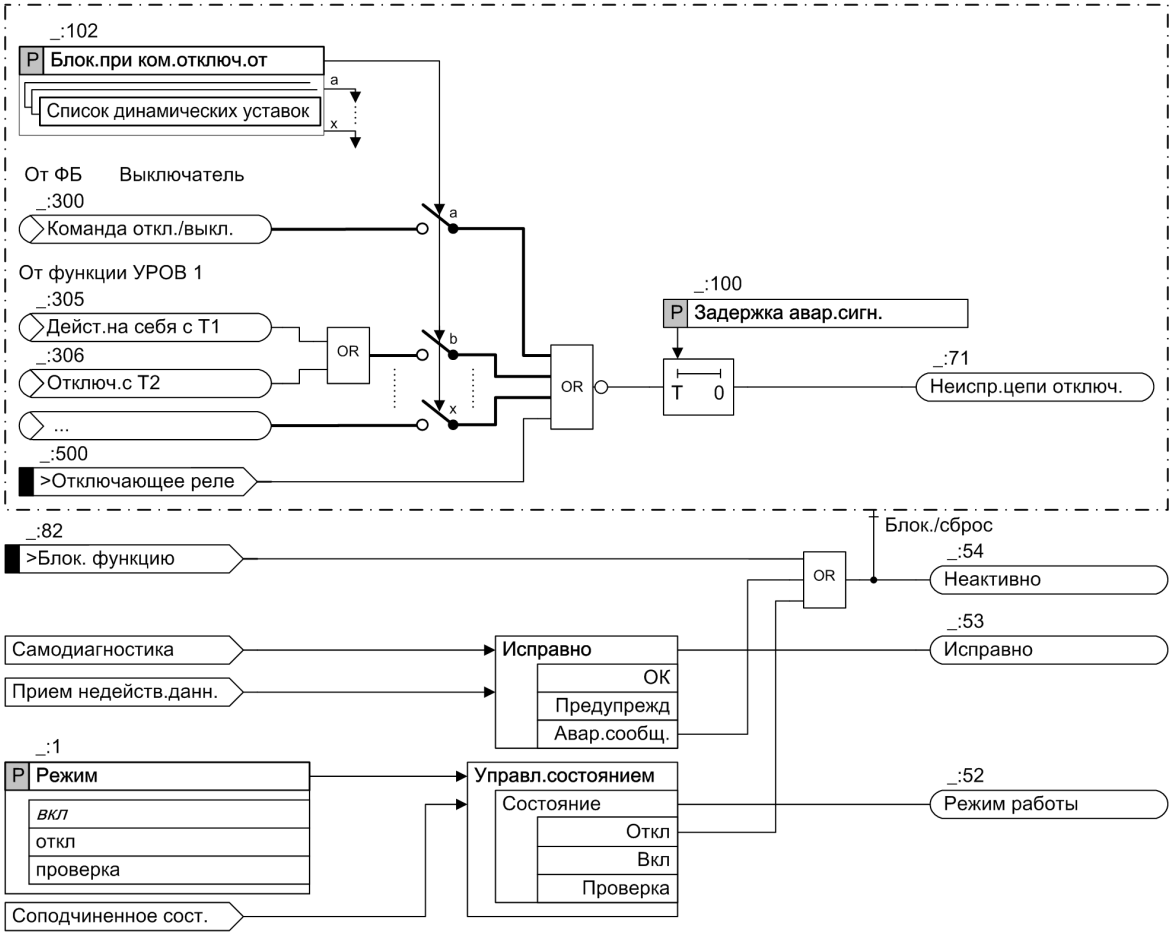
- Активируется *Команда откл./выкл.* выключателя.
- Активируется одна из команд отключения функции УРОВ.

Пока блокирована функция контроля цепи отключения, замкнутый контакт отключающего реле не вызывает сообщения о неисправности.

Если отключающие контакты другого устройства работают параллельно с цепью отключения, сообщение о неисправности необходимо отложить. Параметр **`Задержка авар.сигн.`** служит для ввода задержки времени. После устранения неисправности в цепи отключения сообщение об ошибке автоматически снимается через такое же время.

Если сигнал дискретного входа *>Отключающее реле* не подключен к дискретному входу устройства (**ранжирование информации** в DIGSI 5), появляется сообщение *Вх.сигн.не ранжир.* и функция **Контроль цепи отключения** является недействительной.

На следующем рисунке показана логическая схема контроля цепей отключения с использованием одного дискретного входа.



[lotcs1be-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-37 Логическая схема контроля цепи отключения с использованием 1 дискретного входа

Эквивалентное сопротивление R

Эквивалентное сопротивление R необходимо выбирать таким образом, чтобы ЭМО выключателя не активировался, когда выключатель отключен. Одновременно дискретный вход все же должен активироваться, когда разомкнуто отключающее реле.

Для обеспечения минимального значения напряжения срабатывания дискретного входа, $R_{макс}$ составляет:

$$R_{макс} = \left(\frac{U_{опер.} - U_{ДВх\ мин}}{I_{ДВх(выс.)}} \right) - R_{ЭМО}$$

[fofr1b02-090330-01.tif, 1, ru_RU]

Для того чтобы электромагнит отключения выключателя не находился в состоянии срабатывания, $R_{мин}$ составляет:

$$R_{мин} = R_{ЭМО} \cdot \left(\frac{U_{опер.} - U_{ЭМО(низк.макс)}}{U_{ЭМО(низк.)}} \right)$$

[fofr1b03-090330-01.tif, 1, ru_RU]

Можно вычислить оптимальное значение эквивалентного сопротивления R из 2 значений $R_{мин}$ и $R_{макс}$:

$$R = \frac{R_{макс} + R_{мин}}{2}$$

[fofr1b01-090330-01.tif, 1, ru_RU]

Мощность эквивалентного сопротивления R составляет:

$$P_R = I^2 \cdot R = \left(\frac{U_{опер.}}{R + R_{ЭМО}} \right)^2 \cdot R$$

[fofr1b04-090330-01.tif, 1, ru_RU]

8.3.13.5 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Задержка авар.сигн.

- Рекомендуемое значение уставки **(_:100) Задержка авар.сигн.** = ***2 c*** (контроль цепи отключения с двумя дискретными входами)
- Рекомендуемое значение уставки **(_:100) Задержка авар.сигн.** = ***300 c*** (контроль цепи отключения с одним дискретным входом)

Используя параметр **Задержка авар.сигн.**, можно установить время задержки для выдачи сообщения *Неиспр.цепи отключ.*.

Для **контроля цепи отключения с помощью 2 дискретных входов** , вы задаете параметр **Задержка авар.сигн.** таким образом, чтобы кратковременное переходное состояние не стало причиной активизации функции.

Для **контроля цепи отключения с 1 дискретным входом,** вы задаете параметр **Задержка авар.сигн.** так, чтобы самое продолжительное время действия команды отключения надежно перекрывалось. Этим обеспечивается срабатывание функции контроля только при реальном обрыве в цепи отключения.

Параметр: Блок.при ком.отключ.от

- Возможные уставки, в зависимости от применения

Параметр работает только с контролем цепи отключения через один дискретный вход.

Используйте параметр **Блок.при ком.отключ.от** для установки условий, при которых блокируется контроль цепи отключения. Следующие условия могут вызвать блокирование функции контроля цепи отключения:

- Активируется *Команда откл./выкл.* выключателя.
- Активируется одна из команд отключения УРОВ.
- Активируется одна из команд отключения защиты от повторного включения выключателя.

УРОВ предназначено для защиты цепи отключения, отличной от цепи местного выключателя. При использовании опций конфигурирования параметра **Блок.при ком.отключ.от** многими функциями контроля цепи отключения можно управлять параллельно. Например, функцией контроля цепи отключения, прикрепленной к местному выключателю, также можно управлять параллельно к выключателю более высокого уровня, для которого работает УРОВ.

8.3.13.6 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
74TCКтрЦОт1Вх#				
_:1	74TCКтрЦОт1Вх#:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:100	74TC КтрЦОт1Вх#:Задержка авар.сигн.		1.00 с до 600.00 с	300.00 с
_:102	74TC КтрЦОт1Вх#:Блок.при ком.отключ.от		Варианты уставок зависят от конфигурации	
74TC КтрЦО2Вх#				
_:1	74TC КтрЦО2Вх#:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:100	74TC КтрЦО2Вх#:Задержка авар.сигн.		1.00 с до 30.00 с	2.00 с

8.3.13.7 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
74TCКтрЦОт1Вх#			
_:82	74TCКтрЦОт1Вх#:>Блок. функцию	SPS	I
_:500	74TCКтрЦОт1Вх#:>Отключающее реле	SPS	I
_:54	74TCКтрЦОт1Вх#:Неактивно	SPS	O
_:52	74TCКтрЦОт1Вх#:Режим работы	ENS	O
_:53	74TCКтрЦОт1Вх#:Статус исправности	ENS	O
_:71	74TCКтрЦОт1Вх#:Неиспр.цепи отключ.	SPS	O
_:301	74TCКтрЦОт1Вх#:Вх.сигн.не ранжир.	SPS	O
74TC КтрЦО2Вх#			
_:82	74TC КтрЦО2Вх#:>Блок. функцию	SPS	I
_:500	74TC КтрЦО2Вх#:>Отключающее реле	SPS	I
_:503	74TC КтрЦО2Вх#:>Блок-контакт ВЫКЛ	SPS	I
_:54	74TC КтрЦО2Вх#:Неактивно	SPS	O
_:52	74TC КтрЦО2Вх#:Режим работы	ENS	O
_:53	74TC КтрЦО2Вх#:Статус исправности	ENS	O
_:71	74TC КтрЦО2Вх#:Неиспр.цепи отключ.	SPS	O
_:301	74TC КтрЦО2Вх#:Вх.сигн.не ранжир.	SPS	O

8.4 Контроль аппаратных средств устройства

8.4.1 Обзор

Исправное состояние аппаратных средств устройства является необходимым условием для правильного функционирования устройства. Отказ или ошибочное функционирование компонента аппаратных средств приводит к нарушению нормальной работы устройства.

Контролируются следующие модули аппаратных средств устройства:

- Базовый модуль
- Модули расширения
- Съемные модули в слотах установки модулей интерфейса

Неисправности приводят, в зависимости от типа и степени тяжести или ошибки, к следующему:

Ошибки аппаратного обеспечения, когда устройство остается в работе.

Выдается сообщение об ошибке. Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недействительные**. Таким способом затронутые функции защиты могут переключиться в безопасное состояние. Такими ошибками, например, являются:

- Отказ модуля связи (модуль x)
- Отказ модуля измерительного преобразователя (модуль x)
- Интерфейс USB
- Встроенный интерфейс Ethernet
- Стандартный блок для часов реального времени
- Аналого-цифровой преобразователь (быстрый контроль суммы токов)
- Напряжение батареи
- Неисправность или отсутствие значений компенсации (амплитуда/фаза)

Неисправности, которые могут быть частично исправлены путем перезагрузки устройства. Устройство кратковременно выводится из работы.

Такими ошибками, например, являются:

- Ошибка памяти (RAM) в базовом модуле
- Неисправность модуля
- Ошибка соединения модуля (соединение печатной платы)
- Ошибка в цепи контроля дискретного выхода
- Отключение внутреннего напряжения питания



ПРИМЕЧАНИЕ

Если ошибка не исправлена после 3 безуспешных попыток, система автоматически признает ее серьезным сбоем. Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Фатальные ошибки устройства с выходом из строя центральных компонентов: Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Такими ошибками, например, являются:

- Ошибка памяти (флэш) в базовом модуле
- Ошибка ЦП/контроллера/FPGA в базовом модуле
- Три неудачных перезагрузки подряд

Подробное описание действий при обнаружении ошибок (в форме таблицы) приводится в конце главы 8. Там же приводится перечень соответствующих мер по устранению неисправностей.

Количество рабочих часов устройства

Статистическое значение *Количество рабочих часов устройства* подсчитывает количество часов, отработанных физическим устройством. Время пуска и нахождения в режиме Fallback не учитываются.

Вы не можете сбросить или изменить эту статистическую величину.

8.4.2 Мониторинг аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов

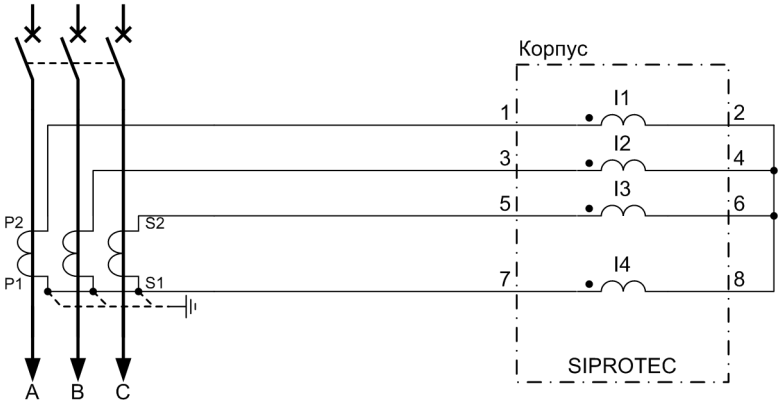
8.4.2.1 Обзор функций

Функция **Мониторинг внутренних АЦП устройства** выполняет следующие задачи:

- Мониторинг правильной работы внутренних АЦП устройства на основе суммирования всех токов в одной точке измерения вторичной цепи.
- Обнаружение неисправностей внутренних измерительных цепей устройства (например,АЦП)
- Блокировка функций защиты и управления, которые обрабатывают данные измерений от этой точки измерения тока (например, дифференциальной защиты). Это позволяет избежать излишних срабатываний устройства.

Принцип мониторинга — контроль суммы токов с подключением тока нейтрали к четвертому токовому измерительному входу. Для того, чтобы гарантировать, что даже быстродействующие отключающие ступени защитных функций могут быть заблокированы перед ошибочным пуском, быстродействующая операция измерения токов работает с мгновенными значениями.

Для **Мониторинга АЦП** к четвертому токовому измерительному входу устройства должен быть подведен ток нейтрали защищаемой линии (I_N). Сигнал на четвертый токовый измерительный вход должен заводиться через трансформатор тока в нейтрали (I_N нейтрали) (см. следующий рисунок).



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +IN

[tileite2-070211-01.tif, 3, ru_RU]

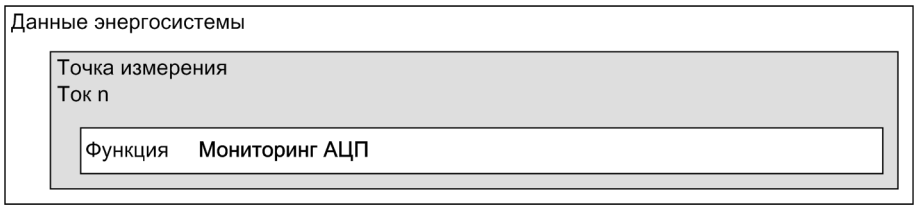
Рисунок 8-38 Подключение трехфазного трансформатора тока и измеряемого тока НП (ток в обратном проводе)

ПРИМЕЧАНИЕ

Контроль аналогового канала путем быстрого суммирования токов доступен только в том случае, если 4-й вход тока является трансформатором тока P-класса. В дереве проекта DIGSI 5, раздел **Устройство** → **Ранжирование точек измерения**, установите тип соединения ***3 фазн.тока +IN*** для текущей точки измерений.

8.4.2.2 Структура функции

Функция **Мониторинга внутренних АЦП устройства** расположена в функциональной группе **Данные энергосистемы** каждой точки измерения трехфазных токов.



[dwschstr-040211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 8-39 Структура/реализация функции

8.4.2.3 Описание функции

Повреждения в цепи ТТ обнаруживаются, если

I_F = |iA + iB + iC + iN| > **пороговое значение** + **наклон характеристики 1** •Σ| i | и

I_F > **наклон характеристики 2** • (Σ| i | - **базовая точка 2**)

Для токовых входов (iA, iB, iC и iN) устройство рассчитывает:

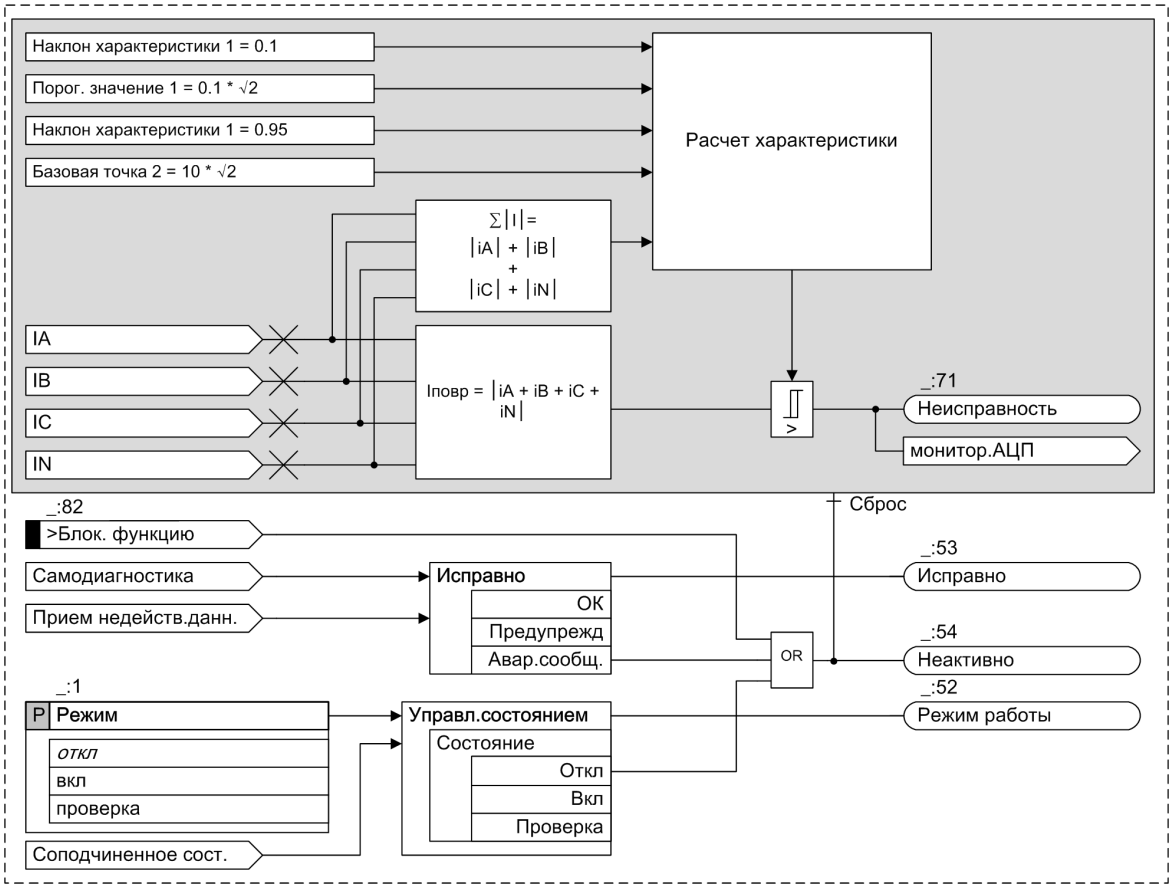
- Ток повреждения I_F = |iA + iB + iC + iN|
- Максимальный ток Σ| i | = |iA|+|iB|+|iC| + |iN|



[lokenisu-240413-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 8-40 Характеристика функции мониторинга внутренних АЦП устройства

Логика



[losumsch-240413-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 8-41 Логическая схема функции мониторинга внутренних АЦП устройства

Когда выходной сигнал **Мониторинг АЦП** активен, во избежание повреждения следующие защитные функции блокируются (см. *11.76 Контроль аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов*).

ПРИМЕЧАНИЕ

Уставки зафиксированы в устройстве и не могут быть изменены.

Нет необходимости изменять уставки в зависимости от применения.

Пороговое значение

Пороговое значение является нижней границей рабочего диапазона функции **Система контроля внутренних АЦП устройства**.

Пороговое значение имеет значение 10 % от номинального тока устройства.

Наклон характеристики 1

Компонент **наклон характеристики 1** • Σ | i | учитывает допустимые погрешности измерения тока, которые могут возникнуть в случае малых перегрузок по току.

Наклон характеристики 1 имеет фиксированное значение 0,1.

Наклон характеристики 2

Компонент **наклон характеристики 2** учитывает допустимые погрешности измерения тока, которые могут возникнуть в случае больших перегрузок по току (в случае короткого замыкания).

Наклон характеристики 2 имеет фиксированное значение 0,95. Базовая точка параметра **Наклон характеристики 2** имеет фиксированное значение 10.

8.5 Контроль прошивки устройства

Прошивка устройства определяет функциональные характеристики устройства.

Стабильную работу устройства обеспечивают следующие типы контроля:

- Контроль соответствия данных и версии
- Контроль ненарушенной последовательности действий прошивки устройства
- Контроль доступной производительности процессора

Когда вы запускаете устройство, загрузите данные через интерфейсы, и контроль прошивки устройства будет выполняться непрерывно во время работы устройства. В зависимости от типа и серьезности ошибки при ее обнаружении будут выполняться следующие действия:

Повреждения прошивки, при которых устройство продолжает работать.

Выдается сообщение об ошибке. Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недействительные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. Такими ошибками, например, являются ошибки синхронизации времени (потеря и ошибки).

Неисправности, которые могут быть частично исправлены путем перезагрузки устройства. Устройство кратковременно выводится из работы.

Такими ошибками, например, являются:

- Пуск устройства с неисправным новым набором параметров. Старый набор параметров все еще присутствует.
- Перегрузка процессора
- Ошибка программной последовательности

Неустранимая ошибка прошивки. Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Такими ошибками, например, являются:

- Пуск устройства с неисправным новым набором параметров. Пригодный для использования набор параметров отсутствует.
- Пуск устройства при ошибке версии
- Ошибка при выполнении CFC
- Три неудачных перезагрузки подряд

Подробное описание действий при обнаружении ошибок (в форме таблицы) приводится в конце главы *8.8 Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей*. Там же приводится перечень соответствующих мер по устранению неисправностей.

8.6 Контроль конфигурации аппаратных средств

Модульная концепция аппаратных средств требует соблюдения некоторых правил семейства продуктов и модульной системы. Ошибки конфигурации показывают, что сохраненная в устройстве конфигурация аппаратных средств не соответствует фактически обнаруженному аппаратному обеспечению. Необходимо выявить недопустимые компоненты и неразрешенные комбинации, а также отсутствующие сконфигурированные компоненты.

В зависимости от типа и серьезности ошибки при ее обнаружении будут выполняться следующие действия: Идентифицированные ошибки конфигурации аппаратных средств соотносятся с тяжестью дефекта следующим образом:

Ошибки конфигурации, при которых устройство продолжает работать.

Выдается сообщение о повреждении. Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недействительные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. Такими ошибками, например, являются ошибки конфигурации преобразователя IE (потеря и ошибки)

Неустранимая ошибка конфигурации: Устройство окончательно переходит из рабочего в безопасное состояние (аварийный режим).

Такими ошибками, например, являются:

- Отсутствующий модуль аппаратных средств (модуль x)
- Неисправность модуля аппаратных средств (модуль x)
- Ошибочная комбинация аппаратных средств
- Неисправность сменного модуля (модуль x)

Подробное описание действий при обнаружении ошибок (в форме таблицы) приводится в конце главы 8. Там же приводится перечень соответствующих мер по устранению неисправностей. Ошибки конфигурации можно устранить путем еще одной синхронизации с DIGSI.

8.7 Контроль коммуникационных соединений

Устройства SIPROTEC 5 предлагают широкие возможности коммуникации через фиксированный и опциональный интерфейсы. Помимо аппаратного контроля подключаемых модулей связи, передаваемые данные должны быть проверены с точки зрения их совместимости, неисправности или сбоя.

Контроль

При контроле коммуникационных соединений каждый коммуникационный порт контролируется выборочно.

- Неисправности обнаруживаются и фиксируются в журнале рабочих сообщений. Устройство остается в рабочем состоянии!
- Каждый порт дополнительно оборудован отдельным журналом связи, с помощью которого отображаются неисправности (например, коэффициент ошибок).

Маркировка ошибочных сигналов/данных

Сигналы/данные, на которые повлияла неисправность, маркируются как **недействительные**. Таким способом затронутые функции защиты могут перейти в безопасное состояние. В нескольких следующих примерах указаны:

- сигналы GOOSE можно автоматически задать равными значениям по умолчанию в случае нарушения связи МЭК 61850.
- Неисправные интерфейсы защиты устанавливают статус для векторных значений, аналоговых измеряемых величин и дискретной информации как **недействительный** (например, для дифференциальной защиты). В случае неисправности трассировки дискретного сигнала могут быть установлены на определенные значения.
- Ошибочные сигналы синхронизации времени могут привести к автоматическому изменению источника синхронизации времени.

Как правило, неисправности связи устраняются путем проверки внешних подключений или путем замены неисправных модулей связи. В следующих главах вплоть до *8.8.4 Тяжесть дефекта 3* можно найти подробное описание в табличном виде необходимых действий при возникновении ошибки. Также здесь можно найти и соответствующие меры по устранению неисправностей.

8.8 Реакция на ошибки и меры по устранению неисправностей

8.8.1 Обзор

Когда возникают ошибки устройства, и происходит пуск соответствующих функций контроля, устройство отображает это и оповещает сообщением. Ошибки устройства могут приводить к искажению данных и сигналов. Такие данные и сигналы маркируются и обозначаются меткой **недействительный**, чтобы затронутые функции автоматически перешли в безопасное состояние. Пуск функций контроля ведет к определенным действиям при обнаружении ошибок.

Как ошибки устройств становятся заметными

В случае ошибки устройства пускаются функции контроля устройства. Устройство реагирует в соответствии с типом и серьезностью ошибки. Чтобы сообщить об ошибке, функции контроля используют выходы устройства и сообщения.

Светодиод RUN (зеленый)	Присутствует внешнее напряжение питания. Устройство готово к работе.
Светодиод ERROR (красный)	Устройство не готово к работе. Контакт готовности устройства разомкнут.
Контакт готовности устройства	Сообщает о готовности устройства, которая наступает после успешного запуска устройства.
Групповое предупредительное сообщение *Групповое предупреждение*	Устройство остается в рабочем состоянии и выдает сигналы об ошибке через ранжированный светодиод и журнал.
Журнал событий устройства	Сообщения о причинах дефектов и мероприятиях по исправлению ситуации

Определение причин дефектов и мер по исправлению ситуации

Чтобы определить причину дефекта и соответствующую меру исправления, выполните пошаговую инструкцию.

Шаг 1: Пуск функций контроля во всех случаях ведет к одной из следующих степеней тяжести дефекта.

- **Тяжесть дефекта 1:**
  Сообщается внутренняя или внешняя ошибка устройства. Устройство продолжает работать
- **Тяжесть дефекта 2:**
  Серьезная неисправность устройства, устройство перезагружается (сбрасывается), чтобы устранить причину неисправности.
- **Тяжесть дефекта 3:**
  Серьезная неисправность устройства, устройство переходит в безопасное состояние (режим устранения неисправности), поскольку устранение неисправности путем перезагрузки невозможно. В аварийном режиме функции защиты и автоматики не активны. Устройство не работает.
- **Тяжесть дефекта 4:**
  Серьезная внешняя неисправность устройства, устройство включает защиту и автоматические функции в неактивный режим для безопасности, но остается в рабочем состоянии. Как правило, пользователь может самостоятельно устранить повреждение.

Шаг 2: В следующих главах для каждой сложности дефекта приводятся подробные таблицы с информацией о причинах дефектов, действиях при обнаружении ошибок и мер по исправлению ситуации.

Таблица 8-2 Действия при обнаружении ошибок

	Групповое п редупредительное сообщени	Сообщение в журнале рабочих сообщений	Сообщение в журнале диагностики устройства	Сообщение контакта готовности устройства	Все функции защиты и автоматики Выводятся из работы	Перезапуск устройства (сброс)	Режим устранения неисправности
Тяжесть дефекта 1	x	x	x	–	–	–	–
Тяжесть дефекта 2	–	–	x	x	Во время запуска устрой-ства	x	–
Тяжесть дефекта 3	–	–	x	x	x	–	x
Тяжесть дефекта 4	–	x	–	x	x	–	–

8.8.2 Тяжесть дефекта 1

Тяжесть дефектов 1 уровня позволяет продолжать безопасную работу устройства. При повреждениях уровня тяжести дефекта 1 выдается сообщение. Устройство остается в рабочем состоянии.

При запуске функций контроля поврежденные данные и сигналы маркируются как **недействительные**. Таким образом, затронутые функции могут перейти в безопасное состояние. Решение о блокировке функции принимается в самой функции. Дополнительные сведения см. в описаниях функций.

Контакт исправности	Остается замкнутым
Красный светодиод ошибки	Не горит

Журнал

Для каждой неисправности устройства выводится соответствующее сообщение функций контроля. Устройство записывает эти сообщения с указанием реального времени в рабочий журнал. Таким образом, они доступны для последующего анализа. Если функции диагностики коммуникационных интерфейсов связи обнаруживают неисправность, сообщение фиксируется в отдельном журнале связи, доступном для каждого порта. Здесь доступны расширенные диагностические сообщения и измеряемые величины. В журнале диагностики устройства содержится расширенное описание неисправностей. Тут же даются рекомендации по соответствующим методам устранения каждой обнаруженной ошибки устройства.

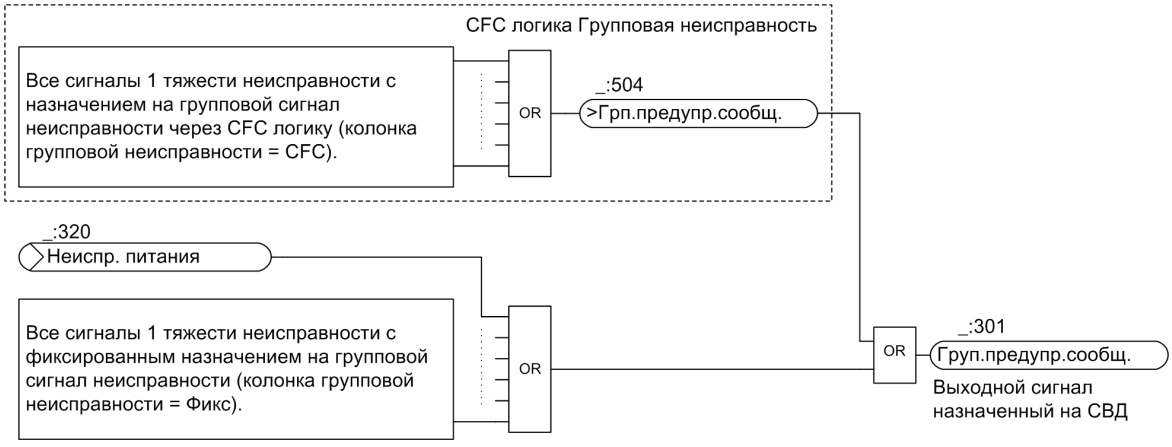
Дополнительную информацию о работе с журналами можно найти в главе *3.1 Сообщения*.

Групповое предупредительное сообщение

По умолчанию все сигналы 1 тяжести неисправности ранжированы на сигнал (_:301) **Груп.предупр.сообщ.**. Таким образом, можно обнаружить неисправность устройства с помощью только одного показателя. Большинство сообщений функций контроля постоянно подключено к параметру **Груп.предупр.сообщ.** (столбец **Групповое предупредительное сообщение** = фиксированное). Однако, некоторые сообщения функций ранжируются гибко на **Груп.предупр.сообщ.** через соединение со схемой CFC (столбец **Групповое предупредительное сообщение** = CFC). При необходимости можно снова удалить из группового сообщения ранжирование через схему CFC.

По умолчанию параметр **Груп.предупр.сообщ.** ранжирован на светодиод.

Связь показана на следующей логической схеме.



[lo_warning_indication, 1, ru_RU]

Рисунок 8-42 Формирование группового предупредительного сообщения

Обзор ошибок

Сообщение		Тип	Групповое предупредительное сообщение	Пояснения
Общее:				
	(_:53) **Статус исправности**	ENS	CFC	Если параметр **Статус исправности** отдельного функционального блока, например ступени защиты или отдельной функции, переходит в состояние *Предупредительный сигнал* или *Аварийный сигнал*, то такое состояние обрабатывается в связанной функциональной группе до общего группового сообщения **Статус исправности** (_:53). Проверьте в журнале рабочих сообщений, какая функция или функциональный блок выдали ошибку. В описании связанной функции есть дополнительная информация о том, почему может измениться исправное состояние функции или функционального блока.
	(_:53) **Статус исправности** = ***Предупредительный сигнал***	SPS		
	(_:53) **Статус исправности** = ***Аварийный сигнал***	SPS		
Устройство:				

Сообщение		Тип	Групповое предупредительное сообщение	Пояснения
	(_:320) **Неиспр. питания**	SPS	Фиксированное	Неисправность источника оперативного питания: Проверить внешний источник питания
	(_:305) **Неиспр.батареи**	SPS		Неисправность батареи: Заменить батарею устройства Во избежание потери данных Siemens рекомендует заменять аккумулятор устройства, когда напряжение питания устройства включено.
	(_:312) **Ошибка компенсации** x	ENS		Калибровочная ошибка в модуле x: Обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество:** Величины измерения маркируются атрибутом достоверности *сомнительно* (величина измерения отображается со значком ≈).
	(_:314) **Ошибка смещения** x	ENS		Ошибка смещения на модуле x: Если это сообщение сохраняется после запуска устройства, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество:** Величины измерения маркируются атрибутом достоверности *сомнительно* (величина измерения отображается со значком ≈).
	(_:306) **Неисправность часов**	SPS		Неисправность внутреннего времени • Сначала проверьте уставки времени. • Затем замените батарею устройства • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество:** Внутренний таймер маркируется атрибутом достоверности *Ошибка таймера*.
	(_:319) **Ошибка памяти**	SPS		Ошибка контрольной суммы (CRC) в контролируемой области памяти устройства
	Ошибка измерительного преобразователя (x)	ENS		Ошибка AO на модуле датчика измерения по положению подключенного модуля E/F/M/N/P: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
Обработка аварийных сигналов:				
	(_:504) **>Грп.предупр.сообщ.**	SPS	Фиксированное	Входной сигнал для генерирования группового предупредительного сообщения, определяемого пользователем
Синхронизация времени:				

Сообщение		Тип	Групповое предупредительное сообщение	Пояснения
	(_:305) **Ош.синхр.врем.**	SPS	Фиксированное	Ошибка синхронизации времени, главное синхронизирующее устройство не исправно: • Сначала проверить внешний источник времени • Проверить внешние соединения. • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество:** Внутренний таймер маркируется атрибутом достоверности *Таймер не синхронизирован*.
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф:контрол. бал. I (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Неисправность симметрии тока (см. главу *8.3.10.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф:контрол.посл.ф.I: (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Неисправность контроля чередования фаз тока (см. главу *8.3.12.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф:контрол.сум.I (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Неисправность суммы токов (см. главу *8.3.11.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения I 3ф:контрол. АЦП сум.I: (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Ошибка быстрой суммы токов (см. главу *8.4.2.1 Обзор функций*) Сообщение о состоянии указывает на неисправность АЦП измерительного входа. • Проверить внешнюю проводку. • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Качество:** Управляемые по внутренним каналам измеряемые значения тока маркируются атрибутом достоверности *не достоверно*. **Блокировка:** Заблокированы защитные функции на основе измерений тока.
Данные энергосистемы:Точка измерения U 3ф: Автомат TH: (_:500) **>Открыт**		SPS	CFC	Автомат трансформатора напряжения отключен. **Блокировка:** Соответствующие функции блокируются в обязательном порядке , либо они могут индивидуально блокироваться пользователем.
Данные энергосистемы:Точка измерения U 3ф: Контроль. бал. U: (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Неисправность симметрии напряжения (см. главу *8.3.5.1 Обзор функций*)

Сообщение		Тип	Групповое предупредительное сообщение	Пояснения
Данные энергосистемы:Точка измерения U 3ф: Контроль. послед.фаз. U: (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Неисправность чередования фазы напряжения (см. главу *8.3.7.1 Обзор функций*)
Данные энергосистемы:Точка измерения U 3ф: Контроль суммы U: (_:71) **Неисправность**		SPS	CFC	Неисправность суммы напряжения (см. главу *8.3.6.1 Обзор функций*)
Обм. данн. между 2 устр. защ.: Интерфейс защиты #:				Ошибка подключения интерфейса данных защиты: • Проверить соединения и внешнюю инфраструктуру связи. • Если повреждение не устранено, обратитесь в Центр сервисной поддержки. **Переданные сигналы**: Ошибочные или неполученные телеграммы обнаруживаются на приемном конце и не учитываются. Они не приводят к ошибкам приложений. Настроенные дискретные сигналы сбрасываются через некоторое задаваемое время.
	(_:303) **Обрыв соединения**	SPS	CFC [36]	
	(_:316) **Част.ош./мин превыш.**	SPS		
	(_:317) **Част.ош./час превыш.**	SPS		
	(_:318) **Превыш.выд.времени**	SPS		
	(_:320) **Выд.врем., скачок**	SPS		
Двигатель: Обнаружено сообщ.неиспр.напр. (_:300) **Неисправность**		SPS	CFC	Обнаружение неисправности цепей напряжения: Проверить внешнюю проводку. **Блокировка:** Соответствующие функции блокируются в обязательном порядке (например, функция дистанционной защиты), либо они могут индивидуально блокироваться пользователем.

8.8.3 Тяжесть дефекта 2

Неисправности 2 уровня являются критическими неисправностями устройства, ведущими к немедленному перезапуску устройства (перезагрузка).

Это происходит, если данные устройства повреждены (например, память ОЗУ), если перезагрузка помешает восстановлению целостности данных. Устройство кратковременно выходит из рабочего режима, сбой устраняется.

Контакт готовности устройства	Размыкается во время перезапуска.
Красный светодиод ошибки	Загорается во время перезапуска.

36 Сообщения не маршрутизируются в схеме CFC. Пользователь должен добавить сообщения в схему CFC!

ПРИМЕЧАНИЕ

Если неисправность 2 уровня не была устранена после 3 безуспешных попыток перезапуска (перезагрузки), неисправности автоматически присваивается 3 уровень. Устройство автоматически перейдет в аварийный режим.

Журнал

Для каждой ошибки устройства с последующим перезапуском (перезагрузкой) в журнале рабочих сообщений предусматривается фиксация события только перезапуска. Текущее сообщение для контроля вводится в журнал диагностики устройства во время обнаружения неисправности до перезапуска. Эти указания записаны с меткой реального времени и доступны для последующего анализа. В журнале диагностики устройства содержится расширенное описание неисправностей. Тут же даются рекомендации по соответствующим методам устранения каждой обнаруженной ошибки устройства.

Дополнительную информацию о работе с журналами можно найти в главе 3.

Обзор ошибок

Номер	Журнал диагностики устройства
826	Неисправность процессора базового модуля: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.
830	Неисправность оборудования FPGA базового модуля: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
834	Ошибка памяти (кратковременная): Инициирована перезагрузка.
3823	Сбой выполнения программы: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.
826	Перегрузка ЦП: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.
Разное	Внутренняя ошибка прошивки: При многократном повторении неисправности обратитесь в Центр сервисной поддержки.

8.8.4 Тяжесть дефекта 3

Повреждения, которые относятся к тяжести дефекта 3, являются неустранимыми повреждениями устройства, в результате которых устройство немедленно переходит в аварийный режим. Сигнал *(_:301) Состояние устройства* переходит в состояние ***Аварийный*** сигнал. Состояние ***Предупредительный сигнал*** для этого сигнала не поддерживается.

Неустранимые ошибки устройства – это ошибки, которые не могут быть исправлены при перезапуске устройства. В этом случае обращайтесь в Центр сервисной поддержки Siemens. Устройство безвозвратно выходит из работы, ложная работа исключается. В аварийном режиме возможен минимальный набор действий через панель оператора и DIGSI. Так, например, можно считывать информацию журнала диагностики устройства.

Контакт готовности устройства	В аварийном режиме размыкается
Красный светодиод ошибки	В аварийном режиме загорается

Журнал

Записи сообщений от функций мониторинга и от сигнала *(_:301) Состояние устройства* о каждой ошибке, которая приводит к немедленному переходу устройства в аварийный режим, в журнал рабочих сообщений невозможны. Фактические сообщения функций мониторинга заносятся в журнал рабочих сообщений в момент обнаружения повреждения, т.е. до перехода в аварийный режим. Эти указания записаны с меткой реального времени и доступны для последующего анализа. В журнале диагностики устройства содержится расширенное описание неисправностей. Там же даются рекомендации по соответствующим методам устранения каждой обнаруженной ошибки устройства.

Дополнительную информацию о работе с журналами можно найти в главе 3.

Обзор ошибок

Номер	Журнал диагностики устройства
2822	Ошибка памяти (постоянная) Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
4727, 5018-5028	Аппаратная ошибка модуля 1-12: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
4729	Ошибка шины устройства (повторяющаяся): • Проверьте конфигурацию и подключения модуля. • Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
4733	Неправильная конфигурация аппаратных средств: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.
5037-5048	Обнаружен неправильный модуль 1-12: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.
5031-5035	Обнаружена ошибка сменного модуля в позиции сменного модуля E/F/M/N/P: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.
	Ошибка конфигурации применения: Ищите причину в журнале рабочих сообщений и загрузите в устройство правильную конфигурацию.
3640, 4514	Ошибка структуры данных: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
956	Ошибка версии прошивки: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
2013, 2025	Ошибка подписи: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
	Ошибка логики CFC: Проверьте логические схемы CFC в DIGSI для обнаружения причин ошибки.
5050-5061	Неисправность дискретного выхода модуля 1-12: Обратитесь в Центр сервисной поддержки.
5088, 5089	Обнаружена ошибка: создана ошибочная конфигурация дисплея: Синхронизируйте конфигурацию аппаратных средств устройства с DIGSI.

8.8.5 Тяжесть дефекта 4 (Групповой аварийный сигнал)

Ошибки с тяжестью дефекта 4 не являются неисправностью устройства в классическом смысле. Эти ошибки не влияют на аппаратное обеспечение устройства, они не обнаруживаются и не регистрируются внутренними функциями контроля устройства. Состояние тяжести дефекта 4 - групповой аварийный сигнал - задается пользователем с помощью дискретного входного сигнала *(_:503) >Групповой аварийный сигнал*. Если дискретный входной сигнал сброшен, то устройство больше не находится в состоянии *Групповой аварийный сигнал* и все функции возвращаются в нормальное рабочее состояние.

Если генерируется групповой аварийный сигнал, то устройство реагирует следующим образом:

- Генерируется групповое сообщение *(_:300) Групповой аварийный сигнал* и регистрируется в журнале рабочих сообщений.
- Контакт готовности устройства размыкается.
- Загорается красный светодиод ошибки.
- Все функции защиты и автоматики заблокированы.
- Устройство остается в рабочем состоянии, не выполняет никакого перезапуска (сброса) и не переключается в безопасное состояние (режим устранения неисправности).
- Управляемые по внутренним каналам сигналы маркируются атрибутом достоверности ***недействительно***. К сигналам, управляемым изнутри, относятся, например, измеренные значения, сигналы дискретных входов/выходов, сигналы GOOSE и языка программирования CFC.

По умолчанию каждое устройство имеет схему CFC **Режим обработки неактивен**, которая инициирует групповой аварийный сигнал (см. главу *8.9 Групповые сообщения*).

Контакт готовности устройства	Размыкается в случае группового аварийного сигнала
Красный светодиод ошибки	Включается в случае группового аварийного сигнала

Журнал

Групповое сообщение *(_:300) Групповой аварийный сигнал* регистрируется в журнале рабочих сообщений. Дополнительную информацию, в зависимости от причины инициирования, можно найти в журнале рабочих сообщений.

Дополнительную информацию о работе с журналами можно найти в главе 3.

8.9 Групповые сообщения

Доступны следующие групповые сообщения:

- *(_:300) Групп.сообщение*
- *(_:301) Груп.предупр.сообщ.*
- *(_:302) Групп.индикация*

Сигналы содержатся в структуре проекта DIGSI 5 **Название устройства** → **Ранжирование сообщений**. В рабочей области можно найти сигналы **Обработка аварийных сообщений** (см. следующий рисунок).

Информация			Источник		
			Дискретный вход		
			Базовый модуль		
Сигналы	Номер	Тип	1.1	1.2	1.3
(Все...)	(Все...)	...	...	...	(...
Общие данные	91				
Устройство	4171				
Обр.ав.сообщ.	5971				
>Групп.авар.сообщ.	5971.503	SPS			
>Грп.предупр.сообщ.	5971.504	SPS			
>Групп.индикация	5971.505	SPS			
Режим работы	5971.52	ENS			
Исправно	5971.53	ENS			
Групп.сообщение	5971.300	SPS			
Груп.предупр.сообщ.	5971.301	SPS			
Групп.индикация	5971.302	SPS			

[scgrwarn-010313-01, 1, ru_RU]

Рисунок 8-43 Групповое сообщение мониторинга в матрице ранжирования сообщений DIGSI 5

Работа с групповыми аварийными сообщениями

Сообщение *(_:300) Групп.сообщение* является групповым сообщением для мониторинга тяжести дефекта 4. Эта функция мониторинга имеет особое назначение, поскольку она определяется пользователем, в частности, дискретным входным сигналом, а не внутренним контролем устройства. Тем не менее, устройство демонстрирует серьезную тяжесть дефекта, например, блокировку всех функций защиты и автоматики (см. главу *8.8.5 Тяжесть дефекта 4 (Групповой аварийный сигнал)*).

Если настроен дискретный входной сигнал *(_:503) >Групп.авар.сообщ.*, то становится активным групповое сообщение *(_:300) Групп.сообщение* . Если дискретный входной сигнал *(_:503) >Групп.авар.сообщ.* сброшен, то сигнал *(_:300) Групп.сообщение* тоже будет сброшен, и устройство возвращается в нормальное рабочее состояние.

По умолчанию каждое устройство имеет схему CFC **Режим обработки неактивен**, которая инициирует *>Групп.авар.сообщ.*. Эта схема CFC проверяет, не находится ли устройство в режиме моделирования или ввода в эксплуатацию.

При необходимости схему CFC можно настроить. Схема CFC содержится в структуре проекта DIGSI 5 **Название устройства** → **Схемы**.

Предупредительный сигнал работы с групповыми аварийными сообщениями

Сообщение *(_:301) Груп.предупр.сообщ.* является групповым сообщением для мониторинга тяжести дефекта 1. Некоторые сообщения об ошибках тяжести дефекта 1 постоянно связаны с сигналом *(_:301) Груп.предупр.сообщ.*, другие гибко подключаются через схему CFC по умолчанию. Это распределение описано в главе *8.8.2 Тяжесть дефекта 1*.

По умолчанию каждое устройство имеет схему CFC **Групповое предупредительное сообщение**, которая инициирует *Груп.предупр.сообщ.*.

При необходимости схему CFC можно настроить. Схема CFC содержится в структуре проекта DIGSI 5 **Название устройства** → **Схемы**.

Групповое предупредительное сообщение *(_:301) Груп.предупр.сообщ.* ранжировано на светодиоде базового модуля.

Сообщение о работе с групповыми аварийными сообщениями

Сообщение *Групп.индикация* предназначено исключительно для пользовательских целей. Внутренняя функция контроля устройства для активации этого сообщения отсутствует. Если установлен дискретный входной сигнал *(_:505) >Групп.индикация*, то сообщение *(_:302) Групп.индикация* становится активным и регистрируется в журнале рабочих сообщений. По умолчанию дальнейшая реакция устройства отсутствует. Если дискретный входной сигнал сброшен, то сообщение *(_:302) Групп.индикация* тоже будет сброшено. Используя схему CFC, можно определить, когда необходимо установить дискретный входной сигнал *(_:505) >Групп.индикация*.

9 Измеряемые величины, величины энергии и контроль первичной системы

9.1	Обзор функций	1696
9.2	Структура функции	1697
9.3	Рабочие измеряемые величины	1698
9.4	Основная гармоника и симметричные составляющие	1699
9.5	PMU (Блок векторных измерений)	1700
9.6	Средние значения	1721
9.7	Минимальные/максимальные значения	1724
9.8	Величины энергии	1726
9.9	Определяемые пользователем вычисленные величины	1729
9.10	Статистические величины первичной системы	1733
9.11	Измерительные преобразователи	1734
9.12	Мониторинг износа выключателей	1741

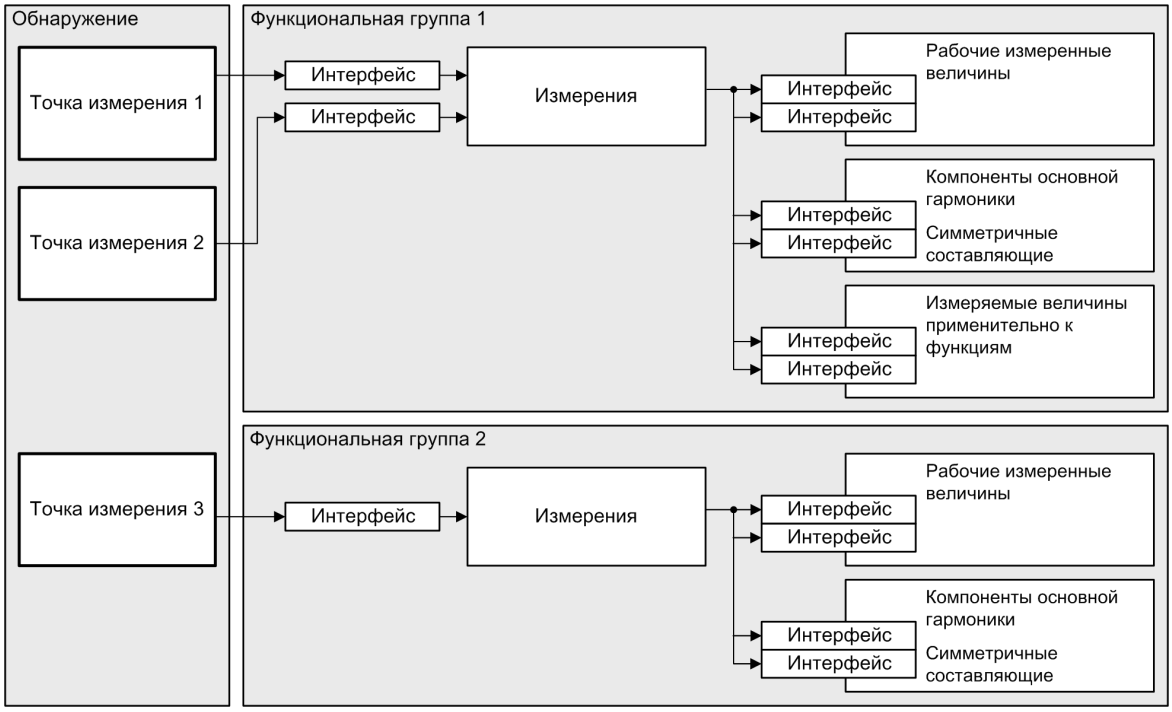
9.1 Обзор функций

Измеренные величины регистрируются в точках измерения и передаются в функциональные группы.

В функциональных группах далее вычисляются другие величины из этих измеренных величин, которые необходимы для функций этой функциональной группы. Вот так, например, вычисляется электрическая мощность из измеренных величин напряжения и тока.

Измерительные преобразователи являются исключением, поскольку они сами уже формируют различные расчетные параметры из аналоговых входов тока и напряжения.

Подробное описание сбора и обработки технологических данных можно найти в главе *2.1 Реализация функций в устройствах*.



[dwomverf-010212-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-1 Структура получения и обработки измеренных величин

Для отображения на экране измеренные величины устройства SIPROTEC 5 объединяются в следующие группы:

- Рабочие измеряемые величины
- Основная гармоника и симметричные составляющие
- Специализированные измеряемые величины для функций
- Минимальные величины, максимальные величины, средние величины
- Рассчитанные величины энергии
- Измеряемые и рассчитанные величины, указанные пользователем
- Статистические величины

9.2 Структура функции

В зависимости от соединений функциональных групп, они могут содержать разные группы измеряемых величин. Стандартная функциональная группа показана ниже.

Функциональная группа Выключатель

Функциональная группа **Выключатель** может содержать следующие измеренные значения:



[dwomvls1-250211-01.tif, 1, ru_RU]

Инверсия измеренных и статистических величин, связанных с выводом

Рассчитанные направленные величины в рабочих измеряемых величинах (мощность, коэффициент мощности, энергия, а также минимальные, максимальные и средние величины, основанные на них) обычно определяются как положительные в направлении защищаемого объекта. Для расчета этих величин необходимо правильно задать полярность соединения для используемых точек измерения (сравните параметр **`(_:8881:116) Общ.тчк.ТТв объект`** 3-фазного тока в точке измерения). Однако можно задать "прямое" направление для функций защиты и положительное направление для мощностей и т. д. или настроить параметры так, чтобы величина активной мощности (из линии на шину) отображалась положительно. Для этого задайте значение параметра **`Знак P, Q`** в затронутых функциональных группах как ***`инвертировано`***. При использовании параметра ***`не инвертировано`*** (уставка по умолчанию) положительное направление питания и т.д., соответствует направлению «вперед» для функций защиты.

Подробное описание указанных величин можно найти в разделах *9.3 Рабочие измеряемые величины* - *9.10 Статистические величины первичной системы*.

9.3 Рабочие измеряемые величины

Рабочие измеряемые величины назначаются для разных функциональных групп.

Величины можно отобразить как первичные или вторичные, так и в процентах.

Рабочие измеряемые величины вычисляются согласно следующим выражениям:

Среднеквадратичные величины

$$X = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t}^{t+T} x^2(t)dt}$$

Активная мощность

$$P = \int_{t}^{t+T} u(t)\,i(t)\,dt$$

Полная мощность

$$S = \sqrt{3} * U * I$$

Реактивная мощность

$$Q = \sum_{n} U_n \cdot I_n \cdot \sin(\varphi_n)$$

n Порядок гармоники

φ_n Разность углов между напряжением и током n-й гармоники

Коэффициент модуля мощности

$$\lambda = \frac{|P|}{S}$$

Коэффициент мощности

$$\cos\varphi = \frac{P}{S}$$



ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **Знак P, Q** в функциональном блоке **Общие** соответствующей функциональной группы можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы:

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Активная мощность (фазоселективная): P_A, P_B, P_C
- Реактивная мощность (полная): Qсумм
- Реактивная мощность (фазоселективная): Q_A, Q_B и Q_C

9.4 Основная гармоника и симметричные составляющие

Основные гармоники вычисляются из постоянных значений с частотным отслеживанием через фильтр Фурье (интервал интегрирования: один период). Результатами являются векторные величины, которые описываются с помощью амплитуды и фазного угла.

В соответствии с матрицей преобразования, симметричные составляющие вычисляются из векторов тока и напряжения. Они также являются векторными величинами.

Составляющие основной гармоники

Таблица 9-1 Составляющие основной гармоники

Значения		Первичные	Вторичные величины	Фазный угол	% относительно
$\underline{U}_A$, $\underline{U}_B$, $\underline{U}_C$	Напряжения между фазой и землей	кВ	В	°	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
$\underline{U}_N$	Измеренное напряжение смещения нейтрали	кВ	В	°	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
$\underline{U}_{12}$, $\underline{U}_{23}$, $\underline{U}_{31}$	Линейное (междуфазное) напряжение	кВ	В	°	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах
$\underline{I}_A$, $\underline{I}_B$, $\underline{I}_C$	Фазные токи	A	A	°	Номинальный первичный рабочий ток
$\underline{I}_N$	Ток нейтраль-фаза	A	A	°	Номинальный первичный рабочий ток

Симметричные составляющие

Таблица 9-2 Симметричные составляющие

Значения		Первичные	Вторичные величины	Фазный угол	% относительно
$\underline{U}_0$	Составляющая напряжения нулевой последовательности	кВ	В	°	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
$\underline{U}_1$	Составляющая напряжения прямой последовательности	кВ	В	°	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
$\underline{U}_2$	Составляющая напряжения обратной последовательности	кВ	В	°	Номинальное рабочее напряжение в первичных величинах/ √3
$\underline{I}_0$	Составляющая тока нулевой последовательности	A	A	°	Номинальный первичный рабочий ток
$\underline{I}_1$	Составляющая тока прямой последовательности	A	A	°	Номинальный первичный рабочий ток
$\underline{I}_2$	Составляющая тока обратной последовательности	A	A	°	Номинальный первичный рабочий ток

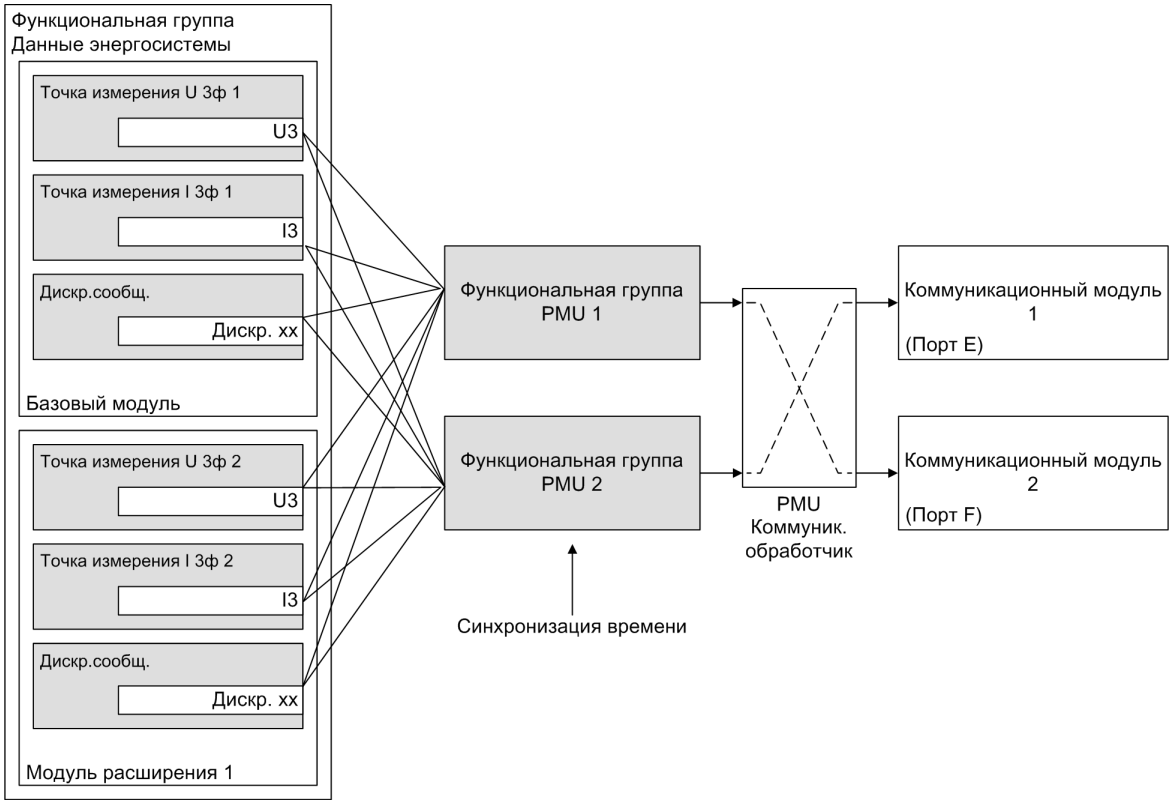
9.5 PMU (Блок векторных измерений)

9.5.1 Обзор функций

Блок измерения параметров векторов (PMU) измеряет векторные величины тока и напряжения. Эти значения получают высокоточную метку времени и вместе с величинами частоты сети, скорости ее изменения и дополнительными дискретными данными, также снабженными меткой времени, передаются на центральную станцию анализа данных. Для этого используется стандартизованный протокол передачи данных IEEEC 37.118.

9.5.2 Структура функциональной группы

Функциональная группа **PMU** активируется при выборе протокола *IEEE C37.118PMU* на модуле Ethernet (электрическом или оптическом). PMU получает измеренные величины из точек измерения, а точное время — от функции синхронизации времени. На основании этих данных формируются синхронные векторы тока и напряжения, которые вместе с дополнительными величинами передаются через коммуникационный модуль на сервер (PDC, концентратор векторных данных).



[dwstrpmu-250613-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 9-2 Структура/реализация функции

9.5.3 Описание функции

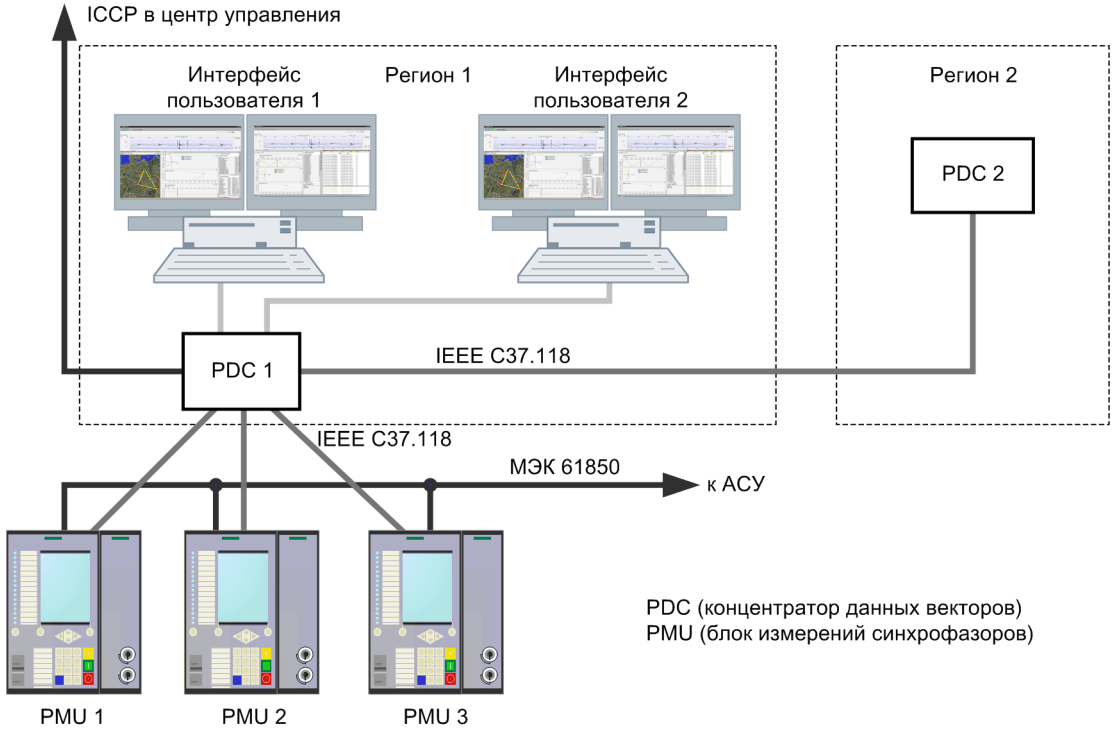
Синхронные векторы, передаваемые из **PMU** в непрерывном потоке данных на PDC, имеют метки времени и, следовательно, могут сравниваться с измеренными величинами других PMU. Частота сети, скорость ее изменения и дополнительные дискретные данные также передаются в виде величин измерения с меткой времени. Таким образом, вы получаете общие сведения о переходных процессах в распределенной системе передачи электроэнергии, таких как колебания параметров сети и процессы восстановления.

Следующая таблица показывает различия между измеренными величинами PMU и измеренными величинами устройства.

Таблица 9-3 Сравнение обычных измеренных величин с параметрами синхронных векторов.

Синхронные векторы PMU	**Измеренные величины из точек измерения**
Постоянное обновление (величины измерения тока) с частотой, например, 10 значений в секунду (скорость передачи отчетов)	Медленное обновление (обычно каждые 5 секунд)
Каждая измеренная величина имеет метку времени.	Измеренные величины без метки времени
Векторные величины тока и напряжения (амплитуда и фаза)	Действующие величины без фазного угла

Следующий рисунок показывает структуру такой распределенной системы мониторинга. Данные, получаемые PDC от PMU, передаются в центр управления сетью по протоколу ICCP, соответствующему стандарту DIN EN 60870-6.



[dwstrwam-120124-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-3 Структура системы мониторинга переходных режимов (СМПР) с регистраторами векторных параметров (синхрофазорами)

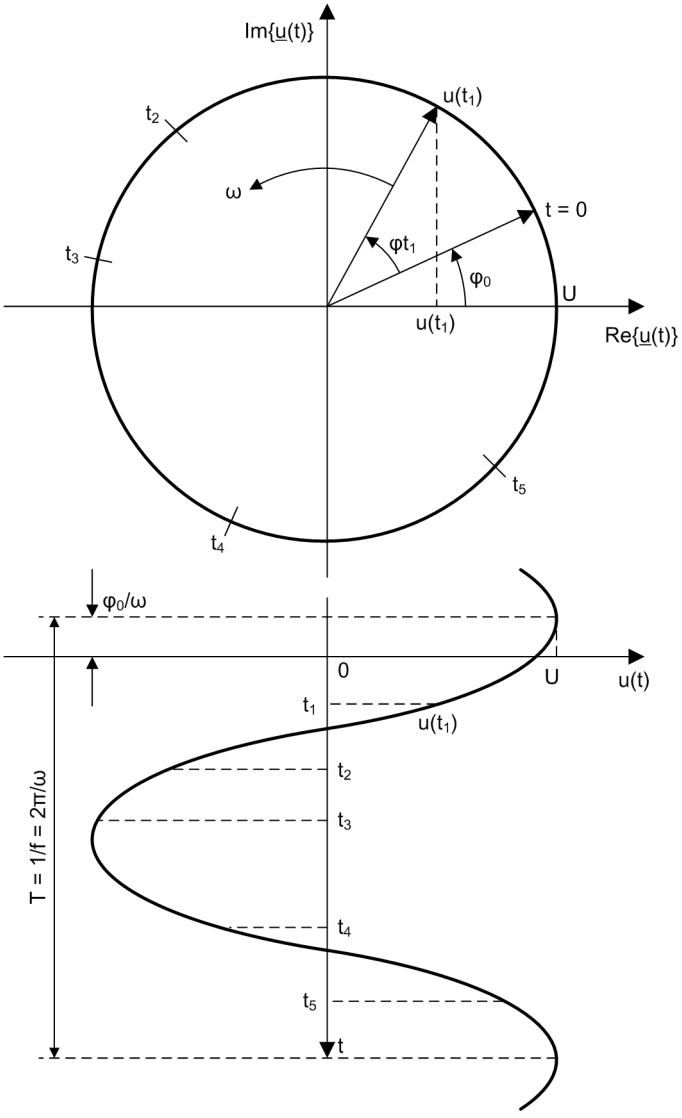
Каждое устройство PMU оснащено двумя коммуникационными интерфейсами: модуль Ethernet для обмена информацией о синхронных векторах по IEEE C37.118 и еще один модуль, для связи с АСУ ТП, например, по протоколу МЭК 61850.

Центральная система анализа, например SIGUARD PDP (Phasor Data Processor), получает данные и файлы, архивирует и графически отображает их в пользовательском интерфейсе. В этой системе может выполняться функция самодиагностики, например, при незатухающих качаниях мощности. Дальнейшее распределение информации на другие PDC или станцию управления также выполняется в этой системе.

В соответствии с требованиями к максимальным погрешностям (TVE) по стандарту IEEE C37.118, допуск по времени относительно времени UTC (UTC = согласованное всемирное время) может составлять не более 10 мкс. Поэтому для правильной работы PMU устройство должно синхронизироваться непосредственно с сигналом точного времени GPS.

Векторы

Вектор $u(t) = \underline{U}e^{j\omega t}$ можно представить как вектор, который вращается против часовой стрелки в комплексной плоскости с угловой частотой ω. Функция напряжения $u(t) = Re\{\underline{u}(t)\}$ получается в виде проекции вектора $\underline{u}(t)$ на действительную ось.

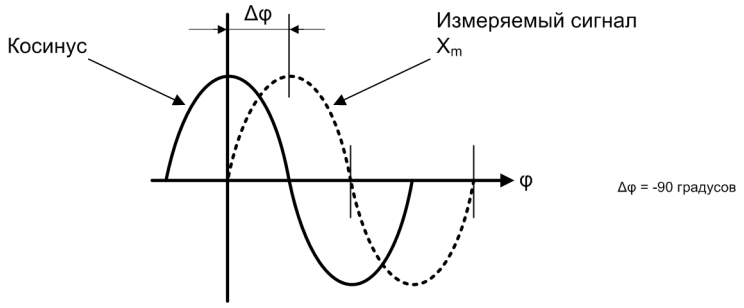


[dwgeopdc-061011-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-4 Геометрическое представление вектора

Опорная точка для определения угла

Фазный угол сигнала измерения X_m определяется относительно косинусоиды, номинальная частота которой синхронизирована с системой отсчета времени UTC (см. *Рисунок 9-5*).



[dwutcphi-260112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-5 Определение фазного угла ρ сигнала измерения X_m относительно косинусоиды

Настраивается количество векторов, которое передается в секунду. Скорость передачи данных определяется в соответствии с IEEE C37.118 как скорость передачи отчетов. Скорость передачи отчетов определяет количество векторов, которые передаются за секунду. Необходима очень точная синхронизация времени, так чтобы можно было выполнить векторное измерение для сравнения векторов с разных мест.

Скорость передачи отчетов

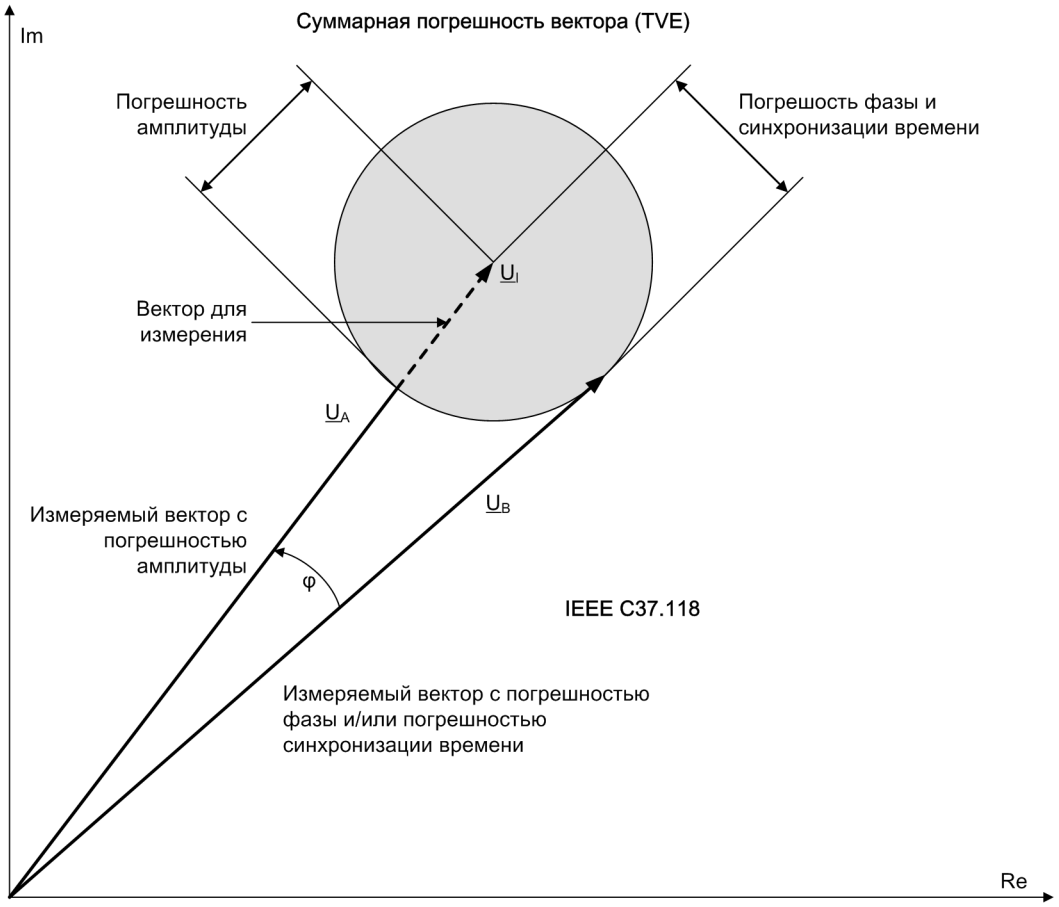
Вы используете регулируемую скорость отчетности (параметр **(_:10621:102) Скорость перед. отчетов**) для определения количества телеграмм, которые собираются и отправляются в PDC за секунду. Она настраивается в зависимости от номинальной частоты и используется для всех токов и напряжений соответствующей функциональной группы **PMU**. Если в устройстве создано несколько функциональных групп **PMU**, они могут работать с разными скоростями отчетности.

Суммарная векторная погрешность (TVE)

TVE описывает погрешность между действительными и измеренными величинами входного сигнала. Стандарт векторной синхронизации IEEE 37.118 среди прочего определяет верхние предельные величины 120 % $U_{ном}$ и 200 % $I_{ном}$. До этих предельных величин в установившемся режиме TVE не должна превышать 1 %. Стандарт определяет два функциональных класса — классы P и M — как диапазоны, в пределах которых влияющие переменные являются допустимыми и должна поддерживаться величина TVE ≤ 1 %. Устройства SIPROTEC 5 соответствуют классам P и M, которые определяют следующие влияющие переменные для TVE 1 %:

- Частота сигнала (относительно $f_{ном}$)
- Амплитуда сигнала (относительно 100 % номинальной амплитуды) для напряжения и тока
- Фазный угол (относительно 0°)
- Гармонические искажения (относительно < 0,2 % (THD) до 50-й гармоники

На следующем рисунке суммарная векторная погрешность показана графически. Как и для амплитуды, TVE также включает и угловую погрешность.



[dwklatve-120124-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-6 Представление суммарной векторной погрешности

TVE определятся следующим образом:

$$TVE = \sqrt{\frac{(X_{r(n)} - X_r)^2 + (X_{i(n)} - X_i)^2}{X_r^2 + X_i^2}}$$

[fo_utcphi, 1, --_--]

где:

- $X_{r(n)}$ = действительная часть измеренного сигнала
- $X_{i(n)}$ = мнимая часть измеренного сигнала
- X_r = действительная часть входного сигнала
- X_i = мнимая часть входного сигнала

Переменные, которые влияют на TVE, это:

- Погрешности амплитуды
- Угловые погрешности
- Точность синхронизации (отклонение от UTC)

Точность синхронизации зависит от источника времени GPS и точной коррекции выдержки времени в принимающем модуле GPS, а также от оптимальной настройки антенны GPS.

9.5.4 Передаваемые данные

Следующая информация передается из PMU в PDC:

- Векторы напряжения и тока
- Частота
- Периодичность изменения
- Дискретные данные

Каналы напряжения и тока, передаваемые из функциональной группы **PMU**, выбираются с помощью редактора **соединений функциональной группы** в DIGSI 5. Частота и скорость изменения частоты определяются один раз для каждой группы PMU. Таким образом, учитываются только каналы тока и напряжения, выбранные в редакторе **соединений функциональной группы** для данной группы PMU. Маршрутизацию дискретные данных можно настроить в матрице маршрутизации информации DIGSI 5.

Канал, используемый для указания частоты, выбирается динамически во время работы устройства. Каждый канал проверяется на наличие сигнала в следующем порядке:

1) точки измерения 3-фазного напряжения
2) точки измерения 1-фазного напряжения
3) точки измерения 3-фазного тока
4) точки измерения 1-фазного тока

Первая найденная точка измерения с допустимым сигналом используется для указания частоты в функциональной группе **PMU**.

В случае 3ф точек измерения, вместо 3 отдельных синхронных векторов также могут передаваться и компоненты прямой последовательности. Уставки вводятся с помощью параметра **(_:10621:103) Только ПП**.

9.5.5 Коммуникация PMU (IEEE C37.118)

Коммуникация PMU согласно IEEE C37.118 – это формат связи клиент-сервер, в котором PDC (Концентратор данных векторов) работает и как клиент, и как сервер.

Как только PDC успешно подключается к устройству PMU, и данные конфигурации PMU запрошены, PDC инициирует передачу данных о синхронных векторах, посылая команду в PMU. Если используется метод спонтанной передачи через UDP, то вывод данных начинается сразу после того, как устройство загружается без команды подключения к PMU.

Кроме векторов передаются наименования каналов ранжированных точек измерения и дискретные данные. По умолчанию они автоматически генерируются соответствующими функциональными группами PMU.

Там, где это применимо, можно редактировать названия каналов для точки измерения и назначать для нее свое обозначение. Дополнительную информацию см. в главе *9.5.6 Параметрирование PMU с помощью DIGSI*. Однако, как правило, имена для дискретных данных автоматически генерируются соответствующей функциональной группой PMU и их нельзя отредактировать.

Пример имен (сгенерированных) точек измерения и дискретных данных показан ниже:

Таблица 9-4 Возможные имена точек измерения

Имя, отображаемое в редакторе соединений функциональной группы DIGSI	**В зависимости от типа соединения имя передается в PDC (в случае, если оно не может быть изменено автоматически)**
Точка измерения U 3ф 1[ID 1]	MP-V3ф VAB ID01 MP-V3ф VBC ID01 MP-V3ф VCA ID01 MP-V3ф VA ID01 MP-V3ф VB ID01 MP-V3ф VC ID01 MP-V3ф V1 ID01
Точка измерения I 3ф 1[ID 2]	MP-I3ф IA ID02 MP-I3ф IB ID02 MP-I3ф IC ID02 MP-I3ф I1 ID02
Точка измерения I 1ф 1[ID 3]	MP-I1ф ID03
Точка измерения U 1ф 1[ID 4]	MP-V1ф ID03

Таблица 9-5 Возможные имена дискретных данных

Путь, отображаемый в DIGSI 5 (Можно изменить)	**Имя, передаваемое в PDC (Нельзя изменить)**
PMU 1: Перед.дискр.1: >Бин.инф.6	BIN-01-INFO-6
PMU 1: Перед.дискр.2: >Бин.инф.8	BIN-02-INFO-8
PMU 1: Перед.дискр.10: >Бин.инф.3	BIN-10-INFO-3

Данные постоянно передаются из PMU в PDC с заданной скоростью передачи отчетов. Передача заканчивается соответствующей командой отключения из PDC или когда прерывается связь между PDC и PMU.

Связь между PMU и PDC осуществляется с помощью протоколов TCP и UDP.

Следующие порты используются для передачи данных:

- TCP: Порт 4712
- UDP: Порт 4713

Порты, которые необходимо настроить на PDC.

Если вы используете протокол UDP для связи между PMU и PDC, то вы можете установить ***командный режим*** или ***режим асинхронного отклика*** в качестве **режима связи**. В ***режиме асинхронного отклика*** данные могут непрерывно передаваться на предустановленные адреса назначения PDC в формате IEEE C37.118, при этом PDC не должны запрашивать передачу данных синхрофазоров через команду закрытия в PMU.

До трех разных PDC можно подключить к одному PMU устройства одновременно. IP-адреса для максимум 3 PDC устанавливаются в функциональной группе **PMU**. Если сконфигурировано 4 устройства PMU, то это обеспечивает поддержку до 12 PDC.

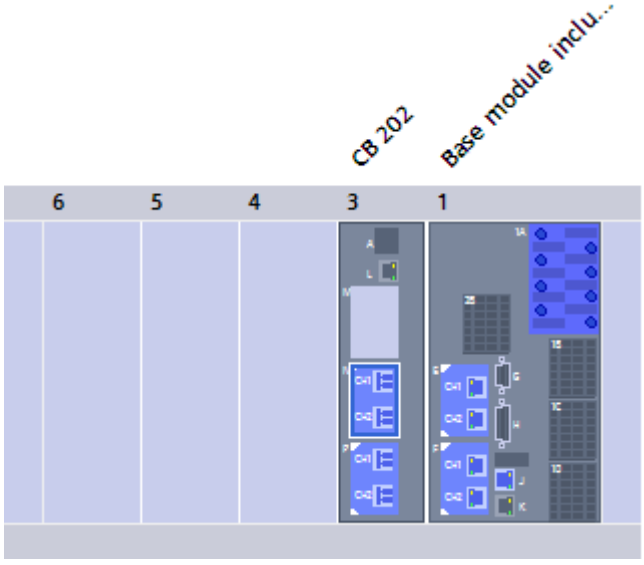
9.5.6 Параметрирование PMU с помощью DIGSI

Вы задаете и настраиваете параметры PMU с помощью DIGSI. После добавления устройства в проект DIGSI можно настроить в качестве PMU один или более модулей связи, поддерживающих синхронные векторы. Модуль устройства поддерживает максимум 2 модуля связи, которые можно настроить как PMU. Если нужно более двух PMU, устройство следует расширить с помощью сменного модуля CB202 (модуль расширения), который может иметь 2 или более коммуникационных модуля.

Следующие модули связи поддерживают синхронные вектора:

- ETH-BA-2EL (два электрических интерфейса Ethernet, RJ45)
- ETH-BB-2FO (2 x оптических Ethernet, 2 км, LC, дуплекс)

Эти модули затем свободно назначаются для портов E, F, N или P устройства, см. *Рисунок 9-7*. Выбранный порт можно просмотреть в **(_:10621:104) Порт**. Этот параметр автоматически контролируется DIGSI и не может быть изменен.



[sccommod-140213-01.tif, 1, ru_RU]

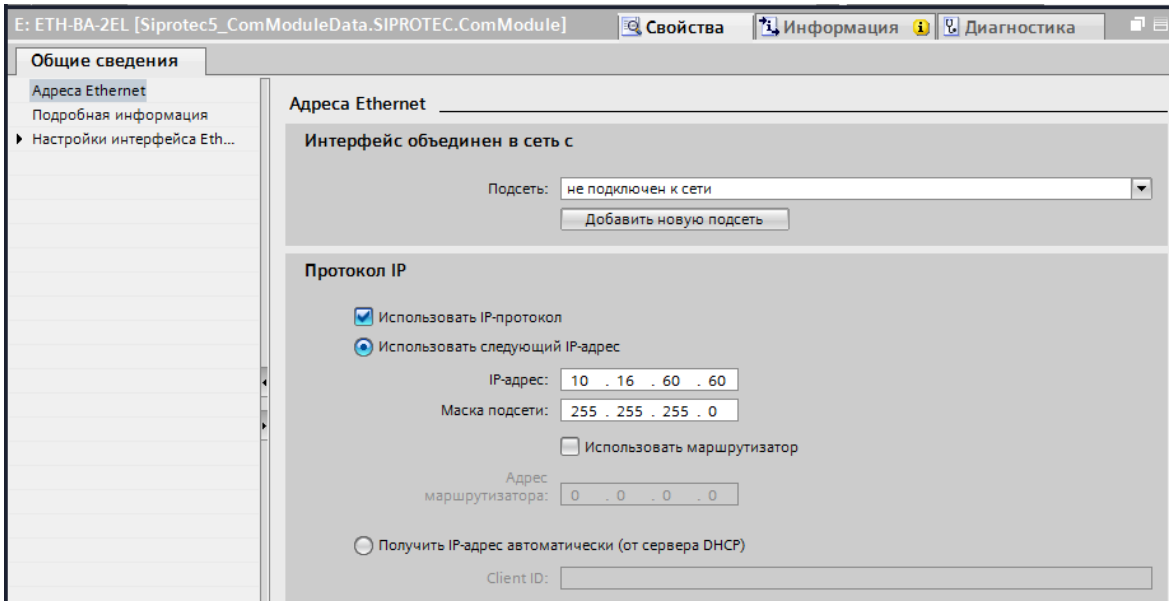
Рисунок 9-7 Расположение коммуникационных модулей

ПРИМЕЧАНИЕ

Порт M подключаемого сменного модуля CB202 используется для размещения модулей измерительных преобразователей и не может использоваться для коммуникационных модулей.

Адресация

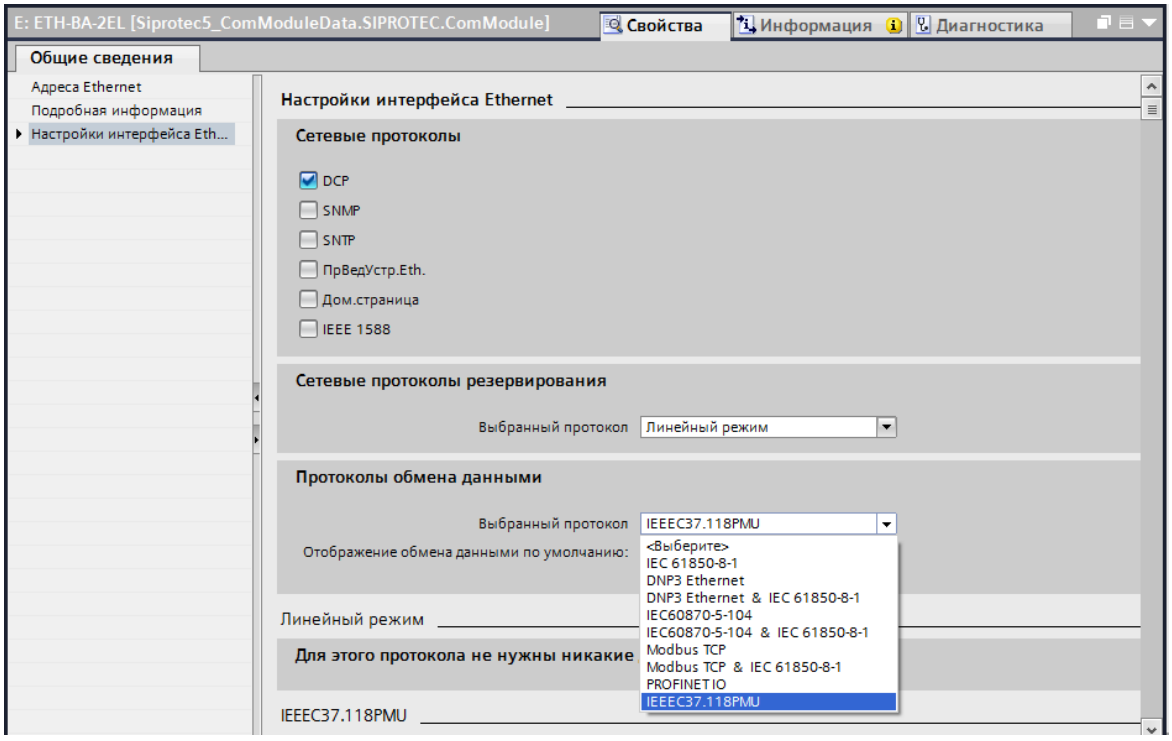
Настройте соответствующий адрес Ethernet (IP-адрес, маску подсети, и т. д.) для каждого коммуникационного модуля в DIGSI. Это выполняется в DIGSI в диалоговом окне свойств **Общие уставки** коммуникационного модуля в пункте меню **Адреса Ethernet**, и таким образом формирует IP-адрес для соответствующего PMU.



[scethern-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-8 Настройка адреса Ethernet

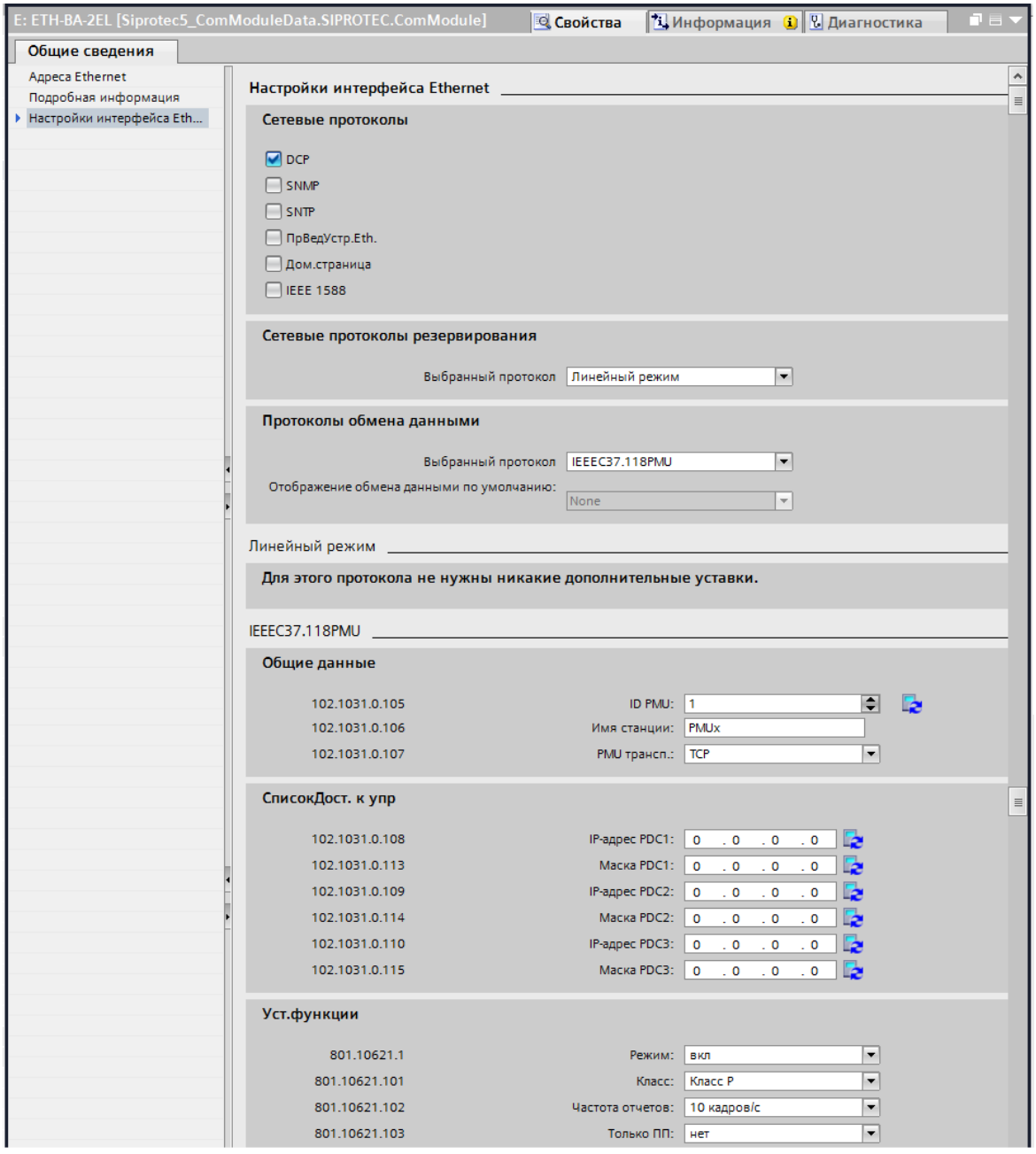
В диалоговом окне свойств DIGSI для канала 1 выберите протокол синхронных векторов, см. следующий рисунок.



[scprotoc-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-9 Выбор протокола

После выбора протокола синхронных векторов для модуля связи откроется следующее диалоговое окно для конфигурации отдельного PMU, см. следующий рисунок.



[scwildcard_de, 1, ru_RU]

Рисунок 9-10 Настройка отдельного PMU

Вы задаете специализированные уставки протокола связи в верхней части этого диалогового окна. В нижней его части вы задаете соответствующие параметры для отдельных PMU.

Чтобы обеспечить лучшую конфигурацию расширенных систем мониторинга переходных режимов, в конфигурацию связи IEEE C37.118 были внесены изменения, которые допускают гибкую конфигурацию IP без потери безопасности в администрируемых системах.

Конфигурируемые прототипы разрешены для каждого PDC/IP-адреса с помощью протокола передачи PMU ***TCP*** с общей точки зрения и с ***UDP*** в **Режиме связи, *командный режим***. Эти прототипы позволяют определять диапазон IP-адресов, в которых они являются допустимыми. Это позволяет каждому отдельному устройству или системе получить доступ в соответствующей системе без ограничений по уровню их иерархии. Поэтому ограничение для отдельных IP-адресов в отношении аспектов безопасности исключается. Таким образом, вы можете настроить конечные разделы IP-адресов в каждом PMU, что, в результате, обеспечивает большую гибкость при внесении изменений в конфигурацию всей

системы, например. Символ-прототип должен последовательно отслеживаться на уровне бит, начиная с бита с наименьшим значением.

ПРИМЕР символов-прототипов:

Пример 1:

- не допускается дискретное значение 00000000.00000000.00000000.00101011
- допускается дискретное значение 00000000.00000000.00000000.00111111

Пример 2:

- IP-адрес PDC: 192.172.16.1
- Прототип: 0.0.0.127

Устройство принимает запросы в диапазоне IP-адресов от 192.172.16.1 до 192.172.16.127.

Пример 3:

- IP-адрес PDC: 192.172.16.100
- Прототип: 0.0.0.3

Устройство принимает запросы в диапазоне IP-адресов от 192.172.16.100 до 192.172.16.103.

Если PDC пытается установить соединение с устройством, то IP-адреса PDC и соответствующие прототипы проверяются в том же порядке, в каком они были настроены (IP-адрес PDC1, IP-адрес PDC2, IP-адрес PDC3). Поиск в списке останавливается при первом совпадении IP-адреса, прототипа и запрошенного диапазона IP-адресов, после этого создается соединение. Если совпадения отсутствуют, попытка подключения отклоняется.

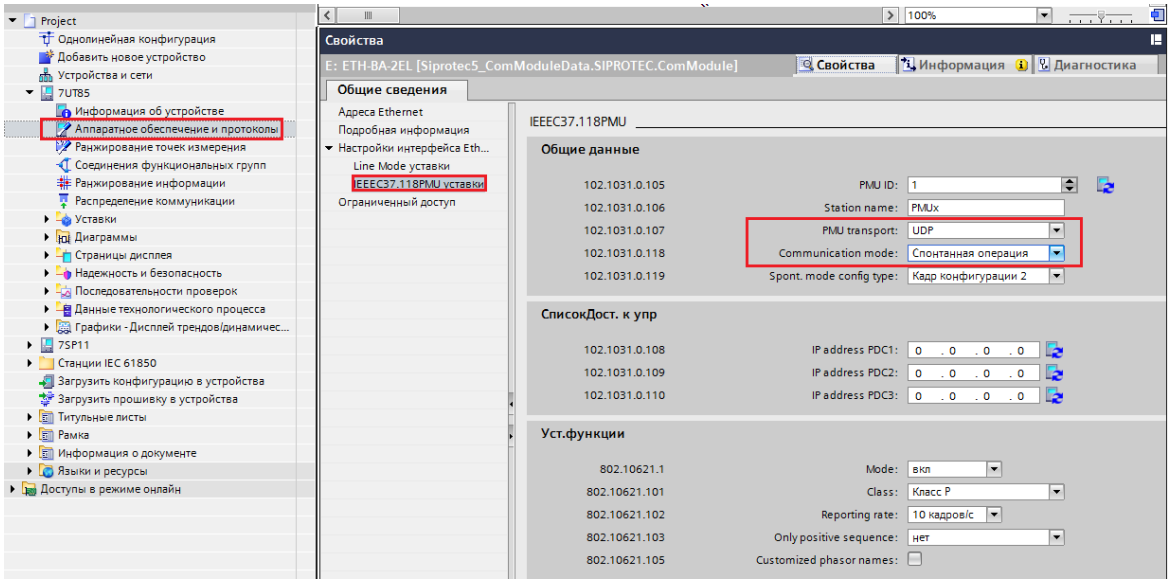
Если вы настроили IP-адрес 0.0.0.0 и прототип 255.255.255.255, то каждый принятый IP-адрес принимается как действительный. Это может быть полезно при вводе в эксплуатацию.

ПРИМЕЧАНИЕ

Для установления соединения между устройством и PDC необходимо настроить как минимум 1 IP-адрес.

Если используется **метод асинхронной передачи данных**, установите параметр **Передача PMU** в состояние ***UDP*** и параметр **Режим связи** в состояние ***Спонтанная работа***. После этого данные PMU циклически передаются через UDP на каждый PDC IP-адрес, постоянно настроенный в DIGSI. В этом режиме связи невозможно настраивать прототипы для диапазонов PDC/IP-адресов.

Вывод данных начинается сразу после загрузки устройства. Таким образом, для начала передачи данных начальный сигнал от PDC не требуется.



[sc_spontan_pmu, 1, ru_RU]

Рисунок 9-11 Конфигурация PMU для спонтанной передачи

Набор данных конфигурации передается 1 раз в минуту. Параметр **Скорость передачи отчетов** позволяет задать количество циклических повторений пакетов данных. Поскольку протокол UDP является протоколом без установления соединения, то необязательно физически иметь в системе или подключать предварительно настроенное целевое устройство с его PDC/IP-адресом. Это позволяет беспрепятственно предоставлять данные без двунаправленной связи.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если вы не настроили действительные PDC/IP-адреса и активируете опцию для спонтанной передачи данных, то циклические телеграммы данных не отправляются.

ПРИМЕЧАНИЕ

Можно настроить IP-адреса для разных PDC, которые находятся в подсети, отличной от COM-модуля. Такие конфигурации считаются действительными и могут быть загружены в устройство. Однако, если устройство передает спонтанные данные и пакеты конфигурации на эти IP-адреса, то невозможно передать данные для PDC с адресом, не равным адресу подсети.

ПРИМЕР

Конфигурация адреса COM-модуля

- IP-адрес IP-адрес: **192**.168.100.1
- Маска подсети: **255**.255.255.0

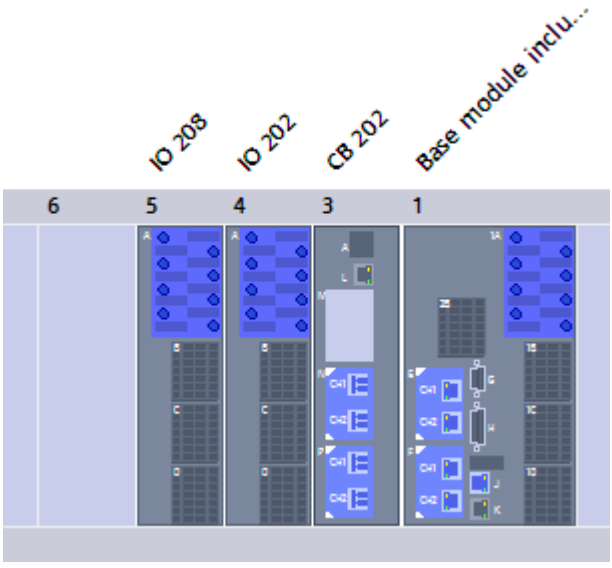
Конфигурация адреса PDC

- IP-адрес для PDC1: **192**.168.100.160
- IP-адрес для PDC2: **86**.168.100.161

Данные получает только PDC1, поскольку IP-адрес находится в той же подсети, что и COM-модуль. PDC2 не может быть достигнут, поскольку адрес подсети (**86**.x) отличается от адреса подсети COM-модуля (**192**.x). PMU не может передавать данные по этому адресу.

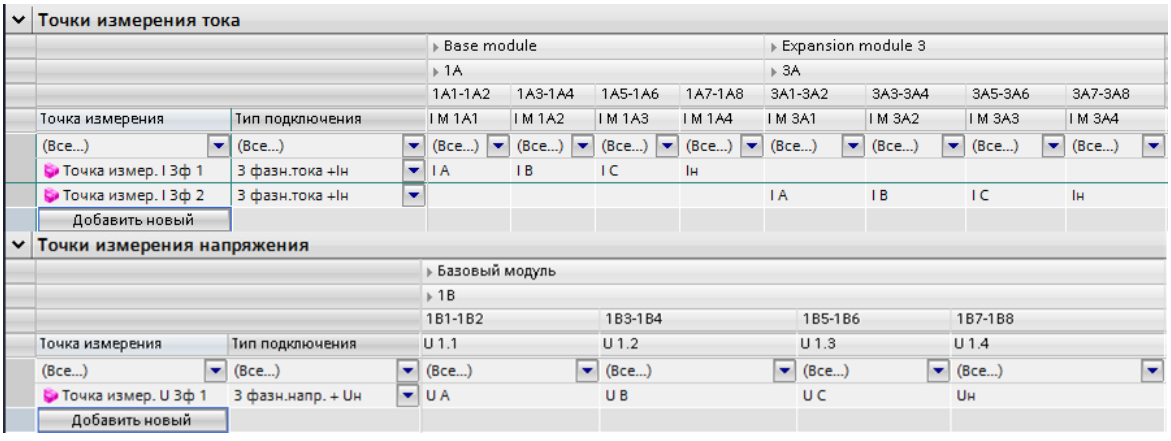
Назначение точек измерения

После добавления в устройство точек измерения, вы можете назначить эти точки измерения для каждого сконфигурированного PMU. *Рисунок 9-12* показывает пример расширения конфигурации устройства за счет 2 дополнительных входных/выходных модулей. Вы заводите выходные сигналы тока и напряжения на эти модули входов/выходов к точкам измерения через матрицу ранжирования DIGSI, см. *Рисунок 9-13*.



[scaddios-140213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-12 Добавление дополнительных модулей входов/выходов



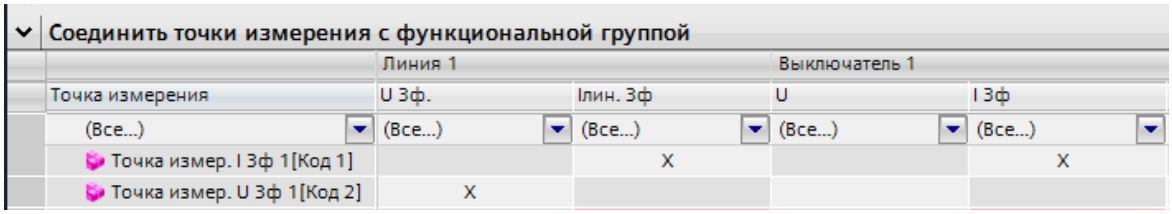
[scroutin-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-13 Назначение входов для напряжения и тока в дополнительных модулях входов/выходов для точек измерения

Максимальное количество точек измерения, которые можно задать для одного PMU:

- 2 x 3ф точки измерения напряжения
- 2 x 3ф точки измерения тока
- 2 x 1ф точки измерения напряжения
- 2 x 1ф точки измерения тока

Вы можете назначить все поддерживаемые точки измерения для любого PMU, см. следующий рисунок. Однако каждая функция PMU должна быть подключена к 3ф точке измерения напряжения.



[scfgconn-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-14 Подключение точек измерения к сконфигурированным функциональным группам PMU

Когда эти шаги выполнены, PMU полностью настроены. **PMU** — это функциональная группа, которая работает независимо от других функциональных групп, установленных на устройстве.

Загрузка устройства, однако, зависит от:

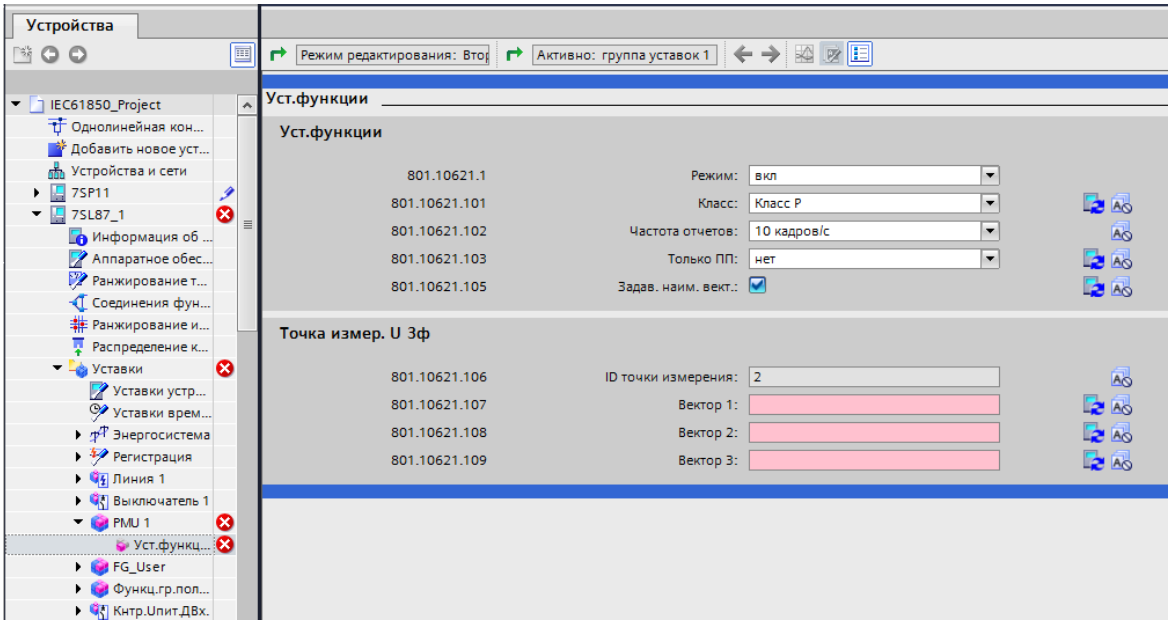
- Количество функций PMU
- Функциональный класс (класс M создает более высокую нагрузку)
- Число назначенных каналов
- Настроенная скорость передачи отчетов для каждого PMU
- Число передаваемых дискретных сигналов

Изменение имен каналов векторов

Вы можете изменить имена отдельных каналов векторов для напряжения и тока в DIGSI. Четко структурированные обозначения каналов помогают при тестировании и вводе в эксплуатацию систем PMU. Кроме того, система позволяет изменять только те имена, которые видны в интерфейсе IEEE C37.118. Сами обозначения функциональных блоков не подлежат изменению.

IEEE C37.118 определяет набор символов ASCII для изменения имен каналов в наборе поддержки SIPROTEC 5-PMU. В соответствии с требованиями протокола длина обозначения ограничена 16 символами ASCII на канал. Однако при переименовании вам необходимо назначить имя с длиной не менее 1 символа. Переименование дискретных каналов в текущей версии не поддерживается.

Вы можете начать переименование, установив галочку в **Собственные имена векторов** с параметрированием в функциональном блоке PMU **Функциональные параметры**. После того, как вы активировали этот флажок, определите отдельное имя для каждого вектора. С этой целью DIGSI показывает все маршрутизированные точки измерения на PMU в связях функциональных групп (см. следующий рисунок).



[scPMUnam_de, 1, ru_RU]

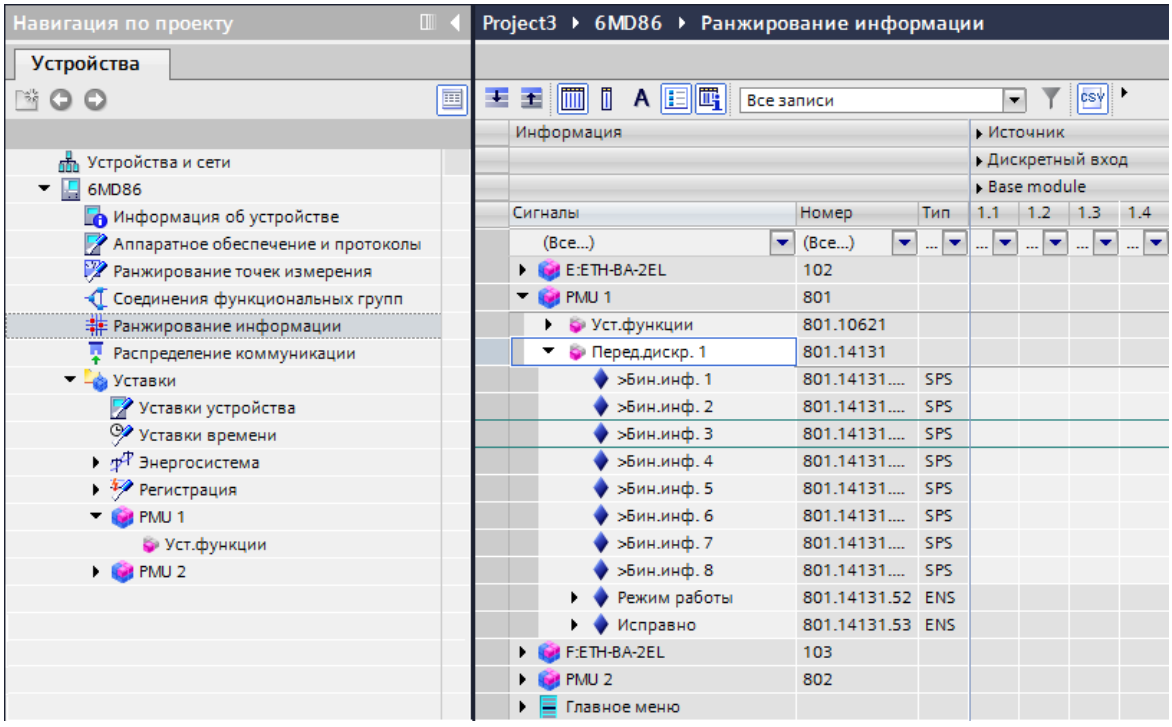
Рисунок 9-15 Параметры для изменения имен отдельных векторов

ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете только переименовывать каждый отдельный вектор, установив функциональный параметр **`Только система прямой последовательности`** в состояние ***`Нет`***. В противном случае вам будет предложен для переименования только один вектор для каждой трехфазной точки измерения.

Ранжирование дискретных сигналов

Вы можете связать дискретные входы или CFC данные с дискретными каналами PMU с помощью матрицы ранжирования информации DIGSI. В папке **Устройство измерения параметров векторов (PMU)** библиотеки функций DIGSI вы найдете функциональный блок **Передача дискретных данных** (см. следующий рисунок). Вы можете использовать этот функциональный блок до 10 раз в одной функциональной группе **PMU** . Каждый функциональный блок содержит 8 параметров для маршрутизации дискретных каналов.



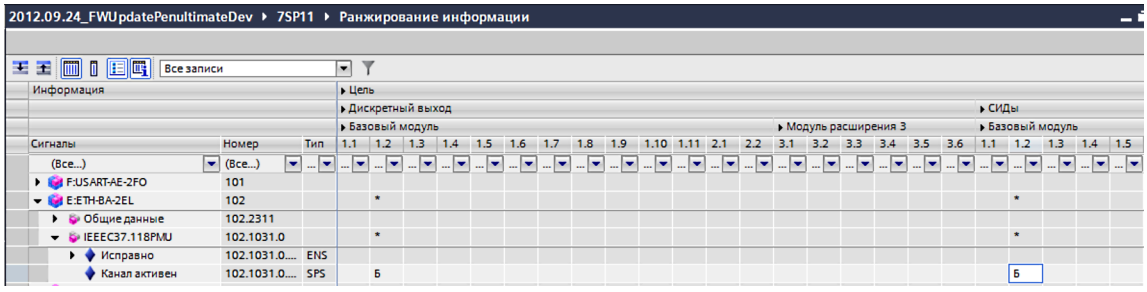
[scpmubif-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-16 Ранжирование информации в DIGSI 5

Ранжирование сообщений

Ранжируемое сообщение *Канал активен* журнала PMU

- возникает, если PMU подключен к PDC
- не поступает, если соединение с PDC прервано.

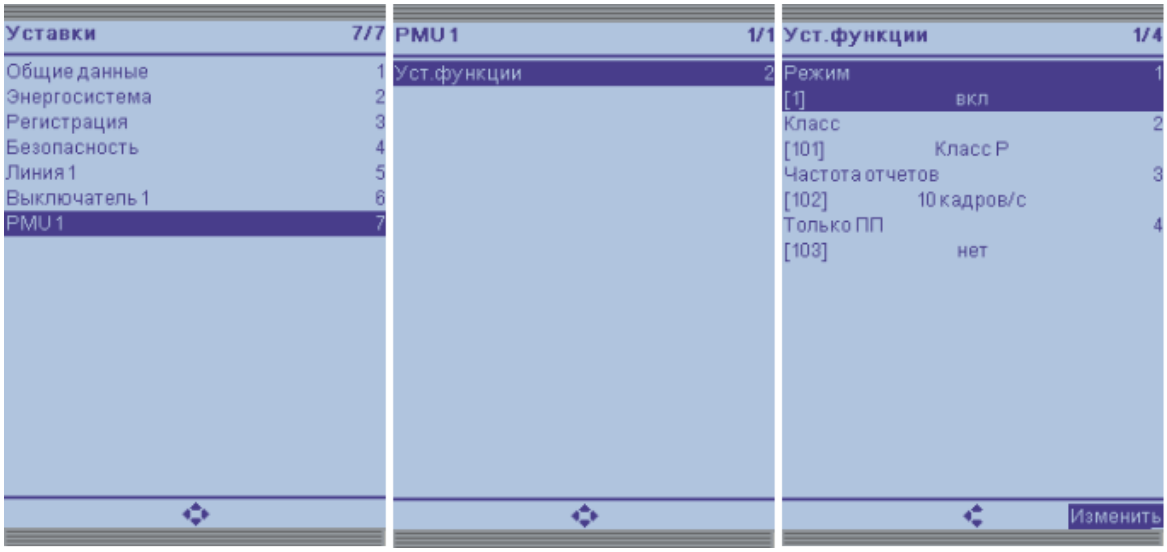


[scparami-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-17 Сообщение журнала для отображения соединения PMU/PDC

9.5.7 Параметрирование PMU на устройстве

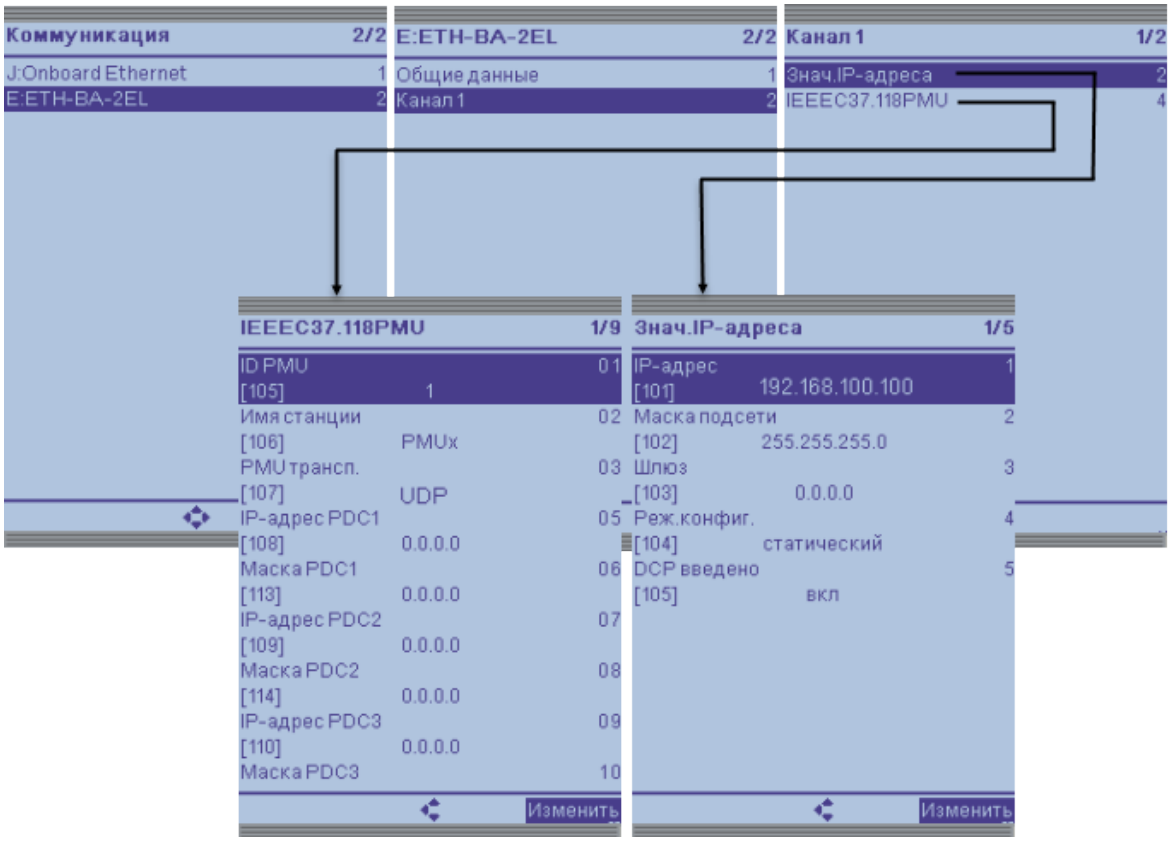
Вы можете также изменить параметры PMU непосредственно в устройстве. Для этого выберите нужный PMU вместо показанного на экране. Выбрав пункт меню **Уставки** , вы попадете в раздел редактируемых уставок (см. *Рисунок 9-18*). Обратите внимание, что параметр **Порт** изменить нельзя, т.к. он соответствует физическому положению слота рассматриваемого модуля связи.



[scdevpmu-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-18 Изменение уставок функции PMU через дисплей устройства

Таким же образом вы можете изменить коммуникационные параметры. Для этого выберите соответствующий порт в меню **Коммуникация** на дисплее устройства. Из пункта меню **Канал 1** вы сможете перейти к подробным вариантам уставок для определения IP или параметров коммуникации для PMU (см. *Рисунок 9-19*).



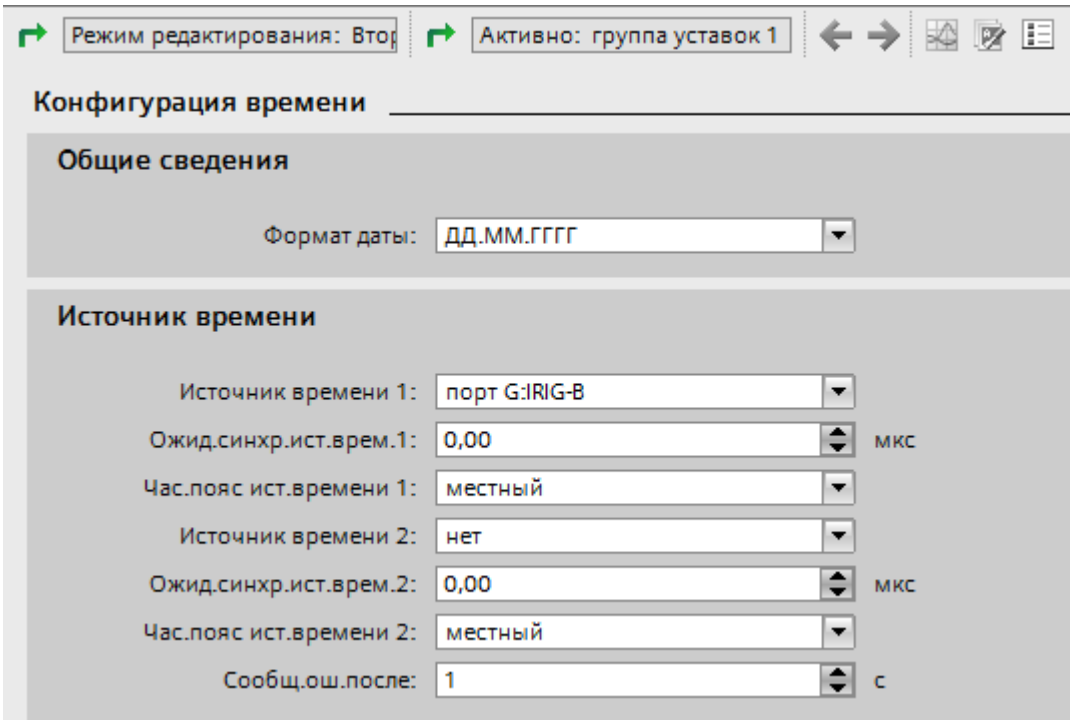
[sccompmu, 1, ru_RU]

Рисунок 9-19 Изменение параметров обмена данными через дисплей устройства

9.5.8 Указания по применению и вводу уставок

Синхронизация времени

Для того, чтобы обеспечить точность времени PMU, необходимо выбрать **IRIG-B** в качестве протокола для часов GPS, см. рисунок ниже. При других уставках функциональная группа **Функция PMU** указывает на отсутствие синхронизации по времени.



[sc_setting time source_2014-09-09, 1, ru_RU]

Рисунок 9-20 Настройка синхронизации времени

Для того чтобы быстро обнаружить отсутствие синхронизации времени, установите время ожидания для сообщения о повреждении при потере синхронизации равным минимально возможному значению, т.е. 1 с.

Параметр: Режим

- Уставка по умолчанию **(_:10621:1) Режим** = ***вкл***

Активизируйте или деактивизируйте функцию PMU или включите тестовый режим с помощью параметра **Режим**. Возможные уставки – ***вкл***, ***откл*** и ***проверка***. В тестовом режиме данные PMU маркируются как недействительные.

Параметр: Скорость перед. отчетов

- Уставка по умолчанию **(_:10621:102) Скорость перед. отчетов** = ***10 кадров/с***

С помощью параметра **Скорость перед. отчетов** вы определяете количество сообщений, которые собираются и отправляются в PDC за одну секунду.

ПРИМЕЧАНИЕ

Задаваемые величины отображаются или скрываются в зависимости от установленной номинальной частоты.

Параметр: Только ПП

- Уставка по умолчанию **(_:10621:103) Только ПП** = ***нет***

С помощью параметра **Только ПП** вы устанавливаете, должны ли передаваться данные прямой последовательностью вместо трех отдельных синхронных векторов для трех-фазных точек измерения. Собранные здесь уставки затем подтверждаются для всех PMU с 3ф точками измерения.

Параметр: Класс

- Уставка по умолчанию **(_:10621:101) Класс** = ***Класс P***

Используя параметр **Класс**, можно выбрать, какой класс характеристик используется для расчета измеренных значений. ***Класс P*** — это стандартный вариант для PMU. В этом случае используются фильтры, подходящие для кратковременных изменений и, следовательно, для регистрации динамических процессов. ***Класс M*** предназначен для приложений, на которые не влияют кратковременные искажения и для которых не требуется быстрая реакция.

Параметр: Порт

Этот параметр нельзя задать, поскольку **Порт** является результатом физической позиции, в которой установлен соответствующий коммуникационный модуль.

9.5.9 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Уст.функции				
_:10621:1	Уст.функции:Режим		• откл • вкл • проверка	вкл
_:10621:101	Уст.функции:Класс		• Класс P • Класс M	Класс P
_:10621:102	Уст.функции:Скорость перед. отчетов		• 1 кадр/с • 5 кадров/с • 6 кадров/с • 10 кадров/с • 12 кадров/с • 15 кадров/с • 20 кадров/с • 25 кадров/с • 30 кадров/с • 50 кадров/с • 60 кадров/с • 100 кадров/с • 120 кадров/с	10 кадров/с
_:10621:103	Уст.функции:Только ПП		• нет • да	нет

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:10621:104	Уст.функции:Порт		• порт F • порт E • порт P • порт N	возникает из позиции съем-ного модуля
_:10621:105	Уст.функции:Задав. наим. вект.		• 0 • 1	ложь
Точка измер. U 1ф				
_:10621:130	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:131	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	
Точка измер. U 1ф				
_:10621:133	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:134	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	
Точка измер. I 1ф				
_:10621:136	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:137	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	
Точка измер. I 1ф				
_:10621:139	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:140	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	
Точка измер. U 3ф				
_:10621:106	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:107	Уст.функции:Вектор 1		Свободно редактируемый текст	
_:10621:108	Уст.функции:Вектор 2		Свободно редактируемый текст	
_:10621:109	Уст.функции:Вектор 3		Свободно редактируемый текст	
_:10621:111	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	
Точка измер. U 3ф				
_:10621:112	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:113	Уст.функции:Вектор 1		Свободно редактируемый текст	
_:10621:114	Уст.функции:Вектор 2		Свободно редактируемый текст	
_:10621:115	Уст.функции:Вектор 3		Свободно редактируемый текст	
_:10621:117	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Точка измер. I 3ф				
_:10621:118	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:119	Уст.функции:Вектор 1		Свободно редактируемый текст	
_:10621:120	Уст.функции:Вектор 2		Свободно редактируемый текст	
_:10621:121	Уст.функции:Вектор 3		Свободно редактируемый текст	
_:10621:123	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	
Точка измер. I 3ф				
_:10621:124	Уст.функции:ID точки измерения		0до0	0
_:10621:125	Уст.функции:Вектор 1		Свободно редактируемый текст	
_:10621:126	Уст.функции:Вектор 2		Свободно редактируемый текст	
_:10621:127	Уст.функции:Вектор 3		Свободно редактируемый текст	
_:10621:129	Уст.функции:Вектор		Свободно редактируемый текст	

9.5.10 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:10621:52	Уст.функции:Режим работы	ENS	O
_:10621:53	Уст.функции:Статус исправности	ENS	O

9.6 Средние значения

9.6.1 Описание функций средних величин

Средние величины можно получить на основе разных измеряемых величин:

- Рабочие измеряемые величины
- Симметричные составляющие

С помощью уставок вы можете установить, как и когда вычислять средние величины. Уставки описывают:

- Временной интервал, за который вычисляется средняя величина
  (Параметр: **`Средн.инт.вычисл.`**)
- Интервал обновления для отображения средних величин
  (Параметр: **`Средн.инт.обновл.`**)
- Время синхронизации для создания даты начала обновления информации, например, в начале часа (чч:00) или в один из других моментов времени (чч:15, чч:30, чч:45).
  (Параметр: **`Средн.вр.синхр.`**)

Средние величины вычисляются из следующих измеряемых величин:

- Измеряемые рабочие величины за исключением фазных параметров.
- Суммы симметричных составляющих

Можно сбросить вычисление средних величин через

- Дискретный вход>Сброс средней величины
- DIGSI
- Встроенную панель управления



ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **`Знак P, Q`** в функциональном блоке **Общие данные** можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная мощность (полная): Pсумм
- Реактивная мощность (полная): Qсумм

9.6.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для средних величин

Функция вычисления средних величин не активирована в функциональной группе по умолчанию. Если вы используете эту функцию, вы должны загрузить ее из библиотеки в соответствующую функциональную группу.

Следующие уставки, указанные для вычисления средних величин, можно задать с помощью DIGSI и через устройство. Устанавливаемые параметры вы найдете в DIGSI в структуре проекта в **Уставки > Уставки устройства**.

Параметр: Средн.инт.вычисл.

- Уставка по умолчанию: **`(_:104) Средн.инт.вычисл.`** = ***`60 мин`***

Значение параметра	Описание
от 1 мин до 60 мин	Временной интервал для вычисления средних величин, например 60 минут

Параметр: Средн.инт.обновл.

- Уставка по умолчанию: **(_:105) Средн.инт.обновл.** = ***60 мин***

Значение параметра	Описание
от 1 мин до 60 мин	Интервал обновления для отображения средней величины, например 60 минут

Параметр: Средн.вр.синхр.

- Уставка по умолчанию: **(_:106) Средн.вр.синхр.** = ***чч:00***

  Параметр описывает время синхронизации для вычисления средней величины.

Значение параметра	Описание
чч:00	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение полного часа
чч:15	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение 15 минут после полного часа
чч:30	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение 30 минут после полного часа
чч:45	Параметр **Средн.инт.обновл.** будет действовать в течение 45 минут после полного часа

ПРИМЕЧАНИЕ

Вычисление средней величины сбрасывается после

- Изменение одного из трех установленных параметров для вычисления средней величины
- Сброса устройства (первоначальный или нормальный сброс)
- Изменения времени
- Сброса средних величин

Средняя величина сбрасывается немедленно. На дисплее появляется "---".

Следующие примеры объясняют как установить параметры и выполнить изменение.

Средн.инт.вычисл. = **60 мин**
Средн.инт.обновл. = **30 мин**
Средн.вр.синхр. = ***чч:15***

Новая средняя величина вычисляется каждые 30 минут, чч:15 (15 минут после последнего часа) и чч:45 (15 до последнего часа). Все величины измерения, полученные за последние 60 минут, используются для вычисления средней величины.

Если эти параметры изменить, например на 11:03:25, средние величины сначала сбрасываются и на дисплее появляется "---". Затем первая средняя величина вычисляется в 12:15:00.

В этом примере **Средн.вр.синхр.** = ***чч:45*** действует, как указано выше для = ***чч:15***.

Средн.инт.вычисл. = **60 мин**
Средн.инт.обновл. = **60 мин**
Средн.вр.синхр. = ***чч:15***

Новая средняя величина вычисляется каждые 60 мин в чч:15 (15 минут после последнего часа). Все величины измерения, полученные за последние 60 минут, используются для вычисления средней величины.

Если эти параметры изменить, например на 11:03:25, средние величины сначала сбрасываются и на дисплее появляется "---". Затем первая средняя величина вычисляется в 12:15:00.

Средн.инт.вычисл.	= **5 мин**
Средн.инт.обновл.	= **10 мин**
Средн.вр.синхр.	= ***чч:00***

Новое среднее значение вычисляется каждые 10 мин в чч:00, чч:10, чч:20, чч:30, чч:40, чч:50. Все измеренные значения, полученные во время последних 5 мин, используются для вычисления среднего значения.

Если эти параметры изменить, например на 11:03:25, средние величины сначала сбрасываются и на дисплее появляется "---". Затем первая средняя величина вычисляется в 11:10:00.

9.7 Минимальные/максимальные значения

9.7.1 Описание функций минимальных/максимальные величин

Минимальные и максимальные величины можно вычислить на основе разных измеряемых или вычисленных величин.

- Рабочие измеряемые величины
- Симметричные составляющие
- Выбранные величины

Вы можете задать, какие измеряемые величины будут использоваться. Измерения для вычисления минимума и максимума загружаются из DIGSI.

Вычисление и сброс максимальных и минимальных величин управляются уставками. Уставки описывают следующие точки:

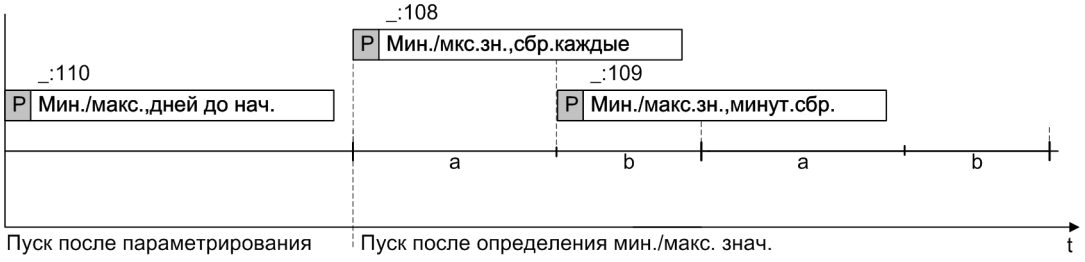
- Память с минимальными/максимальными величинами периодически сбрасывается в 0, либо не сбрасывается совсем.

  (Уставка **Мин./макс.знч.,пер.сбр.**)
- Момент времени, когда память минимальных/максимальных величин сбрасывается в 0.

  (Уставка **Мин./мкс.зн.,сбр.каждые** и уставка **Мин./макс.зн.,минут.сбр.**)
- Момент времени, когда начинается цикличная процедура сброса минимальных/максимальных величин (после задания параметров)

  (Уставка **Мин./макс.,дней до нач.**)

Следующий рисунок показывает влияние заданных параметров.



[dwminmax-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-21 Вычисление (формирование) минимальных и максимальных величин

Минимальные и максимальные величины имеют метку времени.

Для вычисления минимальных/максимальных величин используются:

- Измеряемые рабочие величины за исключением фазных параметров.
- Суммы симметричных составляющих
- Средние величины

Минимальные и максимальные величины регулярно сбрасываются через

- Дискретный вход>Сброс мин/макс величин
- DIGSI
- Встроенную панель управления

ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **Знак P, Q** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих измеряемых величин соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции* Структура функции, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Минимальные и максимальные величины активной и реактивной мощностей:
  Мин:Pсумм, Макс:Pсумм, Мин:Qсумм, Макс:Qсумм
- Минимальные и максимальные средние величины активной и реактивной мощности:
  СредМин:Pсумм, СредМакс:Pсумм, СредМин:Qсумм, СредМакс:Qсумм

9.7.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок минимальных/максимальных величин

Функция измерения минимальных/максимальных величин не активирована по умолчанию. Если вы используете эту функцию, вы должны загрузить ее из библиотеки в соответствующую функциональную группу.

Следующие уставки, указанные для вычисления минимальных/максимальных величин, можно задать с помощью DIGSI и на устройстве. Устанавливаемые параметры вы найдете в DIGSI в структуре проекта в **Уставки > Уставки устройства**.

Параметр: Мин./макс.знч.,пер.сбр.

- Уставка по умолчанию: **(_:107) Мин./макс.знч.,пер.сбр.** = ***да***

Значение параметра	Описание
Да	Периодический сброс памяти минимальных и максимальных величин активирован.
Нет	Периодический сброс памяти минимальных и максимальных величин не активирован. Следующие параметры не видны

Параметр: Мин./мкс.зн.,сбр.каждые

- Уставка по умолчанию: **(_:108) Мин./мкс.зн.,сбр.каждые** = ***1 день***

Значение параметра	Описание
от 1 до 365 дней	Сброс минимальной и максимальной величины осуществляется периодически во все указанные дни, например, каждый день (1 день)

Параметр: Мин./макс.зн.,минут.сбр.

- Уставка по умолчанию: **(_:109) Мин./макс.зн.,минут.сбр.** = ***0 мин***

Значение параметра	Описание
от 0 мин до 1439 мин	Сброс минимальной и максимальной величин в указанную минуту дня, которая задается параметром **Сброс мин/макс. значений происходит каждый**, например 0 мин (= 00:00)

Параметр: Мин./макс.,дней до нач.

- Уставка по умолчанию: **(_:110) Мин./макс.,дней до нач.** = ***1 день***:

Значение параметра	Описание
от 1 до 365 дней	Сообщение, с которого начинается сброс минимальной и максимальной величины, например 1 день (после задания параметров)

9.8 Величины энергии

9.8.1 Описание функций величин энергии

Устройство постоянно определяет величины для активной и реактивной энергии из величин измерения мощности. Оно вычисляет переданную и потребленную электрическую энергию. Вычисление (суммирование за период времени) начинается сразу после запуска устройства. Вы можете просмотреть существующие на данный момент величины энергии на дисплее устройства или через DIGSI, удалить величину энергии (установлено на 0) или установить его на другую исходную величину. После ввода новых уставок вычисление величины энергии будет продолжено уже на базе новых параметров.

Величины энергии можно передавать в центр управления через интерфейс. Величины энергии преобразовываются в учетные величины энергии. Здесь используется следующее:

$$\text{Значение учета электроэнергии} = \frac{\text{Значение электроэнергии}}{S_{\text{ном,об.}}} \cdot 60000\ \frac{\text{Импульс}}{\text{h}}$$

[foomverg-020311-01.tif, 1, ru_RU]

Через заданные параметры, вы можете установить, как обрабатываются измеряемые величины. Задание параметров касается всех учетных величин энергии устройства и не оказывает влияния на функциональную группу. Вы определяете следующие точки:

- Параметр **`Вр.восст.энерг.`**

  Момент времени (часы); в этот момент устройство будет передавать измеренные величины для передачи через коммуникационный интерфейс. Затем оно будет передано в соответствии с выбранным журналом.

  Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **`Инт.восст.энерг.`** автоматически деактивируется.

- Параметр **`Инт.восст.энерг.`**

  Регулируемый период в минутах до первой и каждой последующей передачи измеренной величины через коммуникационный интерфейс устройства. Затем оно будет передано в соответствии с выбранным журналом.

  Примечание: Интервал передачи используется как альтернатива времени передачи и деактивирует установленное время передачи. Дисплей устройства всегда обновляется.

  Вы найдете эти параметры в уставках устройства в **измеряемые величины**.

Кроме того, восстановление можно отключить через ранжируемый дискретный вход (*>Восстановление*). Фронт сигнала на дискретном входе приводит к активации параметра, т.е. обеспечивает передачу учетных величин энергии через коммуникационный интерфейс.

Память измеренных величин и величины энергии можно установить на 0 через дискретный вход (*>Сброс*) при наличии фронта на дискретном входе.

Примечание: Дискретные входы влияют на все измеренные/учетные величины энергии.

Доступны следующие величины энергии:

Величины энергии		**Первичные**
Wp+	Активная энергия, выход	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч
Wp-	Активная энергия, вход	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч
Wq+	Реактивная энергия, выход	кВАр*ч, МВАр*ч, ГВАр*ч
Wq-	Реактивная энергия, вход	кВАр*ч, МВАр*ч, ГВАр*ч

В соответствии с МЭК 61850 при отсутствии отдельных измеряемых величин достоверность величин учета электроэнергии меняет атрибут на **Сомнительно**.

Состояние достоверности сохраняется, пока для счетчика энергии не будет определена величина энергии, что осуществляется с помощью:

- подтверждения текущего содержания счетчика через **Установить**

- **Установка** нового статуса счетчика

- **Сброс** статуса счетчика на 0



ПРИМЕЧАНИЕ

С помощью параметра **Знак P, Q** в функциональном блоке **Общие** можно инвертировать знак следующих величин измерения из соответствующей функциональной группы (см. главу *9.2 Структура функции*, раздел Инверсия измеренных и статистических значений, связанных с выводом):

- Активная энергия, выход: Wp+
- Активная энергия, вход: Wp-
- Реактивная энергия, выход: Wq+
- Реактивная энергия, вход: Wq-

9.8.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок для величин энергии

Заданные параметры используются для счетчика электроэнергии устройства. Устанавливаемые параметры вы найдете в DIGSI в структуре проекта в **Уставки > Уставки устройства**.

Параметр: Инт.восст.энерг.

- Уставка по умолчанию: **(_:111) Инт.восст.энерг.** = ***10 мин***

Значение параметра	Описание
0 мин	Восстановление отключено
60 мин	Цикличное восстановление после заданного времени от 1 до 60 минут

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Вр.восст.энерг.** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Вр.восст.энерг.

- Уставка по умолчанию: **(_:112) Вр.восст.энерг.** = ***нет***

Значение параметра	Описание
нет	Деактивировано
чч:00	Восстановление после полного часа
чч:15	Восстановление в 15 минут после полного часа
чч:30	Восстановление в 30 минут после полного часа
чч:45	Восстановление в 45 минут после полного часа

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Инт.восст.энерг.** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Восст.энергии

- Уставка по умолчанию: **(_:120) Восст.энергии** = ***самое посл. знач.***

Значение параметра	Описание
самое посл. знач.	Сброс текущей величины энергии
разностное значение	Сброс разницы между текущей величиной энергии и величиной энергии при последней операции восстановления

Параметр: Восст.энергии по врем.А

- Уставка по умолчанию **(_:121) Восст.энергии по врем.А** = ***Ложь***

Значение параметра	Описание
Ложь	Восстановление отключено
Истина	Циклическое восстановление после времени, заданного параметром **(_:111) Инт.восст.энерг.**, будет также синхронизировано с системным временем. Пример: **Инт.восст.энерг.** = 30 мин; текущее системное время: Время 12:10 Первое восстановление: 12:30; следующая операция восстановления: 13:00 и т.д.

Примечание: Когда параметр активирован для параметра **(_:111) Инт.восст.энерг.**, возможны следующие значения параметров: 1 мин; 2 мин; 3 мин; 4 мин; 5 мин; 6 мин; 10 мин; 12 мин; 15 мин; 20 мин; 30 мин; 60 мин.

Входные сигналы: >Восстановление и >Сброс

Дискретные входы	Описание
>Восстановление	Восстановление измеренных величин запускается с помощью дискретного входа.
>Сброс	Память величин учета устанавливается на 0 через дискретный вход.

Вы ранжируете эти логические сигналы в матрице ранжирования DIGSI. Откройте функциональую группу, например Линия, где вы создали величину энергии. Далее, на вкладке **Измеряемые величины** вы найдете вкладку **Энергия, 3 фазы**. На этой вкладке вы найдете логические сигналы и измеряемые величины.

9.9 Определяемые пользователем вычисленные величины

9.9.1 Описание функции для счетно-импульсных величин



ПРИМЕЧАНИЕ

Вы можете определить дополнительные учетные величины через DIGSI для определяемых пользователем режимов.

Используйте счетчики импульсов; затем вы можете определить соответствующие учетные величины через DIGSI и задать параметры для них аналогично величинам энергии. Вы можете просмотреть учетные величины на дисплее устройства или через DIGSI.

С помощью этих уставок вы можете индивидуально задать обработку каждой счетно-импульсной величины:

- Параметр **Время восстановления**

  Момент времени (часы), когда устройство передаст учетную величину через коммуникационный интерфейс. После этого в соответствии с выбранным протоколом будет выполнена передача данных.

  Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Интервал восстановл.** автоматически деактивируется.

- Параметр **Интервал восстановл.**

  Регулируемый период в минутах до первой и каждой последующей передачи учетной величины через коммуникационный интерфейс устройства. Затем оно будет передано в соответствии с выбранным журналом.

  Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Время восстановления** автоматически деактивируется.

Кроме того, сброс можно отключить через заданный входной дискретный сигнал (**>Пересохранить пуск**) или через внутренний логический дискретный вход. Фронт сигнала на дискретном входе приводит к восстановлению параметра и, таким образом, происходит передача учетной величины через коммуникационный интерфейс.

Сигнал счетчика внутреннего/внешнего генератора импульсов заводится на устройство через ранжируемый дискретный вход (**>Импульсный вход**). Если при этом не происходит передача правдоподобных величин, то устройство получает сигнал об этом через другой ранжируемый дискретный вход (**>Внешняя ошибка**).

В соответствии с МЭК 61850, при внешней ошибке достоверность учетных величин меняет показатель на **Сомнительно**. Импульсы не суммируются, пока существует внешняя ошибка. Как только условие внешней ошибки устраняется, импульсы снова начинают суммироваться.

Достоверность учетной величины остается с показателем **Сомнительно**, пока не будет определено новое показание счетчика с помощью:

- Подтверждения текущего содержания счетчика через **Уставки**
- **Уставки** нового содержания счетчика
- **Сброса** счетчика на 0.

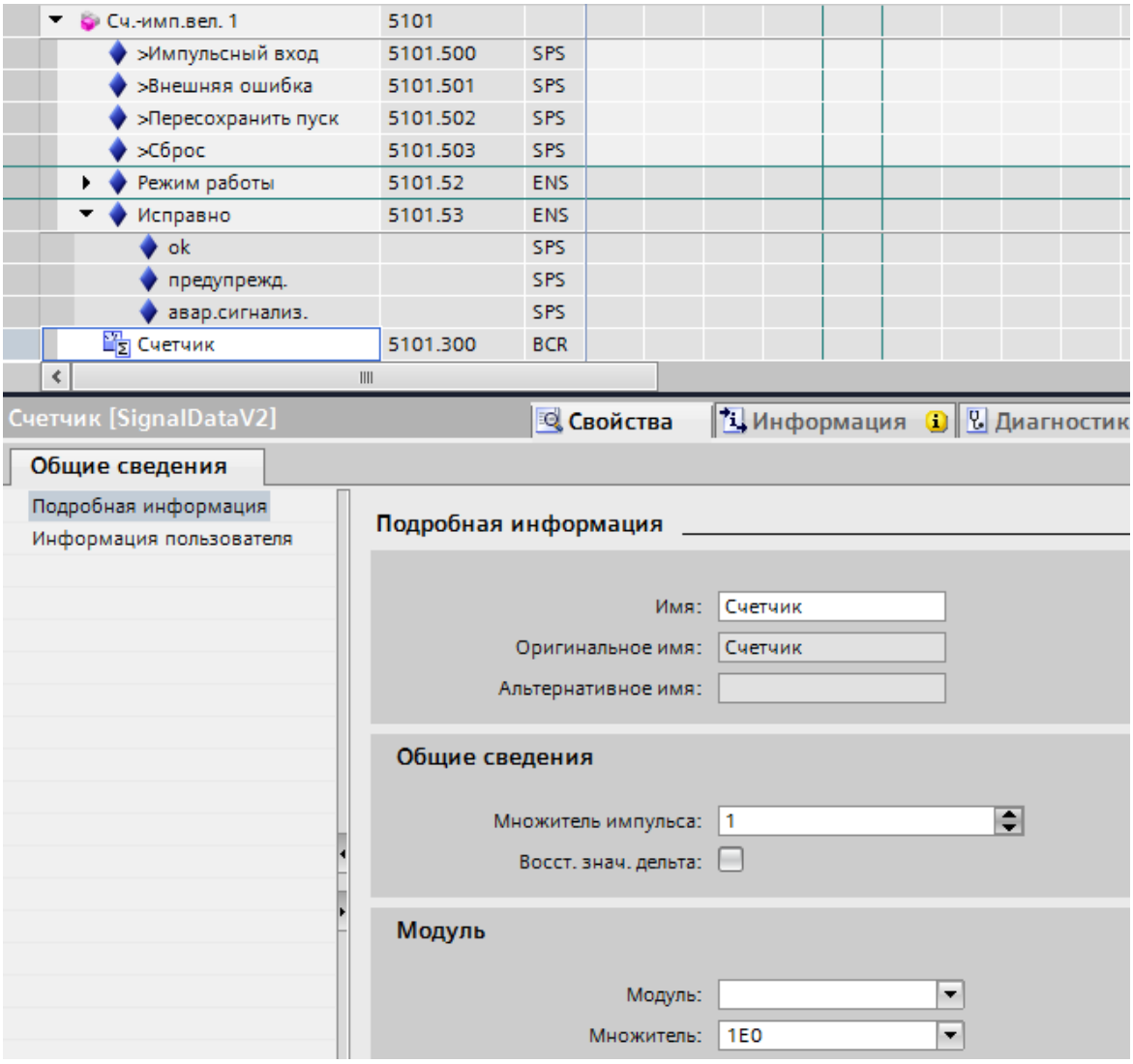
- Параметр **Фронт пуска**

  С помощью уставок вы можете сделать выбор между подсчетом импульсов по фронту или по срезу сигнала.

Счетчик импульсов можно сбросить на 0. Вы можете выполнить этот сброс через дискретный вход (при подаче на него фронта сигнала) (**>Сброс**) или через операции на устройстве.

Чтобы вывести учетные величины на экран устройства, используйте DIGSI для установки желаемого веса импульсов счетчика, единицы измерения учетных величин и коэффициент увеличения для каждого генератора импульсов. Вы также можете назначить имя, задаваемое пользователем.

Для этого откройте функциональное поле **Счетно-импульсная величина** в ранжировании данных DIGSI. (см. *Рисунок 9-22*). Выберите учетную величину и введите уставки в **Свойствах**.



[scomvimp-010313-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 9-22 Уставка с помощью DIGSI, основные уставки, счетно-импульсные величины

9.9.2 Задание уставок и примечания по вводу уставок счетно-импульсных величин

Функция **Счетно-импульсные величины** не активирована по умолчанию. Если вы используете эту функцию, вы должны загрузить ее из библиотеки в соответствующую функциональную группу.

Параметры можно установить индивидуально для каждого счетчика импульсов. Вы найдете устанавливаемые параметры в DIGSI в структуре проекта в **Параметр > Группа функций**

Для счетно-импульсных величин доступны следующие уставки и дискретные входы.

Параметр: **`Время восстановления`**

- Уставка по умолчанию: **`(_:101) Время восстановления`** = ***`нет`***

Значение параметра	Описание
нет	Деактивировано
чч:00	Передача после полного часа
чч:15	Передача в 15 минут после полного часа Примечание:
чч:30	Передача в 30 минут после полного часа Примечание:
чч:45	Передача в 45 минут после полного часа Примечание:

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Интервал восстановл.** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Интервал восстановл.

- Уставка по умолчанию: **(_:102) Интервал восстановл.** = ***0 мин***

Значение параметра	Описание
0 мин	Деактивировано
от 1 мин до 60 мин	Цикличная передача после установленного времени от 1 до 60 минут

Примечание: Если параметр активируется через уставку времени, параметр **Время восстановления** будет недействителен и автоматически деактивирован.

Параметр: Фронт пуска

- Уставка по умолчанию: **(_:103) Фронт пуска** = ***фронт импульса***

Значение параметра	Описание
фронт импульса	Подсчет с помощью фронта импульса
фронт и срез имп.	Подсчет с помощью фронта и срезу импульса

Параметр: Восст.по абс.времени

- Уставка по умолчанию **(_:104) Восст.по абс.времени**= ***Ложь***

Значение параметра	Описание
Ложь	Деактивировано
Истина	Циклическое восстановление настроек **Интервал восстановл.** по истечении заданного времени также синхронизировано с системным временем. Пример: **Интервал восстановл.** = 30 мин; текущее системное время: 12:10. Первая операция восстановления: 12:30; следующая операция восстановления: 13:00 и т.д.

Входные сигналы: >Импульсный вход, >Внешняя ошибка, >Пересохранить пуск, >Сброс

Дискретные входы	Описание
>Импульсный вход	Вход для подсчета импульсов внешнего генератора импульсов
>Внешняя ошибка	Сообщение о неисправности счетчика импульсов внешнего генератора импульсов. Сообщение влияет на показатель достоверности импульсной величины.
>Пересохранить пуск	Передача измеренных величин запускается с помощью дискретного входа.
>Сброс	Фронт сигнала на дискретном входе сбрасывает счетчик импульсов на 0.

Количество энергии, определяемое генератором импульсов, должно отображаться в учетной величине.

1 импульс соответствует 100 Вт*ч.

Весовой коэффициент импульса, единицы Си и коэффициент следует настроить, чтобы они соответствовали друг другу.

Отображаемая величина = Вычисленная учетная Величина * Вес импульса * Коэффициент * Единица Си.

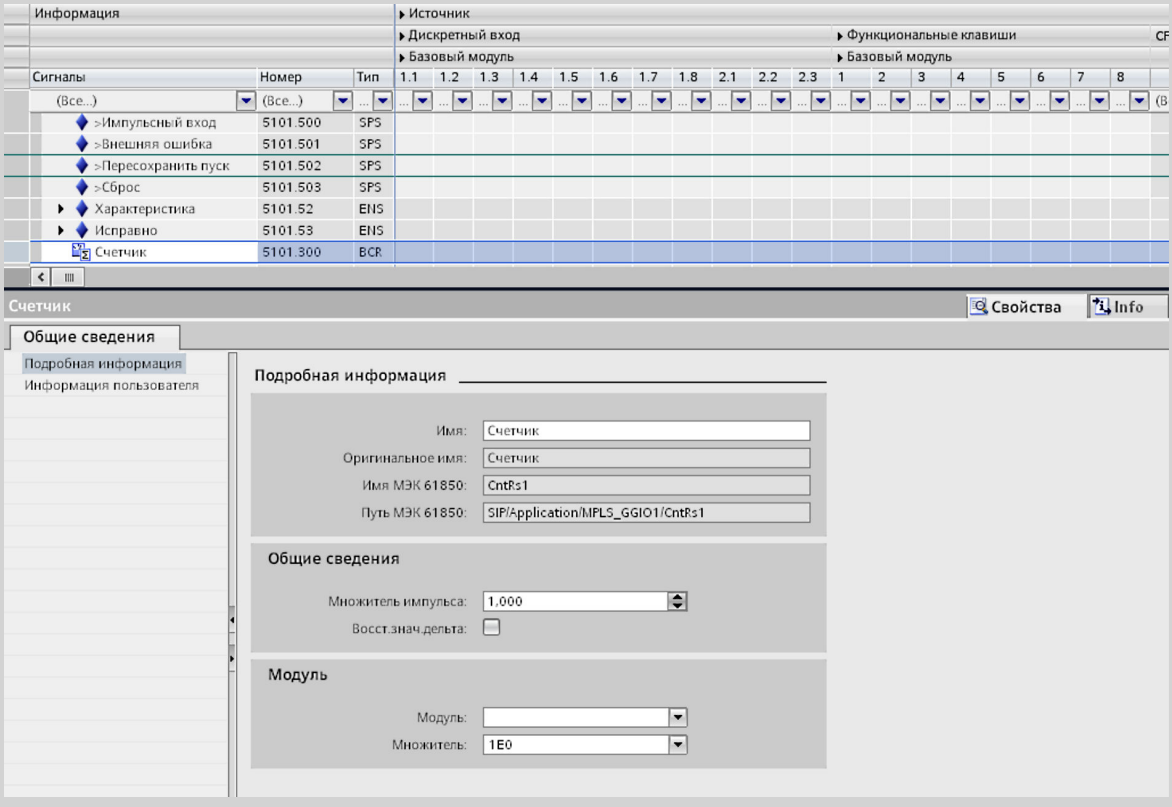
Если вы отметили кнопку **Восстановление дифференциальных значений**, то дифференциальное значение будет передано через коммуникационный интерфейс в заданное время восстановления. Дифференциальная величина формируется путем вычитания содержимого счетчика при последней операции восстановления из текущего показания счетчика.

Вы ранжируете логический сигнал ***>Импульсный вход*** на дискретный вход, к которому подключен генератор импульсов.

Установите следующие величины:

Имя	**Счетчик активной мощности**
Весовой коэффициент импульса	100
Восстановление дифференциального значения	Активировано
Единица Си	Вт*ч
Коэффициент	1

Коэффициент используется для адаптации больших единиц (например, 1000 для кВт*ч). Он настраивается путем возведения в степень числа (1, 10, 100, 1000 и т.д.). Следующий рисунок показывает сигналы, которые можно ранжировать в матрице сообщений DIGSI. Откройте функциональную группу, где вы создали счетно-импульсное значение, например, Линию 1. Здесь вы можете найти функциональное поле **Счетно-импульсная величина**. Здесь вы также найдете логические сигналы, они идут после величин учета. Выберите учетную величину и введите уставки в **Свойствах**.



[scimpzwe-260912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-23 Задание уставок с помощью DIGSI

9.10 Статистические величины первичной системы

Устройство содержит статические данные для выключателей и разъединителей.

Для каждого выключателя доступны следующие величины:

- Общее количество отключений выключателя, инициированных устройством.
- Количество отключений выключателя, инициированных устройством, отдельно для каждого полюса выключателя (если возможно однофазное отключение)
- Суммарный отключаемый ток
- Суммарные отключаемые токи, отдельно для каждого полюса выключателя
- Количество часов при отключенном выключателе
- Часов под нагрузкой

Следующие величины доступны для каждого разъединителя:

- Общее количество операций разъединителя инициированных устройством
- Количество операций отключения разъединителя, инициированных устройством, отдельно для каждого полюса разъединителя (если возможны однофазные операции)

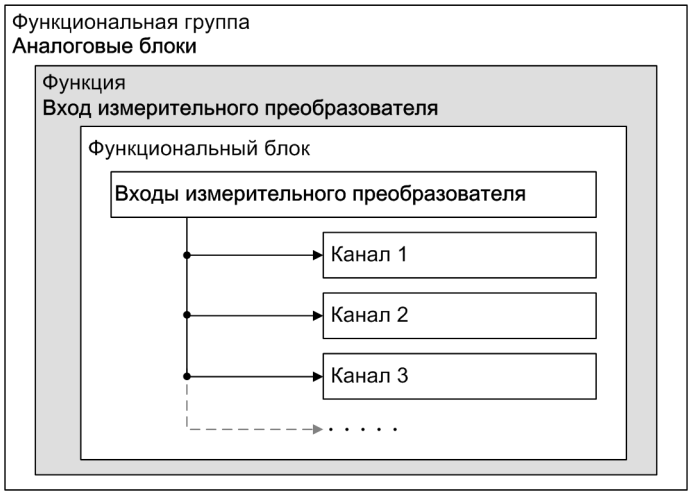
9.11 Измерительные преобразователи

9.11.1 Обзор функций

В устройствах можно использовать измерительные преобразователи с 20 мА входами. Доступны 4 таких входа в модуле ANAI-CA-4EL, который можно вставить в слот коммуникационного модуля (например, порт E или F). Можно подключить до 4 модулей. Обычно медленно изменяющиеся переменные технологического процесса, например температура или давление газа, регистрируются через такие 20 мА измеренные величины, а затем эти величины передаются в АСУ ТП.

9.11.2 Структура функции

Блоки измерительных преобразователей встроены в функциональную группу **Аналоговые блоки** и содержат входные и выходные каналы, которые настраиваются независимо друг от друга.

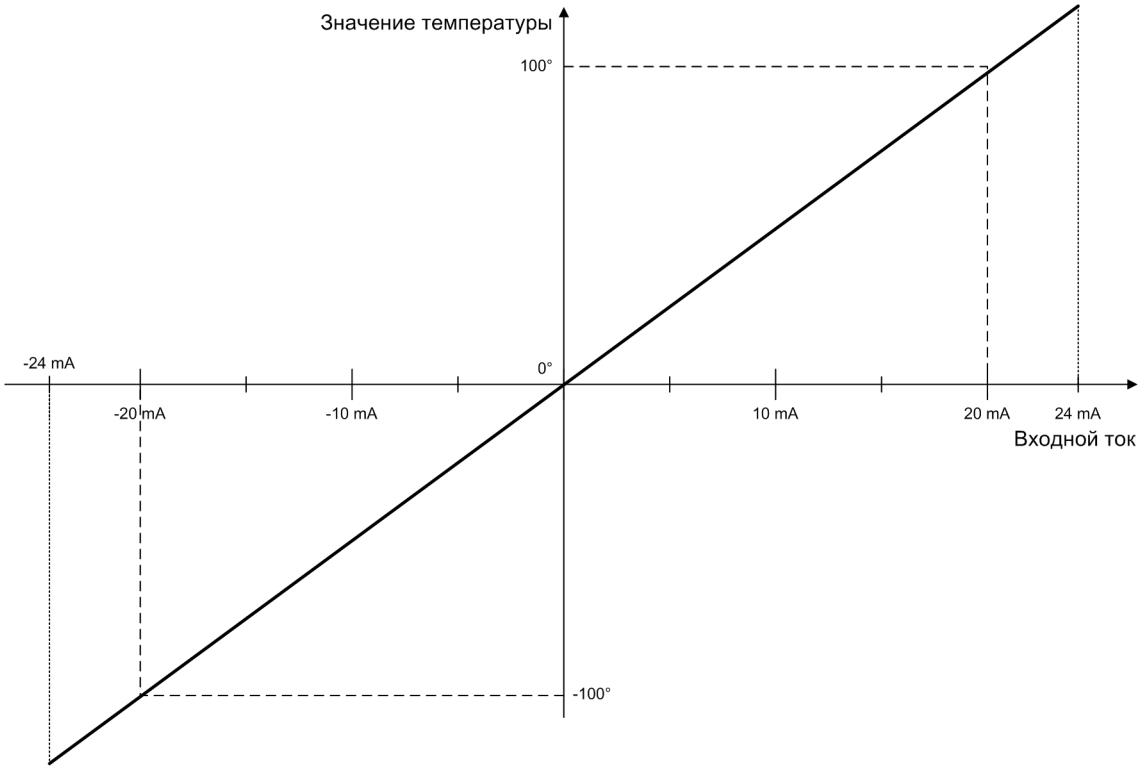


[dwstrumu-050313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 9-24 Структура/реализация функции

9.11.3 Описание функции

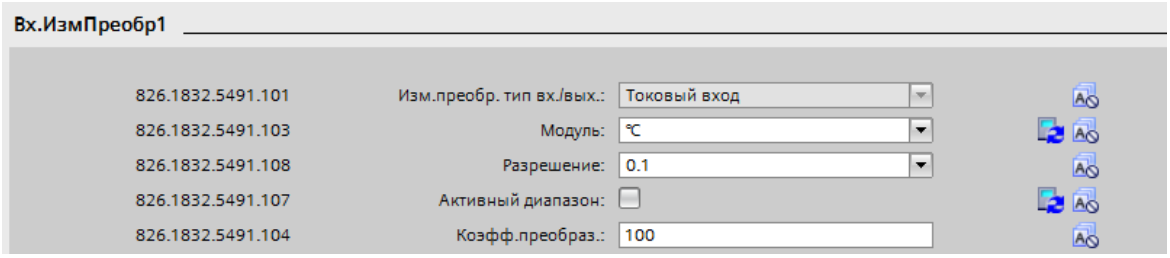
Обычно входы 20 мА передают значение, которое отображает физическую величину, например температуру или давление. Следовательно, устройство может иметь характеристику, которая задает физическую величину 20 мА величине. Если параметр **Активный диапазон** не активирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от -24 мА до +24 мА. Задание диапазона для величины коэффициента масштабирования берется из доступного диапазона от -20 мА до +20 мА. Пример показан на следующем рисунке.



[dwklbsp1-120124-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 9-25 Характеристика 20 мА входа (пример 1)

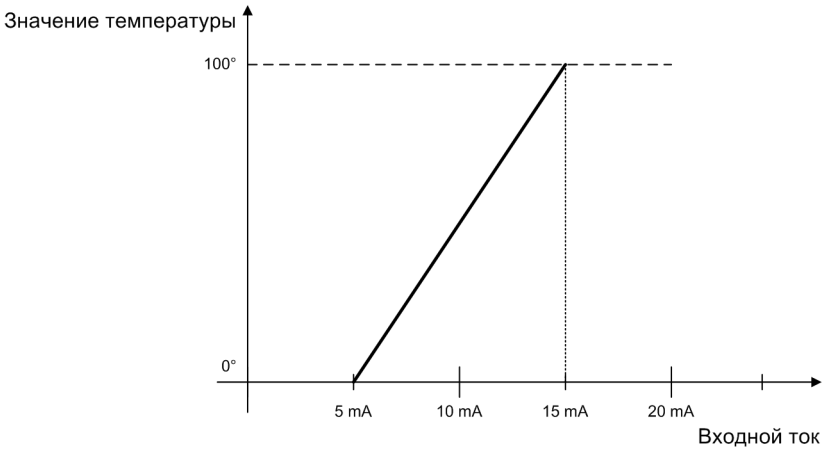
В этом примере измеренная величина 0 мА означает температуру 0 градусов по Цельсию, а измеренное значение 20мА означает температуру 100 градусов по Цельсию. Таким образом, задаются параметры **Модуль** = ***°C*** и **Коэф.транс.** = ***100***. Для значения температуры можно выбрать разрешение (разряд десятичной дроби); в качестве разряда десятичной дроби выберите **Разрешение** = ***0.1***.



[sctransd-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-26 Настройки для примера 1

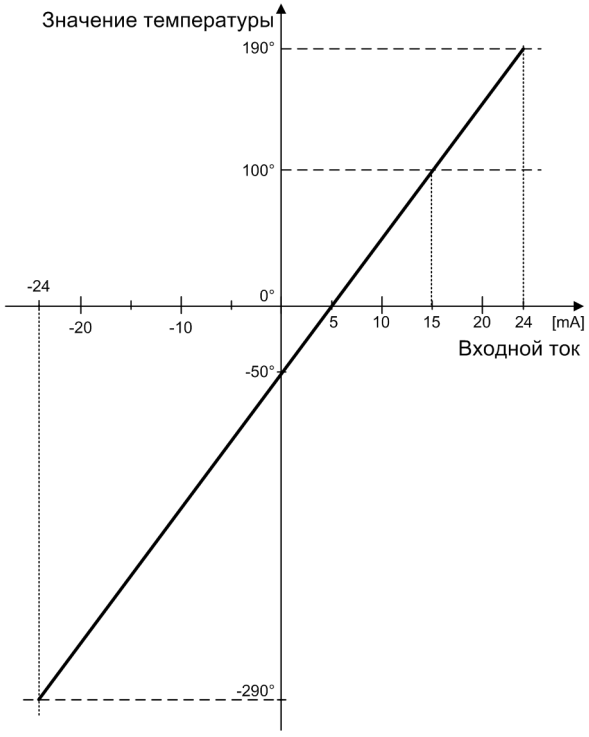
Если используется величина, меньшая -24 мА или большая +24 мА на входе измерительного преобразователя, то измеренная величина маркируется как **недействительно**. Если активирован параметр **Активный диапазон**, появляются 2 дополнительных параметра **Верхний предел** и **Нижний предел**. Оба предельных значения обозначают входной ток в мА, для которого установлена величина с помощью **Коэф.транс.** (**Верхний предел**) и действительно значение 0 (**Нижний предел**) вычисленной величины (см. следующий рисунок).



[dwklbsp2-120124-01.tif, 1, ru_RU]

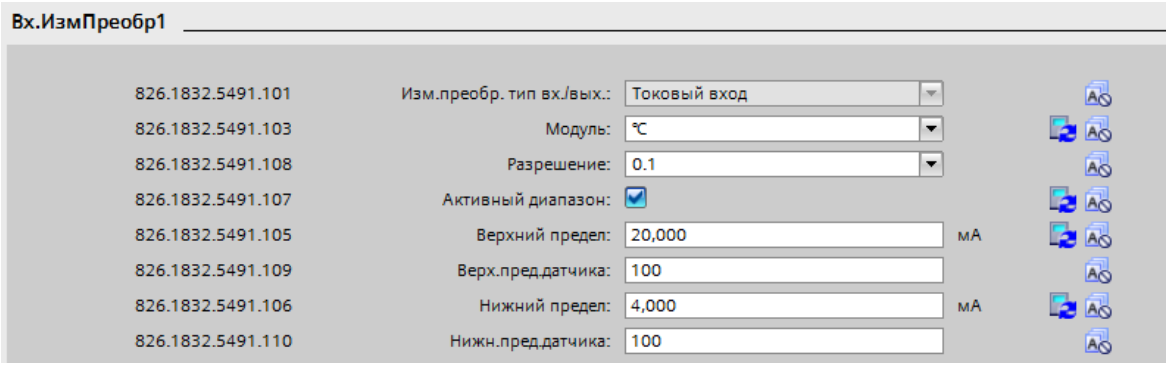
Рисунок 9-27 Характеристика 20 мА входа (пример 2)

В этом примере выбирается **Активный диапазон**. Параметр **Верхний предел** задается при 15 мА, параметр **Нижний предел** - при 5 мА и параметр **Коэф.транс.** при 100. Общие результаты характеристики, как показано на следующем рисунке, учитывают все возможные допустимые измеренные значения от -24 мА до +24 мА. Настройка **Верх.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.



[dwklges2-120124-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 9-28 Суммарная характеристика в примере 2



[sctrans2-210415, 1, ru_RU]

Рисунок 9-29 Настройки для примера 2

Каждый измерительный преобразователь делает доступным масштабированную измеренную величину в матрице сообщений (в примерах рассмотрены значения температуры) и исходную величину измерения тока в мА при дальнейшей обработке.

Величины измерительного преобразователя можно выводить на экран и обрабатывать в схемах CFC.

9.11.4 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Модуль

- Рекомендованное значение уставки **(_:103) Модуль** = ***°C***

Настройка **Модуль** используется, чтобы указать, в каких физических единицах измерения представляются измеряемые величины. Возможные значения уставок приведены в таблице уставок.

Параметр: Коэф.транс.

Параметр **(_:104) Коэф.транс.** позволяет задать коэффициент преобразования для измерительного преобразователя.

Параметр: Разрешение

- Уставка по умолчанию **(_:108) Разрешение** = ***0.1***

Параметр **Разрешение** используется, чтобы задать разрешение измеряемой величины.

Параметр: Активный диапазон

- Уставка по умолчанию **(_:107) Активный диапазон** = ***false***

Если параметр **Активный диапазон** не активизирован (нет знака "x" в кнопке выбора), функция работает в диапазоне от -24 до +24 мА. Задание диапазона для величины масштабного коэффициента берется из доступного диапазона от -20 мА до +20 мА.

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.**, **Нижний предел** и **Нижн.пред.коэф.транс.**.

Параметр: Верхний предел, Нижний предел, Верх.пред.коэф.транс. и Нижн.пред.коэф.транс.

- Уставка по умолчанию **(_:105) Верхний предел** = ***20 000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:109) Верх.пред.коэф.транс.** = ***100***
- Уставка по умолчанию **(_:106) Нижний предел** = ***4000 мА***
- Уставка по умолчанию **(_:110) Нижн.пред.коэф.транс.** = ***100***

Если активизировать параметр **Активный диапазон**, появятся 4 дополнительных параметра **Верхний предел**, **Нижний предел**, **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.**. Настройка

Верх.пред.коэф.транс. является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Верхний предел**. Настройка **Нижн.пред.коэф.транс.** является расчетной измеряемой величиной, если входной ток соответствует значению в настройке **Нижний предел**.

9.11.5 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Вх.ИзмПреобр#				
_:101	Вх.ИзмПреобр#:Изм.преобр. тип вх./вых.		• Вход напряжения • Токовый вход • Выход напряжения • Токовый выход • Вх.измер.темпер.	Токовый вход

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	Вх.ИзмПреобр#:Модуль		• % • ° • °C • °F • Ом • Ом/км • Ом/мил. • 1/с • A • Ac • cos φ • периоды • дБ • Ф/км • Ф/милю • час • Гц • Гц/с • дюйм • Дж • Д/Втч • K • л/с • м • миля • мин • о.е. • Па • периода • рад • рад/с • с • В • В/Гц • ВА • ВА*ч • вар • вар*ч • Вс • Вт • Вт/с • Вт*час	м

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:108	Вх.ИзмПреобр#:Разре-шение		• 1 • 0.1 • 0.01 • 0.001	0.1
_:107	Вх.ИзмПреобр#:Активный диапазон		• 0 • 1	ложь
_:104	Вх.ИзмПреобр#:Коэф.транс.		1 до 10000	100
_:105	Вх.ИзмПреобр#:Верхний предел		-20.00 мА до 20.00 мА	20.00 мА
_:109	Вх.ИзмПреобр#:Верх.пред.коэф.транс.		-10000 до 10000	100
_:106	Вх.ИзмПреобр#:Нижний предел		-20.00 мА до 20.00 мА	4.00 мА
_:110	Вх.ИзмПреобр#:Нижн. пред.коэф.транс.		-10000 до 10000	100

9.11.6 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Вх.ИзмПреобр#			
_:301	Вх.ИзмПреобр#:Изм.преобр.вх.шкала	MV	O
_:302	Вх.ИзмПреобр#:Изм.преобр. входDC	MV	O

9.12 Мониторинг износа выключателей

9.12.1 Обзор функций

Функция **Кнтр.изн.выкл**:

- Регистрирует износ выключателей
- Позволяет выполнять техническое обслуживание контактов выключателя, когда этого требует их фактическая степень износа
- Формирует предупреждающий сигнал, когда степень износа выключателя достигает заданного значения
- Позволяет контролировать время включения-отключения выключателя

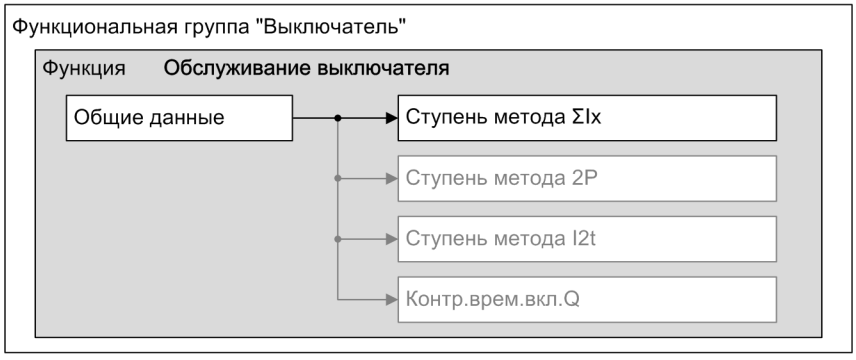
Одним из основных преимуществ использования этой функции является экономия затрат на техническое обслуживание и ремонт.

9.12.2 Структура функции

Функция **Кнтр.изн.выкл** может использоваться в функциональной группе **Выключатель**.
Эта функция предлагает 4 независимые рабочие ступени с различными методами измерения:

- **Ступень ΣI^x-метода**
  Суммирование мощности отключаемых токов
- **Ступень 2P-метода**
  Метод расчета оставшихся циклов переключения по двум точкам
- **Ступень I^2t-метода**
  Суммирование интегралов квадратов всех токов повреждений
- **Ступень контр.врем.вкл.Q**
  Контроль собственного времени включения выключателя

Эта функция предварительно настроена производителем с одной ступенью **ΣI^x-метода**. В этой функции может работать одновременно максимум 1 ступень **ΣI^x-метода** , 1 ступень **2P-метода**, 1 ступень **I^2t метода** и 1 ступень **Ступень контр.врем.вкл.Q**.
Общая функциональность доступна для всех ступеней и предоставляет единообразный начальный критерий для ступеней.



[DwCBWear, 2, ru_RU]

Рисунок 9-30 Структура/реализация функции

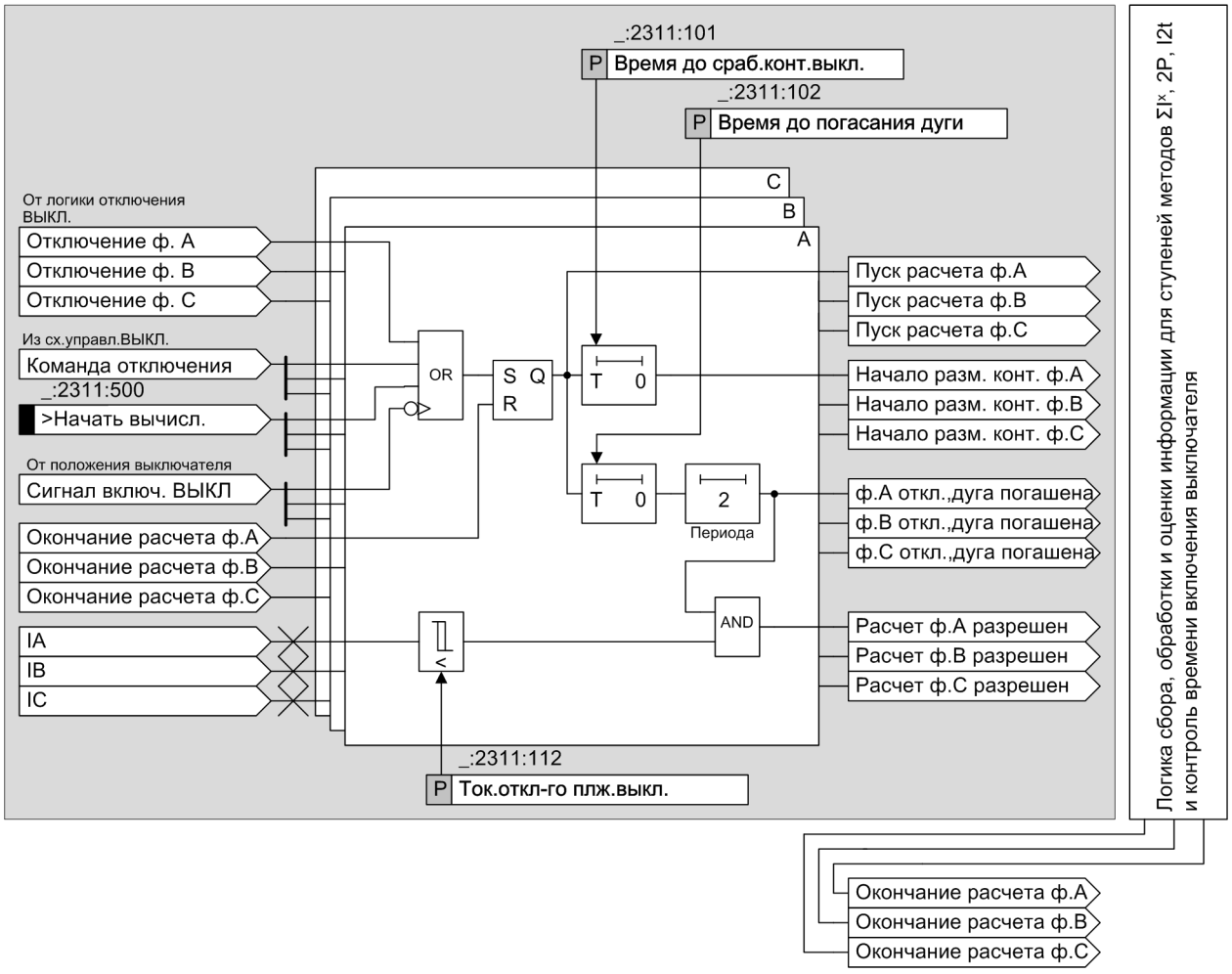
9.12.3 Общая функциональность

9.12.3.1 Описание

Логика

Поскольку износ выключателя зависит от амплитуды тока и фактической длительности операции переключения (времени), определение данных параметров является важным. Эти параметры определяет общий блок функции Кнтр.изн.выкл и передает ступеням (методам).

Определение токов коммутации и времени горение дуги осуществляется для каждой фазы отдельно. На следующем рисунке показана логика функционирования контроля износа выключателя.



[LoCBWear, 3, ru_RU]

Рисунок 9-31 Логическая схема ступеней (методов) расчета ресурса выключателя и функции контроля износа выключателя

Пуск функции контроля износа выключателя

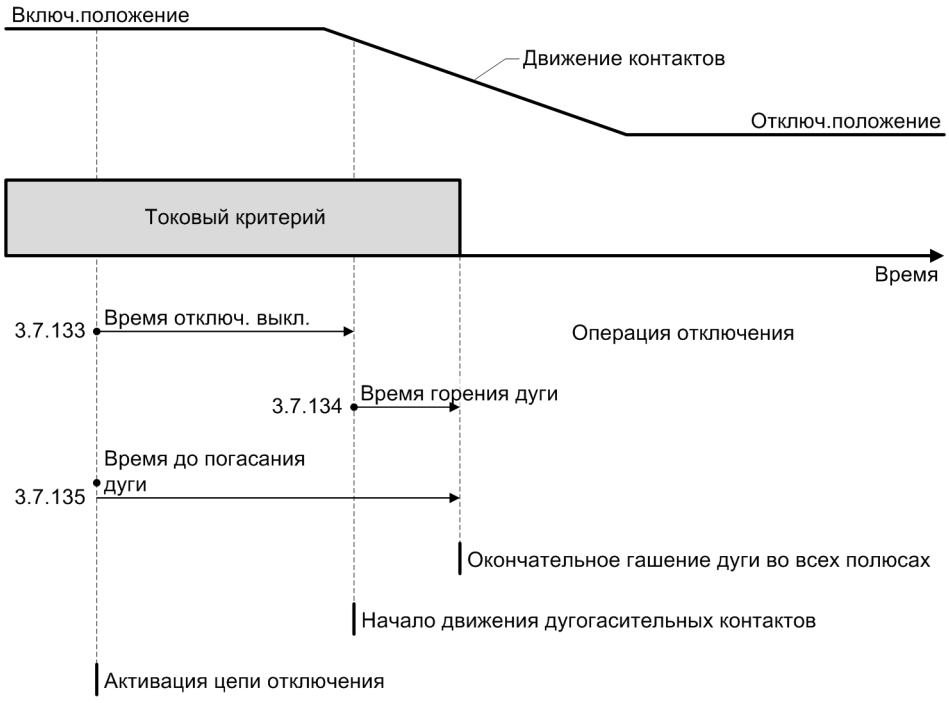
Функция **Кнтр.изн.выкл** запускается при:

- Получение внутреннего сигнала отключения от функционального блока **Логика отключ.**
- Получение команды на отключение от функционального блока **Управление**.
- Приеме дискретного входного сигнала *>Начать вычисл.* от внешнего устройства.

- Возврате сигнала о включенном положении выключателя
  Этот сигнал формируется блок-контактами выключателя. Таким образом, при размыкании НО блок-контактов выключателя, определяется отключение выключателя.

Входные сигналы логики для ступеней

Пуск функции инициирует два таймера отсчитывает время между выдачей сигнала на отключение и началом движения силовых контактов выключателя, второй учитывает полное время отключения от момента выдачи сигнала на первый до погасания дуги отключение. Параметр **Время до сраб.конт.выкл.** определяет время первого таймера. Параметр **Время до погасания дуги** определяет время, в течение которого контакт остается разомкнутым, включая гашение дуги. На следующем рисунке показана связь между этими параметрами.



[DwCBTime, 2, ru_RU]

Рисунок 9-32 Параметры времени выключателя

Чтобы предотвратить неправильный расчет в случае отказа выключателя, параметр **Ток.откл-го плж.выкл.** используется для проверки, возвращается ли ток к 0 после 2 дополнительных циклов. Для сравнения пороговых значений используются составляющие промышленной частоты. Когда критерий протекания тока соответствует требованию, разрешается расчет и оценка соответствующих методов.

Окончание расчета функции контроля износа выключателя

После завершения расчета и оценки выдается сигнал об окончании расчета соответствующей фазы, который сбрасывает пуски. Функция **Кнтр.изн.выкл** готова к новому запуску.

9.12.3.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Время до сраб.конт.выкл.

- Значение уставки по умолчанию **(_:2311:101) Время до сраб.конт.выкл.** = *0,065 с*

Параметр **Время до сраб.конт.выкл.** используется для задания интервала времени между подачей напряжения на электромагнит отключения выключателя и началом размыкания переключающих контактов.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя. Также см. *Рисунок 9-32*.

Параметр: Время до погасания дуги

- Уставка по умолчанию **(_:2311:102) Время до погасания дуги** = *0,080 с*

Параметр **Время до погасания дуги** используется для задания интервала времени между подачей напряжения на электромагнит отключения выключателя и моментом погасания дуги (и размыкания контакта).

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя. Также см. *Рисунок 9-32*.

Параметр: Время вкл. выкл-ля

- Уставка по умолчанию **(_:2311:103) Время вкл. выкл-ля** = *0,080 с*

Параметр **Время вкл. выкл-ля** позволяет задать стандартный интервал времени между моментом подачи команды на включение выключателя и моментом времени, когда начинает протекать ток.

Дополнительные сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

9.12.3.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Общие данные				
_:2311:101	Общие данные:Время до сраб.конт.выкл.		0.001 с до 0.500 с	0.065 с
_:2311:102	Общие данные:Время до погасания дуги		0.001 с до 0.600 с	0.080 с
_:2311:103	Общие данные:Время вкл. выкл-ля		0.001 с до 0.600 с	0.080 с

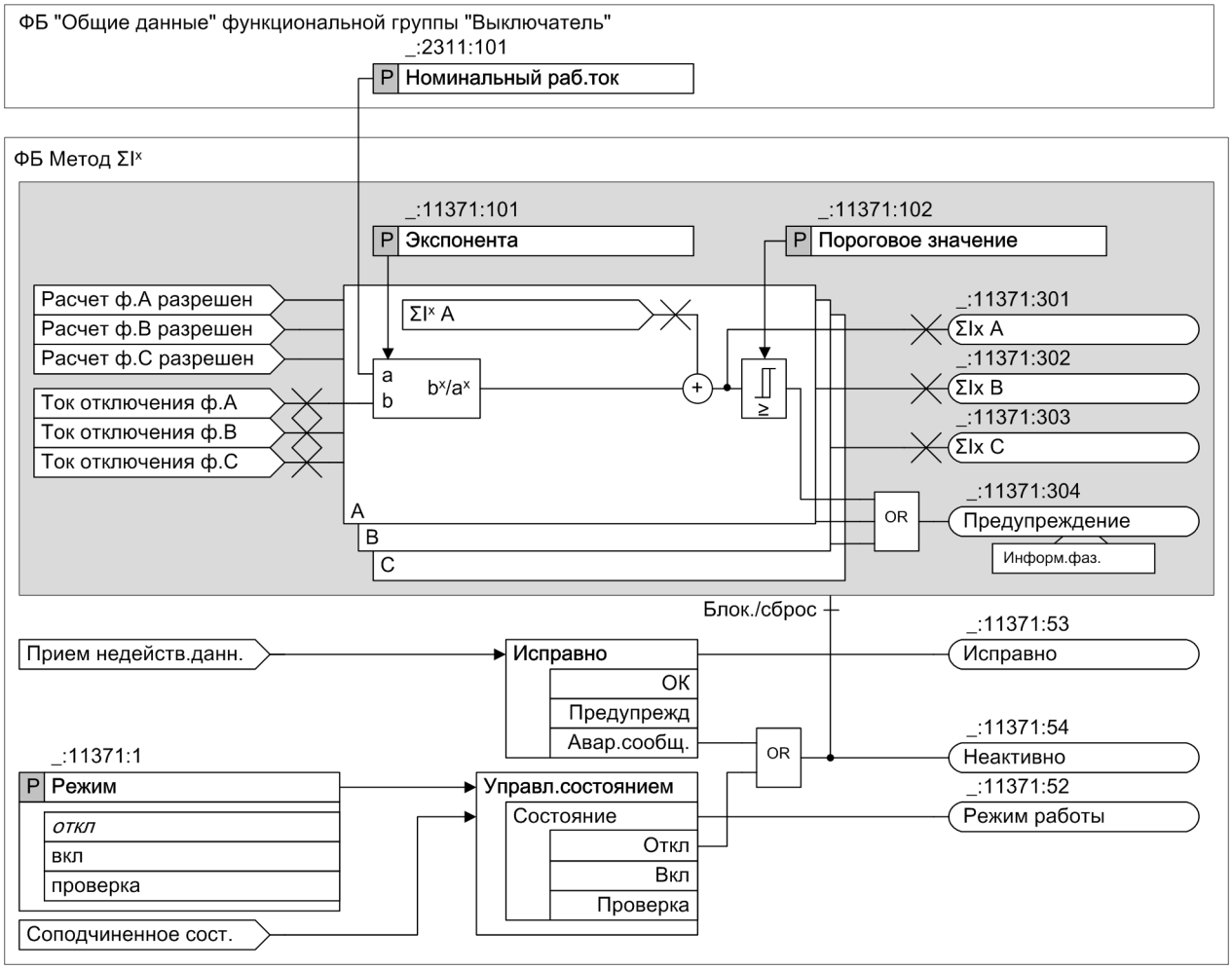
9.12.3.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Общие данные			
_:2311:500	Общие данные:>Начать вычисл.	SPS	I

9.12.4 Защиты методом Σix

9.12.4.1 Описание

Логическая схема ступени



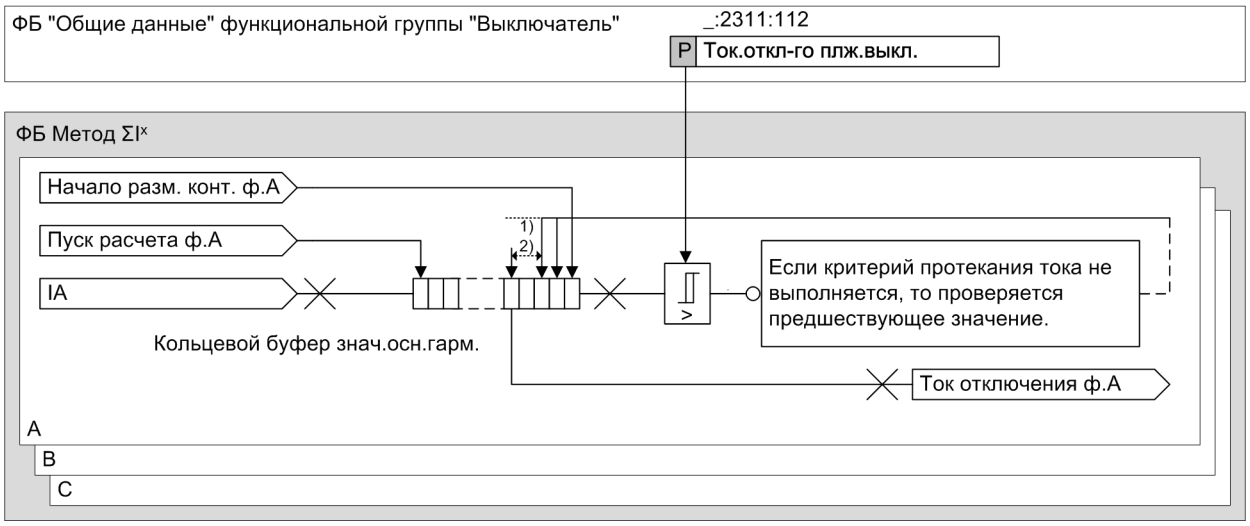
[LoCBWIxS, 3, ru_RU]

Рисунок 9-33 Логика ступени ΣIx-метода

Определение величины тока отключения/включения

Действующие величины составляющих промышленной частоты сохраняются для каждой фазы в буфере в течение периода времени между начальным критерием и критерием начала размыкания контакта. При наступлении критерия начала размыкания контакта выполняется поиск последнего значения в буфере, превышающего уставку параметра **`Ток.откл-го плж.выкл.`**. Величина, зарегистрированная на 20 мс раньше, используется в качестве тока отключения/включения для дальнейших расчетов.

Если в буфере отсутствуют величины, превышающие уставку, размыкание выключателя влияет только на механический срок службы выключателя и, следовательно, не учитывается данным методом.



[LoCBWIxF, 1, ru_RU]

Рисунок 9-34 Логика определения величины тока отключения

(1) Выполнение критерия протекания тока

(2) Величина, зарегистрированная на 20 мс раньше

Расчет износа

Если ступень **ΣIx-метода** получает разрешающий сигнал логики, определенный ток отключения используется для расчета износа. Затем результаты расчета прибавляются к существующим статистическим величинам метода ΣIx, как показано в следующем примере для фазы A.

$$\sum I_A^x = \frac{1}{I_{ном}^x} \sum_{q=1}^{m} I_{A\,откл.,q}^x$$

[FoCBWIxA-301012-01.tif, 1, ru_RU]

где:

x	Показатель степени
q	Номер цикла переключения выключателя
$I_{A\,отключ,q}^x$	Ток отключения/включения фазы A в степени x в q-ой операции выключателя
$I_{ном}^x$	Номинальный нормальный ток в степени x
$\sum I_A^x$	Статистическая величина фазы тока A, рассчитанная методом $\sum I^x$
m	Полное количество циклов переключения

Величина с выбором фазы ΣIx доступна в виде статистической величины. Вы можете сбросить или задать статистические данные в соответствии с конкретным применением.

Чтобы упростить интерпретацию суммы степеней тока отключения, величины задаются относительно возведенного в степень номинального нормального тока $I_{ном}$ выключателя (см. также примечания по вводу уставок).

Предупреждение об обслуживании выключателя

Если величина суммы ΣIx одной из фаз превышает пороговое значение, выдается предупреждающий сигнал с выбором фазы.

9.12.4.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Экспонента

- Уставка по умолчанию **(_:11371:101) Экспонента** = *2,0*

Параметр **Экспонента** используется для задания экспоненты для метода ΣI^x.

Обычно значение по умолчанию 2. Однако практический опыт показывает, что для отдельных выключателей могут потребоваться немного отличные величины.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:11371:102) Пороговое значение** = *10 000,00*

Параметр **Пороговое значение** используется для определения порога статистической величины.

Зависимость степеней тока отключения от возведенного в степень номинального нормального тока $I_{ном}$ позволяет предельной величине метода ΣI^x соответствовать максимальному числу операций включения-отключения. Для выключателя, контакты которого еще не изношены, максимальное число операций включения-отключения можно ввести непосредственно в качестве предельной величины.

9.12.4.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Метод ΣIx				
_:11371:1	Метод ΣIx:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:11371:101	Метод ΣIx:Экспонента		1.0 до 3.0	2.0
_:11371:102	Метод ΣIx:Пороговое значение		0 до 10000000	10000

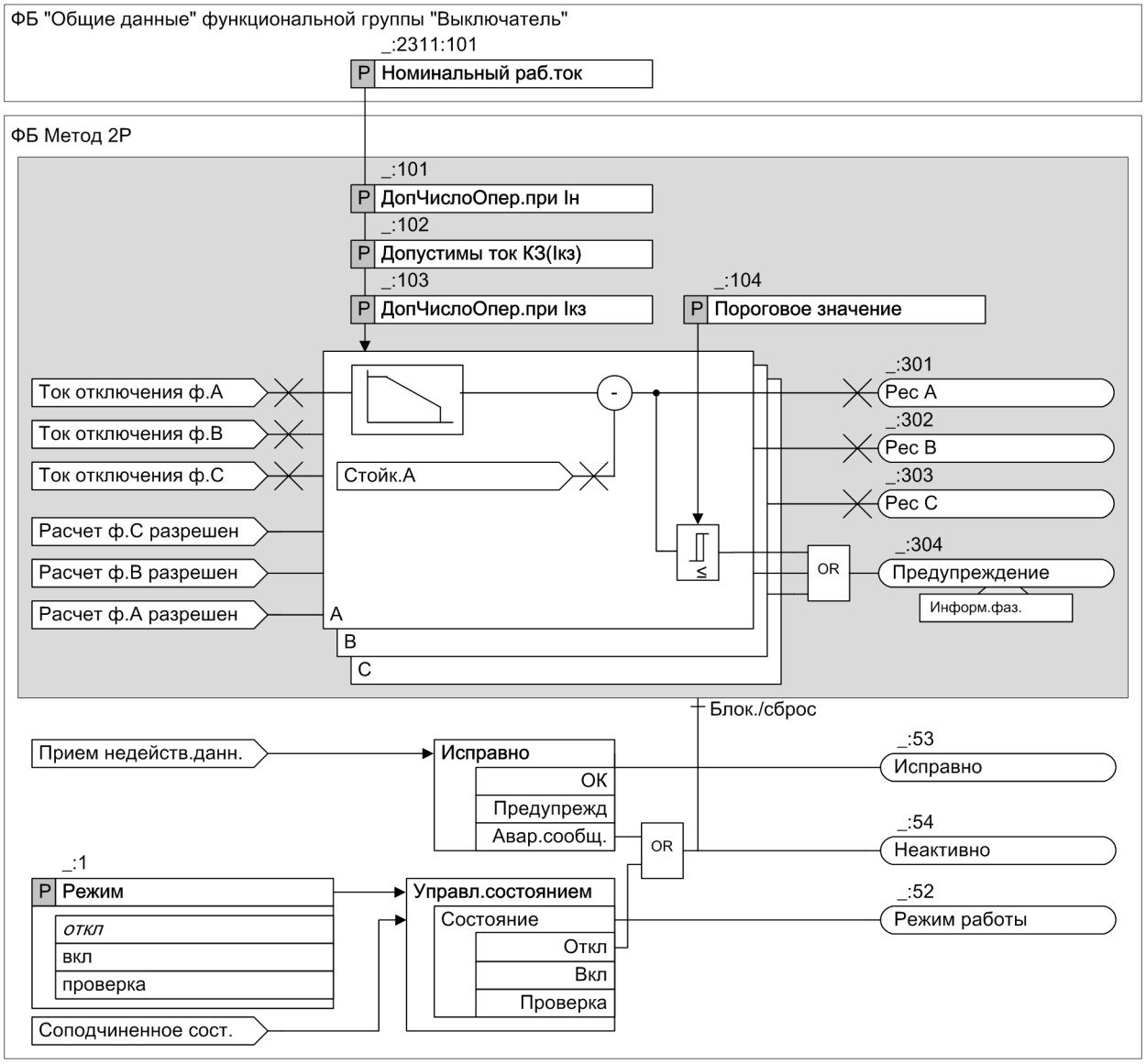
9.12.4.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Метод ΣIx			
_:11371:54	Метод ΣIx:Неактивно	SPS	O
_:11371:52	Метод ΣIx:Режим работы	ENS	O
_:11371:53	Метод ΣIx:Статус исправности	ENS	O
_:11371:301	Метод ΣIx:ΣIx A	BCR	O
_:11371:302	Метод ΣIx:ΣIx B	BCR	O
_:11371:303	Метод ΣIx:ΣIx C	BCR	O
_:11371:304	Метод ΣIx:Предупреждение	ACT	O

9.12.5 Ступень метода 2P

9.12.5.1 Описание

Логическая схема ступени



[LoCBW2PS, 2, ru_RU]

Рисунок 9-35 Логика 2P-метода

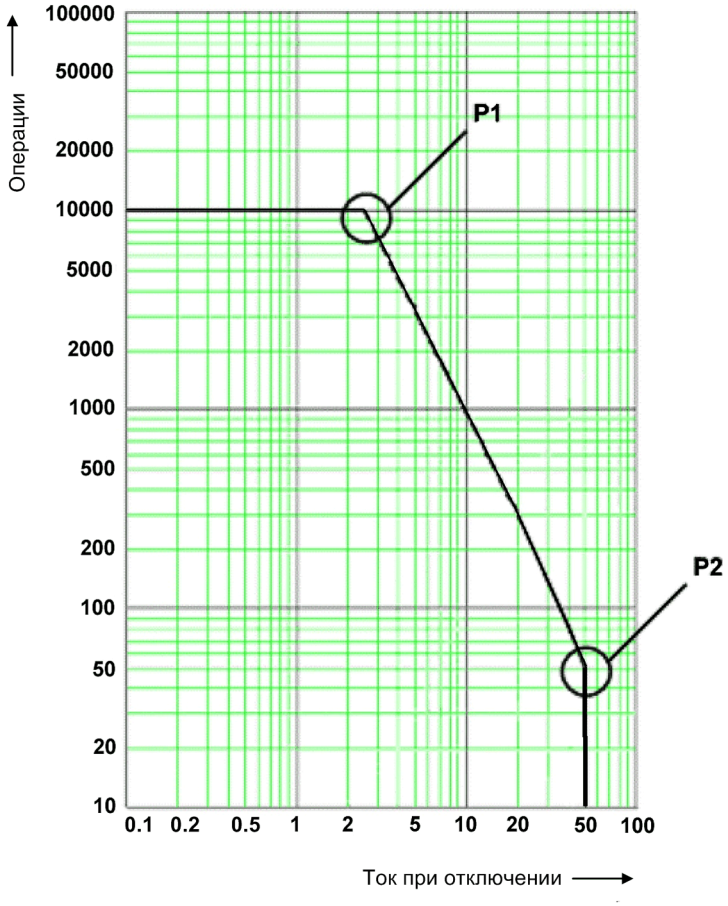
Определение величины тока отключения

Описание определения величины тока отключения см. в разделе *9.12.4.1 Описание*.

Расчет оставшегося допустимого числа циклов коммутационных операций

На логарифмическом графике, предоставляемом производителем выключателя, показана зависимость допустимого числа циклов коммутационных операций от тока отключения; см. рисунок ниже. Выключатель, показанный в примере, может сработать примерно 1000 раз при токе отключения 10 кА.

Две точки и соединяющая их линия определяют зависимость числа циклов коммутаций от тока отключения. Точка P1 определяется числом допустимых отключений при номинальном рабочем токе $I_{ном}$. Точка P2 определяется максимальным числом отключений при допустимом токе короткого замыкания $I_{кз}$. Указанные величины необходимо ввести в устройство с помощью уставок **Номинальный раб.ток**, **ДопЧислоОпер.при Iн**, **Допустимы ток КЗ(Iкз)** и **ДопЧислоОпер.при Iкз**.



[DwCBWOpC, 1, ru_RU]

Рисунок 9-36 Расчет допустимого числа отключений по методу 2P

Как показано на предыдущем рисунке (на логарифмическом графике), прямая линия между P1 и P2 может быть выражена следующей экспоненциальной функцией:

$$n = b \cdot \left(\frac{I_{ном}}{I_{откл}} \right)^{m}$$

[FoCBW2P1-301012-01.tif, 1, ru_RU]

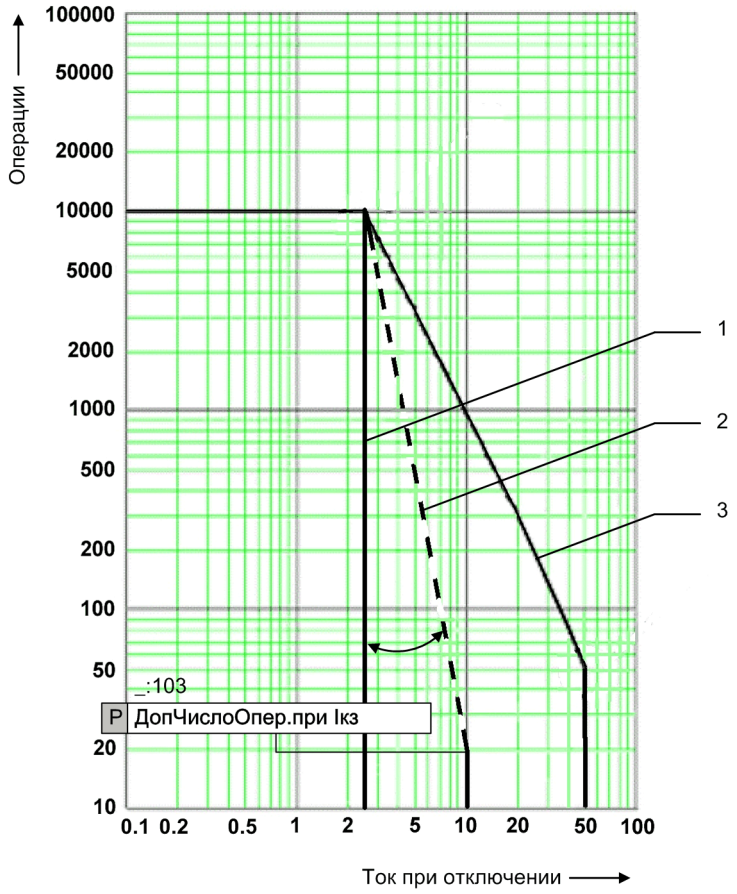
Где:

$I_{откл}$	Ток при отключении выключателя
$I_{ном}$	Номинальный рабочий ток
m	Коэффициент наклона
b	Допустимое число отключений при номинальном рабочем токе
n	Допустимое число коммутаций

Из экспоненциальной функции можно получить общее линейное уравнение для логарифмического представления, а также коэффициенты b и m.

ПРИМЕЧАНИЕ

Поскольку коэффициент наклона m < -4 технически невозможен, поэтому при расчетах коэффициент наклона ограничивается значением -4. Если коэффициент меньше -4, экспоненциальная функция при расчетах не используется. Вместо нее в качестве результата расчета текущего числа циклов переключения используется максимальное число циклов переключения при $I_{кз}$, показанное на следующем рисунке пунктирной линией с m=-4,48.



[DwCBWSIo, 1, ru_RU]

Рисунок 9-37 Ограничение величины коэффициента наклона

(1) Прикладная функция от M < -4
(2) Параметрированная функция с M = -4,48
(3) Параметрированная функция с M = -1,77

Если ступень **2P-метода** получает разрешающий сигнал от общей логики контроля износа выключателя, то для измеренного тока отключения рассчитывается эквивалентное число отключений при номинальном рабочем токе. Эта величина вычитается из оставшегося допустимого количества отключений при Iном. Число допустимых отключений при Iном доступно в виде статической величины. Представленный ниже пример наглядно иллюстрирует этот процесс.

Значение допустимого числа отключений при Iном можно сбросить до нуля или установить необходимое значение. Операция сброса изменяет статистическую величину на 0, а не на величины по умолчанию 10000.

Статистическая величина оставшихся циклов отключения рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ДопКолОткл}\text{ПриIном}_i = \text{ДопКолОткл}\text{ПриIном}_{i-1} - \frac{n_{ном}}{n_{отключ}}$$

[FoCBW2P2-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Где:

i	Номер последнего отключения
ДопКолОткл ПриIном	Рассчитанное допустимое число отключений при Iном после i-го отключения
$n_{ном}$	Допустимое число отключений при Iном из технических данных выключателя
$n_{откл}$	Допустимое число отключений при текущем токе отключения
$n_{ном}/n_{откл}$	Отношение допустимого числа отключений при Iном к числу отключений при текущем токе

ПРИМЕР

Для расчета допустимого числа операций отключения выключателя принимаются следующие величины:

P1 (2,5 кА, 10000)

P2 (50,0 кА, 50)

Выключатель выполнил 100 операций отключения при номинальном рабочем токе, две операции отключения при номинальном токе КЗ и три операции отключения при токе 10 кА. Число оставшихся допустимых операций отключения при Iном равно

$$\text{ДопКолОткл}\text{ПриIном} = n_{ном} - \left(100 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{2.5\,kA}}\right) - \left(2 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{50\,kA}}\right) - \left(3 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{10\,kA}}\right)$$

$$= 10\,000 - \left(100 \cdot \frac{10\,000}{10\,000}\right) - \left(2 \cdot \frac{10\,000}{50}\right) - \left(3 \cdot \frac{10\,000}{861}\right) = 9465$$

[FoCBW2P3-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Допустимо еще 9465 операций отключения при номинальном рабочем токе.

Предупреждение о необходимости проведения технического обслуживания выключателя

Если число оставшихся операций отключения одной из фаз ниже порогового значения, выдается предупреждающий сигнал с указанием фазы.

9.12.5.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: ДопЧислоОпер.при Iн

- Уставка по умолчанию **(_:101) ДопЧислоОпер.при Iн** = ***10 000***

Параметр **ДопЧислоОпер.при Iн** используется для задания числа допустимых циклов переключения при номинальном нормальном токе.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

Параметр: Допустимы ток КЗ(Iкз)

- Уставка по умолчанию **(_:102) Допустимы ток КЗ(Iкз)** = ***25 000 A***

Параметр **Допустимы ток КЗ(Iкз)** используется для задания номинального тока отключения КЗ.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

Параметр: ДопЧислоОпер.при Iкз

- Уставка по умолчанию **(_:103) ДопЧислоОпер.при Iкз** = ***50***

Параметр **ДопЧислоОпер.при Iкз** используется для задания числа допустимых циклов переключения при номинальном токе отключения КЗ.

Сведения о значении уставки можно найти в технических данных используемого выключателя.

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:104) Пороговое значение** = ***1000***

Параметр **Пороговое значение** используется для задания порогового числа оставшихся циклов переключения при номинальном нормальном токе. Предупреждающий сигнал выдается, когда статистическая величина меньше, чем **Пороговое значение**.

Пример

Ниже приводится пример настройки параметра **Пороговое значение**. Рассмотрим выключатель с такими же техническими данными, как в примере для расчета оставшихся циклов переключения: разрешается 50 операций отключения при номинальном токе отключения КЗ.

Предупреждающий сигнал должен выдаваться, когда число возможных операций отключения при номинальном токе отключения КЗ меньше 3. Для выполнения этого условия устанавливается величина **Пороговое значение**, основанная на следующем расчете:

$$3 \cdot \frac{n_{ном}}{n_{50kA}} = 3 \cdot \frac{10000}{50} = 600$$

[FoCBW2P4-301012-01.tif, 1, ru_RU]

9.12.5.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Метод 2P				
_:1	Метод 2P:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Метод 2P:ДопЧислоОпер.при Iн		100 до 1000000	10000
_:102	Метод 2P:Допустимы ток КЗ(Iкз)		10 A до 100000 A	25000 A
_:103	Метод 2P:ДопЧислоОпер.при Iкз		1 до 1000	50
_:104	Метод 2P:Пороговое значение		0 до 10000000	100

9.12.5.4 Список сообщений

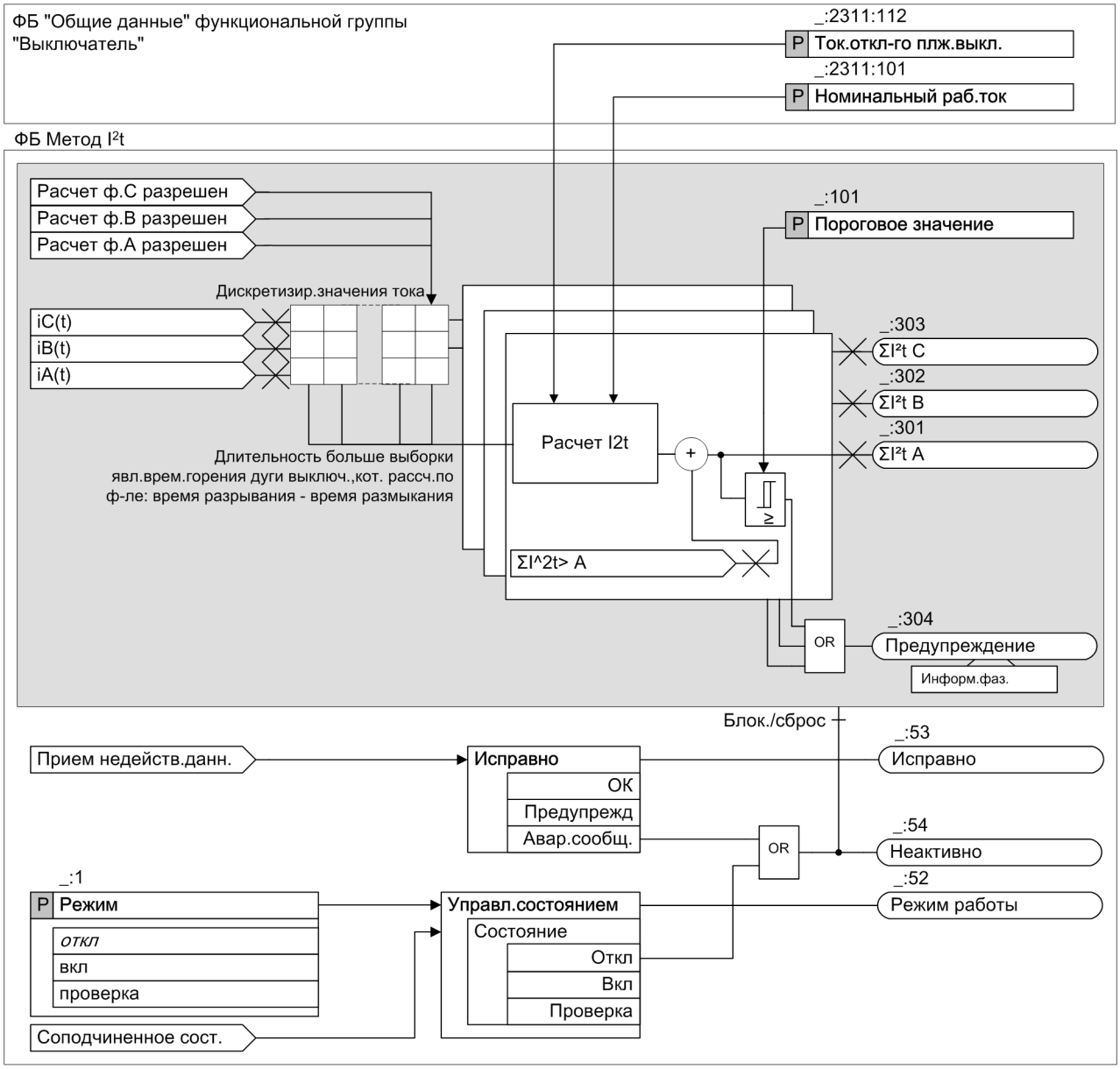
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Метод 2P			
_:54	Метод 2P:Неактивно	SPS	O
_:52	Метод 2P:Режим работы	ENS	O
_:53	Метод 2P:Статус исправности	ENS	O
_:301	Метод 2P:Рес A	INS	O
_:302	Метод 2P:Рес B	INS	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:303	Метод 2P:Рес C	INS	O
_:304	Метод 2P:Предупреждение	ACT	O

9.12.6 Ступень метода I2t

9.12.6.1 Описание

Логическая схема ступени



[LoCBWI2t, 1, ru_RU]

Рисунок 9-38 Логика ступени I²t-метода

Расчет износа

Метод I^2t оценивает износ выключателя на основании мгновенных значений тока фаз во время горения дуги. Длительность горения дуги определяется разностью между двумя уставками параметров **Время до погасания дуги** и **Время до сраб.конт.выкл.** (см. также *Рисунок 9-32*). Ступень определяет конечную точку времени горения дуги путем обратного поиска точки перехода через нуль фазных токов после получения разрешающего сигнала общей логики мониторинга износа выключателя. Затем квадраты токов горения дуги интегрируются для каждой фазы отдельно. Интеграл делится на квадрат номинального рабочего тока выключателя, как показано в следующей формуле (пример для фазы A).

$$I^2t_A = \frac{1}{I^2_{ном}} \int_{Врем.зажиг.дуги}^{Врем.погас.дуги} i_A^2(t)\ dt$$

[FoCBWI2T-301012-01.tif, 1, ru_RU]

где:

$I_{ном}$ Номинальный рабочий ток

$i_A(t)$ Мгновенные величины тока фазы A

Рассчитанные интегралы квадратов тока отключения прибавляются к существующим статистическим значениям. Статистические данные могут быть сброшены или установлены в заданное значение.

Предупреждение о необходимости проведения технического обслуживания выключателя

Если статистическая величина одной из фаз выше порогового значения, выдается предупреждающий сигнал с указанием фазы.

9.12.6.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Пороговое значение

- Уставка по умолчанию **(_:101) Пороговое значение** = *10 000,00 I/Ir*s*

Параметр **Пороговое значение** используется для указания максимального допустимого интеграла квадратов мгновенных измеренных величин фазных токов.

9.12.6.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Метод I2t				
_:1	Метод I2t:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Метод I2t:Пороговое значение		0.00 I/Iн*с до 21400000.00 I/Iн*с	10000.00 I/Iн*с

9.12.6.4 Список сообщений

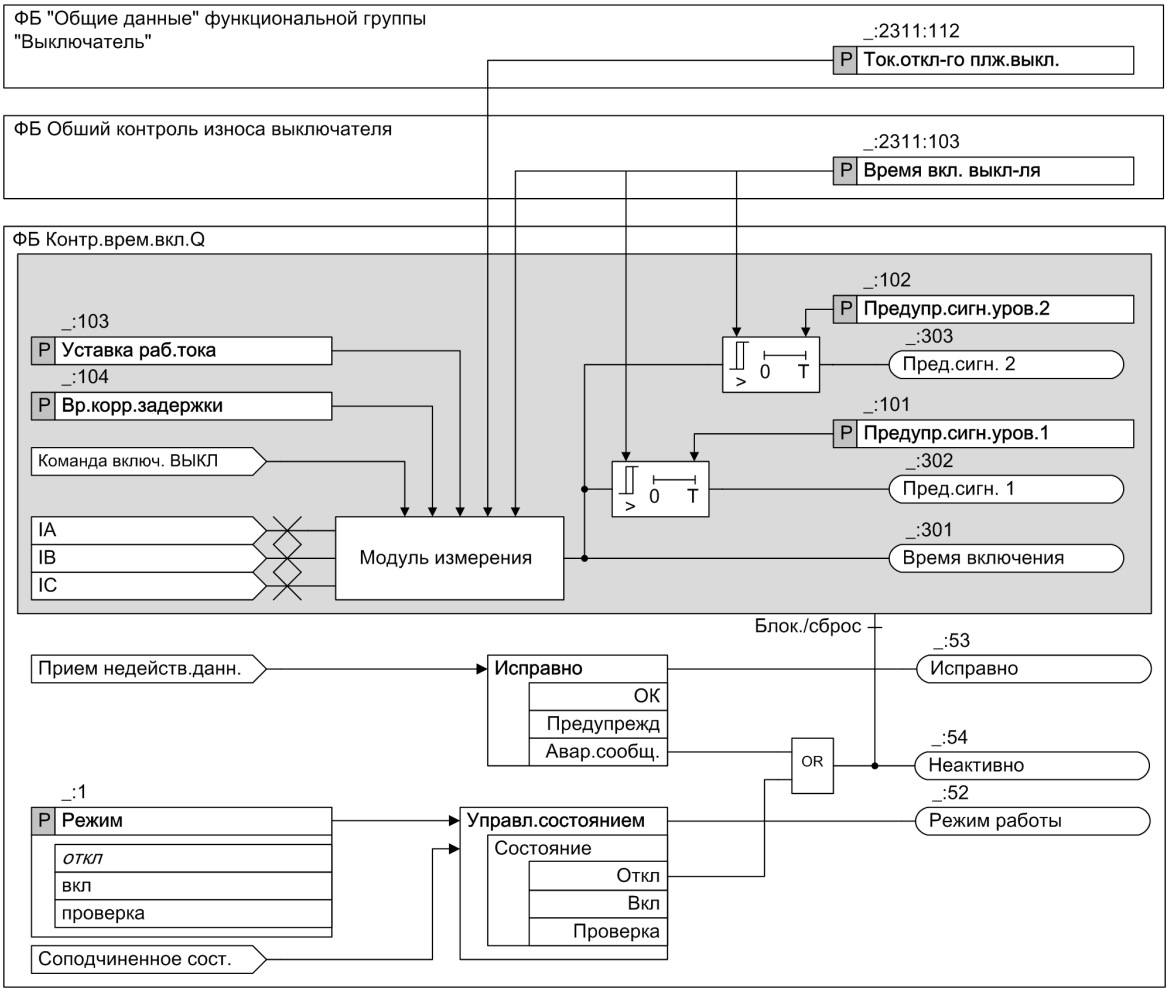
№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Метод I2t			
_:54	Метод I2t:Неактивно	SPS	O
_:52	Метод I2t:Режим работы	ENS	O
_:53	Метод I2t:Статус исправности	ENS	O
_:301	Метод I2t:ΣI²t A	BCR	O

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
_:302	Метод I2t:ΣI²t B	BCR	O
_:303	Метод I2t:ΣI²t C	BCR	O
_:304	Метод I2t:Предупреждение	ACT	O

9.12.7 Ступень контроля времени включения выключателя

9.12.7.1 Описание

Логическая схема ступени



[Lo_sup-cb-make-time, 1, ru_RU]

Рисунок 9-39 Логика ступени времени включения контр.СВ

Рабочий режим

Ступень контроля времени включения выключателя определяет время между командой включения выключателя и моментом времени, когда ток, по крайней мере, по одной фазе превысит **`Уставка раб.тока`**. Если этот порог не превышен в течение времени 2,5 * **`Время вкл. выкл-ля`**, измерение отменяется, выходное значение *Время включения* устанавливается равным 0 и получает признак недостоверности.

Если хотя бы по одной фазе ток превысил значение параметра **Уставка раб.тока** или параметра **Ток.откл-го плж.выкл.** во время подачи команды на включение выключателя, измерение отменяется, выходное значение *Время включения* получает признак недостоверности.

Вы можете определить 2 независимых пороговых значений для контроля измеряемого времени включения. Если пороги превышены, то соответствующие выходы *Пред.сигн. 1* и *Пред.сигн. 2* удерживаются в течение 100 мс. Они могут быть записаны в журнал.

9.12.7.2 Указания по применению и вводу уставок

Параметр: Предупр.сигн.уров.1

- Уставка по умолчанию **(_:101) Предупр.сигн.уров.1** = ***5 %***

Параметр **Предупр.сигн.уров.1**, позволяет задать процент, который может превысить измеренное значение параметра **Время вкл. выкл-ля** на выходе *Время включения*, перед установкой выхода *Пред.сигн. 1*. Затем выход *Пред.сигн. 1* отключается после 100 мс.

Параметр: Предупр.сигн.уров.2

- Уставка по умолчанию **(_:102) Предупр.сигн.уров.2** = ***10 %***

Параметр **Предупр.сигн.уров.2**, позволяет задать процент, который может превысить измеренное значение параметра **Время вкл. выкл-ля** на выходе *Время включения*, перед установкой выхода *Пред.сигн. 2*. Затем выход *Пред.сигн. 2* отключается после 100 мс.

Параметр: Уставка раб.тока

- Уставка по умолчанию **(_:103) Уставка раб.тока** = ***0,100 A***

Параметр **Уставка раб.тока** определяет пороговое значение тока. Если измеренное значение превышает этот порог, то измеренное значение определяется в качестве протекающего рабочего тока. Как только начинает протекать рабочий ток, определяется конец временного интервала *Время включения*.

Параметр: Вр.корр.задержки

- Уставка по умолчанию **(_:104) Вр.корр.задержки** = ***0,000 c***

Параметр **Вр.корр.задержки** определяет значение коррекции, которое при расчете будет вычтено из *Время включения*. Это позволяет компенсировать задержки, вызванные системой, например, остаточная наработка реле, если это необходимо.

9.12.7.3 Уставки

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
Контр.вкл.Q				
_:1	Контр.вкл.Q:Режим		• откл • вкл • проверка	откл
_:101	Контр.вкл.Q: Предупр.сигн.уров.1		1 % до 100 %	5 %
_:102	Контр.вкл.Q: Предупр.сигн.уров.2		1 % до 100 %	10 %

Адрес	Параметр	Условия	Варианты уставок	Уставка по умолчанию
_:103	Контр.вкл.Q:Уставка раб.тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 50 Iном	0.030 A до 35.000 A	0.100 A
		5 A при 50 Iном	0.15 A до 175.00 A	0.50 A
		1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	0.100 A
		5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	0.500 A
_:104	Контр.вкл.Q: Вр.корр.задержки		-0.050 с до 0.050 с	0.000 с

9.12.7.4 Список сообщений

№	Информация	Класс данных (тип)	Тип
Контр.вкл.Q			
_:54	Контр.вкл.Q:Неактивно	SPS	O
_:52	Контр.вкл.Q:Режим работы	ENS	O
_:53	Контр.вкл.Q:Статус исправности	ENS	O
_:301	Контр.вкл.Q:Время включения	MV	O
_:302	Контр.вкл.Q:Пред.сигн. 1	SPS	O
_:303	Контр.вкл.Q:Пред.сигн. 2	SPS	O

10 Проверка функциональности

10.1	Общие примечания	1760
10.2	Дифференциальная защита генератора	1761
10.3	Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты трансформаторов	1763
10.4	Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты электродвигателей	1775
10.5	Примечания по вводу в эксплуатацию ограниченной защиты от замыканий на землю	1777
10.6	Проверка функциональности дистанционной защиты по полному сопротивлению	1779
10.7	Проверка функциональности защиты от повреждений статора на землю 90 %	1781
10.8	Проверка функциональности защиты от повреждений на землю 100 % (20 Гц)	1790
10.9	Проверка функционирования защиты от перевозбуждения	1795
10.10	Проверка контроля чередования фаз	1796
10.11	Проверка функции защиты от асинхронного хода	1797
10.12	Функциональный тест на обнаружение броска тока намагничивания	1798
10.13	Функциональные испытания защиты от тепловой перегрузки	1799
10.14	Проверка функциональности обмена данными устройства защиты	1801
10.15	Первичные и вторичные испытания функции синхронизации	1803
10.16	Испытания первичными и вторичными величинами функции УРОВ	1807
10.17	Проверка выключателя	1811
10.18	Проверка направления фазных величин (подключения цепей тока и напряжения)	1814
10.19	Направленная проверка величин нулевой последовательности для функций направленного замыкания на землю	1815
10.20	Первичные и вторичные испытания для защиты от недовозбуждения	1818
10.21	Защита ротора от повреждений на землю	1823
10.22	Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	1825
10.23	Защита от реверса мощности	1828
10.24	Функциональная проверка защиты от межвиткового замыкания	1831

10.1 Общие примечания

Чтобы гарантировать правильную работу устройства, необходимо выполнить различные проверки при вводе в эксплуатацию.

При проверке устройства с помощью вторичного тестового оборудования убедитесь, что никакие другие измеряемые величины к устройству не подводятся, и что команды отключения и включения выключателей отключены от устройства, если нет других предписаний.

Испытания вторичными величинами никогда не заменят первичных, так как при проверках вторичными величинами устройство не подключается к первичной сети, где имеют место реальные повреждения. Данные проверки обеспечивают только теоретическую проверку величин уставок.

Проверки первичными величинами могут проводиться только квалифицированным персоналом, знакомым с правилами ввода в эксплуатацию систем защиты, функционированием уставок, правилами и инструкциями по технике безопасности (переключение, заземление и т.д.).

Для ввода в эксплуатацию необходимо выполнить несколько операций переключения. Целью проведения описанных проверок является возможность безопасного выполнения операций переключения. Они не предназначены для регламентных проверок.

10.2 Дифференциальная защита генератора

10.2.1 Испытания вторичными величинами

Испытания вторичными величинами не являются заменой испытаний первичными величинами (см. *10.2.2 Испытания первичными величинами*), т. к. при испытаниях вторичными величинами невозможно обнаружить ошибки подключения устройства. Эти испытания проводятся для проверки уставок, правильности работы защитных функций, проектирования (например, проверки правильности ранжирования логических сигналов, отображения на экране измеряемых величин, логики CFC и др.). При выполнении испытаний вторичными величинами необходимо следовать следующим указаниям.

ПРИМЕЧАНИЕ

При проведении испытаний вторичными величинами устройства с помощью испытательного оборудования необходимо убедиться в том, что цепи напряжения разобраны, цепи тока разобраны и закорочены со стороны ТТ и что цепи управления выключателем разобраны.

Испытания должны проводиться при заданных заданием на параметрирование уставках. Если параметры (еще) не известны, то проверка должна проводиться с заводскими уставками (заданными по умолчанию).

ПРИМЕЧАНИЕ

Получаемая точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если вторичный ток ТТ в нормальном режиме работы (вследствие различия номинального тока защищаемого объекта и номинального первичного тока ТТ) значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

Возможно отдельно осуществлять проверку каждой стороны дифференциальной защиты. Это соответствует имитации повреждения, имеющего подпитку с одной стороны. Если сторона имеет несколько точек измерения, то на измерительных входах, не участвующих в испытании, ток остается равным нулю. Проверка величины срабатывания выполняется путем медленного увеличения испытательного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Испытания при токах, превышающих номинальный ток устройства в 4 раза (максимум 20 А), могут вызвать перегрузку входных цепей, поэтому должны проводиться только в течение короткого промежутка времени. Более подробная информация приведена в технических данных устройства защиты. В процессе испытаний необходимо выполнять перерывы для охлаждения устройства!

Установите величины срабатывания относительно симметричных трехфазных токов для трехфазных защищаемых объектов.

При проведении испытаний с заданными рабочими уставками, необходимо помнить о том, что величина уставки срабатывания дифференциальной защиты является относительной величиной, приводимой к номинальному току защищаемого объекта, который является первичным током и вычисляется следующим образом:

$$I_{\text{ном,объекта}} = \frac{S_{\text{ном,объекта}}\ [\text{MBA}] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном,объекта}}\ [\text{кВ}]}\ [\text{A}]$$

[fonennsl-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$S_{ном,объекта}$	Номинальная полная мощность защищаемого объекта.
$U_{ном,объекта}$	Номинальное напряжение защищаемого объекта или защищаемой обмотки трансформатора.

При необходимости проверить тормозную характеристику компания Siemens рекомендует использовать стандартные программы испытаний цифрового испытательного оборудования. Для ручного контроля точек на кривой характеристики срабатывания подайте **сквозной ток**, соответствующий значению тока на оси торможения. После этого измените угол фазы испытательного тока на одной стороне так, чтобы достичь требуемой величины дифференциального тока. Проверьте значение в соответствии с допуском 5 % выше и ниже интересующей точки на кривой характеристики срабатывания.

10.2.2 Испытания первичными величинами

Для защит генераторов возможен ограниченный объем испытаний первичными величинами. Наиболее вероятной ошибкой при проведении пуско-наладочных работ является некорректное подключение цепей ТТ. Если работа системы остановлена, допускается использовать ток проверки, равный примерно 10 % – 20 % номинального тока, приложенный непосредственно к зажимам трансформатора тока и подключенному трансформатору тока с использованием первичного испытательного прибора. При этом следует моделировать нагрузочный режим (сквозной ток). Величина дифференциального тока должна быть равна 0, а ток торможения должен быть равен току проверки.

Для проверки корректности подключения токовых цепей при первом включении Siemens рекомендует перевести дифференциальную защиту в режим испытаний. Защита продолжит свое функционирование без выдачи команд на отключение. Проверьте дифференциальный ток и ток торможения с использованием измеренных значений работы защиты из журнала повреждений. Дифференциальный ток должен быть равен нулю, а ток торможения должен соответствовать фактическому току, протекающему через генератор.

Если указанные требования выполняются, следует перевести дифференциальную защиту в нормальный режим работы.



ПРИМЕЧАНИЕ

При выводе основной защиты электрооборудования, например дифференциальной защиты, необходимо обеспечить ускоренное действие резервных защит на отключение, например МТЗ.

10.3 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты трансформаторов

10.3.1 Испытания вторичными величинами

Испытания вторичными величинами не являются заменой испытаний первичными величинами (см. *10.3.2 Испытания первичными величинами*), т. к. при испытаниях вторичными величинами невозможно обнаружить ошибки подключения устройства.

Испытания вторичными величинами используются для проверки следующего:

- Проверка задаваемых уставок и параметров
- Правильное реагирование функции защиты
- Проектные решения (например, ранжирование соответствующих логических сигналов, логических схем в CFC и др.)

При выполнении испытаний вторичными величинами необходимо следовать следующим указаниям.



ПРИМЕЧАНИЕ

При испытаниях вторичными величинами с использованием испытательного оборудования убедитесь, что цепи напряжения разобраны, цепи тока разобраны и закорочены со стороны ТТ, а цепи управления выключателем разобраны.

Испытания должны проводиться при заданных заданием на параметрирование уставках. Если параметры (еще) не известны, то проверка должна проводиться с заводскими уставками (заданными по умолчанию).



ПРИМЕЧАНИЕ

Получаемая точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если вторичный ток ТТ в нормальном режиме работы (вследствие различия номинального тока защищаемого объекта и номинального первичного тока ТТ) значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

Возможно отдельно осуществлять проверку каждой стороны дифференциальной защиты. Это соответствует имитации повреждения, имеющего подпитку с одной стороны. Если сторона имеет несколько точек измерения, то на измерительных входах, не участвующих в испытании, ток остается равным нулю. Проверка величины срабатывания выполняется путем медленного увеличения испытательного тока.



ПРИМЕЧАНИЕ

Испытания при токах, превышающих номинальный ток устройства в 4 раза (максимум 20 А), могут вызвать перегрузку входных цепей, поэтому должны проводиться только в течение короткого промежутка времени. Дополнительная информация приведена в главе *11.3 Дифференциальная защита трансформатора*. В процессе испытаний необходимо выполнять перерывы для охлаждения устройства!

Установите величины срабатывания относительно симметричных трехфазных токов для трехфазных защищаемых объектов.

При проведении испытаний с заданными рабочими уставками, необходимо помнить о том, что величина уставки срабатывания дифференциальной защиты является относительной величиной, приво-

димой к номинальному току защищаемого объекта, который является первичным током и вычисляется следующим образом:

$$I_{ном,объекта} = \frac{S_{ном,объекта}\ [MBA] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном,объекта}\ [кВ]}\ [A]$$

[fonennsl-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$S_{ном,объекта}$	Номинальная полная мощность защищаемого объекта.
$U_{ном,объекта}$	Номинальное напряжение защищаемого объекта или защищаемой обмотки трансформатора.

Для обмотки с РПН напряжение рассчитывается в соответствии с *6.3.4 Указания по применению и вводу уставок*.

При 1-фазных и 2-фазных испытаниях трансформаторов фактическая величина срабатывания также зависит от их векторной группы. При 1-фазных испытаниях уставки также зависят от вида заземления нейтрали трансформатора и учета тока нулевой последовательности.

Чтобы получить фактическое значение срабатывания, умножьте величину уставки на коэффициент векторной группы $k_{ВГ}$ по следующей формуле:

$$\frac{I_{ном\,ТТ}}{I_{ном.перв.ТТ}}\ k_{ВГ}$$

[foscgrfa-170712-01.tif, 1, ru_RU]

В следующей таблице приведены значения коэффициента $k_{ВГ}$ в зависимости от векторной группы и типа КЗ 3-фазных трансформаторов.

Таблица 10-1 Значение коэффициента $k_{ВГ}$ в зависимости от векторной группы (ВГ) и типа повреждения.

Тип повреждения	**Базисная обмотка (Высокое напряжение)**	**Четный номер ВГ (0, 2, 4, 6, 8, 10)**	**Нечетный номер ВГ (1, 3, 5, 7, 9, 11)**
Трехфазное	1	1	1
Двухфазное	1	1	$\sqrt{3}/2 \approx 0{,}866$
Однофазное КЗ на землю с компенсацией I_0	3/2 = 1,5	3/2 = 1,5	$\sqrt{3} \approx 1{,}73$
Однофазное КЗ на землю без компенсации I_0	1	1	$3/(1+\sqrt{3}) \approx 1{,}1$

Пример:

3-фазный трансформатор	$S_{ном}$ = 57 MBA
Векторная группа	Yd5
Высокое напряжение	$U_{ном}$ = 110 кВ
Трансформатор тока	300 A/1 A
Низкое напряжение	$U_{ном}$ = 25 кВ
Трансформатор тока	1500 A/1 A

Для обмотки высокого напряжения:

$$I_{ном\,тр.}\ \frac{S_{ном\,тр.}\ [MBA] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.обмотка}\ [кВ]}\ [A] = \frac{57\ [MBA] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 110\ [кВ]}\ [A] = 299\ A$$

[foobersp-170712-01.tif, 1, ru_RU]

В данном случае номинальный ток обмотки равен номинальному току трансформатора тока. Таким образом, для 3-фазных или 2-фазных испытаний значение пуска соответствует величине **порогового значения** защиты ($k_{ВГ}$ = 1 для базисной обмотки) относительно номинального тока устройства. Пороговое значение обозначается как I-дифф. Для 1-фазных испытаний при использовании компенсации тока нулевой последовательности фактическая величина срабатывания будет в 1,5 раза больше заданного.

Для обмотки низкого напряжения:

$$I_{ном.\,тт.}\frac{S_{ном.\,тт.}\,[MBA]\cdot 1000}{\sqrt{3}\cdot U_{ном.\,тт.\,обмотка}\,[кВ]}\,[A]=\frac{57\,[MBA]\cdot 1000}{\sqrt{3}\cdot 25\,[кВ]}[A]=1316\ A$$

[fountrsp-170712-01.tif, 1, ru_RU]

При испытаниях вторичными величинами этой обмотки величина срабатывания приводится к номинальному току устройства.

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном.\,Устр.}}=\frac{I_{ном.ТТ}}{I_{ном.ТТ,\,перв.}}\cdot k_{Uген}\cdot IДИФФ>=\frac{1316\ A}{1500\ A}\cdot k_{Uген}\cdot IДИФФ>=0.877\cdot k_{Uген}\cdot IДИФФ>$$

[fothanwt-041016-01, 1, ru_RU]

Из-за нечетной группы соединения обмоток действительные уставки срабатывания будут следующими (см. *Таблица 10-1*):

Трехфазное повреждение $k_{ВГ} = 1$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном\,Устр.}}=0.877\cdot IДИФФ>$$

[fo3phasw-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Двухфазное повреждение $k_{ВГ} = \sqrt{3}/2$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном\,Устр.}}=0.760\cdot IДИФФ>$$

[fo2phasw-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Однофазное повреждение $k_{ВГ} = \sqrt{3}$

$$\frac{I_{пуск}}{I_{ном\,Устр.}}=1.52\cdot IДИФФ>$$

[fo1phasw-170712-01.tif, 1, ru_RU]

10.3.2 Испытания первичными величинами

Если вторичное испытательное оборудование подключено к устройству, то его следует отключить; испытательные блоки должны быть установлены в нормальное рабочее положение.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что при ошибочных подключениях может произойти отключение.

Подготовка испытаний первичным током

Т. к. дифференциальная защита используется также и в качестве защиты от КЗ при первом включении оборудования, то ее испытания первичным током следует проводить перед первой постановкой защи-

щаемого объекта под напряжение. В случае, когда проведение испытаний первичным током возможно только после включения защищаемого объекта (например, при испытаниях дифференциальной защиты трансформаторов, если отсутствует источник испытательного напряжения), сначала необходимо ввести в работу резервную защиту с питающей стороны (например, МТЗ). Данная резервная защита действует на отключение питающего выключателя. При этом цепи отключения других устройств защиты (например, газовой защиты) также должны находиться в работе.

Если защищаемый объект имеет более 2 точек измерения, то испытания первичным током необходимо проводить несколько раз. Каждая сторона защищаемого объекта как минимум один раз должна быть испытана первичным током. Однако нет необходимости проверять каждый возможный путь протекания тока. Siemens рекомендует начинать с точки измерений 1 главного защищаемого объекта и проводить испытания относительно нее всех остальных точек измерения. Если на стороне располагается более одной точки измерения, то каждая из них должна быть испытана. В других точках измерения при этом ток не должен протекать.

Если имеются дополнительные 3-фазные защищаемые объекты, то они испытываются отдельно в соответствии с их топологией.

Схема испытания варьируется в зависимости от применения.

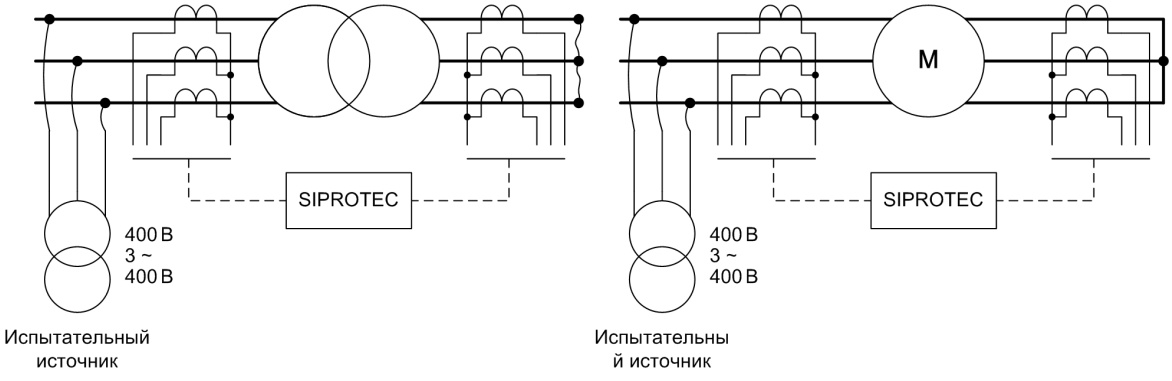
ОПАСНОСТЬ

Оборудование, находящееся без напряжения, может представлять опасность из-за наличия емкостных связей с другим оборудованием!

Несоблюдение правил техники безопасности может привести к серьезным травмам и смерти персонала или значительному материальному ущербу.

✧ Испытания первичными величинами выполняются только на отключенном и заземленном оборудовании!

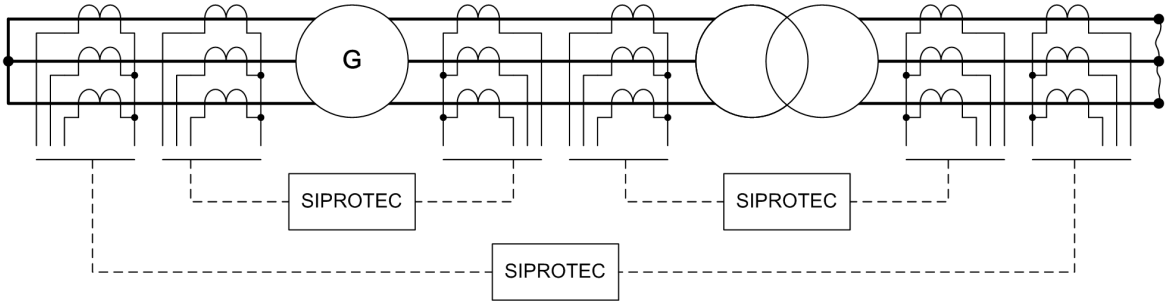
✧ Рекомендуется проводить низковольтные испытания трансформаторов и асинхронных двигателей, при которых защищаемый объект отключен от сети, током от испытательного источника низкого напряжения. Симметричный испытательный источник выдает испытательный ток через двухпроводную закоротку, установленную за пределами защищаемой зоны или через нейтраль двигателя. При испытании трансформаторов источник подключается к стороне высокого напряжения, а закоротка устанавливается на стороне низшего напряжения.



[dwprfnsq-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-1 Схема испытаний с использованием источника низкого напряжения.

✧ Пример для трансформатора и электродвигателя. При проведении испытаний КЗ блочных трансформаторов и синхронных генераторов источником испытательного тока является сам генератор. Испытательный ток, кратковременно равный номинальному току генератора, подводится через двухпроводную закоротку, установленную за пределами защищаемой зоны.



[dwprfgen-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-2 Схема испытаний на электростанции с использованием генератора в качестве источника испытательного напряжения.

Проведение испытаний первичным током

✧ Перед началом проведения испытаний первичным током необходимо проверить полярность для точек измерения и сопоставить ее с действительной схемой соединения токовых цепей.

Испытания необходимо проводить током, составляющим не менее 2 % номинального тока устройства по каждой фазе.

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные испытания не заменяют визуальный осмотр цепей подключения трансформаторов тока. Поэтому предварительно должна быть выполнена проверка цепей подключения.

Устройство SIPROTEC 5 обеспечивает возможность оперативного считывания измеренных значений. Благодаря такому оперативному считыванию появляется возможность производить быстрый ввод в эксплуатацию без применения внешнего измерительного оборудования.

Приведенная далее информация относится к испытаниям 3-фазных защищаемых объектов, а именно к испытаниям для точек измерений 1 и 2. Для трансформаторов предполагается, что сторона 1 является стороной высокого напряжения трансформатора. Остальные возможные пути тока испытываются аналогичным образом.

✧ Подайте ток от испытательного источника или доведите частоту вращения генератора до номинальной и обеспечьте возбуждение до появления требуемого испытательного тока. Измеряемые устройством SIPROTEC 5 величины не должны вызывать срабатывание защиты. При наличии аварийной сигнализации пользователь может увидеть причину в записях журнала.

– При появлении сигнала от функции контроля симметрии нагрузки следует проверить фактическую симметрию первичной системы. Если определенная асимметрия является нормальным режимом работы сети, соответствующие функции контроля должны быть загрублены.

– Магнитное поле вращается по часовой стрелке (порядок чередования фаз: A, B, C). Если система имеет порядок чередования фаз A, C, B, это необходимо учесть соответствующим заданием данных энергосистемы. В случае обнаружения некорректного чередования фаз выдается сигнал. При этом следует проверить соответствие между измеряемыми величинами и заданным порядком чередования фаз, и при необходимости после отключения устройства изменить настройки точек измерения. Затем измерения повторяются снова.

Измерение амплитуды при поданном испытательном токе:

Сравните значения измеренных токов, отображаемые устройством в **рабочих измеренных величинах**, с действительными значениями поданных испытательных токов.

Это относится ко всем точкам измерения, подключенным к испытываемому контуру тока. Погрешности, которые не являются погрешностями измерений, могут возникать либо из-за неверного подключения устройства, либо при неправильном проведении тестов.

✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.

✧ Проверьте привязку проверяемой точки измерения.

- ✧ Проверьте настройки компенсации.
- ✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.

  Наличие значительного тока нулевой последовательности 3I0 свидетельствует об обратной полярности отдельных фаз в соответствующей точке измерения:

  3I0 ≈ фазному току → 1 или 2 фазных тока отсутствуют;

  3I0 ≈ удвоенному фазному току → 1 или 2 фазных тока имеют обратную полярность;
- ✧ Повторите испытание и проверьте значения снова.

Измерение фазных углов для точки измерения 1 при поданном испытательном токе

- ✧ Проверьте фазные углы, отображаемые устройством для точки измерения 1, в **измеряемых величинах**. Все углы измеряются относительно I_A.

  Должно отображаться следующее:

  $\varphi_A \approx 0°$

  $\varphi_B \approx 240°$

  $\varphi_C \approx 120°$

  Если углы не соответствуют указанным в таблице значениям, то это свидетельствует о том, что полярность подключения фаз в точке измерений неправильная.
- ✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.
- ✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.
- ✧ Повторите испытание и проверьте углы снова.

Измерение фазных углов для точки измерения 2 при поданном испытательном токе

- ✧ Проверьте фазные углы, отображаемые устройством для точки измерения 2, в **измеряемых величинах**. Все углы измеряются относительно I_A.

  Необходимо помнить, что токи, втекающие в защищаемый объект, принимаются за положительные. Т. к. испытательный ток является сквозным, то фазные токи одноименных фаз в точке измерения 2 должны быть сдвинуты на 180° по отношению к токам в точке измерения 1.

  Должно отображаться следующее:

  $\varphi_A \approx 180°$

  $\varphi_B \approx 60°$

  $\varphi_C \approx 300°$

  Если измерения выполняются через силовой трансформатор, то углы токов во второй точке измерения будут иметь значения приблизительно равные указанным в таблице.

  Если углы не соответствуют указанным в таблице значениям, то это свидетельствует о том, что полярность подключения фаз в точке измерений неправильная.

Таблица 10-2 Отображаемые фазные углы в зависимости от защищаемого объекта (3-фазного)

	Защищаемый объект											
	Генератор/ двигатель/ короткая линия	Трансформатор с группой соединения номер[37]										
Фазный угол		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
φ_{AM2}	180°	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°
φ_{BM2}	60°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°

37 Указанные углы верны, если в качестве стороны 1 определена сторона высокого напряжения. В противном случае угол вычисляется как 360° минус указанный угол.

φ_{CM2}	300°	300°	270°	240°	210°	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°

Если углы не соответствуют указанным в таблице значениям, то это свидетельствует о том, что полярность подключения фаз в точке измерений 2 или другой проверяемой точке измерения неправильная, либо присутствует обратная полярность фаз.

- Если отклонения значений наблюдаются в отдельных фазах, то это свидетельствует о том, что полярность подключения соответствующих фазных токов неправильная или присутствует ацикличная инверсия фаз.
- Если отклонения значений наблюдаются одновременно во всех трех фазах, то это свидетельствует о том, что присутствует цикличная инверсия фаз или неверно определена векторная группа трансформатора. В данном случае следует проверить параметры коррекции векторной группы. Проверьте так же привязку точек измерения к сторонам и привязку сторон к защищаемому объекту.
- Если значения всех углов отличаются от ожидаемых значений на 180°, то это свидетельствует о том, что полярность всей трехфазной группы ТТ задана неверно для второй точки измерения. В таком случае необходимо проверить и скорректировать соответствующие параметры конфигурации энергосистемы.

Если предположительной причиной неправильных измерений являются ошибки подключения необходимо выполнить следующее:

✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.

✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.

✧ Проверьте уставки на соответствие данным ТТ.

✧ Повторите испытание и проверьте углы снова.

Все описанные ранее испытания должны повторяться до тех пор, пока не будут проверены хотя бы один раз все точки измерения основного защищаемого объекта.

Измерение дифференциального и тормозного токов

На завершающей стадии испытаний симметричным током необходимо проверить правильность измерения защитой дифференциального и тормозного токов. Если во время предшествующих испытаний симметричными токами были выявлены ошибки в схеме подключения устройства, то нельзя исключать и возможность появления ошибок амплитудной коррекции и коррекции векторной группы.

Дифференциальный ток и тормозной ток приводятся к номинальному току защищаемого объекта. Об этом следует помнить при анализе результатов измерений. Если защищаемый объект имеет более 2-х сторон, то наивысший из номинальных токов его сторон принимается в качестве номинального тока защищаемого объекта.

✧ Считайте показания дифференциального тока и тормозного тока в меню **Измеряемые значения**.

– Дифференциальные токи **I-диффA:**, **I-диффB:**, **I-диффC:** должны быть меньше испытательных токов как минимум на порядок. В идеальном случае они должны быть равны 0.

– Тормозные токи **IтормA:**, **IтормB:**, **IтормC:** должны быть равными сквозному испытательному току.

– Если дифференциальный ток имеет тот же порядок, что и ток торможения, то это свидетельствует о том, что на одной из сторон защищаемого объекта установлена обратная полярность ТТ. Снова проверьте полярность и правильно установите ее после закорачивания всех 6 ТТ. При изменениях в схеме подключения ТТ следует снова выполнить проверку фазных углов токов.

– Если во всех фазах присутствуют значительные дифференциальные токи, то это свидетельствует о неправильной амплитудной коррекции токов. Ошибки коррекции векторной группы выявляются в процессе предшествующих испытаний обмоток. Перепроверьте уставки, относящиеся к амплитудной коррекции токов. К ним относятся данные о защищаемом объекте.

✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект (остановите генератор).

✧ Если при проведении испытаний были изменены параметры уставок, то верните их рабочие значения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь в том, что соответствующие испытания были выполнены для всех путей тока.

Испытание токами нулевой последовательности на защищаемом объекте

Испытание токами нулевой последовательности необходимо в случае, если нейтраль или сторона 3-фазного защищаемого объекта заземлена. Если заземлены несколько обмоток, то данные испытания должны проводиться для каждой заземленной обмотки.

✧ В случае, когда ток нейтрали подключается к 1-фазному токовому входу устройства важно соблюдать полярность, так как она оказывает влияние на учет тока нейтрали в расчетах. Это относится к дифференциальной и ограниченной защите от замыканий на землю.

✧ Если ток нейтрали недоступен, то испытание током нулевой последовательности служит для проверки правильности обработки токов нулевой последовательности дифференциальной защитой.

ПРИМЕЧАНИЕ

Имейте в виду, что при ошибочных подключениях может произойти отключение.

Подготовка к испытанию токами нулевой последовательности

✧ Измерение токов нулевой последовательности необходимо выполнить для 3-фазной точки измерения или стороны, имеющей заземление нейтрали. Для автотрансформаторов измерения выполняются со стороны высокого напряжения. У трансформаторов должна иметься обмотка, соединенная в треугольник (d-обмотка или компенсационная обмотка). Не участвующую в испытании сторону необходимо оставлять отключенной, так как обмотка, соединенная в треугольник, сама замыкает токи нулевой последовательности.

Схема испытаний может изменяться в зависимости от применения. На рисунках от *Рисунок 10-3* до *Рисунок 10-9* показан пример схемы испытаний заземленного трансформатора, включенного по схеме треугольника. Ток нейтрали включается в схему измерений. Если он не доступен, он оставляется (сравните *Рисунок 10-3* с *Рисунок 10-4*).

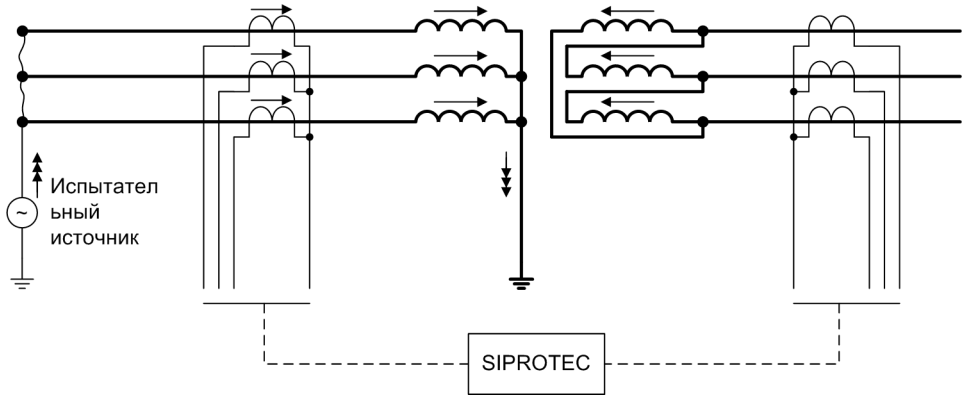
ОПАСНОСТЬ

Оборудование, находящееся без напряжения, может представлять опасность из-за наличия емкостных связей с другим оборудованием!

Несоблюдение правил техники безопасности может привести к серьезным травмам и смерти персонала или значительному материальному ущербу.

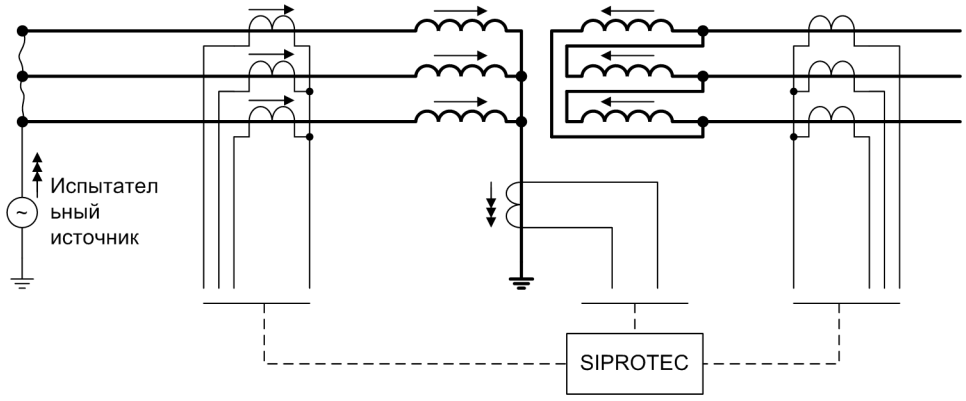
✧ Испытания первичными величинами выполняются только на отключенном и заземленном оборудовании!

✧ Используйте следующие испытательные схемы для измерения токов нулевой последовательности.



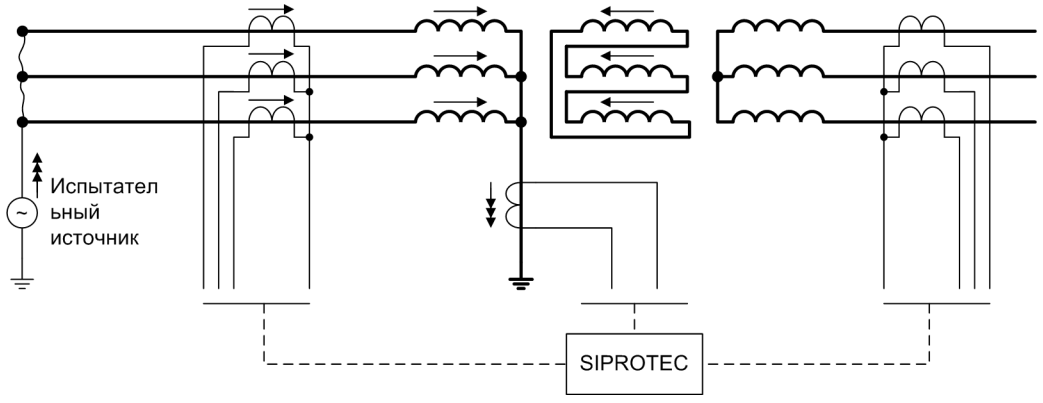
[dwnsmsdt-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-3 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда/треугольник без измерения тока нейтрали.



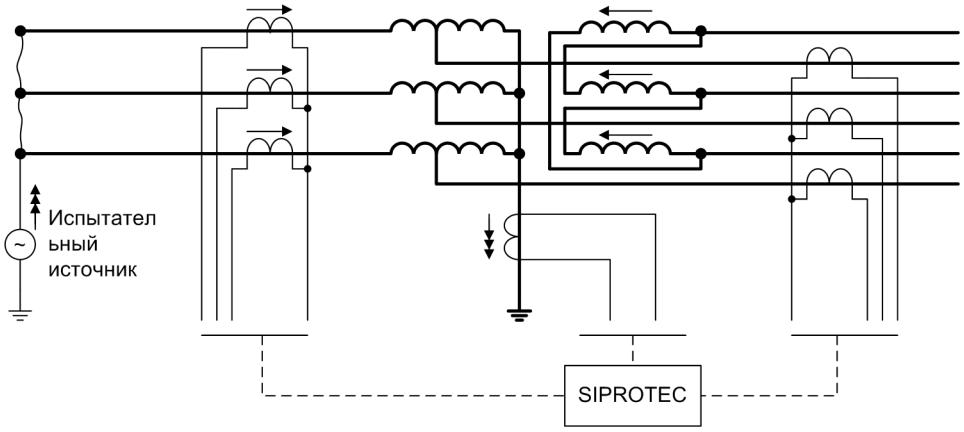
[dwnmsdtm-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-4 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда/треугольник.



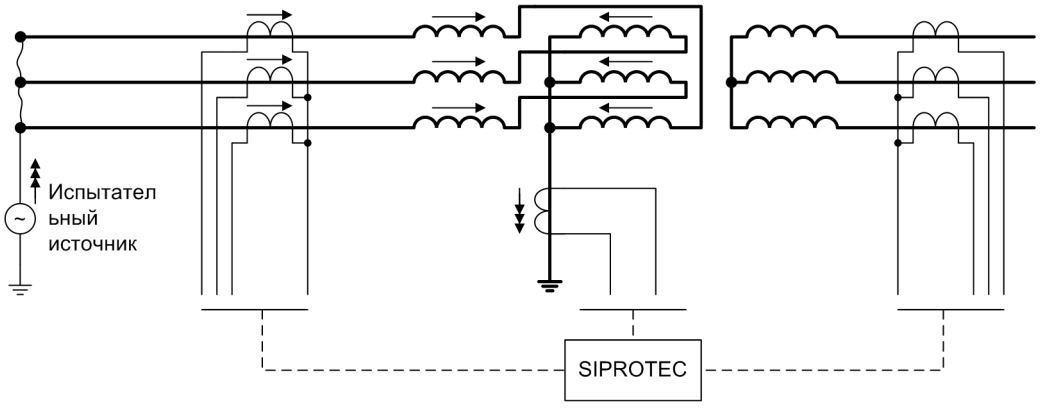
[dwnmssta-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-5 Измерение тока нулевой последовательности на трансформаторе со схемой соединения обмоток звезда/треугольник и компенсационной обмоткой.



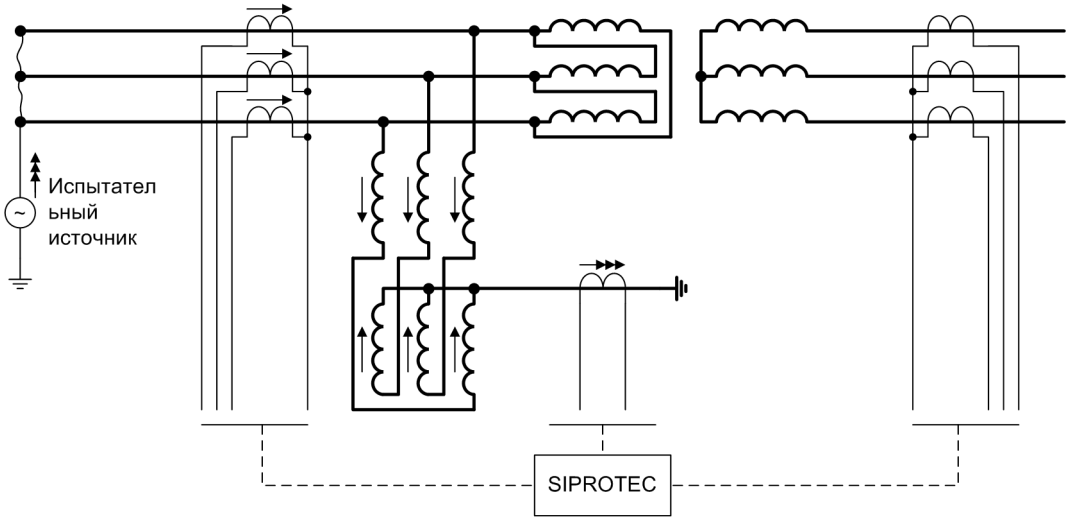
[dwnmspta-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-6 Измерение тока нулевой последовательности на автотрансформаторе с компенсационной обмоткой.



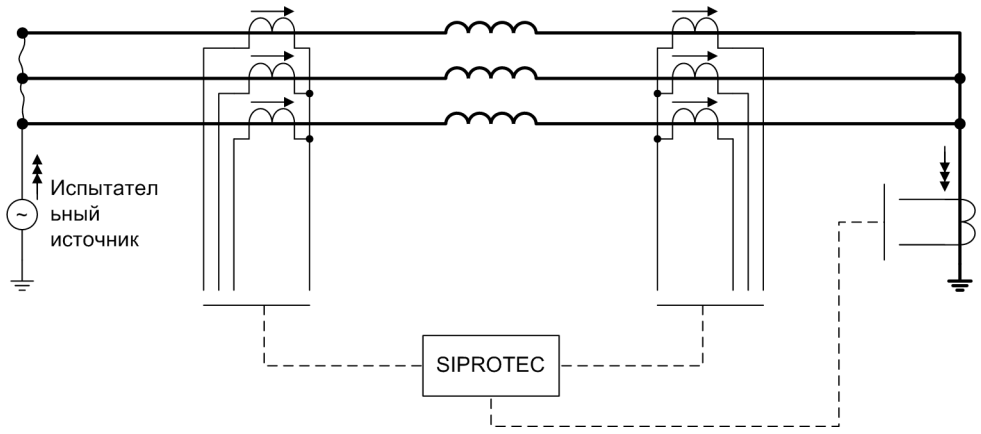
[dwnmzzwk-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-7 Измерение тока нулевой последовательности на обмотке, соединенной в зигзаг.



[dwnmdrwk-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-8 Измерение тока нулевой последовательности на обмотке, соединенной в треугольник с реактором в заземленной нейтрали в защищаемой зоне.



[dwnmgelr-120202-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-9 Измерение тока нулевой последовательности на заземленном последовательно подключенном реактивном сопротивлении (реакторе, генераторе, двигателе).

Проведение испытаний токами нулевой последовательности

Испытания необходимо проводить фазным током, составляющим не менее 2 % номинального фазного тока устройства, т. е. испытательный ток должен составлять как минимум 6 %.

ПРИМЕЧАНИЕ

Данные испытания не могут заменить визуальный осмотр цепей подключения трансформаторов тока. Поэтому предварительно должна быть выполнена проверка цепей подключения.

- ✧ Подайте испытательный ток.
- ✧ Измерьте амплитуду тока при поданном испытательном токе.
- ✧ Сравните значения измеренных токов, отображаемые устройством в меню **измеренные величины**, с действительным значением поданного испытательного тока.

- Все фазные токи проверяемых точек измерения должны составлять приблизительно 1/3 испытательного тока.
- 3I0 проверяемой точки измерения должен быть равен испытательному току.
- Фазные токи и ток нулевой последовательности не участвующих в испытании точек измерения, на трансформаторах, должны быть приблизительно равны 0.
- Ток 1-фазного токового входа (при его использовании) должен быть равен испытательному току.

Практически, какие-либо отклонения могут возникнуть только для 1-фазного измерительного входа (при использовании), поскольку правильность подключения фазных токов уже была проверена при проведении испытаний симметричными токами.

При возникновении отклонений:

- ✧ Отключите испытательный источник и защищаемый объект. Заземлите защищаемый объект или остановите генератор.
- ✧ Проверьте привязку проверяемого дополнительного измерительного входа.
- ✧ Проверьте настройки компенсации.
- ✧ Проверьте и при необходимости исправьте схему подключения устройства или испытательной установки.
- ✧ Повторите испытание и проверьте значения снова.

Испытания дифференциальной защиты

Описанные далее испытания относятся к токовой дифференциальной защите, но не к ограниченной защите от замыканий на землю. Испытания, проводимые в соответствии со схемами, приведенными ранее, должны давать следующие результаты. Необходимо убедиться, что испытательный ток равен току 3I0.

✧ Компенсация тока нулевой последовательности

В функциональной группе **Сторона трансформатора** нейтраль определена как заземленная (параметр: **Нейтраль** = ***заземленная***), в функциональной группе **Трансформатор** установлен параметр **измер.ток НП стор.1** = ***нет*** . Расчетные матрицы представлены далее.

$$\begin{pmatrix} I_{\text{дифф,C}} \\ I_{\text{дифф,B}} \\ I_{\text{дифф,A}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор1}} \\ I_{\text{B,стор1}} \\ I_{\text{C,стор1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор2}} \\ I_{\text{B,стор2}} \\ I_{\text{C,стор2}} \end{pmatrix} \right| = \left| \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomatnse-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_{\text{торм,A}} \\ I_{\text{торм,B}} \\ I_{\text{торм,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,макс}} \\ I_{\text{B,макс}} \\ I_{\text{C,макс}} \end{pmatrix} \right| = \left| \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomznel2-170712-01.tif, 1, ru_RU]

✧ Коррекция тока нулевой последовательности

В функциональной группе **Сторона трансформатора** нейтраль определена как заземленная (параметр: **Нейтраль** = ***заземленная***), в функциональной группе **Трансформатор** установлен параметр **измер.ток НП стор.1** = ***да*** . В данном случае дифференциальный и тормозной токи, измеренные при одностороннем испытании, равняются 0. Далее представлены расчетные матрицы. I_{-3} – ток нулевой последовательности, измеренный через ТТ, установленный в нейтрали.

$$\begin{pmatrix} I_{\text{дифф,A}} \\ I_{\text{дифф,B}} \\ I_{\text{дифф,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор1}} \\ I_{\text{B,стор1}} \\ I_{\text{C,стор1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор2}} \\ I_{\text{B,стор2}} \\ I_{\text{C,стор2}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -3I_0 \\ -3I_0 \\ -3I_0 \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomansko-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_{\text{торм,A}} \\ I_{\text{торм,B}} \\ I_{\text{торм,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,макс}} \\ I_{\text{B,макс}} \\ I_{\text{C,макс}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

[fomansk2-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Если дифференциальный и тормозной токи имеют значение 2/3 испытательного тока (3I0) на фазу, то это свидетельствует о том, что ТТ, установленный в нейтрали, подключен с обратной полярностью. Далее приведены расчетные матрицы для такого случая.

$$\begin{pmatrix} I_{\text{дифф,A}} \\ I_{\text{дифф,B}} \\ I_{\text{дифф,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор1}} \\ I_{\text{B,стор1}} \\ I_{\text{C,стор1}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} I_{\text{A,стор2}} \\ I_{\text{B,стор2}} \\ I_{\text{C,стор2}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 3I_0 \\ 3I_0 \\ 3I_0 \end{pmatrix} \right| = 2 \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix}$$

[fomzvrpo-061112-01.tif, 1, ru_RU]

$$\begin{pmatrix} I_{\text{торм,A}} \\ I_{\text{торм,B}} \\ I_{\text{торм,C}} \end{pmatrix} = \left| \begin{pmatrix} I_{\text{A,макс}} \\ I_{\text{B,макс}} \\ I_{\text{C,макс}} \end{pmatrix} \right| = \left| \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix} + \frac{1}{3} \begin{pmatrix} I_з \\ I_з \\ I_з \end{pmatrix} \right| = 2 \begin{pmatrix} I_0 \\ I_0 \\ I_0 \end{pmatrix}$$

[fomzvrp2-061112-01.tif, 1, ru_RU]

10.4 Указания по вводу в эксплуатацию дифференциальной защиты электродвигателей

10.4.1 Вторичные испытания

Вторичные испытания не являются заменой первичных испытаний *10.4.2 Первичные испытания*, т. к. при вторичных испытаниях невозможно обнаружить ошибки подключения устройства. Эти испытания проводятся для проверки уставок, правильности работы защитных функций, проектирования (например, проверки правильности ранжирования логических сигналов, отображения на экране измеряемых величин, логики CFC и др.). При выполнении вторичных испытаний необходимо следовать следующим указаниям.

ПРИМЕЧАНИЕ

При вторичных испытаниях устройства с использованием испытательного оборудования убедитесь, что к устройству не подводятся никакие другие измеряемые величины, а цепи управления выключателей отключены от устройства.

Испытания должны проводиться при заданных уставках устройства. Если параметры (еще) не известны, то проверка должна проводиться с заводскими уставками (заданными по умолчанию).

ПРИМЕЧАНИЕ

Получаемая точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если номинальный ток защищаемого объекта, связанный с током ТТ в нормальном режиме работы, значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

Возможно отдельно осуществлять проверку каждой стороны дифференциальной защиты. Это соответствует симулированию повреждения, имеющего подпитку с одной стороны. Если сторона имеет несколько точек измерения, то на измерительных входах, не участвующих в испытании, ток остается равным нулю. Проверка уставки срабатывания выполняется путем медленного увеличения испытательного тока.

ПРИМЕЧАНИЕ

Испытания при токах, превышающих номинальный ток устройства в 4 раза (максимум 20 А), могут вызвать перегрузку входных цепей, поэтому должны проводиться только в течение короткого промежутка времени. Более подробная информация приведена в технических данных устройства защиты. В процессе испытаний необходимо выполнять перерывы для охлаждения устройства!

В случае 3-фазных защищаемых объектов уставки срабатывания являются значениями симметричных 3-фазных токов.

При проведении испытаний с заданными рабочими уставками, необходимо помнить, что величина уставки срабатывания дифференциальной защиты является относительной величиной, приводимой к номинальному току защищаемого объекта, который является первичным током и вычисляется следующим образом:

$$I_{\text{ном,объекта}} = \frac{S_{\text{ном,объекта}}\ [\text{MBA}] \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном,объекта}}\ [\text{кВ}]}\ [\text{A}]$$

[fonennsl-170712-01.tif, 1, ru_RU]

$S_{ном.об.}$	Номинальная полная мощность защищаемого объекта.
$U_{ном.об.}$	Номинальное напряжение защищаемого объекта или защищаемой обмотки трансформатора.

При необходимости проконтролировать характеристику срабатывания компания Siemens рекомендует использовать стандартные программы испытаний цифрового испытательного оборудования. Для ручного контроля точек на характеристике срабатывания подайте **сквозной ток**, соответствующий значению тока на оси торможения. После этого измените угол фазы испытательного тока на одной стороне так, чтобы достичь требуемой величины дифференциального тока. Проверьте значение в соответствии с допуском 5 % выше и ниже интересующей точки на характеристике срабатывания.

10.4.2 Первичные испытания

Установки для защиты двигателей допускают ограниченные первичные испытания. Возможной причиной отказа может являться ошибочное подключение к системе. Если работа системы остановлена, допускается использовать испытательный ток, равный примерно 10 % – 20 % номинального тока, приложенный непосредственно к зажимам трансформатора тока с использованием первичного испытательного прибора. Моделирование нагрузки (с помощью тока). Величина дифференциального тока должна быть равна нулю, а ток торможения должен быть равен приложенному току.

Для обнаружения излишней работы защиты при первом включении, например из-за неправильного монтажа трансформатора, Siemens рекомендует переключить дифференциальную защиту в режим испытаний. Защитная функция будет срабатывать без выдачи команды на отключение. Проверьте дифференциальный ток и ток торможения с использованием измеренных значений работы защиты из журнала повреждений. Дифференциальный ток должен быть равен нулю, а ток торможения должен соответствовать фактическому току двигателя.

Если работа дифференциальной защиты соответствует требованиям, установите выключатель функции защиты в положение **ВКЛ**.



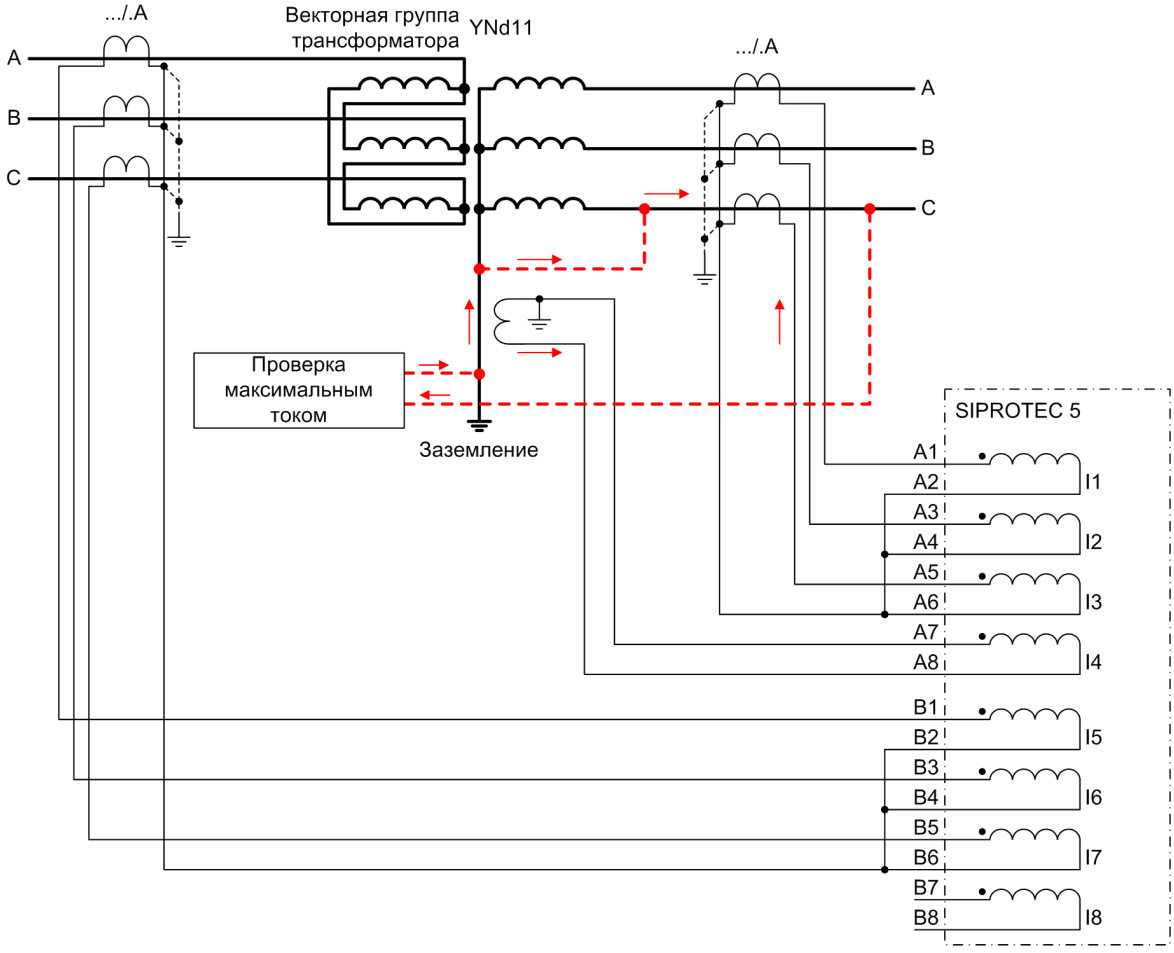
ПРИМЕЧАНИЕ

Если дифференциальная защита выключена (например, при работе в режиме испытаний), защита от превышения тока должна действовать в качестве защиты от короткого замыкания (без выдержки времени и с использованием уставки тока запуска).

10.5 Примечания по вводу в эксплуатацию ограниченной защиты от замыканий на землю

Правильное выполнение подключения так же важно, как корректное задание уставок и ранжирование сигналов. При проведении проверки подключения Siemens рекомендует выполнить следующее:

- **Проверка полярности** ТТ и обеспечение положительного направления токов к защищаемому объекту. Для 3-фазной группы соединения нейтральная точка ТТ должна располагаться по направлению к защищаемому объекту. Для ТТ, установленного в нейтрали, необходимо, чтобы вывод данного ТТ, подключенный к зажиму A7, был расположен со стороны земли (см. *Рисунок 10-10*).
- **Проверка значения пуска** может быть выполнена путем подачи тока нейтрали.
- **Проверка торможения при внешних повреждениях** выполняется путем подачи тока, если отсутствуют встроенные в выводы трансформатора ТТ. *Рисунок 10-10* Отображает схему испытаний. Отключение может не сформироваться.



[dwhighct-170712-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок 10-10 Проверка с использованием испытательного оборудования.

При проверке защиты блочного трансформатора в качестве испытательного источника возможно использовать генератор блока. При отключенном генераторе устанавливается закоротка для симуляции 1-фазного к. з. Затем генератор возбуждается, и подается минимальный ток. Минимальный ток должен быть меньше допустимого тока обратной последовательности. Уставка срабатывания ограниченной защиты от замыканий на землю должна быть минимальной. Если испытательный ток должен

иметь большее значение, то испытание необходимо выполнять кратковременно (несколько секунд). После проведения испытаний восстановите первоначальную исходную схему и уставки защиты.

При небольшом номинальном первичном токе трансформатора испытание следует проводить с использованием внешнего источника (методика испытаний с напряжением 400 В). При этом необходимо выставить минимально возможное пороговое значение срабатывания защиты.

10.6 Проверка функциональности дистанционной защиты по полному сопротивлению

10.6.1 Испытания вторичными величинами

Поскольку испытания вторичными величинами не могут обнаружить ошибки подключения устройства, то они никогда не могут заменить испытания первичными величинами.

Испытания вторичными величинами состоят из следующих операций:

- Проверка задаваемых уставок и параметров
- Правильная реакция функции защиты
- Проверка проектных решений, например, ранжирование соответствующих логических сигналов, логических схем в CFC.

Выполните следующие указания при проведении испытаний вторичными величинами:



ПРИМЕЧАНИЕ

При проведении испытаний вторичными величинами с использованием испытательного оборудования убедитесь, что цепи напряжения разобраны.

Для предотвращения переключения выключателей необходимо убедиться, что цепи управления выключателем разобраны.

Для испытания используйте текущие значения уставок. Если такие значения (еще) не существуют, используйте для проверки функции уставки по умолчанию.



ПРИМЕЧАНИЕ

Возможная точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если номинальный ток защищаемого объекта и номинальный ток ТТ в нормальном режиме работы значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

Испытания вторичными величинами используются для проверки правильности вывода сообщений о срабатывании и неисправности и уставок. Проверьте следующие пункты для выбранных зон:

- Значение полного сопротивления (реактивное сопротивление) в направлении X (+X, -X)
- Значение полного сопротивления (сопротивление) в направлении R (+R, -R)
- Пороговое значение тока для срабатывания контура измерения
- Поведение направленного элемента (если установлен)
- Выдержки времени
- Блокирование зоны через дискретный вход

Если вы зададите вектор тока соответственно вектору напряжения, то можно выполнить проверку с использованием фиксированных значений. Во время проверки помните о том, что напряжение фаза-земля и фазный ток оцениваются при фазном измерении. Ток нейтрали не учитывается. Для линейных измерений используются только линейное напряжение и межфазный ток.

10.6.2 Испытание первичными величинами

После проведения испытаний вторичными величинами, чтобы определить значения уставок, используйте испытания первичными величинами, чтобы оценить правильность подключения к сети (монтаж цепей напряжения и тока).

Для этого проверьте измеренные значения тока и напряжения, включая измеренные значения симметричных составляющих. Кроме того, проверьте измеренные значения мощности (активной и реактивной мощности). Если измеренные значения мощности совпадают с выходными значениями, монтаж выполнен нормально.



ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Вращающаяся машина!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

- ✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.

При выполнении испытаний первичными величинами проверяется правильность подключения токовых цепей. Убедитесь, что сторона высокого напряжения трансформатора блока закорочена и заземлена. Соединение короткого замыкания должно выдерживать номинальный ток.

- ✧ Проверьте все цепи трансформатора тока с использованием максимум 20% от номинального тока трансформатора. Цифровая защита не требует проверки с приложением тока, превышающего 20% от номинального тока генератора. Работа генератора с номинальным током при вводе в эксплуатацию возможна только в том случае, если вы хотите снять характеристику короткого замыкания.
- ✧ Чтобы свести погрешность измерения к минимуму, используйте для испытания номинальный ток генератора - в частности, при небольшом напряжении короткого замыкания (Uкз) трансформатора.
- ✧ Чтобы избежать отключения, установите параметр **Режим** = ***Проверка***. Контакты отключения не активированы, однако все сообщения выдаются.

  При этом испытании зона **TZ 1** не должна отключиться. В зависимости от уставки полного сопротивления зоны с большими значениями генерируют сообщение о срабатывании. Проверьте мнемоплату в журнале сообщений о повреждениях.
- ✧ После завершения испытания включите функцию защиты (параметр **Режим** = ***ВКЛ***).

10.7 Проверка функциональности защиты от повреждений статора на землю 90 %

10.7.1 Общая информация

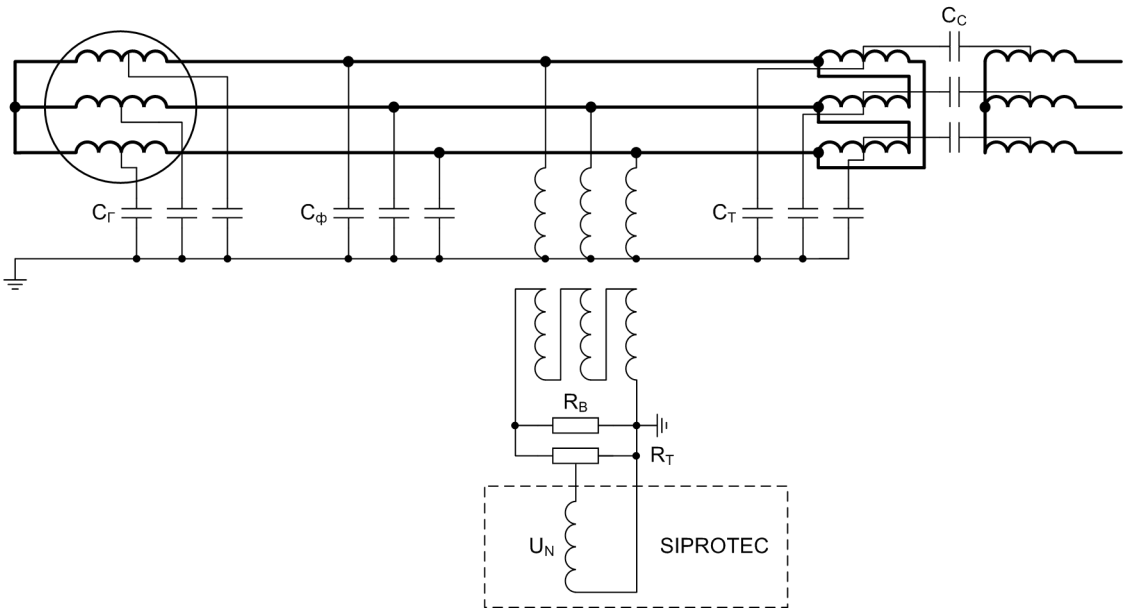
Процедура проверки защиты статора от замыкания на землю зависит, в основном, от того, подключен ли аппарат к энергосистеме через блочное соединение или прямое подключение к шинам. В обоих случаях проверьте правильность функционирования и уставки защиты.

Для проверки уставок защиты и подавления напряжения помех нагрузочного резистора Siemens рекомендует выполнить следующие испытания:

- Замыкание на землю на выводах генератора при номинальном напряжении генератора, равном, например, 20 %
- Замыкание на землю в энергосистеме при максимальном напряжении генератора, равном, например, 30 % от номинального напряжения генератора

10.7.2 Блочное соединение генератор-трансформатор

В случае внешнего замыкания на землю (сторона высокого напряжения), напряжение несимметрии, которое вызывает напряжение смещения на стороне электрической машины, передается через емкость связи C_C блока трансформатора. Это напряжение смещения не должно идентифицировать замыкание на землю в электрической машине. Оно достигается с помощью нагрузочного резистора R_B, который имеет соответствующие характеристик и уменьшает напряжение смещения до значения, которое в идеале соответствует половине напряжения срабатывания U0>. При этом обратите внимание, что ток замыкания на землю, вызванный нагрузочным резистором, не должен превышать 10 А при замыкании на землю на выводах электрической машины.

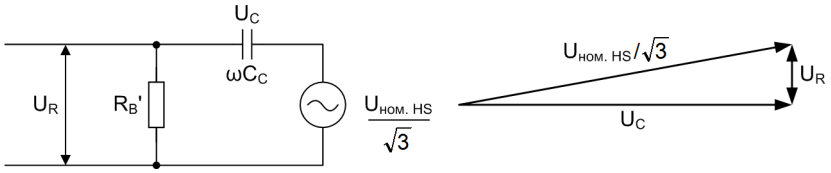


[dw_SGF 90 connection grounding transformer, 2, ru_RU]

Рисунок 10-11 Блок генератор-трансформатор с заземляющим трансформатором

Расчет уставок защиты

Конденсатор связи C_C и нагрузочный резистор R_B образуют делитель напряжения. В этом отношении, R_B представляет собой сопротивление R_B', преобразованное к цепи ввода электрической машины.



[dw_SGF 90 circuit and phasor diagram, 2, ru_RU]

Рисунок 10-12 Эквивалентная схема цепей и векторов

Поскольку емкость конденсатора связи намного больше, чем сопротивление нагрузочного резистора R_B', можно установить $U_C \approx U_{ном,\ HS}/\sqrt{3}$ (см. *Рисунок 10-12*). $U_{ном,\ HS}/\sqrt{3}$ представляет собой смещение нейтрали в случае полного смещения нейтрали системы.

$$\frac{R_B'}{1/(\omega C_C)} = \frac{U_R'}{U_{ном.тр.ТН}/(\sqrt{3})}$$

[fo_SGF 90 reactance coupling capacitance 01, 2, ru_RU]

$$U_R' = R_B' \cdot \omega C_C \cdot U_{ном.тр.,\ ТН}/(\sqrt{3})$$

[fo_SGF 90 reactance coupling capacitance 02, 2, ru_RU]

При коэффициенте трансформации заземляющего трансформатора,

$$U_R' = \frac{K}{3} \cdot U_R \quad \text{и} \quad U_B' = \left(\frac{K}{3}\right)^2 \cdot U_B$$

[fo_SGF 90 voltage ratio grounding transformer, 2, ru_RU]

получается

$$U_R = \frac{K}{3} \cdot R_B \cdot \omega C_C \cdot U_{ном,HS}/\left(\sqrt{3}\right)$$

[fo_SGF 90 voltage ration result, 2, ru_RU]

С делителем напряжения R_T (500 В/100 В), это соответствует следующему напряжению смещения на входе устройства:

$$U_З = \frac{1}{5} \cdot \frac{K}{3} \cdot R_B \cdot \omega C_C \cdot U_{ном,HS}/\left(\sqrt{3}\right)$$

[fo_SGF 90 voltage divider, 2, ru_RU]

Пороговое значение для напряжения смещения должно быть как минимум в два раза выше этого напряжения.

Пример		
Энергосистема	$U_{ном,\ HS}$	= 110 кВ
	$f_{ном}$	= 50 Гц
	C_C	= 0,01 мкФ
Трансформатор напряжения	10 кВ/0,1 кВ	
Заземляющий трансформатор	коэффициент	= 36
Нагрузочный резистор	R_B	= 10 Ом

$$U_З = \frac{1}{5} \cdot \frac{36}{3} \cdot 10\ \text{Ом} \cdot 314\ \text{с}^{-1} \cdot 0.01 \cdot 10^{-6}\text{F} \cdot \frac{110}{\sqrt{3}} \cdot 10^3\text{в} = 4.8\ \text{в}$$

[fo_SGF 90 voltage conversion, 2, ru_RU]

Поскольку вы настраиваете напряжение нулевой последовательности U_0 в защитном устройстве, необходимо преобразовать напряжение, возникающее на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник, в напряжение нулевой последовательности.

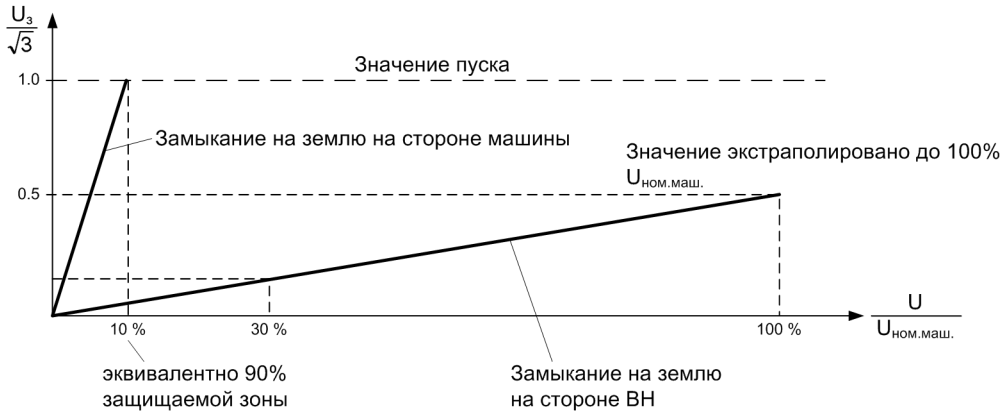
U0/√3 = 4,8 В/1,73 = 2,77 В

Значение ***5,77 В*** выбирается в качестве значения настройки для параметра **(_:12391:3) Пороговое значение**. Это соответствует диапазону защиты 90 %.

Направленность можно проверить с помощью теста замыкания на землю на стороне высокого напряжения. При небольшом возбуждении (< 30 % $U_{ном, ген}$), измерьте напряжение смещения и экстраполируйте это значение до 100 %. Затем нормализуйте его с заданным пороговым значением (например, 5,77 В). Отношение должно быть меньше 0,5. На следующем рисунке показаны фактические значения.

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании трансформатора напряжения в нейтрали используйте для отношения напряжения значение коэффициента вместо значения коэффициента/3. Результат останется тем же, поскольку этот трансформатор имеет только одну обмотку.



[dw_SGF 90 residual voltage ground faults, 2, ru_RU]

Рисунок 10-13 Напряжение смещения при замыканиях на землю

Проверка с внутренним замыканием на землю электрической машины

Переключите параметр **(_:12391:1) Режим** защиты статора от замыканий на землю в состояние ***проверка***.

Если в качестве защиты статора от замыкания на землю используется чувствительная защита от замыкания на землю, необходимо также переключить параметр **Блок.осц.сраб.и повр.** в состояние ***да***. Если вы используете дополнительные функции защиты статора от замыкания на землю, установите эти функции также в тестовый режим.

ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих элементах электрической системы!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.

✧ При отключенной и заземленной первичной стороне установите 1-фазный мост закоротку на землю в цепь электрической машины.

✧ Запустите машину и медленно увеличивайте напряжение возбуждения примерно до 20 % $U_{ном}$.

✧ Считайте показание U_0 в разделе рабочих измеренных значений и проверьте их правдоподобность.

✧ Если присутствуют дополнительные трансформаторы напряжения с обмотками, соединенными в разомкнутый треугольник, необходимо также измерить напряжение $U_з$ на этих трансформаторах.

Следующие рекомендации относятся к зоне защиты S:

$$S = \frac{\frac{U_{ном, втор}}{\sqrt{3}} - U_{втор, Пороговое значение}}{U_{ном, втор}} \cdot 100\,\%$$

[fo_SGF protection range S, 2, ru_RU]

Пример: Напряжение генератора при срабатывании: 0,1 x $U_{ном, втор}$		
Измеренное значение	U_0	= 5,77 В
Уставка	Пороговое значение	= 5,77 В
Диапазон защиты	S	= 90 %

✧ В журнале сообщений о повреждениях найдите сообщение **(_:12391:300) Поврежденная фаза**. Если на входах напряжения устройства присутствуют напряжения, то Lx может отображать фазу с замыканием на землю.

✧ Выключите электрическую машину.

✧ Удалите заземление.

Проверка с замыканием на землю со стороны энергосистемы

ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих элементах электрической системы!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.

ОСТОРОЖНО!

Во время испытания соблюдайте осторожность при заземлении нейтральной точки трансформатора и заземлении стороны высокого напряжения!

Несоблюдение следующих мер может привести к легким травмам персонала или повреждениям оборудования.

✧ На время проведения испытаний заземление нейтрали трансформатора необходимо отключить.

✧ После отключения и заземления первичного оборудования установите заземление на одну фазу на стороне высокого напряжения блочного трансформатора.

✧ Запустите электрическую машину и медленно повышайте напряжение до значения, равного 30 % от номинального напряжения машины.

- ✧ Считайте показание U_0 в разделе рабочих измеренных значений.

  Необходимо экстраполировать это значение до номинального напряжения машины (см. *Рисунок 10-13*). Для достижения требуемого запаса отстройки расчетное значение небаланса может достигать максимум половины от значения срабатывания **(_:12391:3) Пороговое значение**.

- ✧ Остановите электрическую машину и снимите возбуждение.
- ✧ Удалите заземление.
- ✧ Если вы хотите работать с заземленной нейтральной точкой на стороне высокого напряжения трансформатора, снова установите заземление нейтральной точки.
- ✧ В направленной ступени защиты статора от замыкания на землю установите параметр **(_:12391:1) Режим** равным ***проверка***.
- ✧ В направленной ступени защиты статора от замыкания на землю используйте параметр **(_:106) Направленный режим** и установите направленный режим равным ***ненаправленный***.
- ✧ Также установите режим системы нулевой последовательности/ступени напряжения смещения в тестовый режим. Поскольку эта ступень используется для защиты от замыкания на землю, отключите блокировку выключателя через дискретный вход.

10.7.3 Подключение к шинам

- ✧ Проверьте правильность последовательности: хронологический порядок, временные ограничения и т. д.
- ✧ Проверьте данные нагрузочного оборудования: заземляющий трансформатор, значение нагрузочного резистора (отпайка).
- ✧ Переключите параметр **(_:12391:1) Режим** защиты статора от замыканий на землю в состояние ***вкл***.



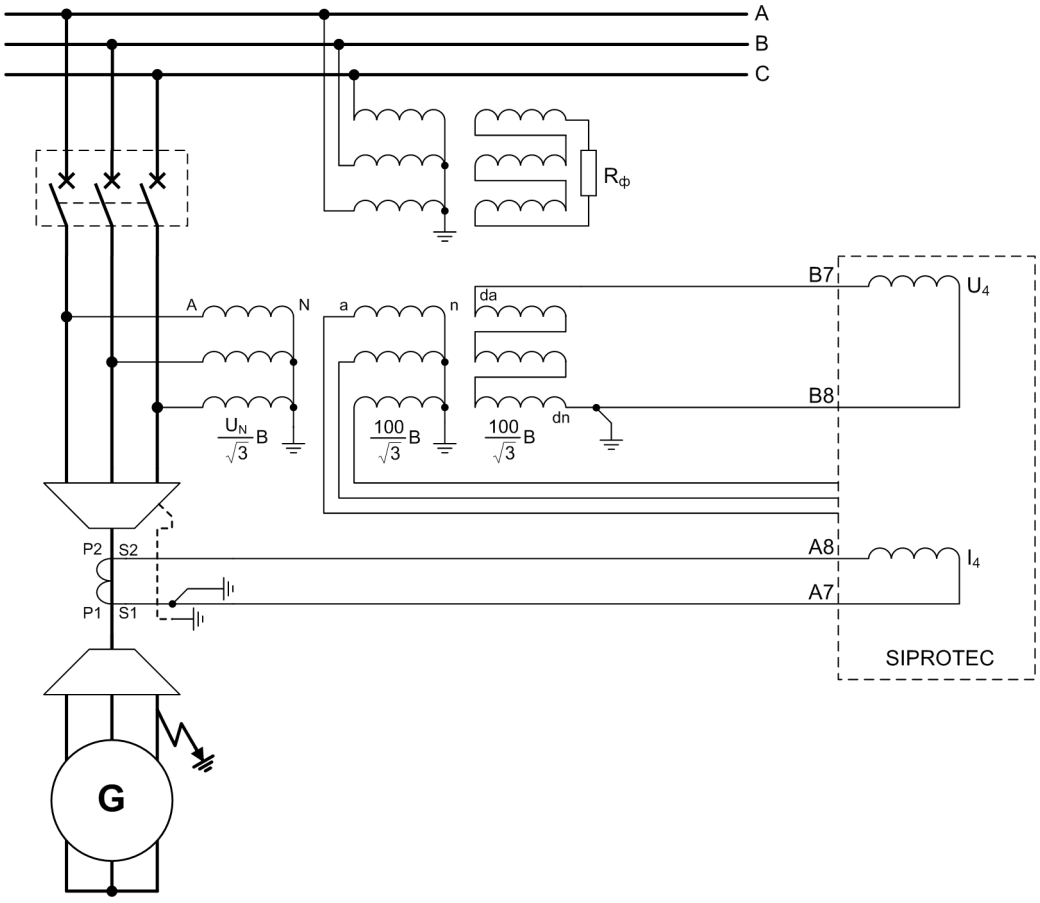
ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих элементах электрической системы!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

- ✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.

- ✧ При отключенной и заземленной первичной стороне поместите 1-фазный мост замыкания на землю между выводами электрической машины и трансформатором тока нулевой последовательности (см. следующий рисунок).
- ✧ Во время проверки **Замыкание на землю при подключением к шинам** необходимо установить состояние выключателя так, чтобы нагрузочное оборудование гальванически было соединено с генератором. Если это невозможно из-за конструкции системы, учтите замечания в главе *Проверка направленности для трансформатора тока нулевой последовательности без нагрузочного оборудования, Страница 1787*.



[dw_SGF 90 ground fault busbar connection, 2, ru_RU]

Рисунок 10-14 Замыкание на землю при подключении к шинам

- ✧ Если измеренный фазный угол φ (U0, 3I0) соответствует вашим ожиданиям, установите параметр **(_:106) Направленный режим** направленного режима направленной ступени защиты замыкания на землю в состояние ***вперед***.
- ✧ Запустите электрическую машину и медленно повышайте напряжение, пока не сработает защита статора от замыканий на землю. Проверьте сообщения срабатывания от системы нулевой последовательности/ступени напряжения смещения и направленной ступени. Что касается направленной ступени, обратите внимание на то, что сообщение срабатывания не появится до тех пор, пока не будут превышены пороговые значения напряжения и тока.
- ✧ Во время этой проверки уточните рабочие измеренные значения. Эти значения представляют собой напряжение смещения U0> или ток замыкания на землю 3I0. При срабатывании измеренные значения равны пороговым значениям. В системе протекает практически резистивный ток, поскольку во время испытания нагрузочное оборудование является источником тока замыкания на землю. Угловая погрешность трансформатора тока нулевой последовательности приводит к появлению отклонения.
- ✧ Для защиты от замыкания на землю в системе нулевой последовательности/ступени напряжения смещения активируйте блокировку ступени через дискретный вход при включенном выключателе. При включении выключателя сообщение о срабатывании ступени должно исчезнуть.

С определением направленности

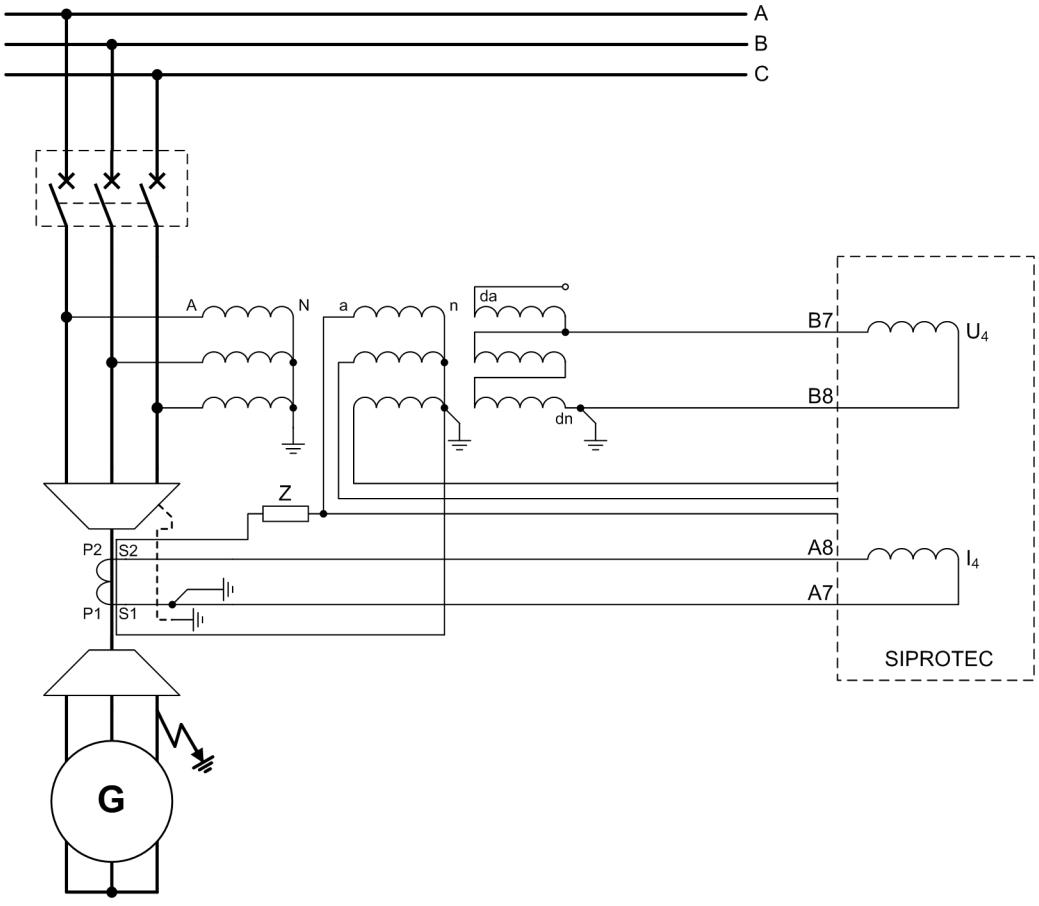
В связи с тем, что необходимо определить направление замыкания на землю, следует проверить правильность соединения и полярность трансформаторов тока и напряжения.

- ✧ Повысьте напряжение машины до напряжения, соответствующего напряжения смещения, которое превышает значение срабатывания. Если полярность является правильной, появляется сообщение о срабатывании **(_:12391:57) Работа**.
- ✧ Остановите электрическую машину и снимите возбуждение.
- ✧ Удалите заземление.
- ✧ Если вы не выполняете никаких дополнительных проверок, переключите функцию защиты с помощью параметра **(_:12391:1) Режим** в состояние ***вкл***.

Проверка направленности для трансформатора тока нулевой последовательности без нагрузочного оборудования

Если нагрузочное оборудование отсутствует и невозможно выполнить проверку на замыкания на землю с помощью энергосистемы, проведите испытание с проверкой вторичного оборудования, но с первичным симметричным током нагрузки.

- ✧ Для создания влияния напряжения смещения на цепи трансформатора тока необходимо использовать трансформатор напряжения (например, фаза A, как на следующем рисунке). Испытательный ток протекает от той же фазы через трансформатор тока нулевой последовательности через токоограничивающий резистор Z. Обратите внимание на соединение и направление схемы подключения трансформатор тока нулевой последовательности. Если ток слишком мал для срабатывания реле, его воздействие можно увеличить, пропустив проводник через трансформатор тока нулевой последовательности несколько раз.



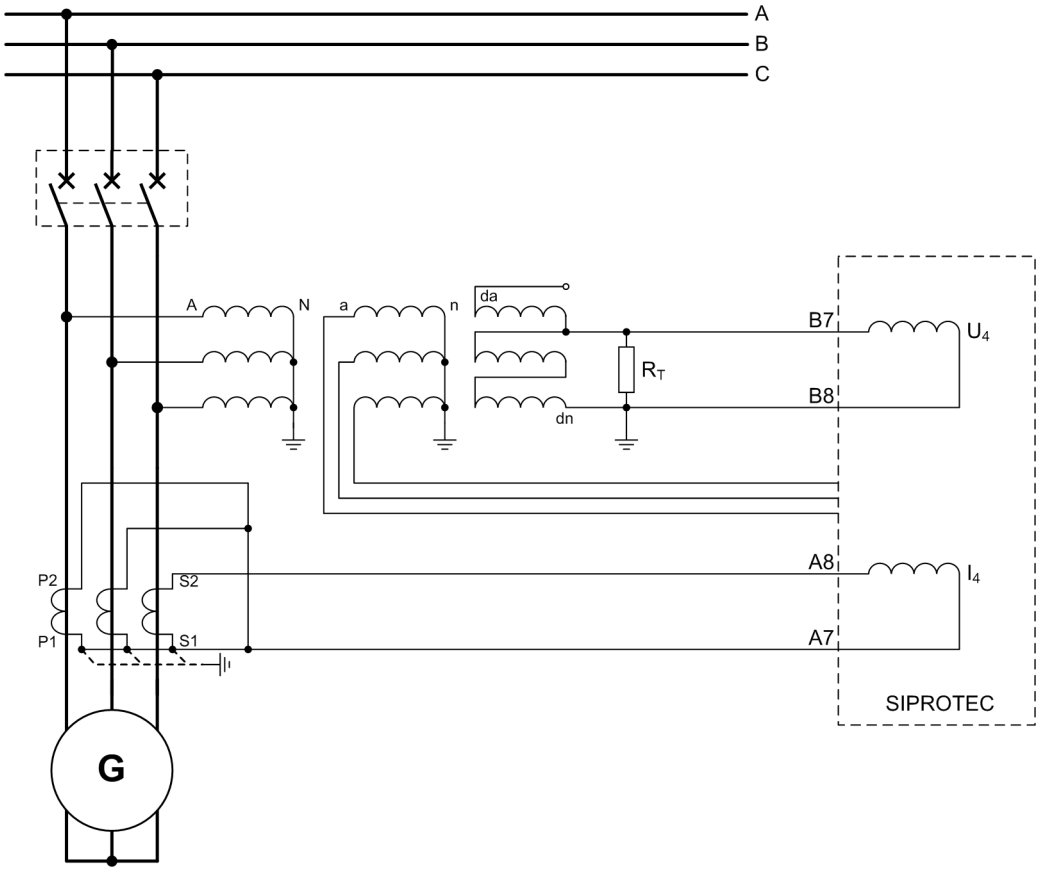
[dw_SGF 90 directional testing core balance, 2, ru_RU]

Рисунок 10-15 Проверка направленности трансформатора тока нулевой последовательности

✧ Используйте резистор (от 30 Ом до 500 Ом) или конденсатор (от 10 мкФ до 100 мкФ) для Z. Чтобы ограничить пусковой ток, последовательно подключите другой резистор (приблизительно от 50 Ом до 100 Ом). Если соединение является правильным, то для соединения, показанного на следующем рисунке, появятся сообщения направленной ступени защиты статора от замыкания на землю **(_:12391:55) Пуск** и **(_:12391:57) Работа**.

Проверка направленности с помощью схемы соединения Холмгрина

В случае соединения Холмгрина напряжение смещения для испытания необходимо получить таким же образом, как в *Рисунок 10-15*. Вход для измерения тока нулевой последовательности подключается к суммирующей линии тока трансформатора фазного тока. В случае активной мощности в направлении машины для реле существуют такие же условия, как в случае замыкания на землю в направлении электрической машины с системой нейтрали, заземленной через дугогасительную катушку, и наоборот.



[dw_SGF 90 holmgreen connection, 2, ru_RU]

Рисунок 10-16 Проверка направленности с помощью схемы соединения Холмгрина

Если вы хотите сохранить подключения напряжения для измерения реактивного тока в изолированной системе для испытания, помните следующее: Если при использовании индуктивных компонентов мощность протекает в прямом направлении, то для реле замыкания на землю должно быть определено обратное направление. Оно является обратным, как для замыкания на землю в этом направлении.

✧ После завершения проверки направленности выключите машину.

✧ Снова выполните правильные подключения и проверьте их еще раз.

Ток небаланса

ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих элементах электрической системы!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.

✧ Для измерения тока небаланса установите трехфазный мост закоротку, который может выдерживать номинальный ток на выключателе.

✧ Запустите электрическую машину и медленно повышайте напряжение до номинального тока машины.

✧ Считайте измеренное рабочее значение I_{3I0}. Это измеренное значение определяет значение уставки параметра **(_:12391:3) Пороговое значение**. Для определения направления необходимо обеспечить достаточный запас отстройки между током замыкания на землю и током небаланса. Для этого параметр **(_:12391:3) Пороговое значение** должен быть примерно в два раза больше, чем рабочее измеренное значение I_{3I0}. Параметр **(_:12391:3) Пороговое значение** определяет уставку защиты. Затем проверьте, не надо ли уменьшить уставку защиты.

✧ Переключите параметр **(_:12391:1) Режим** защиты статора от замыканий на землю в состояние ***вкл***.

10.8 Проверка функциональности защиты от повреждений на землю 100 % (20 Гц)

10.8.1 Испытание первичными величинами в режиме останова машины

Если машина находится в состоянии останова, можно проверить функцию **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)**. Это возможно, поскольку принцип измерения для расчета сопротивления заземления не зависит от того, в каком состоянии находится машина – в состоянии останова, вращения или пуска.

✧ Установите параметр **Режим** обеих ступеней **R(20 Гц)<** и **I(RMS)>** в состояние ***проверка***.

✧ Для первоначального ввода в эксплуатацию параметры **(_:2311:101) Угол коррекции**, **(_:2311:103) Перех.сопр. Rps** и **Rпар.нагр.подкл.** должны оставаться в состоянии уставок по умолчанию.

✧ Считайте значения измерений **(_:2311:307) U20** и **(_:2311:311) I(дств)**, подаваемых на устройство, в разделе измеренных значений замыкания на землю в DIGSI:

(_:2311:307) U20 = xx,x В

(_:2311:311) I(дств) = xx.x мА

(_:2311:308) I20 = xx.x мА

✧ Обратите внимание, что измеренное значение **I(дств)** является среднеквадратичным значением и соответствует только переменной **I20** 20 Гц, если генератор находится в состоянии останова. Измеряемое напряжение **U20** зависит от нагрузочного резистора R_B, сопротивления 20 Гц полосового фильтра (R_{BP}, прибл. 8 Ω), делителя напряжения ($K_{\text{делитель напряжения}}$, например, 5/2) и подаваемого напряжения 20 Гц ($U_{\text{20-Гц генератор}}$, прибл. 25 В). Оценка значения **U20** выполняется следующим образом:

$$U20 = \frac{R_B}{R_{BP} + R_B} \cdot \frac{U_{20-\text{Гц генератор}}}{K_{\text{Делитель напряжения}}}$$

Из этих значений устройство рассчитывает сопротивление относительно земли **Rповр** (вторичное значение), относящееся к стороне защитного устройства. Первичное сопротивление относительно земли **Rповр** на стороне машины получено из вторичного значения, умноженного на коэффициент преобразования **(_:2311:110) Коэфф. RстЗЗ перв./вт.**. Вы можете считать оба значения сопротивления, включив фазный угол между напряжением 20 Гц и током 20 Гц ($\phi_{\text{СтЗЗ}} = \phi_U - \phi_I$) в рабочих измеренных значениях.

(_:2311:309) Rповр = xxxx Ω (первичное или вторичное значение)

(_:2311:310) φ20 = xxx,xx °

(_:2311:307) U20 = xxx,xx В

(_:2311:308) I20 = xx,x А



ОПАСНОСТЬ

В системе могут все еще присутствовать опасные напряжения из-за питания 20 Гц обмотки статора на генераторе, даже если генератор находится в состоянии останова.

Несоблюдение следующего требования приведет к смерти, серьезной травме или значительному повреждению оборудования, поскольку может произойти воздействие напряжения, равного от 1 % до 3 % от номинального напряжения защищаемого генератора.

✧ Перед тем, как выполнять работу на генераторе в состоянии останова, необходимо отключить внешнее питание 20 Гц обмотки статора.

- ✧ В случае нормальной работы (**(_:2311:309) Rповр** = бесконечный) измеренный угол должен быть отрицательным при наличии емкостного тока на землю. Если это не так, необходимо изменить угол соединения на токовом входе. Фазный угол **(_:2311:310) φ20** должен составлять примерно -90° из-за существующих емкостей относительно земли статора. Если это не так, необходимо определить дополнение до -90° и установить его в качестве параметра **(_:2311:101) Угол коррекции** = -90° – **φ20**. Для отображения значения, например, **φ20** = -75°, установите параметр **(_:2311:101) Угол коррекции** равным -15°. Затем измеренное значение изменяется примерно до -90°.

  В нормальном режиме работы значение, отображаемое для параметра **(_:2311:309) Rповр**, должно соответствовать возможному максимальному значению 9999 Ω. Максимальное значение первичного сопротивления заземления **(_:2311:309) Rповр** зависит от выбранного коэффициента преобразования (**(_:2311:110) Коэфф. RстЗЗ перв./вт.**).

- ✧ Установите закоротку (**Rповр** = 0 Ω) в нейтральной точке генератора и считайте измеренное сопротивление повреждения **(_:2311:309) Rповр** в разделе рабочих измеренных значений. Установите это сопротивление в параметре **(_:2311:103) Перех.сопр. Rps**.

- ✧ Установите резистор на первичной стороне, соответствующий значению пуска (например, 2 кΩ). Проверьте измеренное сопротивление повреждения **(_:2311:309) Rповр**. Если оно сильно отклоняется от ожидаемого значения, откорректируйте параметр **(_:2311:103) Перех.сопр. Rps** и выполните точную настройку с помощью параметра **(_:2311:101) Угол коррекции**. Затем считайте сопротивление повреждения и установите его в параметре **(_:17011:3) Пороговое значение**, как значение пуска.

- ✧ Установите испытательное сопротивление для ступени, действующей на сигнал, (например, 5 кΩ) на первичной стороне и считайте сопротивление повреждения **(_:2311:309) Rповр** (первичное значение) в разделе рабочих измеренных значений. Установите это значение в параметре **(_:17012:3) Пороговое значение** 2-й ступени, действующей на сигнал.

- ✧ Отключите напряжение питания генератора 20 Гц или заблокируйте генератор 20 Гц через дискретный вход. Появляется сообщение **(_:2311:54) Неиспр.сигн.20Гц** (не ранжирован по умолчанию). Это используется для безопасного обнаружения повреждения генератора 20 Гц. Если это значение уже появляется для генератора 20 Гц, необходимо уменьшить пороговое значение контроля с помощью параметра **(_:2311:107) Контроль U20<**. Это может иметь место при очень маленьких нагрузочных резисторах (< 1 Ω).

- ✧ Затем запишите последовательность измерений с шагом 1 кΩ, начиная с 0 кОм. Если изменился угол коррекции (**(_:2311:101) Угол коррекции**) или переходное сопротивление (**(_:2311:103) Перех.сопр. Rps**), необходимо откорректировать значение настройки для ступени отключения (параметр **(_:17011:3) Пороговое значение**) и ступени, действующей на сигнал (параметр **(_:17012:3) Пороговое значение**).

- ✧ Теперь уменьшите испытательное сопротивление на землю прибл. до 90 % сопротивления предупреждающей ступени (параметр **(_:17012:3) Пороговое значение**). После задержки 10,00 с защита статора от замыкания на землю выдает **(_:17012:57) Работа** (не ранжирован по умолчанию).

- ✧ Уменьшите испытательное сопротивление на землю до 90 % от рассчитанного значения срабатывания ступени отключения на стороне защитного устройства (параметр **(_:17012:3) Пороговое значение**). Защитное устройство выдает сообщение **(_:17011:55) Пуск** и - по истечении задержки отключения (параметр **(_:17011:56) зад.сраб.истекла**) – сообщение **Работа**.

- ✧ Удалите испытательное сопротивление.

ПРИМЕЧАНИЕ

Выполните настройки только для вторичных значений. Если обнаружилось, что теоретический коэффициент преобразования при переходе от вторичного значения к первичному не совсем корректен, необходимо адаптировать коэффициент преобразования (**(_:2311:110) Коэфф. Rст33 перв./вт.**) в соответствии с результатами измерений (см. главу *6.8.4.2 Указания по применению и вводу уставок*).

- ✧ Если выход генератора 7XT33 с частотой 20 Гц ранжирован на дискретный вход, проверьте сообщение **(_:2311:54) Неиспр.сигн.20Гц**.
- ✧ Выключите напряжение питания генератора 20 Гц.
- ✧ Проверьте обратную связь **(_:2311:83) >U20 неиспр.** и сообщение **(_:2311:54) Неиспр.сигн.20Гц** (оба сообщения не заранжированы по умолчанию).
- ✧ Снова включите питание генератора 20 Гц.
- ✧ Если вы использовали опцию блокировки 100 % защиты статора от замыкания на землю через дискретный вход, необходимо проверить ее действие.
- ✧ Включите дискретный вход >Блок. ступень.
- ✧ Выполните дальнейшие испытания в режиме работы машины.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если необходимо проверить полосовой фильтр 7XT34 во время обычных проверок, следует выполнить короткое замыкание заземляющего трансформатора и трансформатора нейтрали на вторичной стороне, когда система находится в состоянии покоя, а затем включить генератор 20 Гц. Умножьте рабочее измеренное значение **(_:2311:311) I(дств)** на коэффициент трансформации трансформатора тока (например, 400 A/ 5 A). Протекающий ток должен быть больше 3 A. Если ток значительно ниже, резонансная частота полосового фильтра изменилась. Вы можете добиться лучшей коррекции, подключая и отключая емкости (см. также инструкцию по эксплуатации 7XT33, № заказа C53000-B1174-C129).

- ✧ Затем уберите закоротку и проверьте правильность разъединения по рабочему измеренному значению **(_:2311:307) U20**.

10.8.2 Испытание первичными величинами в режиме работы машины

Общие данные

Функция **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)** проверяется вместе с функцией **Защита статора от замыканий на землю 90 %**.

Вспомогательные элементы защиты должны быть в рабочем состоянии.

Проверка без замыкания на землю

- ✧ Запустите машину и увеличьте напряжение машины до максимального напряжения.
- ✧ Защита не должна сработать.
- ✧ Проверьте рабочие измеренные значения и считайте среднеквадратичное значение тока **(_:2311:311) I(дств)**. Значение отклонения измеренного значения, определенное таким образом, может соответствовать максимум половине значения отключения **(_:17041:3) Пороговое значение** для обеспечения необходимого запаса отстройки ступени.
- ✧ Выключите машину.

Проверка с внутренним замыканием на землю электрической машины

- ✧ Подключите генератор 7XT33 20 Гц непосредственно к трансформатору напряжения или к 3-фазному внешнему источнику питания.
- ✧ При отключенной и заземленной первичной стороне установите 1-фазный мост закоротку на землю в цепь электрической машины.



ОПАСНОСТЬ

В системе могут все еще присутствовать опасные напряжения из-за питания 20 Гц обмотки статора на генераторе, даже если генератор находится в состоянии останова.

Несоблюдение следующего требования приведет к смерти, серьезной травме или значительному повреждению оборудования.

- ✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном. Удалить вторую запятую электрическом оборудовании.

- ✧ При подключенном замыкании на землю ступени сопротивления (**R(20 Гц)<**) функции **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)** должны срабатывать сразу же после того, как будет включено напряжение питания генератора 20 Гц.
- ✧ Проверьте срабатывание ступени **I(RMS)>**. Для этого проверьте измеренное значение **(_:2311:311) I(дств)** в разделе рабочих измеренных значений (примерно от 10 % до 20 % напряжения смещения). Значение, определенное таким образом, должно примерно соответствовать выбранному значению срабатывания **(_:17041:3) Пороговое значение**. Это гарантирует, что ступень **I(RMS)> Защиты статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)** охватывает диапазон защиты от прибл. 80 % до 90 % обмотки в дополнение к расчету 100 % сопротивления.

Проверка с замыканием на землю со стороны энергосистемы

- ✧ После отключения и заземления первичного оборудования установите заземление на одну фазу на стороне высокого напряжения трансформатора блока.



ОПАСНОСТЬ

В системе могут все еще присутствовать опасные напряжения из-за питания 20 Гц обмотки статора на генераторе, даже если генератор находится в состоянии останова.

Несоблюдение следующего требования приведет к смерти, серьезной травме или значительному повреждению оборудования.

- ✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.



ОСТОРОЖНО!

Во время испытания возможно одновременное заземление нейтральной точки на трансформаторе с заземлением на стороне высокого напряжения!

Несоблюдение следующих требований может привести к легким травмам персонала или повреждениям оборудования.

- ✧ В случае возможного заземления нейтрали на трансформаторе необходимо прервать проверку.

- ✧ Запустите машину и медленно увеличьте напряжение до 30 % от напряжения машины (не более 60 %).
- ✧ Функции **Защита статора от замыканий на землю 90 %** и **Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)** не должны сработать.
- ✧ Считайте измеренное рабочее значение **(_:2311:311) I(дств)**. Экстраполируйте это значение примерно до 1,3 * напряжение машины. Максимальный соответствующий экстраполированный ток должен составлять половину значения срабатывания **(_:17041:3) Пороговое значение**, чтобы обеспечить предполагаемый запас отстройки ступени **I(RMS)>**.
- ✧ Выключите машину и обесточьте ее.
- ✧ Удалите заземление.



ПРИМЕЧАНИЕ

Если необходимо заземлить нейтральную точку на стороне высокого напряжения трансформатора блока, восстановите заземление нейтральной точки.

- ✧ Если питание генератора 20 Гц должно осуществляться от трансформаторов напряжения на выводах электрической машины, необходимо постоянно подключить этот тип питания или другой (например, питание постоянного тока от батареи).
- ✧ Если вы не хотите больше проводить каких-либо специальных проверок, активируйте ступень **I(RMS)>** (параметр **(_:17041:1) Режим** = ***вкл***).

10.9 Проверка функционирования защиты от перевозбуждения

Вторичные испытания

ПРИМЕЧАНИЕ

При выполнении вторичных испытаний учтите, что измеряемые величины функции приведены к номинальным значениям объекта

Это означает, что расхождение между напряжением ТН и защищаемого объекта устройство автоматически корректирует. Таким образом, в нормальном режиме функционирования, при номинальном напряжении и частоте, расчетная величина функции защиты U/f должна быть примерно равна 1.0 В/Гц.

Наличие расхождения номинального напряжения ТН (Uном.тр.)_ и номинального напряжения объекта (Uном.об.) следует учитывать при выборе испытательного напряжения. Измените вторичное испытательное напряжение на коэффициент 'k'.

$$k = \frac{U_{ном.\,об.}}{U_{ном,\,тр.}}$$

[fokfakuf-070513-01.tif, 1, ru_RU]

Пример

$U_{ном,об}$ = 110 кВ; $U_{ном,\,тр.}$ = 100 кВ

Тогда k = 1,1. Например, при контроле номинальных условий, если вторичное номинальное напряжение составляет 100 В, следует подавать напряжение, равное 1,1 * 100 В = 110 В. Отображаемое значение **Измеренное значение В/Гц** должно составлять 1,0000.

ПРИМЕЧАНИЕ

При контроле зависимой ступени убедитесь в наличии привязки ступени к **тепловой модели**. При повторении испытаний всегда сбрасывайте модель с помощью дискретного входного сообщения **>Сброс тепл.модели** (_:13951:501).

Первичное испытание

При контроле функции перевозбуждения следует проверить показания функции и сравнить их с расчетной величиной.

Для этого следует рассчитать величину перевозбуждения U/f по формуле:

$$\frac{U}{f} \cdot \frac{f_{ном}}{U_{ном}}$$

[fomoweuf-070513-01.tif, 1, ru_RU]

где:

U	Измеряемое напряжение
$U_{ном.}$	Первичное номинальное напряжение защищаемого объекта
f	Измеряемая частота в Гц
$f_{ном}$	Номинальная частота

10.10 Проверка контроля чередования фаз

- ✧ Проверьте порядок чередования фаз (направление вращения поля) на зажимах устройства. Он должен соответствовать установленному параметру **Чередование фаз**.
- ✧ Выходное сообщение *Черед.фаз ABC* или *Черед.фаз ACB* отображает определенный порядок чередования фаз. Он должен соответствовать установленному порядку чередования фаз.
- ✧ Вы можете также определить порядок чередования фаз через измеряемые значения **Симметричных составляющих**. Если вы получаете переменные для системы обратной последовательности (V_2, I_2) и не получаете переменные для системы прямой последовательности (V_1, I_1) при симметричном трехфазном питании, то установленный параметр **Чередование фаз** не соответствует подключению.

10.11 Проверка функции защиты от асинхронного хода

Вторичные испытания

Проверяйте функциональность предпочтительно с использованием файлов проверок переходных процессов. Вы можете создавать файлы с помощью моделирования энергосистемы для конкретного применения.

Для простоты испытаний некоторые файлы с переходными процессами доступны в формате COMTRADE в разделе загрузок. Файлы содержат моделированные асинхронные режимы. Эти ситуации следует смоделировать для функции защиты, используя соответствующее тестовое оборудование (такое как CMC производства Omicron). Для проверки правильного действия защиты рекомендуется направлять все существенные сообщения, такие как последовательности дискретных сигналов, в функцию осциллографирования.

- ✧ Используйте опции тестирования, предлагаемые испытательным оборудованием.
- ✧ Перед началом тестирования необходимо проверить правильность передачи сигналов тестирования тестовым оборудованием. Передаваемые тестовые сигналы должны быть в виде годографов полного сопротивления в соответствии с окружностями, приведенными в *Рисунок 6-375*.

Первичное испытание

- ✧ Нет необходимости проводить отдельное испытание при переходных процессах, но следует проверить правильность подключения устройства защиты к первичной сети.
- ✧ Проверьте рабочие измеряемые величины под нагрузкой. Если углы амплитуд и фазы напряжений и токов, также как и фаза сопротивления системы прямой последовательности, совпадают с текущим режимом нагрузки, вы можете убедиться, что функция работает правильно.
- ✧ Включите функцию защиты.

10.12 Функциональный тест на обнаружение броска тока намагничивания

Общие данные

- ✧ Для теста убедитесь, что ток от испытательной установки моделирует обычный пусковой ток.
- ✧ Выполните тест с помощью сигналов переходных режимов. Таким образом можно записать осциллограмму броска тока намагничивания или моделированного тока переходного процесса системы.
- ✧ При использовании моделированных сигналов, соблюдайте указания для отдельных принципов измерения.

Анализ гармоник

- ✧ Наложите на ток с основной гармоникой ток от испытательной установки с удвоенной частотой (вторая гармоника) и протестируйте поведение защиты.
- ✧ Причина превышения порогового значения (внутренний пуск) для одной из защитных функций, которые вы хотите заблокировать.

  - или -

- ✧ При наложении тока от испытательной установки на ток нагрузки повышайте его шагами.

При обнаружении броска тока намагничивания формируется блокирующий сигнал.

Работа с сигналом тока

- ✧ Создайте тестовый ток, который имеет ровные области минимальной ширины одновременно во всех трех фазных токах в течение 3 мс.

При обнаружении броска тока намагничивания формируется блокирующий сигнал.

10.13 Функциональные испытания защиты от тепловой перегрузки

Испытания вторичными величинами

При испытании защиты от перегрузки подачей вторичных величин, обратите внимание, что все установленные параметры относятся к первичным величинам защищаемого объекта. Устройство защиты использует коэффициенты ТТ из данных энергосистемы и выполняет приведение к номинальным переменным устройства. Следует это иметь в виду при проведении испытаний.

✧ Перед повтором испытаний следует сбросить память тепловой модели. Это возможно сделать, например, с помощью сигнала через дискретный вход **>Сброс тепл.модели**. При повторном параметрировании функции или выводе ее из работы тепловая модель также сбрасывается.

Испытания без предварительной нагрузки

✧ Проверьте время срабатывания при 1,5 x $I/I_{ном.об.}$

В следующем примере используются такие данные энергосистемы:

$I_{ном.об.}$ = 483 A

$I_{ном, трансф. перв.}$ = 750 A

$I_{ном, трансф. втор.}$ = 1 A

Первичное значение испытательного тока составляет 1,5 x 483 A = 724,5 A. Соответственно, вторичный ток равен 724,5 A *1A/750A = 0,966 A.

✧ Рассчитайте время срабатывания по следующей формуле. Здесь следует вводить только первичные величины.

✧ Установите $I_{предв нагр}$ = 0. Станут доступны уставки **Коэффициент K** (например, 1,1) и **Тепловая пост. времени** (например, 600 с или 10 мин).

✧ Испытание без предварительной нагрузки.

$$t = \tau_т \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном.об.}}\right)^2 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{I_{предв.нагр.}}{I_{ном.об.}}\right)^2}{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\,с \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{1,1^2}\left(\frac{1,5I_{ном.об.}}{I_{ном.об.}}\right)^2 - 0}{\frac{1}{1,1^2}\left(\frac{1,5I_{ном.об.}}{I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\,с \cdot 0,772 = 463\,с$$

[foauslpr-190309-01.tif, 2, ru_RU]

✧ При подаче тока 0,966 A с вторичной стороны функция защиты должна сработать через 463 с.

Испытания с предварительной нагрузкой

✧ Протекающий номинальный ток объекта ($I_{предв нагр}$= $I_{ном, объекта}$) равен предварительной нагрузке 1 (100 %).

✧ В этом случае подаваемый ток 483 A *1 A / 750 A = 0,644 A.

После определенного времени (более 5 x $\tau_т$), устанавливается предварительная нагрузка.

Коэффициент K

✧ Если резко повысить подаваемый вторичный ток от 0,644 A до 0,966 A (1,5x $I/I_{ном.об.}$), защита от перегрузки сработает в указанное далее время.

$$t = \tau_т \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном.об.}}\right)^2 - \frac{1}{k^2}\left(\frac{I_{предв.нагр.}}{I_{ном.об.}}\right)^2}{\frac{1}{k^2}\left(\frac{I}{I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\,с \cdot \ln\left(\frac{\frac{1}{1,1^2}\left(\frac{1,5I_{ном.об.}}{I_{ном.об.}}\right)^2 - \frac{1}{1,1^2}\left(\frac{1,0I_{ном.об.}}{I_{ном.об.}}\right)^2}{\frac{1}{1,1^2}\left(\frac{1,5I_{ном.об.}}{I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}\right) = 600\,с \cdot 0,184 = 110\,с$$

[foauslpr-190309-02.tif, 2, ru_RU]



ПРИМЕЧАНИЕ

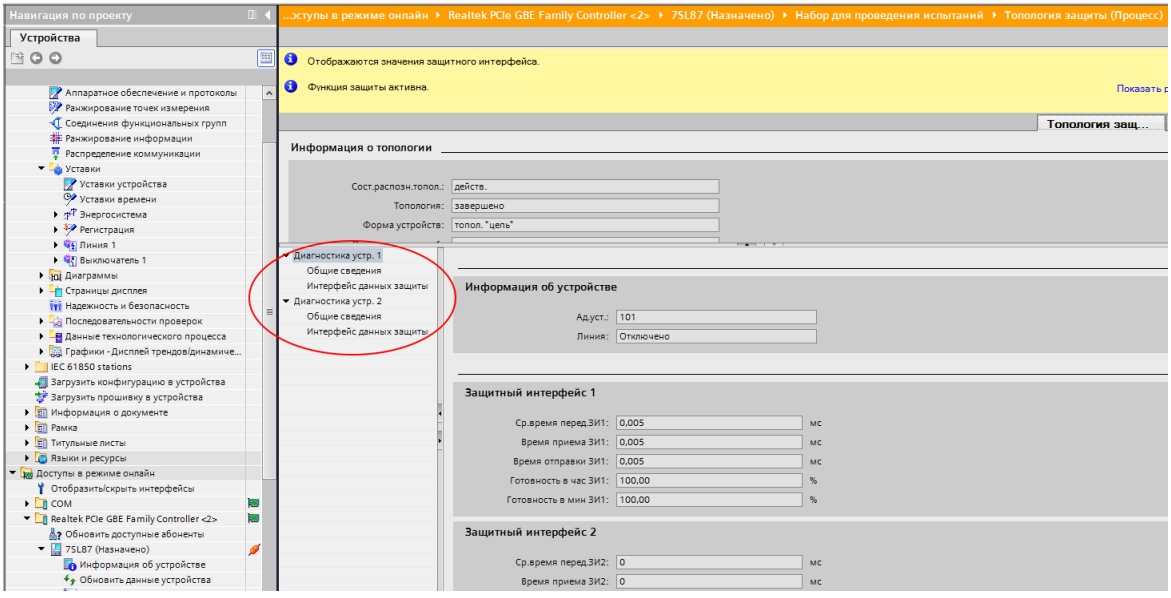
Так как на практике постянные времени имеют довольно большие значения, то испытания проводят со значительно уменьшенными постоянными времени. После завершения испытаний необходимо вернуть исходное значение уставок.

10.14 Проверка функциональности обмена данными устройства защиты

10.14.1 Проверка передачи данных

Проверка передачи данных защиты

Если устройства подключены друг к другу через интерфейс защиты и включены, они автоматически контактируют друг с другом. Например, если устройство 1 распознает устройство 2, показывается успешное соединение (смотри рисунок ниже). Соответственно, каждое устройство подает сигналы всем устройствам, присутствующим в системе передачи защитных данных.



[scprotec, 1, ru_RU]

Рисунок 10-17 Проверка передачи данных защиты в DIGSI 5

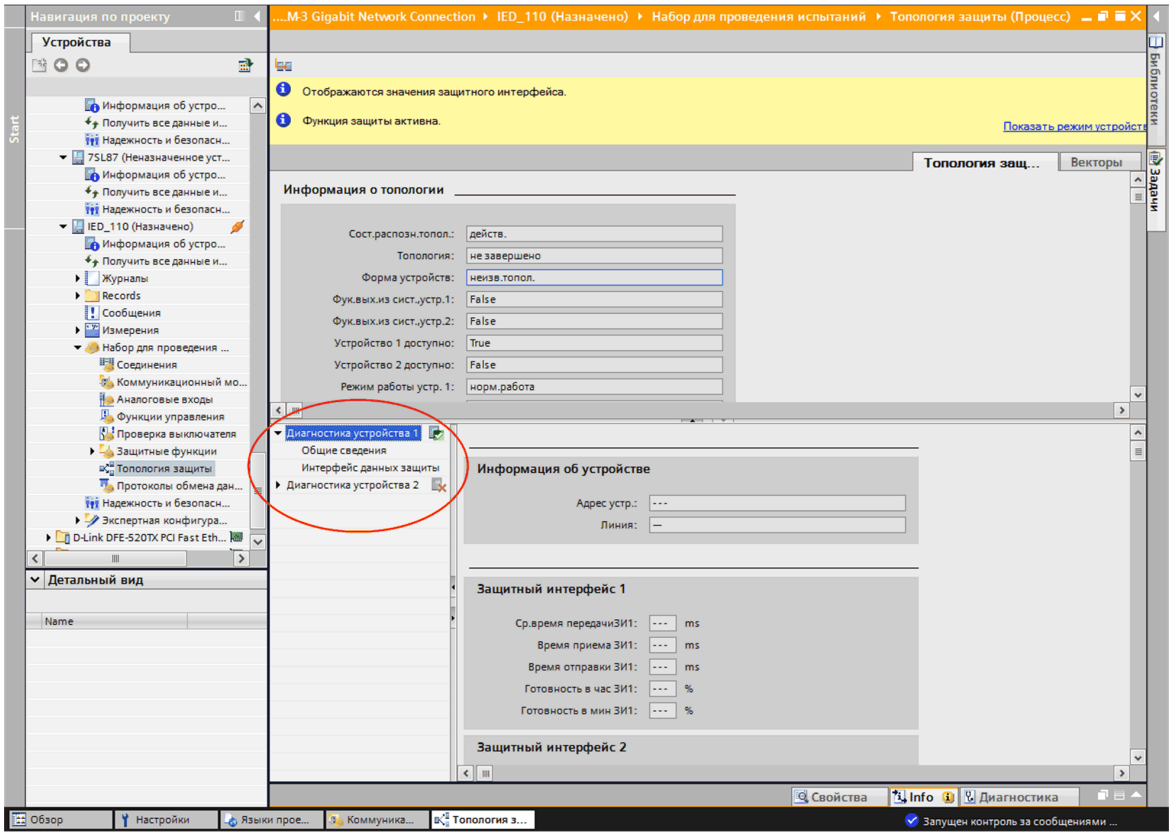
Правильную связь устройств друг с другом можно контролировать во время работы.

✧ Проверьте связь для каждого интерфейса защиты в DIGSI 5.

Если соединение установлено успешно, поле **Статус распоз. тополог.** отображает сообщение, *достоверно* в DIGSI 5 (см. *Рисунок 10-17*).

Если двум устройствам заданы неправильные параметры, то в поле **Статус распознн. топол.** отображается сообщение *недействительно* (см. *Рисунок 10-17*).

В *Рисунок 10-18* отсутствует связь для передачи данных защиты между устройствами 1 и 2, то есть интерфейсы защиты 1 и 2 устройства 1 не получают данные. Передача данных защиты прерывается, и дифференциальная защита не работает. Причиной этого может быть дистанционное управление с помощью DIGSI через интерфейс защиты. В этом случае защитное соединение прерывается и соединение используется только для DIGSI.



[scprotco-061210-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-18 Система обмена данными защиты отключена

10.14.2 Направленный тест

При наличии интерфейсов защиты типа 1 и 2 комплексные векторы точки измерения напряжения и тока передаются между устройствами одной топологии связи, чтобы получить возможность выполнить направленный тест, например, во время пуско-наладочных работ. DIGSI 5 представляет это в форме векторной диаграммы. Вы можете направить точку измерения в интерфейс защиты. Опционально для полуторной схемы вы можете передавать и проверять точку измерения. Вы также можете проверить и протестировать вторую точку измерения этой полуторной схемы, задав новый маршрут. Кроме того, связь DIGSI 5 с другими устройствами в группе может осуществляться через интерфейс защиты. Для этого интерфейс защиты отключается, и DIGSI 5 использует это соединение для связи с другим устройством.

✧ После завершения удаленного подключения через DIGSI 5 система снова переключится на интерфейс данных защиты.

10.15 Первичные и вторичные испытания функции синхронизации

Измерение собственного времени включения выключателя

При асинхронных условиях работы систем необходимо правильно измерить и установить собственное время включения выключателя. Это позволяет добиться точного одновременного включения с фазовым углом равным 0°. Если включение выполняется в условиях синхронных систем, данный раздел можно пропустить.

Время включения определятся следующими двумя способами:

- 1. С использованием записанной осциллограммы повреждения (рекомендованный метод)
- 2. С использованием внешнего таймера.

1. Простой способ определения времени включения предполагает считывание времени между командой включения и включением полюса выключателя через записанную осциллограмму повреждения. Время, определяемое здесь, является действительным временем включения, а не собственным временем включения выключателя. Никакое дополнительное время добавлять не нужно.

Siemens рекомендует выполнение следующих процедур:

✧ Определите условия, в которых можно безопасно включить выключатель.

✧ Если подключено U2, активируйте рабочий режим **Ком.включ.при U1< и U2>** для ступени синхронизации, установив ***да***.

Если подключено U1, активируйте рабочий режим **Ком.включ.при U1> и U2<**.

✧ Убедитесь, что регистратор повреждений включен. Используя временную схему логики CFC, заведите сигнал **Разр.ком.включения** активной ступени синхронизации на сигнал дискретного входа **>Ручной пуск** (на регистраторе повреждений). После разрешения включения выполняется настройка записи повреждений задаваемой длительности (уставка по умолчанию в 500 мс более чем подходит).

✧ Пустите ступень синхронизации. Устройство немедленно сработает.

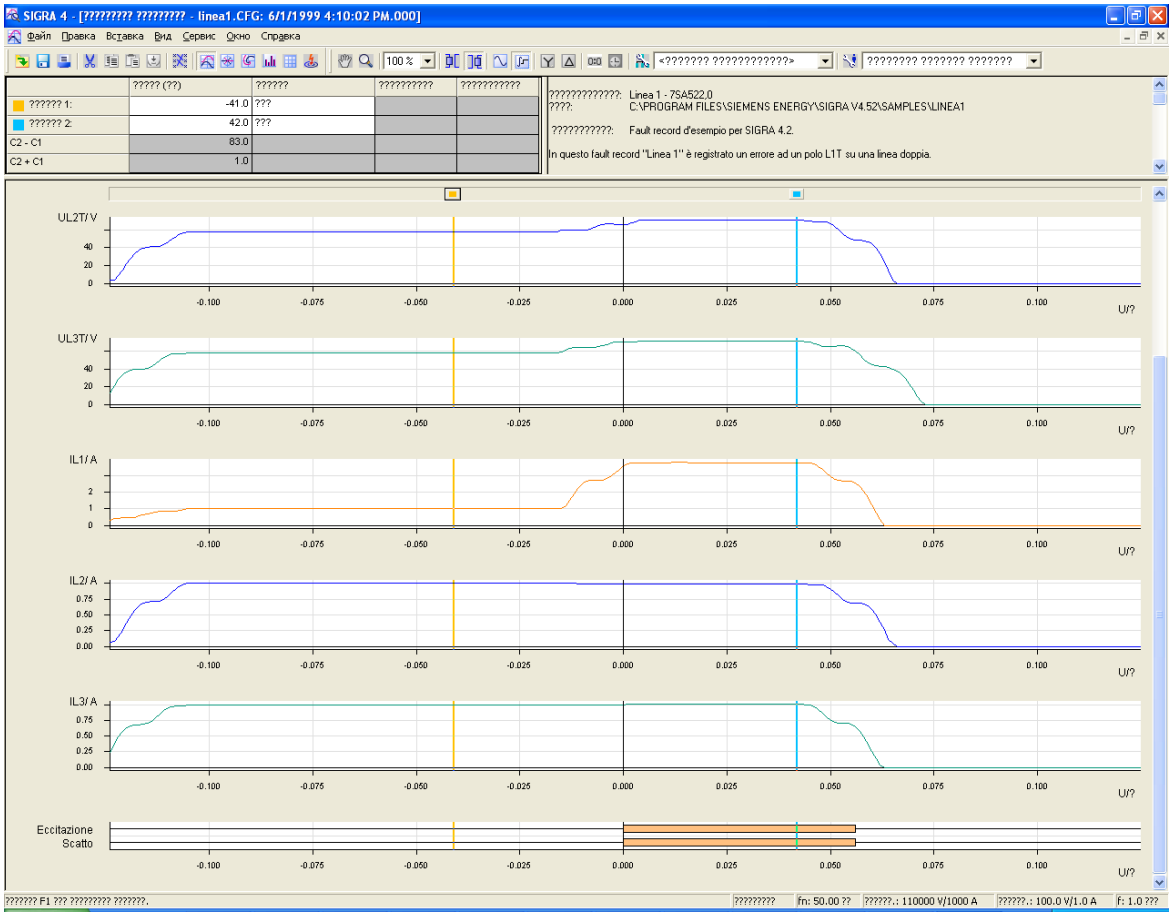
✧ Считайте данные осцилограммы, с помощью программного обеспечения SIGRA определив время включения (см. *Рисунок 10-19*).

Для этого используйте два курсора и функцию измерения времени. Разместите первый курсор на фронте сигнала команды включения. Появление второго напряжения является признаком включения выключателя. Разместите второй курсор на фронте сигнала второго напряжения.

✧ Установите определенное время с помощью параметра **Вр.включ.вык-ля**. Округлите до следующего меньшего задаваемого значения. Аналогичную процедуру требуется выполнить для всех остальных ступеней синхронизации.

✧ Установите параметр **Ком.включ.при U1< и U2>** или **Ком.включ.при U1< и U2<** в исходное значение.

✧ Удалите схему CFC.



[scsyn001-170510-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-19 Измерение собственного времени включения выключателя

2. Комбинация на *Рисунок 10-20* подходит для измерения собственного времени включения выключателя с помощью внешнего таймера. Установите таймер на диапазон 1 с или отключение в 1 мс.

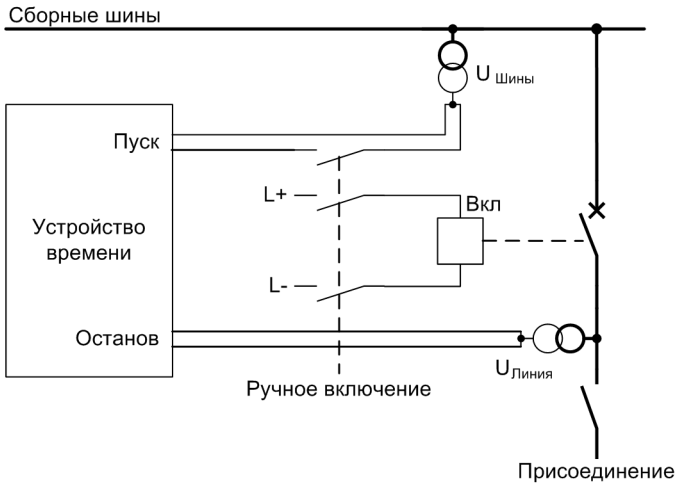
Включите выключатель вручную. Одновременно запускается таймер. После включения полюсов выключателя появляется напряжение $U_{лин}$. Таймер останавливается.

Если таймер не остановился из-за неблагоприятного момента включения, повторите попытку.

Siemens рекомендует выполнить расчет среднего значения на основании измеренных данных по (3 — 5) успешным попыткам включения.

ПРИМЕЧАНИЕ

К измеренному времени добавьте время выдачи команды устройства защиты. Оно исключительно зависит с хорошим приближением от дискретного выхода, который используется для команды включения. Время переключения для различных дискретных выходов приведено в разделе Технические характеристики. Установите общее время с помощью параметра **`Вр.включ.вык-ля`**. Округлите до следующего меньшего задаваемого значения. Аналогичную процедуру требуется выполнить для всех остальных используемых ступеней синхронизации.



[dwsynae6-080211-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 10-20 Измерение собственного времени включения выключателя

Проверка цепи измерения

Необходимо проверить цепь измерения напряжения. Как только активируется одна из ступеней синхронизации, которая будет использоваться, рассчитываются все необходимые функционально измеренные величины. Таким образом, чтобы выполнить данную проверку, ступень синхронизации запускать необязательно.

При проведении первичного или вторичного испытания цепи измерения выполните следующее:

а) При первичном испытании

✧ Если это возможно, установите синхронные условия работы, включив выключатель.

✧ Проверьте функционально измеренные величины функции синхронизации:

– Значения разностей должны равняться нулю.

– Проверьте напряжения U1 и U2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями напряжения.

– Проверьте частоты f1 и f2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями частот.

б) При вторичном испытании

✧ Установите синхронное состояние, приложив значения синхронного напряжения к обеим точкам измерения.

✧ Проверьте функционально измеренные величины функции синхронизации:

– Значения разностей должны равняться нулю.

– Проверьте напряжения U1 и U2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями напряжения.

– Проверьте частоты f1 и f2 для проверки достоверности значений в сравнении с рабочими измеренными значениями частот.

Попытки включения вслепую при использовании в машинах

Выполните попытки включения вслепую при использовании этой функции в машинах.

Требования:

✧ Снова выполните проверку значений уставок.

✧ Выключатель должен быть отключен. Команда на включение выключателя должна быть прервана (прерыванием команды включения). На время измерений система должна быть под напряжением.

а) Попытка для асинхронных систем:

- ✧ Электрическую машину выводят ручным управлением на скорость ниже разрешенной по разнице частот в соответствии со значениями уставок **Макс.разн.частот f2>f1** и **Макс.разн.частот f2<f1**. Электрическую машину возбуждают до линейного напряжения. Считайте значения рабочих измеренных величин.
- ✧ Запустите ступень синхронизации, например, по внешнему каналу через сигнал на дискретном входе или через встроенный контроллер. Чтобы выполнить запуск в режиме синхронизма, т.е. в **12 часов** используйте синхроскоп. Продолжительность до команды включения будет соответствовать циклу продолжительностью 1/Δf. При разнице частот в 0.1 Гц продолжительность составит 10 с.
- ✧ По мере возможности повторите попытку несколько раз для включения на подсинхронной и сверхсинхронной скоростях.
- ✧ Работа включения проверяется с помощью внешнего регистрирующего устройства или встроенного регистратора данных повреждений. Вам необходимо включить регистрацию (запись) данных о повреждении.
- ✧ Попытки включения вслепую могут быть повторно выполнены при предельной разнице напряжений.

б) Попытка для синхронных систем:

- ✧ Запустите ступень синхронизации, например, по внешнему каналу через сигнал на дискретном входе или через встроенный контроллер.
- ✧ Проверьте соответствующее разрешение для активации в журнале сообщений или в осциллограмме повреждений. Вам необходимо включить регистрацию (запись) данных о повреждении. В течение времени **Зад.ком.включения** должны быть выполнены все условия активации.

  Если наблюдается изменение между синхронной и асинхронной работой, слегка увеличьте порог переключения между режимами работы **Част.Асинх.<->Синх.**.

в) Попытка для проверки синхронизма:

- ✧ Если эта функция используется в сочетании с ручной синхронизацией, проверьте соответствующее разрешение на включение.
- ✧ Синхронизируйте электрическую машину вручную. Запустите ступень синхронизации извне через дискретный вход. Проверьте соответствующее разрешение для активации в журнале показаний или в осциллограмме повреждений. Вам необходимо включить регистрацию (запись) данных о повреждении.

10.16 Испытания первичными и вторичными величинами функции УРОВ

Интеграция данной функции в систему защиты

Интеграция функции УРОВ в систему защиты должна быть проверена в реальных условиях. Т.к. существует множество вариантов применений данной функции и множество конфигураций энергосистемы, то необходимые испытания не могут быть полностью описаны в данном руководстве.

ПРИМЕЧАНИЕ

Всегда принимайте во внимание условия эксплуатации и принципы построения защиты конкретного энергообъекта.

ПРИМЕЧАНИЕ

Компания Siemens рекомендует перед началом испытания функции отключить тестируемое присоединение с обоих концов. Разъединители со стороны линии и со стороны шин должны быть отключены для возможности безопасного оперирования выключателем.

Меры безопасности

ОСТОРОЖНО!

Тестирование выключателя присоединения может привести к появлению команды на отключение выключателей смежных присоединений.

Несоблюдение следующих мер может привести к легким травмам персонала или материальным повреждениям оборудования.

- ✧ Поэтому рекомендуется сначала разорвать цепи отключения смежных выключателей (шинные выключатели), например, отключением цепи подведения “плюса” к контактам отключения устройства от схем управления этими выключателями.

При проверке функции УРОВ необходимо убедиться, что внешние устройства защиты или внутренние защитные функции не могут действовать на отключение выключателя. Соответствующие команды на отключение должны блокироваться.

Несмотря на то, что приведенные далее перечни действий не могут во всех случаях считаться полными, они могут также содержать пункты, которые должны игнорироваться при конкретном применении.

Режимы тестирования

Устройство и функции защиты могут быть переведены в режим тестирования. Данные режимы тестирования поддерживают разные способы проверки функции:

Режимы тестирования	Пояснения
Устройство в режиме тестирования	Данный режим тестирования предназначен для проведения следующих испытаний: 1. Проверка уставки по току при внешнем пуске функции: Контроль входных дискретных сигналов при внешнем пуске функции выведен. Данная настройка разрешает статическую активацию сигнала для проверки уставки по току. 2. Убедитесь в том, что команда отключения действует на соответствующий выключатель, т. к. контакты устройства остаются в работе в режиме тестирования.
Функция УРОВ в режиме тестирования (устройство не в режиме тестирования)	Данный тестовый режим необходим для проверок функции, при которых сообщение о срабатывании не воздействует на дискретные выходы устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

В случае, если функция или устройство находятся в тестовом режиме, все сигналы содержат тестовый бит.

ПРИМЕЧАНИЕ

При работе устройства в режиме **Устройство в режиме тестирования** генерируемые функцией рабочие сообщения о срабатывании воздействуют на дискретные выходы.

Функция так же должна быть проверена в нормальном режиме работы.

В этом случае учтите следующее:

- ✧ Контакты устройства находятся в работе.
- ✧ Контроль дискретных входных сигналов (при внешнем пуске функции) введен и действует на блокировку работы функции.
- ✧ Все рабочие сообщения не содержат тестового бита.

Блок-контакты выключателя

Подключение блок-контактов выключателя ко входам устройства повышает надежность правильного срабатывания функции УРОВ.

- ✧ Убедитесь в правильности их подключения.

Условия внутреннего пуска (Команда отключения от внутренних защитных функций)

Внутренний пуск можно проверить посредством отключения от функции защиты, например основной функции защиты устройства.

- ✧ Проверьте настройки УРОВ. См. также главу *6.61.4 Указания по применению и вводу уставок* .
- ✧ Для того, чтобы функция УРОВ могла срабатывать, через присоединение должен протекать ток (см. критерий протекания тока). Данный ток может быть сгенерирован при проверке устройства с помощью внутренней последовательности проверок (см. описание в Руководство по эксплуатации). Для этих целей так же можно использовать вторичный ток от испытательной установки.
- ✧ Формирование сигнала отключения для функции защиты. Данный сигнал может быть сформирован устройством при его проверке с помощью внутренней последовательности проверок (см. описание в Руководство по эксплуатации).
- ✧ Команды отключения и их выдержки времени сравниваются с пуском, зависящим от параметрирования.

Условия внешнего пуска (команда отключения от внешнего устройства защиты)

Если предусмотрен пуск УРОВ от внешних устройств защиты, то необходимо проверить условия внешнего пуска.

- ✧ Проверьте настройки УРОВ.

  См. также главу *6.61.4 Указания по применению и вводу уставок* .

- ✧ Для того, чтобы функция УРОВ могла срабатывать, через присоединение должен протекать ток (см. критерий протекания тока). Данный ток может быть сгенерирован при проверке устройства с помощью внутренней последовательности проверок (см. описание в Руководство по эксплуатации). Для этих целей так же можно использовать вторичный ток от испытательной установки.

- ✧ Активируйте дискретный вход(ы) на который подаются пусковой и, возможно, разрешающий сигнал УРОВ. Это может быть выполнено двумя способами:

  – 1) с помощью внутренней последовательности проверок;

  – 2) с помощью активации дискретного входа (входов) при подаче на него (них) напряжения питания.

- ✧ Проверьте входной пусковой сигнал и разрешающий входной сигнал (при его наличии) на то, что он появился в спонтанных или аварийных сообщениях.

- ✧ Удостоверьтесь, что в спонтанных или аварийных сообщениях появилось сообщение о пуске.

- ✧ Команды отключения и их выдержки времени сравниваются с пуском, зависящим от параметрирования.

Пуск от команды отключения внешнего устройства защиты

- ✧ Проверьте работу статического, а в случае работы по двухканальному принципу, и динамического контроля входных дискретных сигналов. Для этого инициируйте срабатывание функции контроля и проверьте наличие соответствующего сообщения и сигнала готовности в буфере журнала событий.

Пуск от команды отключения внешнего устройства защиты без контроля тока

- ✧ Если пуск возможен без контроля тока: (см. **Пуск от команды отключения внешнего устройства защиты**).

Повтор команды отключения (T1) (действие на себя)

- ✧ Убедитесь, что повторный сигнал отключения воздействует на 2-й электромагнит отключения выключателя.

Резервное отключение в случае отказа выключателя (T2)

При тестировании функции УРОВ необходимо проверить правильность распределения команд отключения к смежным выключателям. Под смежными выключателями подразумеваются выключатели тех присоединений, которые должны быть отключены для ликвидации повреждения при отказе выключателя поврежденного присоединения. Таким образом, ими являются выключатели всех присоединений, питающих систему сборных шин или секцию системы сборных шин, к которой подключено поврежденное присоединение.

Общее детальное руководство по тестированию не может быть приведено, поскольку конфигурация смежных выключателей существенно зависит от топологии сети.

- ✧ В частности, логика отключения смежных выключателей должна быть проверена при секционированной системе сборных шин.

  В этом случае для каждой секции шин следует проверить факт отключения только тех выключателей, которые подключены к той же секции шин, что и отключаемый выключатель рассматриваемого поврежденного присоединения.

Резервное отключение при отказе выключателя (T2), телеотключение выключателя на противоположном конце линии

Если команда отключения от УРОВ должна действовать на отключение выключателя противоположного конца линии, то канал передачи команд отключения должен быть проверен.

✧ Обычно канал передачи команды телеотключения проверяется при передаче других сигналов в соответствии с *10.14.1 Проверка передачи данных*.

Окончание тестирования

✧ Все временные меры, принятые при тестировании, должны быть отменены, в особенности это относится к положению коммутационных аппаратов, разорванным цепям отключения, изменениям уставок или функций защиты.

10.17 Проверка выключателя

Функция **Проверка выключателя** облегчает выполнение полной проверки цепи отключения, цепи включения и самого выключателя. Для проверки во время работы выключателя проводятся циклы автоматического отключения и включения или только отключения. Кроме того, можно включить в проверку критерий протекания тока. Проверка выключателя выполняется только в том случае, если значение тока, протекающего через выключатель, ниже конфигурируемого порогового значения.

ПРИМЕЧАНИЕ

Если блок-контакты выключателя не заведены, то отключенный выключатель может на самом деле быть включен.

При тестировании выключателя пользователю доступны следующие программы тестов.

№	Программа проверки
1	Цикл О-В 3ф

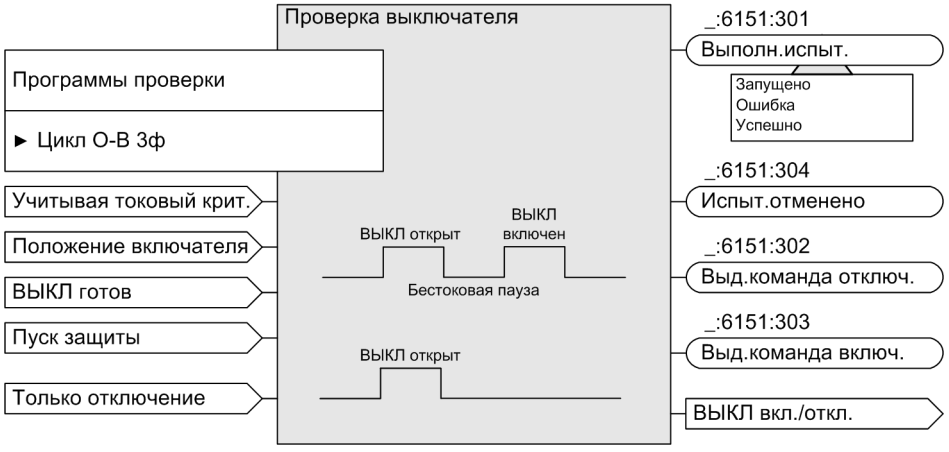
Структура функции

Функция **Проверка выключателя** используется в функциональных группах защиты для выключателей.



[dwcbch01-240217, 1, ru_RU]

Рисунок 10-21 Реализация функции



[dwzecbc3p2-030217, 2, ru_RU]

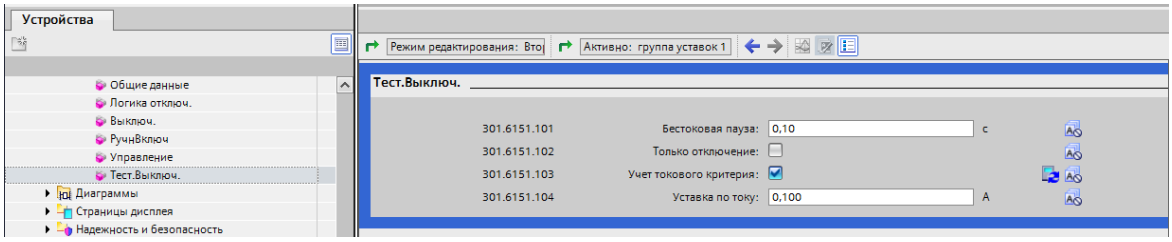
Рисунок 10-22 Структура функции

Процедуры проверки

Перед началом тестирования выключателя должны быть соблюдены следующие условия:

- ✧ Если в устройство заведены блок-контакты выключателя с помощью дискретных входов сигнала **Положение**, то цикл тестирования не начинается до тех пор, пока выключатель не будет включен.
- ✧ Если блок-контакты выключателя не был заведен, Вы должны убедиться, что выключатель включен.
- ✧ Выключатель должен быть готов к циклу "Отключить-включить-отключить" (О-В-О) или к циклу «Только отключить» (сообщение **>Готовность**).

✧ Функция защиты, принадлежащая к той же функциональной группе, что и проверяемый выключатель, не должна находиться в состоянии пуска.

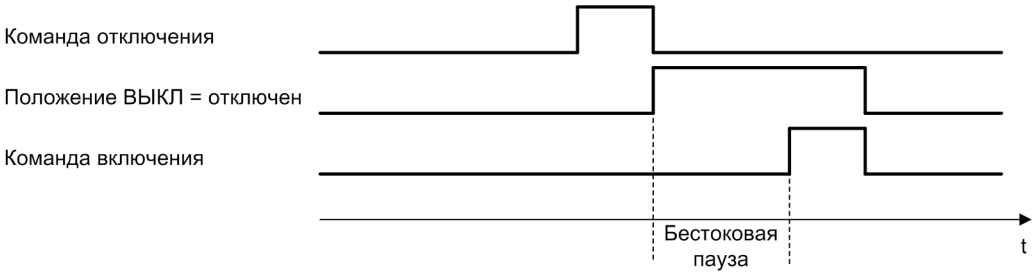


[scCBTest3p, 1, ru_RU]

Рисунок 10-23 Уставки для проверки выключателя

В *Рисунок 10-24* показан ход проверки, цикл отключение-включение Если вы активировали опцию **(_:6151:102) Только отключение**, команда включения не будет выполнена, и время бестоковой паузы не будет принято во внимание.

Если блок-контакт выключателя заведен, то функция ожидает сообщения от выключателя **Положение** = ***отключ.*** после того, как была сгенерирована команда отключения. При получении сообщения **Положение** = ***отключено*** после бестоковой паузы передается команда включения (параметр **(_:6151:101) Бестоковая пауза**) для цикла отключения-включения. Если сообщение обратной связи о положении выключателя не будет получено за максимальное время передачи (**Бестоковая пауза** + 2 · **Время вывода** + 5 с), то операция проверки выключателя прерывается и рассматривается как непройденное. Правильное функционирование выключателя контролируется через обратную связь о положении выключателя.



[dwcbch03-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 10-24 Один цикл проверки выключателя

Используйте параметр **(_:6151:103) Учет токового критерия** для обеспечения того, чтобы проверка выключателя выполнялась только тогда, когда ток, протекающий через выключатель, не превышает определенное пороговое значение тока (параметр **(_:6151:104) Уставка по току**). В противном случае проверка выключателя не запустится.

✧ Если критерий протекания тока деактивирован, то пороговое значение тока не оценивается. Проверка выключателя выполняется независимо от величины тока через выключатель.

ПРИМЕЧАНИЕ

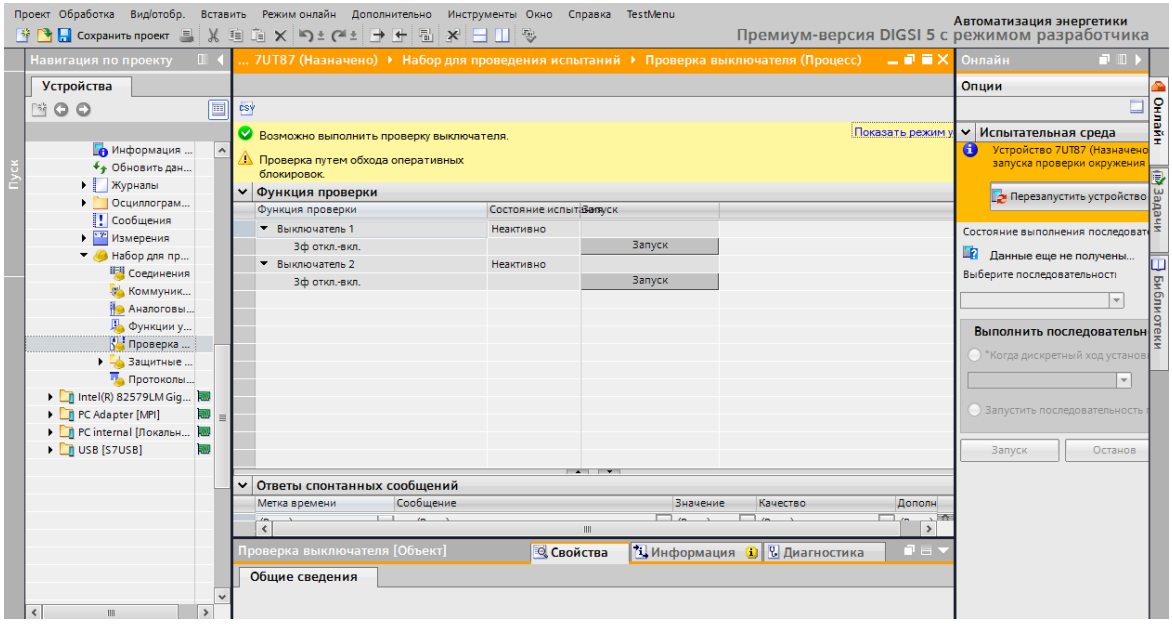
Проверка выключателя не выполняет функцию контроля синхронизма даже в том случае, если контроль синхронизма сконфигурирован для выключателя в функциональных группах защиты. Это может привести к проблемам устойчивости системы при трехфазных отключениях. Поэтому процедура проверки трехфазного выключателя не должна занимать много времени и не должна выполняться под нагрузкой.

Вы можете запустить процедуру проверки как показано ниже:

- Через панель управления устройства.
- Через ПО DIGSI

- Через протоколы связи
- Посредством команд управления, которые Вы также подключаете в логических схемах CFC

На следующем рисунке показана работа функции проверки выключателя в DIGSI.



[sccb_3pol, 1, ru_RU]

Рисунок 10-25 Проверка выключателя в Наборе для проведения испытаний в DIGSI

✧ Выберите функцию в дереве проекта слева от панели онлайн-доступа.

✧ Запустите желаемую программу тестирования в верхней части рабочей области.

✧ Соответствующая обратная связь отображается в нижней части рабочей области. Дополнительную информацию о поведении других функций во время выполнения проверки выключателя можно прочитать в журнале рабочих сообщений.

10.18 Проверка направления фазных величин (подключения цепей тока и напряжения)

Правильность подключения трансформатора тока и напряжения проверяется током нагрузки, который подается на защищаемую линию. Для этой проверки линия должна оставаться включенной. Ток нагрузки минимум в 0,1 $I_{ном}$ должен протекать по линии; ток должен изменяться от активного до активно-индуктивного. Направление нагрузочного тока должно быть известно. Если есть сомнения, необходимо разомкнуть все сложнозамкнутые и кольцевые электрические сети. Линия на время проведения измерений должна оставаться включенной.

Направление может быть определено непосредственно из измеренных рабочих величин. Сперва убедитесь, что измеряемые величины мощности соответствуют направлению мощности. Обычно предполагается, что направление вперед (измеряемое направление) – это направление от шин в линию.

Используя измеряемые величины мощности в устройстве или DIGSI 5, убедитесь, что они соответствуют направлению мощности:

- Мощность **P** является положительной, если активная мощность втекает в линию или защищаемый объект.
- Мощность **P** является отрицательной, если активная мощность течет по направлению к шинам или из защищаемого объекта.
- Мощность **Q** является положительной, если индуктивная реактивная мощность втекает в линию или защищаемый объект.
- Мощность **Q** является отрицательной, если индуктивная реактивная мощность течет по направлению к шинам или из защищаемого объекта.

Если знак измеренного значения активной мощности отличается от ожидаемого, это значит, что мощность протекает в противоположном относительно тока направлении. Такое может иметь место, например, на противоположном конце линии на стороне низкого напряжения . Полярность ТТ направлена в сторону защищаемого объекта (например, трансформатора).

Если величины не совпадают с ожидаемыми, причиной может оказаться ошибочная полярность ТН.

В качестве последнего шага, обесточьте систему.

10.19 Направленная проверка величин нулевой последовательности для функций направленного замыкания на землю

10.19.1 Обзор

Если подключения TT и TH определены таким образом, что величины нулевой последовательности (3I0 и U0) вычисляются устройством из фазных величин, то никаких дополнительных направленных проверок не требуется. Достаточно проверить в соответствии с *10.18 Проверка направления фазных величин (подключения цепей тока и напряжения)* .

Если ток заземления IN или напряжение заземления UN измеряется непосредственно на входе устройства (обычно I4 или U4), необходимо проверить правильность полярности тока заземления и путь напряжения заземления.



ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих элементах электрической системы!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

✧ Производите измерения только на неработающих и заземленных частях системы.

10.19.2 Проверка направленности для систем с глухим или резистивным заземлением

Испытание первичными величинами

Испытание первичного оборудования используется для оценки правильной полярности подключения трансформатора для обнаружения направления повреждения на землю.

Для генерации напряжения нулевой последовательности U0, выполняется обход одной фазы при соединении вторичной обмотки TH в треугольник (например, фаза A), см. *Рисунок 10-26*. Если вторичная обмотка TH соединена в звезду, то во вторичной цепи отключается соответствующая фаза, см. *Рисунок 10-27*. Трансформаторы тока подключаются таким образом, чтобы к устройству подводился ток только той фазы, в которой в цепи TH нет напряжения. Если нагрузка линии носит резистивно-индуктивный характер, то защита находится в тех же условиях, что и при замыкании на землю на линии.

При проверке направленности функция **Направленная защита от замыканий на землю** (67N) должна быть включена и введена по меньшей мере одна ступень. Пороговое значение срабатывания ступени должно быть меньше тока нагрузки линии. Если нет, то можно активировать дискретный входной сигнал *(_:2311:501) >Тест.направленн.*, чтобы временно понизить пороговое значение для целей тестирования без изменения соответствующего параметра.

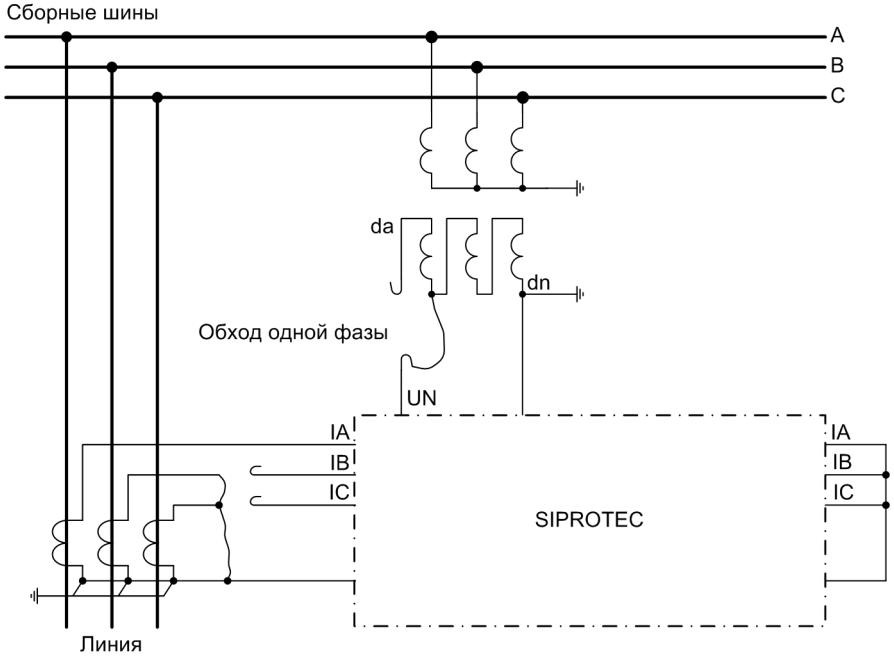
После включения и выключения линии можно проверить сигнал срабатывания ступени направленной защиты в журнале сообщений о повреждениях. Должна быть зарегистрирована информация о срабатывании. Если информация о срабатывании вообще не зарегистрирована, то порог 3I0 или U0 не будет превышен.

Если зарегистрировано неправильное направление, то, возможно, возникло одно из следующих условий:

- Направление тока нагрузки – от линии к шине.
- Неправильное подключение TT в нейтрали.
- Неправильное подключение TH.

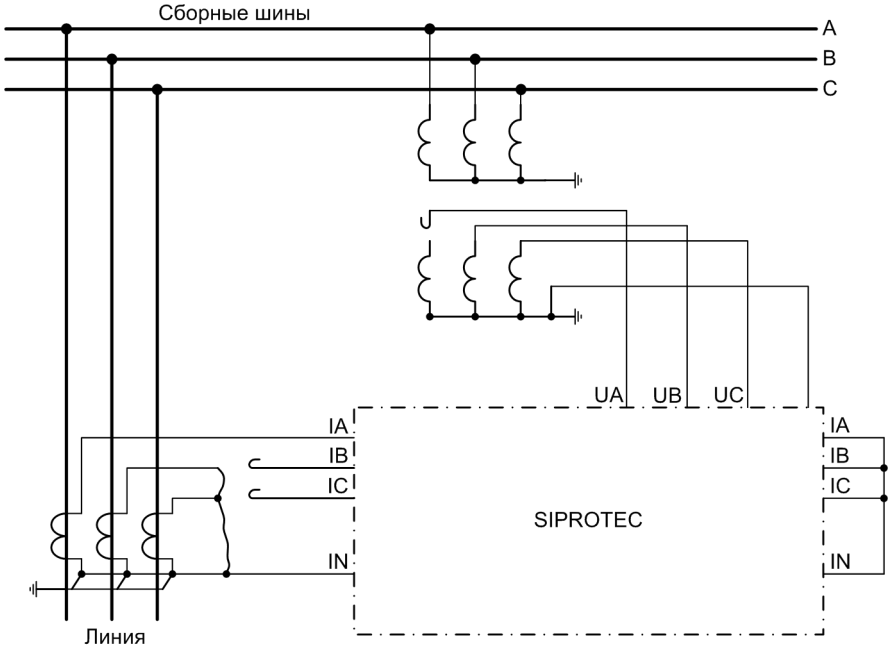
ПРИМЕЧАНИЕ

Siemens рекомендует не изменять значения уставок при испытании. Однако, если параметры для этой проверки были изменены, после завершения проверки их следует возвратить в исходное состояние!



[ConnPolarit1_diagram, 1, ru_RU]

Рисунок 10-26 Проверка полярности, пример с трансформаторами тока, подключенные по схеме Холмгрина и ТН с обмоткой, соединенной в разомкнутый треугольник



[ConnPolarit2_201507, 1, ru_RU]

Рисунок 10-27 Проверка полярности, пример с трансформаторами тока, подключенные по схеме Холмгрина и ТН с обмоткой, соединенной звездой

10.19.3 Проверка направленности для изолированных или компенсированных систем

Испытание первичными величинами

Испытание первичного оборудования используется для оценки правильной полярности подключения трансформатора для обнаружения направления повреждения на землю.

При проверке направленности должна быть включена функция **Направленная чувствительная защита от замыканий на землю** (67N) и введена по меньшей мере одна направленная ступень. Например, направленная ступень 3I0> с измерениями cos φ или sin φ.

Самый надежный тест — это тест с замыканием на землю в первичной сети. Выполните следующее:

- ✧ Изолируйте линию и заземлите ее с обеих сторон; на удаленном конце линия должна оставаться отключенной во время всего испытания.
- ✧ Установите испытательное заземление на **одну из фаз** линии. Для воздушной линии это можно сделать в произвольном месте, в любом случае за трансформатором тока (относительно шин тестируемого присоединения). Для кабелей заземление выполняется на самом дальнем конце (торцевая муфта).
- ✧ Снимите защитное заземление на линии.
- ✧ Включите выключатель на той линии, на которой производятся испытания.
- ✧ Проверьте индикацию направления (если соответствующий сигнал назначен на светодиод).
- ✧ Проверьте сообщение *(_:302) Замыкание на землю* в журнале замыканий на землю или журнале повреждений. В данной проверке при верной фиксации направления должно быть зарегистрировано сообщение *(_:302) Замыкание на землю вперед*.

  Если *определено направление* назад, либо в подаче тока, происходит инверсия в нейтральном контуре либо в цепях тока, либо в цепях напряжения. При отображении *не определено* ток замыкания, вероятно, слишком низкий.
- ✧ Отключите и заземлите линию.

После этого тест закончен.

10.20 Первичные и вторичные испытания для защиты от недовозбуждения

10.20.1 Испытания вторичного оборудования

Испытания вторичного оборудования не являются заменой испытаний первичного оборудования (см. главу *10.20.2 Испытания первичными величинами*), т. к. при испытаниях вторичного оборудования невозможно обнаружить ошибки подключения устройства.

Испытания вторичного оборудования используются для проверки следующего:

- Проверка задаваемых уставок и параметров
- Правильная реакция функции защиты
- Проверка проектирования: например, проверка маршрутизации соответствующих логических сигналов, отображение изображений с измеренными значениями, логика в CFC и т. д.

При выполнении испытаний вторичного оборудования необходимо следовать следующим указаниям.

ПРИМЕЧАНИЕ

При проведении испытаний вторичного оборудования устройства с помощью испытательного оборудования необходимо убедиться, что цепи напряжения разобраны, цепи тока разобраны и закорочены со стороны ТТ и что цепи управления выключателем разобраны.

Испытания должны проводиться при заданных заданием на параметрирование уставках. Если параметры (еще) не известны, то проверка должна проводиться с заводскими уставками (заданными по умолчанию).

ПРИМЕЧАНИЕ

Получаемая точность измерений зависит от электрических характеристик используемых испытательных устройств. Погрешности, определенные в технических характеристиках, будут соблюдаться только в том случае, если условия эксплуатации соответствуют VDE 0435/Часть 303 или МЭК 60255, и используются точные измерительные приборы. Установленное допустимое отклонение относится к уставкам защищаемого объекта, заданным по умолчанию. Если номинальный ток защищаемого объекта, который относится к номинальному току ТТ, значительно отличается от номинального тока устройства, допустимы более высокие погрешности.

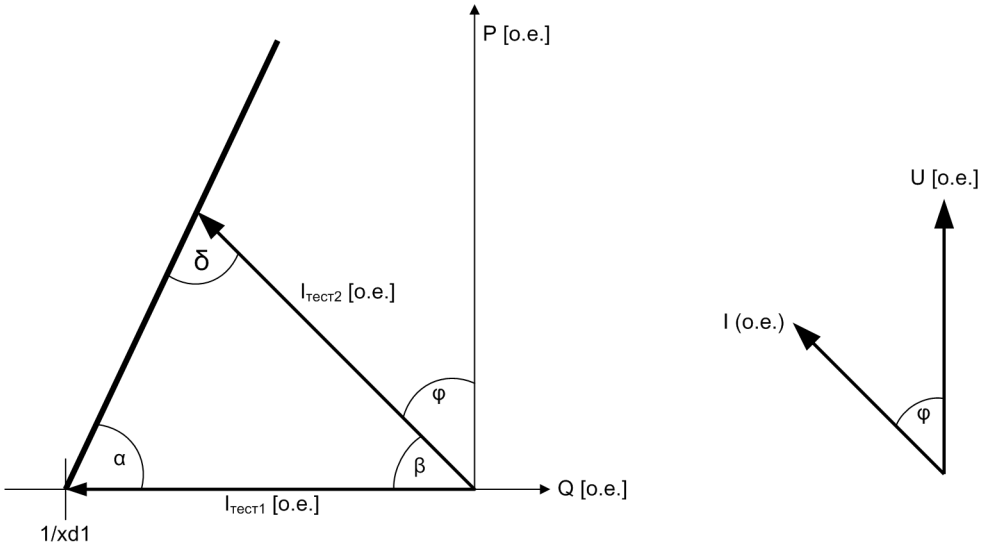
Для функции «Защита от потери возбуждения» параметры настройки относятся к значениям машины в относительных единицах. Это следует учитывать во время испытания. Диаграмма производительности генератора действительна для номинального напряжения генератора. Поэтому для продолжения испытания используйте номинальное напряжение.

Для определения вторичного испытательного напряжения используйте заданное напряжение генератора и коэффициент трансформатора напряжения. Поскольку в большинстве случаев первичное номинальное напряжение трансформатора напряжения соответствует номинальному напряжению генератора, то испытательным напряжением будет вторичное напряжение трансформатора.

Помимо проверки правильности вывода сообщений и отключения, целью вторичной проверки является проверка параметров уставок. Поэтому для проверки характеристики срабатывания используется 2 элемента:

- Точка проекции характеристики (подача емкостного (опережающего) тока)
- Наклон характеристики (подача емкостного, омического тока)

На следующем рисунке показана базовая концепция испытания.



[dw_UEXP commissioning basic test concept, 2, ru_RU]

Рисунок 10-28 Контрольные точки и тестовые переменные

Дисплей относительных единиц позволяет легко получать испытательный ток в виде тока в относительных единицах. Этот ток не должен быть преобразован. Испытание проводится при номинальном напряжении генератора.

Проверка точки проекции 1/xd1

Для испытания применяются следующие условия:

$$Q\,[o.e.] = \frac{1}{xd1}$$

[fo_UEXP xd1 test conditions, 2, ru_RU]

Q [o.e.] = U [o.e.] · I [o.e.]

При U [o.e.] = 1 применимо следующее:

Q [o.e.] = I [o.e.]

Соответственно:

$$I_{Тест\ 1}[o.e.] = \frac{1}{xd1}$$

[fo_UEXP xd1 per-unit current, 2, ru_RU]

Ток в относительных единицах равен пороговому значению в относительных единицах.

Проверка наклона характеристики

Для проверки наклона характеристики достаточно проверить только один элемент. Для характеристики 1 и характеристики 2 Siemens рекомендует использовать емкостный испытательный ток с углом +45°. Чтобы предотвратить превышение испытательного тока, используйте угол 60° для проверки характеристики 3. То же самое относится к характеристике 2, если настройка угла наклона превышает 90°.

Угол α соответствует углу наклона заданной характеристики. Угол испытательного тока равен ϕ. Чтобы определить требуемый ток в относительных единицах, можно использовать правило синуса. В качестве примера приведена зависимость для характеристики 1. Отрегулируйте значения для других характеристик.

Гамма (γ) рассчитывается следующим образом:

$\gamma = 180° - \alpha - (90° - \phi) = 90° - \alpha + \phi$

$$I_{\text{Тест }2}[\text{o. e.}] = \frac{1}{\text{xd1}} \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$$

[fo_UEXP inclination of curve, 2, ru_RU]

Преобразование и вычисление вторичных переменных

Отношения преобразования к базисному значению:

$$I[\text{o. e.}] = \frac{I}{I_{\text{ном,Ген.}}}$$

[fo_UEXP secondary variables, 2, ru_RU]

Чтобы определить вторичный испытательный ток, его необходимо разделить на коэффициент трансформатора тока:

$$k_{\text{ном.I}} = \frac{I_{\text{TT,перв.}}}{I_{\text{TT,втор.}}}$$

[fo_UEXP secondary test current, 2, ru_RU]

Рассматриваемая уставка вычисляется следующим образом:

$$I_{\text{Тест,втор.}}[\text{A}] = I_{\text{Тест}}[\text{o. e.}] \frac{I_{\text{ном,Ген.}}}{U_{\text{TT,перв.}}} I_{\text{TT,втор.}}$$

[fo_UEXP calculation rule, 2, ru_RU]

Пример

Номинальная полная мощность:	$S_{\text{ном}}$ = 46,6 MBA
Номинальное напряжение:	$U_{\text{ном, G}}$ = 11 кВ
Номинальный ток:	$I_{\text{ном, G}}$ = 2446 A
Трансформатор напряжения:	$U_{\text{TT, перв}}$ = 11 кВ, $U_{\text{TT, втор}}$ = 100 В
Трансформатор тока:	$I_{\text{TT, перв}}$ = 3000 A, $I_{\text{TT, втор}}$ = 1 A
Характеристика 1:	Пороговое значение 1/xd1 = 0,7, угол наклона = 70°

Испытательное пороговое значение (точка проекции характеристики):

$$I_{\text{Тест }1}\ [\text{o. e.}] = \frac{1}{\text{xd1}} = 0.7$$

[fo_UEXP test threshold, 2, ru_RU]

$$I_{\text{Тест }1,\text{sec}}\ [\text{A}] = I_{\text{Тест }1}\ [\text{o. e.}] \frac{I_{\text{ном,Ген.}}}{I_{\text{TT,перв.}}} I_{\text{TT,втор.}} = 0.7 \frac{2446\ \text{A}}{3000\ \text{A}} 1\ \text{A} = 0.57\ \text{A}$$

[fo_UEXP test threshold secondary value, 2, ru_RU]

Трансформатор напряжения отрегулирован точно. Если нет, используйте следующее соотношение для вычисления того вторичного значения, которое должно быть установлено:

$$U_{\text{Тест,втор.}}[\text{В}] = \frac{U_{\text{ном,Ген.}}}{U_{\text{TT,перв.}}} U_{\text{TT ,втор.}} = \frac{11\ \text{кВ}}{11\ \text{кВ}} 100\ \text{В} = 100\ \text{В}$$

[fo_UEXP test threshold voltage transformer, 2, ru_RU]

Испытательные переменные:

Линейное напряжение составляет 100 В. Подайте дифференциальное напряжение 100 В/√3 = 57,73 В и ток 0,57 А. Сдвиг фаз между напряжением и током составляет +90° (емкостный ток). Чтобы приблизиться к точке характеристики, выполняйте тестирование до срабатывания и после надежного срабатывания. Погрешность 5% является достаточной.

Испытательное пороговое значение (наклон характеристики):

$$I_{\text{Тест 2}}\,[\text{o.e.}] = \frac{1}{\text{xd1}}\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = 0.7\,\frac{\sin 70^\circ}{\sin 65^\circ} = 0.7\,\frac{0.9397}{0.9063} = 0.726$$

[fo_UEXP test threshold inclination, 2, ru_RU]

$$I_{\text{Тест 2,втор.}}\,[\text{A}] = I_{\text{Тест2}}[\text{o.e.}]\,\frac{I_{\text{ном,Ген.}}}{I_{\text{TT,перв.}}}\,I_{\text{TT,втор.}} = 0.726\,\frac{2446\ \text{A}}{3000\ \text{A}}\,1\ \text{A} = 0.592\ \text{A}$$

[fo_UEXP test threshold inclination variables, 2, ru_RU]

Испытательные переменные:

Линейное напряжение составляет 100 В. Подайте симметричное напряжение 100 В/√3 = 57,73 В и ток 0,592 А. Сдвиг фаз между напряжением и током составляет +45° (емкостный, омический ток) Чтобы приблизиться к точке характеристики, выполняйте тестирование до срабатывания и после надежного срабатывания. Погрешность 5% является достаточной.

ПРИМЕЧАНИЕ

Испытания при токах, превышающих номинальный ток устройства в 4 раза (максимум 20 А), могут вызвать перегрузку входных цепей, поэтому должны проводиться только в течение короткого промежутка времени. Более подробная информация приведена в технических данных устройства защиты. После проведения проверки оставьте оборудование для охлаждения.

10.20.2 Испытания первичными величинами

После проведения испытаний вторичными величинами, чтобы определить значения уставок, используйте испытания первичными величинами, чтобы оценить правильность подключения к сети (монтаж цепей напряжения и тока).

- ✧ Для этого проверьте измеренные значения тока и напряжения, включая измеренные значения симметричных составляющих. Кроме того, проверьте измеренные значения мощности (активной и реактивной мощности). Если эти значения соответствуют значениям мощности, проводка проложена правильно.
- ✧ Если вы хотите выполнить пуск машины для проверки срабатывания, Siemens рекомендует обратиться к диспетчеру энергосистемы, поскольку сейчас вы работаете в режиме недовозбуждения.
- ✧ Чтобы предотвратить срабатывание, установите функцию защиты в тестовый режим (параметр **(_:16531:1) Режим** = ***проверка)***. Контакт отключения не активирован, однако все сообщения выдаются.
- ✧ Если Вы выполняете проверку с напряжением, которое меньше номинального напряжения генератора, учтите, что защита будет активирована раньше (см. главу *Принцип работы функции защиты от потери возбуждения , Страница 1072*.
- ✧ Снова включите функцию защиты (параметр **(_:16531:1) Режим** = ***вкл***).

ПРИМЕЧАНИЕ

Если изменение емкостного значения нагрузки невозможно, то допускается перенастройка полярности трансформатора тока, чтобы проверить точки характеристики выдержки времени или точки нагрузки в режиме недовозбуждения. В этом случае для работы генератора используйте обычный диапазон нагрузки. Поскольку полярность трансформатора тока повернута на 180°, вы перемещаетесь в зеркальный диапазон характеристики недовозбуждения (эффективная работа в режиме двигателя)

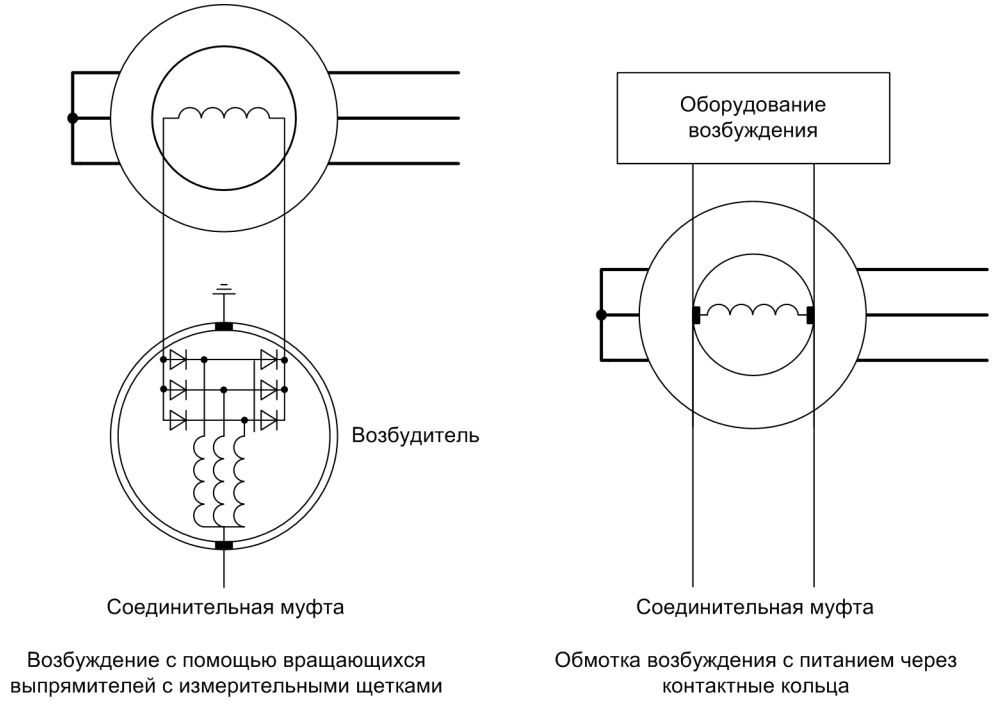
Во время этой проверки отключите защиту от реверса мощности (параметр **(_:16531:1) Режим** = ***откл***).

10.21 Защита ротора от повреждений на землю

Защита ротора от повреждений на землю во время остановки

Защиту ротора от замыкания на землю можно проверить тогда, когда машина находится в состоянии останова. Для этого соединительный блок 7XR61 должен быть подключен к внешнему источнику переменного напряжения. Переменное напряжение источника третьей стороны может составлять от 100 до 125 В или 230 В.

Необходимо переключить защиту ротора от замыкания на землю в тестовый режим. Если вы используете машины с возбуждением через вращающиеся выпрямители (с левой стороны на следующем рисунке), возникает замыкание на землю между обоими контактными кольцами, если применяются измерительные щетки. Если используются машины с возбуждением через контактные кольца (с правой стороны на следующем рисунке), то замыкание на землю может произойти между контактным кольцом и заземлением.



[dw_RGF excitation types, 2, ru_RU]

Рисунок 10-29 Типы возбуждения

Устройство измеряет ток замыкания на землю ротора. Этот ток можно использовать для получения значения срабатывания для контроля измерительной цепи, например, пороговое значение = 50% от измеренного значения

- ✧ Проверьте правильность работы контроля измерительной цепи, подняв измерительные щетки; это прерывает измерительную цепь. Сообщение о повреждении **(_:2311:301) ЗащРот33:неисп.fном** должно появиться через 10 с. Во время этой проверки необходимо предотвратить блокировку функции защиты через дискретный вход.
- ✧ Если сообщение о повреждении **(_:2311:301) ЗащРот33:неисп.fном** присутствует тогда, когда измерительная цепь замкнута, емкостное сопротивление ротора относительно земли меньше 0,15 мкФ. При этом контроль измерительной цепи невозможен. В этом случае не следует маршрутизировать сообщение о повреждении **(_:2311:301) ЗащРот33:неисп.fном** на дискретный выход, и функция контроля должна быть деактивирована.
- ✧ Замените измерительные щетки и проверьте ступень срабатывания и ступень, действующую на сигнал, используя декадный магазин сопротивлений, чтобы уменьшить сопротивление. Проверьте ток срабатывания и установленную выдержку времени.

Функция защиты (R_{33}<, ф-ция)

- ✧ Проверьте значения параметров **X-соединение** и **R-соединение**. Для этого подключите сопротивление заземления 0 Ом и считайте измеренное реактивное сопротивление и сопротивление в разделе рабочих измеренных значений функции защиты (измеренные значения функции). Оба значения должны соответствовать значениям параметров **X-соединение** и **R-соединение**.
- ✧ Кроме того, Siemens рекомендует проверить ступень отключения и ступень, действующую на сигнал, изменяя испытательное сопротивление. Если для ступени, действующей на сигнал, требуется регулировка угла (параметр **коррекция phi**), то значение уставки должно быть изменено так, чтобы измеренное значение $R_з$ было равно испытательному значению. Снова проверьте низкоомное значение ступени отключения.

Защита ротора от повреждений на землю во время работы

Защита ротора от замыкания на землю проверяется тогда, когда машина находится в состоянии останова. Для устранения возможных помех измерительной цепи, которые могут быть вызваны работающей машиной, Siemens рекомендует провести дополнительные эксплуатационные испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ

Цепь ротора, которая не имеет плавающего соединения, может подвергаться двойному замыканию на землю, если для проверки будет установлено сопротивление заземления.

Несоблюдение следующих мер может привести к повреждению машины.

- ✧ Убедитесь, что контролируемая цепь ротора имеет плавающее соединение, чтобы предотвратить двойное замыкание на землю, если для процедуры проверки добавляется сопротивление заземления.

- ✧ Сопротивление, добавленное к цепи ротора, используется для имитации замыкания ротора на землю. Выберите сопротивление, которое гарантирует, что при использовании метода измерения ($I_{рот33}$>, ф-ция) ток цепи ротора превышает ток отключения прибл. на 20%. Если вы используете метод измерения ($R_{рот33}$<, ф-ция), выберите сопротивление, которое прибл. на 10-20% меньше, чем значение пуска или значение ступени, действующей на сигнал.
- ✧ Если вы используете машины с возбуждением через вращающиеся выпрямители, поместите сопротивление между обоими контактными кольцами. Если вы используете машины с возбуждением через контактные кольца, установите сопротивление между контактным кольцом и землей.
- ✧ Запустите машину и увеличьте напряжение машины до номинального напряжения.
- ✧ Примените измерительные щетки. Защита ротора от замыкания на землю генерирует сообщение о срабатывании, и по истечении выдержки времени выводится сообщение о срабатывании. В то же время проверьте измеренное значение тока КЗ ротора.
- ✧ Если вы используете машины с возбуждением через контактные кольца, повторите это испытание на другом контактном кольце.
- ✧ Выключите машину.
- ✧ Удалите испытательный резистор замыкания на землю.
- ✧ Активируйте **защиту ротора от повреждений на землю**: **Режим** = ***Вкл***.

10.22 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)

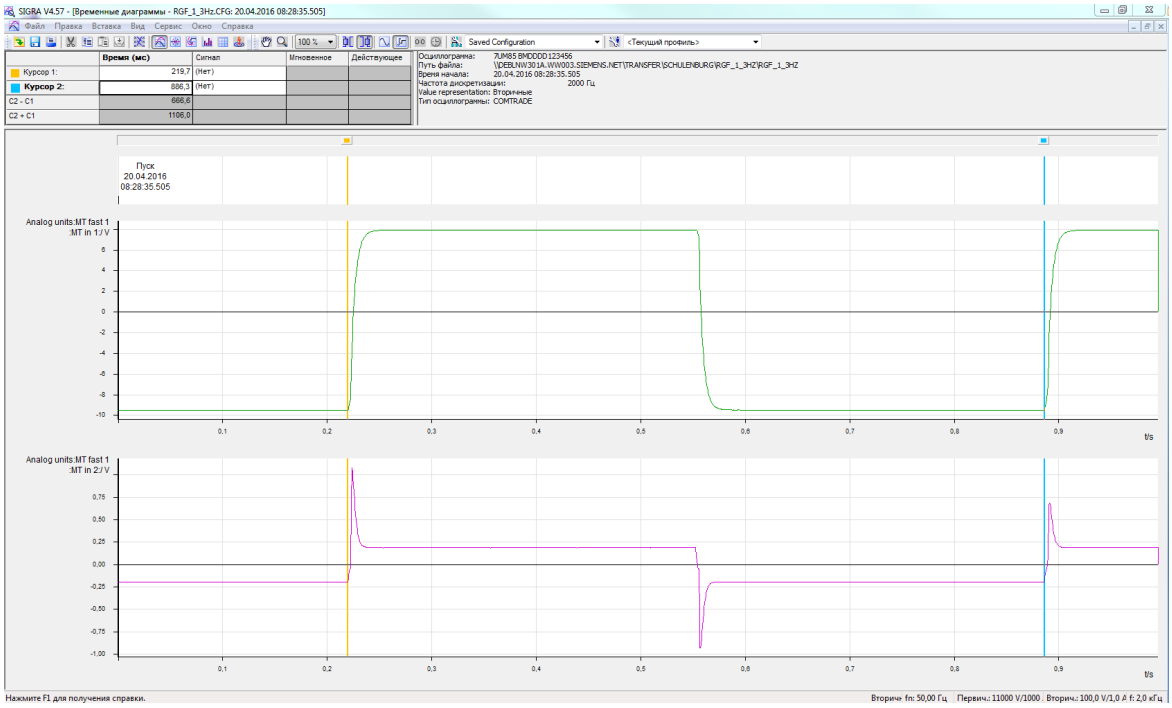
Проверка защиты ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) в состоянии останова

Функцию **Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)** можно проверить тогда, когда машина находится в состоянии останова. Если питание блока ввода 7XT71 осуществляется непосредственно от батареи (постоянное напряжение), то испытание можно начать немедленно. Для питания трансформатора (100 В, 125 В перем. тока) питание блока ввода 7XT71 реализовано с использованием внешнего источника переменного напряжения или непосредственно с батареи.

✧ Для проверки в функции **Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)** переключите параметр **Режим** в состояние ***проверка***.

Если повреждение отсутствует, то из защитного устройства будут считаны и проверены следующие измеренные значения:

Измеренное значение	Пояснения
fген = xx,x Гц	Это измеренное значение показывает частоту напряжения наложения прямоугольных имульсов. Его можно отрегулировать в контроллере 7XT71 с помощью переключателя. Значение по умолчанию составляет 1,5 Гц. Погрешность примерно равна ±10 %.
Uген = xx,x В	Это измеренное значение показывает мгновенное значение напряжения наложения прямоугольных имульсов. Измеренное значение составляет ок.50 В. Погрешность контроллера 7XT71 может достигать ±4 В.
Iген = x,xx мА	Это измеренное значение показывает измеренный ток замыкания на землю ротора. При отсутствии повреждения это значение практически равно 0. Если в роторе присутствует сопротивление повреждения относительно земли, то ожидаемый ток можно оценить следующим образом. $I_{генер.} \approx \frac{U_{генер.}}{R_{зем} + R_{сум}}$ $R_{зем}$ = Сопротивление повреждения $R_{сум}$ = Сопротивление цепи (20 кΩ + 375 Ω = 20,375 кΩ)
Qc = x,xxx мАс	Это измеренное значение показывает заряд, определяемый емкостью ротора относительно земли. Установите значение равным половине измеренного значения в параметре **(_:2311:103) Уставка Qc <** . Если емкость заземления ротора очень мала, то контроль измерительной цепи следует деактивировать (параметр **(_:2311:103) Уставка Qc <** = ***0 мАс***).
Rзем = xxx,x кΩ	Это измеренное значение показывает сопротивление ротора относительно земли. Если повреждение отсутствует, то отображается наибольшее предельное значение 999,9 kΩ. Если это не так, то в системе возбуждения присутствуют дополнительные емкости. Уменьшите частоту напряжения наложения прямоугольных импульсов в контроллере 7XT71 с помощью переключателя. При этом в измерительном токе не должно возникать изменение знака заряда в течение минимум 3 периодов напряжения в энергосистеме **Iген**. Для визуализации запустите тестовую запись регистратора повреждений (запись мгновенного значения) и проверьте канал MU2, который **Iген** выдает ток (см. *Рисунок 10-30*).



[sc_RGF 1-3 Hz, 2, ru_RU]

Рисунок 10-30 Запись регистрации повреждения

- ✧ Установите испытательные резисторы для ступеней, работающих на сигнал, и ступеней срабатывания и считайте рабочее измеренное значение **Rзем** для каждого резистора. 2 измеренных значения составляют основу для настроек ступени, работающей на сигнал, и ступени срабатывания.
- ✧ Наконец, проверьте ступень, работающую на сигнал, и ступень срабатывания. При этом испытательное сопротивление будет составлять ок. 90 % уставки параметра **(_:101) Испыт.резист.**.
- ✧ Для машин с возбуждением через контактные кольца выполните проверку для обоих контактных колец.
- ✧ Уберите испытательный резистор и поднимите измерительные щетки или разомкните измерительную цепь. После задержки около 10 с должно появиться сообщение **РотЗЗ 1-3Гц раз.цепь**. Это сообщение не ранжировано по умолчанию.
- ✧ Снова замкните измерительную цепь.
- ✧ Если вы хотите подключить испытательный резистор во время автоматического тестирования, то этот механизм также необходимо протестировать. Активируйте тест через дискретный вход **>Тест.РотЗЗ 1-3Гц** и подключите испытательный резистор последовательного резистора 7XR6004 на контактном кольце к земле.
- ✧ Проверьте наличие следующих сообщений:
- Цепь измерения замкнута: Сообщение **Усп.тест.РотЗЗ 1-3Гц**
- Разомкните соединение на 1-ом соединительном резисторе: Сообщение **1 изм.цепь разомкнута**
- Разомкните соединение на 2-ом соединительном резисторе: Сообщение **2 изм.цепи разомкн.**
- Восстановите соединения: Сообщение **Усп.тест.РотЗЗ 1-3Гц**
- ✧ Снова выключите автоматическую проверку и еще раз считайте рабочее измеренное значение **Rзем**. Рабочее измеренное значение **Rзем** должно быть равно ***999,9 кΩ*** .

Проверка защиты ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) в режиме эксплуатации

Для устранения возможных помех измерительной цепи, которые могут быть вызваны работающей машиной, в частности от возбуждения, Siemens рекомендует провести дополнительные эксплуатационные испытания.

ПРИМЕЧАНИЕ

Цепь ротора, которая не имеет плавающего соединения, может подвергаться двойному замыканию на землю, если для проверки будет установлено сопротивление заземления!

Несоблюдение следующей меры может привести к повреждению машины.

✧ Убедитесь, что контролируемая цепь ротора имеет плавающее соединение, чтобы предотвратить двойное замыкание на землю, если для процедуры проверки добавляется сопротивление заземления.

✧ Если вы не хотите иметь отключение первичного оборудования, установите параметр **Режим** ступени равным ***проверка***.

Замыкание на землю моделируется с использованием испытательного резистора, величина которого составляет около 90 % сопротивления срабатывания.

✧ Для машин с возбуждением через вращающиеся выпрямители установите резистор между обеими измерительными контактными кольцами.

✧ Если вы используете машины с возбуждением через контактные кольца, установите сопротивление между контактным кольцом и землей.

✧ Запустите машину и увеличьте напряжение машины до номинального напряжения. Если необходимо, примените измерительные щетки.

✧ Проверьте рабочее измеренное значение **Rзем** и наличие сообщений **Пуск** и **Работа**.

✧ Установите испытательный резистор равным примерно 90 % от значения ступени, действующей на сигнал, и считайте рабочее измеренное значение **Rзем**.

✧ Проверьте сообщение **Пуск** ступени, действующей на сигнал. Если из системы возбуждения поступают сильные помехи, то сопротивление повреждения было установлено слишком высоким. Установите испытательный резистор с меньшим значением сопротивления.

✧ Уберите испытательный резистор и проверьте рабочие измеренные значения, а также исправность контроля измерительной цепи. Если появляются спонтанные сообщения контроля измерительной цепи, установите значение срабатывания ниже или отключите контроль.

✧ Для машин с возбуждением с использованием контактных колец повторите проверку с контролем измеренных значений на другом контактном кольце.

✧ Выключите машину.

✧ Удалите испытательный резистор замыкания на землю.

✧ Активируйте функцию **Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)**:**Режим** = ***вкл***.

10.23 Защита от реверса мощности

10.23.1 Испытания вторичными величинами

При испытании вторичными величинами обратите внимание, что значение уставки обратной мощности относится к параметрам машины. Из-за несоответствия трансформатора тока проверка выполняется с уменьшенными токами. Вы можете определить уменьшение из отношения $I_{ном, генератор}/I_{ном, ТТ}$. Проверьте защиту от реверса мощности при номинальном напряжении. Если трансформатор напряжения не настроен на номинальное напряжение генератора, откорректируйте также вторичное напряжение. Используйте следующее соотношение:

$U_{ном, генератор}/U_{ном, ТН}$

10.23.2 Испытание первичными величинами

Для измерений на защитных трансформаторах тока и с чувствительной уставкой защиты от реверса мощности Siemens рекомендует определить величину обратной мощности и коррекции угла. Независимо от возбуждения генератора, которое не зависит от реактивной мощности Q, обратная мощность P в качестве чистой активной мощности является постоянной. Полученная характеристика представляет собой прямую линию, проходящую параллельно оси Q. Из-за возможных ошибок угла трансформаторов тока и трансформаторов напряжения защитное устройство не измеряет постоянную активную мощность. Ток, протекающий в это время, который можно считать пропорциональным реактивной мощности, оказывает значительное влияние.

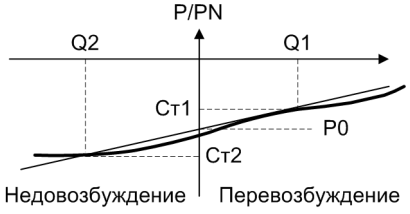
Отклонения оцениваются с помощью трех измерений, и по результатам определяется величина коррекции $\varphi_{корр}$.

Чтобы вычислить угол коррекции, введите активную и реактивную мощность, измеренные с помощью устройства, в следующую таблицу.

Используйте функциональные измеренные значения **`P1сред.`** и **`Q1сред.`** (тип усреднен).

Таблица 10-3 Таблица значений для коррекции угла

Режим работы	Обратная мощность	Реактивная мощность
Околонулевая реактивная мощность	P_0 =	Q_0 =
Перевозбуждение	P_1 =	Q_1 =
Недостаточное возбуждение	P_2 =	Q_2 =



[dw_RPP correction angle, 2, ru_RU]

Рисунок 10-31 Определение угла коррекции φ_{corr}

ОСТОРОЖНО!

Будьте осторожны, если вы эксплуатируете турбину без определенного минимального потока пара (охлаждающий эффект).

Отсутствие определенного минимального потока пара (охлаждающий эффект) может привести к перегреву лопаток турбины!

✧ Наличие обратного питания для турбогенератора допускается только на короткое время!

ОСТОРОЖНО!

Если генератор в состоянии недостаточного возбуждения, существует риск непредвиденного состояния!

Несоблюдение следующей меры может привести к травмам персонала или повреждениям оборудования.

✧ Следующие действия предотвращают риск возникновения непредвиденного состояния.

✧ Отрегулируйте мощность возбуждения до 0, закрыв регулирующие клапаны. Генератор получает обратную мощность от электросети.

✧ Изменяйте возбуждение до тех пор, пока реактивная мощность Q не будет равна 0. В качестве контрольного измерения считайте активную мощность P_0 и реактивную мощность Q_0 со знаком и введите значения в *Таблица 10-3*.

✧ Медленно увеличивайте возбуждение, пока оно не достигнет прибл. 30 % от номинальной полной мощности генератора (состояние перевозбуждения).
Считайте значение обратной мощности P_1 со знаком (отрицательным) и реактивной мощности Q_1 со знаком (положительным) в разделе функциональных измеренных значений и запишите эти 2 значения в таблице значений.

✧ Медленно уменьшайте возбуждение, пока оно не достигнет прибл. 30 % от номинальной мощности генератора (состояние недостаточного возбуждения).
Считайте значение обратной мощности P_2 со знаком (отрицательным) и реактивной мощности Q_2 со знаком (отрицательным) в разделе функциональных измеренных значений и запишите эти 2 значения в таблице значений.

✧ Снова запустите генератор при возбуждении без нагрузки и выберите желаемое рабочее состояние.

✧ Используя пары измеренных величин (P_1, Q_1 и P_2, Q_2), вычислите угол коррекции $\phi_{корр}$ по следующей формуле:

$$\varphi_{корр} = \arctan \frac{P_1 - P_2}{Q_1 - Q_2}$$

[fo_RPP correction angle, 2, ru_RU]

ПРИМЕЧАНИЕ

Вставьте значения мощности с теми знаками, которые были считаны ранее!

✧ Введите этот угол φ_{corr} с тем же знаком, что и новый угол коррекции (параметр ***(_:2311:101) Коррекция угла***):

Уставка ***(_:2311:101) Коррекция угла*** = $\varphi_{корр}$

✧ Вы можете определить значение срабатывания защиты от обратной мощности по измеренным значениям P1 и P2.

Используйте следующую формулу: $P_{сраб} = (P_1+P_2)/4$

Установите значение равным значению срабатывания: Параметр **(_:991:3) Пороговое значение** = ***Pсраб***

Проверка защиты от реверса мощности

Если генератор подключен к энергосистеме, то обратная мощность возникает при закрытии регулирующих клапанов или клапана быстрой остановки.

✧ В обоих случаях проверьте потребляемую активную мощность (обратная мощность). Клапаны могут протекать.

✧ Повторите измерение обратной мощности, чтобы подтвердить правильность настроек.

✧ Чтобы проверить эффективность защиты от обратной мощности на основе сообщений, используйте параметр **(_:991:1) Режим** для переключения защиты от обратной мощности в состояние ***проверка***.

Выполните следующее:

✧ Запустите генератор и синхронизируйте его с энергосистемой.

✧ Закройте регулирующие клапаны.

✧ Используя функциональное измеренное значение, найдите значение обратной мощности, которое было измерено устройством защиты в качестве активной мощности. Используйте 50 % функционального измеряемого значения в качестве значения уставки для защиты от обратной мощности.

✧ Увеличьте мощность привода до значения нормального режима работы.

✧ Проверьте критерий быстрой остановки.

Выполните следующее:

ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что дискретный вход **>Запорн.клап.закрыт** маршрутизирован надлежащим образом. Этот дискретный вход должен управляться по критерию быстрой остановки (от реле давления или от указателя запорного клапана).

✧ Закройте запорный клапан.

✧ Используя функциональное измеренное значение **P1сред.**, найдите значение обратной мощности, которое было измерено устройством защиты в качестве активной мощности.

✧ Если – вопреки ожиданиям – это значение меньше, чем обратная мощность при закрытии регулирующих клапанов, возьмите 50 % от этого значения в качестве уставки для защиты от обратной мощности.

✧ Выключите машину, активировав защиту от обратной мощности. Выберите для параметра **(_:991:1) Режим** состояние ***вкл***.

10.24 Функциональная проверка защиты от межвиткового замыкания

Несимметрия обмотки статора ограничивает чувствительность защиты. Наиболее тяжелым случаем является двухфазное короткое замыкание.

ОСТОРОЖНО!

При токах короткого замыкания, существенно ниже номинального тока, генератор подвергается риску из-за несимметричной нагрузки (ток обратной последовательности)!

Несоблюдение следующих мер может привести к легким травмам персонала или повреждениям оборудования.

✧ Сначала определите максимально допустимый ток короткого замыкания.

Если ток возбуждения генератора равен номинальному, то двухфазное короткое замыкание приводит к возникновению тока обратной последовательности величиной 57,7 % от номинального тока генератора.

Если постоянный допустимый ток несимметричной нагрузки составляет, например, 10 %, ток генератора не должен превышать следующее значение:

10 %/57,7 % · $I_{ном,ген}$ = 0,17 $I_{ном,ген}$

Для проверки выберите ток, равный 0,15 $I_{ном,ген}$.

Те же процентные соотношения также применимы к току возбуждения.

ОПАСНОСТЬ

Элементы системы находятся под напряжением! Присутствует емкостное напряжение на неработающих элементах электрической системы!

Несоблюдение следующих мер может привести к смерти, тяжелым травмам или значительному материальному ущербу.

✧ Производите измерения только при остановленных электрических машинах и отключенном, а также заземленном, электрическом оборудовании.

✧ В функции **Защита от межвиткового замыкания** установите параметр **(_:17881:1) Режим** в состояние ***проверка***.

✧ Установите устройство, создающее двухфазное короткое замыкание на клеммах генератора. Устройство должно должно иметь возможность выдерживать токи короткого замыкания.

✧ Запустите машину до достижения допустимого напряжения и проверьте ток возбуждения.

✧ Считайте измеренное напряжение смещения на устройстве в разделе функциональных измеренных значений.

✧ Выключите генератор и снимите устройство для двухфазного короткого замыкания.

✧ Чтобы избежать нежелательного отключения в случае внешних коротких замыканий, проведите пересчет значения измеренного напряжения смещения в соответствии с номинальным током возбуждения.

✧ Установите уставку защиты равной, как минимум, удвоенному значению повреждения при номинальном возбуждении.

✧ Если ток возбуждения пульсации известен, то экстраполируйте напряжение возмущения до этого значения.

- ✧ Установите уставку защиты равной 1,5 раза * значение повреждения.
- ✧ Проверьте чувствительность защиты. Для этого определите какая часть напряжения приходится на защищаемую фазовую обмотку во время возбуждения без нагрузки.
  Соблюдая инструкции по технике безопасности, установите однофазную перемычку между одной фазой и нейтральной точкой.
- ✧ Установите систему возбуждения в ручной режим управления.
- ✧ Загрузите генератор, самое большее, до такого возбуждения, при котором не будет превышен ток несимметричной нагрузки для однофазного короткого замыкания.
  Однофазное КЗ = 10 %/33,3 % · $I_{ном,ген}$ = 0,3 $I_{ном,ген}$, выбрано 0,27 $I_{ном, ген}$
- ✧ Считайте измеренное напряжение смещения в разделе функциональных измеренных значений.
- ✧ Выключите генератор.
- ✧ Снимите перемычку с двух клемм между фазой и нейтральной точкой.
- ✧ Экстраполируйте измеренное напряжение до значения для возбуждения без нагрузки. Исходя из этого, получаем соотношение напряжения на защищаемой обмотке в процентах:

$$\frac{U_{0,витк.(Возбуждение\,без\,нагрузки)} - U_{Уставка}}{U_{0,витк.(Возбуждение\,без\,нагрузки)}} 100\ \%$$

  Напряжение $U_{0,витк.}$ линейно увеличивается с ростом числа короткозамкнутых витков. В действительности, увеличение для защиты от межвиткового замыкания всего для нескольких витков будет относительно велико, т.е. защита демонстрирует большую чувствительность, чем показывают расчеты. Для упрощения можно использовать линейную зависимость.
- ✧ После завершения проверки установите параметр **(_:17881:1) Режим** в состояние ***вкл***.

11 Технические данные

11.1	Общая информация об устройстве	1836
11.2	Дифференциальная защита генератора	1845
11.3	Дифференциальная защита трансформатора	1848
11.4	Дифференциальная защита от замыканий на землю	1851
11.5	Дифференциальная защита двигателя	1853
11.6	Интерфейс данных защиты и топология защиты	1856
11.7	Синхронизация даты и времени	1858
11.8	Дистанционная защита	1859
11.9	Защита статора от замыканий на землю 90%	1861
11.10	Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)	1865
11.11	Защита от замыканий статора на землю с третьей гармоникой	1867
11.12	Фазная максимальная токовая защита	1869
11.13	Максимальная токовая защита нулевой последовательности	1879
11.14	Направленная фазная МТЗ	1890
11.15	Направленная токовая защита нулевой последовательности	1896
11.16	Максимальная токовая защита, 1ф	1907
11.17	Максимальная токовая защита, 1ф (Быстр. ступень)	1912
11.18	Трехфазная МТЗ с пуском по напряжению	1913
11.19	Максимальная токовая защита при пуске	1916
11.20	Чувствительное обнаружение замыкания на землю	1917
11.21	Минимальная токовая защита	1925
11.22	Защита минимального напряжения для трехфазного напряжения	1927
11.23	Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности	1929
11.24	Защита от повышения напряжения прямой последовательности	1931
11.25	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	1932
11.26	Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП	1933
11.27	Защита от повышения напряжения	1934
11.28	Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения	1936
11.29	Защита минимального напряжения прямой последовательности	1939
11.30	Защита минимального напряжения	1940
11.31	Защита реактивной мощности с контролем снижения напряжения	1941
11.32	Защита от скачка вектора	1943
11.33	Защита от постоянного тока/постоянного напряжения	1944
11.34	Защита по частоте f>	1945

11.35	Защита минимальной частоты	1946
11.36	Защита по скорости изменения частоты	1947
11.37	Защита от ненормальной частоты	1949
11.38	Мгновенное отключение при включении на КЗ	1950
11.39	Автоматическая частотная разгрузка	1951
11.40	Защита от перевозбуждения	1953
11.41	Защита от потери возбуждения	1955
11.42	Защита ротора от замыканий на землю ($I_{рот33}$>, ф-ция)	1956
11.43	Защита ротора от замыканий на землю (R_{33}<, ф-ция)	1957
11.44	Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	1959
11.45	Внешний пуск на отключение	1960
11.46	Защита от асинхронного хода	1961
11.47	Обнаружение броска тока намагничивания	1962
11.48	Мгновенное отключение при больших токах	1963
11.49	Контроль времени пуска двигателей	1964
11.50	Запрет повторного пуска двигателя	1966
11.51	Трехфазная защита по мощности (P, Q)	1967
11.52	Функция отделения электростанции	1968
11.53	Защита обратной последовательности	1970
11.54	Направленная защита от несимметричной нагрузки (защита по обратной последовательности) с независимой выдержкой времени	1974
11.55	Защита от несимметричной нагрузки	1976
11.56	Защита от блокировки ротора	1978
11.57	Защита от реверса мощности	1979
11.58	Защита от паразитного тока по валу	1980
11.59	Защита от непреднамеренного включения	1981
11.60	Защита от межвиткового замыкания	1982
11.61	Функция УРОВ	1983
11.62	Защита от дуговых перекрытий выключателя	1985
11.63	Трехфазная защита от тепловой перегрузки – Расширенная	1986
11.64	Защита от тепловой перегрузки ротора	1990
11.65	Защита от термической перегрузки, определяемая пользователем характеристика	1991
11.66	Защита от перегрузки обмотки возбуждения	1992
11.67	Защита от тепловой перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды	1994
11.68	Защита от тепловой перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды	1996
11.69	Функциональная группа «Аналоговые блоки»	1998
11.70	Мониторинг температуры	1999
11.71	Расчет наиболее нагретой точки	2000
11.72	Дуговая защита	2002
11.73	Функция контроля синхронизма	2003

11.74	Обнаружение броска тока намагничивания	2006
11.75	Контроль цепи отключения	2007
11.76	Контроль аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов	2008
11.77	Обнаружение неисправности цепей напряжения	2009
11.78	Автоматический выключатель трансформатора напряжения	2011
11.79	Мониторинг сравнения напряжения	2012
11.80	Рабочая измеряемая величина и статистические значения	2013
11.81	Величины энергии	2017
11.82	Устройство измерения параметров синхронных векторов	2018
11.83	CFC	2019

11.1 Общая информация об устройстве

11.1.1 Аналоговые входы

Токовые входы

Все данные по току, напряжению и мощности указываются как действующие значения.		
Номинальная частота $f_{ном}$	50 Гц, 60 Гц	
P-класса	Номинальный ток $I_{ном}$	Диапазон измерения
	5 A 1 A	от 0 A до 500 A от 0 A до 100 A
Измерительные трансформаторы	5 A 1 A	от 0 A до 8 A от 0 A до 1,6 A
Потребление мощности по токовым цепям при номинальном токе	Прибл. 0,1 ВА	
Термическая стойкость (трансформаторы P-класса и измерительные трансформаторы)	500 A в течение 1 с	
	150 A в течение 10 с	
	20 A непрерывно	
	25 A в течение 3 мин	
	30 A в течение 2 мин	
Стойкость к динамической нагрузке	1250 A в течение половины периода	

Вход напряжения

Все данные по току, напряжению и мощности указываются как действующие значения.		
Номинальная частота $f_{ном}$	50 Гц, 60 Гц	
Модули входов и выходов	IO202/IO208/IO211/IO214	IO215
Диапазон измерения	от 0 V до 200 V	от 0 V до 7,07 V
Сопротивление на входе	200 кОм	7 кОм
Термическая стойкость	230 В непрерывно	20 В непрерывно

Входы измерительного преобразователя (через модуль ANAI-CA-4EL)

Тип разъема	8-контактный шлейф
Каналы входа дифференциального тока	4
Диапазон измерения	DC -24 мА до +24 мА
Повреждение	< 0,5 % диапазона измерений
Сопротивление на входе	140 Ом
Принцип преобразования	Delta-sigma (16 бит)
Допустимая разница потенциалов между каналами	Пост. ток. 20 В
Гальваническая развязка с заземлением/корпусом	700 В DC
Допустимая перегрузка	Пост. ток 100 мА длительно
Повторение измерений	200 мс

Входы измерительного преобразователя (через модуль ARC-CD-3FO)

Тип разъема	AVAGO AFBR-4526Z
Количество приемопередатчиков	3
Тип волокна	Полимерное оптоволокно (POF), 1 мм

Приемник	
Максимум	-10 дБм ± 2 дБм
Минимальное	-40 дБм ± 2 дБм
Спектр	от 400 до 1100 нм
Затухание	В случае полимерных оптических волокон можно ожидать путь затухания, равный 0,2 дБ/м. Дополнительное затухание возникает от заглушки и головки датчика.
Оптический бюджет [1]	Минимум 25 дБ
Аналоговая частота дискретизации	16 кГц
Тип ADC	10 бит последовательное преобразование
Передатчик	
Тип	Светодиод
Длина волны	λ = 650 нм
Передаваемая мощность	Минимум 0 дБм Максимум 2 дБм
Числовая апертура	0,5 [2]
Проверка скорости передачи сигналов через соединение	1 импульс в секунду
Проверка длительности импульса при передаче через соединение	11 мкс
Комментарий: [1] Все значения в сочетании с датчиками, одобренными SIEMENS. [2] Числовая апертура (NA = sin θ (угол входа))	

11.1.2 Напряжение питания

Встроенный источник питания			
Источником питания оснащены следующие сборки на печатной плате (для модульных устройств): PS201 – источник питания базового модуля и первого ряда устройства PS203 – источник питания второго ряда устройств CB202 – сменный модуль расширения, с интегрированным источником питания, например, для коммуникационных модулей			
Допустимые диапазоны напряжения (PS201, PS203, CB202)	от 19 В до 60 В пост. тока	от 48 до 300 В пост. тока от 80 до 265 В пер. тока, 50/60 Гц	
Номинальное напряжение оперативного питания $U_{ном}$ (PS201, PS203, CB202)	Пост. ток 24 В/пост. ток 48 В	Пост. ток 60 В/пост. ток 110 В/пост. ток 125 В/пост. ток 220 В/ 250 В пост. тока или Перем. ток 100 В/перем. ток 115 В/перем. ток 230 В, 50 Гц/60 Гц	
Допустимые диапазоны напряжения (PS101) Только для базовых устройств	от 19 В до 60 В пост. тока	от 48 В до 150 В пост. тока	от 88 до 300 В пост. тока от 80 до 265 В пер. тока, 50/60 Гц

Встроенный источник питания			
Номинальное напряжение оперативного питания $U_{ном}$ (PS101) Только для базовых устройств	Пост. ток 24 В/пост. ток 48 В	60/110 В/ 125 В пост. тока	110/125 В/ Пост. ток 220 В/пост. ток 250 В или 100 В/ 115 В/ 230 В пер. тока, 50/60 Гц
Допустимая пульсация переменной составляющей, от пика к пику, МЭК 60255-11	≤ 15 % напряжения оперативного питания пост. тока (применимо только для постоянного напряжения)		
Бросок тока намагничивания	≤ 18 А		
Рекомендуемая внешняя защита	Автомат 6 А, характеристика C согласно МЭК 60898		
Внутренний предохранитель			
–	от 24 до 48 В пост. тока	от 60 до 125 В пост. тока	от 24 до 48 В пост. тока от 100 до 230 В пер. тока
PS101 Только для базовых устройств	4 А инерт., 250 В пер. тока, 150 В пост. тока, соотв. UL SIBA, тип 179200 или Schurter, тип SPT 5x20	2 А с выдержкой времени, перем. ток 250 В, пост. ток 300 В, соотв. SIBA, тип 179200 или Schurter, тип SPT 5x20	
PS201, PS203, CB202	2 А с выдержкой времени, перем. ток 250 В, пост. ток 300 В, соотв. SIBA, тип 179200 или Schurter, тип SPT 5x20		
Потребление мощности (при активном реле готовности)			
–	Пост. ток	Перем. ток 230 В/50 Гц	Перем. ток 115 В/50 Гц
Базовый модуль шириной 1/3, не модульный Без съемных модулей	7,0 Вт	16 ВА	12,5 ВА
Базовый модуль шириной 1/3, модульный Без съемных модулей	13 Вт	33 ВА	24 ВА
Модуль расширения, шириной 1/6	3 ВТ	6 ВА	6 ВА
Сменный модуль в сборе, шириной 1/6, без съемных модулей (модули CB202)	3,5 Вт	14 ВА	7 ВА
Сменный модуль для базового модуля или сменный модуль расширения (например, коммуникационный модуль)	< 5 Вт	< 6 ВА	< 6 ВА
Время сохранения работоспособности при потере питания или КЗ, модульные устройства		Для U ≥ 24 В пост. тока ≥ 50 см Для U ≥ 110 В пост. тока ≥ 50 мс Для U ≥ 115 В пер. тока ≥ 50 мс	

Встроенный источник питания	
Время сохранения работоспособности при потере питания или КЗ, не модульные устройства	Для U ≥ 24 В пост. тока ≥ 20 мс Для U ≥ 60 В/ 110 В пост. тока ≥ 50 мс Для U ≥ 115 В пер. тока ≥ 200 мс

11.1.3 Дискретные входы

Номинальный диапазон напряжения	Пост. ток 24 В до 250 В Дискретные входы SIPROTEC 5 являются биполярными, за исключением дискретных входов на IO230, IO231 и IO233.	
Потребление тока, возбужденный	Прибл. от 0,6 мА до 1,8 мА пост. тока (независимо от управляющего напряжения)	
Потребляемая мощность, макс.	0,6 ВА	
Время срабатывания	Около 3 мс	
Времена возврата[38]	Емкостная нагрузка (емкость питающей линии)	Время возврата
	< 5 нФ	< 4 мс
	< 10 нФ	< 6 мс
	< 50 нФ	< 10 мс
	< 220 нФ	< 35 мс
Управляющее напряжение для всех модулей с дискретными входами, за исключением IO233	Отрегулируйте пороговое значение дискретного входа, которое должно быть установлено в устройстве, до управляющего напряжения.	
	Диапазон 1 для 24 В, 48 В и 60 В Напряжение срабатывания	$U_{низк.}$ ≤ 10 В пост. тока $U_{выс.}$ ≥ 19 В пост. тока
	Диапазон 2 для 110 В и 125 В Напряжение срабатывания	$U_{низк.}$ ≤ 44 В пост. тока $U_{выс.}$ ≥ 88 В пост. тока
	Диапазон 3 для 220 В и 250 В Напряжение срабатывания	$U_{низк.}$ ≤ 88 В пост. тока $U_{выс.}$ ≥ 176 В пост. тока
Управляющее напряжение для двоичных входов модулей IO233	Интервал	$U_{низк.}$ ≤ 85 В пост. тока $U_{выс.}$ ≥ 105 В пост. тока
Максимальное допустимое напряжение	Пост. ток. 300 В	
Дискретные входы содержат конденсаторы для подавления помех. Для обеспечения помехоустойчивости используйте подключение входов к общему потенциалу, показанные на схемах клеммников/ схемах подключения.		

11.1.4 Выходные реле

Стандартное реле (тип S)

Коммутационная способность	Замыкание: 1000 Вт/ВА Размыкание: 30 ВА; 40 Вт акт.нагр. 30 Вт/ВА при L/R ≤ 40 мс
Переменное и постоянное коммутируемое напряжение	250 В

38 Учитывайте указанные времена возврата для критически важных применений с низкоактивными сигналами. При необходимости обеспечьте активную разрядку дискретного входа (например, резистор параллельно с дискретным входом или переключающий контакт).

Допустимый ток контакта (длительно)	5 A
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)	30 A в течение 1 с (НО контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 A в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой	5 A
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода	Время включения: номинальное: 8 мс; максимум: 10 мс Время отключения: номинальное: 2 мс; максимум: 5 мс
Макс. номинальные параметры выходных контактов согласно сертификации UL	Пост. ток 24 В, 5 A, общего назначения Пост. ток 48 В, 0,8 A, общего назначения Пост. ток 240 В, 0,1 A, общего назначения 240 В пер. тока, 5 A, общего назначения Перем. ток 120 В, 1/6 л.с. Перем. ток 250 В, 1/2 л.с. B300 R300
В цепях контактов имеются конденсаторы для подавления помех	4,7 нФ, ± 20 %, перем. ток 250 В

Быстродействующее реле (тип F)

Коммутационная способность	Замыкание: 1000 Вт/ВА Размыкание: 30 ВА; 40 Вт акт.нагр. 30 Вт/ВА при L/R ≤ 40 мс
Переменное и постоянное коммутируемое напряжение	250 В
Допустимый ток контакта (длительно)	5 A
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)	30 A в течение 1 с (НО контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 A в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой	5 A
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода	Время включения: номинальное: 4 мс; максимум: 5 мс Время отключения: номинальное: 2 мс; максимум: 5 мс
Номинальные данные выходных контактов согласно сертификации UL	120 В пер. тока, 5 A, общего назначения 250 В пер. тока, 5 A, общего назначения Перем. ток 250 В, 0,5 л.с. B300 R300
В цепях контактов имеются конденсаторы для подавления помех	4,7 нФ, ± 20 %, перем. ток 250 В
Контроль	2-канальная активация с циклическим тестированием (только для замыкающего контакта)

Высокоскоростное реле с полупроводниковым ускорением (тип HS)

Коммутационная способность	Замыкание/Размыкание: 1000 Вт/ВА
Напряжение контактов	Перем. ток 200 В, пост. ток 250 В

Допустимый ток контакта (длительно)	5 A
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)	30 A в течение 1 с (НО контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 A в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой	5 A
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода	Время включения, типовое: 0,2 мс; максимум: 0,2 мс Время отключения, типовое: 9 мс; максимум: 9 мс
Номинальные данные выходных контактов согласно сертификации UL	B150 Q300

Реле мощности (для прямого управления электромеханическими выключателями)

Коммутационная способность для постоянного и периодического действия		
250 В/4,0 A 220 В/4,5 A 110 В/5,0 A 60 В/5,0 A 48 В/5,0 A 24 В/5,0 A	1000 Вт 1000 Вт 550 Вт 300 Вт 240 Вт 120 Вт	Для предотвращения повреждений отключите электродвигатель через внешнюю предохранительную цепь, если ротор заблокирован.
Включите коммутируемую мощность в течение 30 с, время восстановления до повторного переключения составляет 15 минут. При кратковременной коммутации должно соблюдаться соотношение между импульсом/битом четности, равное 3 %.		
100 В/9,0 A 60 В/10,0 A 48 В/10,0 A 24 В/10,0 A	1000 Вт 600 Вт 480 Вт 240 Вт	Непрерывная и толчковая работа не допускается. Для предотвращения повреждений отключите электродвигатель через внешнюю предохранительную цепь, если ротор заблокирован.
Переменное и постоянное коммутируемое напряжение		250 В
Допустимый непрерывный ток на контакт		5 A
Допустимый ток контакта (при коммутациях и установившемся режиме)		30 A в течение 1 с
Кратковременный ток через замкнутый контакт		250 A в течение 30 мс
Суммарный допустимый ток для контактов с общей точкой		5 A
ВСВ (**В**ремя **С**рабатывания на **В**ыходе) времени переключения Дополнительная задержка используемого выхода		≤ 16 мс
Номинальные данные выходных контактов согласно сертификации UL		300 В пост. тока, 4,5 A - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 250 В пост. тока, двигатель 1 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 110 В пост. тока, двигатель 3/4 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 60 В пост. тока, 10 A, двигатель 1/2 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 48 В пост. тока, 10 A, двигатель 1/3 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ 24 В пост. тока, 10 A, двигатель 1/6 л. с. - 30 с ВКЛ, 15 мин ВЫКЛ

В цепях контактов имеются конденсаторы для подавления помех	4,7 нФ, ± 20%, перем. ток 250 В
Реле мощности работают в режиме взаимной блокировки, т. е. только одно реле из каждой переключаемой пары срабатывает за один раз; таким образом предотвращается короткое замыкание источника питания.	

11.1.5 Конструктивные особенности

Масса

	Размеры устройства **Вес модульных устройств**				
Тип исполнения	1/3	1/2	2/3	5/6	1/1
Устройство для монтажа в панель	4,4 кг	7,2 кг	9,9 кг	12,7 кг	15,5 кг
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	7,4 кг	11,7 кг	15,9 кг	20,2 кг	24,5 кг
Устройство навесного монтажа со съемной панелью управления	4,7 кг	7,8 кг	10,8 кг	13,9 кг	17,0 кг

	Размер	**Вес**
Съемная панель оператора	1/3	1,9 кг
Съемная панель оператора	1/6	1,1 кг

	Размеры устройства **Вес не модульных устройств 7xx82**
Тип исполнения	1/3
Устройство для монтажа в панель	3,6 кг
Кронштейн для монтажа базовых устройств на поверхности	1,9 кг

Размеры базовых модулей и модулей 1/3

Тип исполнения (максимальные размеры)	**Ширина по всем x Высота по всем x Глубина** [39]
Устройство для монтажа в панель	150 x 268 x 229 мм
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	150 x 314 x 337 мм
Устройство навесного монтажа со съемной панелью управления	150 x 314 x 230 мм

Габариты линеек устройств

Тип исполнения (максимальные размеры)	**Ширина по всем x Высота по всем x Глубина** [40]				
Тип исполнения	1/3	1/2	2/3	5/6	1/1
Устройство для монтажа в панель	150 x 268 x 229 мм	225 x 268 x 229 мм	300 x 268 x 229 мм	375 x 268 x 229 мм	450 x 268 x 229 мм

39 Ширина и глубина округлены до целых чисел в мм

40 Ширина и глубина округлены до целых чисел в мм

Тип исполнения (максимальные размеры)	Ширина по всем x Высота по всем x Глубина [40]				
Устройство навесного монтажа со встроенной панелью оператора	150 x 314 x 337 мм	225 x 314 x 337 мм	300 x 314 x 337 мм	375 x 314 x 337 мм	450 x 314 x 337 мм
Устройство навесного монтажа со съемной панелью управления	150 x 314 x 230 мм	225 x 314 x 230 мм	300 x 314 x 230 мм	375 x 314 x 230 мм	450 x 314 x 230 мм

Размеры модуля расширения

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина x высота x глубина [41]
Устройство для утопленного монтажа	75 мм x 268 мм x 229 мм
Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления	75 мм x 314 мм x 337 мм
Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления	75 мм x 314 мм x 230 мм

Размеры вставного модуля

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина x высота x глубина
USART-Ax-xEL, ETH-Bx-xEL	61 мм x 45 мм x 120.5 мм
USART-Ax-xFO, ETH-Bx-xFO (без защитной крышки)	61 мм x 45 мм x 132.5 мм
ANAI-CA-4EL	61 мм x 45 мм x 119.5 мм
ARC-CD-3FO	61 мм x 45 мм x 120.5 мм

Минимальный радиус изгиба для соединительных кабелей между местной панелью управления и базовым модулем

Волоконно-оптический кабель	R = 50 мм Обратите внимание на длину защитной втулки кабеля, которую также необходимо учитывать в расчетах.
Кабель D-Sub	R = 50 мм (минимальный радиус изгиба)

Степень защиты по стандарту МЭК 60529

Для устройств в корпусе для навесного монтажа	IP54[42] для передней части
Для устройств в корпусе для утопленного монтажа	IP54[42] для передней части
Для защиты оператора (с обратной стороны)	IP2X для токовых клемм (установленные) IP2x для клемм напряжения (установленные)
Степень загрязнения, МЭК 60255-27	2
Максимальная высота над уровнем моря	2000 м (6561,68 фута)

Примечание UL

Тип 1 при монтаже на двери или передней крышке кожуха. При расширении устройства с использованием 2-го ряда устройств эти устройства должны располагаться полностью внутри кожуха.

40 Ширина и глубина округлены до целых чисел в мм

41 Ширина и глубина округлены до целых мм

42 Предоставляемая вставная бирка должна использоваться для модулей расширения со светодиодами.

Моменты затяжки винтовых соединений

Тип линии	Токовые клеммы	Зажим напряжения с пружинными клеммами	Клемма напряжения с винтовым соединением
Стандартные провода с кольцевым наконечником	2,7 Нм	Без кольцевого наконечника	Без кольцевого наконечника
Стандартные провода с гильзами для оконцевания жилы или наконечниками втычного типа	2,7 Нм	1,0 Нм	0,6 Нм
Одножильный провод, оголенный (2 мм^2)	2,0 Нм	1,0 Нм	–

ПРИМЕЧАНИЕ

Используйте только медные кабеля.

Момент затяжки для других типов винтов

Тип винта	Момент затяжки
M4 x 20	1,2 Нм
M4 x 8	1,2 Нм
M2,5 x 6	0,39 Нм
Винт с потайной головкой, M2,5 x 6	0,39 Нм
Винт с потайной головкой, M2,5 x 8	0,39 Нм
Винт с заплечиком под головкой, M4 x 20	0,7 Нм

11.2 Дифференциальная защита генератора

Значения уставок

Характеристика срабатывания			
Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,05 до 2,00	Шаг 0,01
Наклон 1		от 0,00 до 0,80	Шаг 0,01
Пересеч.1 Iторм	$I/I_{ном,об}$	от 0,00 до 5,00	Шаг 0,01
Наклон 2		от 0,25 до 0,95	Шаг 0,01
Пересеч.2 Iторм	$I/I_{ном,об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Обнаружение пуска			
Пороговое значение обнаружения пуска	$I/I_{ном,об}$	от 0,1 до 2,0	Шаг 0,1
Коэфф.загрубл.хар-ки		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Макс.доп. вр.пуска		от 0,1 с до 180,0 с	Шаг 0,1 с
Обнаружение апериодической составляющей			
Коэф.загрубл.хар-ки DC		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Обнаружение внешних повреждений			
Уставка дополнительного торможения	$I/I_{ном,об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Время дополнительного торможения		от 0,00 с до 5,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Время перекрестной блокировки для дополнительного торможения		от 0,00 с до 2,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Характеристика срабатывания		См. схему *Рисунок 11-1*	

I-ДИФФ быстр.

Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка отключения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

I-ДИФФ б/торм

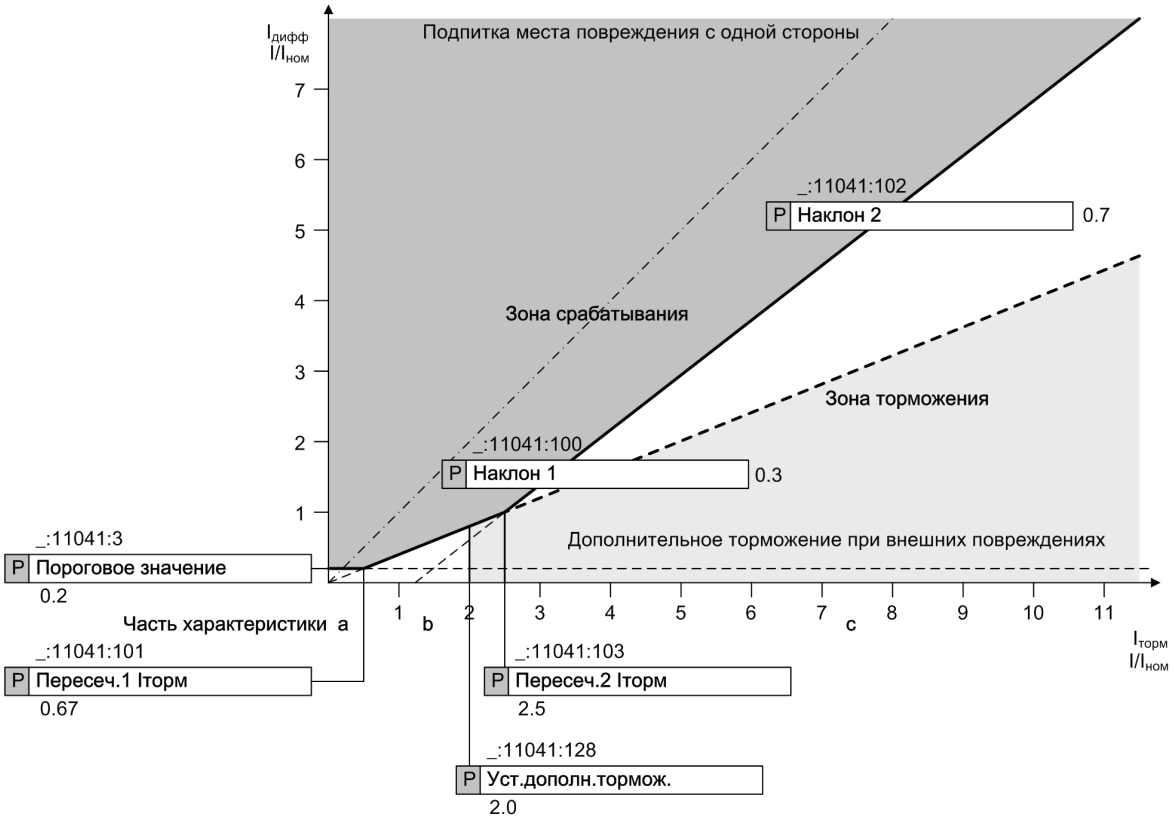
Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка отключения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Погрешность реакции

Для параметров по умолчанию характеристики, для 2 сторон с 1 точкой измерения на каждую сторону	
Ступень I-Дифф и характеристика срабатывания	2 % от значения уставки
Ступень I-Дифф быстр.	2 % от значения уставки

Выдержки времени

Ступень I-Дифф	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Ступень I-Дифф быстр.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-1 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты

Время работы

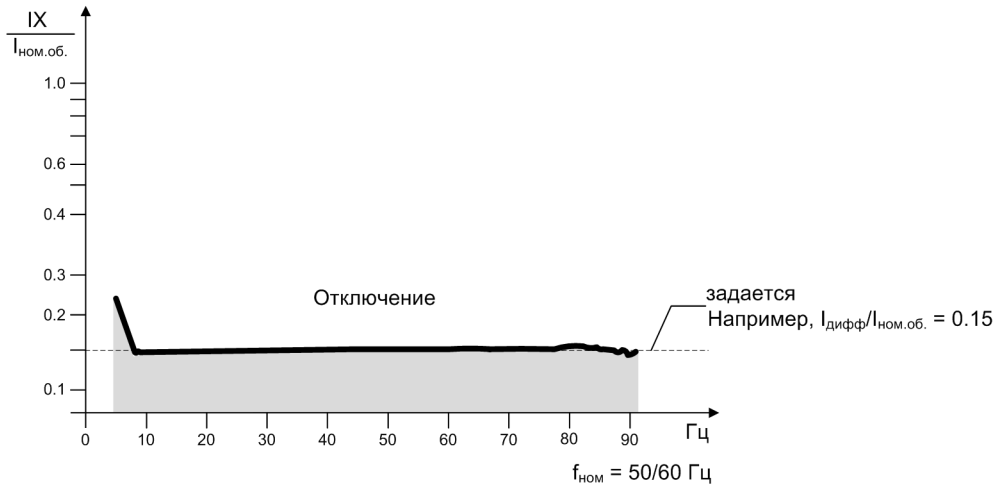
Времена срабатывания при питании с одной стороны		
Ступень I-Дифф, мин.	50 Гц 60 Гц	23 мс + ВСВ[43] 20 мс + ВСВ
Ступень I-Дифф быстр., мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ 8 мс + ВСВ
Ступень I-ДИФФ б/торм, мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ 8 мс + ВСВ
Время возврата, приблизительно	50 Гц 60 Гц	29 мс + ВСВ 26 мс + ВСВ
Коэффициент возврата	Прибл. 0,7	

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Отслеживание частоты	от 10 до 80 Гц

43 См. описание функций защиты, например, МТЗ



[scmodffq-010316-01, 1, ru_RU]

Рисунок 11-2 Влияние частоты в дифференциальной защите генератора

11.3 Дифференциальная защита трансформатора

Значения уставок

Характеристика срабатывания			
Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,05 до 2,00	Шаг 0,01
Наклон 1		от 0,00 до 0,80	Шаг 0,01
Пересеч.1 Iторм	$I/I_{ном,об}$	от 0,00 до 5,00	Шаг 0,01
Наклон 2		от 0,25 до 0,95	Шаг 0,01
Пересеч.2 Iторм	$I/I_{ном,об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Обнаружение пуска			
Пороговое значение обнаружения пуска	$I/I_{ном,об}$	от 0,1 до 2,0	Шаг 0,1
Коэфф.загрубл.хар-ки		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Макс.доп. вр.пуска		от 0,1 с до 180,0 с	Шаг 0,1 с
Обнаружение апериодической составляющей			
Коэф.загрубл.хар-ки DC		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Обнаружение броска тока намагничивания			
Содержание 2-й гармоники		от 10 % до 45 %	Шаг 1 %
Время перекрестной блокировки, 2-я гарм.		от 0,00 с до 200,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Блокировка при перевозбуждении			
Содержание 3-й гармоники		от 10 % до 80 %	Шаг 1 %
Время перекрестной блокировки, 3-я гарм.		от 0,00 с до 200,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Содержание 5-й гармоники		от 10 % до 80 %	Шаг 1 %
Время перекрестной блокировки, 5-я гарм.		от 0,00 с до 200,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Ограничение I-дифф по 3 и 5 гармоникам	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 20,0	Шаг 0,1
Обнаружение внешних повреждений			
Уставка дополнительного торможения	$I/I_{ном,об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Время дополнительного торможения		от 0,00 с до 5,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Время перекрестной блокировки для дополнительного торможения		от 0,00 с до 2,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Характеристика срабатывания		См. *Рисунок 11-3*	

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	**Описание**
_:2311:300 A, B, C	Дифференциальный ток.
_:2311:301 A, B, C	Тормозной ток

I-ДИФФ быстр.

Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка отключения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

I-ДИФФ б/торм

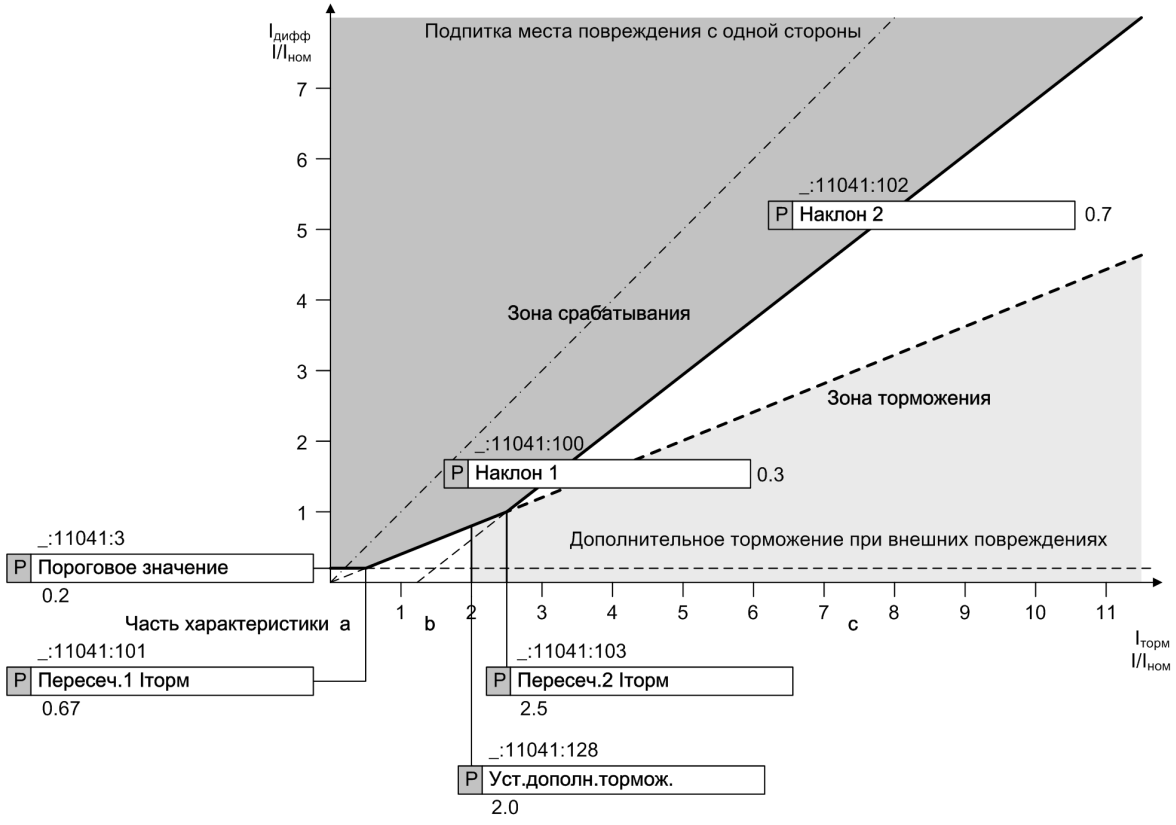
Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка отключения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Погрешность реакции

Для параметров по умолчанию характеристики, для 2 сторон с 1 точкой измерения на каждую сторону	
Ступень I-Дифф и характеристика срабатывания	2 % от значения уставки
Ступень I-Дифф быстр.	2 % от значения уставки

Выдержки времени

Ступень I-Дифф	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Ступень I-Дифф быстр.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-3 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты

Время работы

Времена срабатывания при питании с одной стороны		
Ступень I-Дифф, мин.	50 Гц 60 Гц	23 мс + ВСВ[44] 20 мс + ВСВ

44 См. описание функций защиты, например, МТЗ

Ступень I-Дифф быстр., мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ 8 мс + ВСВ
Ступень I-ДИФФ б/торм, мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ 8 мс + ВСВ
Время возврата, приблизительно	50 Гц 60 Гц	29 мс 26 мс
Коэффициент возврата	Прибл. 0,7	

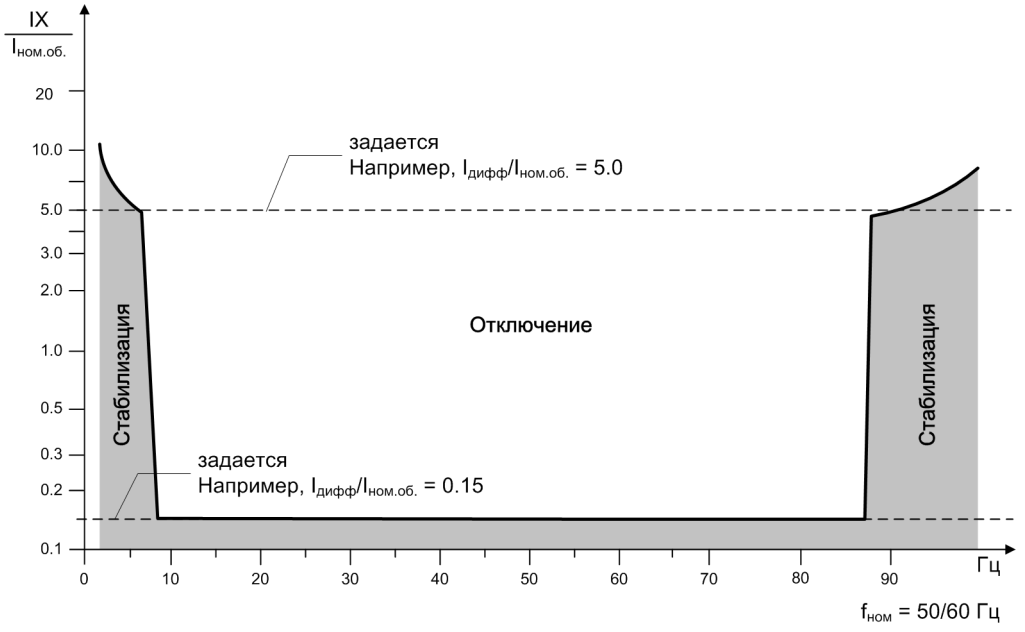
Согласование для трансформаторов

Согласование векторной группы	0 - 11 (x 30°)	Шаг 1
Режим работы нейтрали	Заземлена или нет (для каждой обмотки)	

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Отслеживание частоты	от 10 до 80 Гц



[sctrdffq-030414-01, 2, ru_RU]

Рисунок 11-4 Влияние частоты в дифференциальной защите трансформатора

11.4 Дифференциальная защита от замыканий на землю

Значения уставок

Значение уставки[45]	от 0,05 A до 2,00 A	шаг 0,01 A
Наклон	от 0,00 до 0,95	шаг 0,01
Характеристика срабатывания	См. рис.	
Погрешность срабатывания (для предустановленных параметров характеристики, для 2 сторон с 1 точкой измерения на каждую сторону)	2 %	
Задержка отключения	от 0,00 с до 60,00 с или ∞ (без отключения)	Шаг 0,01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	**Описание**
(_:306) IREF, сраб.	Регулируйте объем дифференциальной защиты от замыкания на землю по критерию угла
(_:307) Iугол,REF	Стабилизация значения (угла) дифференциальной защиты от замыкания на землю по критерию угла
(_:311) IREF, откл	Регулируйте объем дифференциальной защиты от замыкания на землю в выключенном состоянии
(_:312) Iугол, сраб.REF	Стабилизация значения дифференциальной защиты от замыкания на землю в выключенном состоянии
(_:301) Iдифф	Дифференциальный ток.
(_:302) Iторм	Тормозной ток

Коэффициент возврата

Пороговое значение	0,7

Возврат

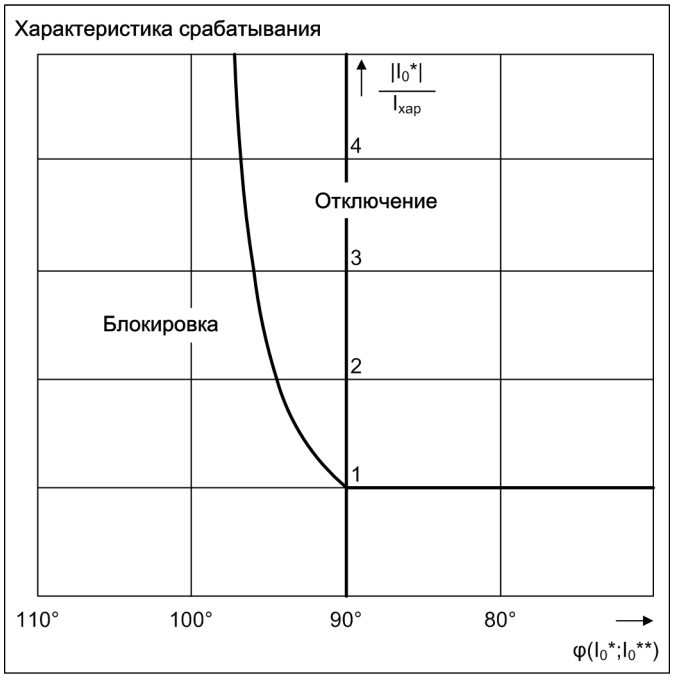
Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

45 Диапазон допустимых значений уставки может динамически меняться в зависимости от коэффициента трансформации ТТ (подробное описание в главе *6.4.4 Указания по применению и вводу уставок*).

Времена срабатывания

7UT82/7UT85/7UT86/7UT87		
Частота	50 Гц	60 Гц
	Время срабатывания	Время срабатывания
При 1,5 · значение уставки	33 мс + ВСВ	32 мс + ВСВ
При 2,5 · значение уставки	27 мс + ВСВ	26 мс + ВСВ
Приблизительное время возврата	80 мс	67 мс



[dwausken-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-5 Кривая срабатывания защиты от замыканий на землю, зависящая от фазового угла между I_0* и I_0** при $|I_0*| = |I_0**|$ (180° = внешнее повреждение)

11.5 Дифференциальная защита двигателя

Значения уставок

Характеристика срабатывания			
Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,05 до 2,00	Шаг 0,01
Наклон 1		от 0,00 до 0,80	Шаг 0,01
Пересеч.1 Iторм	$I/I_{ном,об}$	от 0,00 до 5,00	Шаг 0,01
Наклон 2		от 0,25 до 0,95	Шаг 0,01
Пересеч.2 Iторм	$I/I_{ном,об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Обнаружение пуска			
Пороговое значение обнаружения пуска	$I/I_{ном,об}$	от 0,1 до 2,0	Шаг 0,1
Коэфф.загрубл.хар-ки		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Макс.доп. вр.пуска		от 0,1 с до 180,0 с	Шаг 0,1 с
Обнаружение апериодической составляющей			
Коэф.загрубл.хар-ки DC		от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Обнаружение внешних повреждений			
Уставка дополнительного торможения	$I/I_{ном,об}$	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Время дополнительного торможения		от 0,00 с до 5,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Время перекрестной блокировки для дополнительного торможения		от 0,00 с до 2,00 с или ∞	Шаг 0,01 с
Характеристика срабатывания		См. рис.	

I-ДИФФ быстр.

Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка отключения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

I-ДИФФ б/торм

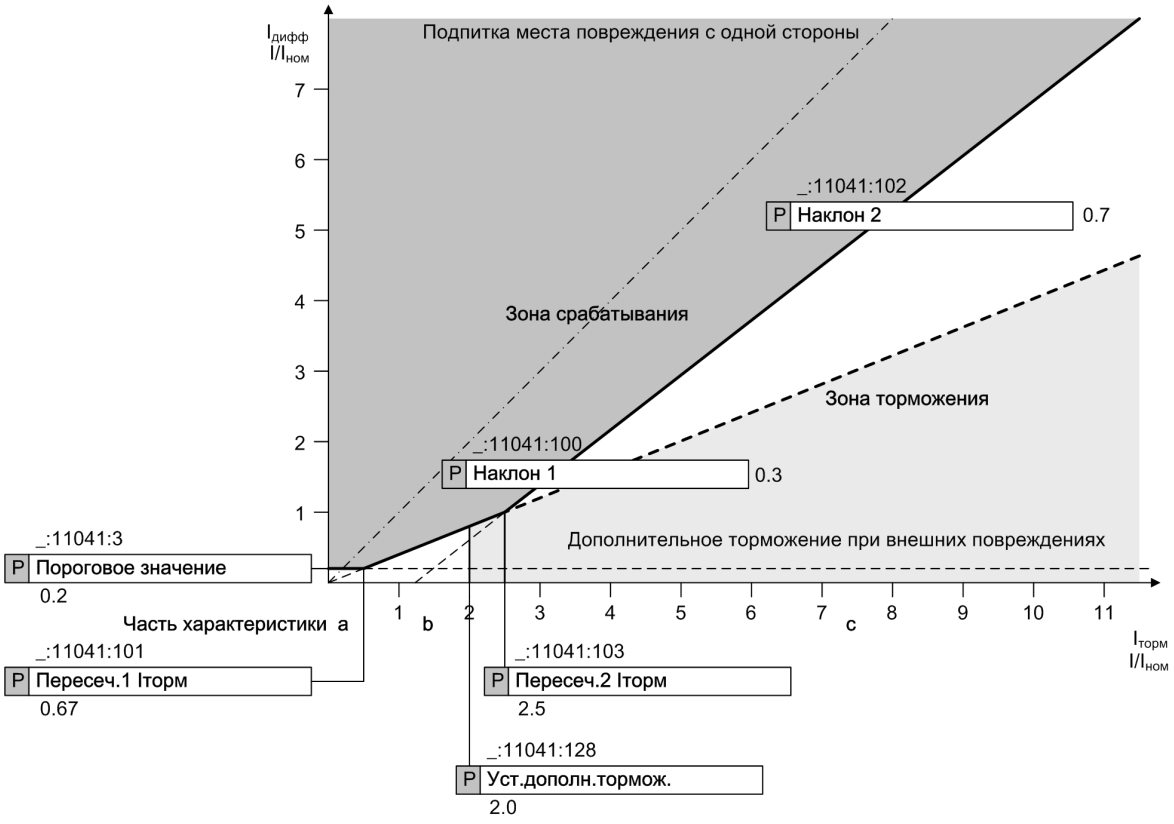
Пороговое значение	$I/I_{ном,об}$	от 0,5 до 35,0	Шаг 0,1
Задержка отключения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Погрешность реакции

Для параметров по умолчанию характеристики, для 2 сторон с 1 точкой измерения на каждую сторону	
Ступень I-Дифф и характеристика срабатывания	2 % от значения уставки
Ступень I-Дифф быстр.	2 % от значения уставки

Выдержки времени

Ступень I-Дифф	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Ступень I-Дифф быстр.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Погрешность таймера	1 % от величины уставки или 10 мс	



[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-6 Характеристика срабатывания дифференциальной защиты

Время работы

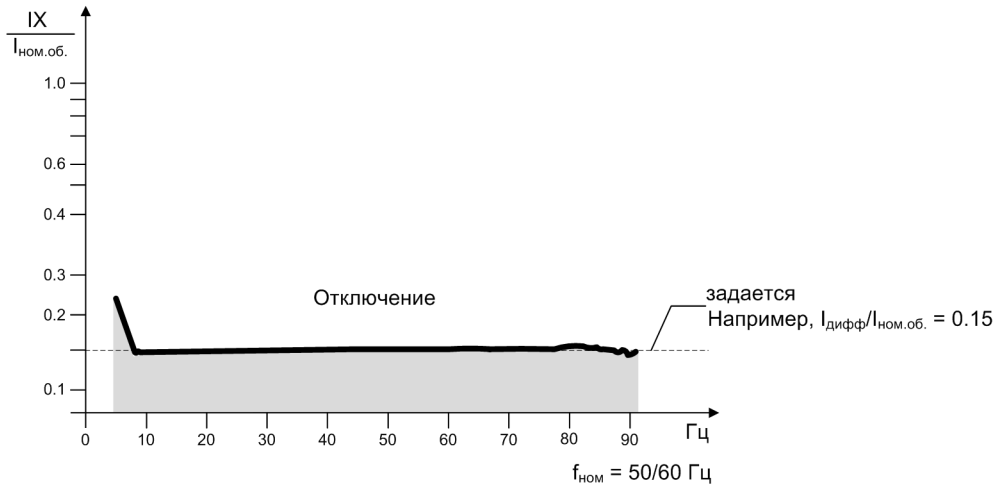
Времена срабатывания при питании с одной стороны		
Ступень I-Дифф, мин.	50 Гц 60 Гц	23 мс + ВСВ[46] 20 мс + ВСВ
Ступень отключения I-Дифф быстр., мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ 8 мс + ВСВ
Ступень I-ДИФФ б/торм, мин.	50 Гц 60 Гц	8 мс + ВСВ 8 мс + ВСВ
Время возврата, приблизительно	50 Гц 60 Гц	29 мс + ВСВ 26 мс + ВСВ
Коэффициент возврата	Прибл. 0,7	

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Отслеживание частоты	от 10 до 80 Гц

46 См. описание функций защиты, например, МТЗ



[scmodffq-010316-01, 1, ru_RU]

Рисунок 11-7 Влияние частоты в дифференциальной защите двигателя

11.6 Интерфейс данных защиты и топология защиты

Значения уставок

Режим	Вкл. Выкл.	
Синхронизация секундными импульсами (PPS)	Сообщение и PPS Сообщение или PPS Синхронизация PPS откл.	
Блокировка асимметричной работы	Да Нет	
Максимальный порог длительности сигнала	от 0,1 мс до 30,0 мс	С шагом 0,1 мс
Максимальная разница времени прогона	от 0,000 мс до 3,000 мс	С шагом 0,001 мс
Сообщение о повреждении после	от 0,05 с до 2,00 с	Шаг 0,01 с
Сообщения ошибки передачи данных после	от 0,0 с до 6,0 с	Шаг 0,1 с
Максимальное количество ошибок в час	от 0,000 % до 100,000 %	С шагом 0,001 %
Максимальное количество ошибок в минуту	от 0,000 % до 100,000 %	С шагом 0,001 %
Индикация ошибки PPS после	от 0,5 с до 60,0 с	Шаг 0,1 с

Скорость передачи

Прямое соединение:	
Скорость передачи	2048 кбит/с
Подключение через сети связи:	
Поддерживаемые сетевые интерфейсы	G703.1 с 64 кбит/с G703-T1 с 1,455 Мбит/с G703-E1 с 2,048 Мбит/с
	X.21 с 64 Кбит/с, 128 Кбит/с или 512 Кбит/с
	Контрольный провод 128 Кбит/с
Скорость передачи	64 Кбит/с на G703.1 1,455 Мбит/с на G703-T1 2,048 Мбит/с на G703-E1
	512 Кбит/с, 128 Кбит/с или 64 Кбит/с на X.21
	128 Кбит/с для контрольных проводов

Синхронизация передачи

Приоритет 1:		
Время отклика, приблизительно		
Для 2-х концов	Минимальное	8 мс
	Номинальное	10 мс
Для 3-х концов	Минимальное	10 мс
	Номинальное	14 мс
Для 6-и концов	Минимальное	15 мс
	Номинальное	18 мс

Время затухания, приблизительно		
Для 2-х концов	Номинальное	20 мс
Для 3-х концов	Номинальное	20 мс
Для 6-и концов	Номинальное	26 мс

Приоритет 2:		
Время отклика, приблизительно		
Для 2-х концов	Минимальное	9 мс
	Номинальное	16 мс
Для 3-х концов	Минимальное	12 мс
	Номинальное	18 мс
Для 6-и концов	Минимальное	17 мс
	Номинальное	23 мс
Время затухания, приблизительно		
Для 2-х концов	Номинальное	24 мс
Для 3-х концов	Номинальное	25 мс
Для 6-и концов	Номинальное	32 мс

Приоритет 3[47]		
Время отклика, приблизительно		
Для 2-х концов	Минимальное	
	Номинальное	100 мс
Для 3-х концов	Минимальное	
	Номинальное	150 мс
Для 6-и концов	Минимальное	
	Номинальное	200 мс
Время затухания, приблизительно		
Для 2-х концов	Номинальное	100 мс
Для 3-х концов	Номинальное	150 мс
Для 6-и концов	Номинальное	200 мс

47 Синхронизация не может быть определена, т.к. сигналы передаются частями.

11.7 Синхронизация даты и времени

Формат даты	ДД.ММ.ГГГГ (Европа)
	ММ/ДД/ГГГГ (США)
	ГГГГ-ММ-ДД (Китай)
Источник времени 1, источник времени 2	Нет
	IRIG-B 002(003) IRIG-B 006(007) IRIG-B 005(004) с расширением в соответствии с IEEE C37.118-2005
	DCF77
	PI (интерфейс защиты) [48]
	SNTP
	МЭК 60870-5-103
	DNP3
	IEEE 1588
	T104
Часовой пояс 1, часовой пояс 2	Локальный
	UTC
Сообщение о повреждении после	от 0 с до 3600 с
Часовой пояс и летнее время	Ручное задание часовых поясов
Смещение времени часового пояса относительно времени по Гринвичу	от -720 мин до 840 мин
Переход на летнее время	Активно
	Защита выводится из работы
Начало летнего времени	Ввод: дата и время
Окончание летнего времени	Ввод: дата и время
Смещение времени при переходе на летнее время	От 0 до 120 мин [с шагом 15]

48 если имеется

11.8 Дистанционная защита

Значения уставок

Уставка мин.фазн.тока	1 A при 100 Iном	0.030 A до 100.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 500.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 50 Iном	0.030 A до 50.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 Iном	0.15 A до 250.00 A	Шаг 0,01 A
Охват по X (ф-з) = охват по реактивному сопротивлению, фаза-земля	При $I_{ном}$ = 1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	Шаг 0,001 A
Охват по X (ф-ф) = охват по реактивному сопротивлению, линейный	При $I_{ном}$ = 1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	Шаг 0,001 A
Охват по R (ф-з) = охват по активному сопротивлению, фаза-земля	При $I_{ном}$ = 1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	Шаг 0,001 A
Охват по R (ф-ф) = охват по активному сопротивлению, линейный	При $I_{ном}$ = 1 A	0.100 Ом до 600.000 Ом	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	0.020 Ом до 120.000 Ом	Шаг 0,001 A

Коэффициенты возврата

Токи	Около 0,95
Напряжение	Около 1,05
По сопротивлению	Около 1,05

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 30 мс + ВСВ [49] при 50 Гц Прибл. 26 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 30 мс + ВСВ при частоте 50 Гц Прибл. 26 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Напряжение	0,5 % от значения уставки или 0,05 В

49 ВСВ (время срабатывания на выходе) — дополнительная задержка для используемой среды вывода, например, 5 мс для быстродействующего реле

По сопротивлению Погрешность измерения для синусоидальных измеряемых величин	$\left\|\frac{\Delta X}{X}\right\| \leq 5\%$ при $30^\circ \leq \varphi_{кз} \leq 90^\circ$
	$\left\|\frac{\Delta R}{R}\right\| \leq 5\%$ при $0^\circ \leq \varphi_{кз} \leq 60^\circ$

11.9 Защита статора от замыканий на землю 90%

11.9.1 Общие данные

Значения уставок

Задержка на возврат			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
ТТ НП - ток 1 ТТ НП - ток 2	Для **чувствительного** ТТ, I_N и $I_{N-ном}$ = 1 А	При $I_{ф-ном}$ = 1 А	от 0,001 до 1,600 А	С шагом 0,001 А
		При $I_{ф-ном}$ = 5 А	от 0,005 до 8,000 А	С шагом 0,001 А
	Для **чувствительного** ТТ, I_N и $I_{N-ном}$ = 5 А	При $I_{ф-ном}$ = 1 А	от 0,005 до 35,000 А	С шагом 0,001 А
		При $I_{ф-ном}$ = 5 А	от 0,005 до 175,000 А	С шагом 0,001 А
Угловая погрешность ТТ F1 Угловая погрешность ТТ F2			от 0,0° до 5,0°	Шаг 0,1°

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи	-3I0 через чувствительный трансформатор тока: 1 % от значения уставки или 0,1 % от $I_{ном}$, $f_{ном}$ ± 10 %
	-3I0 через трансформаторы тока класса P: 1 % от значения уставки или 0,1 % от $I_{ном}$, $f_{ном}$ ± 10 %
Напряжения	1 % от величины уставки или 0,05 В
Времена срабатывания	1% от величины уставки или ±10 мс
Угловая погрешность расчета направления	≤ 1° при 3I0 > 5 мА, U0 = 0,6 В ≤ 2° при 3I0 ≤ 5 мА, U0 = 0,6 В

Коэффициент возврата

Значения тока нулевой последовательности и пороговые значения напряжения	95 % от величины уставки или 50 % от минимально возможной величины уставки

11.9.2 Ступень защиты статора от замыканий на землю с системой нулевой последовательности/напряжения смещения

Значения уставок

Метод измерения	Действующее значение Основная гармоника Фильтр пропускания основной гармоники	
Блокировка при неисправностях в цепях напряжения	Да Нет	
Определение поврежденной фазы при замыканиях на землю	Да Нет	
Пороговое значение[50]	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка пуска	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01
U < фаз.напр.при повр.	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
U> фаз.напр.неповр.	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Около 25 мс + ВСВ[51] при 50 Гц 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	34 мс + ВСВ при 50 Гц 28 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	21 мс + ВСВ при 50 Гц
Окно фильтрации 2 периода	21 мс + ВСВ при 50 Гц

11.9.3 Направленная ступень защиты статора от замыканий на землю с измерением 3I0-φ(U,I)

Значения уставок

Пороговое значение 3I0>	Для **чувствительного** ТТ, I_N и $I_{N\text{-ном}}$ = 1 А	При $I_{ф\text{-ном}}$ = 1 А	от 0,001 до 1,600 А	С шагом 0,001 А
		При $I_{ф\text{-ном}}$ = 5 А	от 0,005 до 8,000 А	С шагом 0,001 А
	Для **чувствительного** ТТ, I_N и $I_{N\text{-ном}}$ = 5 А	При $I_{ф\text{-ном}}$ = 1 А	от 0,005 до 35,000 А	С шагом 0,001 А
		При $I_{ф\text{-ном}}$ = 5 А	от 0,005 до 175,000 А	С шагом 0,001 А
Минимальное U0> для определения направления			от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени при определении направления			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

50 Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **действующее значение**.

51 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Угол поворота опорного напряжения	от -180° до 180°	Шаг 1°
Сектор "Вперед" +/-	от 0° до 90°	Шаг 1°
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 23 мс + ВСВ[52] при 50 Гц Прибл. 21 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 21 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 20 мс + ВСВ при 60 Гц

11.9.4 Ненаправленная ступень 3I0

Значения уставок

Метод измерения			Основная гармоника Действующее значение	
Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,15 A до 175,00 A	шаг 0,01 A
	Чувствительный трансформатор тока $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	шаг 0,001 A
	Чувствительный трансформатор тока $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	шаг 0,001 A
Задержка пуска			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка отключения			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра `Коэффициент возврата` Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.
Минимальная абсолютная разность возврата

Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

52 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[53] при 50 Гц Прибл. 23 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 25 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц

53 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.10 Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)

Значения уставок

Предупреждающая ступень R(20 Гц)<	от 20,000 до 700,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
Ступень отключения R(20 Гц)<	от 20,000 до 700,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
Ступень тока замыкания на землю I(RMS)>	от 0,02 до 1,50 A	Шаги 0,01 A
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Контактное сопротивление R_{ps}	от 0,000 до 700,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
Параллельный нагрузочный резистор R_b параллельный	от 20,000 до 700,000 Ом	Шаг 0,001 Ом
Коррекция для R_b-параллельный	от -0,100 до +0,100	Шаг 0,001
Контроль неисправностей генератора 20 Гц		
U20	от 0,3 В до 15,0 В	С шагом 0,1 В
I20	От 5 мА до 40 мА	Шаги 1 мА
Угол коррекции	от +60° до +60°	С инкрементным приращением 0,01°

Времена срабатывания

Времена срабатывания предупреждающей ступени R(20 Гц)<	≤ 300 мс + ВСВ[54]
Времена срабатывания ступени отключения R(20 Гц)<	≤ 300 мс + ВСВ
Времена срабатывания I(RMS)>	≤ 110 мс + ВСВ
Времена возврата предупреждающей ступени R(20 Гц)<	≤ 130 мс + ВСВ
Времена возврата ступени отключения R(20 Гц)<	≤ 130 мс + ВСВ
Времена возврата I(RMS)>	≤ 125 мс + ВСВ

Коэффициенты возврата

Коэффициент возврата R(20 Гц)<	1,20
Коэффициент возврата I(RMS)>	0,80

Погрешности

Сопротивление	Примерно 5 % или 2 Ом
Ток	3 % или 3 мА
Выдержка времени	1 % или 10 мс

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
5 Гц < f < 8 Гц 15 Гц < f < 25 Гц	R(20 Hz)< ступень отключения неактивна

54 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание	Вторичные величины	Первичные	% относительно
(_:2311:311) I(дств)	Среднеквадратичный ток повреждения при замыкании статора на землю	A	Как вторичный	Как вторичный
(_:2311:310) φ20	Фазовый угол между U20 и I20	°	Как вторичный	100 % = 180°
(_:2311:309) Rповр	Сопротивление повреждения, определяемое в статоре	Ом	Ом Вторичные · параметры **(_:2311:110) Коэфф. RстЗЗ перв./вт.**	100 % = 100 кОм (первичные)
(_:2311:307) U20	Измеренное напряжение 20 Гц	В	Как вторичный	Как вторичный
(_:2311:308) I20	Измеренный ток 20 Гц	A	Как вторичный	Как вторичный

11.11 Защита от замыканий статора на землю с третьей гармоникой

Значения уставок, общие параметры

Уставка P мин.	от 0,0 до +100,0 %	С шагом 0,1 %
Уставка U1 мин.	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Коэфф.попр. U03гарм>	от 0,000 В до 40,000 В	шаг 0,001 В
U0 3гарм.генер./UN	от 0,100 до 10,000	Шаг 0,001
Коэфф.попр. ΔU03гарм.	от -40,000 В до 40,000 В	шаг 0,001 В
Задержка на возврат	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Уставки ступени U0 3-я гарм. <

Пороговое значение	от 0,300 В до 100,000 В	шаг 0,001 В
Задержка на возврат	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 В
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 В

Уставки ступени U0 3-я гарм. >

Пороговое значение	от 0,300 В до 100,000 В	шаг 0,001 В
Задержка на возврат	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 В
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 В

Уставки ступени ΔU0 3. Гарм. >

Пороговое значение	от 0,300 В до 100,000 В	шаг 0,001 В
Задержка на возврат	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 В
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 В

Времена срабатывания

Времена срабатывания	
Ступень U0 3-я гарм. <	Около 61 мс + ВСВ [55] при 50 Гц Ок. 52 мс + ВСВ при 60 Гц
Ступень U0 3-я гарм. >	Ок. 53 мс + ВСВ при 50 Гц Ок. 47 мс + ВСВ при 60 Гц
Ступень ΔU0 3. Гарм. >	Ок. 51 мс + ВСВ при 50 Гц Ок. 42 мс + ВСВ при 60 Гц
Времена возврата	
Ступень U0 3-я гарм. <	Ок. 19 мс + ВСВ при 50 Гц Ок. 16 мс + ВСВ при 60 Гц
Ступень U0 3-я гарм. >	Ок. 27 мс + ВСВ при 50 Гц Ок. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Ступень ΔU0 3. Гарм. >	Ок. 33 мс + ВСВ при 50 Гц Ок. 29 мс + ВСВ при 60 Гц

Коэффициенты возврата

Уставка P мин.	Прибл. 0,90 от значения уставки или 0,5 % $S_{ном}$
Уставка U1 мин.	Прибл. 0,90 от значения уставки или 0,2 В

55 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Ступень U0 3-я гарм. <	Прибл. 1,10 от значения уставки или 0,2 В
Ступень U0 3-я гарм. >	Прибл. 0,90 от значения уставки или 0,2 В
Ступень ΔU0 3. Гарм. >	Прибл. 0,90 от значения уставки или 0,2 В

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Уставка U1 мин.	1 % от величины уставки или 0,05 В
Пороговое значение ступени **U0 3-я гарм. <**:	1 % от задаваемого значения уставки или 0,1 В
Пороговое значение ступени **U0 3-я гарм. >**:	1 % от задаваемого значения уставки или 0,1 В
Пороговое значение ступени **ΔU0 3. Гарм. >**	2 % от величины уставки или 0,1 В
Уставка P мин.	3 % от значения уставки
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.12 Фазная максимальная токовая защита

11.12.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Значение уставки для фильтра функционального блока

h(0)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(1)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(2)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(3)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(4)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001

Значения уставок для ступени защиты

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[56]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,90 до 0,99	шаг 0,01
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка пуска		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ [57] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

56 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

57 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение, фильтр не применяется (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение с фильтром для компенсации ослабления амплитуды из-за фильтра сглаживания (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	2 % от величины уставки или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение с фильтром для усиления гармоник (включая компенсацию затухания амплитуды[58] (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1,5 % от величины уставки или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %) [59]
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %) [60]
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %) [61]
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

58 В случае, если отклик фильтра точно соответствует определяемым пользователем коэффициентам усиления

59 В случае, если пользовательский коэффициент усиления установлен ниже 3. Погрешность увеличивается, если коэффициент усиления увеличивается.

60 В случае, если пользовательский коэффициент усиления установлен ниже 7. Погрешность увеличивается, если коэффициент усиления увеличивается.

61 В случае, если пользовательский коэффициент усиления установлен ниже 7. Погрешность увеличивается, если коэффициент усиления увеличивается.

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,00 до 15,00	шаг 0,01
Задержка пуска		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Минимальное время характеристики		от 0,00 с до 1,00 с	Шаг 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

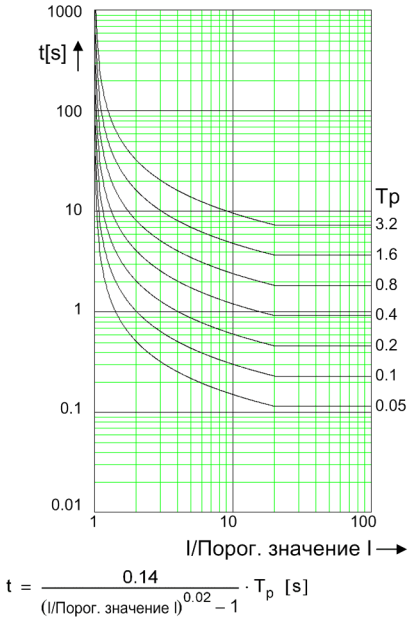
Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

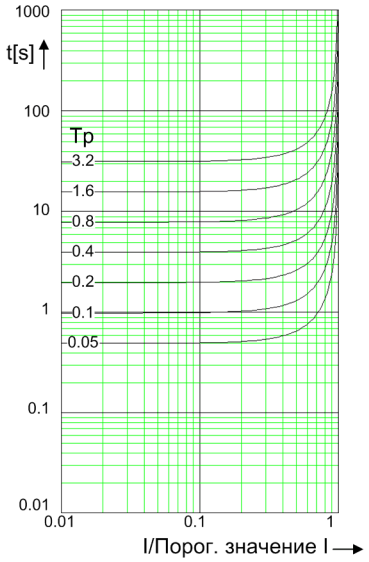
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

НОРМАЛЬНО ИНВЕРСАЯ: Тип A



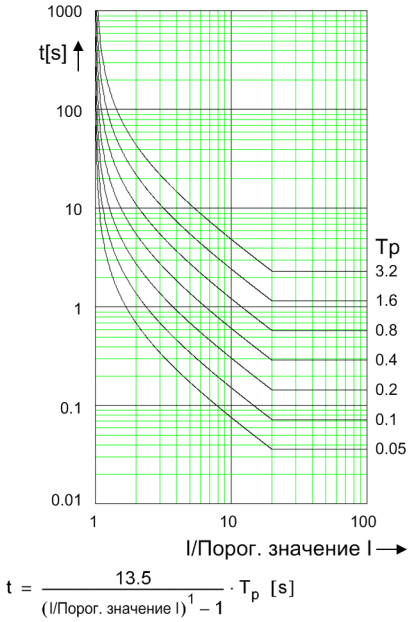
$$t = \frac{0.14}{(I/\text{Порог. значение } I)^{0.02} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип A



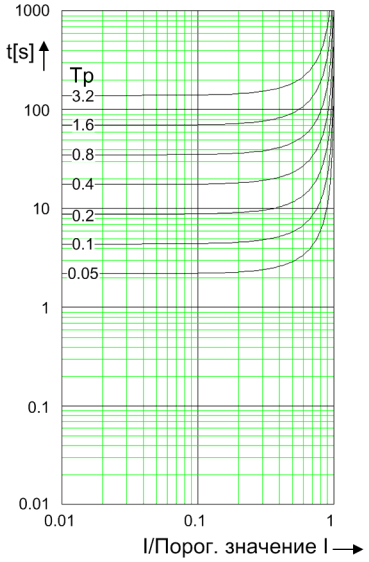
$$t = \frac{9.7}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{13.5}{(I/\text{Порог. значение } I)^{1} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B

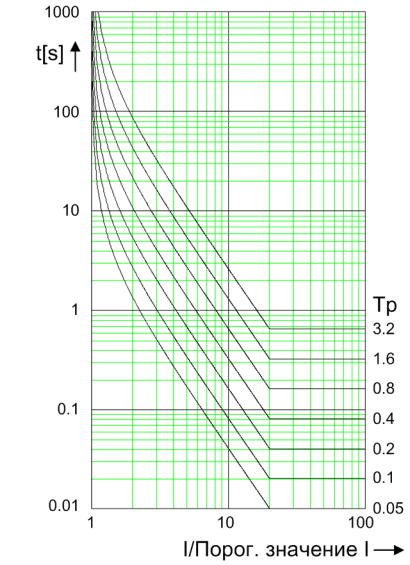


$$t = \frac{43.2}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki1-080213-01.tif, 1, ru_RU]

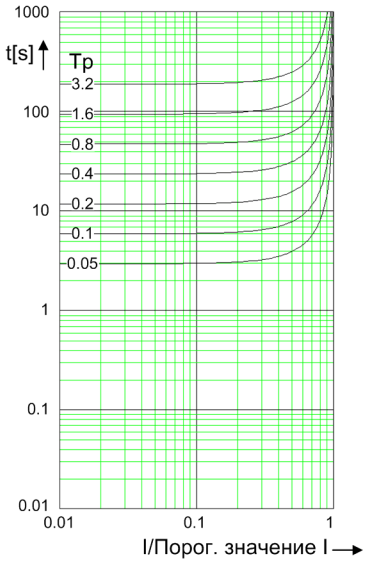
Рисунок 11-8 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями МЭК

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип C



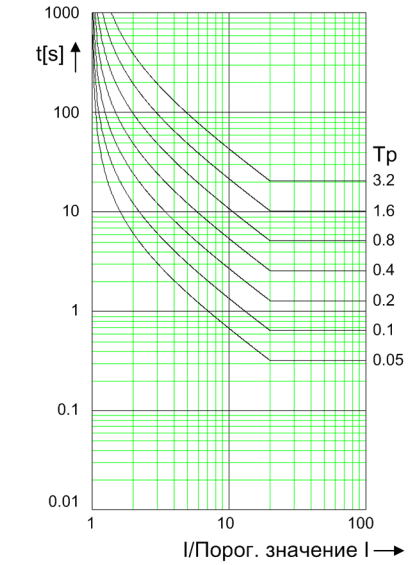
$$t = \frac{80}{\left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^2 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип C



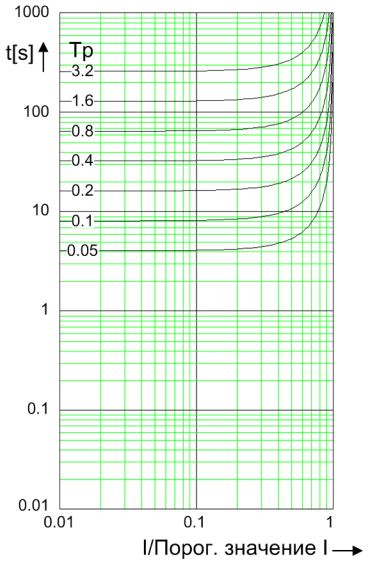
$$t = \frac{58.2}{1 - \left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^2} \cdot T_p \ [s]$$

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{120}{\left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^1 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B



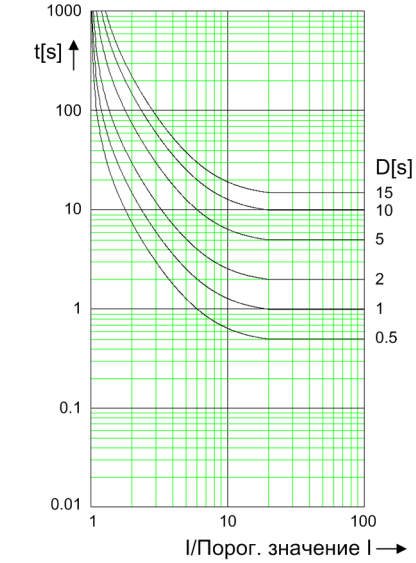
$$t = \frac{80}{1 - \left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^2} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki2-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-9 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями МЭК

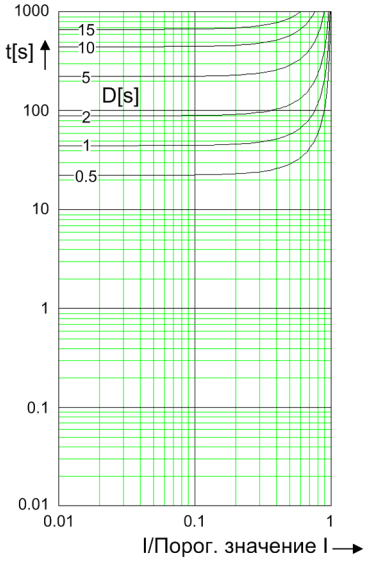
Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями ANSI/IEEE

Нормально инверсная: Тип C



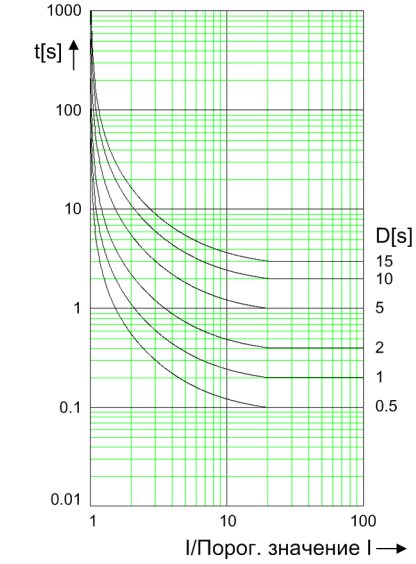
$$t = \left(\frac{44.6705}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938} - 1} + 0.8983 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип C



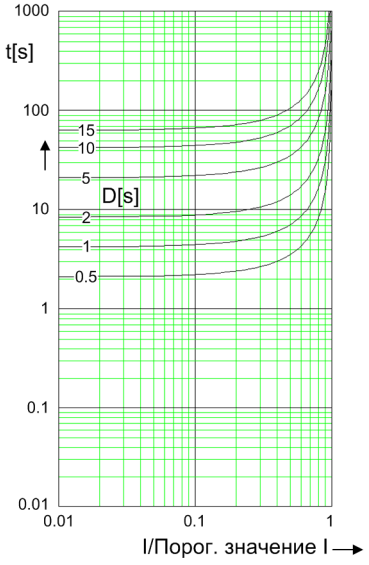
$$t = \frac{44}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938}} \cdot D \quad [s]$$

КРАТКО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{1.3315}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969} - 1} + 0.16965 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ КРАТКО ИНВЕРСНОЙ

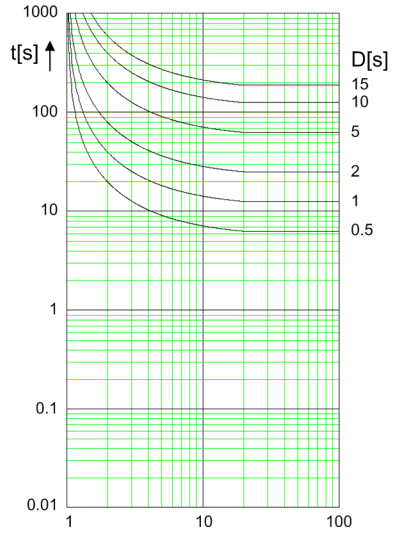


$$t = \frac{4.155}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka1-080213-01.tif, 2, ru_RU]

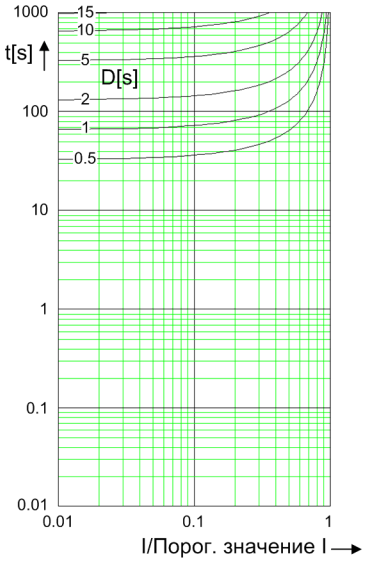
Рисунок 11-10 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями ANSI/IEEE

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



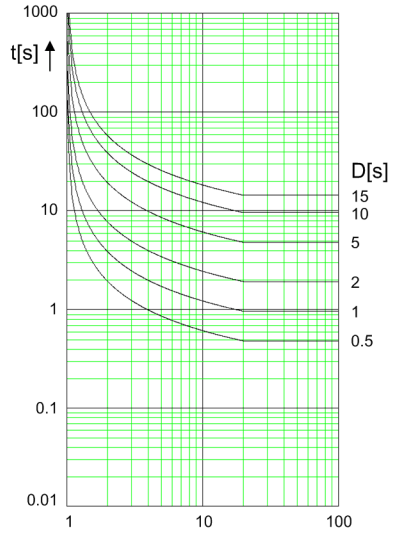
$$t = \left(\frac{28.0715}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{1} - 1} + 10.9296 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



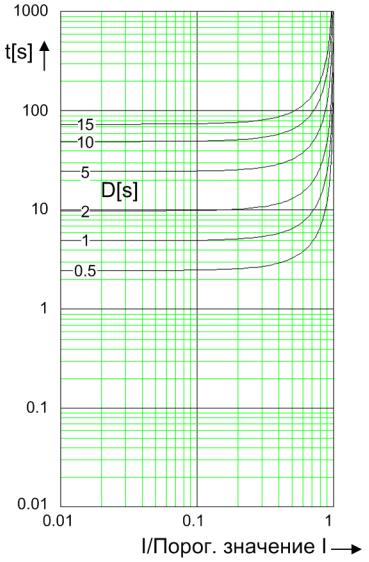
$$t = \frac{64.5}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{1}} \cdot D \quad [s]$$

УМЕРЕННО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{0.0515}{\left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{0.02} - 1} + 0.114 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ УМЕРЕННО ИНВЕРСНОЙ

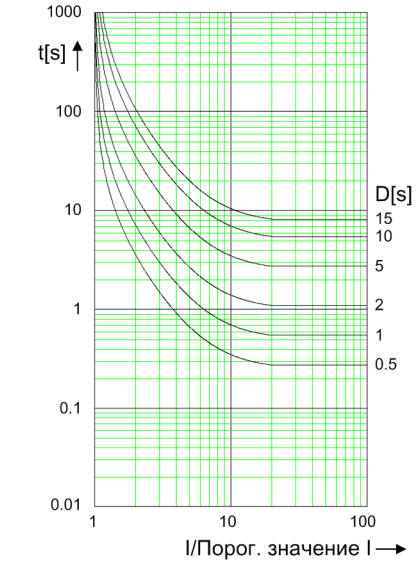


$$t = \frac{4.85}{1 - \left(I/\text{Порог. значение } I \right)^{2}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka2-080213-01.tif, 2, ru_RU]

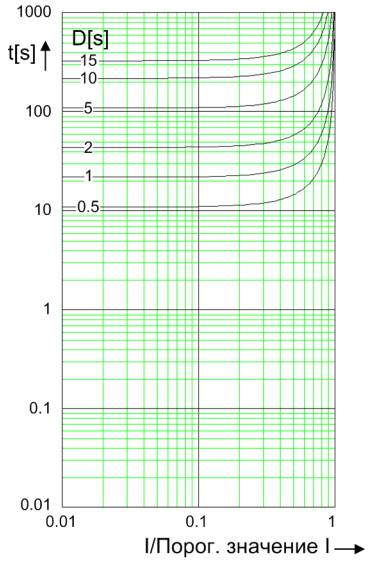
Рисунок 11-11 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями ANSI/ IEEE

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



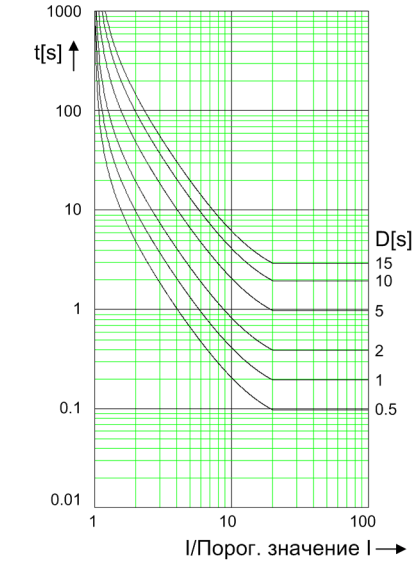
$$t = \left(\frac{19.61}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2 - 1} + 0.491 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



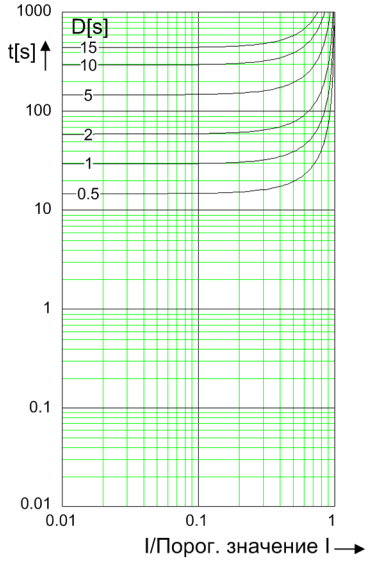
$$t = \frac{21.6}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{28.2}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2 - 1} + 0.1217 \right) \cdot D \quad [s]$$

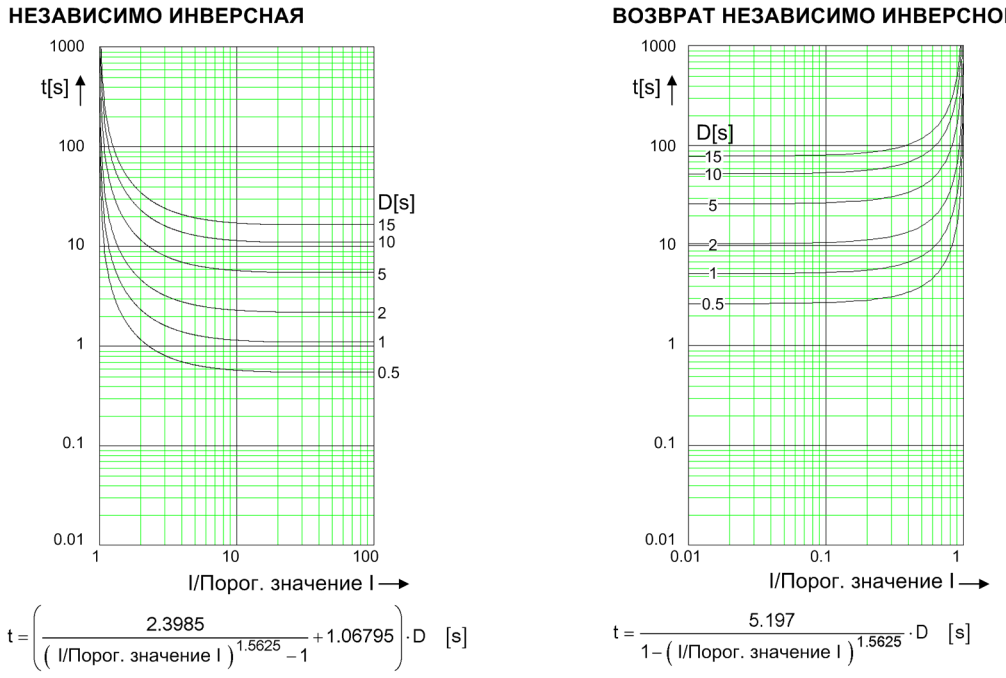
ВОЗВРАТ ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



$$t = \frac{29.1}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka3-080213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 11-12 Характеристики отключения и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE



Примечание: В формуле вместо "Порог.значение I" используется ток замыкания на землю Iз.

[dwocpka4-080213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 11-13 Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями ANSI/ IEEE

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.13 Максимальная токовая защита нулевой последовательности

11.13.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[62]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.010 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.05 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,90 до 0,99	шаг 0,01
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.
Минимальная абсолютная разность возврата

Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[63] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

62 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

63 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Измеренное через I4 значение 3I0[64], метод измерений = составляющие основной гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Измеренное через I4 значение 3I0[65], метод измерений = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.13.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[66]	1 А при 50 и 100 Iном.	0.010 А до 35.000 А	шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	0.05 А до 175.00 А	шаг 0,01 А
	1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	шаг 0,001 А
	5 А при 16 Iном	0.002 А до 8.000 А	шаг 0,001 А
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,00 до 15,00	шаг 0,01
Минимальное время характеристики		от 0,00 с до 1,00 с	Шаг 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

64 Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

65 Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

66 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

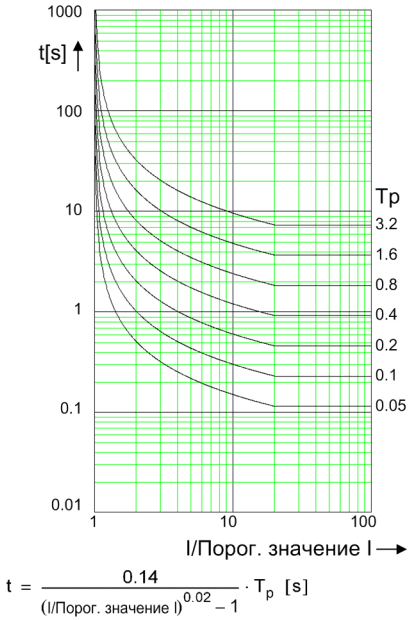
Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом МЭК

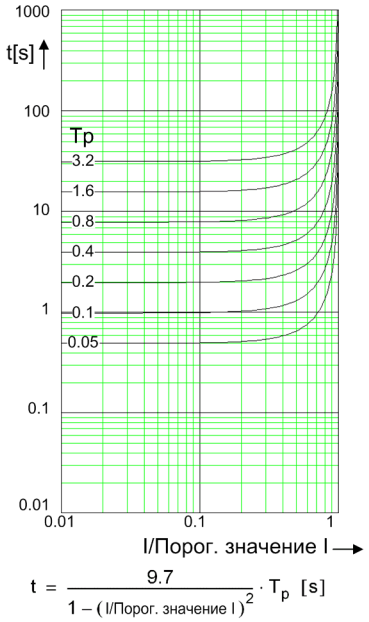
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

НОРМАЛЬНО ИНВЕРСАЯ: Тип A



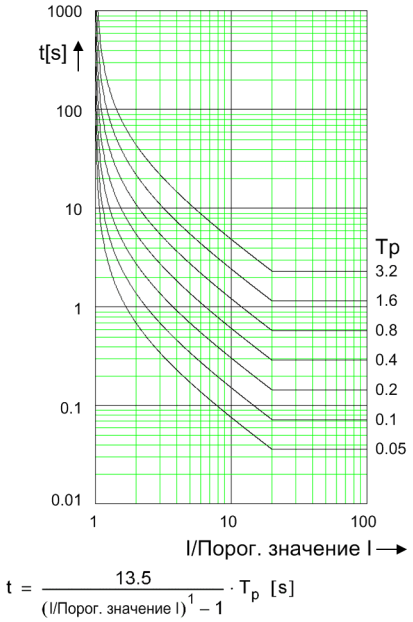
$$t = \frac{0.14}{(I/\text{Порог. значение } I)^{0.02} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип A



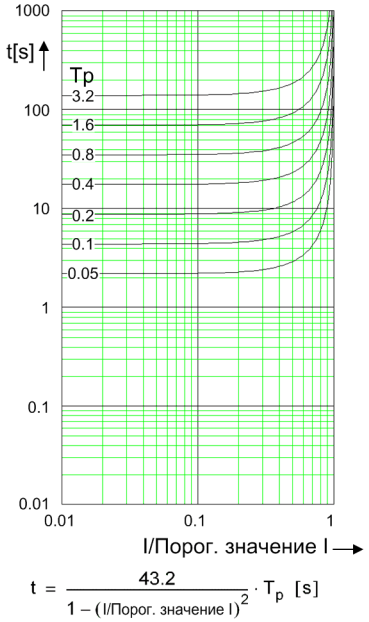
$$t = \frac{9.7}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{13.5}{(I/\text{Порог. значение } I)^{1} - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B

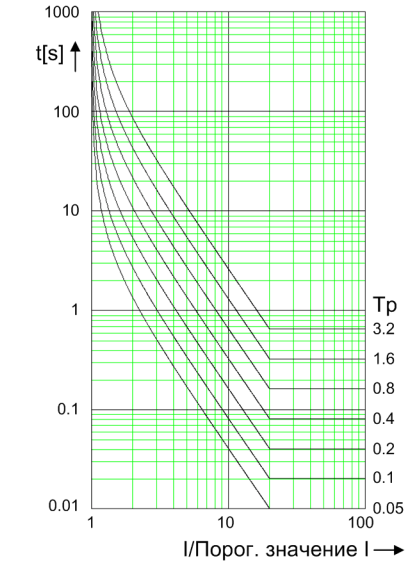


$$t = \frac{43.2}{1 - (I/\text{Порог. значение } I)^{2}} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki1-080213-01.tif, 1, ru_RU]

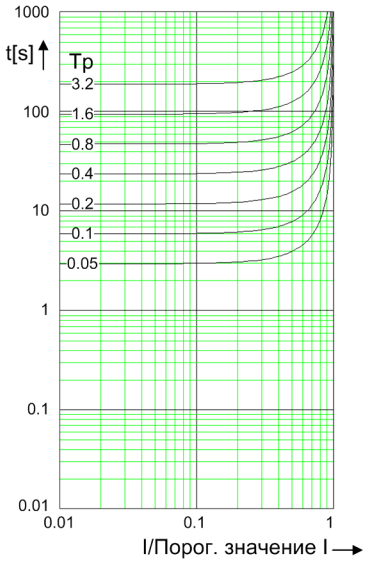
Рисунок 11-14 Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом МЭК

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип C



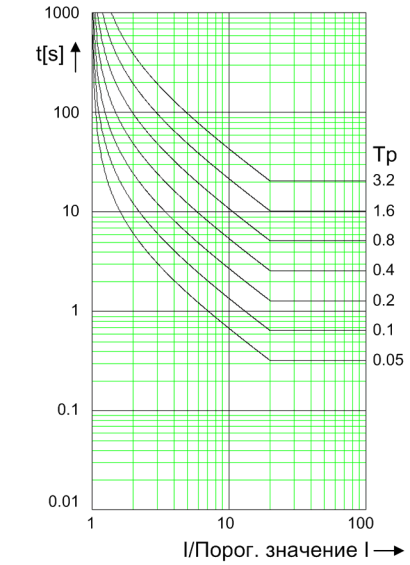
$$t = \frac{80}{\left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^2 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип C



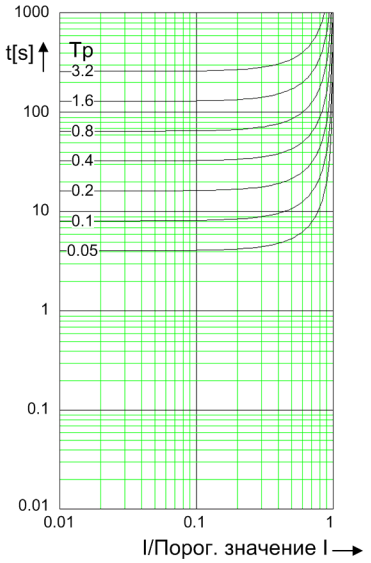
$$t = \frac{58.2}{1 - \left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^2} \cdot T_p \ [s]$$

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ: Тип B



$$t = \frac{120}{\left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^1 - 1} \cdot T_p \ [s]$$

ВОЗВРАТ ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип B



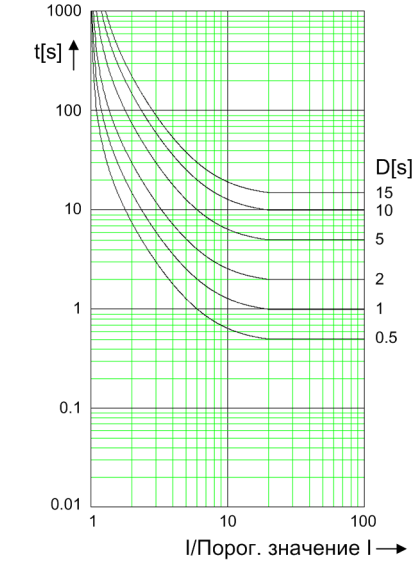
$$t = \frac{80}{1 - \left(\frac{I}{I_{Порог.\ значение}}\right)^2} \cdot T_p \ [s]$$

[dwocpki2-080213-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-15 Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом МЭК

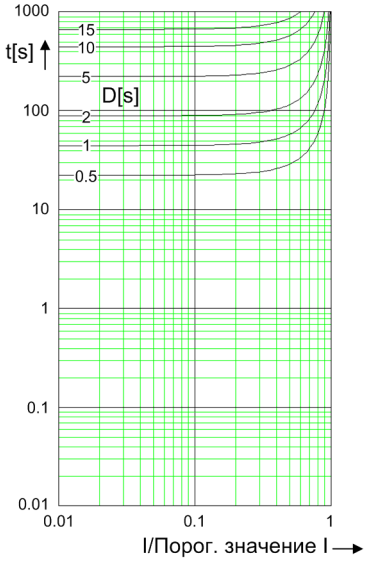
Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Нормально инверсная: Тип C



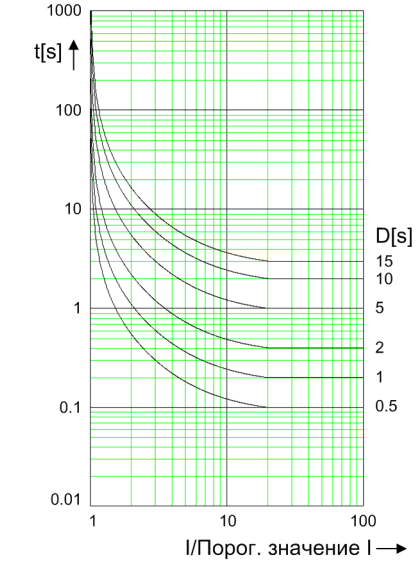
$$t = \left(\frac{44.6705}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938} - 1} + 0.8983 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ НОРМАЛЬНО ИНВЕРСНОЙ: Тип C



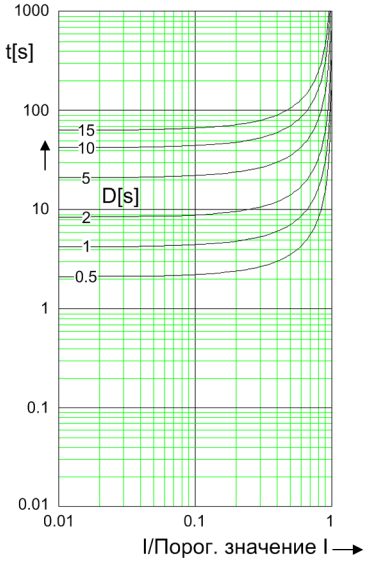
$$t = \frac{44}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2.0938}} \cdot D \quad [s]$$

КРАТКО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{1.3315}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969} - 1} + 0.16965 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ КРАТКО ИНВЕРСНОЙ

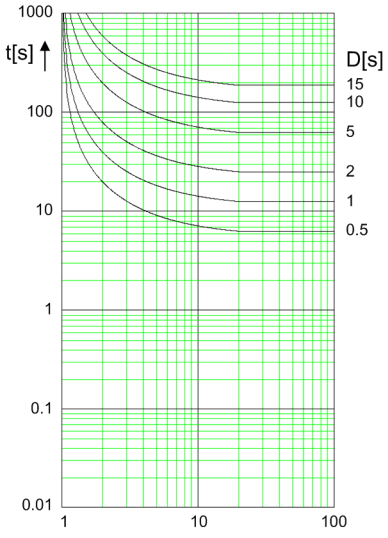


$$t = \frac{4.155}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1.2969}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka1-080213-01.tif, 2, ru_RU]

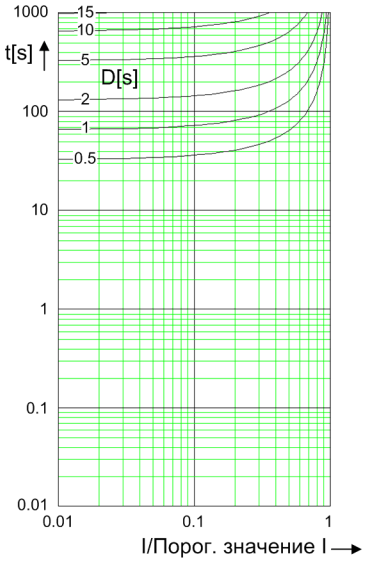
Рисунок 11-16 Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



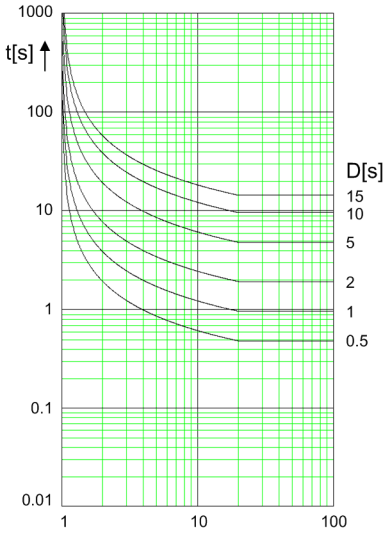
$$t = \left(\frac{28.0715}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1} - 1} + 10.9296 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ ДЛИТЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



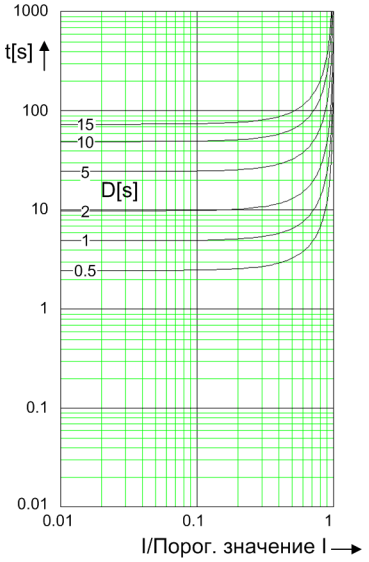
$$t = \frac{64.5}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{1}} \cdot D \quad [s]$$

УМЕРЕННО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{0.0515}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{0.02} - 1} + 0.114 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ УМЕРЕННО ИНВЕРСНОЙ

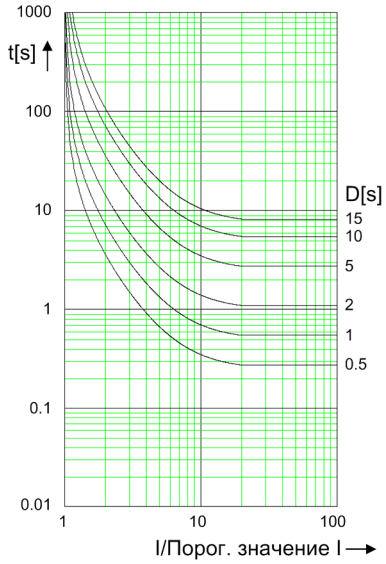


$$t = \frac{4.85}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^{2}} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka2-080213-01.tif, 2, ru_RU]

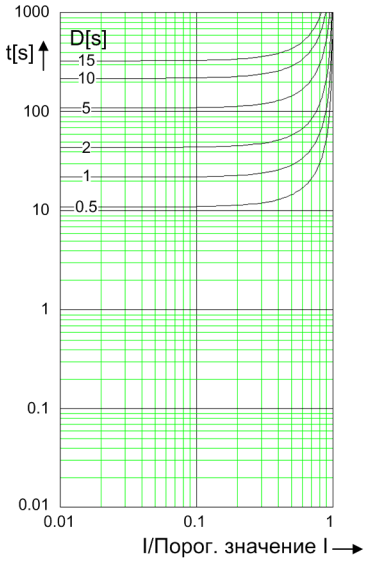
Рисунок 11-17 Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

СИЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



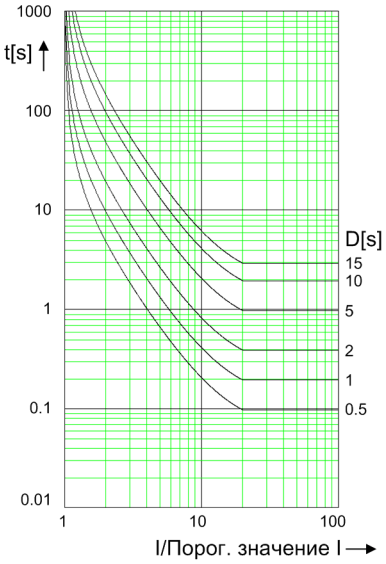
$$t = \left(\frac{19.61}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2 - 1} + 0.491 \right) \cdot D \quad [s]$$

ВОЗВРАТ СИЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



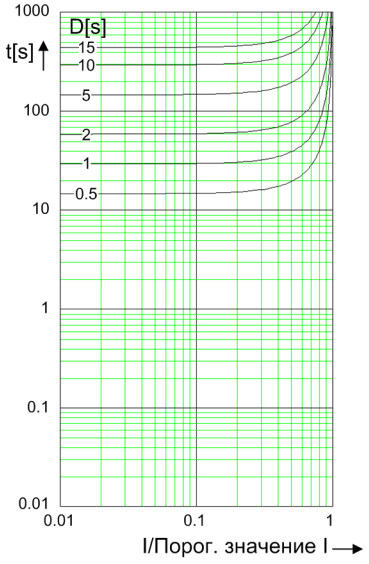
$$t = \frac{21.6}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНАЯ



$$t = \left(\frac{28.2}{\left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2 - 1} + 0.1217 \right) \cdot D \quad [s]$$

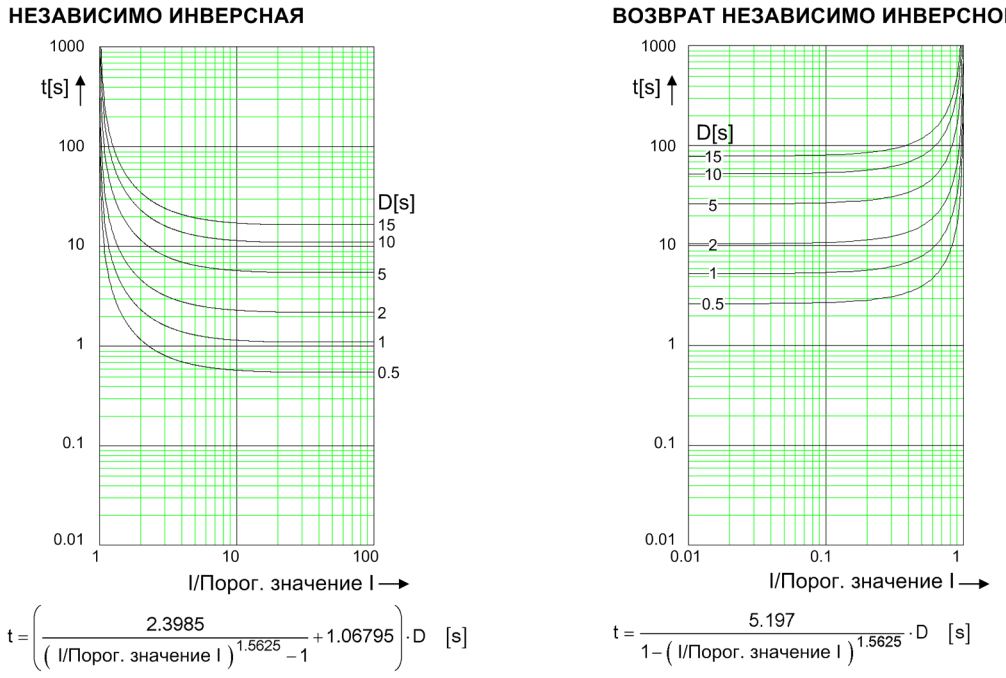
ВОЗВРАТ ПРЕДЕЛЬНО ИНВЕРСНОЙ



$$t = \frac{29.1}{1 - \left(\text{I/Порог. значение I} \right)^2} \cdot D \quad [s]$$

[dwocpka3-080213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 11-18 Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE



Примечание: В формуле вместо "Порог.значение I" используется ток замыкания на землю Is.

[dwocpka4-080213-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 11-19 Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 \text{ Гц} \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 \text{ Гц}$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 \text{ Гц}$ $f > 80 \text{ Гц}$	Активно

Погрешности

Измеренное через I4 значение 3I0[67], метод измерений = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Измеренное через I4 значение 3I0[68], метод измерений = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс

67 Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

68 Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

Время возврата при 2 ≤ I/значение уставки I ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.13.3 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.010 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.05 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.002 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Абсолютное значение пуска	1 A при 50 и 100 Iном.	0.000 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.00 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	шаг 0,01
Количество пар значений для характеристики срабатывания		от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X пользовательской характеристики срабатывания		от 1,00 о.е. до 20,00 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y пользовательской характеристики срабатывания		от 0,00 с до 999,00 с	Шаг 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата		от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X характеристики возврата		от 0,05 о.е. до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y характеристики возврата		от 0,00 с до 999,00 с	Шаг 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · порогового значения или 95 % от абсолютного значения пуска
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Измеренное через I4 значение 3I0[69], метод измерений = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Измеренное через I4 значение 3I0[70], метод измерений = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

69 Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

70 Возможно незначительное увеличение погрешности при вычислении значения 3I0, коэффициент 2

11.14 Направленная фазная МТЗ

11.14.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Угол поворота опорного напряжения		от -180° до +180°	Шаг 1°
Направленный режим		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[71]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Определение направления

Тип	С напряжениями в исправном состоянии С использованием памяти напряжений 2 с
Диапазон направления "вперед"	$U_{оп,сдв}$ ±88°
Разность возврата для диапазона вперед/назад	1°
Чувствительность при определении направления	Неограниченная при одно- и двухфазных КЗ Динамически неограниченная, неизменно при трехфазных КЗ Прибл. 13 В (линейное)

71 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 37 мс + ВСВ[72] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3% от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Выдержка времени	1 % от величины уставки или 10 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью $\tau > 100$ мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.14.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Угол поворота опорного напряжения	от -180° до +180°	Шаг 1°
Направленный режим	Вперед Назад	–
Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	–

72 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

Пороговое значение[73]	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,00 до 15,00	Шаг 0,01
Минимальное время характеристики		от 0,00 с до 1,00 с	Шаг 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Нормально инверсная: Тип A	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-8*
Сильно инверсная: Тип B	
Предельно инверсная: Тип C	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-9*
Длительно инверсная: Тип B	

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Инверсная: Тип C	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-10*
Коротко инверсная	
Длительно инверсная	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-11*
Умеренно инверсная	
Сильно инверсная	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-12*
Предельно инверсная	
Определенно инверсная	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-13*

Определение направления

Тип	С напряжениями в исправном состоянии С использованием памяти напряжений 2 с
Диапазон направления "вперед"	$U_{оп,сдв}$ ±88°
Разность возврата для диапазона вперед/назад	1°

73 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

Чувствительность при определении направления	Неограниченная при одно- и двухфазных КЗ Динамически неограниченная, неизменно при трехфазных КЗ Прибл. 13 В (линейное)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 37 мс + ВСВ[74] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3% от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Время срабатывания при 2 ≤ I/значение уставки I ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 10 мс
Время возврата при I/значение уставки I ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 10 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

74 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

11.14.3 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Значения уставок

Угол поворота опорного напряжения		от -180° до +180°	Шаг 1°
Направленный режим		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[75]	1 А при 50 и 100 Iном.	0.030 А до 35.000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	0.15 А до 175.00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1.6 Iном	0.001 А до 1.600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 16 Iном	0.005 А до 8.000 А	Шаг 0,001 А
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Определение направления

Тип	С напряжениями в исправном состоянии С использованием памяти напряжений 2 с
Диапазон направления "вперед"	$U_{оп,сдв}$ ±88°
Разность возврата для диапазона вперед/назад	1°
Чувствительность при определении направления	Неограниченная при одно- и двухфазных КЗ Динамически неограниченная, неизменно при трехфазных КЗ Прибл. 13 В (линейное)

[75] Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 37 мс + ВСВ[76] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3% от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10%)
Время срабатывания при 2 ≤ I/значение уставки I≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 10 мс
Время возврата при I/значение уставки I ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 10 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

76 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

11.15 Направленная токовая защита нулевой последовательности

11.15.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок для функции определения направления

Метод определения направления	Нулевая последовательность Обратная последовательность	–
Минимальное пороговое значение U0 или U2	от 0,150 В до 20,000 В	0,001 В
Угол поворота опорного напряжения	от -180° до 180°	1°
Диапазон направления "вперед"	от 0° до 180°	1°

Значения уставок

Направленность		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	шаг 0,001 А
Коэффициент возврата		от 0,90 до 0,99	шаг 0,01
Задержка срабатывания		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.
Минимальная абсолютная разность возврата

Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

Времена срабатывания

Максимальное время срабатывания с выдержкой времени = 0 мс	Прибл. 30 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 25 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1% от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.15.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Значения уставок для функции определения направления

Метод определения направления	Нулевая последовательность Обратная последовательность	–
Минимальное пороговое значение U0 или U2	от 0,150 В до 20,000 В	0,001 В
Угол поворота опорного напряжения	от -180° до 180°	1°
Диапазон направления "вперед"	от 0° до 180°	1°

Значения уставок

Направленность	Вперед Назад	–
Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	–

Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 A	шаг 0,001 A
Тип характеристики		Характеристики в соответствии с МЭК и ANSI	
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,00 до 15,00	шаг 0,01
Минимальное время характеристики		от 0,00 с до 1,00 с	Шаг 0,01 с
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом МЭК

Нормально инверсная: Тип A	Описание функции ненаправленной МТЗ от замыканий на землю *11.13.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени* см. на соответствующем рисунке в технических данных
Сильно инверсная: Тип B	
Предельно инверсная: тип C	
Длительно инверсная: Тип B	

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Инверсная: тип C	Описание функции ненаправленной МТЗ от замыканий на землю *11.13.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени* см. на соответствующем рисунке в технических данных
Коротко инверсная	
Длительно инверсная	
Умеренно инверсная	
Сильно инверсная	
Предельно инверсная	
Определенно инверсная	

Времена срабатывания

Максимальное время срабатывания с выдержкой времени = 0 мс	Прибл. 30 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 25 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1% от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания для 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при пороговом значении I/I ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

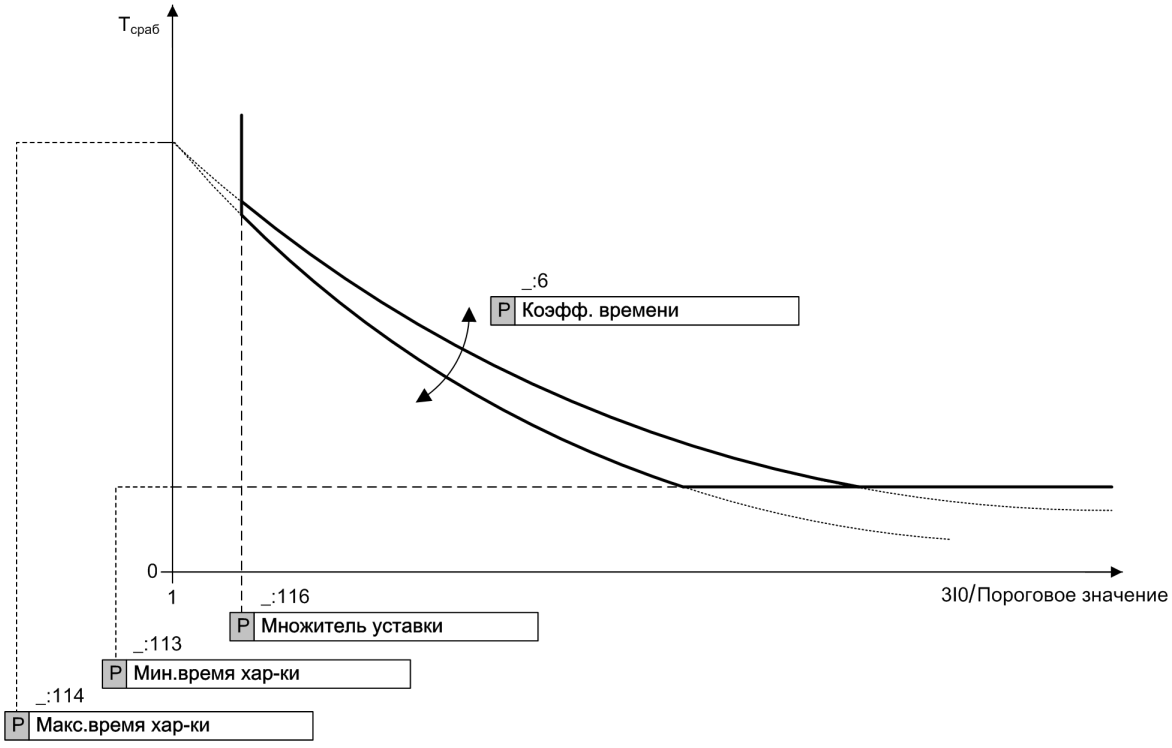
11.15.3 Ступень МТЗ с инверсной выдержкой времени с логарифмической инверсной кривой характеристики

Значения уставок для функции определения направления

Метод определения направления	Нулевая последовательность Обратная последовательность	–
Минимальное пороговое значение U0 или U2	от 0,150 В до 20,000 В	0,001 В
Угол поворота опорного напряжения	от -180° до 180°	1°
Диапазон направления "вперед"	от 0° до 180°	1°

Значения уставок

Направленность		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А
Тепловая характеристика: см. *Рисунок 11-20*			
Множитель уставки		от 1,00 до 4,00	Шаг 0,01
Коэффициент времени		от 0,000 до 60,000 с	Шаг 0,001 с
Минимальное время характеристики		от 0,000 до 60,000 с	Шаг 0,001 с
Максимальное время характеристики		от 0,000 до 60,000 с	Шаг 0,001 с
Дополнительная задержка времени		от 0,000 до 60,000 с	Шаг 0,001 с



[dwloginv-300913, 3, ru_RU]

Рисунок 11-20 Характеристика срабатывания логарифмически-инверсной характеристики

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.
Минимальная абсолютная разность возврата

Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

Времена срабатывания

Максимальное время срабатывания с выдержкой времени = 0 мс	Прибл. 30 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 25 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1% от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Обратнозависимая выдержка времени срабатывания для логарифмически инверсной характеристики выдержки времени	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Обратнозависимая выдержка времени возврата для логарифмически инверсной характеристики выдержки времени	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

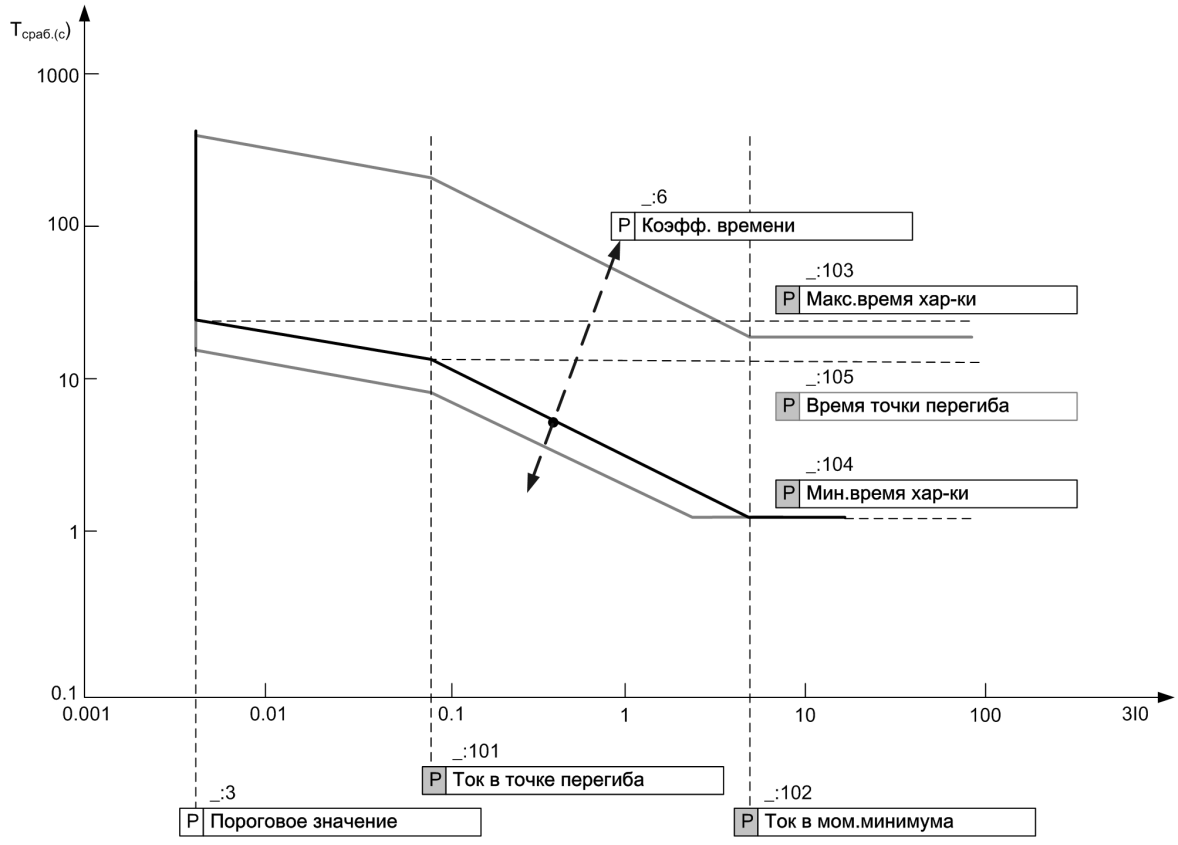
11.15.4 Ступень с характеристикой срабатывания с точкой перегиба

Значения уставок для функции определения направления

Метод определения направления		Нулевая последовательность Обратная последовательность	–
Минимальное пороговое значение U0 или U2		от 0,150 В до 20,000 В	0,001 В
Угол поворота опорного напряжения		от -180° до 180°	1°
Диапазон направления "вперед"		от 0° до 180°	1°

Значения уставок

Направленность		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	шаг 0,001 А
Характеристика срабатывания: см. *Рисунок 11-21*			
Минимальное время характеристики		от 0,00 с до 30,00 с	Шаг 0,01 с
Время точки перегиба характеристики		от 0,00 с до 100,00 с	Шаг 0,01 с
Максимальное время характеристики		от 0,00 с до 200,00 с	Шаг 0,01 с
Ток в точке перегиба		от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
Ток при минимальном значении времени характеристики		от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
Коэффициент времени		от 0,05 до 1,50	шаг 0,01



[dwdrloinkn-171013, 1, ru_RU]

Рисунок 11-21 Характеристика срабатывания для логарифмически инверсной характеристики с точкой перегиба (в примере **Пороговое значение** = ***0,004 A***)

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Максимальное время срабатывания с выдержкой времени = 0 мс	Прибл. 30 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 25 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1% от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Обратнозависимая выдержка времени срабатывания для логарифмически инверсной характеристики выдержки времени с точкой перегиба	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Обратнозависимая выдержка времени возврата для логарифмически инверсной характеристики выдержки времени с точкой перегиба	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.15.5 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Значения уставок для функции определения направления

Метод определения направления	Нулевая последовательность Обратная последовательность	–
Минимальное пороговое значение U0 или U2	от 0,150 В до 20,000 В	0,001 В
Угол поворота опорного напряжения	от -180° до 180°	1°
Диапазон направления "вперед"	от 0° до 180°	1°

Значения уставок

Направленность		Вперед Назад	–
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	шаг 0,001 А
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	шаг 0,01
Значения по оси X пользовательской характеристики срабатывания		от 1,00 до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y пользовательской характеристики срабатывания		от 0,00 с до 999,00 с	Шаг 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата		от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X характеристики возврата		от 0,05 до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y характеристики возврата		от 0,00 с до 999,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Времена срабатывания

Максимальное время срабатывания с выдержкой времени = 0 мс	Прибл. 30 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 25 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном} = 1$ А) или 25 мА ($I_{ном} = 5$ А)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1% от величины уставки или 5 мА ($I_{ном} = 1$ А) или 25 мА ($I_{ном} = 5$ А), ($f_{ном} \pm 10$ %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.} = 50$ Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном} = 1$ А) или 100 мА ($I_{ном} = 5$ А), ($f_{ном} \pm 10$ %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.} = 60$ Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном} = 1$ А) или 100 мА ($I_{ном} = 5$ А), ($f_{ном} \pm 10$ %)
Время срабатывания для $2 \le I/I$ пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при пороговом значении $I/I \le 0,90$	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Угловая погрешность расчета направления	1°

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью $\tau > 100$ мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.16 Максимальная токовая защита, 1ф

11.16.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[77]	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,15 до 175,00 A	шаг 0,01 A
Коэффициент возврата (фиксированный)		0,95	–
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 15 мс + ВСВ[78] при 50 Гц Прибл. 14 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания трансформатора	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 17 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

77 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

78 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.16.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение[79]	При $I_{ном}$ = 1 А	от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
	При $I_{ном}$ = 5 А	от 0,15 до 175,00 А	шаг 0,01 А
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

79 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, то не задавайте пороговое значение меньше, чем 0,1 $I_{ном.,втор}$.

Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

Характеристики срабатывания и возврата согласно МЭК рассматриваются в разделе Технические данные главы в подразделе Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени.

Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Характеристики срабатывания и возврата согласно ANSI/IEEE рассматриваются в разделе Технические данные главы в подразделе Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени.

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.16.3 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	шаг 0,01
Количество пар значений для характеристики срабатывания		от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X пользовательской характеристики срабатывания		от 1,00 о.е. до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y пользовательской характеристики срабатывания		от 0,00 с до 999,00 с	Шаг 0,01 с
Количество пар значений для характеристики возврата		от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X характеристики возврата		от 0,05 о.е. до 0,95 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
Значения по оси Y характеристики возврата		от 0,00 с до 999,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	95 % от 1,1 · пороговое значение
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Сброс таймера интеграции

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} < 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц $\le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80$ Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от значения уставки или 20 мА ($I_{ном.}$ = 1 A) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Время срабатывания при 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения +2 % токовой погрешности или 30 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

Характеристики срабатывания и времени возврата в соответствии с требованиями МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

11.17 Максимальная токовая защита, 1ф (Быстр. ступень)

Значения уставок

Пороговое значение	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,15 до 175,00 A	шаг 0,01 A
Коэффициент возврата (фиксированный)		от 0,90 до 0,99	шаг 0,01
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 8 мс + ВСВ[80]
Время возврата	Прибл. 25 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Погрешность срабатывания, ток	5 % уставки или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

80 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующего реле

11.18 Трехфазная МТЗ с пуском по напряжению

Значения уставок для всех типов ступеней

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,15 до 175,00 A	шаг 0,01 A
Выдержка времени		от 0,10 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Значения уставок для ступеней защиты Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени

Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	–
Коэффициент возврата для снижения напряжения[81]	от 1,01 до 1,20	шаг 0,01
Уставка снижения напряжения[81]	от 0,300 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Возврат	Эмуляция диска Мгновенный	–
Коэффициент времени	от 0,05 до 15,00	шаг 0,01

Значения уставок для ступеней защиты Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени

Напряжение удержания	от 0,300 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Линейное (междуфазное) напряжение	от 0,300 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Напряжение обратной последовательности U2	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Продолжительность времени удержания напряжения	от 0,10 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат для ступеней защиты Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	
Ток	95 % от 1,1 · пороговое значение
Напряжение[81]	105% от порогового значения
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Трансформатор напряжения [81]	150 мВ втор.

81 Значение предназначено для ступени максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени без зависимости от напряжения.

Сброс таймера интеграции ступеней защиты Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени

Мгновенный	С возвратом
Эмуляция диска	Прибл. < 0,90 · пороговое значение

Возврат для ступеней защиты Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени

Разн.возврата, полученная из параметра `Коэффициент возврата` Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току/напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Трансформатор напряжения	150 мВ втор.

Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом МЭК

Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

Характеристики срабатывания и возврата согласно МЭК рассматриваются в разделе Технические данные главы в подразделе Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени.

Характеристики срабатывания и возврата в соответствии со стандартом ANSI/IEEE

Характеристики срабатывания и возврата согласно МЭК рассматриваются в разделе Технические данные главы в подразделе Максимальная токовая защита с обратнозависимой выдержкой времени.

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)

Напряжение	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Время срабатывания для 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Переменные, влияющие на пороговые значения

Увеличение значения уставки срабатывания при переходном режиме длительностью τ > 100 мс (при методе измерений = основная гармоника)	< 5 %

11.19 Максимальная токовая защита при пуске

Значения уставок

Пороговое значение	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,1000 до 35,000 A	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,50 до 175,00 A	Шаг 0,01 A
Задержка срабатывания		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания	Примерно 120 мс + ВСВ [82]
Время возврата	Прибл. 550 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

2 Гц < f < 15 Гц	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
f ≤ 2 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f ≥ 15 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Пороговое значение f ≥ 2 Гц, $I/I_{ном}$ < 5	≤ 8 %
Выдержка времени	1 % от величины уставки или 10 мс

82 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.20 Чувствительное обнаружение замыкания на землю

11.20.1 Общие данные

Значения уставок

Время затухания U0			от 0,06 с до 0,20 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
ТТ НП - ток 1 ТТ НП - ток 2	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,15 A до 175,00 A	шаг 0,01 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	шаг 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	шаг 0,001 A
Угловая погрешность ТТ F1 Угловая погрешность ТТ F2			от 0,0° до 5,0°	Шаг 0,1

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. 25 мс + ВСВ[83] при 50 Гц Прибл. 23 мс + ВСВ при 60 Гц
Времена возврата	Прибл. 25 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10\ Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80\ Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей [84]
$f < 10\ Гц$ $f > 80\ Гц$	Активна с меньшей чувствительностью [85]

Погрешности

Токи	-3I0 через чувствительный трансформатор тока: 1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном}$ = 1,6 A) или 0,5 мА ($I_{ном}$ = 8 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
	-3I0 через трансформаторы тока класса P: 1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Напряжения	1 % от величины уставки или 0,05 В
Времена срабатывания	1 % от величины уставки или ±10 мс
Угловая погрешность расчета направления[86]	≤ 1° при 3I0 > 5 мА, U0 = 0,6 В ≤ 2° при 3I0 ≤ 5 мА, U0 = 0,6 В

83 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

84 Неактивно во время срабатывания ступени защиты от замыканий на землю

85 Неактивно во время срабатывания ступени защиты от замыканий на землю

86 Неприменимо для *11.20.4 Направленная ступень 3I0 с измерением φ(U0,3I0)*

11.20.2 Направленная ступень 3I0 с измерением Cos φ или Sin φ

Значения уставок

Метод определения направления			cos φ sin φ	–
Пороговое значение 3I0> Минимальный направленный 3I0> для определения направления	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,15 A до 175,00 A	шаг 0,01 A
	Для **чувствительного** TT, $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	шаг 0,001 A
	Для **чувствительного** TT, $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	шаг 0,001 A
Пороговое значение U0>			от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Выдержка времени при определении направления			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Угол α1 ограничения области направления Угол α2 ограничения области направления			от 1° до 15°	Шаг 1°
Корректировка φ			от -45° до 45°	Шаг 1°
Задержка отключения			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току/напряжению и 105% для минимального тока/напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Трансформатор напряжения	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 32 мс + ВСВ[87] при 50 Гц Прибл. 29 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 32 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 27 мс + ВСВ при 60 Гц

87 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.20.3 Направленная ступень от перемежающихся замыканий на землю

Значения уставок

Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,000 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,00 до 175,00 A	шаг 0,01 A
	Чувствительный ТТ для I_N	$I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,000 до 1,600 A	шаг 0,001 A
		$I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,000 до 8,000 A	шаг 0,001 A
Пороговое значение U0>			от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Макс.рабоч. U0			от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Задержка на возврат			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка отключения			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току/напряжению и 105% для минимального тока/напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Трансформатор напряжения	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 115 мс + ВСВ[88] при 50 Гц Прибл. 112 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 15 мс + ВСВ при 60 Гц

11.20.4 Направленная ступень 3I0 с измерением φ(U0,3I0)

Значения уставок

Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,15 A до 175,00 A	шаг 0,01 A
	Для **чувствительного** ТТ, I_N и $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	шаг 0,001 A
	Для **чувствительного** ТТ, I_N и $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	шаг 0,001 A
Минимальное U0> для определения направления			от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В

88 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Выдержка времени при определении направления	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Угол поворота опорного напряжения	от -180° до 180°	Шаг 1°
Сектор "Вперед" +/-	от 0° до 180°	Шаг 1°
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току/напряжению и 105% для минимального тока/напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Трансформатор напряжения	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 23 мс + ВСВ[89] при 50 Гц Прибл. 21 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 21 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 20 мс + ВСВ при 60 Гц

Погрешности

Угловая погрешность расчета направления	≤ 1° при 3I0 ≥ 10 мА, U0 = 0,6 В ≤ 2° при 2 мА < 3I0 < 10 мА, U0 = 0,6 В ≤ 3° при 3I0 ≤ 2 мА, U0 = 0,6 В

11.20.5 Направленная ступень Y0 с измерением G0 или B0 (Полная проводимость)

Значения уставок

Метод определения направления			B0 G0	–
Уставка пуска по Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф-ном}$ = 1 А	от 0,030 до 35,000 А	шаг 0,001 А
		При $I_{ф-ном}$ = 5 А	от 0,15 А до 175,00 А	шаг 0,01 А
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N-ном}$ = 1 А	Для $I_{ф-ном}$ = 1 А	от 0,001 до 35,000 А	шаг 0,001 А
		При $I_{ф-ном}$ = 5 А	от 0,001 до 175,000 А	шаг 0,001 А
	Для **чувствительного** ТТ, $I_{N-ном}$ = 5 А	Для $I_{ф-ном}$ = 1 А	от 0,005 до 35,000 А	шаг 0,001 А
		При $I_{ф-ном}$ = 5 А	от 0,005 до 175,000 А	шаг 0,001 А

89 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Пороговое значение U0>	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Пороговое значение Y0>	от 0,10 мСм до 100,00 мСм	С шагом 0,01 мСм
Выдержка времени при определении направления	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Угол α1 ограничения области направления Угол α2 ограничения области направления	от 1° до 15°	Шаг 1°
Корректировка φ	от -45° до 45°	Шаг 1°
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току/напряжению и 105% для минимального тока/напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 А) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 А)
Трансформатор напряжения	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 32 мс + ВСВ[90] при 50 Гц Прибл. 29 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 32 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 27 мс + ВСВ при 60 Гц

Погрешности

Полная проводимость	1 % от величины уставки или 0,05 мСм ($I_{ном}$ = 1,6 А) или 0,25 мСм ($I_{ном}$ = 8 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)

11.20.6 Ненаправленная ступень U0 для напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения

Значения уставок

Пороговое значение[91]	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка пуска	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01

90 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

91 Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **действующее значение**.

U < фаз.напр.при повр.	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
U> фаз.напр.неповр.	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Прибл. 25 мс + ВСВ[92] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	Прибл. 45 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 39 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Прибл. 20 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 16,6 мс + ВСВ при 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	Прибл. 31,06 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 27,06 мс + ВСВ при 60 Гц

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.20.7 Ненаправленная ступень 3I0

Значения уставок

Метод измерения			Основная гармоника Действующее значение	
Пороговое значение 3I0>	Для трансформаторов тока класса P	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,15 A до 175,00 A	шаг 0,01 A
	Чувствительный трансформатор тока $I_{N\text{-}ном}$ = 1 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,001 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,001 до 175,000 A	шаг 0,001 A
	Чувствительный трансформатор тока $I_{N\text{-}ном}$ = 5 A	Для $I_{ф\text{-}ном}$ = 1 A	от 0,005 до 35,000 A	шаг 0,001 A
		При $I_{ф\text{-}ном}$ = 5 A	от 0,005 до 175,000 A	шаг 0,001 A
Задержка пуска			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка отключения			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

92 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Возврат

Большая разность возврата (= | **Значение пуска – значение возврата** |) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[93] при 50 Гц Прибл. 23 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс
Время возврата	Прибл. 25 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц

11.20.8 Ненаправленная ступень Y0

Значения уставок

Порог. значение U0>	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Порог. значение Y0>	от 0,10 мСм до 100,00 мСм	С шагом 0,01 мСм
Задержка пуска	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка срабатывания	от 0,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= | **Значение пуска – значение возврата** |) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 32 мс + ВСВ[94] при 50 Гц Прибл. 29 мс + ВСВ при 60 Гц
Увеличение времени срабатывания при использовании функции обнаружения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

93 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

94 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Время возврата	Прибл. 32 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 27 мс + ВСВ при 60 Гц

Рабочий диапазон тока

Минимальное пороговое значение 3I0 для расчета Y0	Для трансформаторов тока класса P	30 мА втор. $I_{ном}$ = 1 A
		150 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
	Чувствительный ТТ	1 мА втор. $I_{ном}$ = 1 A
		5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Погрешности

Полная проводимость	1 % от величины уставки или 0,05 мСм ($I_{ном}$ = 1,6 A) или 0,25 мСм ($I_{ном}$ = 8 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)

11.21 Минимальная токовая защита

Значения уставок

Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	–
Пороговое значение I<	1 A при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 A	Шаг 0,001 A
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 25 мс + ВСВ[95] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 25 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

95 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу «Релейные выходы»

Погрешности

Токи, метод измерения = основная гармоника	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Токи, метод измерения = действующее значение (33% от гармоники, по отношению к основной гармонике)	
До 30-й гармоники	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 50 Гц	3 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
До 50-й гармоники, $f_{ном.}$ = 60 Гц	4 % от величины уставки или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.22 Защита минимального напряжения для трехфазного напряжения

Значения уставок для ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

Измеренное значение	Фаза-фаза Фаза-земля	
Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	
Режим пуска	1 из 3 3 из 3	
Пороговое значение[96]	от 0,300 В до 340,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 с до 300,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01

Значения уставок для ступени максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени

Измеренное значение	Фаза-фаза Фаза-земля	
Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	
Режим пуска	1 из 3 3 из 3	
Значение срабатывания	от 0,300 В до 340,000 В	Шаг 0,001 В
Коэффициент пуска	от 1,00 до 1,20	Шаг 0,01
Постоянная характеристики k	от 0,00 до 300,00	Шаг 0,01
Постоянная характеристики α	от 0,010 до 5,000	Шаг 0,001
Постоянная характеристики c	от 0,000 до 5,000	Шаг 0,001
Коэффициент времени	от 0,05 до 15,00	Шаг 0,01
Дополнительная задержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Время возврата	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Характеристика срабатывания для ступени максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени

$$T_{\text{сраб}} = T_{\text{инв}} + T_{\text{Доп.}}$$

Где

$T_{\text{сраб}}$ Задержка срабатывания

$T_{\text{инв}}$ Инверсная выдержка времени

$T_{\text{доп}}$ Дополнительная задержка времени (параметр **`Доп.задержка врем.`**)

$$T_{\text{инв}} = T_{\text{p}} \left(\frac{k}{\left(\frac{U}{U_{\text{порог.}}} \right)^{\alpha} - 1} + c \right) [c]$$

Где

$T_{\text{инв}}$ Инверсная выдержка времени

96 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, не следует задавать порог меньше 10 В.

T_p	Коэффициент времени (параметр **Коэфф. времени**)
U	Измеренное напряжение
$U_{порог}$	Пороговое значение (параметр **Пороговое значение**)
k	Постоянная характеристики k (параметр **Пост.хар-ки k**)
α	Постоянная характеристики α (параметр **Пост.хар-ки α**)
c	Постоянная характеристики c (параметр **Пост.хар-ки c**)

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[97] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности для ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Погрешности для ступени максимальной токовой защиты с обратнозависимой выдержкой времени

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Время срабатывания для 1,2 ≤ Пороговое значение U/U ≤ 20	5% от величины уставки или 30 мс
Задержка времени возврата	1 % от величины уставки или 10 мс

97 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.23 Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности

Значения уставок

Метод измерения	Действующее значение Основная гармоника Основная гармоника со временем фильтрации 2 периода	
Блокировка при неисправностях в цепях напряжения	Да Нет	
Определение поврежденной фазы при замыканиях на землю	Да Нет	
Пороговое значение[98]	от 0,300 В до 340,000 В	шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка пуска	от 0,00 с до 320,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	шаг 0,01
U < фаз.напр.при повр.	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
U> фаз.напр.неповр.	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Прибл. 25 мс + ВСВ[99] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	Прибл. 45 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 39 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	
Стандартный фильтр, истинное среднеквадратичное значение	Прибл. 20 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 17 мс + ВСВ при 60 Гц
Окно фильтрации 2 периода	Прибл. 31 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 27 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться

98 Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **действующее значение**.

99 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.24 Защита от повышения напряжения прямой последовательности

Значения уставок

Пороговое значение	от 0,300 В до 200,000 В	шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[100] при 50 Гц Примерно 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[100] ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.25 Защита от повышения напряжения обратной последовательности

Уставки функции

Измерительное окно	от 1 до 10 циклов	Шаг 1 цикл

Значения уставок

Значение пуска U2	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Времена пуска	От 55 до 210 мс + ВСВ [101] (зависит от длины измерительного окна) при 50 Гц от 48 мс до 185 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 60 Гц
Время возврата	от 20 мс до 70 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна)

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Защита выводится из работы

Погрешности

Напряжения	0,50 % от величины уставки или 0,050 В
Выдержки времени	1,00 % от величины уставки или 10 мс

101 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

11.26 Защита от повышения напряжения с контролем отношения напряжения ОП к напряжению ПП

Уставки функции

Измерительное окно	от 1 до 10 циклов	Шаг 1 цикл
Минимальное напряжение U1	от 0,300 В до 60,000 В	шаг 0,001 В

Значения уставок для типов ступеней

Значение пуска U2/U1	от 0,50 % до 100,00 %	С шагом 0,01 %
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= | **Значение пуска – значение возврата** |) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Времена пуска	От 55 до 210 мс + ВСВ[102] (зависит от длины измерительного окна) при 50 Гц от 48 мс до 190 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 60 Гц
Времена возврата	от 22 мс до 55 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 50 Гц от 18 мс до 45 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Напряжения	0,50 % от величины уставки или 0,050 В
Выдержки времени	1,00 % от величины уставки или 10 мс

102 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

11.27 Защита от повышения напряжения

Значения уставок

Измеряемое значение[103]	Измеряемое фазное напряжение U_A Измеряемое фазное напряжение U_B Измеренное фазное напряжение U_C Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Вычисляемое напряжение U0	
Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	
Пороговое значение[104]	от 0,300 В до 340,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[105] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

103 Параметр Измеряемое значение не показан, если функция **Защита от повышения напряжения** используется в функциональной группе 1-фазных измерений.

104 Если выбран **Метод измерений** = **Действующее значение**, не следует задавать порог меньше 10 В.

105 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.28 Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения

Значения уставок для ступени защиты от снижения напряжения с независимой выдержкой времени

Измеренное значение		Фаза-фаза Фаза-земля	
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	
Токовый критерий		Вкл. Выкл.	
Пороговое значение I>	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Пороговое значение[106]		от 0,300 В до 175,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата		от 1,01 до 1,20	Шаг 0,01

Значения уставок для ступени защиты от снижения напряжения с обратнозависимой выдержкой времени

Измеренное значение		Фаза-фаза Фаза-земля	
Метод измерения		Основная гармоника Действующее значение	
Токовый критерий		Вкл. Выкл.	
Пороговое значение I>	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Пороговое значение		от 0,300 В до 175,000 В	Шаг 0,001 В
Коэффициент пуска		от 0,80 до 1,00	Шаг 0,01
Постоянная характеристики k		от 0,00 до 300,00	Шаг 0,01
Постоянная характеристики α		от 0,010 до 5,000	Шаг 0,001
Постоянная характеристики c		от 0,000 до 5,000	Шаг 0,001
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	Шаг 0,01
Дополнительная задержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Время возврата		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Характеристика срабатывания

$T_{сраб}=T_{инв}+T_{доп}$

Где:

$T_{сраб}$ Задержка срабатывания

$T_{инв}$ Инверсная выдержка времени

$T_{доп}$ Дополнительная задержка времени (параметр **`Доп.задержка врем.`**)

106 Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **действующее значение**.

$$T_{инв} = T_p \left(\frac{k}{1 - \left(\frac{U}{U_{Уставка}} \right)^{\alpha}} + c \right) [c]$$

[fo_UVP3ph_inverse, 2, ru_RU]

Где

$T_{инв}$	Инверсная выдержка времени
T_p	Коэффициент времени (параметр **Коэфф. времени**)
U	Измеренное снижение напряжения
$U_{Уставка}$	Пороговое значение (параметр **Пороговое значение**)
k	Постоянная характеристики k (параметр **Пост.хар-ки k**)
a	Постоянная характеристики α (параметр **Пост.хар-ки α**)
c	Постоянная характеристики c (параметр **Пост.хар-ки c**)

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 25 мс + ВСВ[107] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Неактивно, поддерживается; Возврат пуска, вызванного блокировкой или превышением измеряемой величиной порогового значения возврата

Погрешности для ступени защиты от снижения напряжения с независимой выдержкой времени

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном.}$ = 5 А, $f_{ном.}$ ± 10 %), действительны для трансформаторов тока класса P
	1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном.}$ = 1,6 А) или 0,5 мА ($I_{ном.}$ = 8 А, $f_{ном.}$ ± 10 %), действительны для измерительных трансформаторов

[107] ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Погрешности для ступени защиты от снижения напряжения с обратнозависимой выдержкой времени

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном.}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном.}$ = 5 А, $f_{ном.}$ ± 10 %), действительны для трансформаторов тока класса P
	1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном.}$ = 1,6 А) или 0,5 мА ($I_{ном.}$ = 8 А, $f_{ном.}$ ± 10 %), действительны для измерительных трансформаторов
Время срабатывания для $0 < U/U_{пор} < 0,9$	5 % от величины уставки или 30 мс
Задержка времени возврата	1 % от величины уставки или 10 мс

11.29 Защита минимального напряжения прямой последовательности

Значения уставок

Пороговое значение		от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата		от 1,01 до 1,20	Шаг 0,01
Токовый критерий		Вкл. Выкл.	
Пороговое значение I>	$I_{ном}$= 1 A	от 0,030 A до 10,000 A	Шаг 0,001 A
	$I_{ном}$= 5 A	от 0,15 до 50,00 A	Шаг 0,01 A

Возврат

Большая разность возврата (= | **Значение пуска – значение возврата** |) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.

Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 25 мс + ВСВ[108] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Неактивно, поддерживается; Возврат пуска, вызванного блокировкой или превышением измеряемой величиной порогового значения возврата

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %) действительно для трансформаторов тока класса P
	1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном}$ = 1,6 A) или 0,5 мА ($I_{ном}$ = 8 A), ($f_{ном}$ ± 10 %) действительно для измерительных трансформаторов
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

108 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.30 Защита минимального напряжения

Значения уставок

Измеренное значение	Измеряемое фазное напряжение U_A Измеряемое фазное напряжение U_B Измеренное фазное напряжение U_C Измеряемое линейное напряжение U_{AB} Измеряемое линейное напряжение U_{BC} Измеряемое линейное напряжение U_{CA} Вычисляемое линейное напряжение U_{AB} Вычисляемое линейное напряжение U_{BC} Вычисляемое линейное напряжение U_{CA} Вычисляемое напряжение U0	
Метод измерения	Основная гармоника Действующее значение	
Пороговое значение[109]	от 0,300 В до 340,000 В	Шаг 0,001 В
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 1,01 до 1,20	Шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по напряжению и 105% для минимального напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ[110] при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Неактивно, поддерживается; Возврат пуска, вызванного блокировкой или превышением измеряемой величиной порогового значения возврата

Погрешности

Напряжения	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

[109] Запрещается вводить значение уставки меньше 10 В, если выбран **метод измерений** = **действующее значение**.

[110] ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.31 Защита реактивной мощности с контролем снижения напряжения

Значения уставок

Пороговое значение	Мощность Q	от 1,00 % до 200,00 %	С шагом 0,01 %
	Напряжение ступени защиты	от 3,000 до 175,000	Шаг 0,001 В
	Напряжение ступени повторного включения	от 3,000 до 340,000 В	Шаг 0,001 В
Порог тока срабатывания I_1	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 А до 10,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 50,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А
Задержка срабатывания		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Выдержка времени срабатывания ступени повторного включения		от 0,00 с до 3600,00 с	Шаг 0,01 с

Коэффициент возврата

Ступень защиты	
Поток реактивной мощности Q	Прибл. 0,95
Напряжение	Прибл. 1,02
Ток возврата	Прибл. 0,95

Ток срабатывания	
Напряжение	Прибл. 0,98
Ток возврата	Прибл. 0,95

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 55 мс + ВСВ[111] при 50 Гц Прибл. 45 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 55 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 45 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Погрешности

Ток I_1	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А)
Напряжение	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Мощность Q	0,5 % $S_{ном}$ ± 3 % от величины уставки ($S_{ном}$: номинальная полная мощность)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс
Выдержка времени повторного включения	1 % от величины уставки или 10 мс

111 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

11.32 Защита от скачка вектора

Значения уставок

Уставка U1 мин.	от 0,300 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Уставка U1 макс.	от 0,300 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Уставка по Δφ	от 2,0° до 30,0°	Шаг 0,1°
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
T возвр.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
T блок.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Уставка I<	от 0,030 А до 35,000 А при 1 А от 0,150 А до 175,000 А при 5 А	шаг 0,001 А

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. 80 мс + ВСВ [112]при 50 Гц Прибл. 66,8 мс + ВСВ при 60 Гц
Времена возврата	Прибл. 80 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 66,8 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$f_{ном}$ - 3 Гц ≤ f или $f_{ном} \leq f_{ном}$ + 3 Гц	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$f < f_{ном}$ - 3 Гц или $f > f_{ном}$ + 3 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Скачок угла	0,5° при $U > 0,5\ U_{ном}$
Блокировка по напряжению	1 % от величины уставки или 0,500 В
Срабатывание минимальной токовой защиты	При $I_{ном}$ = 1 А: 1 % от значения уставки или 10 мА При $I_{ном}$ = 5 А: 1 % от значения уставки или 50 мА
Выдержки времени T	1 % или 10 мс

112 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительная задержка используемого выхода. Дополнительная информация приведена в главе *11.1.4 Выходные реле*.

11.33 Защита от постоянного тока/постоянного напряжения

Значения уставок

Пороговое значение срабатывания	Уставки **Верх.пред.коэф.транс.** и **Нижн.пред.коэф.транс.** показывают диапазон порогового значения.	шаг 0,01
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. от 80 до 90 + ВСВ[113] при 50 Гц Примерно от 75 до 84 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Времена возврата	Примерно от 80 до 90 мс + ВСВ при частоте 50 Гц Примерно от 75 до 84 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Погрешности

Пороговое значение срабатывания	Быстр. вход МТ представляет собой токовый вход.	1 % от значения уставки или 0,1 мА
	Быстр. вход МТ представляет собой вход напряжения.	1 % от задаваемого значения уставки или 0,1 В
Задержка срабатывания		1 % от величины уставки или 10 мс

Диапазон рабочих частот

Все диапазоны частот	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям

113 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.34 Защита по частоте f>

Значения уставок

Величины срабатывания f>	от 40,00 Гц до 70,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Разн.возврата	от 20 мГц до 2000 мГц	С шагом 10 мГц
Выдержки времени T	от 0,00 с до 600,00 с	Шаг 0,01 с
Мин. напряжение	от 3,000 В до 175,000 В	Шаг 0,001 В

Времена срабатывания

Времена срабатывания f>	Метод разности углов	
	50 Гц 60 Гц	Прибл. 70 мс + ВСВ[114] Прибл. 60 мс + ВСВ
	Метод фильтрации	
	50 Гц 60 Гц	Прибл. 79 мс + ВСВ Прибл. 65 мс + ВСВ
Времена возврата f>	от 60 мс до 80 мс	

Возврат

Частота	Конфигурируемая разность возврата
Мин. напряжение	
Большая разность возврата (= | **Значение пуска – пороговое значение возврата** |) из следующих 2 критериев:	
Разн.возврата, полученная из Коэффициент возврата	105 % для параметра **Мин. напряжение**
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ вторичная

Рабочие диапазоны

Диапазон напряжения	от 5 В до 230 В (линейное)	
Диапазон частот	Метод разности углов	от 10 до 80 Гц
	Метод фильтрации	от 25 Гц до 80 Гц

Погрешности

Частота f>	
$f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц	± 5 мГц при U = $U_{ном}$
$f_{ном}$ - 3,0 Гц < f < $f_{ном}$ + 3,0 Гц	± 10 мГц при U = $U_{ном}$
Выдержки времени T(f>)	1 % от величины уставки или 10 мс
Мин. напряжение	1 % от величины уставки или 0,5 В

114 ВСВ (Время срабатывания выхода): Дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.35 Защита минимальной частоты

Значения уставок

Величины срабатывания f<	от 40,00 Гц до 70,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Разн.возврата	от 20 мГц до 2000 мГц	С шагом 10 мГц
Выдержки времени T	от 0,00 с до 600,00 с	Шаг 0,01 с
Мин. напряжение	от 3,000 В до 175,000 В	шаг 0,001 В

Времена срабатывания

Времена срабатывания f<	Метод разности углов	
	50 Гц 60 Гц	Прибл. 70 мс + ВСВ[115] Прибл. 60 мс + ВСВ
	Метод фильтрации	
	50 Гц 60 Гц	Прибл. 65 мс + ВСВ Прибл. 54 мс + ВСВ
Времена возврата f<	от 60 мс до 80 мс	

Возврат

Частота	Конфигурируемая разность возврата
Мин. напряжение	
Большая разность возврата (= | **Значение пуска – пороговое значение возврата** |) из следующих 2 критериев:	
Разн.возврата, полученная из Коэффициент возврата	105 % для параметра **Мин. напряжение**
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ вторичная

Рабочие диапазоны

Диапазон напряжения	от 5 В до 230 В (линейное)	
Диапазон частот	Метод разности углов	от 10 до 80 Гц
	Метод фильтрации	от 25 Гц до 80 Гц

Погрешности

Частота f<	
$f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц	± 5 мГц при U = $U_{ном}$
$f_{ном}$ - 3,0 Гц < f < $f_{ном}$ + 3,0 Гц	± 10 мГц при U = $U_{ном}$
Выдержка времени T(f<)	1 % от величины уставки или 10 мс
Мин. напряжение	1 % от величины уставки или 0,5 В

115 ВСВ (Время срабатывания выхода): Дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.36 Защита по скорости изменения частоты

Уставки функции

Мин. напряжение	от 3,000 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Измерительное окно	от 2 до 5 периодов	С шагом 1 период

Значения уставок для типов ступеней

Пороговое значение	от 0,100 Гц/с до 20,000 Гц/с	С шагом 0,025 Гц/с
Разн.возврата	от 0,02 Гц/с до 0,99 Гц/с	С шагом 0,01 Гц/с
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Частота	Конфигурируемая разность возврата
Мин. напряжение	
Большая разность возврата (= | **Значение пуска – пороговое значение возврата** |) из следующих 2 критериев:	
Разн.возврата, полученная из Коэффициент возврата	105 % для параметра **Мин. напряжение**
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ вторичная

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 160 мс + ВСВ[116] до 220 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 50 Гц Примерно 140 мс + ВСВ до 200 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 60 Гц
Время возврата	Примерно 160 мс + ВСВ до 220 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 50 Гц Примерно 140 мс + ВСВ до 200 мс + ВСВ (зависит от длины измерительного окна) при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Защита выводится из работы

116 ВСВ (Время срабатывания выхода): Дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Пороговое значение, измерительное окно > 3 периодов	Примерно 3 % или 0,060 Гц/с
Пороговое значение, измерительное окно ≤ 3 периодов	Примерно 5 % или 0,060 Гц/с
Мин. напряжение	1 % от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Функциональное измеряемое значение

Величина	**Описание**
df/dt	Рассчитанная скорость изменения частоты

11.37 Защита от ненормальной частоты

Значения уставок

Значения срабатывания для частоты	от 20,00 до 80,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Разн.возврата	от 20 мГц до 2000 мГц	С шагом 10 мГц
Время бестоковой паузы	от 0,00 с до 200,00 с	Шаг 0,01 с
Максимальное суммарное время	от 0,00 мин до 60000,00 мин	С шагом 0,01 мин
Продолжительность	от 0,00 с до 1000,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Времена пуска	50 Гц	Прибл. 110 мс + ВСВ [117]
	60 Гц	Прибл. 93 мс + ВСВ
Значения времени бестоковой паузы	50 Гц	Прибл. 110 мс + ВСВ
	60 Гц	Прибл. 93 мс + ВСВ

Возврат

Большая разность возврата (= |Значение пуска – пороговое значение возврата|) из следующих 2 критериев:

Пороговое значение возврата для верхнего предела частоты	Пороговое значение возврата = Макс. (**Верх. пред. знач. частоты** + **Возврат дифф.защиты**, **Верх. пред. знач. частоты** · 1,0003)
Пороговое значение возврата для нижнего предела частоты	Пороговое значение возврата = Мин. (**Нижн.пред.знач.частоты** + **Возврат дифф.защиты**, **Нижн.пред.знач.частоты** · 0,9997)

Рабочий диапазон

Диапазон частот	от 10 до 80 Гц

Погрешности

Верхний предел частоты	±5 мГц при U = $U_{ном}$, $f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц ±10 мГц при U = $U_{ном}$, 20 Гц < f < 80 Гц
Нижний предел частоты	±5 мГц при U = $U_{ном}$, $f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц ±10 мГц при U = $U_{ном}$, 20 Гц < f < 80 Гц

[117] ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительная задержка используемого выхода. Дополнительная информация приведена в главе *11.1.4 Выходные реле*.

11.38 Мгновенное отключение при включении на КЗ

Значения уставок

Задержка отключения	от 0,00 с до 60,00 с	С шагом 0,01 с

Погрешности

Времена срабатывания	< 1 % от величины уставки или 10 мс

11.39 Автоматическая частотная разгрузка

Уставки функции

Мин. напряжение	от 0,300 о.е. до 0,900 о.е.	С шагом 0,001 о.е.
Минимальный ток	от 0,020 о.е. до 0,200 о.е.	С шагом 0,001 о.е.
Угол сдвига фаз	от -30° до 30°	Шаг 1°
Прямое направление мощности	уставка инв. на нейтр.pnt TT уставка сумм. на нейтр.pnt TT	
Пороговое значение для скорости нарастания df/dt или скорости падения df/dt	от 0,1 Гц/с до 20,0 Гц/с	С шагом 0,1 Гц/с
окно измерения df/dt	от 2 до 5 периодов	С шагом 1 период
Разн.возврата df/dt	от 0,02 Гц/с до 0,99 Гц/с	С шагом 0,10 Гц/с
f < показания счетчика стабилизации	от 1 до 20	Шаг 1

Значения уставок для ступени

Пороговое значение срабатывания	от 40,00 Гц до 70,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Разн.возврата	от 20 мГц до 2000 мГц	С шагом 10 мГц
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Времена срабатывания со счетчиком стабилизации = 6	Прибл. 85 мс + ВСВ[118] при 50 Гц Прибл. 80 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 80 мс + ВСВ при 50 Гц Около 75 мс + ВСВ при 60 Гц

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Возврат	
Частота	0,01 Гц
скорость нарастания df/dt или скорость падения df/dt	0,1 Гц/с
Напряжение U1	105% от порогового значения
Ток I1	105% от порогового значения при φ ≤ 0 95,23% от порогового значения при φ > 0
Угол сдвига фаз	1°
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Трансформатор напряжения	150 мВ втор.

118 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующего реле

Погрешности

Частота f<	
$f_{ном}$ - 0,20 Гц < f < $f_{ном}$ + 0,20 Гц	± 5 мГц при U = $U_{ном}$
$f_{ном}$ - 3,0 Гц < f < $f_{ном}$ + 3,0 Гц	± 10 мГц при U = $U_{ном}$
df/dt, измерительное окно > 3 периодов	Примерно 3 % или 0,06 Гц/с
df/dt, измерительное окно ≤ 3 периодов	Примерно 5 % или 0,06 Гц/с
Мин. напряжение	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
Минимальный ток	1 % от значения уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 А, $f_{ном}$ ± 10 %)
Угол сдвига фаз	1°
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Диапазон рабочих частот

0,9 ≤ f/$f_{ном}$ ≤ 1,1	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

11.40 Защита от перевозбуждения

Значения уставок

Пороговое значение (Характеристика срабатывания зависит от уставки)		$\frac{U/U_{ном}}{f/f_{ном}}$	от 1,00 до 1,20	Шаг 0,01
Пороговое значение (Характеристика срабатывания не зависит от уставки)		$\frac{U/U_{ном}}{f/f_{ном}}$	от 1,00 до 1,40	Шаг 0,01
Выдержка времени (задержка выдачи предупреждающей сигнализации и задержка отключения)			от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Пары значений характеристики срабатывания			от 2 до 30	
	Диапазоны значений	Напр./част.	от 1,00 о.е. до 10,00 о.е.	С шагом 0,01 о.е.
		t	от 0 с до 100000 с	С шагом 1 с
Время охлаждения тепловой модели			от 0 с до 100000 с	С шагом 1 с

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:2311:322) U/f	Значение, рассчитанное по напряжению и частоте.
(_:13591) Тепл.хар-ка	Интегральная величина нагрева в %. Если величина достигает 100 %, происходит отключение.

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Время работы

Времена срабатывания/времена возврата		
Время срабатывания при частоте	50 Гц	60 Гц
Минимальное	33 мс + ВСВ[1]	30 мс + ВСВ[119]
Время возврата	10 мс + ВСВ[1]	10 мс + ВСВ[1]

Коэффициенты возврата

Предупреждение, отключение (независимая ступень)	Прибл. 0,98

Характеристика срабатывания

Тепловая модель	Настройки по умолчанию относятся к следующей характеристике срабатывания *Рисунок 11-22*

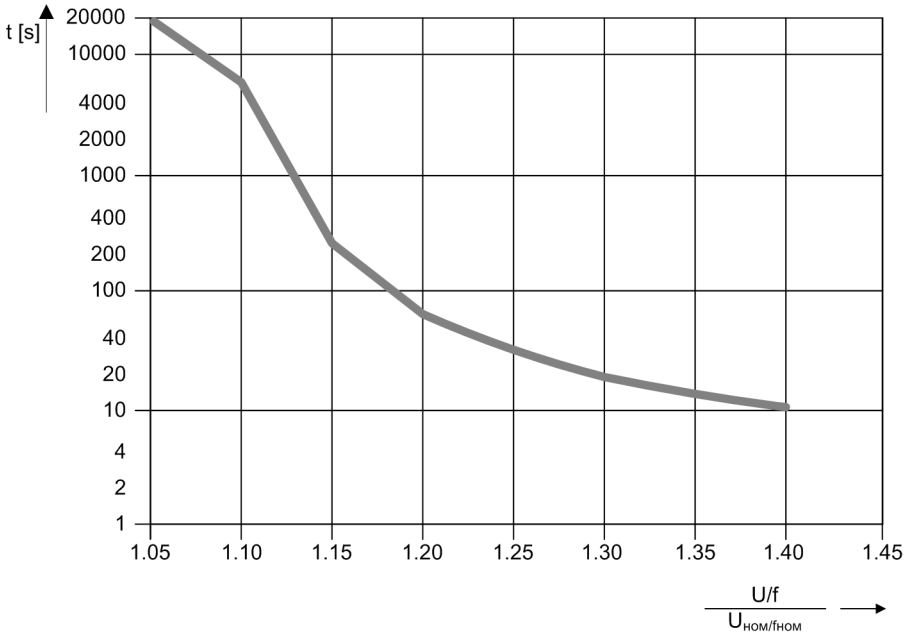
119 См. описание функций защиты, например, МТЗ

Погрешности

Срабатывание U/f	2 % от значения уставки
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс (минимум 1,5 периода)
Тепловая модель	5 % на основе U/f ± 600 мс
Точность измерения напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,5 В в диапазоне fном ± 10 %
Точность измерения частоты	1,0 % от величины уставки или 1,0 Гц в диапазоне частот от 10 Гц до 80 Гц

Влияющие количества

Внешнее постоянное напряжение в диапазоне 0,8	≤ 1 %
Выдержки времени	≤ 0,5 %/10 K
Тепловая модель	≤ 1 %
Гармоники	
До 10 % 3-й гармоники	≤ 1 %
До 10 % 5-й гармоники	≤ 1 %



[dwrsasuf-070513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-22 Характеристика срабатывания из тепловой модели защиты от перевозбуждения (уставка по умолчанию)

11.41 Защита от потери возбуждения

Значения уставок

Характеристики 1/xd	от 0,10 до 5,00	Шаг 0,01
Характеристики угла	от 50° до 120°	Шаг 1°
Выдержки времени T	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Блокировка по минимальному напряжению	от 0,300 В до 200,000 В	Шаг 0,001 В
U возбуждения	В зависимости от настроек измеритель-ного преобразователя	Шаг 0,001 В

Времена срабатывания

Время срабатывания блокировки по минималь-ному напряжению	Около 37 мс при 50 Гц + ВСВ[120] Прибл. 33 мс при 60 Гц + ВСВ
Время срабатывания по U возбуждения	Прибл. 39 мс при 50 Гц + ВСВ Прибл. 40 мс при 60 Гц + ВСВ
Время возврата по U возбуждения	Прибл. 20 мс при 50 Гц + ВСВ Прибл. 21 мс при 60 Гц + ВСВ
Характеристика времени срабатывания	Прибл. 26 мс при 50 Гц + ВСВ Прибл. 23 мс при 60 Гц + ВСВ
Характеристика времени возврата	Прибл. 31 мс при 50 Гц + ВСВ Прибл. 29 мс при 60 Гц + ВСВ

Коэффициенты возврата

Тепловая характеристика	Прибл. 0,95
Блокировка по минимальному напряжению	Прибл. 1,10 или 0,2 В
U возбуждения	Прибл. 1,10 или 0,5 В

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Защита выводится из работы

Погрешности

Характеристика 1/xd	2 % от значения уставки
Характеристика угла	1° электрический
Блокировка по минимальному напряжению	0,5 % от значения уставки или 0,05 В
U возбуждения	2 % или 0,1 В
Выдержки времени T	1 % или 10 мс

120 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.42 Защита ротора от замыканий на землю ($I_{рот3З}$>, ф-ция)

Значения уставок

I< контроль	от 1,0 мА до 50,0 мА	Шаги 0,1 мА
Пороговое значение $I_{рот3З}$>	от 1 мА до 1600 мА	Шаги 1 мА
Задержка на возврат	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Коэффициенты возврата

I< контроль	Прибл. 1,20 или 0,5 В разн.возврата
Пороговое значение тока	Прибл. 0,95 или 0,5 В разн.возврата

Допустимая емкость ротора относительно земли $C_з$

Для указанных погрешностей и для обнаружения обрыва измерительной цепи	0,15 µФ ≤ $C_з$ ≤ 3,0 µФ
Допустимый рабочий диапазон напряжения	от 20 до 100 В пер. тока

Времена срабатывания

Время срабатывания	Около 33 мс + ВСВ[121] при 50 Гц Прибл. 28 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 21 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 18 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Диапазон рабочих частот

от 0,9 f/$f_{ном}$ до 1,1 f/$f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 f/$f_{ном}$ от 1,1 f/$f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Пороговое значение $I_{рот3З}$>	1 % от значения уставки или 0,1 мА
I< контроль	1 % от значения уставки или 0,1 мА
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Функциональное измеряемое значение

Измеренное значение	Описание
Iрот3З	Измеренный ток замыкания ротора на землю $I_{рот3З}$

[121] ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.43 Защита ротора от замыканий на землю (R_{33}<, ф-ция)

Значения уставок

I< контроль	От 1,0 мА до 50,0 мА	Шаги 0,1 мА
Пороговое значение R_{33}<	от 1,0 кОм до 30,0 кОм	С шагом 0,1 кОм
Задержка на возврат	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Элементы соединения		
X-соединение	от -100 Ом до 800 Ом	Шаг 1 Ом
R-соединение	от 0 Ом до 999 Ом	Шаг 1 Ом
Угол коррекции	от -15,00° до 15,00°	Шаг 0,01 °

Коэффициенты возврата

I< контроль	Прибл. 1,20 или 0,5 В разн.возврата
$U_{рот33}$	Прибл. 5 В разн.возврата
Пороговое значение	Прибл. 1,25

Допустимая емкость ротора относительно земли $C_з$

Для указанных погрешностей и для обнаружения обрыва измерительной цепи	0,15 µФ ≤ $C_з$ ≤ 3,0 µФ
Допустимый рабочий диапазон напряжения (Сообщение о повреждении **U<блок** при U ≤ 20 В)	от 20 до 100 В пер. тока

Времена срабатывания

Время срабатывания	Около 38 мс + ВСВ[122] при 50 Гц Прибл. 34 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 38 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 31 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Сопротивление	5 % для 1 кОм ≤ R_G ≤ 30 кОм и 0,15 µФ ≤ $C_з$ ≤ 3,00 µФ
I< контроль	1 % от значения уставки или 0,1 мА
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

122 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
Iрот33	Измеренный ток замыкания ротора на землю $I_{рот33}$
Uрот33	Напряжение ($U_{рот33}$)
R33	Сопротивление повреждения (R_{33})
X-изм.	Общее полное сопротивление X-изм
R-изм	Общее полное сопротивление R-изм

11.44 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)

Значения уставок

Пороговое значение Qc<	От 0,00 мАс до 1,00 мАс	Шаг 0,01 мАс
Пороговое значение R<	от 1,0 kОм до 80,0 kОм	С шагом 0,1 кОм
Задержка на возврат	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Коэффициенты возврата

Пороговое значение Qc<	Прибл. 1,20 или 0,01 мАс
Пороговое значение R<	Прибл. 1,25 или 0,50 кОм

Допустимая емкость ротора относительно земли C_E

Для указанных погрешностей и для обнаружения обрыва измерительной цепи	0,15 µФ ≤ C_E ≤ 3,00 µФ

Времена срабатывания

Времена пуска	Приблизительно от 0,3 с до 5,0 с (зависит от настроек 7XT71)
Время возврата	Приблизительно от 0,3 с до 5,0 с (зависит от настроек 7XT71)

Диапазон рабочих частот

0,9 ≤ f/$f_{ном}$ ≤ 1,1	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс
Сопротивление	Прибл. 5 % или 0,50 кОм при 0,15 µФ ≤ C_E ≤ 3,00 µФ и f ген ≤ 1,5 Гц

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	**Описание**
(_:2311:305) Uген	Напряжение **Uген**
(_:2311:306) Iген	Измеренный ток замыкания ротора на землю **Iген**
(_:2311:307) fген	Частота генератора **fген**
(_:2311:308) Qc	Заряд **Qc**
(_:2311:309) Rзем	Сопротивление повреждения **Rзем**

11.45 Внешний пуск на отключение

Значения уставок

Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс – при пуске от сигнала на дискретном входе	Примерно 10 мс + ВСВ [123]

Погрешность

Погрешность выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

123 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.46 Защита от асинхронного хода

Общие данные

значение;	Диапазон уставок
Ступени	Макс. 4
Частота качаний мощности	Не регулируется
Число допустимых качаний на ступень	1 .. 20
Максимальный ток обратной последовательности	от 5.0 % до 100.0 % (с шагом 0,1 %)
Минимальный ток прямой последовательности	от 10,0 % до 400,0 % (с шагом 0,1 %)

Прямоугольник

значение;	Диапазон уставок	С шагом
Re(Z): Ширина[124]	от 0.050 Ом до 600,000 Ом (для 1 A)	0.001 Ом
In(Z): Верхняя и нижняя границы[125]	от -600.000 Ом до 600,000 Ом (для 1 A)	0.001 Ом
Наклон	от 60° до 90°	0.1°

Времена срабатывания

значение;	Диапазон уставок	С шагом
Время повторного ввода	от 0.00 с до 60.00 с	0.01 с
Время сигнала	от 0.00 с до 60.00 с	0.01 с
Время ожидания счетчика	от 0 мс до 1000 мс	10 мс

124 Границы делятся на 5, если номинальный вторичный ток трансформатора 5 A.

125 Границы делятся на 5, если номинальный вторичный ток трансформатора 5 A.

11.47 Обнаружение броска тока намагничивания

Значения уставок

Предел раб.диап.Iмакс	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Содерж. 2 гарм.		от 10 % до 45 %	шаг 1 %
Длительность функции перекрестной блокировки		от 0,03 с до 200,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Значения преддугового времени	Прибл. 29 мс

Коэффициенты возврата

Гармоника: $I_{2\text{-й, гарм.}}/I_{1\text{-й, гарм}}$	0,95

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Измерение тока $I_{макс}$	1% от значения уставки или 5 мА
Гармоника: $I_{2\text{-й, гарм.}}/I_{1\text{-й, гарм}}$	1% от значения уставки со значениями уставки для $I_{2\text{-й, гарм}}/I_{1\text{-й, гарм}}$
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.48 Мгновенное отключение при больших токах

Значения уставок

Пороговое значение	1 A при 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 50 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Коэффициент возврата		от 0,50 до 0,90	шаг 0,01

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания для тока > 2·√2 от порогового значения	Около 8 мс + ВСВ[126]

Погрешности

Погрешность реакции, по току	5 % от величины уставки или 10 мА при $I_{ном}$ = 1 A 5 % от величины уставки или 50 мА при $I_{ном}$ = 5 A
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

126 ВСВ (Время срабатывания выхода) — дополнительная задержка в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.49 Контроль времени пуска двигателей

Значения уставок

Таблица 11-1 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Пусковой ток/номинальный ток двигателя	от 1,00 до 20,00	Шаг 0,01
Максимальное время пуска, холодный двигатель	от 1,0 с до 180,0 с	С шагом 0,1 с
Максимальное время пуска, прогретый двигатель	от 0,5 с до 180,0 с	С шагом 0,1 с
Максимальное время с заторможенным ротором	от 0,5 с до 180,0 с	С шагом 0,1 с

Таблица 11-2 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Количество пар значений для характеристики срабатывания	от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X пользовательской характеристики срабатывания	от 1,0 о.е. до 66,67 о.е.	С шагом 0,01 на единицу
Значения по оси Y пользовательской характеристики срабатывания	от 0,00 с до 999,00 с	С шагом 0,01 с
Максимальное время с заторможенным ротором	от 0,5 с до 180,0 с	С шагом 0,1 с

Характеристики срабатывания

Таблица 11-3 Отключение с инверсной характеристикой выдержки времени

Время срабатывания	$t_{Срабатывание} = \left(\frac{I_{пуск,парам.}}{I}\right)^2 \cdot T_{пуск,парам.}$	
Где:	$t_{сраб.}$	Время срабатывания в секундах
	$I_{пуск, парам.}$	Относительное значение номинального пускового тока двигателя с использованием номинального тока двигателя в качестве опорного значения
	I	Измеренное значение тока относительно номинального тока двигателя в качестве опорного значения
	$T_{пуск,парам}$	Время срабатывания при номинальном пусковом токе $I_{пуск,парам}$

Времена

Время срабатывания	Прибл. 35 мс
Время возврата	Прибл. 35 мс
Время срабатывания	Для состояния с блокированым ротором с задержкой = 0 мс: 30 мс + ВСВ[127] при 50 Гц 25 мс + ВСВ при 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1 f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться

127 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

f<10 Гц f>80 Гц	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Таблица 11-4 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Выдержка времени	5 % от величины уставки или 30 мс

Таблица 11-5 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Выдержка времени	5 % от величины уставки или 30 мс

Влияние переменных на значения срабатывания

Таблица 11-6 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Постоянное напряжение питания $0,8 \le U_{пит} / U_{пит, ном} \le 1,15$	≤ 1 % от значения уставки
Частота в диапазоне $0,95 \le f/f_{ном} \le 1,05$	≤ 1 % от значения уставки
Гармоники • До 30-й гармоники • До 35-й гармоники (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	1 % от значения уставки 2 % от значения уставки

Таблица 11-7 Ступень с характеристикой срабатывания, определяемой пользователем

Постоянное напряжение питания $0,8 \le U_{пит} / U_{пит, ном} \le 1,15$	1 % от значения уставки
Частота в диапазоне $0,95 \le f/f_{ном} \le 1,05$	1 % от значения уставки
Гармоники • До 30-й гармоники • До 35-й гармоники (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)	1 % от значения уставки 2 % от значения уставки

11.50 Запрет повторного пуска двигателя

Значения уставок для тепловой ступени

Минимальное время запрета перезапуска	от 0,2 до 500,0 мин	С шагом 0,1 мин

Значения уставок для ступени счетчика

Допустимое количество пусков	от 1 до 6	Шаг 1
Интервал времени допустимого количества пусков	от 20 до 120 мин	С шагом 10 мин

Значения уставок для ступени таймера

Минимальное время между пусками	от 0 до 120 мин	С шагом 1 мин

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Таймер в тепловой ступени	1 % от величины уставки или 200 мс
Таймер в ступени счетчика	5 % от величины уставки или 2 с
Таймер в ступени таймера	5 % от величины уставки или 2 с

11.51 Трехфазная защита по мощности (P, Q)

Значения уставок

Измеренное значение	Мощность прямой последовательности Мощность, ф.A Мощность, ф.B Мощность, ф.C	
Пороговое значение	от -200,0 до +200,0 %	Шаг 0,1
Характеристики отклонения мощности	от -89,0° до +89,0°	Шаг 0,1
Выдержка времени возврата	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Выдержка времени	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	Старшая ступень: от 0,90 до 0,99 Нижняя ступень: от 1,01 до 1,10	Шаг 0,01 Шаг 0,01

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. 55 мс + ВСВ[128] при 50 Гц Прибл. 45 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Времена возврата	Прибл. 55 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 45 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Погрешности

Мощность	0,5 % $S_{ном}$ ± 3 % от величины уставки ($S_{ном}$: номинальная полная мощность)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Переменные, влияющие на значения срабатывания

Напряжение оперативного питания (пост. ток) в диапазоне $0,8 \le U_{пит}/U_{пит.ном} \le 1,15$	≤ 1 %
Частота в диапазоне $0,95 \le f/f_{ном} \le 1,05$	≤ 1 %
Гармоники – до 10 % 3-й гармоники – до 10 % 5-й гармоники	 ≤ 1 % ≤ 1 %

[128] ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.52 Функция отделения электростанции

Значения уставок

Уставка P1>		от 50,00 % до 100,00 %	С шагом 0,01 %
Уставка P1<		от 0,00 % до 60,00 %	С шагом 0,01 %
Уставка Uф-ф<		от 0,300 В до 175,000 В	Шаг 0,001 В
Пороговое значение I>	1 А при 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 50 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А
Уставка dP1<		от -100,00 % до -30,00 %	С шагом 0,01 %
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка срабатывания		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Характеристика срабатывания		от 2 до 5	Шаг 1

Функциональные измеряемые величины

В системе доступны функциональные измеренные значения, чтобы можно было лучше оценить поведение функции. Например, вы можете собрать эти функциональные измеренные значения при регистрации повреждения.

Измеренное значение	**Описание**
P1(t)	Активная мощность системы прямой последовательности, которая оценивается с помощью функции. Измеренное значение рассчитывается через каждую 1/4 цикла.
dP1(t)	Непрерывное представление изменения активной мощности, начиная с времени пуска. При этом вы можете оценить изменение разницы активной мощности перед повреждением ($t_{до}$).
dP1(t)макс	Это измеренное значение используется в характеристике срабатывания. Оно представляет максимальную активную мощность в течение повреждения.

Времена срабатывания

Времена пуска	
Характеристика срабатывания = Нет	Прибл. 28 мс + ВСВ[129] при 50 Гц Прибл. 25 мс + ВСВ при 60 Гц
Характеристика срабатывания = Да	Примерно 26 мс + ВСВ при частоте 50 Гц Прибл. 24 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Времена возврата	
Характеристика срабатывания = Нет	Прибл. 18 мс + ВСВ при частоте 50 Гц Прибл. 19 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Характеристика срабатывания = Да	Прибл. 22 мс + ВСВ при частоте 50 Гц Прибл. 20 мс + ВСВ при 60 Гц

129 ВСВ (Время срабатывания выхода): прибл. 60 мс + ВСВВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала

Погрешность

I>	1 % от значения уставки или 0,005 мА $I_{ном}$
P1>	0,5 % $S_{ном}$ или ±3 % значения уставки, когда Q < 0,5 $S_{ном}$
Uф-ф<	0,5 % от значения возврата или 0,05 В
dP1<	0,5 % $S_{ном}$ или ±3 % значения уставки, когда Q < 0,5 $S_{ном}$
P1<	0,5 % $S_{ном}$ или ±3 % значения уставки, когда Q < 0,5 $S_{ном}$

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

11.53 Защита обратной последовательности

11.53.1 Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Опорное значение для I_2 ($I_{баз}$)		Номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном.об.}$ Ток прямой последовательности I_1	
Значение срабатывания		от 5,0 % до 999,9 % $I_2/I_{баз}$	Шаг 0,1
Коэффициент возврата		от 0,40 до 0,99	Шаг 0,01
Выдержка времени		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Ток возврата (нижний предел тока для возврата защиты)	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 А до 10,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 50,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А
Максимальный фазный ток (верхний предел тока для работы защиты)	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

- Разн.возврата, полученная из параметра **Коэффициент возврата**
- Разн.возврата 3 % от номинального тока объекта

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 40 мс + ВСВ[130] при 50 Гц
	Прибл. 35 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 35 мс + ВСВ

Рабочий диапазон тока

Диапазон тока	По меньшей мере один фазный ток ≥ значения уставки $I_{сраб}$
	Все фазные токи ≤ величина уставки $I_{фаз, макс}$

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

130 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Значение срабатывания	
$I_2/I_{ном.об}$	Прибл. 2 % от значения уставки или 0,8 % от абсолютного значения
I_2/I_1	Прибл. 2 % от значения уставки или 4 % от абсолютного значения (I_1 > 50 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 250 мА ($I_{ном}$ = 5 А))
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.53.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени

Значения уставок

Опорное значение для I_2 ($I_{баз}$)		Номинальный ток защищаемого объекта $I_{ном.об.}$ Ток прямой последовательности I_1	
Значение срабатывания		от 5,0 % до 999,9 % $I_2/I_{баз}$	Шаг 0,1
Возврат		Эмуляция диска Мгновенный	
Коэффициент времени		от 0,05 до 15,00	Шаг 0,01
Ток возврата (нижний предел тока для возврата защиты)	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 А до 10,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 50,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А
Максимальный фазный ток (верхний предел тока для работы защиты)	1 А при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 А	Шаг 0,001 А

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

- Разн.возврата, полученная из параметра **Коэффициент возврата**
- Разн.возврата 3 % от номинального тока объекта

Времена срабатывания

Время срабатывания	Прибл. 40 мс + ВСВ[131] при 50 Гц
	Прибл. 35 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Прибл. 35 мс + ВСВ

Коэффициент возврата

Эмуляция диска	Прибл. 0,90 · пороговое значение
Мгновенный	Прибл. 1,05 · пороговое значение Прибл. 0,95 · значение пуска

131 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Характеристики срабатывания и возврата

Вы можете выбрать из следующих характеристик срабатывания и возврата:

Таблица 11-8 Стандартные характеристики МЭК

Нормально инверсная: Тип A	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-8*
Сильно инверсная: Тип B	
Предельно инверсная: Тип C	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-9*
Длительно инверсная: Тип B	

Таблица 11-9 Стандартные характеристики ANSI

Инверсная: Тип C	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-10*
Коротко инверсная	
Длительно инверсная	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-11*
Умеренно инверсная	
Сильно инверсная	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-12*
Предельно инверсная	
Определенно инверсная	См. главу *11.12.2 Ступень с инверсной характеристикой выдержки времени*, *Рисунок 11-13*

Увеличение рабочего времени

Увеличение времени срабатывания при использовании функции определения броска тока намагничивания	Прибл. 10 мс

Рабочий диапазон тока

Диапазон тока	По меньшей мере один фазный ток ≥ значения уставки $I_{сраб}$
	Все фазные токи ≤ величина уставки $I_{фаз, макс}$

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Базисная величина = номинальный ток	
Значение срабатывания	Прибл. 2 % от значения уставки или 0,8 % от абсолютного значения
Время срабатывания для 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от значения уставки или + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от значения уставки или + 2 % токовой погрешности или 30 мс

Базисная величина = ток прям. посл.	
Значение срабатывания	Прибл. 2 % от значения уставки или 4 % от абсолютного значения (I1 > 50 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 250 мА ($I_{ном}$ = 5 А))
Время срабатывания для 2 ≤ I/I пороговое значение ≤ 20	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс
Время возврата при I/I пороговое значение ≤ 0,90	5 % от опорного (расчетного) значения + 2 % токовой погрешности или 30 мс

11.54 Направленная защита от несимметричной нагрузки (защита по обратной последовательности) с независимой выдержкой времени

Значения уставок

Направленный режим	Вперед, назад, ненаправленная	
Торможение по фазным токам	от 0 % до 30 %	Шаг 1 %

Пороговое значение (уставка срабатывания) при $I_{N\text{-ном}}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	Шаг 0,001 A
Пороговое значение (уставка срабатывания) при $I_{N\text{-ном}}$ = 5 A	от 0,15 до 175,00 A	Шаг 0,01 A

Время продления блокировки после цикла ОАПВ	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Значения уставок для определения направления

Минимальное напряжение ОП U2		от 0,150 В до 20,000 В	Шаг 0,001 В
Минимальный ток ОП I2	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,030 A до 10,000 A	Шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,15 до 50,00 A	Шаг 0,01 A
Верхний предельный угол направления вперед β		0° до 360°	Шаг 1°
Нижний предельный угол направления вперед α		0° до 360°	Шаг 1°

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

- Разн.возврата, полученная из параметра **Коэффициент возврата**
- Разн.возврата 3 % от номинального тока объекта

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Около 40 мс + ВСВ[132] при 50 Гц Прибл. 40 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 39 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

132 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

Погрешности

Пороговые значения:	
Напряжение обратной последовательности U2	1 % от величины уставки или 0,5 В
Ток обратной последовательности I2	2 % уставки или 10 мА при $I_{ном}$ = 1 А
	1 % уставки или 5 мА при $I_{ном}$ = 5 А
Времена срабатывания	
Независимая выдержка времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Предельный угол при определении направления	5°

11.55 Защита от несимметричной нагрузки

Значения уставок

Максимально допустимый непрерывный I2	от 3,0 % до 30,0 % I2/$I_{ном.маш.}$	С шагом 0,1 %
Коэфф.несимм.нагр.К	от 1,0 с до 100,0 с	С шагом 0,1 с
Выдержка времени предупр.сигн.	от 0,0 с до 60,0 с; ∞	С шагом 0,1 с
Время охлаждения тепловой модели	от 0 до 50000 с	С шагом 1 с

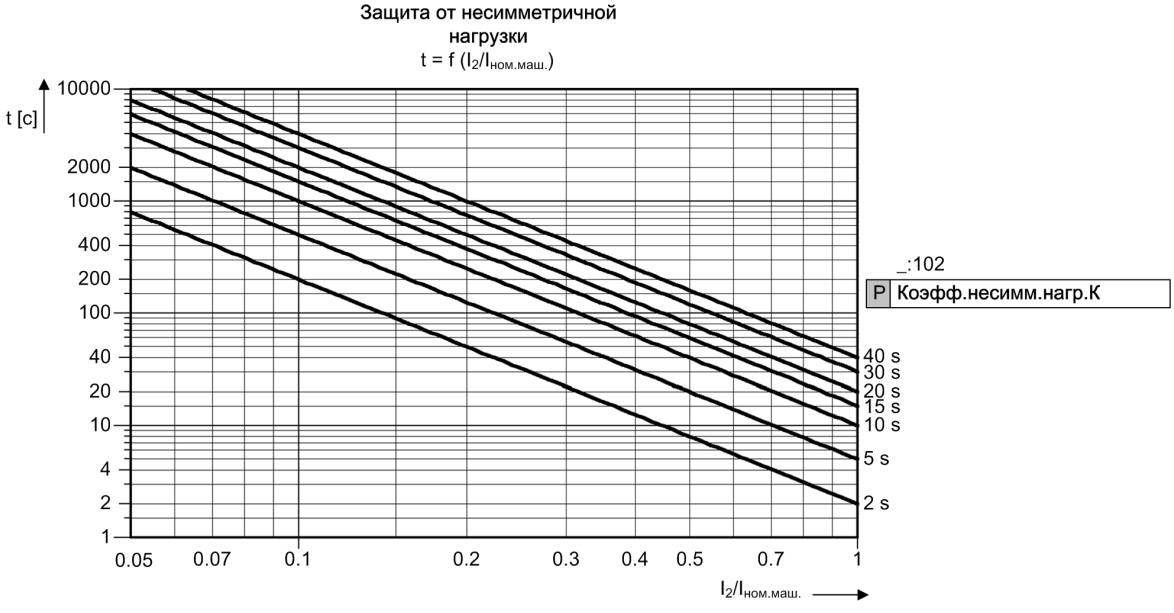
Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

- Разн.возврата, полученная из коэффициента возврата 95 %
- Разн.возврата 3 % от номинального тока объекта

Характеристики срабатывания

Характеристика тепловой модели	$t_{I2\,доп.} = \frac{K}{\left(I_2/I_{ном,маш.}\right)^2}$	
где:	$t_{I2доп.}$	Допустимое время работы с током обратной последовательности
	K	Коэфф.несимм.нагр.К
	$I_2/I_{ном.маш.}$	Несимметричная нагрузка (ток обратной последовательности/номинальный ток машины)



[dwunbaop-300913, 1, ru_RU]

Рисунок 11-23 Тепловая характеристика защиты от несимметричной нагрузки

Времена срабатывания

Время пуска сигнальной ступени	Прибл. 60 мс + ВСВ[133] при 50 Гц Примерно 50 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Примерно 50 мс или быстрее

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц $\le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80$ Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10$ Гц $f > 80$ Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Ток обратной последовательности I_2	Прибл. 3 % от уставки или 0,030 А от $I_{ном}$ = 1 А Прибл. 3 % от уставки или 0,150 А от $I_{ном}$ = 5 А
Выдержка времени предупр.сигн.	1 % от величины уставки или 10 мс
Время $2 \le I_2/I_{2доп} \le 20$	5 % от опорного (расчетного) значения или 100 мс ± (1 % токовой погрешности или 10 мА) при $I_{ном}$ = 1 А 5 % от опорного (расчетного) значения или 100 мс ± (1 % токовой погрешности или 50 мА) при $I_{ном}$ = 5 А

Факторы, влияющие на величину уставок

Гармоники	
– до 10 % 3-й гармоники	≤ 1 %
– до 10 % 5-й гармоники	≤ 1 %

133 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле

11.56 Защита от блокировки ротора

Значения уставок

Уставка срабатывания	1 A при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	от 0,001 A до 1,600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	от 0,005 A до 8,000 A	С шагом 0,001 A
Уставка предупредительной сигнализации	1 A при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	от 0,001 A до 1,600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	от 0,005 A до 8,000 A	С шагом 0,001 A
Выдержка времени предупр.сигн.		от 0,00 до 600,00 с	С шагом 0,01 с
Задержка срабатывания		от 0,00 до 600,00 с	С шагом 0,01 с
Выд.врем.разреш.		от 0,00 до 600,00 с	С шагом 0,01 с

Коэффициент возврата

Коэффициент возврата	Прибл. 0,95 или - 15 мА при $I_{ном}$= 1 A - 75 мА при $I_{ном}$= 5 A

Времена

Время срабатывания	Прибл. 25 мс
Время возврата	Прибл. 15 мс

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Слегка расширенный диапазон погрешностей
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Ток прямой последовательности I_1	1 % от уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.57 Защита от реверса мощности

Значения уставок

Обратная мощность $P_{обр}$ (о.е.)	от -0,30 % до -30,00 %	С шагом 0,01 %
Коррекция угла	от -10,00 ° до 10,00 °	Шаг 0,01 °
Минимальное напряжение U1	от 0,300 В до 60,000 В	Шаг 0,001 В
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	от 0,00 до 60,00 с
Задержка отключения с быстрой остановкой	от 0,00 до 60,00 с	от 0,00 до 60,00 с
Задержка на возврат	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Коэффициент возврата	от 0,40 до 0,99	Шаг 0,01

Времена срабатывания

Времена пуска	360 мс при f = 50 Гц 300 мс при f = 60 Гц
Времена возврата	360 мс при f = 50 Гц 300 мс при f = 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Обратная мощность	0,15 % $S_{ном}$ или 5 % от величины уставки при Q < 0,5 $S_{ном}$
Выдержки времени	1% или 10 мс

11.58 Защита от паразитного тока по валу

Значения уставок для типов ступеней

Пороговое значение	От 0,30 мА до 1600,00 мА	Шаги 0,01 мА
Коэффициент возврата	от 0,80 до 0,95	шаг 0,01
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Времена пуска	От 60 до 90 мс + ВСВ[134] при 50 Гц От 50 до 80 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Времена возврата	Прибл. 25 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 21 мс + ВСВ при 60 Гц

Погрешности

Пороговые значения	1 % от величины уставки или 0,1 мА ($I_{ном}$ = 1 А)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активный, но с повышенными погрешностями измерения

134 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.59 Защита от непреднамеренного включения

Диапазоны уставок

Пороговое значение тока	При $I_{ном}$ = 1 A	от 0,030 до 35,000 A	шаг 0,001 A
	При $I_{ном}$ = 5 A	от 0,15 до 175,00 A	шаг 0,01 A
U< пороговое значение		от 0,300 В до 175,000 В	шаг 0,001 В
Задержка пуска		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Времена пуска	Около 15 мс + ВСВ[135] при 50 Гц Прибл. 13 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 15 мс + ВСВ

Погрешности

Пороговые значения	Ток	• $f = f_{ном}$ 2 % от уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A) • от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$ 12 % от уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
	Напряжение	• $f = f_{ном}$ 1 % от значения уставки или 0,050 В • от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$ 2 % от значения уставки или 0,050 В
Выдержки времени		1 % от величины уставки или 10 мс

Диапазон рабочих частот

от 0,9 $f/f_{ном}$ до 1,1 $f/f_{ном}$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
от 10 Гц до 0,9 $f/f_{ном}$ от 1,1 $f/f_{ном}$ до 80 Гц	Расширенные погрешности
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активный, но с повышенными погрешностями измерения

[135] ВСВ (Время срабатывания выхода) - дополнительная задержка в зависимости от типа выходного реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.60 Защита от межвиткового замыкания

Значения уставок

Пороговое значение	от 0,300 В до 130,000 В	Шаг 0,001 В
Коэффициент возврата	от 0,50 до 0,95	шаг 0,01
Задержка отключения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Времена пуска	50 Гц	Примерно 60 мс + ВСВ[136]
	60 Гц	Прибл. 50 мс + ВСВ
Времена возврата	50 Гц	Прибл. 60 мс + ВСВ
	60 Гц	Прибл. 50 мс + ВСВ

Погрешности

Пороговое значение	0,5 % от величины уставки или 50 мВ
Выдержка времени	1 % от величины уставки или 10 мс

Диапазон рабочих частот

$0,95 \le f/f_{ном} \le 1,05$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,95 f_{ном}$ $1,05 f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Защита выводится из работы

Функциональное измеряемое значение

Измеренное значение	Описание
U0, м/в	Напряжение смещения при наличии межвиткового замыкания

136 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующего реле, см. раздел *11.1.4 Выходные реле*

11.61 Функция УРОВ

Условия пуска

Трехфазное отключение от внутренних	Трехфазное отключение от внутренних или внешних защит[137]

Значения уставок

Уставки по фазному току	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Чувствительное пороговое значение	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Время контроля разрешающего сигнала		от 0,00 с до 1,00 с	Шаг 0,01 с
Выдержки времени T1		от 0,000 с до 60,000 с	Шаг 0,001 с
Выдержки времени T2		от 0,050 с до 60,000 с	Шаг 0,001 с
Времена контроля дискретных входов		от 0,05 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| пороговое значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата	95% от значения пуска
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$= 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$= 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Мониторинг состояния выключателя

Контроль положения через блок-контакты выключателя	
Для трехфазного отключения выключателя	по одному дискретному входу для замыкающего и размыкающего контакта



ПРИМЕЧАНИЕ

Функция УРОВ может работать без использования информации о положении блок-контактов выключателя.

Информация о положении блок-контактов необходима функции УРОВ для отключения при повреждениях, сопровождающихся протеканием малых токов или при их отсутствии (например, при срабатывании газовой защиты трансформатора).

137 Через дискретные входы

Времена срабатывания

Время срабатывания при внутреннем пуске Время срабатывания при внешнем пуске	< 1 мс < 5 мс
Типовое время возврата	< 15 мс
Время возврата при использовании критерия по положению блок-контактов выключателя	< 5 мс

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активно

Погрешности

Уставки срабатывания, уставки возврата	2 % от величины уставки или 1% от номинального тока
Времена срабатывания	1 % от величины уставки или 10 мс

11.62 Защита от дуговых перекрытий выключателя

Значения уставок

Пороговое значение	1 A при 50 и 100 Iном.	от 0,030 до 35,000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	от 0,15 до 175,00 A	С шагом 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	от 0,001 до 1,600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	от 0,005 до 8,000 A	С шагом 0,001 A
Длительность контроля		от 1,00 до 600,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка определения положения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка на возврат		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Время задержки отключения		от 0,05 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Время задержки повторного включения		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Минимальное время срабатывания (отключения)		от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= | **Значение пуска – значение возврата** |) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Время срабатывания с задержкой = 0 мс	Прибл. 25 мс + ВСВ при 50 Гц Прибл. 22 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Пороговое значение	1 % от уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A)
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.63 Трехфазная защита от тепловой перегрузки – Расширенная

Значение уставки для фильтра функционального блока

h(0)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(1)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(2)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(3)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001
h(4)	от -100,000 до 100,000	Шаг 0,001

Значения уставки/Шаги для ступени защиты

Iсигн.тепл.перегр.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Θ.сигн.тепл.перегр.		от 50 % до 100 %	Шаг 1 %
Раб.по уст.возвр.		от 50 % до 99 %	Шаг 1 %
Авар. пуск T превыш.		от 0 с до 15000 с	С шагом 10 с
Коэффициент K согласно МЭК 60225-8		от 0,10 до 4,00	Шаг 0,01
Тепловая пост. времени		от 10 с до 60000 с	С шагом 1 с
Пост.времени охлажд.		от 10 с до 60000 с	С шагом 1 с
Iмакс тепл.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Iмин охл.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.000 A до 10.000 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.00 A до 50.00 A	Шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	Шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	Шаг 0,001 A
Увелич.темпер. при Iном		от 40 K до 200 K	С шагом 1 K
T по умолчанию		от -55°C до 55°C	Шаг 1 °C
Мин. температура		от -55°C до 40°C	Шаг 1 °C

Коэффициенты возврата

Порог отключения (фиксированное значение 100 %)	Возврат, если значение падает ниже порога возврата для сообщения о срабатывании
Порог по температуре сигнальной ступени	Прибл. 0,99 от значения уставки
Порог по току сигнальной ступени	Прибл. 0,95 от значения уставки

Диапазон частот входных сигналов

Функция захватывает входные сигналы с частотой до 50-й гармоники.

Погрешности

Фильтр не применяется (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)		
По отношению к $k \cdot I_{ном}$	До 30-й гармоники	2 % или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 2 %, класс согласно МЭК 60255-8
	До 50-й гармоники $f_{ном}$ = 50 Гц	4 % или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 4 %, класс согласно МЭК 60255-8
	До 50-й гармоники $f_{ном}$ = 60 Гц	5 % или 25 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 125 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 5 %, класс согласно МЭК 60255-8
С фильтром для компенсации ослабления амплитуды из-за фильтра сглаживания (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)		
По отношению к $k \cdot I_{ном}$	До 30-й гармоники	2 % или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 2 %, класс согласно МЭК 60255-8
	До 50-й гармоники $f_{ном}$ = 50 Гц	3 % или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 3 %, класс согласно МЭК 60255-8
	До 50-й гармоники $f_{ном}$ = 60 Гц	4 % или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 4 %, класс согласно МЭК 60255-8
С фильтром для усиления гармоник, включая компенсацию затухания амплитуды[138] (33 % от гармоники, по отношению к основной гармонике)		
По отношению к $k \cdot I_{ном}$	До 30-й гармоники	2 % или 10 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 50 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 2 %, класс согласно МЭК 60255-8[139]
	До 50-й гармоники $f_{ном}$ = 50 Гц	4 % или 20 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 100 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 4 %, класс согласно МЭК 60255-8[140]
	До 50-й гармоники $f_{ном}$ = 60 Гц	5 % или 25 мА ($I_{ном}$ = 1 А) или 125 мА ($I_{ном}$ = 5 А), 5 %, класс согласно МЭК 60255-8[140]
По отношению к времени срабатывания	До 30-й гармоники	3 % или 1 с при $I/(k \cdot I_{ном}) > 1{,}25$ 3 %, класс согласно МЭК 60255-8

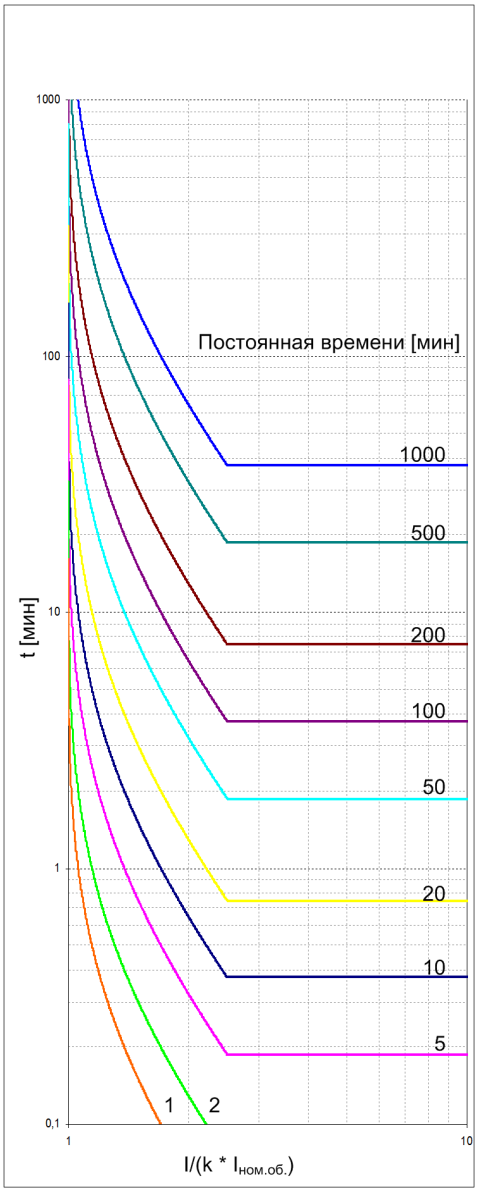
138 В случае, если отклик фильтра точно соответствует определяемому пользователем коэффициенту усиления.

139 В случае, если пользовательский коэффициент усиления установлен ниже 3. Погрешность увеличивается, если коэффициент усиления увеличивается.

140 В случае, если пользовательский коэффициент усиления установлен ниже 7. Погрешность увеличивается, если коэффициент усиления увеличивается.

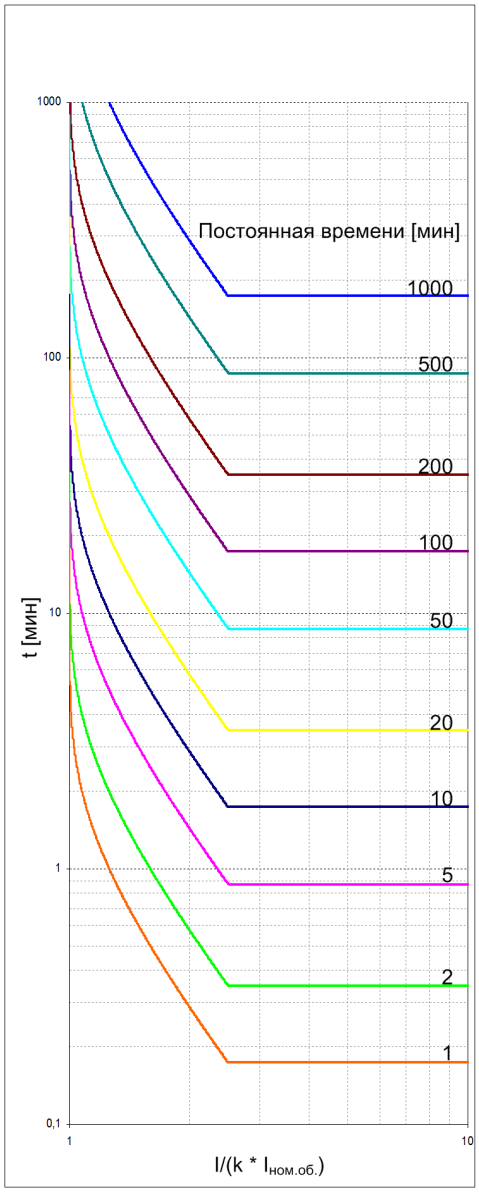
Характеристика срабатывания

Характеристика срабатывания	$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - \left(\frac{I_{предв.нагр.}}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1}$	
Где	t	Время срабатывания
	τ_T	Постоянная времени
	I	Ток текущей нагрузки
	$I_{предв\ нагр}$	Предшествующий ток нагрузки
	k	Коэффициент уставки в соответствии с VDE 0435 часть 3011 или МЭК 60255-8 (коэффициент K)
	$I_{ном.об}$	Номинальный ток защищаемого объекта



При 80% предв.нагр. и при $I_{макс.тепл.}$ = 2.5 * k * $I_{ном}$

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - \left(\frac{I_{предв.нагр.}}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1} \; [мин]$$



Без предв.нагр. и при $I_{макс.тепл.}$ = 2.5*k*$I_{ном}$

$$t = \tau_{th} \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2}{\left(\frac{I}{k \cdot I_{ном.об.}}\right)^2 - 1} \; [мин]$$

[dwauslke-100611-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 11-24 Характеристика срабатывания защиты от перегрузки

11.64 Защита от тепловой перегрузки ротора

Коэффициент возврата

Прибл. 0,99

Диапазон рабочей частоты

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	В соответствии с указанными погрешностями
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Слегка расширенный диапазон погрешностей
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

11.65 Защита от термической перегрузки, определяемая пользователем характеристика

Значения уставок

Iсигн.тепл.перегр.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Θ.сигн.тепл.перегр.		от 50 % до 100 %	шаг 1 %
Раб.по уст.возвр.		от 50 % до 99 %	шаг 1 %
Авар. пуск T превыш.		от 0 с до 15000 с	С шагом 10 с
Iмакс тепл.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 10.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 50.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Iмин охл.	1 A при 50 и 100 Iном.	0.000 A до 10.000 A	шаг 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.00 A до 50.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.000 A до 1.600 A	шаг 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.000 A до 8.000 A	шаг 0,001 A
Кривая, основанная на предварительной нагрузке		от 1 % до 100 %	шаг 1 %
Количество пар значений для характеристики срабатывания		от 2 до 30	Шаг 1
Значения по оси X пользовательской характеристики срабатывания		от 1,10 о.е. до 20,00 о.е.	С шагом 0,0 о.е.
Значения по оси Y пользовательской характеристики срабатывания		от 1,00 с до 20000,00 с	Шаг 0,01 с

Коэффициенты возврата

Порог отключения (фиксированное значение 100 %)	Возврат, если значение падает ниже порога возврата для сообщения о срабатывании
Порог по температуре сигнальной ступени	Прибл. 0,99 от значения уставки
Порог по току сигнальной ступени	Прибл. 0,95 от значения уставки

Диапазон частот входных сигналов

Функция захватывает входные сигналы с частотой до 50-й гармоники.

Погрешности

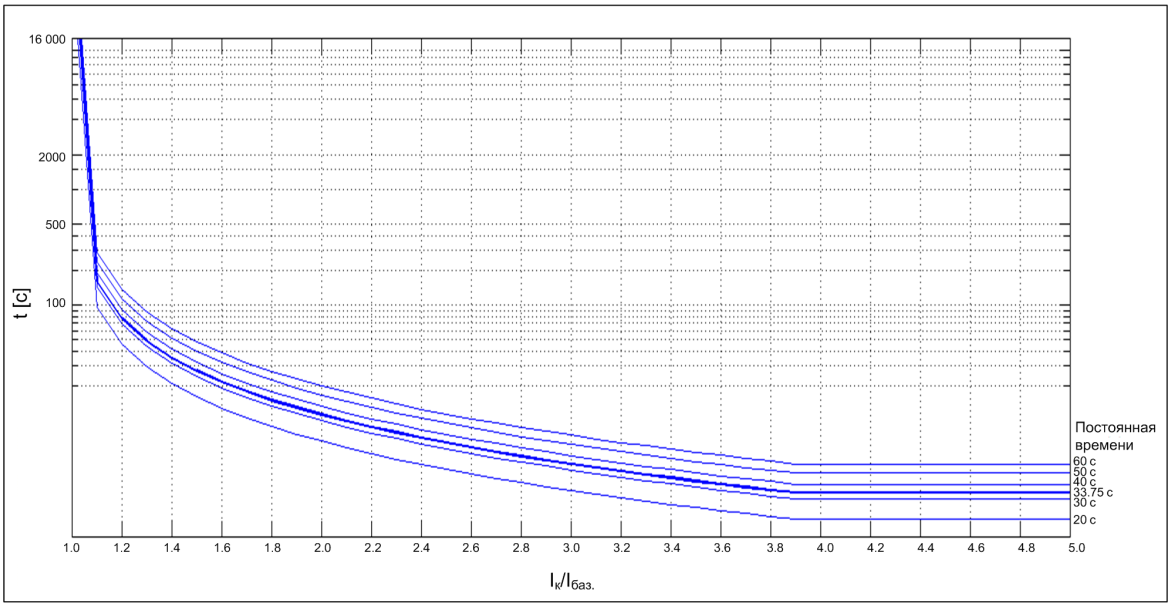
По отношению к $k \cdot I_{ном}$	При $I_{ном}$ = 1 A	2 % или 10 мА, класс 2 % в соответствии с МЭК 60255-8
	При $I_{ном}$ = 5 A	2 % или 50 мА, класс 2 % в соответствии с МЭК 60255-8
По отношению к времени срабатывания		3 % или 1 с, класс 3 % в соответствии с МЭК 60255-8 для $I/(k \cdot I_{ном}) > 1,25$

11.66 Защита от перегрузки обмотки возбуждения

Значения уставок

Ток возбуждения Iбаз.	Диапазон получен из функциональной группы **Аналоговый модули**	–
Выд.врем.пред.сигн.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Постоянная времени	от 5,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Вр.охл.тепловой модели	от 0 с до 7200 с	С шагом 1 с
Ток возбуж.при отс.нагр.	Диапазон получен из функциональной группы **Аналоговый модули**	–
Время охл.при отс.нагр.	от 0 с до 7200 с	С шагом 1 с

Характеристика срабатывания



[dw_thermal curve, 1, ru_RU]

Рисунок 11-25 Тепловая характеристика для защиты от перегрузки по обмотке возбуждения

Времена срабатывания

Времена пуска	• Быстр. вход МТ: Прибл. 70 мс + ВСВ[141] при 50 Гц Около 59 мс + ВСВ при 60 Гц • Модуль МТ: Около 260 мс + ВСВ при 50 Гц Около 217 мс + ВСВ при 60 Гц
Времена возврата	• Быстр. вход МТ: Около 60 мс + ВСВ при 50 Гц • Модуль МТ: Около 255 мс + ВСВ при 50 Гц

141 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала

Коэффициент возврата

Порог отключения (при 100 %)	Возврат, если значение падает ниже порога возврата для сообщения о срабатывании

Диапазон рабочих частот

Диапазон частот	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям

Погрешности

Пороговое значение срабатывания	1 % от значения уставки
Выдержка времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.67 Защита от тепловой перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды

Значения уставок для общих функций

Темпер. охлажд. среды		от 0,0 °C до 150,0 °C	Шаги 0,1 °C
Кривая опорного тока	Количество точек	от 2 до 30	Шаг 1
	Температура	от 0,0 °C до 100,0 °C	Шаги 0,1 °C
	Базовый ток	от 10 до 10000 A	Шаг 1 A

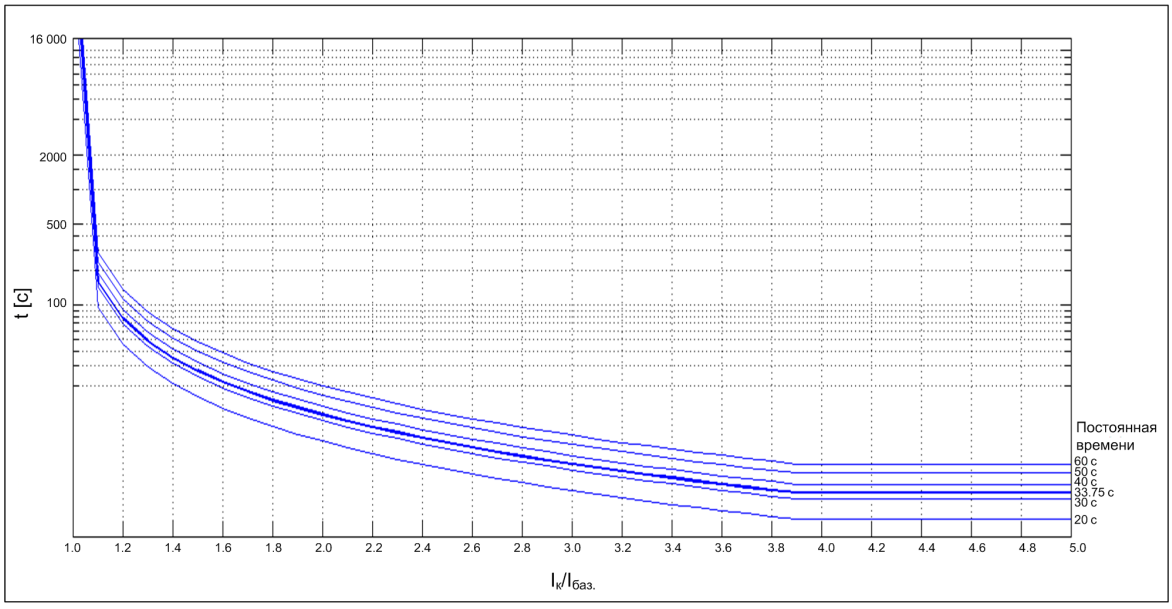
Значения уставок для тепловой ступени

Базовый коэфф. тока	от 1,001 до 2,000	Шаг 0,001
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01
Выд.врем.пред.сигн.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Постоянная времени	от 5,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Вр.охл.тепловой модели	от 0 с до 7200 с	С шагом 1 с
Ток возбуж.при отс.нагр.	Диапазон определяется параметрами **Нижн.пред.коэф.транс.** и **Верх.пред.коэф.транс.**.	Шаг 0,001 A
Время охл.при отс.нагр.	от 0 с до 7200 с	С шагом 1 с

Значения уставок для ступени превышения температуры

Пороговое значение	от 0 °C до 150 °C	Шаги 1 °C
Коэффициент возврата	от 0,80 до 0,99	Шаг 0,01
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Характеристика срабатывания



[dw_thermal curve, 1, ru_RU]

Рисунок 11-26 Тепловая характеристика функции защиты от перегрузки ротора с контролем температуры охлаждающей среды

Времена срабатывания

Времена пуска	• Быстр. вход МТ: Прибл. 20 мс + ВСВ[142] при измерительном окне = 10 мс Прибл. 50 мс + ВСВ при измерительном окне = 40 мс Прибл. 100 мс + ВСВ при измерительном окне = 100 мс • Модуль МТ: Прибл. 200 мс + ВСВ
Времена возврата	• Быстр. вход МТ: Прибл. 20 мс + ВСВ при измерительном окне = 10 мс Прибл. 50 мс + ВСВ при измерительном окне = 40 мс Прибл. 100 мс + ВСВ при измерительном окне = 100 мс • Модуль МТ: 200 мс + ВСВ или лучше

Коэффициент возврата

Порог отключения (при 100 %)	Возврат, если значение падает ниже порога возврата для сообщения о срабатывании

Диапазон рабочих частот

Все диапазоны частот	Независимо от частоты генератора. Точность зависит от указанных погрешностей.

Погрешности

Пороговое значение срабатывания	Быстр. вход МТ: 0,010 мА Модуль МТ: 0,015 мА
Измеренная температура охлаждающей среды	± 0,5 % уставки или ± 1,0 °C
Выдержка времени предупр.сигн.	• Быстр. вход МТ: 1 % от величины уставки или 10 мс при измерительном окне = 10 мс 1 % от величины уставки или 20 мс при измерительном окне = 40 мс 1 % от величины уставки или 100 мс при измерительном окне = 100 мс • Модуль МТ: 1 % от величины уставки или 200 мс
Характеристика времени срабатывания	• Быстр. вход МТ: 1 % от величины уставки или 10 мс при измерительном окне = 10 мс 1 % от величины уставки или 40 мс при измерительном окне = 40 мс 1 % от величины уставки или 100 мс при измерительном окне = 100 мс • Модуль МТ: 2 % от величины уставки или 200 мс

142 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала

11.68 Защита от тепловой перегрузки статора с контролем температуры охлаждающей среды

Значения уставок для общих функций

Темпер. охлажд. среды		от 0,0 °C до 150,0 °C	Шаги 0,1 °C
Кривая опорного тока	Количество точек	от 2 до 30	Шаг 1
	Температура	от 0,0 °C до 100,0 °C	Шаги 0,1 °C
	Базовый ток	от 10 до 100000 A	Шаг 1 A

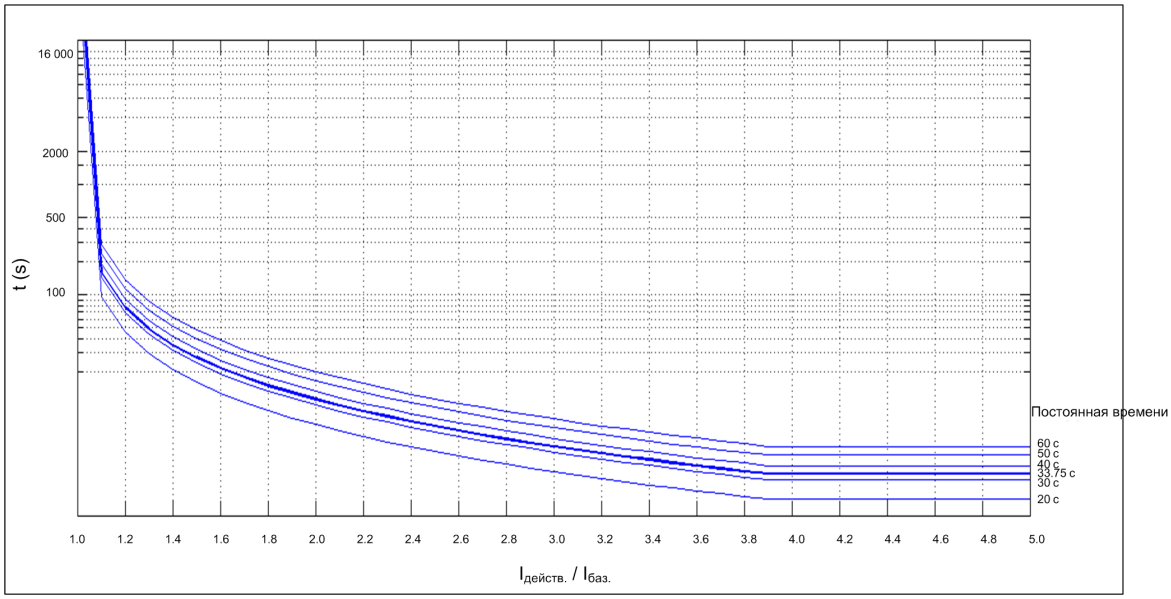
Значения уставок для тепловой ступени

Базовый коэфф. тока	от 1,001 до 2,000	Шаг 0,001
Коэффициент возврата	от 0,90 до 0,99	Шаг 0,01
Выд.врем.пред.сигн.	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Постоянная времени	от 5,00 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Вр.охл.тепловой модели	от 0 с до 7200 с	С шагом 1 с
Нет нагр.тока статора	от 0,030 до 35,000 A	Шаг 0,001 A
Время охл.при отс.нагр.	от 0 с до 7200 с	С шагом 1 с

Значения уставок для ступени превышения температуры

Пороговое значение	от 0 °C до 150 °C	Шаги 1 °C
Коэффициент возврата	от 0,80 до 0,99	Шаг 0,01
Задержка срабатывания	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с

Характеристика срабатывания



[dw_SOLP_thermal curve, 1, ru_RU]

Рисунок 11-27 Тепловая характеристика функции защиты статора от перегрузки с контролем температуры охлаждающей среды

Времена срабатывания

Времена пуска	Прибл. 60 мс + ВСВ[143] при 50 Гц Примерно 50 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	Примерно 50 мс или быстрее

Коэффициент возврата

Порог отключения (при 100 %)	Возврат, если значение падает ниже порога возврата для сообщения о срабатывании

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} \le f < 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
$f < 10 Гц$ $f > 80 Гц$	Активна с меньшей чувствительностью

Погрешности

Пороговые значения срабатывания	Прибл. 1 % уставки или 5 мА при $I_{ном} = 1$ А Прибл. 1 % уставки или 25 мА при $I_{ном} = 5$ А
Измеренная температура охлаждающей среды	± 0,5 % уставки или ± 1,0 °C
Выдержка времени предупр.сигн.	1 % от величины уставки или 40 мс
Характеристика времени срабатывания	1 % от величины уставки или 40 мс

143 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала

11.69 Функциональная группа «Аналоговые блоки»

блок Ethernet 20-мА 7XV5674-0KK00-1AA1

Максимальное количество подключаемых блоков 20-мА	4
Максимальное количество каналов на блок 20-мА	12

Блок последовательного интерфейса 20 мА 7XV5674-0KK30-1AA1 (RS485) и 7XV5674-0KK40-1AA1 (стеклопластик)

Максимальное количество подключаемых блоков 20-мА	4
Максимальное количество каналов на блок 20-мА	12

Блок RTD (Ziehl TR1200) 7XV5662-6AD10

Максимальное количество подключаемых RTD-блоков	4
Максимальное количество датчиков на один RTD-блок	12
Тип датчика	Pt 100 согласно EN 60751; обеспечивается возможность подключения датчиков Ni 100 и Ni 120. Измеренные значения должны быть преобразованы в именованные единицы.

Блок RTD (Ziehl TR1200 IP) 7XV5662-8AD10

Максимальное количество подключаемых RTD-блоков	4
Максимальное количество датчиков на один RTD-блок	12
Тип датчика	Pt 100 согласно EN 60751; обеспечивается возможность подключения датчиков Ni 100 и Ni 120. Измеренные значения должны быть преобразованы в именованные единицы.

Измеренные величины температуры

Единица измерения температуры	можно настроить °C или °F
Pt 100	от -199 °C до 800 °C (от -326 °F до 1472 °F)
Ni 100	от -54 °C до 278 °C (от -65 °F до 532 °F)
Ni 120	от -52 °C до 263 °C (от -62 °F до 505 °F)
Разрешающая способность	1 °C или 1 °F
Погрешность	±0,5 % измеренного значения ±1 K

11.70 Мониторинг температуры

Значения уставок

Пороговое значение	от -50 до 250 °C от -58 до 482 °F	Шаг 1 °C С шагом 1 °F
Выдержка времени	от 0 с до 60 с или ∞	С шагом 1 с

Условия возврата

Разн.возврата	3 °C или 6 °F

Погрешности

Задержка отключения	±1% от величины уставки или ±10 мс
Значение измеряемой температуры	±0,5 % от величины уставки или ±1 °C или ±2 °F

11.71 Расчет наиболее нагретой точки

Значения уставок

Авар. пуск T превыш.		от 0 с до 15000 с	С шагом 1 с
Уставка пред.сигн.HST	°C	от 80 °C до +140 °C	С шагом 1 °C
	°F	от 176 °F до 284 °F	Шаг 1 °F
Уставка авар.сигн.HST	°C	от 80 °C до +140 °C	С шагом 1 °C
	°F	от 176 °F до 284 °F	Шаг 1 °F
Предупр.сигн.старения		от 0,125 до 128,000	Шаг 0,001
Авар.сигнал.старения		от 0,125 до 128,000	Шаг 0,001
Пост.времени обмотки		от 0 мин до 30 мин	С шагом 1 мин

МЭК 60076-7

Экспонента обм. y	от 1,6 до 2,0	Шаг 0,1
Разница температ.	от 20 до 50	Шаг 1
Коэфф.K21	от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
Коэфф.K22	от 1,0 до 5,0	Шаг 0,1
ПостВремМасла	от 50 мин до 500 мин	С шагом 1 мин

IEEE C57.91 2011

Экспон.обм.m	от 0,8 до 1,0	Шаг 0,1
Градиент температуры	от 20 до 50	Шаг 1

Функциональные измеряемые величины

Измеренное значение	Описание
(_:13531:307) Темп.A	Температура точки нагрева для фазы A в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:308) Темп.B	Температура точки нагрева для фазы B в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:309) Темп.C	Температура точки нагрева для фазы C в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:310) Тмаш	Температура точки нагрева для трех фаз в °C или °F (в зависимости от уставки)
(_:13531:311) СкСтар	Относительная скорость старения
(_:13531:305) Rsпред.	Граница предупреждающей сигнализации о нагрузке в процентах
(_:13531:306) Rsсигн.	Граница предупреждающей сигнализации об аварии в процентах

Диапазон рабочих частот

Отслеживание частоты	от 10 до 80 Гц

Измеренные температуры

Единицы измерения температуры	°C или °F
Разрешающая способность	1 °C или 1 °F
Погрешность	±0,5 % измеренного значения или ±1 K Коэффициент возврата

Коэффициент возврата

Пороговое значение для аварийного сигнала	Прибл. 0,99 от значения уставки
Пороговое значение сигнальной ступени	Прибл. 0,99 от значения уставки

Коэффициент мощности

Погрешность расчета коэффициента мощности является функцией погрешности измерения тока.

Время срабатывания

Анализ температуры точки нагрева является медленным процессом. Интервал измерения составляет 300 мс. Время срабатывания зависит от температуры масла и роста нагрузки.

11.72 Дуговая защита

Значения уставок

Пороговое значение I>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Порог. значение 3I0>>	1 A при 100 Iном	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 100 Iном	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1.6 Iном	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 16 Iном	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Внешний пуск		нет ток свет	
Режим работы		Только свет Ток и свет	
Датчик		Пост измерения Линейный датчик задается	
Уставка сигнализации		от -28,00 до 0,00 дБ	шаг 0,01
Канал		Варианты уставок зависят от конфигурации	

Возврат

Большая разность возврата (= **| Пороговое значение пуска – пороговое значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр отсутствует, то коэффициент возврата 95% относится к максимальной токовой защите, а коэффициент возврата 105% относится к защите от минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Для трансформаторов тока класса P	15 мА втор. ($I_{ном}$= 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительные трансформаторы	0,5 мА втор. ($I_{ном}$= 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Времена срабатывания

Минимальное время срабатывания Режим работы = Только свет	Прибл. 2,6 мс + ВСВ [144]
Минимальное время срабатывания Режим работы = Ток и свет	Около 4,0 мс + ВСВ при 50 Гц Около 3,8 мс + ВСВ при 60 Гц

144 ВСВ (Время срабатывания выхода): Дополнительное время задержки выходного сигнала в зависимости от типа выходного реле, например, 5 мс при использовании быстродействующего реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

11.73 Функция контроля синхронизма

Режимы работы

Контроль синхронизма
Включение синхронных систем
Включение асинхронных систем
Переключение синхронных/асинхронных систем по командам балансировки
Включение без напряжения
Команда прямого включения
Балансное напряжение
Балансная частота

Значения уставок

Время контроля/выдержки времени/импульса:		
Макс.длит.синхр.	от 0,00 с до 3600,00 с или ∞ (выведено)	Шаг 0,01 с
Время контроля для включения без напряжения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Задержка включения	от 0,00 до 60,00 с	Шаг 0,01 с
Тмин.имп.U/T мин. имп. f	от 0,01 с до 1,00 с	Шаг 0,01 с
Тмакс.имп.U/T макс. имп. f	от 0,01 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
T пауз. U/T пауз. f	от 0,01 с до 60,00 с	Шаг 0,01 с
T включ.без симметр.	от 1,00 с до 100,00 с	Шаг 0,01 с
Уставки по напряжению:		
Максимальное рабочее напряжение $U_{макс}$	от 0,300 В до 340,000 В (фаза-фаза)	шаг 0,001 В
Минимальное рабочее напряжение $U_{мин}$	от 0,300 В до 340,000 В (фаза-фаза)	шаг 0,001 В
U<, для отсутствия напряжения U>, для наличия напряжения	от 0,300 В до 170,000 В (фаза-фаза) от 0,300 В до 340,000 В (фаза-фаза)	шаг 0,001 В Шаг 0,001 В
Разница значений переключения асинхронный/синхронный/балансировка:		
Разность напряжения U2 > U1; U2 < U1	от 0,000 В до 170,000 В	Шаг 0,001 В
Разность частот f2 > f1; f2 < f1	от 0,000 до 2,000 Гц (синхронный) от 0,000 до 4,000 Гц (асинхронный)	С шагом 0,001 В
Разница углов α2 > α1; α2 < α1	от 0° до 90°	Шаг 1°
Δf порог Асинхр.<->Синхр.	от 0,010 до 0,200 Гц	С шагом 0,001 В
Уставка Δf д/баланс.	от -1,00 до 1,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Δf для ускорения имп-са	от -1,00 до 1,00 Гц	С шагом 0,01 Гц
Настройка сторон:		
Корр. угла	от 0,0° до 360,0°	С шагом 0,1°
Корр.напряжения	от 0,500 до 2,000	Шаг 0,001
Выключатель		
Собственное время включения выключателя	от 0,01 с до 0,60 с	Шаг 0,01 с

Коэффициент возврата

Мин./макс. рабочий предел:	1 % от значения уставки
Разность напряжений	10% от величины уставки или 0,5 В
Обесточено/под напряжением	5 % от значения уставки
Разность частот	3 мГц
Разность углов	0,1°

Измеряемые величины функции синхронизации

Опорное напряжение U1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В кВ первичных, в В вторичных или в % от $U_{ном}$ Всегда отображается в виде линейного напряжения От 10 до 120 % от $U_{ном}$ ≤ 1 % измеряемой величины или 0,5 % $U_{ном}$
Напряжение синхронизации U2 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В кВ первичных, в В вторичных или в % от $U_{ном}$ Всегда отображается в виде линейного напряжения От 10 до 120 % от $U_{ном}$ ≤ 1 % измеряемой величины или 0,5 % $U_{ном}$
Частота напряжения U1f1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	f1 в Гц 25 Гц ≤ f ≤ 70 Гц 1 мГц
Частота напряжения U1f2 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	f2 в Гц 25 Гц ≤ f ≤ 70 Гц 1 мГц
Разность напряжений U2-U1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В кВ первичных, в В вторичных или в % от $U_{ном}$ Всегда отображается в виде линейного напряжения в отношении стороны 1 От 10 до 120 % от $U_{ном}$ ≤ 1 % измеряемой величины или 0,5 % $U_{ном}$
Разность частот f2-f1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В мГц $f_{ном}$ ± 10% 1 мГц
Разность углов λ2-λ1 • Интервал • Погрешность при номинальной частоте	В ° от -180° до +180° 0,5°

Времена срабатывания

Время измерения после подключения переменных	Прибл. 80 мс

Рабочий диапазон

Напряжение	от 20 до 340 В
Частота	$f_{ном}$ -4 Гц ≤ $f_{ном}$ ≤ $f_{ном}$ +4 Гц

Погрешности

Погрешности уставок напряжения	2 % от величины срабатывания или 1 В
Разность напряжения U2>U1; U2<U1	1 В
Разность частот f2>f1; f2<f1	10 мГц
Разность углов α2>α1; α2<α1	1°
Время импульса	1% от рассчитанного импульса или 10 мс
Погрешность всех уставок времени	10 мс
Макс. угол фазового смещения	5° для $\Delta f \leq 1$ Гц 10° для $\Delta f > 1$ Гц

11.74 Обнаружение броска тока намагничивания

Значения уставок

Предел раб.диап.Iмакс	1 A при 50 и 100 Iном.	0.030 A до 35.000 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 50 и 100 Iном.	0.15 A до 175.00 A	шаг 0,01 A
	1 A при 1,6 Iном.	0.001 A до 1.600 A	С шагом 0,001 A
	5 A при 1,6 Iном.	0.005 A до 8.000 A	С шагом 0,001 A
Содерж. 2 гарм.		от 10 % до 45 %	шаг 1 %
Длительность функции перекрестной блокировки		от 0,03 с до 200,00 с	Шаг 0,01 с

Времена срабатывания

Значения преддугового времени	Прибл. 29 мс

Коэффициенты возврата

Гармоника: $I_{2\text{-й, гарм.}}/I_{1\text{-й, гарм}}$	0,95

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра Коэффициент возврата Если этот параметр недоступен, то применяется коэффициент возврата, равный 95%, для перегрузки по току и 105% для минимального тока.	
Минимальная абсолютная разность возврата	
Трансформатор тока для целей защиты	15 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 75 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)
Измерительный трансформатор тока	0,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 1 A) или 2,5 мА втор. ($I_{ном}$ = 5 A)

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
10 Гц ≤ f < 0,9 $f_{ном}$ 1,1 $f_{ном}$ < f ≤ 80 Гц	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться
f < 10 Гц f > 80 Гц	Защита выводится из работы

Погрешности

Измерение тока $I_{макс}$	1% от значения уставки или 5 мА
Гармоника: $I_{2\text{-й, гарм.}}/I_{1\text{-й, гарм}}$	1% от значения уставки со значениями уставки для $I_{2\text{-й, гарм}}/I_{1\text{-й, гарм}}$
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.75 Контроль цепи отключения

Значения уставок

Количество контролируемых схем на Функциональную группу Выключатель	от 1 до 3	
Рабочий режим схемы	с одним дискретным входом с двумя дискретными входами	
Время пуска и возврата	Приблизительно от 1 с до 2 с	
Регулируемая выдержка при одном дискретном входе	от 1,00 с до 600,00 с	С шагом 0,01 с
Регулируемая выдержка при двух дискретных входах	от 1,00 с до 600,00 с	С шагом 0,01 с

11.76 Контроль аналоговых каналов путем быстрого суммирования токов

Времена срабатывания

Времена пуска	Около 2 мс (быстрее, чем самая быстрая защитная функция)
Время возврата	Прибл. 100 мс

Блокировки

Блокируемые функции	Все функции, которые обрабатывают данные измерений от этой точки измерения тока (например, дифференциальной защиты).

11.77 Обнаружение неисправности цепей напряжения

Значения уставок

3ф повр. - UA,UB,UC <		от 0,300 В до 340,000 В	Шаг 0,001 В
3ф повр. - пуск фазн.ток	1 А при 50 и 100 Iном.	0.030 А до 35.000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	0.15 А до 175.00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	0.001 А до 1.600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	0.005 А до 8.000 А	Шаг 0,001 А
3ф повр. - скач.фазн.тока	1 А при 50 и 100 Iном.	0.030 А до 35.000 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 50 и 100 Iном.	0.15 А до 175.00 А	Шаг 0,01 А
	1 А при 1,6 Iном.	0.001 А до 1.600 А	Шаг 0,001 А
	5 А при 1,6 Iном.	0.005 А до 8.000 А	Шаг 0,001 А
Несимм.повр. - выд.врем.		от 0,00 с до 30,00 с	Шаг 0,01 с
Вкл.3ф.повр.,выд.врем.		от 0,00 с до 30,00 с	Шаг 0,01 с

Возврат

Большая разность возврата (= **| Значение пуска – пороговое значение возврата |**) из следующих 2 критериев:

Разн.возврата, полученная из параметра `Коэффициент возврата` Если этот параметр отсутствует, то коэффициент возврата 95% относится к защите от повышения напряжения, а коэффициент возврата 105% относится к защиты от понижения напряжения.	
Минимальная абсолютная разность возврата	150 мВ втор.

Времена срабатывания

Время срабатывания	Около 10 мс + ВСВ[145] при 50 Гц Прибл. 10 мс + ВСВ при 60 Гц
Время возврата	Прибл. 20 мс + ВСВ

Времена срабатывания

Использование в функциональной группе **Линия**	
Время срабатывания	Примерно 10 мс + ВСВ[146] при частоте 50 Гц Примерно 9 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Использовать для других типов функциональных групп	
Время срабатывания	Примерно 20 мс + ВСВ[147] при частоте 50 Гц Примерно 18 мс + ВСВ при частоте 60 Гц

Диапазон рабочих частот

$0,9 \le f/f_{ном} \le 1,1$	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
$10 Гц \le f < 0,9\ f_{ном}$ $1,1\ f_{ном} < f \le 80 Гц$	Погрешности параметров срабатывания защиты могут увеличиться

145 ВСВ (время срабатывания выхода) — дополнительное время задержки выходного сигнала, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

146 ВСВ (Время Срабатывания Выхода) дополнительная задержка используемого выхода, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

147 ВСВ (Время Срабатывания Выхода) дополнительная задержка используемого выхода, например, 5 мс при использовании быстродействующих реле, см. главу *11.1.4 Выходные реле*

f < 10 Гц f > 80 Гц	Активно

Погрешности

Токи	1 % от величины уставки или 5 мА ($I_{ном}$ = 1 A) или 25 мА ($I_{ном}$ = 5 A), ($f_{ном}$ ± 10 %)
Напряжения	0,5 % от величины уставки или 0,5 В
Выдержки времени	1 % от величины уставки или 10 мс

11.78 Автоматический выключатель трансформатора напряжения

Значения уставок

Время ответа	от 0.000 с до 0.030 с	С шагом 0.001 с

11.79 Мониторинг сравнения напряжения

Времена срабатывания

Времена аварийного сигнала	Прибл. от 3 до 12 мс + ВСВ [148]при 50 Гц Примерно от 2,5 до 10 мс + ВСВ при частоте 60 Гц
Время возврата	20 мс

Диапазон рабочих частот

10 Гц ≤ f ≤ 80 Гц	Параметры защиты соответствуют указанным погрешностям
f < 10 Гц	Защита выводится из работы
f > 80 Гц	

Погрешности

Пороговое значение срабатывания	
Напряжение	0,5 % от значения уставки или 0,05 В

148 ВСВ (Время срабатывания выхода): дополнительное время задержки выходного сигнала

11.80 Рабочая измеряемая величина и статистические значения

Следующее положение применимо для погрешностей токов и напряжений:

- Значения применяются как к среднеквадратичным значениям, так и к абсолютному значению и фазовому углу составляющих основной гармоники.
- Значения были определены для чистых синусоидальных сигналов - без гармоник.

Напряжения

U_A, U_B, U_C Диапазон напряжения	U вторичной обмотки < 200 В вторичной обмотки
Номинальное напряжение вторичной обмотки Диапазон измерения Диапазон частот	от 100 В до 125 В (от 0,1 до 2) · $U_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
U_{AB}, U_{BC}, U_{CA} Диапазон напряжения	U вторичной обмотки < 200 В
Номинальное напряжение вторичной обмотки Диапазон измерения Диапазон частот	от 100 В до 125 В (от 0,1 до 2) · $U_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

Токи, измерительный трансформатор

I_A, I_B, I_C, $3I_0$ Диапазон тока	A, вторичных < 1:6 $I_{ном}$
Номинальные токи Диапазон измерения Диапазон частот	1 A / 5 A (от 0,1 до 1,6) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

Токи, трансформатор тока для целей защиты

I_A, I_B, I_C, $3I_0$ Диапазон тока	A, вторичных < 100 $I_{ном.}$
Номинальные токи Диапазон измерения Диапазон частот	1 A / 5 A от 0,1 до 25 A от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

Токи, чувствительный трансформатор тока в цепи тока на землю

$3I_0$ Диапазон тока	A, вторичных < 1,6 $I_{ном.}$
Номинальные токи Диапазон измерения Диапазон частот	1 A / 5 A (от 0,1 до 1,6) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,1 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

Фазный угол

ΦU	°
Диапазон частот	от 47,5 до 52,5 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 57,5 до 62,5 Гц при $f_{ном}$ = 60 Гц
Погрешность ΦU	0,2 ° при номинальном напряжении
ΦI	°
Диапазон частот	от 47,5 до 52,5 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 57,5 до 62,5 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность по ΦI	0,2 ° при номинальном токе

Значения мощности

Активная мощность P	Вторичные величины Вт
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон тока Диапазон частот	$\|\cos\varphi\| \geq 0{,}01$ (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,1 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц

Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,5 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Реактивная мощность Q	Вторичные величины ВАр
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон тока Диапазон частот	|cosφ| ≤ 0,984 (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,1 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	1,0 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	1,5 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Полная мощность S	Вторичные величины ВА
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон тока Диапазон частот	(от 0,01 до 2) · $S_{ном.}$ (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,01 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 60 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,5 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

Частота

Частота f	Гц
Интервал	$f_{ном.}$ - 0,20 Гц < $f_{ном.}$ + 0,20 Гц
Погрешность	± 5 мГц в диапазоне $U_{ном.}$
Интервал	$f_{ном.}$ - 3,00 Гц < $f_{ном.}$ + 3,00 Гц
Погрешность	± 10 мГц в диапазоне $U_{ном.}$
Частотный диапазон (расширенный)	от 25 до 80 Гц; рабочие измеряемые величины от 10 до 80 Гц; функциональные измеряемые величины, частота системы
Погрешность	20 мГц в диапазоне $f_{ном}$ ± 10 % для номинальных значений

Статистические величины устройства

Количество рабочих часов устройства	ч
Интервал	от 0 до 9999999 ч

Погрешность	1 ч

Статистические величины выключателя

Сч.раб. (счетчик работы)	
Интервал	от 0 до 999999999
Погрешность	Нет
∑I выкл (сумма первичных токов в выключенном состоянии)	A, кА, MA, GA, TA, PA первичные величины
Интервал	от 0 до 9,2e+15
Количество рабочих часов	ч
Интервал	от 0 до 9999999 ч
Погрешность	1 ч
Количество часов разомкнутого состояния выключателя	ч
Интервал	от 0 до 9999999 ч
Погрешность	1 ч

Статистические величины разъединителя

Сч.раб. (счетчик работы)	
Интервал	от 0 до 999999999
Погрешность	Нет

Статистические величины двигателя

Количество запусков	от 0 до 999999999
Время работы	ч
Интервал	от 0 до 99999 ч
Погрешность	0,5 ч
Остановка	ч
Интервал	от 0 до 99999 ч
Погрешность	0,5 ч
%Время работы	%
Интервал	от 0,0 % до 100,0 %
Погрешность	0,5 %
Wp	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч, ТВт*ч, первичные величины
Интервал	от 0 до 9,9 e+13
Погрешность при номинальной частоте	≤ 2 % при $I > 0,1\ I_{ном}$; $U > 0,1\ U_{ном}$ и $\lvert\cos\varphi\rvert \geq 0,707$
Wq	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч, ТВт*ч, первичные величины
Интервал	от 0 до 9,9 e+13
Погрешность при номинальной частоте	≤ 2 % при $I > 0,1\ I_{ном}$; $U > 0,1\ U_{ном}$ и $\lvert\cos\varphi\rvert \geq 0,707$

11.81 Величины энергии

Значения уставок

Активная энергия W_p	кВт*ч, МВт*ч, ГВт*ч
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон тока Диапазон частот	|cosφ| ≥ 0,01 (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,1 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,3 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	0,5 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

Реактивная энергия W_q	кВАр*ч, МВАр*ч, ГВАр*ч
Диапазон измерения Диапазон напряжения Диапазон тока Диапазон частот	|cosφ| ≤ 0,984 (от 0,8 до 1,2) · $U_{ном.}$ (от 0,1 до 2) · $I_{ном.}$ от 49 до 51 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 59 до 61 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	1,0 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения
Частотный диапазон (расширенный)	от 40 до 69 Гц при $I_{ном.}$ = 50 Гц от 50 до 70 Гц при $I_{ном.}$ = 60 Гц
Погрешность	1,5 % от измеренного значения в указанном выше диапазоне измерения

11.82 Устройство измерения параметров синхронных векторов

Точность

Стандарт IEEE для синхронных векторов
Измерения
IEEE C37.118.1a™-2014

Передача данных

Стандарт IEEE для синхронных векторов
Передача данных
IEEE C37.118.2™-2011

11.83 CFC

Типовое время отклика и максимальное количество тактов для уровней задачи CFC:

Уровень задачи	Время (в мс)	Максимальное количество тактов CP300
Быстродействующая логика с пуском по событию	<1	1000
Логика с пуском по событию	<5	12594
Оперативные блокировки	<5	119716 всего
Измерение	250	

Значения времени описывают время отклика типовой схемы логического элемента на соответствующем уровне задачи. Максимальное число тактов относится к типовой нагрузке на устройстве на основе шаблона применения **Соединение модуля, расширенное**.

Уровень задачи ***Измерение*** работает в циклах через каждые 500 мс. Все остальные уровни задачи являются логическими с пуском по событию.

Для того чтобы оценить потребление тактов схемы CFC, используйте следующую формулу:

$$T_{сх.} = 5 \cdot n_{Inp} + 5 \cdot n_{Outp} + T_{TLev} + \sum_i T_{int} + \sum_j T_{блок}$$

где:

n_{Inp} Количество сообщений, направленных в качестве входных данных в схему CFC

n_{Outp} Количество сообщений, направленных в качестве выходных данных в схему CFC

T_{TLev} 101 Такты на уровне быстродействующей логики с пуском по событию
104 Такты на уровне логики с пуском по событию
54 Такты на уровне измерения
74 Такты на уровне блокировки

T_{int} Количество внутренних соединений между 2 блоками CFC в одной схеме

$T_{блок}$ Количество использованных тактов в блоке CFC (см. раздел "Технические данные")

Таблица 11-10 Такты отдельных блоков CFC

Элемент	Такты
ABS_D	2,3
ABS_R	1,5
ACOS_R	6,9
ADD_D4	3,4
ADD_R4	3,3
ADD_XMV	6,4
ALARM	1,8
AND_SPS	1,1
AND10	2,9
APC_DEF	1,2
APC_EXE	1,0
APC_INFO	3,9
ASIN_R	1,3
ATAN_R	1,2
BLINK	1,3
BOOL_CNT	2,0
BOOL_INT	1,5

Элемент	Такты
BSC_DEF	1,3
BSC_EXE	1,1
BSC_INFO	2,7
BUILD_ACD	2,9
BUILD_ACT	2,2
BUILD_BSC	1,2
BUILD_CMV	2,3
BUILD_DEL	2,1
BUILD_DPS	1,4
BUILD_ENS	1,3
BUILD_INS	0,5
BUILD_Q	0,8
BUILD_SPS	0,6
BUILD_WYE	3,2
BUILD_XMV	2,9
BUILDC_Q	3,0
CHART_STATE	5,9
CMP_DPS	1,5
CON_ACD	0,7
CON_ACT	0,5
CONNECT	0,4
COS_R	2,5
CTD	1,8
CTU	1,6
CTUD	2,3
DINT_REAL	3,0
DINT_UINT	3,0
DIV_D	2,9
DIV_R	1,6
DIV_XMV	2,2
DPC_DEF	0,4
DPC_EXE	0,4
DPC_INFO	1,1
DPC_OUT	1,3
DPS_SPS	1,0
DRAGI_R	1,7
EQ_D	1,0
EQ_R	1,9
EXP_R	1,5
EXPT_R	2,7
F_TRGM	0,3
F_TRIG	0,3
FF_D	0,9
FF_D_MEM	1,4
FF_RS	0,7
FF_RS_MEM	1,2
FF_SR	0,8

Элемент	Такты
FF_SR_MEM	1,1
GE_D	0,9
GE_R	1,1
GT_D	0,9
GT_R	1,2
HOLD_D	1,1
HOLD_R	1,0
INC_INFO	0,9
LE_D	1,1
LE_R	1,1
LIML_R	1,5
LIMU_R	1,5
LN_R	3,3
LOG_R	1,2
LOOP	1,5
LT_D	0,9
LT_R	0,9
MAX_D	0,9
MAX_R	1,4
MEMORY_D	0,9
MEMORY_R	1,1
MIN_D	0,7
MIN_R	1,3
MOD_D	1,5
MUL_D4	2,5
MUL_R4	2,7
MUL_XMV	2,8
MUX_D	1,2
MUX_R	0,9
NAND10	3,5
NE_D	0,9
NE_R	0,9
NEG	1,2
NEG_SPS	0,8
NL_LZ	3,8
NL_MV	5,6
NL_ZP	2,7
NOR10	3,2
OR_DYN	1,1
OR_SPS	1,3
OR10	2,6
R_TRGM	0,4
R_TRIG	0,4
REAL_DINT	3,0
REAL_SXMV	3,0
SIN_R	0,8
SPC_DEF	0,4

Элемент	Такты
SPC_EXE	0,4
SPC_INFO	0,4
SPC_OUT	0,4
SPLIT_ACD	3,4
SPLIT_ACT	1,0
SPLIT_BSC	1,3
SPLIT_CMV	2,2
SPLIT_DEL	2,0
SPLIT_DPS	1,0
SPLIT_INS	0,5
SPLIT_Q	0,7
SPLIT_SPS	0,8
SPLIT_WYE	2,6
SPLIT_XMV	2,1
SQRT_R	0,6
SUB_D	1,3
SUB_R	1,6
SUB_XMV	2,4
SUBST_B	1,0
SUBST_BQ	1,5
SUBST_D	1,0
SUBST_R	1,0
SUBST_XQ	1,4
SXMV_REAL	3,0
TAN_R	1,1
TLONG	2,2
TOF	1,0
TON	1,1
TT	2,5
TSHORT	1,9
UINT_DINT	3,0
XOR2	2,6

A Приложение

A.1	Конфигуратор заказа и опции заказа	2024
A.2	Заказ аксессуаров	2025
A.3	Принятые обозначения (по тексту и на схемах)	2027
A.4	Доступные функции защиты и управления в функциональных группах защиты генератора	2030
A.5	Стандартный вариант для 7UM85	2034
A.6	Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты трансформатора (фазный ТТ и трансформатор нейтрали)	2037
A.7	Требования к трансформатору тока для дифференциальной защиты генератора (фазный ТТ)	2040
A.8	Примеры схем подключения к трансформаторам тока	2043
A.9	Примеры подключения трансформаторов напряжения для модульных устройств	2049
A.10	Примеры подключения генераторов	2055
A.11	Предварительная маршрутизация основных компонентов генератора	2063

A.1 Конфигуратор заказа и опции заказа

Конфигуратор заказа

Конфигуратор заказа предназначен для выбора устройств SIPROTEC 5. Конфигуратор заказа – это веб-приложение, которое можно использовать с любыми браузерами. Конфигуратор заказа можно использовать для конфигурации устройств в целом или отдельных компонентов, таких как коммуникационные модули, модули расширения или другие аксессуары. В конце процесса конфигурации вам будет предоставлен код изделия и подробная информация о результатах конфигурации. Код изделия однозначно описывает выбранный продукт, а также выступает в качестве кода заказа.

Опции заказа

Для продуктов SIPROTEC 5 доступны следующие опции заказа:

- Устройство
- Одна деталь
- DIGSI 5
- Расширение функциональных возможностей



ПРИМЕЧАНИЕ

Для заказа отдельных компонентов в конфигураторе заказов используйте ссылку на **Отдельные компоненты**.

Отдельные компоненты это:

- Модуль расширения
- Съемный модуль
- Датчики дуговой защиты
- Панель оператора
- Клемма
- Аксессуары

A.2 Заказ аксессуаров

ПРИМЕЧАНИЕ

Для заказа клеммников, принадлежностей к ним и механических аксессуаров, в конфигураторе заказов используйте ссылку **Отдельные компоненты**.

Таблица A-1 Аксессуары

Группа	Аксессуары
Клемма	Клемма напряжения, 14-ти полюсная
Клемма	Вход напряжения (блок питания) Клеммные колодки, 2-ф[149]
Клемма	Токовая клемма тип A, 4 x защитных (для модульных устройств)
Клемма	Токовая клемма типа A, 3 защитных, 1 измерительная (для модульных устройств)
Клемма	Токовая клемма тип A, 4 x измерительных (для модульных устройств)
Клемма	Токовая клемма тип B, 4 x защитных (для базовых устройств)
Клемма	Токовая клемма типа B, 3 защитных, 1 измерительная (для базовых устройств)
Клемма	Перемычка на 2 клеммы для токовых цепей
Клемма	Печатная плата для пары клемм в сборе IO110[149]
Клемма	Клеммы и экранирование для IO111[150,151]
Клемма	Комплект клемм для IO230/231[149]
Клемма	Перемычка на две клеммы для цепей напряжения
Клемма	Крышка для блока токовых клемм
Клемма	Крышка для блока клеммы напряжения
Клемма	Крышка для пустых позиций съемного модуля
Клемма	Безопасная при транспортировке, клемма тока
Клемма	Безопасная при транспортировке, клемма напряжения
Аксессуары	Крышки USB (по 10 шт. каждой для CP 100, 200, 300)
Аксессуары	Кабель, встроенная панель оператора, 0,43 м
Аксессуары	Кабель, съемная панель оператора, 2,50 м
Аксессуары	Кабель, съемная панель оператора, 5,00 м
Аксессуары	Кабельный комплект, кабель COM-связи
Аксессуары	Крышка для съемных модулей
Аксессуары	Набор угловых реек
Аксессуары	10 маркировочных полосок, светодиоды/функциональные клавиши
Аксессуары	5 маркировочных полосок, кнопки
Аксессуары	Комплект деталей, монтажный кронштейн 1/2
Аксессуары	Комплект деталей, монтажный кронштейн 2/3
Аксессуары	Комплект деталей, монтажный кронштейн 5/6

149 Рекомендуемый момент затяжки для фиксации клеммы на задней стороне: 0,3 Нм

150 Комплект состоит из клемм и экранов для IO111 для положений клемм M и N.

151 Только для базовых устройств 7xx82

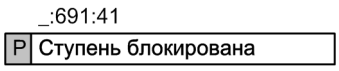
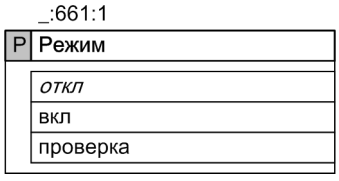
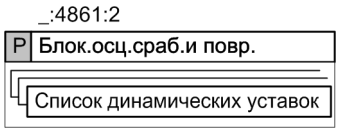
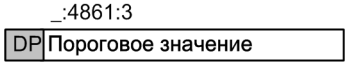
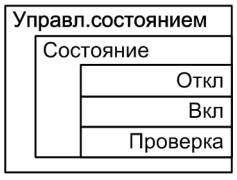
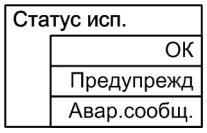
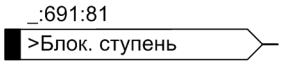
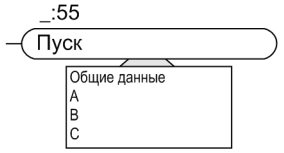
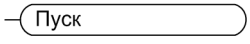
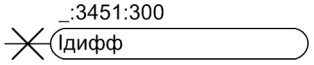
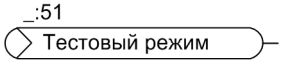
Группа	Аксессуары
Аксессуары	Комплект деталей, монтажный кронштейн 1/1
Аксессуары	4 крышки на винтах 1/3, тип C11
Аксессуары	4 крышки на винтах 1/3, тип C22
Аксессуары	4 крышки на винтах 1/6, тип C21
Аксессуары	2 крышки для оконцовки шины данных
Аксессуары	Монтажная рама для навесного монтажа на панели для базовых блоков 7xx82
Аксессуары	Карта памяти SDHC для 7KE85
Аксессуары	10 держателей батареи
Аксессуары	Соединительный кабель для 2-го ряда
Аксессуары	DIGSI 5 USB-кабель 2.0
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 3 м
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 4 м
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 5 м
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 10 м
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 15 м
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 20 м
Датчики дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 35 м
Датчики дуговой защиты	Линейный датчик, длина 3 м
Датчики дуговой защиты	Линейный датчик, длина 10 м
Датчики дуговой защиты	Линейный датчик, длина 20 м
Датчики дуговой защиты	Линейный датчик, длина 30 м
Датчики дуговой защиты	Линейный датчик, длина 40 м
Датчики дуговой защиты	Кабель питания для линейных датчиков, длина: 3 м
Датчики дуговой защиты	Кабель питания для линейных датчиков, длина: 5 м
Датчики дуговой защиты	Кабель питания для линейных датчиков, длина: 10 м

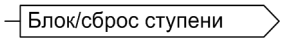
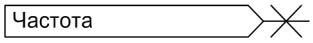
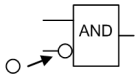
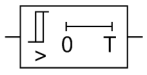
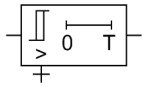
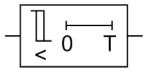
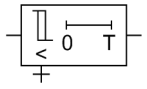
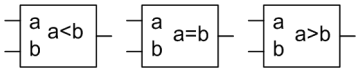
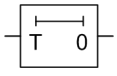
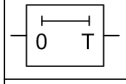
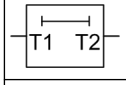
A.3 Принятые обозначения (по тексту и на схемах)

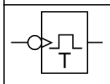
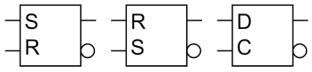
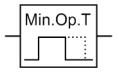
Для описания параметров в тексте используются следующие шрифты:

Режим	Наименование параметра
_:661:1	Адрес параметра _ задается комбинация адреса функциональной группы: для функции 661, в примере, показан адрес уставки
выведена	Состояние параметра

В рисунках используются следующие символы:

Значок	Описание
	Параметр
	Параметры со значениями уставок Уставка по умолчанию показана на первом месте и отображается курсивом
	Параметры с уставками, которые зависят от конкретного применения
	Динамические уставки:
	Логика состояния
	Исправность функции, ступени или функционального блока
	Внешний дискретный входной сигнал с номером
	Внешний выходной сигнал с номером и дополнительной информацией
	Внешний выходной сигнал без номера
	Измеренное выходное значение
	Дискретный входной сигнал, полученный от внешнего выходного сигнала

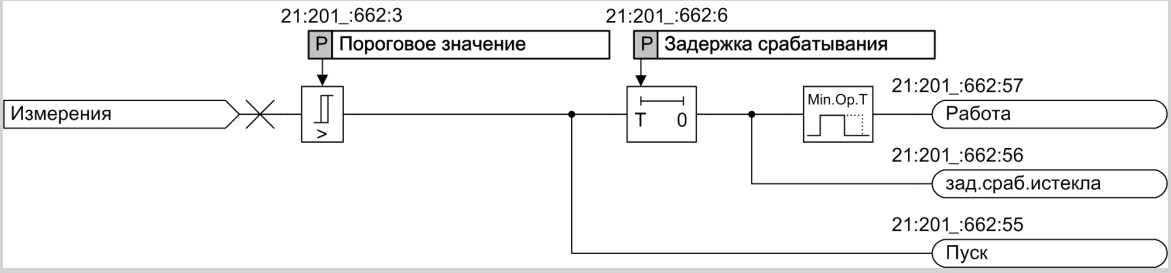
Значок	Описание
	Внутренний входной сигнал
	Внутренний выходной сигнал
	Аналоговый входной сигнал
	Сброс / блокировка логического элемента
	Элемент И
	Элемент ИЛИ
	Элемент исключающее ИЛИ
	Элемент НЕ (отрицание)
	Превышение величины порогового значения ступени
	Превышение величины порогового значения ступени, со сбросом по входу
	Снижение величины ниже порогового значения ступени
	Снижение величины ниже порогового значения ступени, со сбросом по входу
	Превышение величины порогового значения ступени, с выдержкой времени на возврат
	Превышение величины порогового значения ступени, с выдержкой времени на возврат и со сбросом по входу
	Снижение величины ниже порогового значения ступени, С выдержкой времени на возврат
	Снижение величины ниже порогового значения ступени, с выдержкой времени на возврат и со сбросом по входу
	Компараторы
	Выдержка времени на срабатывание
	Выдержка времени на возврат
	Выдержка времени на срабатывание и на возврат
	Пуск импульса с длительностью T по положительному фронту импульса

Значок	Описание
	Пуск импульса с длительностью T по отрицательному фронту импульса
	SR-триггер, RS-триггер, D-триггер
	Характеристическая кривая
	Минимальное время срабатывания

A.4 Доступные функции защиты и управления в функциональных группах защиты генератора

ПРИМЕР

Структура названия и идентификационного номера показана в функциональной группе защиты **Линия** в качестве примера уставки **Пороговое значение** и сообщения **Пуск** для 2-й ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени функции **Фазная МТЗ** (см. *Рисунок 2-9*). В устройстве имеется только одна функция и одна функциональная группа. Изображение ступени упрощено.



[lostuumz-180311-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-1 Ступень функции фазной МТЗ (без представления управления ступенью)

В следующей таблице показаны названия и номера участвующих иерархических элементов:

	Имя	**Номер типа**	**Номер экземпляра**
Группа защитных функций	Линия	2	1
Функция	МТЗ 3ф	20	1
Ступень	МТЗ с независимой выдержкой времени	66	2
Уставки	Пороговое значение	3	–
Сообщение	Пуск	55	–

В результате номера экземпляров будут следующими:

- Функциональная группа: Линия **1**

  1 экземпляр, так как в устройстве имеется только одна функциональная группа **Линия**
- Функция: МТЗ 3ф **1**

  1 экземпляр, так как в функциональной группе **Линия** имеется только одна функциональная группа **МТЗ 3ф**
- Ступень: МТЗ с независимой выдержкой времени **2**

  2 экземпляра, поскольку в функции **МТЗ 3ф** имеется 2 ступени с независимой выдержкой времени (здесь 2-й экземпляр дается в качестве примера)

В результате получаются следующие названия и номера (включая номера экземпляров):

Параметр:	**Номер**
Линия 1:МТЗ 3ф 1:МТЗ с независимой выдержкой времени 2:Пороговое значение	21:201:662:3
Сообщение:	**Номер**
Линия 1:МТЗ 3ф 1:МТЗ с независимой выдержкой времени 2:Пуск	21:201:662:55

Структура упрощена соответственно для уставок и сообщений с меньшими уровнями иерархии.

В следующей таблице приведен обзор функций защиты и управления, доступных в функциональных группах устройства 7UM85.

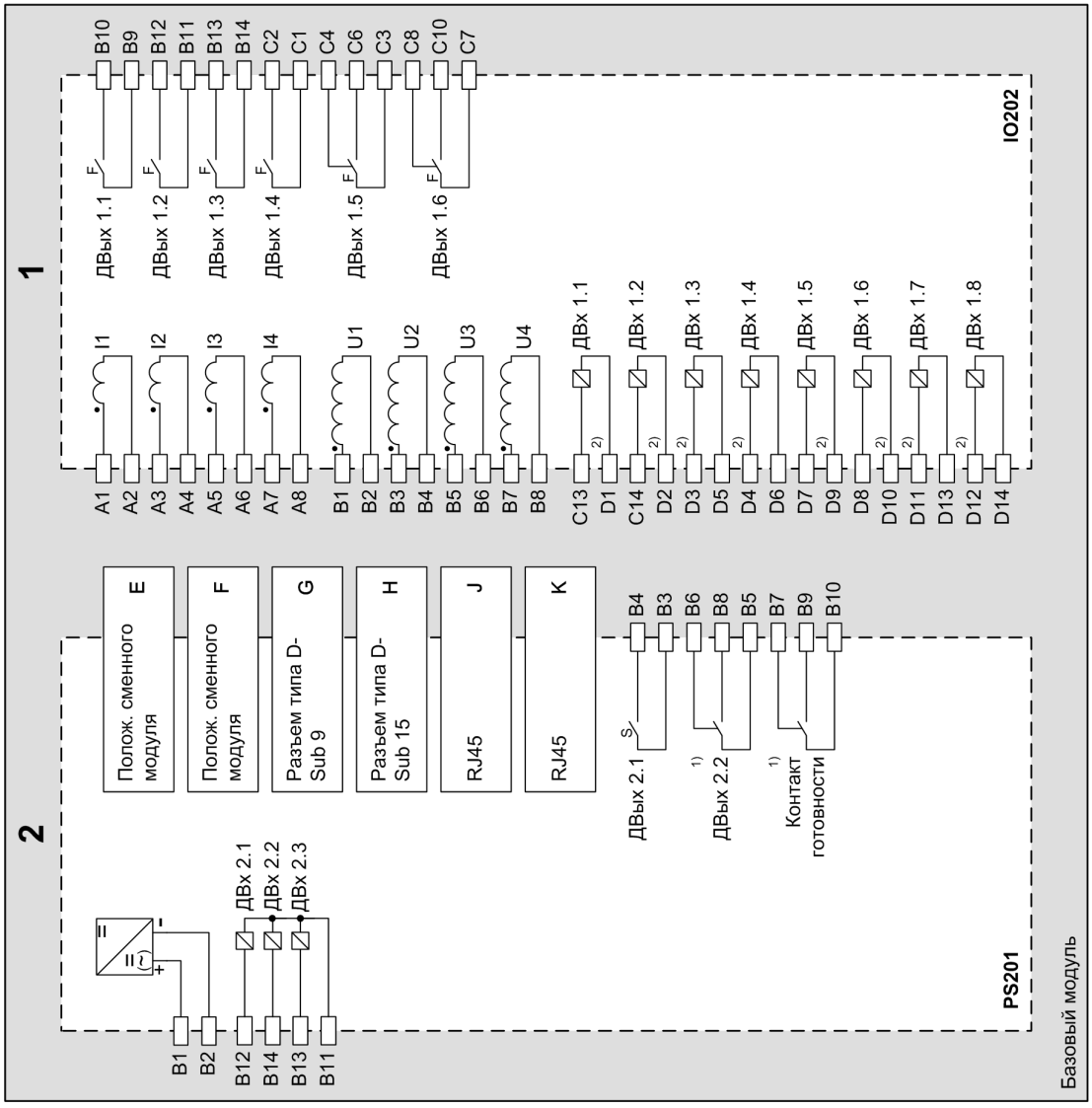
Таблица A-2 Функции в функциональных группах

		Функциональная группа (ФГ)																						
ANSI	**Функция защиты**	**Выключатель**	**Выключатель [управление]**	**Кнтр.Uпит.ДВх.**	**U 3ф.**	**UI 3ф.**	**UI 1ф.**	**ДифЗащДв.**	**СтДвиг.**	**Дв(статор)**	**Сторона трансформатора**	**Нейтр.точка тр-ра**	**ДифЗащТ.**	**Генератор дифф.**	**Стор. генератора**	**Статор генератора**	**Осциллограф**	**Разъединитель**	**Разъединитель [только положение]**	**РПН**	**ОпредПольз ФункцГруппа**	**Аналог. блоки**	**Максимальное применение**
–	Блок20мА-Ether.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4
–	Блок20мА-посл.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4
–	Кнтр.изн.выкл	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	50
–	ЗащДугПерек	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
–	Тест ВЫКЛ	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
–	Опер.блокир.	1	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	F	–	–	–	–	1
–	Функции управления	1	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	F	–	–	–	–	1
–	ВнешПров1-из-N	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
–	ЗащПеремеж33	–	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	9
–	Случ.непреднаме.	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	9
–	Внешняя синхр.	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
–	Внешнее отключ.	–	–	–	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	–	–	–	–	–	–	18
–	Включ. на КЗ	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
–	Функция ОМП	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
–	Групп.контр.	–	–	F	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	25
–	ОбнБроскаТока	–	–	–	–	1	–	–	1	1	1	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	1
–	ЗащБлокРот	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
–	Защита от межвит-ковых замыканий	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
64F	Рот33 -R	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
64F	Рот33 -I	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
64F – 1-3 Гц	Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5
–	Ст33 90% ТИ-1ф	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	9
–	Ст33 90% ТИ-3ф	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	9
27/59TN	27/59TH 3 Гарм.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	9
64G	64G 100% U 20Гц	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	3
–	Определяемые пользо-вателем функции	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	16	B	50
21	21 ДистЗащ.	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	2
24	24 ЗащПеревозб	B	B	B	1	1	–	–	1	1	1	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	9

		Функциональная группа (ФГ)																					
ANSI	**Функция защиты**	**Выключатель**	**Выключатель [управление]**	**Кнтр.Uпит.ДВх.**	**U 3ф.**	**UI 3ф.**	**UI 1ф.**	**ДифЗащДв.**	**СтДвиг.**	**Дв(статор)**	**Сторона трансформатора**	**Нейтр.точка тр-ра**	**ДифЗащТ.**	**Генератор дифф.**	**Стор. генератора**	**Статор генератора**	**Осциллограф**	**Разъединитель**	**Разъединитель [только положение]**	**РПН**	**ОпредПольз ФункцГруппа**	**Аналог. блоки**	**Максимальное применение**
25	25 Синхронизация	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
27	27 СнижНапр3ф	B	B	B	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	27 СнижНапрUx	B	B	B	4	4	–	–	4	4	4	–	–	–	4	4	–	–	–	–	–	–	9
	27 СнижНапрUx	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	27 СнижНапрU1	B	B	B	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
27, 59F DC/50N DC	Защита по постоянному току/напряжению	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	8
27/Q	27/Q защита	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
32R	32R РевМощн	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
46	МТЗ ОП незав.выд.вр.	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	46 I2-НезавВыдВр	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	9
	46 НесиммНагр	–	–	–	–	1	–	–	1	1	1	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	9
47	47 ПовышНапрU2	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	47 Защ.пов.U U2/U1	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
48	48 ВрПускДвиг	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
49	49 ТеплЗащ [1ф]	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
49	Защита от тепловой перегрузки, характеристика, определяемая пользователем	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
49H	49H РасчТчкНагр	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
49R	49R Перег.рот.	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
50	50 ТО	–	–	–	–	1	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
50/51	ТН3НП 3ф. тип A	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	ТН3НП-3ф-B	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
50N/51N	50N/51N ТЗНП тип A	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	50N51N ТЗНП типB	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	50N/51N 1ф-A	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	50N/51N 1ф-B	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
51	Максимальная токовая защита при пуске	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	4
51GN	51GN ВалЗЗ 1ф	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
51Ns	51Ns ЧувТЗНП	–	–	–	–	2	2	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
51V	ТН3НП 3ф Uзав	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	9

		Функциональная группа (ФГ)																						
ANSI	**Функция защиты**	**Выключатель**	**Выключатель [управление]**	**Кнтр.Uпит.ДВх.**	**U 3ф.**	**UI 3ф.**	**UI 1ф.**	**ДифЗащДв.**	**СтДвиг.**	**Дв(статор)**	**Сторона трансформатора**	**Нейтр.точка тр-ра**	**ДифЗащТ.**	**Генератор дифф.**	**Стор. генератора**	**Статор генератора**	**Осциллограф**	**Разъединитель**	**Разъединитель [только положение]**	**РПН**	**ОпредПольз ФункцГруппа**	**Аналог. блоки**	**Максимальное применение**
59	59 ПовышНапр3ф	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	59 ПовышНапрUx	–	–	–	4	4	–	–	4	4	4	–	–	–	4	4	–	–	–	–	–	–	9
	59 ПовышНапрUx	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
	59 ПовышНапрU0	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	59 ПовышНапрU1	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
66	66 ЗапрПовтПуска	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
67	ТНЗНП 3ф-А	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	НапрТНЗНП-3ф-В	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
67N	67N ТНЗНП - тип А	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	18
	67N ТНЗНП - тип В	–	–	–	–	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	18
67Ns	67N ЧувТНЗНП	–	–	–	–	2	2	–	2	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	9
74TC	74TCКтрЦОт1Вх	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20
	74TC КтрЦО2Вх	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20
78	78 ЗащВыпСинхр	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
81	81 ПовышЧаст-В	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	81 СнижЧаст-А	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
	81 СнижЧаст-В	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
81R	81R СкорИзмЧаст	–	–	–	2	2	–	–	2	2	2	–	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	9
87N	87N REF	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
87T	87T ДЗТ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
87M	87M ДифЗащДв	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2
87G	87G ДифЗащГ	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	2
AFD	Дуговая защита	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5

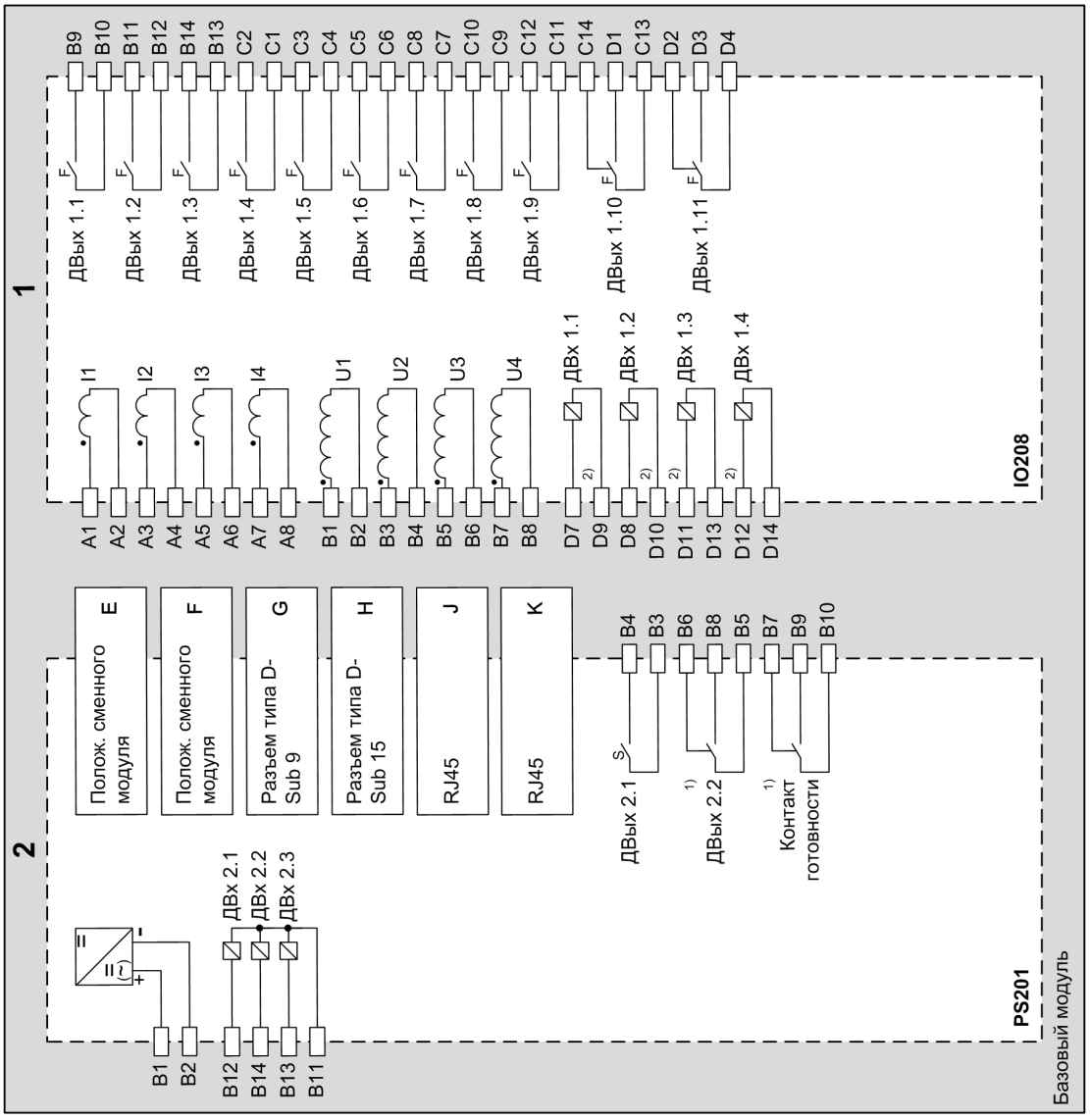
A.5 Стандартный вариант для 7UM85



[sc85TypAA1-130815-01, 1, ru_RU]

Рисунок A-2 Стандартный вариант, тип AA1

[1] Технические характеристики такие же как у типа F, но время переключения 10 мс
[2] Используйте эти клеммы для подключения дискретных входов.

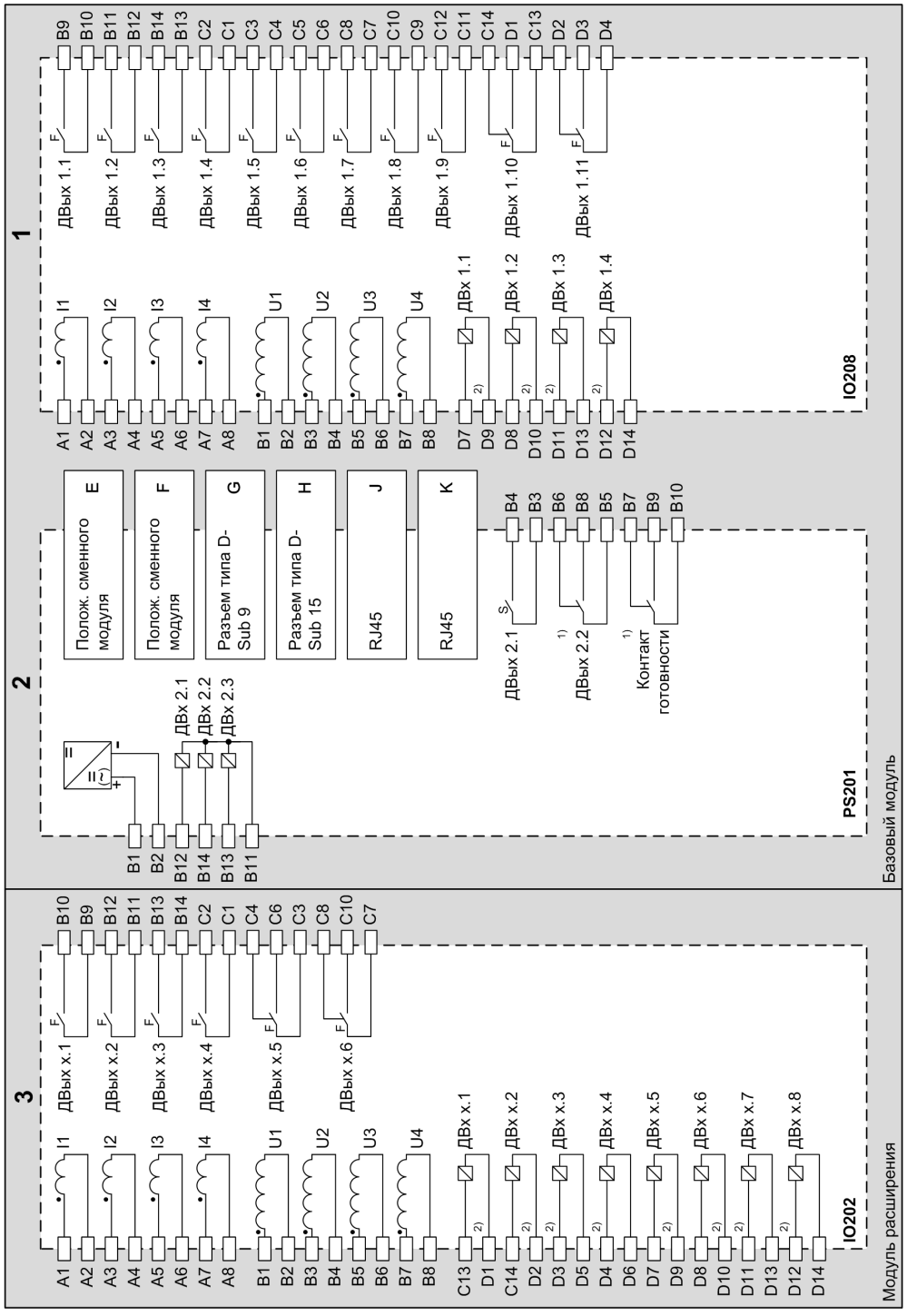


[sc85TypAA2-130815-01, 1, ru_RU]

Рисунок A-3 Стандартный вариант, тип AA2

1) Технические характеристики такие же как у типа F, но время переключения 10 мс

2) Используйте эти клеммы для подключения дискретных входов.



[sc85TypAA3-130815-01, 1, ru_RU]

Рисунок A-4 Стандартный вариант, тип AA3

[1] Технические характеристики такие же как у типа F., но время переключения 10 мс

[2] Используйте эти клеммы для подключения дискретных входов.

A.6 Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты трансформатора (фазный ТТ и трансформатор нейтрали)

Тип трансформатора	Требуемый коэффициент Кпк'		
	Минимальное	**Внутреннее повреждение**	**Внешнее повреждение**
МЭК 5P, МЭК 10P[152] (остаточная намагниченность до 80 %)	25	$\geq 0{,}5 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 2 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК 5PR, МЭК 10PR[153]	12,5	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 1{,}5 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
	Необх. произв. $K_{перех.\ реж.} \cdot K_{ном.\ симм.КЗ(вн)}$		
МЭК TPX (остаточная намагниченность до 80 %)	25	$\geq 0{,}5 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 2 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК TPY	12,5	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 1{,}5 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК TPZ	12,5	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}}$	$\geq 1{,}5 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
	Требуемая точка перегиба напряжения $E_{перегиба}$ (U среднекв.)		
МЭК PX (остаточная намагниченность до 80 %)	$20 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$	$\geq 0{,}4 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор}$	$\geq 1{,}6 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор}$
МЭК PXR	$10 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$	$\geq 0{,}3 \cdot \frac{I_{внутр.макс}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор}$	$\geq 1{,}3 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$
	Требуемое напряжение на зажимах трансформатора U_{ta} (U среднекв.)		
ANSI C ($I_{ном.втор.}$ = 5 A) (остаточная намагниченность до 80 %)	$25 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$	$\geq 0{,}5 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$	$\geq 2 \cdot \frac{I_{внешн.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$

Остаточная намагниченность приводит к преждевременному насыщению, что само по себе критично для дифференциальной защиты. Для новых систем Siemens рекомендует магнитопроводы без остаточной намагниченности, классы 5PR, PXR и TPY. В случае обнаружения высоких значений апериодических составляющих Siemens рекомендует применение класса TPZ во избежание излишних срабатываний при внешних повреждениях.

КПК' Фактический коэффициент предельной кратности

КПК' $Кпк' = Кпк \cdot \frac{R_{тт} + R_{н}}{R_{тт} + R_{н.раб.}}$

КПК Номинальная предельная кратность

$R_{ТТ}$ Сопротивление вторичной обмотки

$R_{н}$ Номинальная активная нагрузка

$R_{н.раб.}$ Подключенная номинальная активная нагрузка

$R_{втор.}$ $(R_{ТТ} + R_{н.раб.})$

$I_{ном.перв.}$ Номинальный первичный ток трансформатора

152 Угловая погрешность не указана в МЭК 61869-2, поэтому дифференциальная защита класса 10P не рекомендуется.

153 Угловая погрешность не указана в МЭК 61869-2, поэтому дифференциальная защита класса 10PR не рекомендуется.

$I_{ном.втор.}$	Номинальный вторичный ток трансформатора
$I_{внутр.макс}$	Максимальный симметричный ток внутреннего короткого замыкания
$I_{внешн.макс}$	Максимальный симметричный ток внешнего короткого замыкания
$K_{перех. реж.}$	Номинальный коэффициент переходного режима
$K_{НОМ. СИММ.КЗ}$	Номинальный коэффициент тока симметричного короткого замыкания = $I_{КЗ\ перв.}/I_{ном.перв.}$
$E_{перегиба}$	Напряжение в точке перегиба характеристики
U_t	Номинальное напряжение на зажимах вторичной обмотки при увеличенном в 20 раз номинальном токе и номинальной нагрузке $R_н$
U_{ta}	Текущее напряжение на зажимах вторичной обмотки при увеличенном в 20 раз номинальном токе и текущей нагрузке $R_{н.раб.}$

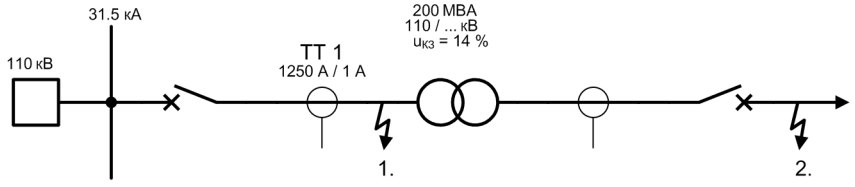
ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании функций дистанционной защиты или дифференциальной защиты линии в устройстве дифференциальной защиты трансформатора необходимо учитывать требования к трансформатору тока. Их можно найти в руководстве по защите линии (C53000-G5040-C010).

ПРИМЕЧАНИЕ

При использовании ограниченной защиты от замыканий на землю трансформатор нейтрали может быть спроектирован в соответствии с требуемым коэффициентом ограничения рабочей погрешности фазного ТТ, уменьшенным до коэффициента 0,5-1,0, но не свыше коэффициента ограничения рабочей погрешности фазного ТТ. При использовании коррекции тока нулевой последовательности для дифференциальной защиты трансформатора Siemens рекомендует проектировать трансформатор нейтрали в соответствии с требуемым коэффициентом ограничения рабочей погрешности фазного ТТ.

Пример



[dwwdlanf-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Схема трансформатора тока 1 (Трансф. 1):

$I_{вн.макс.}$ = 31,5 кА

Номинальный ток трансформатора $I_{ном,тр}$ = 200000 кВА/($\sqrt{3}$ · 100 кВ) = 1050 А (110 кВ на сторону)

$I_{вш.макс} = I_{ном.тр.} \cdot 100\ \%/u_k$ = 1050 А · 100 %/14 % = 7498 А (сторона 110 кВ)

$K_{ном.\ симм.КЗ(вн.)}$ = 31500 А/1250 А = 25,2, $K_{ном.\ симм.КЗ(вш)}$ = 7498 А/1250 А = 6,0

a) МЭК класс 5P

1-е внутреннее повреждение: Кпк' = 0,5 · 31500 А/1250 А = 12,6

2-е внешнее повреждение: Кпк' = 2 · 7498 А/1250 А = 12 → **но минимум 25**

Результат:

Рабочий коэффициент предельной кратности **≥ 25**, например: 5P30, $R_н = S_{ном}/I_{ном.втор.}^2$ ≥ подключенная нагрузка $R_{н.раб.}$ (например: $S_{ном}$ = 2,5 ВА или 5 ВА)

b) МЭК класс TPZ

1-е внутреннее повреждение: $K_{перех.\ реж.} \cdot K_{ном.\ симм.КЗ}$ = 0,4 · 31500 А/1250 А = 10,08

2-е внешнее повреждение: $K_{перех.\ реж.} \cdot K_{ном.\ симм.КЗ} = 1,5 \cdot 7498\ А/1250\ А = 9 \rightarrow$ **но мин. 12,5**

Результат:

Произв. $K_{перех.\ реж.} \cdot K_{ном.\ симм.КЗ}$ должно быть ≥ 12,5, например: $K_{симм.КЗ} = K_{ном.\ симм.КЗ(вн)} \approx 25$ и $K_{перех.\ реж.} = 0,5$

Номинальная резистивная нагрузка $R_н \geq$ подкл. нагрузка $R_{н.раб.}$ (например, $R_н = 2,5$ Ом или 5 Ом)

c) МЭК класс PX, предполагает: $R_{ТТ} = 4,3$ Ом, $R_{н.раб.} = 1,5$ Ом

1-е внутреннее повреждение:

$$E_{перегиба} \geq 0.4 \cdot \frac{I_{внутр.макс.}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.} \geq 0.4 \cdot \frac{31500\ А}{1250\ А} \cdot 1А \cdot (4.3\ Ом + 1.5\ Ом) \geq 58.5\ В\ среднекв.$$

[fofintek-161112-01.tif, 2, ru_RU]

2-е внешнее повреждение:

$$E_{перегиба} \geq 1.6 \cdot \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} \cdot I_{ном.перв.} \cdot R_{втор} \geq 1.6 \cdot \frac{7498\ А}{1250\ А} \cdot 1А \cdot (4.3\ Ом + 1.5\ Ом) \geq 55.7\ В\ среднекв.$$

[fofextek-161112-01.tif, 2, ru_RU]

но минимум $E_{перегиба} = 20 \cdot I_{ном.перв.} \cdot R_{втор} = 20 \cdot 1\ А \cdot (4,3\ Ом + 1,5\ Ом) = 116$ В среднекв.эфф

Результат:

Трансформатор PX должен иметь точку перегиба напряжения ≥ 116 В (среднекв), например: $E_{перегиба} =$ 150 Uэфф

A.7 Требования к трансформатору тока для дифференциальной защиты генератора (фазный ТТ)

Тип трансформатора	Требуемый коэффициент Кпк'	
	Минимальное	**Внешнее повреждение**
МЭК 5P, МЭК 10P[154] (остаточная намагниченность до 80 %)	30	$\geq 4 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК 5PR, МЭК 10PR[155]	25	$\geq 3 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
	Необх. произв. $K_{перех. реж.} \cdot K_{ном. симм.КЗ(вн)}$	
МЭК TPY	25	$\geq 3 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
МЭК TPZ	25	$\geq 3 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}}$
	Требуемая точка перегиба напряжения $E_{перегиба}$ (U среднекв.)	
МЭК PX (остаточная намагниченность до 80 %)	$25 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{втор.}$	$\geq 3 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} I_{ном.втор.} R_{втор.}$
	Требуемое напряжение на зажимах трансформатора U_{ta} (U среднекв.)	
ANSI C ($I_{ном.втор.}$ = 5 A) (остаточная намагниченность до 80 %)	$30 \cdot I_{ном.втор.} \cdot R_{н.раб.}$	$\geq 4 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} I_{ном.втор.} R_{н.раб}$

Остаточная намагниченность приводит к преждевременному насыщению, что само по себе критично для дифференциальной защиты. Для новых систем Siemens рекомендует магнитопроводы без остаточной намагниченности классов 5PR и TPY. В случае обнаружения высоких значений апериодических составляющих Siemens рекомендует применение класса TPZ во избежание излишних срабатываний при внешних повреждениях. Для больших генераторов (например, > 500 МВА) Siemens рекомендует TPZ.

ПРИМЕЧАНИЕ

По сравнению с применением трансформаторов, настройка трансформатора тока достаточна для контроля внешних повреждений.

КПК' Фактический коэффициент предельной кратности

КПК' $Кпк' = Кпк \cdot \frac{R_{тт} + R_{н}}{R_{тт} + R_{н.раб.}}$

КПК Номинальная предельная кратность

$R_{ТТ}$ Сопротивление вторичной обмотки

$R_{н}$ Номинальная активная нагрузка

$R_{н.раб.}$ Подключенная номинальная активная нагрузка

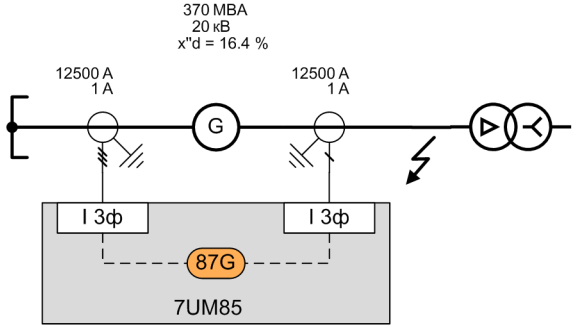
$R_{втор.}$ ($R_{ТТ} + R_{н.раб.}$)

154 Угловая погрешность не указана в МЭК 61869-2, поэтому дифференциальная защита класса 10P не рекомендуется.

155 Угловая погрешность не указана в МЭК 61869-2, поэтому дифференциальная защита класса 10PR не рекомендуется.

$I_{ном.перв.}$	Номинальный первичный ток трансформатора
$I_{ном.втор.}$	Номинальный вторичный ток трансформатора
$I_{внутр.макс}$	Максимальный симметричный ток внутреннего короткого замыкания
$I_{внешн.макс}$	Максимальный симметричный ток внешнего короткого замыкания
$K_{перех. реж.}$	Номинальный коэффициент переходного режима
$K_{НОМ. СИММ.КЗ}$	Номинальный коэффициент тока симметричного короткого замыкания = $I_{КЗ перв.}/I_{ном.перв.}$
$E_{перегиба}$	Напряжение в точке перегиба характеристики
U_t	Номинальное напряжение на зажимах вторичной обмотки при увеличенном в 20 раз номинальном токе и номинальной нагрузке $R_н$
U_{ta}	Текущее напряжение на зажимах вторичной обмотки при увеличенном в 20 раз номинальном токе и текущей нагрузке $R_{н.раб.}$

Пример



[dw_I transf, gen diff example, 2, ru_RU]

Схема трансформатора тока 1:

Номинальный ток генератора $I_{ном,ген}$ = 370 MBA/($\sqrt{3}$ · 20 кВ) = 10681 A

$$I_{внешн.макс} = \frac{c \cdot S_{ном.ген}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном.ген} \cdot x''_d} = \frac{1.1 \cdot 370\ MBA}{\sqrt{3} \cdot 20\ кВ \cdot 0.164} = 71641\ A$$

$$K_{ном.\ симм.КЗ} = \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} = \frac{71641\ A}{12500\ A} = 5.73$$

a) МЭК класс 5P

КПК' = 4 · 71641 A/12500 A = 22,92, однако минимум 30

Результат:

Рабочий коэффициент предельной кратности **≥ 30**, например: 5P30, $R_н = S_{ном}/I_{ном.втор.}^2$ ≥ подключенная нагрузка $R_{н.раб.}$

(например: $S_{ном}$ = 2,5 BA или 5 BA)

b) МЭК класс TPZ

$K_{перех.реж.} \cdot K_{ном.симм.КЗ}$ = 3 · 5,73 = 17,19 → **минимум, но 25**

Результат:

Произв. $K_{перех.\ реж.} \cdot K_{ном.\ симм.КЗ}$ должно быть ≥ 25.

Номинальная резистивная нагрузка $R_н$ ≥ подкл. нагрузка $R_{н.раб.}$ (например, $R_н$ = 2,5 Ω или 5 Ω)

ПРИМЕЧАНИЕ

Рассмотренный трансформатор TPZ не соответствует требованиям угловой погрешности при номинальной нагрузке. Из-за большой угловой погрешности не подключайте функцию **Защита от реверса мощности** к данному трансформатору. Используйте отдельный измерительный трансформатор (см. главу*6.57.1 Обзор функций*).

c) МЭК класс PX, предполагает: $R_{ТТ}$ = 4,3 Ω, $R_{н.раб.}$ = 1,5 Ω

$$E_{КЗ} \geq 3 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} I_{ном.втор.} R_{втор.} = 3 \frac{71641\ A}{12500\ A} 1\ A\ (4.3\ Ом + 1.5\ Ом) = 99.72\ В\ среднекв.$$

но минимум $E_{перегиба} = 25 \cdot I_{ном.перв.} \cdot R_{втор}$ = 25 · 1 A · (4,3 Ω + 1,5 Ω) = 145 В среднекв.

Результат:

Трансформатор PX должен иметь точку перегиба напряжения ≥ 145 В (среднекв), например: $E_{перегиба}$ = 180 Uэфф

d) ANSI C, предположение: ($I_{ном.втор.}$ = 5 A) $R_{н.раб.}$ = 1,1 Ω

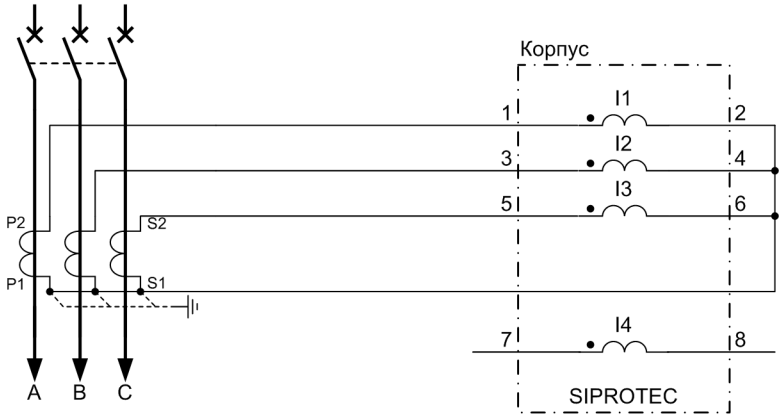
$$U_{ta} = 4 \frac{I_{внешн.макс}}{I_{ном.перв.}} I_{ном.втор.} R_{н.раб} = 4 \frac{71641\ A}{12500\ A} 5\ A \cdot 1.1\ Ом = 126.1\ В\ среднекв.$$

но минимум $U_{ta} = 30 \cdot I_{ном.втор} \cdot R_{н.раб}$ = 30 · 5 A · 1,1 Ω = 165 В среднекв.

Результат:

Трансформатор ANSI C должен иметь напряжение на клемме ≥ 165 Uэфф, например: U_{ta} = 200 В среднекв., что приводит к выбору трансформаторного сердечника C200.

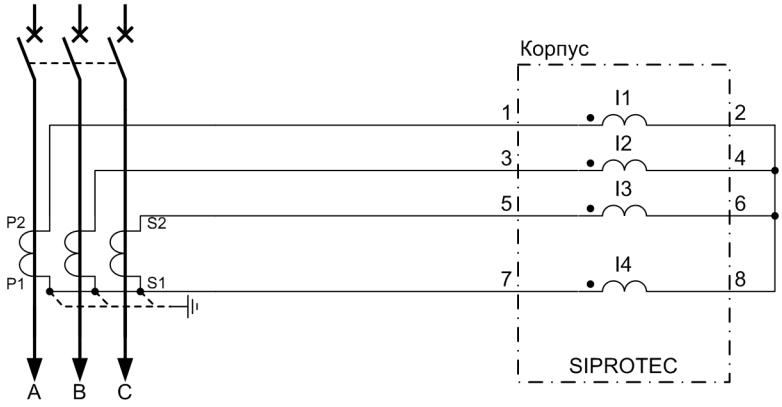
A.8 Примеры схем подключения к трансформаторам тока



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф

[ti3leit1-070211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-5 Подключение трехфазного трансформатора тока (ток НП рассчитывается)



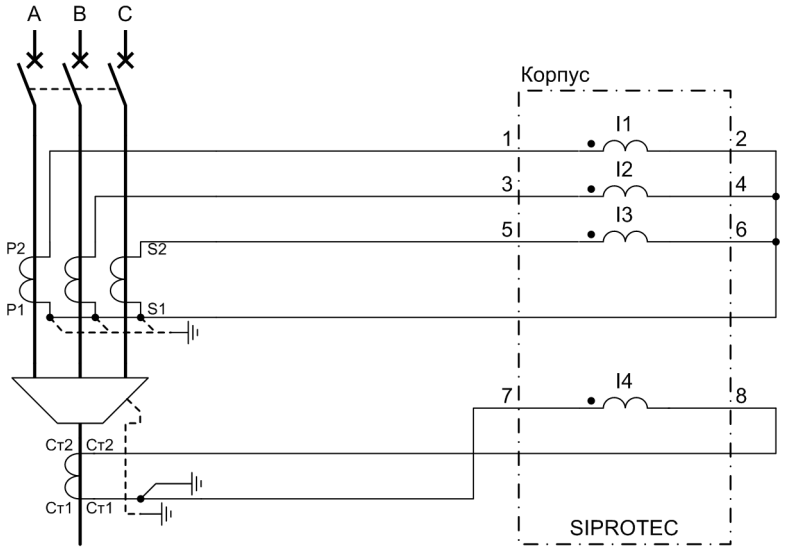
Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3 фазн.тока +IN

[tileite2-070211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-6 Подключение трехфазного трансформатора тока и измеряемого тока НП (ток в общем проводе)

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 (I_N)!



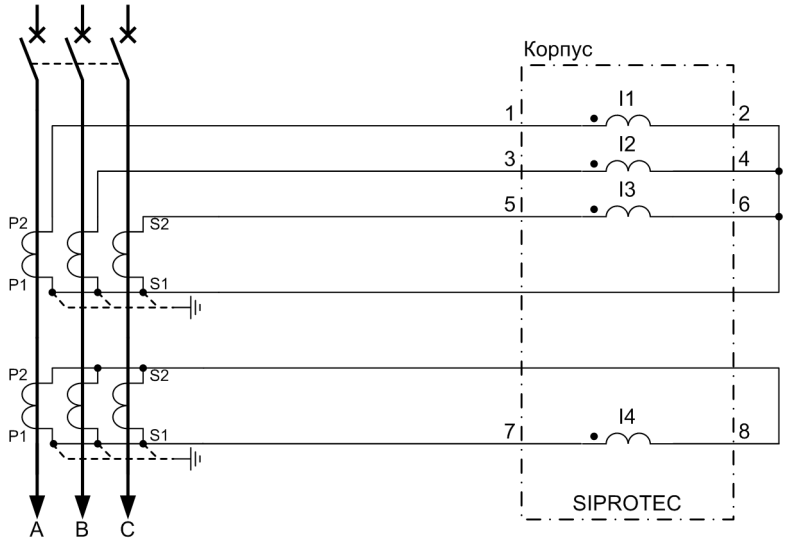
Трансформатор тока, 3ф: подключение = **3 фазн.тока +IN отд.**

[tileite3-260313-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-7 Подключение трехфазного ТТ и ТТ кабельного типа для чувствительного обнаружения замыканий на землю

ПРИМЕЧАНИЕ

Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 ($I_{N\ отд.}$)!



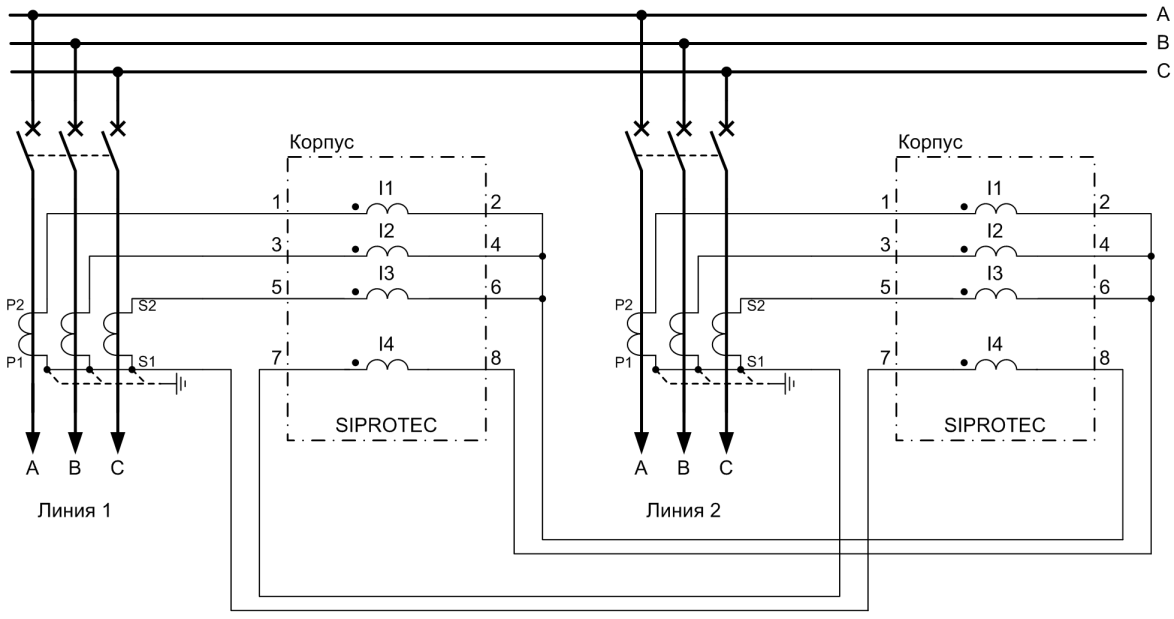
Трансформатор тока, 3ф: подключение = **3 фазн.тока +IN отд.**

[tileite4-260313-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-8 Подключение трехфазного ТТ и измеряемого тока НП через схему подключения Холмгрина

ПРИМЕЧАНИЕ

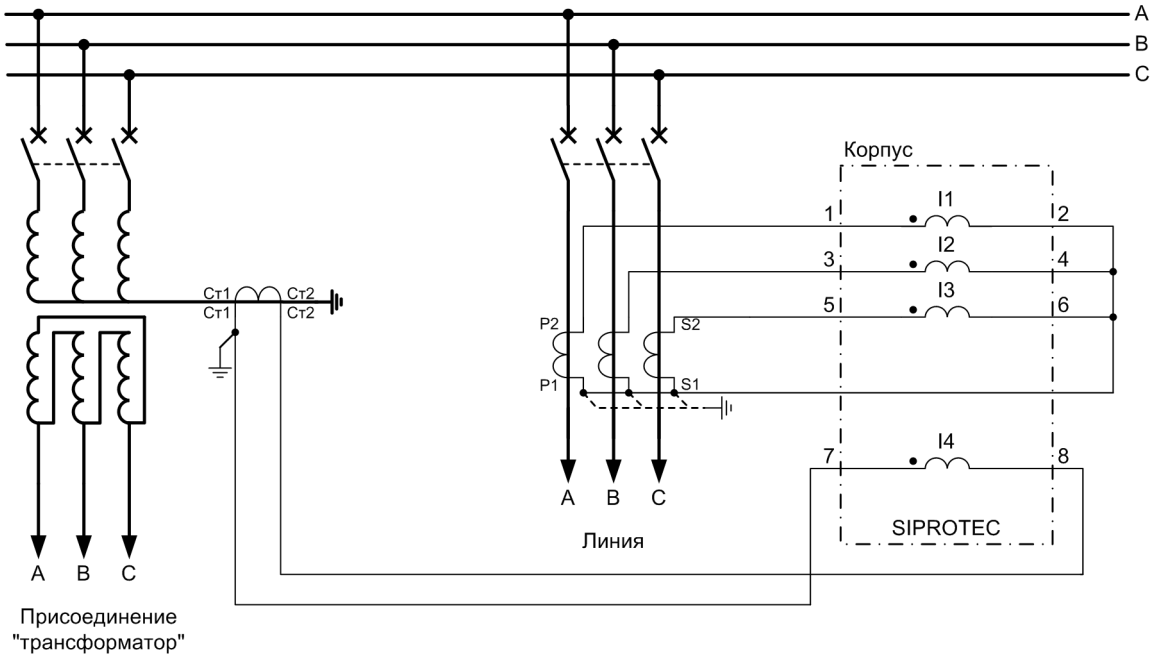
Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 ($I_{N\ отд.}$)!



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф
Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileite5-060313-01.tif, 3, ru_RU]

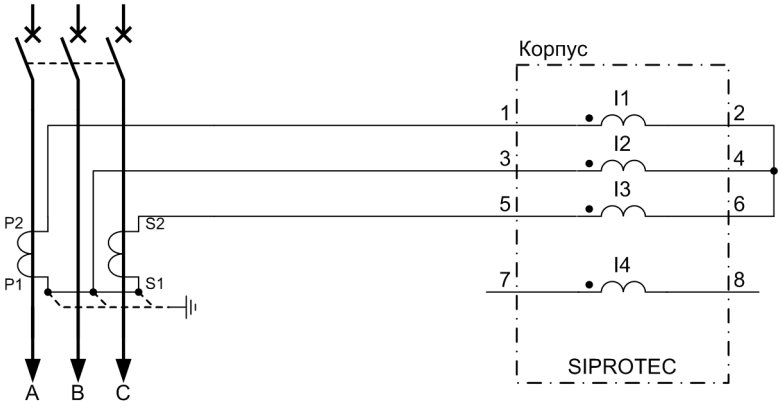
Рисунок A-9 Подключение трехфазного ТТ и измеряемого тока НП от ТТ в нейтрали соответствующей параллельной линии (для целей компенсации влияния параллельной линии)



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф
Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileite6-060313-01.tif, 3, ru_RU]

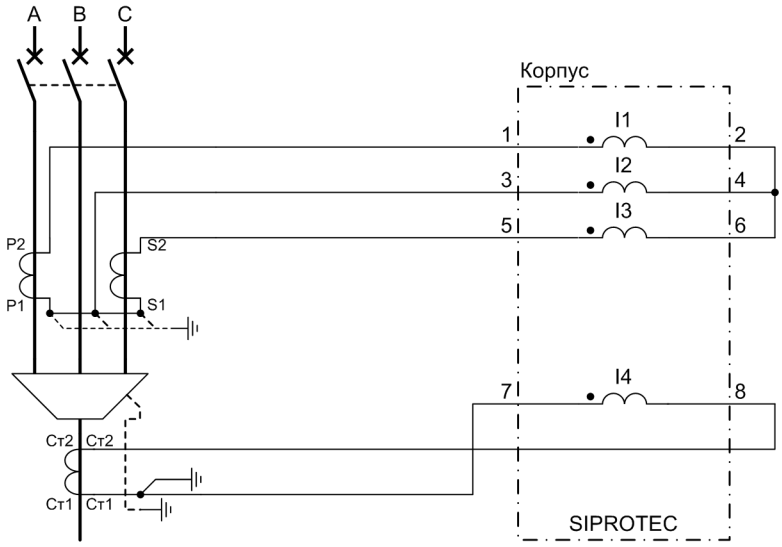
Рисунок A-10 Подключение трехфазного ТТ и измеряемого тока НП от ТТ в нейтрали силового трансформатора с заземленной нейтралью



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф, 2 первичных ТТ

[tileite7-070211-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-11 Подключение двухфазного ТТ – только для энергосистем с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью



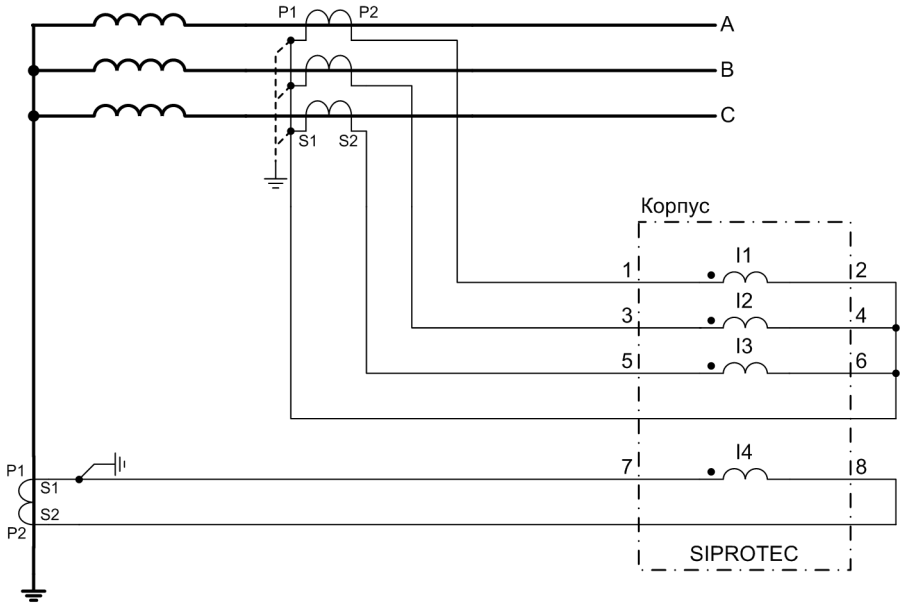
Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф,2 перв.ТТ+IN отд.

[tileite8-260313-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-12 Подключение двухфазного ТТ и ТТ кабельного типа для чувствительного обнаружения замыканий на землю - только для энергосистем с изолированной или резонансно-заземленной нейтралью

ПРИМЕЧАНИЕ

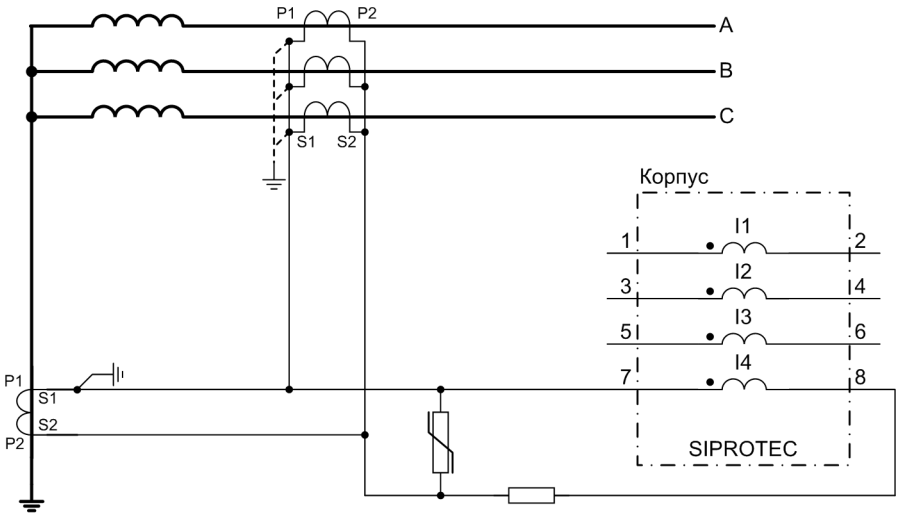
Переключение полярности тока на трехфазном ТТ вызывает изменение направления тока для токового входа I4 ($I_{N\ отд.}$)!



Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф
Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileite9-260313-01.tif, 3, ru_RU]

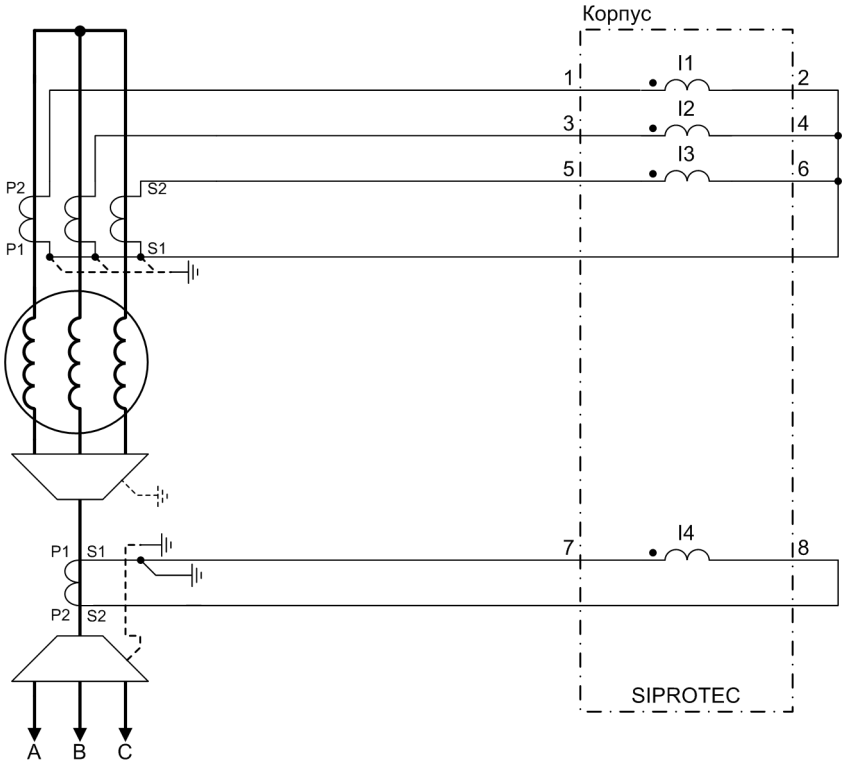
Рисунок A-13 Подключение трехфазного ТТ и дополнительного ТТ в нейтрали силового трансформатора с заземленной нейтралью



Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileit10-260313-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-14 Подключение ТТ для высокоомной дифференциальной защиты (например, для защиты силового трансформатора на этапе подготовки)

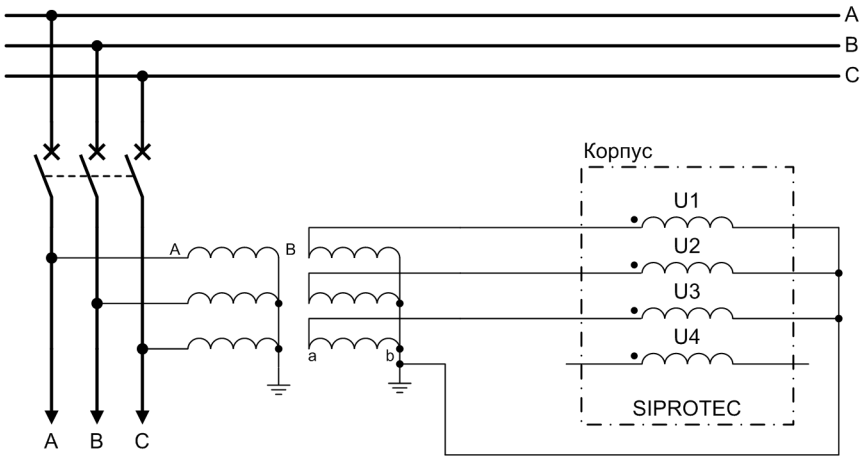


Трансформатор тока, 3ф: подключение = 3ф
Трансформатор тока, 1ф: подключение = Ix

[tileit11-060313-01.tif, 3, ru_RU]

Рисунок A-15 Подключение трехфазного ТТ в нейтрали генератора и ТТ кабельного типа для чувствительного обнаружения замыканий на землю на линии

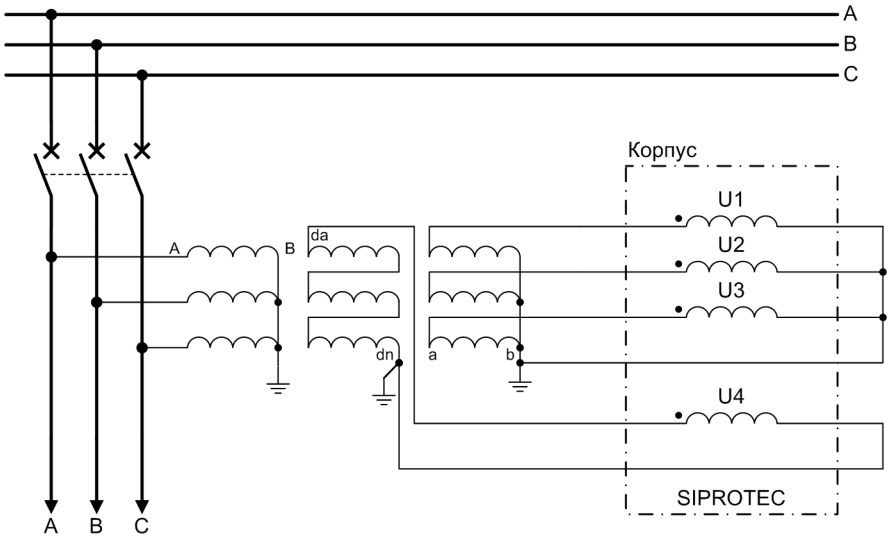
A.9 Примеры подключения трансформаторов напряжения для модульных устройств



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр.

[tvvolta1-260313-01.tif, 1, ru_RU]

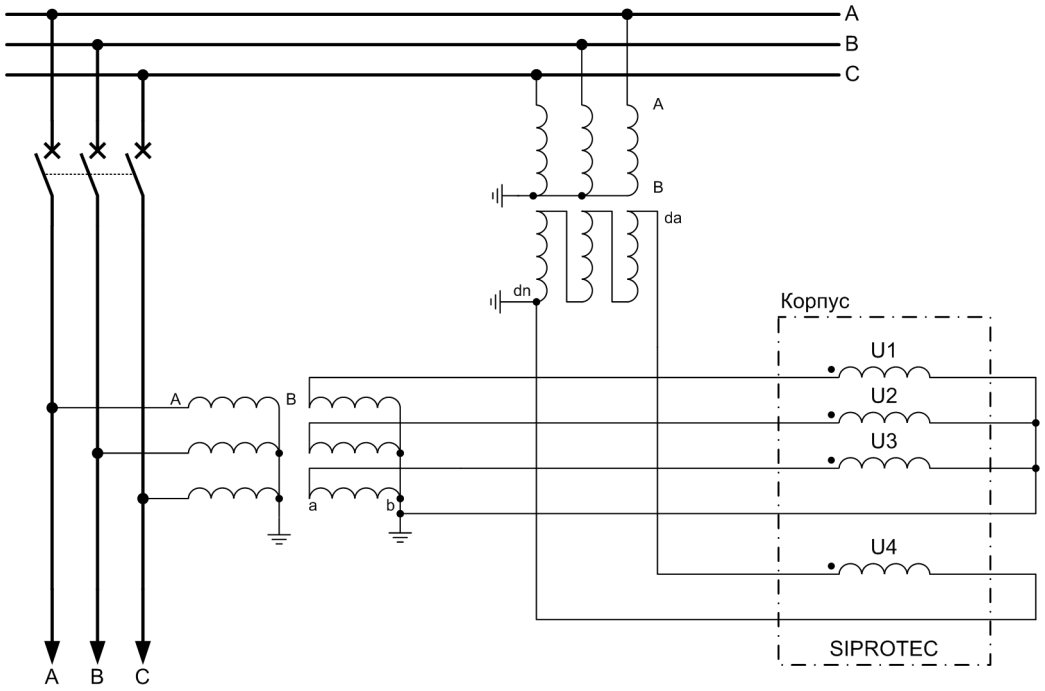
Рисунок A-16 Подключение цепей напряжения к трем трансформатора напряжения, соединенным в звезду



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр. + UN

[tvvolta2-260313-01.tif, 1, ru_RU]

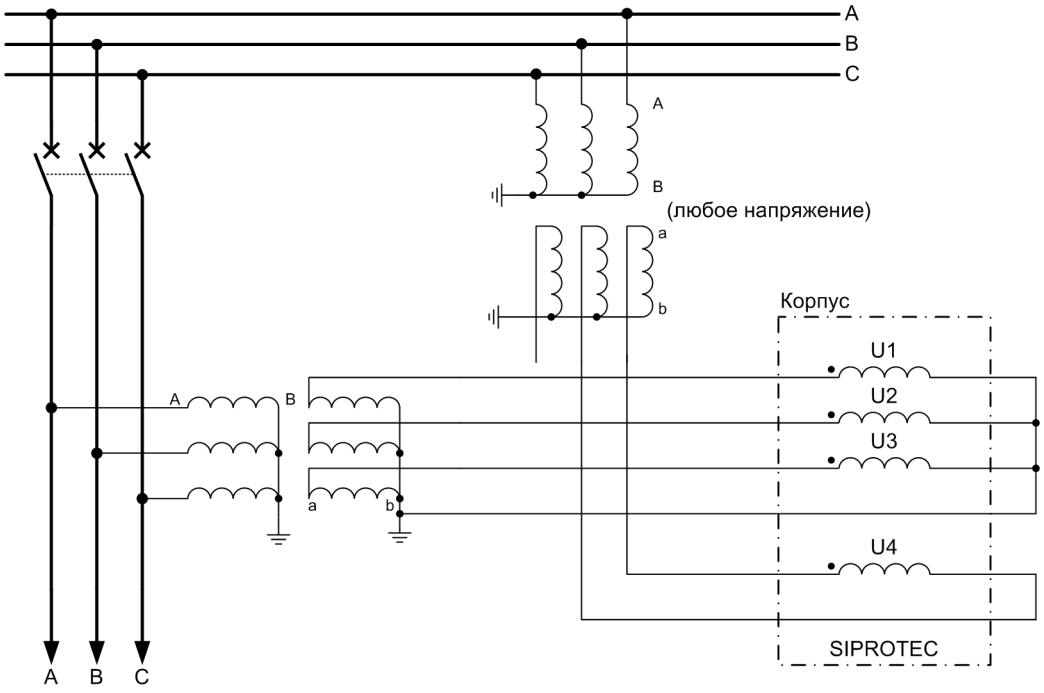
Рисунок A-17 Подключение цепей напряжения к трем трансформаторам напряжения в соединении типа "звезда", с дополнительным обмотками, соединенными в разомкнутый треугольник



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр. + UN

[tvvolta3-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-18 Подключение цепей напряжения к трем трансформаторам напряжения, соединенным "в звезду" и обмотками, соединенными в разомкнутый треугольник, отдельного трансформатора напряжения (например, шинного TH)

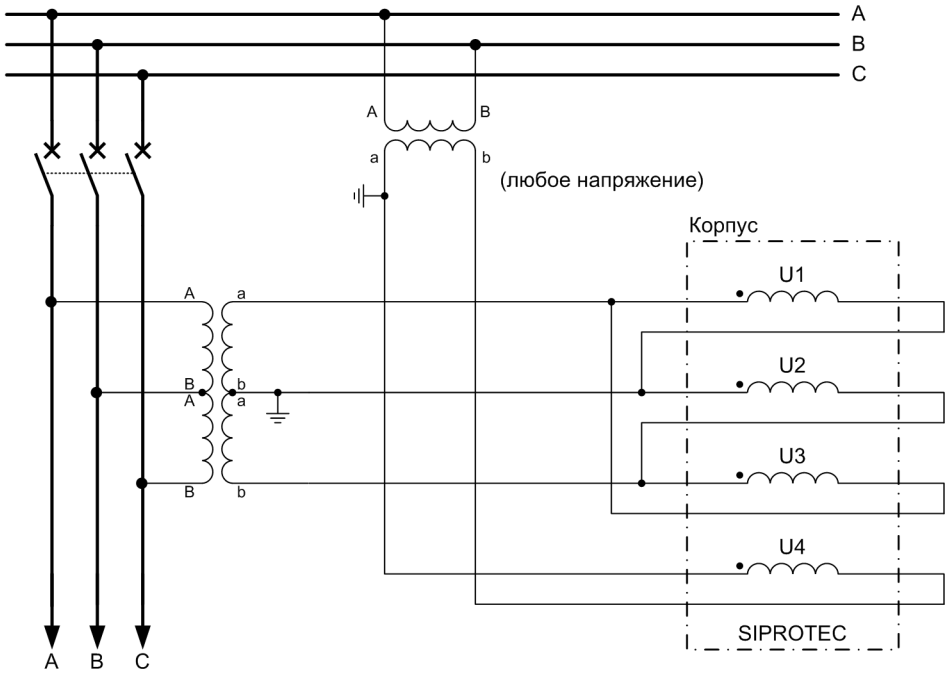


Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 фазн.напр.

Трансформатор напряжения, 1ф: подключение = UAB

[tvvolta4-260313-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок A-19 Подключение цепей напряжения к трем трансформаторам напряжения, соединенным "в звезду" и к линейному напряжению шинного ТН (например, для целей контроля синхронизма)



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 лин.напряж.

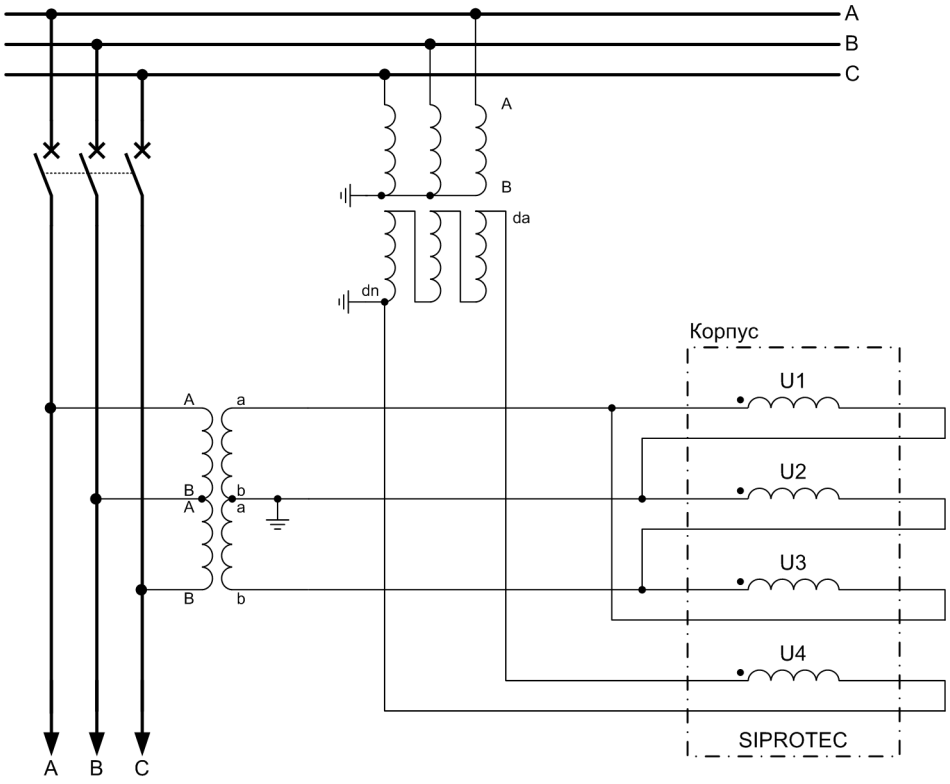
Трансформатор напряжения, 1ф: подключение = UAB

[tvvolta5-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-20 Подключение цепей напряжения к трансформаторам, собранным по схеме открытого треугольника (входной трансформатор устройства со схемой подключения треугольником) и к линейному напряжению от шинного ТН

ПРИМЕЧАНИЕ

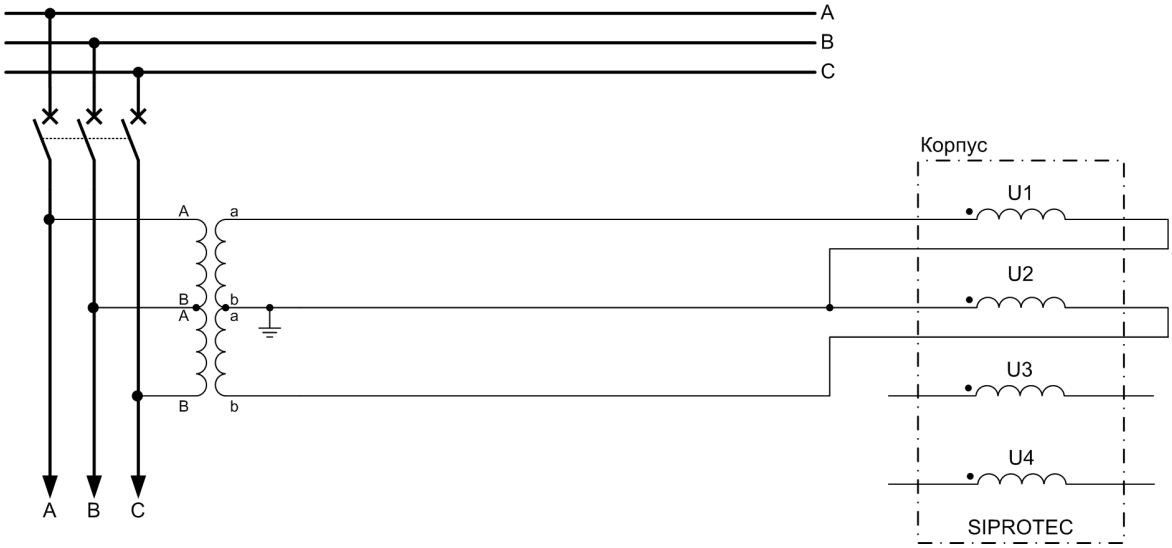
При использовании трехфазного линейного напряжения типа соединения напряжение нулевой последовательности не может быть обнаружено.



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 3 лин.напр. + UN

[tvvolta6-260313-01.tif, 1, ru_RU]

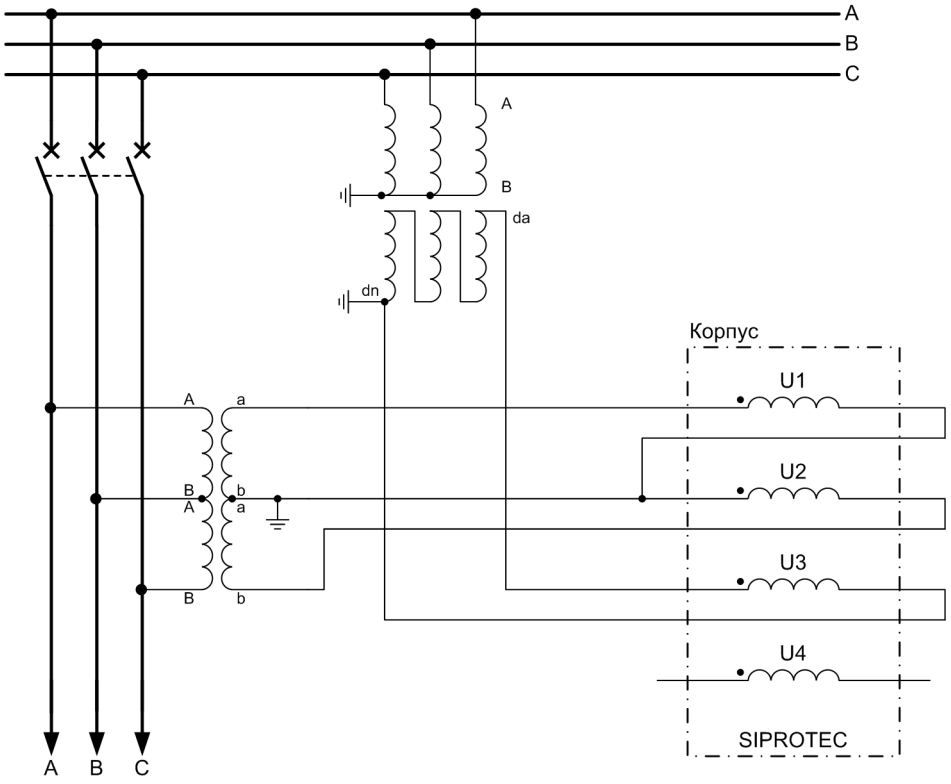
Рисунок A-21 Подключение цепей напряжения к трансформаторам, собранным по схеме открытого треугольника (входной трансформатор устройства со схемой подключения треугольником) и к обмоткам, соединенным по схеме разомкнутого треугольника от шинного ТН



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 2 лин.напряж.
Фазные напряжения = UAB, UBC

[tvvol2ll-260313-01.tif, 2, ru_RU]

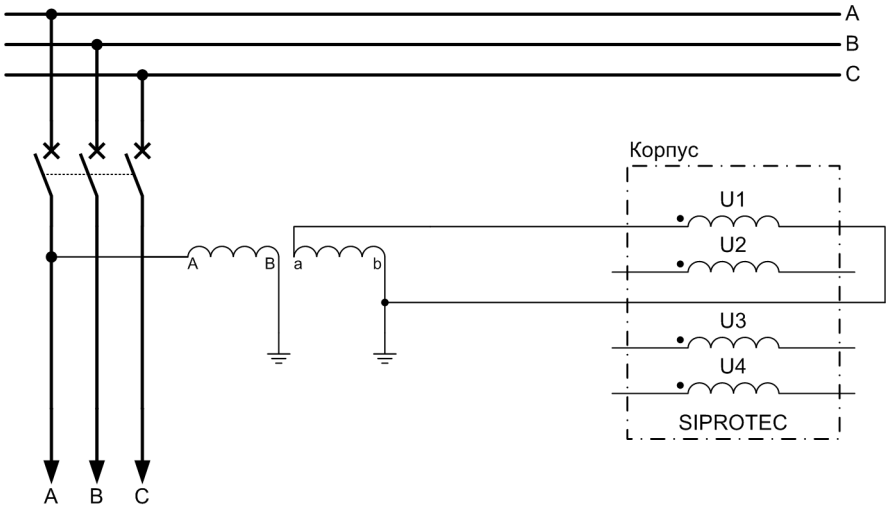
Рисунок A-22 Подключение трансформатора напряжения по V-схеме (измерение двух линейных напряжений)



Трансформатор напряжения, 3ф: подключение = 2 лин.напр. + UN
Фазные напряжения = UAB, UBC

[tvl2lluu-260313-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок A-23 Подключение трансформатора напряжения по V-схеме (измерение двух линейных напряжений) и подключение обмотки, соединенной в разомкнутый треугольник от шинного ТН

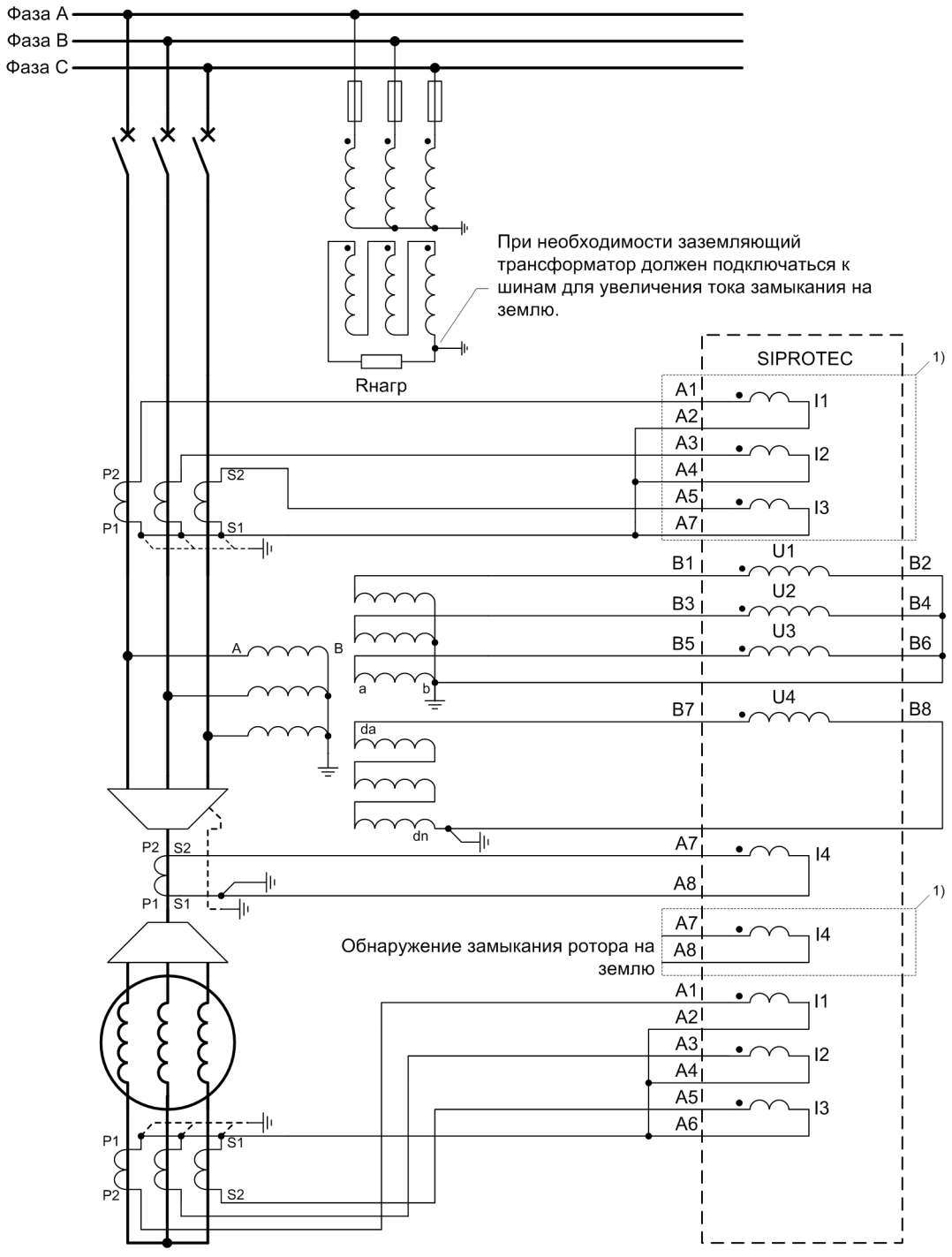


Трансформатор напряжения, 1ф: подключение = UA

[tvvolta7-260313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-24 Подключение к 1-полюсному изолированному трансформатору напряжения (напряжение фаза-земля)

A.10 Примеры подключения генераторов

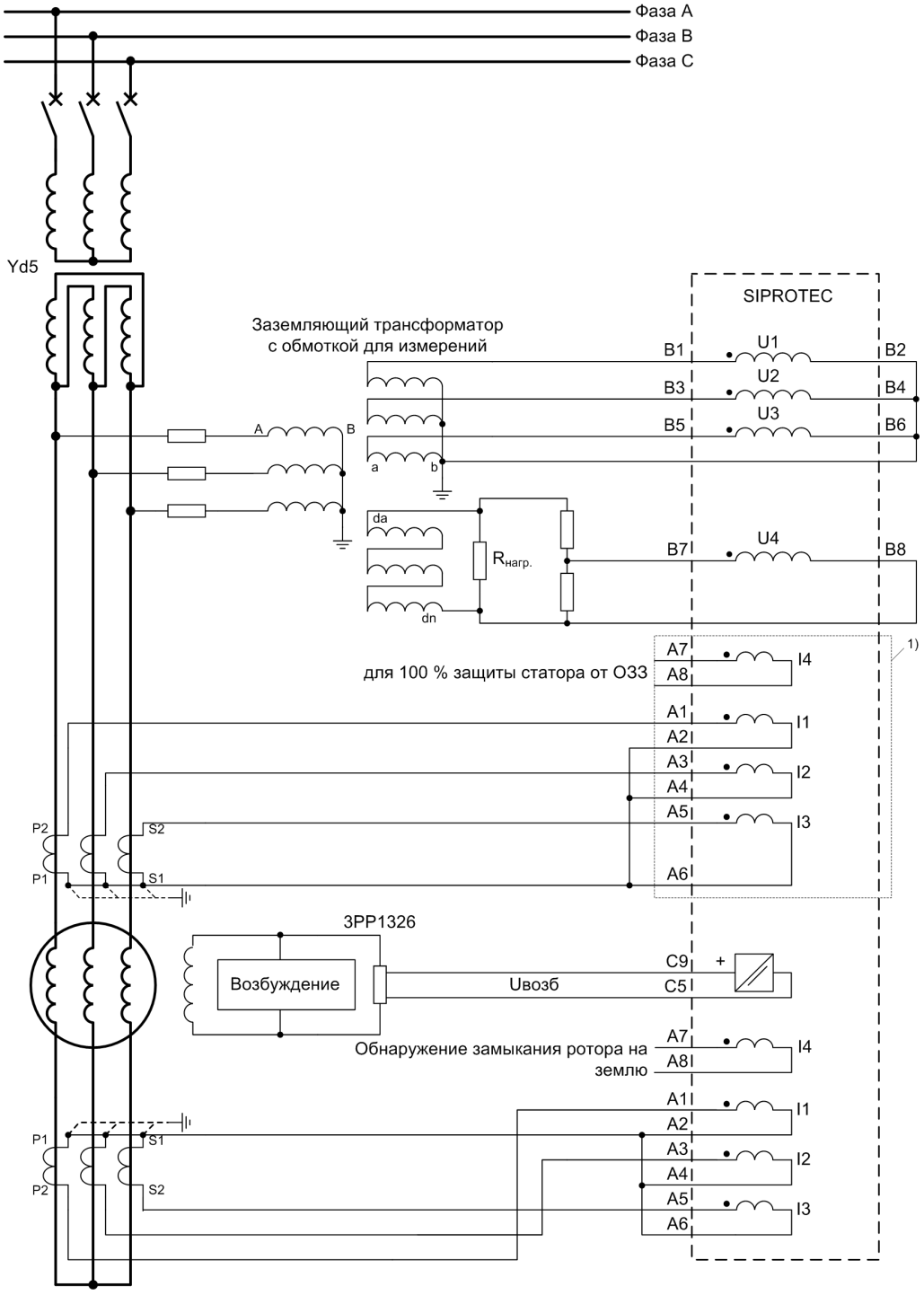


[dw_conn example 7UM85 bus, 3, ru_RU]

Рисунок A-25 Присоединение шины

(1) Плата расширения

- Подключения трансформатора к 3 трансформаторам напряжения (фазные напряжения) и 3 трансформаторам тока каждый
- Ток заземления дополнительного суммирующего трансформатора тока для чувствительного обнаружения замыкания на землю
- Обнаружение напряжения смещения нейтрали на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник (da-dn)

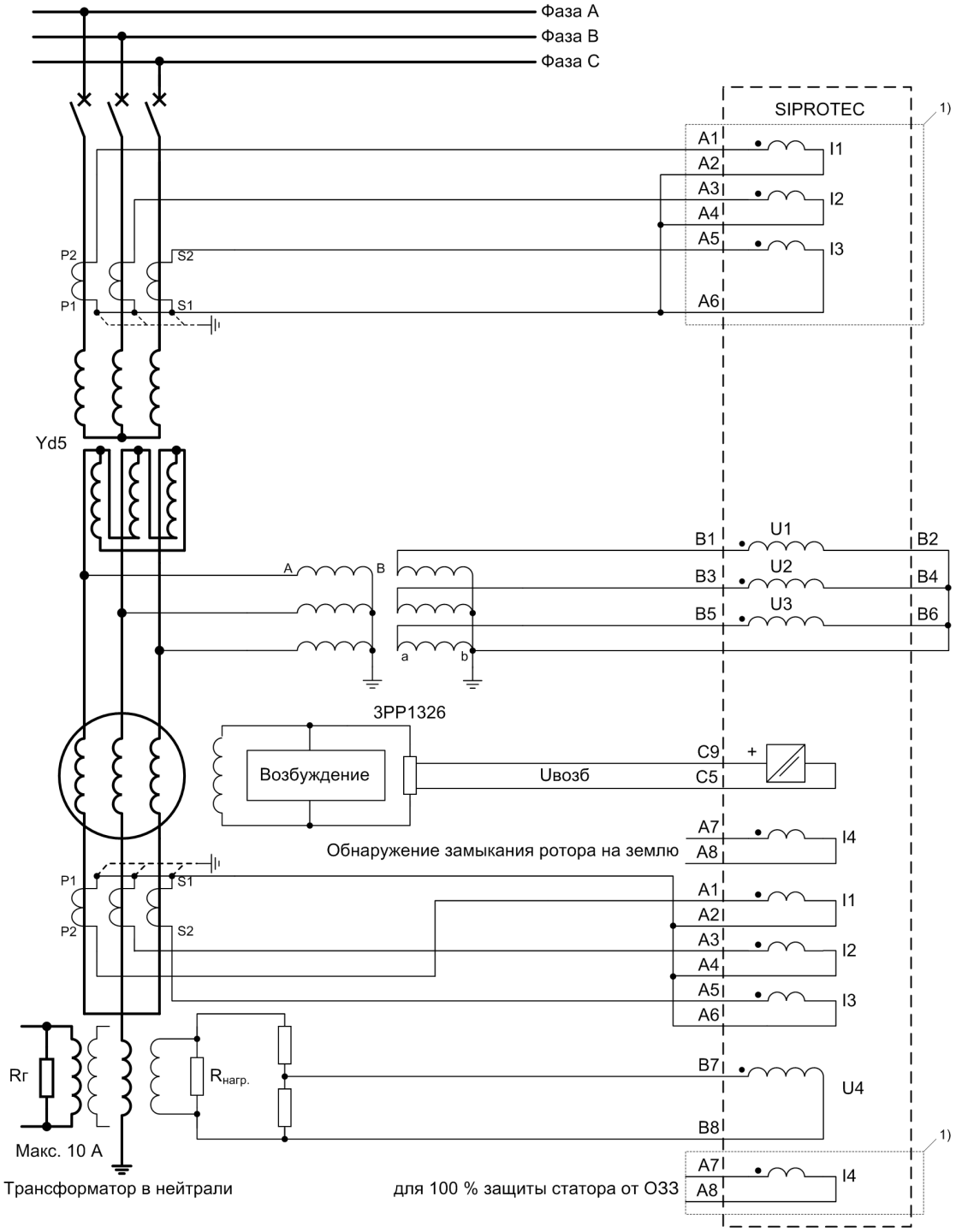


[dw_conn example 7UM85 isolated neutral point, 3, ru_RU]

Рисунок A-26 Подключение устройства с изолированной нейтральной точкой

(1) Плата расширения

- Подключения трансформатора к 3 трансформаторам напряжения (фазные напряжения) и 3 трансформаторам тока каждый
- Функция дифференциальной защиты, используемая только для генератора
- Обнаружение напряжения смещения нейтрали на обмотке, соединенной в разомкнутый треугольник (da-dn)

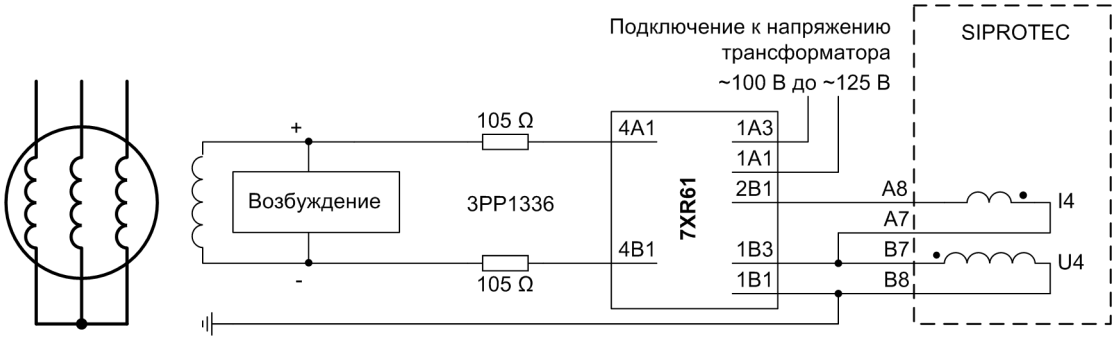


[dw_conn example 7UM85 neutral-point transformer, 3, ru_RU]

Рисунок A-27 Блок генератор-трансформатор с трансформатором в нейтрали

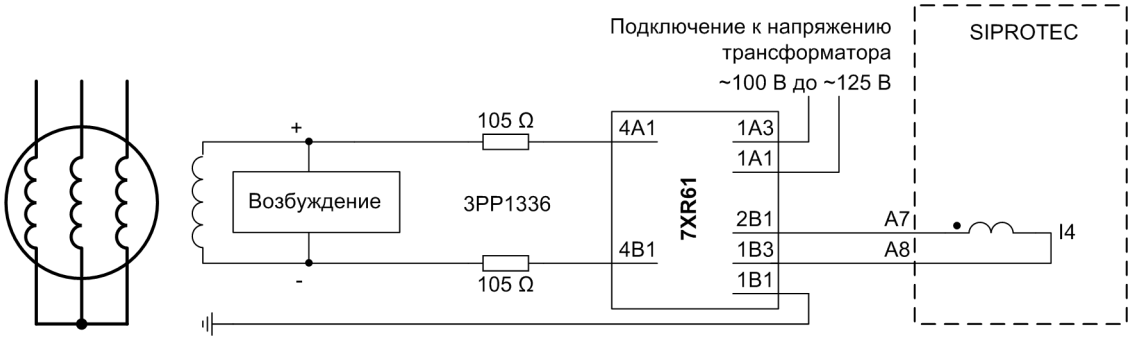
(1) Плата расширения

- Подключения трансформатора к 3 трансформаторам напряжения (фазные напряжения) и 3 трансформаторам тока каждый
- Функция дифференциальной защиты, подключаемая к стороне трансформатора блока и к стороне генератора
- Нагрузочный резистор непосредственно в цепи нейтральной точки, либо через промежуточный трансформатор



[dw_conn example 7UM85 rotor ground-fault, 7XR61, dropper, 2, ru_RU]

Рисунок A-28 Защита от замыкания ротора на землю с помощью дополнительного устройства 7XR61 для подачи напряжения в цепь ротора с напряжением при номинальной частоте и резистора стабилизированного источника питания 3PP1336

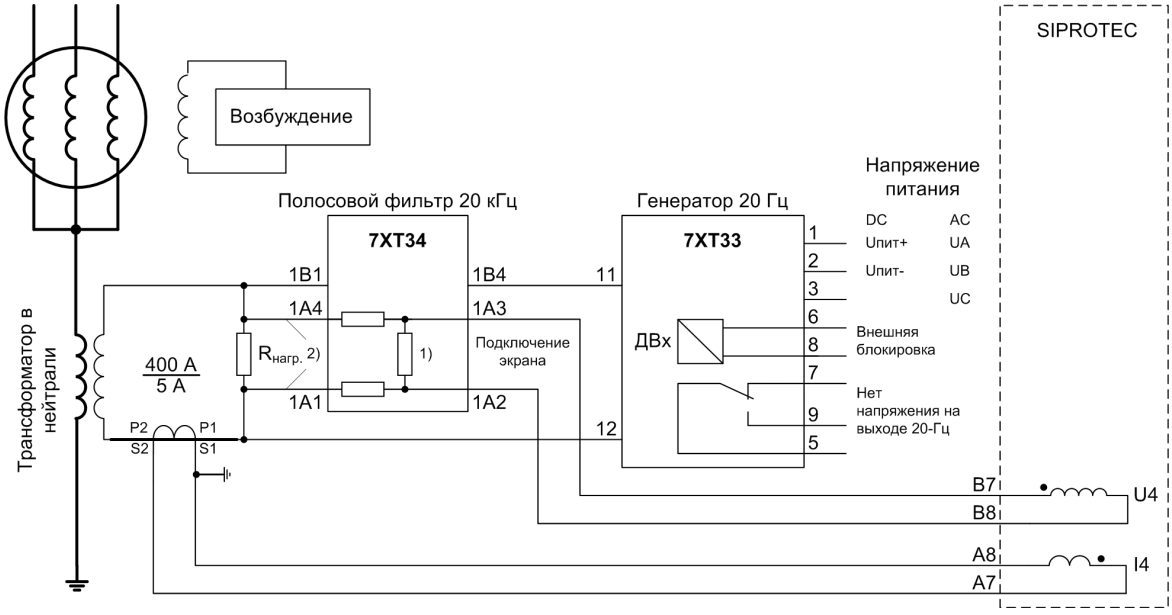


[dw_conn example 7UM85 rotor ground fault, 7XR61, sensitive, 2, ru_RU]

Рисунок A-29 Защита от замыкания ротора на землю с помощью дополнительного устройства 7XR61 для подачи напряжения в цепь ротора с напряжением при номинальной частоте во время реализации с чувствительным входным током

ПРИМЕЧАНИЕ

Для *Рисунок A-28* и *Рисунок A-29* применяется следующее: Устройство 3PP1336 требуется только в том случае, если постоянно протекает более 0,2 $A_{эфф}$ (обычно: Uвн. нагр. > 150 В). В этом случае необходимо закоротить внутренние резисторы в блоке ввода 7XR61! (Мостовые клеммы 2B1, 3B1 и 3A1)!

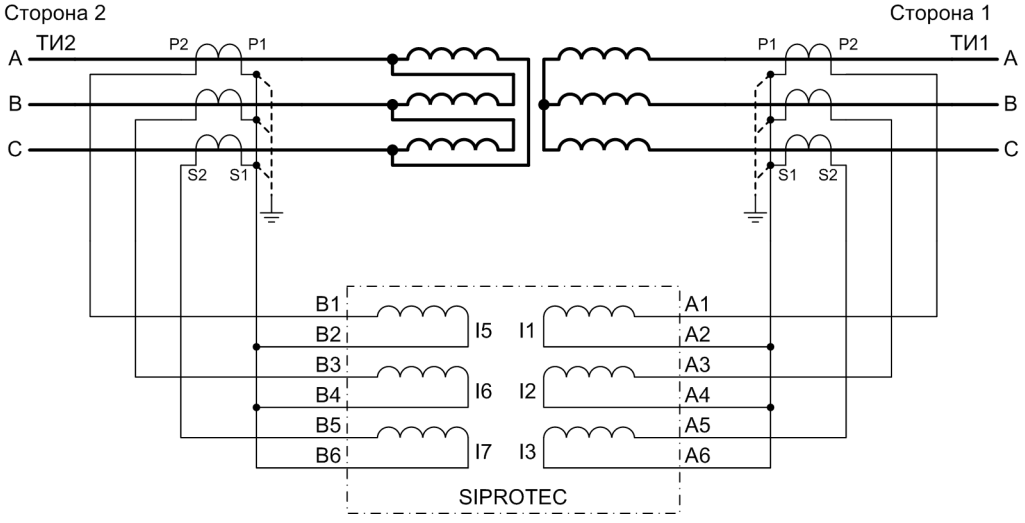


[dw_conn example 7UM85 stator ground fault, 3, ru_RU]

Рисунок A-30 100% защита статора от замыкания на землю с генератором 20-Гц 7XT33 и полосовым фильтром 7XT34

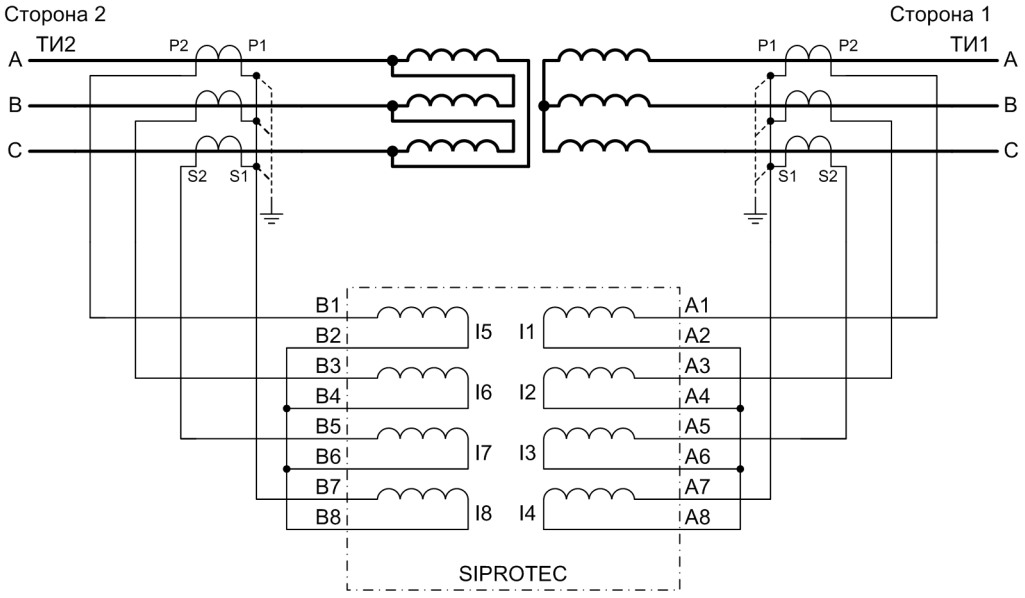
(1) Делитель напряжения требуется только для напряжений > 200 В на вторичной стороне.

(2) Делитель напряжения должен быть подключен непосредственно к нагрузочному резистору Rнагр через 2 фазы.



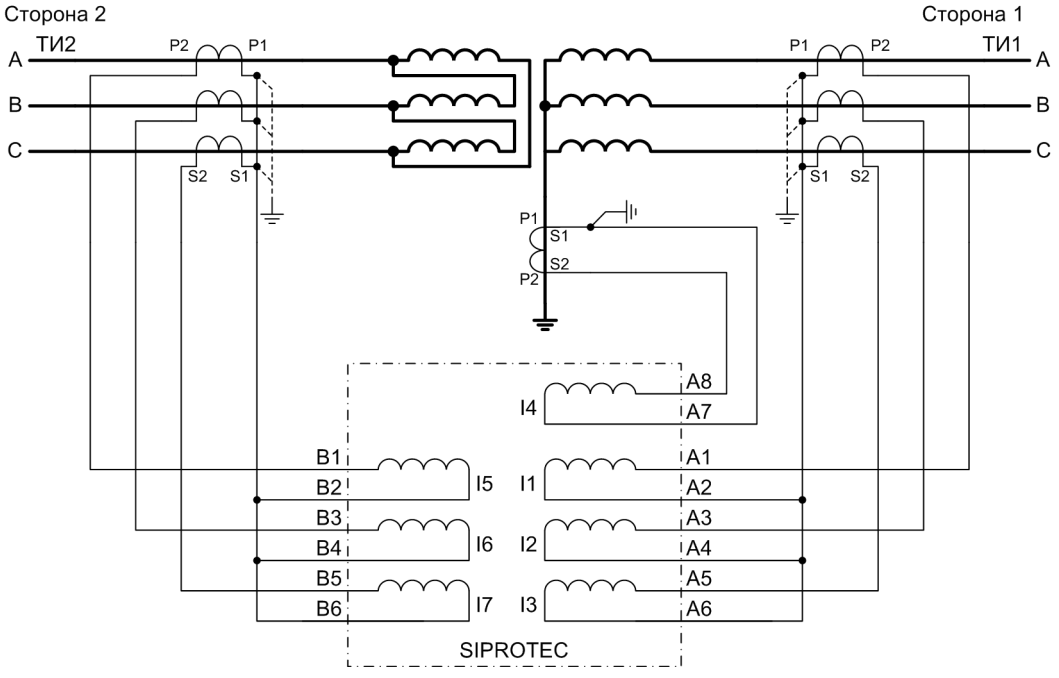
[dw3phtr1-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-31 Пример подключения для трехфазного трансформатора с изолированной нейтральной точкой



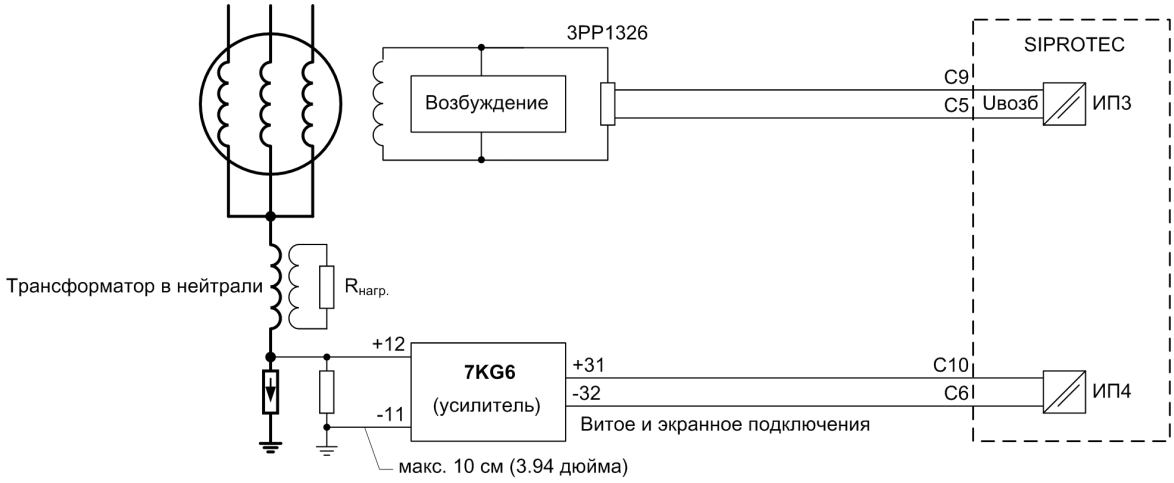
[dw3phtr2-301012-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок A-32 Пример подключения для трехфазного трансформатора с изолированной нейтральной точкой (дополнительное подведение измеряемой величины на уровне дискретизации путем подключения 4 токовых входов)



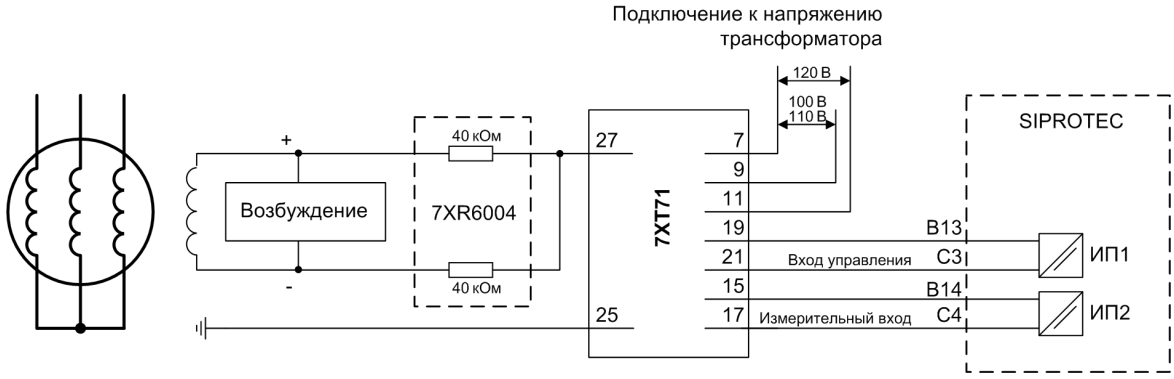
[dw3phtr3-301012-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок A-33 Пример подключения трехфазного трансформатора с заземленной нейтральной точкой и трансформатором тока в нейтрали



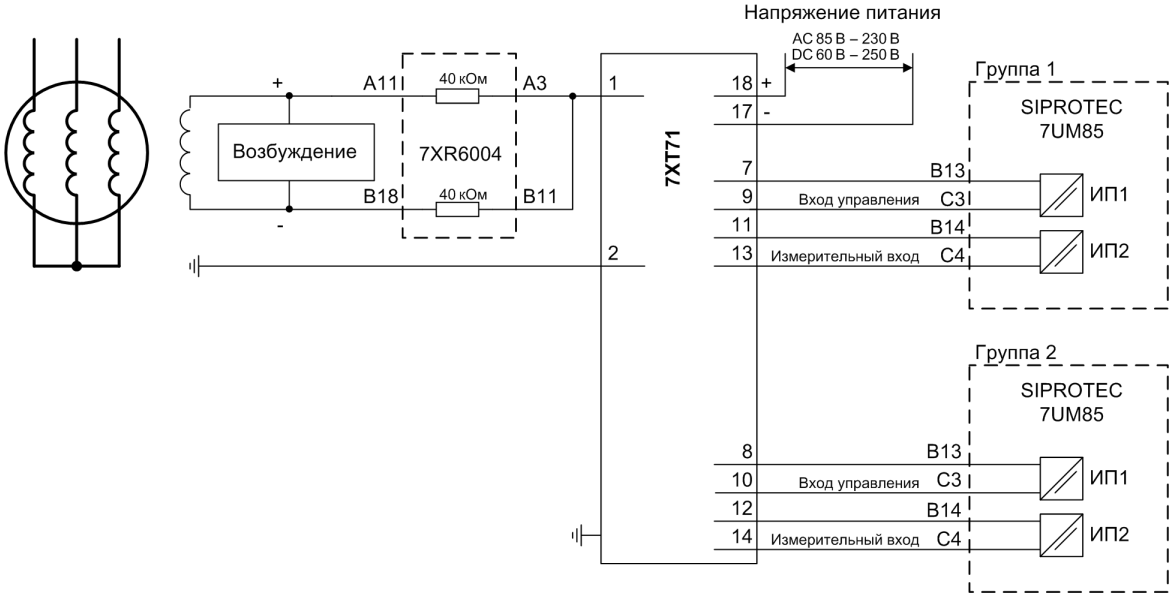
[dw_conn example 7UM85 meas transducer 7KG6, 2, ru_RU]

Рисунок А-34 Защита от повреждений на землю при пуске с помощью шунта 10 А/150 мВ и измерительного преобразователя 7KG6



[dw_conn example 7UM85 1-3 Hz and 7xt71, cc, 3, ru_RU]

Рисунок А-35 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) с блоком ввода 7XT71 (до аппаратной версии CC) и последовательным резистором 7XR6004



[dw_conn example 7UM85 1-3 Hz and 7xt71, dd, 3, ru_RU]

Рисунок A-36 Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц) с блоком ввода 7XT71 (аппаратная версия DD и выше) и последовательным резистором 7XR6004

A.11 Предварительная маршрутизация основных компонентов генератора

Значения сокращений в DIGSI 5 см. в *Таблица 7-9*.

Дискретные входы

Таблица A-3 Дискретные входы по умолчанию для основных компонентов генератора

Дискретный вход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфи-гурация
ДВх1	Выключатель 1: Выключатель:положение	201.4261.58	DPC	ОВ
ДВх2	Выключатель 1: Выключатель:положение	201.4261.58	DPC	ВВ
ДВх3	Выключатель 1: Выключатель:>Готов	201.4261.500	SPS	В
ДВх5	Статор генератора: Обр.мощн. 1:Ступень 1: >Запорный клапан закрыт	571.331.991.500	SPS	В
ДВх6	Выключатель 1: 74TC кнтр.1ДВх 1: >Реле отключения	201.4441.500	SPS	В

Дискретные выходы

Таблица A-4 Стандартные реле по умолчанию для основных компонентов генератора

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфи-гурация
ДВых1	Выключатель 1: Выключатель:Ком.откл./вкл.	201.4261.300	SPS	Б
ДВых2	Статор генератора: 32R Обр.мощн.1: Ступень 1: Срабатывание: общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: 51B МТЗ-3ф U-завис.1: U-зависим. 1: Срабат.:общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: 59 Превыш. напр.-3ф 1: Независим-Т 1: Срабат.: общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: 59 Превыш. напр.-3ф 1: Независим-Т 2: Срабат.: общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: Ст33 90% ТИ-3ф 1: U0> 1: Срабат.:общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: 81 Превыш.част.-А 1: Ступень 2: Срабатывание: общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: 81 Сниж.част.-А 1: Ступень 3: Срабатывание: общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	UI 1ф 1: Зам. ротора на землю I>1: Рот33 Ток 2: Срабатывание: общие данные	831.236115932.57	SPS	Б
ДВых3	Статор генератора: 51B МТЗ-3ф U-завис.1: U-зависим. 1: Срабат.:общие данные	571.2051.11491.57	SPS	Б
	Статор генератора: Ст33 90% ТИ-3ф 1: U0> 1: Срабат.:общие данные	571.2221.12391.57	SPS	Б
	Статор генератора: 81 Превыш.част.-А 1: Ступень 2: Срабатывание: общие данные	571.11.32.57	SPS	Б
	Статор генератора: 81 Сниж.част.-А 1: Ступень 3: Срабатывание: общие данные	571.31.63.57	SPS	Б
	UI 1ф 1: Зам. ротора на землю I>1: Рот33 Ток 2: Срабатывание: общие данные	831.2361.15932.57	SPS	Б

Дискретный выход	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфи-гурация
ДВых4	Статор генератора: 27 Сниж.напр.-U1 1: Ступень 1: Срабатывание: общие данные	571.151.481.57	SPS	Б
	Статор генератора: 32R Обр.мощн.1: Ступень 1: Срабатывание: общие данные	571.331.991.57	SPS	Б
	Статор генератора: 46 Несимм. нагр. Сообщ. заземл.: Срабатывание: общие данные	571.321.4501.57	SPS	Б
	Статор генератора: 51B МТЗ-3ф U-завис.1: U-зависим. 1: Срабат.:общие данные	571.2051.11491.57	SPS	Б
	Статор генератора: 59 Превыш. напр.-3ф 1: Независим-Т 1: Срабат.: общие данные	571.51.181.57	SPS	Б
	Статор генератора: 59 Превыш. напр.-3ф 1: Независим-Т 2: Срабат.: общие данные	571.51.182.57	SPS	Б
	Статор генератора: 81 Превыш.част.-А 1: Ступень 2: Срабатывание: общие данные	571.2221.12391.57	SPS	Б
	Статор генератора: 81 Сниж.част.-А 1: Ступень 1: Срабатывание: общие данные	571.11.32.57	SPS	Б
	Статор генератора: Ст33 90% ТИ-3ф 1: U0> 1: Срабат.:общие данные	571.31.61.57	SPS	Б
	UI 1ф 1: Зам. ротора на землю I>1: Рот33 Ток 1: Срабатывание: общие данные	831.2361.15931.57	SPS	Б

Светодиоды

Таблица A-5 Светодиоды по умолчанию для основных компонентов генератора

Светодиоды	Сигнал	Номер	Тип сигнала	Конфи-гурация
Светодиод1	Статор генератора: Групповое сообщ.: Пуск ф. A	571.4501.55	SPS	C
Светодиод 2	Статор генератора: Групповое сообщ.: Пуск ф. B	571.4501.55	SPS	C
Светодиод 3	Статор генератора: Групповое сообщ.: Пуск ф. C	571.4501.55	SPS	C
Светодиод 4	UI 1ф 1: Общее: Групповое сообщ.: Пуск общие данные	831.4501.55	SPS	C
Светодиод 5	Статор генератора: Групповое сообщ.: Срабатывание: общие данные	541.4501.57	SPS	C
	UI 1ф 1: Общее: Групповое сообщ.: Срабатывание: общие данные	831.4501.57	SPS	C
Светодиод 15	Работа с аварийными сообщениями: Групп. предупр. сообщ.	5971,301	SPS	Б
Светодиод 16	Устройство: Режим обработки неактивен	4171	SPS	Б

Словарь терминов

ACD

Тип данных по стандарту МЭК 61850: сообщение активации направленной защиты

ACK

Подтверждение квитирования данных

ACT

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Сообщение об активации защиты

APC

Информация точки управляемой аналоговой уставки

ASDU

ASDU обозначает блок данных прикладной службы (Application Service Data Unit). ASDU может состоять из одного или нескольких идентичных информационных объектов. Последовательность одинаковых информационных элементов, например, измеренных значений, определяется адресом информационного объекта. Адрес информационного объекта определяет связанный адрес первого информационного элемента. Последовательный номер определяет последовательные информационные элементы. Номер основан на этом адресе с интегральными приращениями (+1).

BAC

Аналоговое технологическое значение с управлением бинарным входом

BCR

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Показание дискретного счетчика

BMC

См. лучший алгоритм первичных часов

BRCB

Блок управления буферизированными отчетами

BSC

Величина положения РПН с управлением бинарным входом

CDC

Класс общих данных

CFC

Непрерывная функциональная схема

CID

Конфигурируемое описание ИЭУ

CMV

Комплексное измеренное значение

CRC

Циклический резервируемый контроль

DCF

Файл конфигурации устройства: Параметрирование устройства

DCF77

В Германии точное время определяется в "Physikalisch-Technischen-Bundesanstalt (PTB) (Физико-Технический Федеральный Институт)" в городе Брауншвейг. Атомные часы, установленные в PTB, передают сигналы времени через длинноволновый передатчик в городе Майнфлинген поблизости Франкфурта-на-Майне. Распространяемый сигнал времени может приниматься в радиусе около 1500 км от Франкфурта-на-Майне.

DCP

Протокол исследований и базовой конфигурации

DDD

Драйвер устройства SIPROTEC 5 (Драйвер устройства DIGSI 5)

DEL

Измеренные значения между фазами в трехфазной системе

DEX5

Формат экспорта устройства 5
Возможна архивация данных с отдельного устройства SIPROTEC 5 в формате DEX5.

DHCP

Протокол динамической конфигурации ведущего узла

DIGDNP

Уставки протокола DIGSI 5 для DNP3
Расширение для файла, созданного DIGSI для экспорта конфигурации протокола из DIGSI 5.

DIGMOD

Уставки протокола DIGSI 5 для Modbus TCP
Расширение для файла, созданного DIGSI для экспорта конфигурации протокола из DIGSI 5.

DIGSI

ПО конфигурации для SIPROTEC

DIGT103

Уставки протокола DIGSI 5 для МЭК 60870-5-103
Расширение для файла, созданного DIGSI для экспорта конфигурации протокола из DIGSI 5.

DIGT104

Уставки протокола DIGSI 5 для МЭК 60870-5-104
Расширение для файла, созданного DIGSI для экспорта конфигурации протокола из DIGSI 5.

DNP3

DNP3 - это стандарт связи для телеуправления. DNP3 используется в качестве общего протокола передачи между системами управления и подстанциями, а также между устройствами ячейки и системным управлением.

DPC

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Двухпозиционное управление

DPS

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Двухпозиционное состояние

DSP5

Страницы дисплея DIGSI 5

DU

Блок данных

ELCAD

Электрическая система CAD

ENC

Управляемое нумерованное состояние

ENS

Пронумерованное состояние

FEFI

Сообщения о повреждениях дальнего конца

FG

Функциональная группа

GI

Общий опрос

GIN

Общий идентификационный номер

GOOSE

Общее объектно-ориентированное событие на подстанции

GSDML

Язык разметки для общего описания станции

HMI

Человеко-машинный интерфейс

HSR

Протокол непрерывного резервирования высокой готовности

ICD

Описание характеристик ИЭУ (Интеллектуальных электронных устройств)

IEEE 1588

Протокол синхронизации времени в соответствии с IEEE Std 1588-2008: Протокол синхронизации точного времени для сетевых измерительных и управляющих систем (IEEE 1588, в2) и стандарт IEEE C37.238-2011: Стандартный IEEE профиль для использования протокола PTP IEEE 1588 в приложениях энергосистем (профиль мощности).

IID

Описание установленного IED

INC

Управляемое целочисленное значение состояния

INS

Целочисленное значение состояния

IO

Ввод/вывод

IOPS

Статус провайдера IO

IP

Интернет-протокол

IPv4

Интернет-протокол версии 4

ISC

Сообщение ступенчатого целочисленного управления положением

LAN

Локальная сеть

LLDP

Протокол обнаружения уровня связи

LSB

Младший бит

MIB

База управляющей информации

MICS

Формулировка соответствия реализации модели

MMS

Спецификация производственных сообщений

Modbus

Протокол Modbus является протоколом связи. Он основан на архитектуре Ведущий/Ведомый или Клиент/Сервер.

MSB

Старший бит

MV

Тип данных Измеренное значение

NACK

Отрицательное квитирование

OSM

Модуль оптического переключателя

PICS

Свидетельство о соответствии реализации протокола

PLC

См. Программируемый логический контроллер.

PLC

Программируемый логический контроллер

PROFIBUS

PROcess Feld BUS (открытая периферийная сеть) — немецкий стандарт шин процесса и полевых шин (EN 50170). Этот стандарт определяет функциональные, электрические и механические свойства шин последовательного битового обмена.

Profile_ID

Profile_ID в сочетании с API однозначно идентифицирует доступ и поведение приложения.

PROFINET IO

PROFINET - это открытый промышленный стандарт Ethernet для автоматизации от PROFIBUS.

PRP

Протокол параллельного резервирования

RedBox

Блок резервирования

RedBox используется для резервного соединения устройств только с одним интерфейсом в локальной сети A и сети PRP B. RedBox представляет собой DAN (Двойной прикрепленный узел) и работает в качестве прокси-объекта для устройств, которые к нему подключены (VDAN). RedBox имеет собственный IP-адрес, чтобы его можно было конфигурировать, управлять и контролировать.

RIO

Формат данных Данные реле от OMICRON

RSTP

Протокол высокоскоростного связующего дерева

SAN

Одинарный прикрепленный узел

SAN является нерезервированным узлом в сети PRP. Он подключен только к одному порту в одной локальной сети (A или B). Он может обмениваться данными только с узлами в подключенной сети. Через RedBox устройства с одним соединением могут быть зарезервированы с 2 сетями A и B. Чтобы получить доступ к симметричным сетям A и B, Siemens рекомендует избегать использования SAN и подключать устройства с помощью RedBox или через отдельную сеть без поддержки PRP.

SBO

Выбор перед исполнением

SC

См. Одиночная команда

SCD

См. описание конфигурации подстанции

SCL

Язык описания конфигурации подстанции

SED

Описание обмена данными в системе

SEQ

Тип данных Последовательность

SEQ5

Последовательности проверок DIGSI 5

SICAM SAS

АСУ ТП — модульно структурированная система управления станцией, основанная на контроллере подстанции SICAM SC и системе оперативного управления и контроля SICAM WinCC.

SICAM WinCC

Система оперативного управления и контроля SICAM WinCC графически отображает состояние Вашей сети. SICAM WinCC визуализирует аварийные сообщения, прерывания и сигналы, архивирует данные сети, предоставляет возможность вмешиваться в процесс и задавать права пользования системой для отдельных пользователей.

SIM

Формат данных моделирования для отдельных/нескольких устройств

SIPROTEC

Наименование SIPROTEC является зарегистрированным товарным знаком, обозначающим семейство защитных устройств и регистраторов неисправностей.

SLD

Однолинейная схема сети

SLE

Однолинейный редактор

SNMP

Простой протокол управления сетью (SNMP)

SNTP

Простой протокол синхронизации времени (SNTP)

SOE

Последовательность событий

SP

См. Однопозиционный сигнал

SPC

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Однопозиционное управление

SPS

Тип данных по стандарту МЭК 61850: Однопозиционное состояние

SSD

Описание требований системы

ST

Файл со структурированным текстом

TAI

Temps Atomique International - международное атомное время

TC

Команда РПН – см. Команда по переключению ответвлений трансформатора

TCP

Протокол управления передачей

TEA-X

Вы можете архивировать данные с отдельных устройств SIPROTEC 5 или всего проекта в формате TEA-X. Этот формат также подходит для обмена данными между различными приложениями, такими как DIGSI 5 и Engineering Base (EB). Формат TEA-X основан на XML.

UDP

Протокол пользовательских датаграмм

URCB

Блок управления небуферизированными отчетами

USART

Универсальный синхронный / асинхронный приемник/передатчик

UTC

Скоординированное среднее гринвичское время (Universal Time Coordinated)

WYE

Измеренные значения между фазой и землей в 3-фазной системе

Автономный режим

Если отсутствует соединение для обмена данными между программой ПК (например, программа конфигурации) и приложением рабочего процесса (например, приложение PC), программа ПК находится в **автономном режиме**. Программа ПК выполняется в автономном режиме.

Адрес PROFIBUS

В пределах сети PROFIBUS каждому устройству SIPROTEC должен быть присвоен свой уникальный адрес PROFIBUS. Всего доступно 254 адреса PROFIBUS для каждой сети PROFIBUS.

Адрес ссылки

Адрес ссылки указывает адрес устройства SIPROTEC.

Адрес участника

Адрес участника включает в себя название участника, код страны, код города или области и уникальный телефонный номер участника.

Аналоговое технологическое значение с управлением бинарным входом

Тип данных BAC представляет команду с обратной связью или без нее. BAC используется, например, для управления катушкой подавления дуги. Возможны команды **Выше**, **Ниже** и **Остановка**. Обратная связь от процесса представляет собой аналоговое значение.

База управляющей информации

База управляющей информации (MIB) — это база данных, которая постоянно сохраняет информацию и статистику относительно каждого устройства в сети. Эту информацию и статистику можно использовать для контроля рабочих характеристик каждого устройства. Таким образом можно также гарантировать надлежащую функциональность устройств в сети. Базы управляющей информации используются с SNMP (простым протоколом управления сетью).

Блок данных

Единица информации с общим источником передачи. Сокращение: ЕД (DU) = блок данных

Блокировка при дребезге

Прерывистое изменение сигнала на входе (например, из-за повреждения контакта реле) приводит к отключению входа по истечении конфигурируемого времени контроля и, таким образом, не приводит к изменению сигналов. Функция предотвращает перегрузку системы при событии ошибки.

Блок управления буферизированными отчетами

Блок управления буферизированными отчетами (BRCB) – это форма управления отчетами. Внутренние события вызывают немедленную отправку отчетов или сохранение событий для передачи. Поэтому значения данных не могут быть потеряны в связи с условиями управления потоком транспортировки или прерываниями соединения. BRCB обеспечивает функции **SOE** (См. Последовательность событий).

Блок управления небуферизированными отчетами

Блок управления небуферизированными отчетами (URCB) – это форма управления отчетами. Внутренние события вызывают немедленную отправку отчетов по принципу **лучшее из возможного**. Если связь отсутствует или если поток данных транспортировки недостаточно быстрый, события могут быть потеряны.

Ведомое устройство

Ведомое устройство может осуществлять обмен данными только с ведущим устройством после получения от ведущего соответствующего запроса. Устройства SIPROTEC работают как ведомые. Ведущий компьютер контролирует ведомый компьютер. Ведущий компьютер может также контролировать периферийное устройство.

Величина положения РПН с управлением бинарным входом

Тип данных BSC можно, например, использовать для управления РПН трансформатора. Может выдаваться команда **вверх**, **вниз**.

Ветвь коммуникации

Ветвь коммуникации соответствует конфигураций из "от 1 до n" участников, осуществляющих обмен данными посредством общей шины.

Вид топологии

Топологический вид ориентирован на объекты системы (например, распределительное устройство) и взаимосвязи между ними. Топологический вид описывает структурированную схему системы в иерархической форме. Вид топологии не распределяет объекты по устройствам.

Виртуальное устройство

VD – виртуальное устройство, включающее все объекты обмена данными, их свойства и состояния, которые пользователь обмена данными может использовать в форме служб. VD может быть физическим устройством, аппаратным модулем устройства или программным модулем.

Входные данные/Направление ввода

Данные передаются от ведомого протокола к ведущему.

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

Выключатель

Выходные данные/направление вывода

Данные передаются от ведущего протокола к ведомому.

Граничные часы

Протокол PTP распознает различные типы часов: обыкновенные часы (сокращенно: OC), граничные часы (BC) и прозрачные часы (TC). Граничные часы передают информацию о времени за пределы сети, например, в маршрутизатор, соединяющий различные коммутируемые сети: В качестве ведомого устройства, часы маршрутизатора получают информацию о времени и передают ее дальше в качестве ведущего устройства.

Данные реле из OMICRON

Файлы в формате RIO могут использоваться для обмена данными между тестовыми системами от компании OMICRON и любой другой системой планирования защиты проекта. С DIGSI 5 вы можете экспортировать различные настройки из функций защиты в формате RIO, которые затем могут быть обработаны испытательным оборудованием OMICRON 7VP15. Соответствующие настройки описаны в руководстве по испытательному оборудованию.

Двойная команда

Двойные команды (DPC - Двухпозиционное управление) - это выходы процесса, которые визуализируют 4 состояния процесса на 2 выходах: 2 определенных (например, вкл/выкл) и 2 неопределенных состояния (например, состояния неисправности).

Двухпозиционное сообщение

Двухпозиционные сигналы (DPS - Двухпозиционное состояние) являются технологическими сигналами, которые отображают четыре состояния процесса при помощи двух входов: три определенных (например, ON/OFF (ВКЛ/ОТКЛ) и положение неисправности) и одно неопределенное состояние (00).

Дерево проекта

Дерево проекта используется для отображения структуры данных. Эта структура данных представляет содержание проекта и создается общим браузером.

Дисплей управления

Для устройств с большим дисплеем дисплей управления становится видимым после нажатия кнопки управления. На схеме отображаются управляемые коммутационные аппараты присоединения. Дисплей управления служит для осуществления операций переключения. Спецификации этой схемы являются частью конфигурации.

Заземление

Заземление – это комплекс всех мер, средств и измерений, используемых для выполнения заземления объекта.

Защита от электростатических разрядов (ESD)

Защита от электростатических разрядов – это комплекс всех мер и средств, необходимых для защиты приборов, чувствительных к электростатическим разрядам.

Земля

Проводящая земля, электрический потенциал которой может быть установлен равным 0 в каждой точке. Вблизи заземляющих электродов земля может иметь потенциал, отличный от 0. Термин **базовое заземление** также используется в такой ситуации.

Идентификатор поставщика

Часть идентификации устройства для PROFINET, специфическая для конкретного производителя.

Иерархический вид

В левой части окна проекта отображаются названия и значки всех контейнеров проекта в виде дерева папок. Эта область называют иерархическим видом.

Иерархический уровень

В пределах структуры, содержащей объекты высших и низших уровней, иерархический уровень – это уровень, содержащий одинаковые по значимости объекты.

Измеренное значение

Этот тип данных предоставляет измеренные величины, которые можно использовать как результат CFC, например.

Интерактивный режим

Если присутствует соединение для обмена данными между программой ПК (например, программа конфигурации) и приложением рабочего процесса (например, приложение PC), программа ПК находится в **интерактивном режиме**. Программа ПК выполняется в интерактивном режиме.

Интернет-протокол

Интернет-протокол (IP) обеспечивает связь участников, находящихся в различных сетях.

Класс общих данных

Общий термин для класса данных в соответствии с моделью МЭК 61850.

Комбинированное устройство

Комбинированными устройствами являются устройства присоединений, содержащие защитные функции и дисплей управления ячейкой.

Контейнер

Если объект может содержать другие объекты, он называется контейнером. Примером такого контейнера может быть объект **Папка**.

Контроллер присоединения

Контроллеры присоединений - устройства, выполняющие функции контроля и управления и не содержащие защитные функции.

Конфигурируемое описание ИЭУ

Описание сконфигурированного IED-устройства (CID) – это файл для обмена данными между инструментальной программой конфигурации интеллектуального электронного устройства IED и самого ИЭУ.

Локальная сеть

Локальная сеть (LAN) - это региональная, местная сеть ПК. Все ПК оборудованы платой сетевого интерфейса и работают друг с другом путем обмена данными. Для LAN требуется операционная система на каждом ПК и стандартное программное обеспечение передачи данных. Операционные системы могут быть разными, как и ПО передачи данных, но и те, и те должны поддерживать общий протокол передачи (протоколы TCP/IP), так чтобы все ПК могли осуществлять взаимный обмен данными.

Лучший алгоритм первичных часов

В сети PTP содержатся часы коммуникации. Использование лучшего алгоритма первичных часов (BMC) позволяет определить устройство, показывающее наиболее точное время. Это устройство используется в качестве опорного тактового сигнала и обозначается в виде грандмастера. Если топология сети изменяется, то алгоритм BMC выполняется снова для тех сетевых сегментов, которые могли быть

отключены от грандмастера. Если участвующее устройство является ведущим и ведомым устройством, то оно называется граничными часами.

MAC-адрес

MAC-адрес (управление доступом к данным) представляет собой аппаратный адрес каждого отдельного системного адаптера. Имея MAC-адрес, можно однозначно идентифицировать устройство в системе.

Международная Электротехническая Комиссия

МЭК

Метка времени

Метка времени – это значение в определенном формате. Метка времени назначает момент времени событию, например, в файле журнала. Метки времени обеспечивают возможность повторного нахождения событий.

Модуль

Автономный блок на уровне устройства. Это может быть настоящий модуль или функциональный блок устройства.

Модуль оптического переключателя

Модуль оптического переключателя (OSM) – это процесс для переключения переключателей в сетях Ethernet, которые имеют структуру в виде кольца. OSM – это процесс, разработанный Siemens и позже ставший стандартом, именуемым MRP. OSM – это модуль EN100-O, интегрированный в оптический Ethernet. OSM практически не используется в сетях МЭК 61850. Там используется RSTP, установленный в качестве международного стандарта.

Модуль программируемой логики

Модули – элементы пользовательской программы, ограниченные их функциями, структурой и назначением.

МЭК

Международная Электротехническая Комиссия

МЭК 60870-5-103

Международный стандартный протокол для связи с IED (особенно для защитного оборудования). Многие защитные реле, устройства и контроллеры ячеек, а также устройства сбора данных используют протокол МЭК 60870-5-103 для связи с системой SICAM.

МЭК 61850

МЭК 61850 является международным стандартом для согласованной связи на подстанциях. Этот стандарт определяет связь между устройствами на подстанциях и соответствующими системными требованиями. Он обеспечивает поддержку всех функций автоматизации подстанции, а также инженерные функции. Кроме того, МЭК 61850 может быть передан в системы автоматизации в других вариантах применения, например, для контроля и мониторинга распределенной генерации электроэнергии.

МЭК 60870-5-104

Международный стандартизированный протокол телеуправления. Протокол передачи на основе МЭК 60870-5-101 для подключения уровня управления подстанцией к центру телеконтроля с использованием TCP/IP через соединение глобальной сети (WAN).

МЭК 60870-5-104 также используется для связи с IED.

МЭК-адрес

Уникальный МЭК-адрес должен быть назначен каждому устройству SIPROTEC на шине МЭК. Всего на шине доступно 254 МЭК-адреса

МЭК-ветвь коммуникации

В пределах МЭК-ветви коммуникации участники обмениваются информацией на основе протокола МЭК 60870-5-103 по шине МЭК.

Набор параметров

Набор параметров – это совокупность всех параметров, которые можно установить для устройства SIPROTEC.

Непрерывная функциональная схема

Непрерывная функциональная схема (CFC) представляет собой язык программирования. Этот язык используется для программируемых логических контроллеров. Язык программирования непрерывных функциональных схем не определен в стандарте МЭК 61131-3, но представляет текущее расширение среды программирования МЭК. CFC – это графический язык программирования. Функциональные блоки связаны друг с другом. Это является важным отличием от стандартных языков программирования, где вводится последовательность команд.

Обратный порядок байтов

Обратный и прямой порядок байтов описывают порядок, в котором хранится последовательность байтов. В системах с обратным порядком байтов старший байт хранится в ячейке с самым нижним адресом памяти. В системах с прямым порядком байтов старший байт хранится в ячейке с самым высоким адресом памяти.

Общее объектно-ориентированное событие на подстанции

Протокол GOOSE. Протокол МЭК 61850 для связи между терминалами присоединений.

Общий опрос

При запуске системы сканируется состояние всех входов процесса, статус и образ повреждения. Эта информация используется для обновления образа процесса. Аналогично, текущее состояние процесса также может быть опрошено после потери данных при помощи Общего опроса (GA).

Объект

Каждый элемент структуры проекта называется в DIGSI 5 объектом.

Одиночная команда

Одиночные команды (SPC - Однопозиционное управление) — это выходные данные, отображающие два состояния процесса (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) на выходе.

Однолинейная схема сети

Однолинейная схема (SLD) представляет собой упрощенный электрический обзор распределительного устройства. Вместо всех трех фаз линии отображается только 1 фаза. Поэтому схема называется однолинейной.

Однолинейный редактор

Однолинейный редактор содержит каталог топологических компонентов для создания однолинейной диаграммы. Заказчик может использовать однолинейные элементы для конфигурации топологического вида своей подстанции.

Однопозиционное сообщение

Однопозиционные сигналы (SPS - Однопозиционное состояние) — это сигналы процесса, отображающие два состояния процесса (например, ON (ВКЛ) / OFF (ОТКЛ)) на входе.

Окно данных

Область в правой части окна проекта отображает содержимое области, выбранной в окне навигации. Окно данных содержит, например, сообщения или измеренные значения из перечней информации или выбор функций для конфигурации устройства.

Окно навигации

В левой части окна проекта отображаются названия и значки всех контейнеров проекта в виде дерева папок.

Описание обмена данными в системе

Файлы в формате SED могут использоваться для обмена информацией об интерфейсе между проектами DIGSI 5 и, таким образом, между подстанциями. Для этого проект извлекает данные для других проектов из файла во время импорта и записывает свои собственные данные в один и тот же файл во время экспорта. Содержимое файла SED формулируется в SCL.

Описание присоединения ВН

Файлы описания проекта ВН (Высокого Напряжения) содержат данные о том, какие присоединения содержатся в проекте ModPara. Текущая информация о каждом присоединении хранится в файле описания присоединения ВН. В файле описания проекта ВН каждое присоединение получает файл описания присоединения ВН через ссылку на имя файла.

Описание проекта ВН

Если конфигурация и параметризация PCU и подмодулей завершается ModPara, все данные будут экспортированы. В ходе этого процесса данные распределяются на несколько файлов. Файл содержит данные по базовой структуре проекта. Как правило, такие данные включают информацию о присоединениях, присутствующих в проекте. Этот файл называется файлом описания проекта ВН.

Описание станции

Описание станции – это файл, соответствующий стандарту МЭК 61850, для обмена данными между инструментом конфигурации системы и самого ИЭУ. Описание станции содержит информацию о структуре сети подстанции. Описание станции содержит, например, информацию о назначении устройств первичному оборудованию, а также о внутренней коммуникации станции.

Описание требований системы

Файлы в формате SSD содержат полную спецификацию системы автоматизации станции, включая однолинейную конфигурацию станции. Назначение логических узлов из МЭК 61850 для основного оборудования также может быть описано в файлах SSD. Это позволяет определять требования к устройству в файле SSD, чтобы устройства могли использоваться на подстанции. Содержимое файла SED формулируется в SCL.

Описание установленного IED

Файлы в формате IID - это файлы ICD, адаптированные для конкретного приложения в проекте. Этот формат в основном подходит для обмена данными между DIGSI 5 и внешним системным конфигуратором, а также системой автоматизации подстанции, такой как SICAM PAS. Для этого формат ICD использует SCL в качестве языка описания.

Описание характеристик ИЭУ (Интеллектуальных электронных устройств)

Обмен данными от ПО конфигурации ИЭУ (DIGSI) к конфигуратору системы. В этом файле описаны эксплуатационные характеристики ИЭУ.

Папка

Этот тип объекта помогает при иерархическом структурировании проекта.

Параметрирование

Общий термин для всех произведенных настроек устройства. Можно параметрировать функции защиты с DIGSI 5 или иногда непосредственно на устройстве.

Передача данных защиты

Передача данных защиты включает все функции, необходимые для обмена данными через защитный интерфейс. Передача данных защиты создается автоматически во время конфигурации каналов связи.

Перенести и оставить

Функция копирования, перемещения и связывания, используемая в графических интерфейсах пользователя. Мышь можно использовать для выделения и удержания объектов, а затем перемещать их из одной области данных в другую.

Плавающий

Плавающий означает, что создается свободный потенциал, не присоединенный к земле. Поэтому ток не проходит через корпус к земле в случае прикосновения.

Последовательности проверок DIGSI 5

Возможна архивация отдельных или всех отображаемых последовательностей проверок SIPROTEC 5 в формате SEQ5. Кроме того, этот формат можно использовать для обмена последовательностями проверок между устройствами SIPROTEC 5. Формат SEQ5 основан на XML.

Последовательность событий

Сокращенное наименование: SOE. Упорядоченная запись изменений состояния дискретных входов (входов состояния), снабженных метками времени. SOE используется для восстановления или анализа рабочих характеристик или самой электроэнергетической системы за определенный период времени.

Представление в виде списка

В правой области окна проекта отображаются названия и символы объектов, представляющих содержимое контейнеров в иерархическом виде. Так как отображение информации осуществляется в виде списка, то эта область называется "представление в виде списка".

Программируемая логика

Программируемая логика – это функция в устройствах Siemens или контроллерах станций, включающая пользовательские функции в форме программы. Этот логический компонент можно программировать различными методами: Язык CFC (= непрерывная функциональная схема) является одним их них. К ним также относятся SFC (последовательная функциональная схема) и ST (структурированный текст).

Программируемый логический контроллер

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) - это электронные контроллеры, функция которых сохраняется в виде программы в блоке управления. Поэтому конструкция и электрические подключения устройства не зависят от функций управления. У программируемого логического контроллера структура компьютера; он состоит из ЦПУ с памятью, групп установки и расширения (например цифровые и аналоговые входы, DI, AI, CO, CR), источника питания и стойки (с системой шин). Периферийные устройства и язык программирования определяются функциями, выполняемыми системой управления.

Проект

По своему содержанию, проект – это отображение реальной системы электроснабжения. Графически проект представляется в виде множества объектов, интегрированных в иерархическую структуру. Физически проект состоит из набора папок и файлов, которые содержат данные проекта.

Прозрачные часы

Протокол PTP распознает различные типы часов: обыкновенные часы (сокращенно: OC), граничные часы (BC) и прозрачные часы (TC). Прозрачные часы были добавлены в спецификацию в 2008 году, они позволяют улучшить передачу временной информации в пределах сети путем приема сообщений PTP и передачи их после модификации (коррекции).

Простой протокол синхронизации времени

Простой сетевой протокол синхронизации времени (SNTP) – это протокол для синхронизации часов через Интернет. Используя SNTP, клиентские компьютеры могут синхронизировать свои часы через Интернет с помощью сервера времени.

Простой протокол управления сетью (SNMP)

Простой протокол управления сетью (SNMP) – это стандартный Интернет-протокол, служащий для управления узлами в сети IP.

Протокол высокоскоростного связующего дерева

Протокол высокоскоростного связующего дерева (RSTP) - это стандартизированный процесс резервирования с коротким временем срабатывания. Протокол связующего дерева (STP протокол) обеспечивает время структуризации в случае реорганизации структуры сети порядка десятков и более секунд. Это время сокращается до нескольких сотен миллисекунд для RSTP.

Протокол динамической конфигурации ведущего узла

Динамическое назначение IP-адресов служит для автоматической конфигурации ПК с обеспечением централизации и согласованности сети TCP/IP. При этом используется DHCP. Системный администратор определяет, как назначаются IP-адреса, и уточняет временной промежуток, через который они назначаются. DHCP определятся в соответствии со стандартами сети Интернет RFC 2131 (03/97) и RFC 2241 (11/97).

Для SIPROTEC 5 устройству также может быть назначен IP-адрес через DIGSI с помощью DHCP.

Протокол исследований и базовой конфигурации

Протокол DCP используется для обнаружения устройств без IP-адресов и назначения адресов таким устройствам.

Протокол непрерывного резервирования высокой готовности

Аналогично PRP (протокол постоянного резервирования), HSR (протокол непрерывного резервирования высокой готовности) определен в МЭК 62439-3. Оба протокола предлагают резервирование без времени переключения.

Основная функция может быть найдена в определении PRP. При использовании PRP сообщение передается одновременно по 2 отдельным каналам связи. При использовании HSR сообщение отправляется дважды по 2 направлениям кольца. Получатель принимает его соответственно двумя путями в кольце, берет первое сообщение и отбрасывает второе (см. PRP).

Если при наличии PRP в конечном устройстве не передаются сообщения, на узле HSR устанавливается функция переключения. Таким образом, узел HSR передает в кольце сообщения, которые не направлены на него.

Чтобы избежать циклических сообщений в кольце, для случая HSR определены соответствующие механизмы.

Конечные устройства SAN (одиночного присоединенного узла) можно соединить только при помощи REDBOX в случае HSR. Системы PRP и системы HSR можно связывать с двумя REDBOX путем резервирования.

Протокол обнаружения уровня связи

Протокол обнаружения уровня связи предоставляет основу для обнаружения топологии и для определения конфигурации.

Протокол параллельного резервирования

Протокол параллельного резервирования (PRP) — это протокол резервирования для сетей Ethernet, описанный в стандарте МЭК 62439-3. В отличие от стандартных процедур резервирования, таких как RSTP (протокол быстрого связующего дерева, IEEE 802.1D-2004), PRP обеспечивает бесперебойное переключение, при котором можно избежать простоев в случае повреждения, и таким образом обеспечивается максимальная доступность.

PRP основан на следующем подходе: Процедура резервирования осуществляется в самом конечном устройстве. Принцип работы прост: Резервируемое конечное устройство имеет два интерфейса Ethernet с одинаковым адресом (DAN, Двойной прикрепленный узел). Теперь одно и то же сообщение отправляется (**параллельно**) по 2 отдельным сетям с присвоением каждому сообщению своего уникального номера выполнения. Получатель использует сообщение, которое он принимает первым, сохраняет его идентификатор на основании адреса источника и номера выполнения в фильтре дубликатов и, таким образом, распознает второе (резервное) сообщение. Далее данное резервное сообщение отбрасывается. Если отсутствует первое сообщение, то второе сообщение с таким же содержанием приходит через другую сеть. Такой способ резервирования позволяет избежать переключений в сети, и таким образом обеспечивается непрерывность обмена данными. Конечное устройство не передает сообщения в другую сеть. Поскольку процесс реализуется на уровне Ethernet (одинаковый MAC-адрес), он прозрачный и используется для всех Ethernet-протоколов (МЭК 61850, DNP и других протоколов на основе TCP/IP). Кроме того, можно использовать одну из двух сетей для передачи нерезервируемых сообщений.

Существует две версии PRP: PRP-0 и более поздняя версия, PRP-1. Siemens использует PRP-1.

Протокол пользовательских датаграмм (UDP)

UDP – это протокол датаграмм. Протокол основан на IP в качестве TCP. Но, в отличие от него, UDP работает без соединения и не имеет никакого предохранительного механизма. Преимуществом UDP по сравнению с IP является большая скорость передачи данных.

Протокол управления передачей

Протокол управления передачей (TCP) – это протокол передачи для транспортных служб в Интернете. TCP основан на IP и обеспечивает связь участников во время передачи данных. TCP гарантирует правильность данных и правильную последовательность пакетов данных.

Расчетное значение

Функция обработки, с помощью которой определяется общее количество дискретных входных событий за период (подсчет импульсов), обычно в виде интегрированного значения за промежуток времени. В энергоснабжающих компаниях электроэнергия обычно регистрируется как значение учета (импорт / экспорт / передача электроэнергии).

Реальное время

Реальное время

Регулятор

Контроллер инициирует передачу данных ввода-вывода.

Резервная батарея

Резервная батарея обеспечивает сохранение определенных областей данных, признаков состояния, таймеров и счетчиков.

Свидетельство о соответствии реализации протокола

Эксплуатационные характеристики системы испытывают и подытоживают в отчете соответствия реализации протокола (PICS = свидетельство о соответствии реализации протоколу).

Свойство объекта

Все объекты обладают свойствами. Это могут быть общие свойства, одинаковые для нескольких объектов. Кроме того, объект может иметь особые, присущие только ему свойства.

Сервисный интерфейс

Интерфейс устройства для сопряжения с DIGSI 5 (например, через модем)

Следящее показание

Следящие показания – это однопозиционные сигналы, присутствующие очень короткое время, в которых фиксируется только поступление сигнала процесса и далее выполняется своевременная обработка.

Сообщения в битовой комбинации

Битовая комбинация – это функция обработки, с помощью которой смежные элементы цифровой информации о процессе могут записываться согласованно и обрабатываются параллельно через несколько входов. Обозначение битовой комбинации может быть выбрано равным 1, 2, 3 или 4 байтам.

Сообщения о повреждениях дальнего конца

Сообщение о повреждениях дальнего конца (FEFI) – это специальная настройка переключателей. Предусмотрена только возможность зарегистрировать прерывание линии на линии приема. Если обнаружено прерывание линии, изменяется состояние линии. Изменение состояния вызывает удаление MAC адреса, назначенного порту в переключателе. Впрочем, отключение линии приема от переключателя можно определить в приемнике, т.е. с использованием переключателя. После этого приемник немедленно блокирует линию передачи и сигнализирует о сбое связи с другим устройством. Уставка FEFI в переключателе вызывает обнаружение ошибки на линии приема переключателя.

Спецификация производственных сообщений

Стандарт спецификации производственных сообщений (MMS) служит для обмена данными. Стандарт используется для протоколов передачи МЭК 61850 и МЭК 60870-6 TASE.2.

Статус провайдера IO

Провайдер (отправитель) элемента данных IO использует это значение, чтобы выдать сигнал о состоянии (хорошее/плохое с указанием местоположения ошибки).

Страницы дисплея DIGSI 5

Возможна архивация отдельных или всех отображаемых страниц устройства SIPROTEC 5 в формате DSP5. Кроме того, этот формат можно использовать для обмена отображаемыми страницами между устройствами SIPROTEC 5. Формат DSP5 основан на XML.

Тип данных

Тип данных – это набор значений объекта данных, вместе с операциями, разрешенным по этому набору значений. Тип данных содержит классификацию элемента данных, например, позволяющую определить, содержит ли он целые числа, буквы и др.

Туннелирование

Технология для соединения двух сетей посредством третьей сети; при этом проходной трафик полностью изолирован от внутреннего трафика третьей сети.

Управляемое целочисленное значение состояния

Тип данных INC может использоваться для выдачи команды (одному или нескольким реле, выбираемым по маршрутизации данных), которая отслеживается целым числом с помощью обратной связи, выраженной целым числом.

Уставки протокола DIGSI 5 для DNP3

Если протокол DNP3 настроен для системного интерфейса, вы можете экспортировать параметры протокола в формате DIGDNP. Формат DIGDNP специально разработан для передачи данных интерфейса от DIGSI 5 в систему автоматизации подстанции SICAM PAS.

Уставки протокола DIGSI 5 для Modbus TCP

Если протокол Modbus TCP настроен для системного интерфейса, вы можете экспортировать параметры протокола в формате DIGMOD. Формат DIGMOD специально разработан для передачи данных интерфейса от DIGSI 5 в систему автоматизации подстанции SICAM PAS.

Уставки протокола DIGSI 5 для МЭК 60870-5-103

Если протокол МЭК 60870-5-103 настроен для системного интерфейса, вы можете экспортировать параметры протокола в формате DIGT103. Формат DIGT103 специально разработан для передачи данных интерфейса от DIGSI 5 в систему автоматизации подстанции SICAM PAS.

Уставки протокола DIGSI 5 для МЭК 60870-5-104

Если протокол МЭК 60870-5-104 настроен для системного интерфейса, вы можете экспортировать параметры протокола в формате DIGT104. Формат DIGT104 специально разработан для передачи данных интерфейса от DIGSI 5 в систему автоматизации подстанции SICAM PAS.

Устройство SIPROTEC 5

Этот тип объекта представляет реальное устройство SIPROTEC со всеми значениями уставок и рабочих данных.

Устройство защиты

Защитное устройство определяет ошибочное состояние в распределительных сетях, учитывая различные критерии, такие как ошибочное расстояние, ошибочное направление или направление повреждения, вызывая отключение неисправной секции сети.

Файл со структурированным текстом

Вы можете импортировать логические схемы (CFC) из DIGSI 4 в формате ST. Однако сначала надо экспортировать логические схемы из DIGSI 4.83 или выше.

Формат данных моделирования для отдельны/нескольких устройств

Вы можете экспортировать файлы устройства SIPROTEC 5, связанные с моделированием, в формате SIM. Эта новая функция в DIGSI 5 обеспечивает возможность экспорта данных моделирования и моделирования всех устройств в проекте DIGSI 5 для тестирования и ввода в эксплуатацию. Моделирование достигается путем импорта файла моделирования в систему обработки сигналов и автоматизации, которая затем имитирует устройство/устройства с данными процесса, как в режиме реального времени. Эта функция также обеспечивает тестирование устройства при различных системных условиях в реальном времени.

Формат экспорта устройства 5

DEX5

Формулировка соответствия реализации модели

Формулировка соответствия реализации модели (см. MICS)

Формулировка соответствия реализации модели подробно описывает модели стандартных объектов данных, поддерживаемых системой или устройством.

Функциональная группа

Функции соединяются в функциональную группу (FG). Распределение функций по трансформаторам тока и/или напряжения (назначение функций по точкам измерения), обмен информацией между функциональными группами через интерфейсы, а также генерация сообщений группы важны для такого объединения.

Электрическая система CAD

Вы можете импортировать информацию о топологии, содержащуюся в файле ELCAD, в проект и использовать ее в качестве основы для однолинейной конфигурации. Другая информация, содержащаяся в файле ELCAD, не включена в этот процесс.

Электромагнитная совместимость

Электромагнитная совместимость (ЭМС) означает, что элемент электрического оборудования работает без ошибок в определенной среде. На среду здесь не осуществляется никакое значительное воздействие.

Язык описания конфигурации подстанции

Язык описания, стандартизованный в МЭК 61850, SCL основан на XML. Этот язык описания позволяет постоянно документировать всю информацию, относящуюся к подстанции МЭК 61850. Поэтому этот формат подходит для обмена данными, специфичными для МЭК 61850, между различными приложениями, даже если они поставляются разными производителями. В основном описанные проверки импорта выполняются для всех форматов SCL, а не только для импорта SCD.

Язык разметки для общего описания станции

GSDML - это язык описания на основе XML для создания файла GSD.

Алфавитный указатель

A

ACD 175

D

DPC 175
DPS 174

I

INC 175
INS 174, 175
IO212 363, 365

S

SPC 174, 175
SPS 173

А

ACT 175

Б

Блокировка 96
Блокировка сбора данных 184

В

Внешнее отключение 1123
Выключатель
    Контроль цепи отключения 325
    Логика отключения от защиты 328
    Прерывание команды отключения 328
    Проверка выключателя 325
    УРОВ 325

Г

Групповые сообщения
    МТЗ 827

Д

Дифференциальная защита генератора
    Обзор функций 411
    Структура функции 411
Дифференциальная защита двигателя
    Обзор функций 513
    Структура функции 513
Дифференциальная защита от замыканий на землю 493
Дифференциальная защита трансформатора
    Обзор функций 442
    Структура функции 442
Дуговая защита 1393

Ж

Журнал 74
    Журналы 91
    Конфигурирование 75
    Удаление 91
    Управление 75
Журнал безопасности 87
Журнал диагностики устройства 88
Журнал замыканий на землю 80
Журнал изменения уставок 81
Журнал обмена данными 85
Журнал повреждений 78
Журнал пользователя 83
Журнал пусков двигателей 89
Журнал рабочих сообщений 76

З

Заказ
Аксессуары 2025
Отдельные компоненты 2024
Защита от асинхронного хода
Зона полного сопротивления 1130
Метод измерения полного сопротивления 1128
Обзор функций 1126
Основная логическая схема 1129
Принцип измерения 1126
Структура функции 1126
Ступени 1126
Счетчик качания мощности 1131
Характеристики в случае несимметричных повреждений 1128
Защита от межвиткового замыкания
Обзор функций 1255
Структура функции 1255
Защита от ненаправленного перемежающегося замыкания на землю 829
Защита от перевозбуждения
Обзор функций 1061
Структура функции 1061
Защита от перегрузки 1289, 1302
Защита от потери возбуждения
Обзор функции 1071
Основной принцип работы 1072
Структура функции 1071
Защита от реверса мощности
Общие функции 1233
Описание ступени 1237
Защита от тепловой перегрузки
Тепловая модель 1290, 1303
Функциональные измеряемые величины 1290, 1303
Защита по напряжению
Защита минимального напряжения 976
Защита минимального напряжения для трехфазного напряжения 909
Защита минимального напряжения, для трехфазного подведенного напряжения 950
Защита от повышения напряжения 944
Защита от повышения напряжения по напряжению нулевой последовательности 917
Защита от повышения напряжения прямой последовательности 925
Защита от снижения напряжения прямой последовательности 968
Защита ротора от замыканий на землю (1-3 Гц)
Обзор функций 1111
Структура функции 1111
Защита ротора от замыканий на землю (Iрот3З>, ф-ция)
Обзор функции 1096
Структура функции 1096
Защита ротора от замыканий на землю (R3З<, ф-ция)
Обзор функции 1103
Структура функции 1103
Защита статора от замыканий на землю
Защита статора от замыканий на землю с 3I0 582
Направленная ступень защиты статора от замыканий на землю с измерением 3I0-ф(U,I) 574
Структура функции 561
Ступень защиты статора от замыканий на землю с системой нулевой последовательности/напряжения смещения 567
Защита статора от замыканий на землю 90 %
Обзор функций 560
Защита статора от замыканий на землю 100 % (20 Гц)
Общие функции 588
Защита статора от замыканий на землю 100% (20 Гц)
Обзор функций 587
Структура функции 587
Защита статора от замыканий на землю с третьей гармоникой
Структура функции 604

И

Интерфейс защиты
Блокировка данных 145
Данные диагностики 155
Диагностические измеренные значения интерфейса защиты 151
Проверка передачи данных защиты 1801
Протокол передачи данных 155
Синхронизация времени: 143

К

Квитирование
Спонтанное сообщение о повреждениях 95
Контроль синхронизма 1500
Контроль температуры
Обзор функций 1368
Описание функции 1369
Структура функции 1368
Конфигуратор заказа 2024

Л

Логика дифференциальной защиты генератора 415, 517
Логика работы дифференциальной защиты трансформатора 446

М

Максимальная токовая защита
Динамические уставки 653, 727
Максимальная токовая защита, 1ф 776
Ступень независимой характеристикой выдержки времени (МТС с независимой выдержкой времени) 778
Структура функции 776
Мгновенное отключение при больших токах
Обзор функций 1146
Структура функции 1146
Мгновенное отключение при больших токах КЗ
Стандартное разрешение 1147
Мгновенное отключение при включении на повреждение 1046
Мониторинг симметрии токов
Блокировка защиты 1658
Предполагаемый обрыв провода 1656
Проверка обрыва провода 1657
Структура функции 1655
Мониторинг температуры
Технические данные 1999
Указания по применению и вводу уставок 1370
МТЗ нулевой последовательности 694
Обнаружение броска тока намагничивания 725
Определяемая пользователем характеристика срабатывания 719
Структура функции 694
МТЗ, однофазная
Быстрая ступень 789
Пример применения: Высокоомная ограниченная защита от замыканий на землю 791
Пример применения: Защита от ненаправленного перемежающегося замыкания на землю 797
Ступень с обратнозависимой характеристикой выдержки времени (МТС с обратнозависимой выдержкой времени) 782
МЭК 60529 1843

Н

Направленная защита обратной последовательности
Обнаружение броска тока намагничивания 1208
Направленное чувствительное определение замыкания на землю
Чувствительная ток нулевой последовательности по 3I0 894
Направленный режим 1212
Направленный тест 1802
Неисправность батареи: 1686
Несохраненный SPS 173

О

Обнаружение обрыва провода
Обзор функций 1655
Применение и замечания по выбору уставок 1658
Обработка показателей достоверности для последующей привязки к GOOSE Later Binding 102
Общие функции (контроль снижения напряжения, вычисление df/dt) 1023
Ограниченная дифференциальная защита от замыкания на землю (REF) 494
Окно повреждений
Конфигурация 94
Спонтанное 94
Окно сообщений
Спонтанное 93
Описание ступени 984, 1024
Описание ступени повторного включения 989
Оптоволокно
Многомодовое 133
Мультиплексор 133
Одномодовое 133
Ретранслятор 133
Отделение электростанции
Обзор функций 1185
Основной принцип работы 1185
Структура функции 1185

П

Передача данных защиты 127, 129
Данные удаленного конца 128
Показатели достоверности 73
Прочие функции
Блокировка при дребезге 179
Блокировка сбора данных 179
Длительные команды 179
Ручное обновление 179
Сохраненные выходы 179

Р

Рабочие измеряемые величины 1698
Размеры 1842
Расчет горячей точки
Структура функции 1379
Расчет наиболее нагретой точки
Обзор функций 1379
Ручное обновление 184

С

Синхронизация асинхронных систем 1506, 1515
Синхронизация синхронных систем 1504, 1513
Сообщения 68
Дисплеи 71
Просмотр 68
Просмотр с помощью DIGSI 70
Считывание 69
Сохраненные сообщения 95
Ступень синхронизации 1486

Т

Токовая защита обратной последовательности 1198
Топология
Линейная топология 129, 131
Топология "кольцо" 129, 131

У

Управление ступенью 739
УРОВ
УРОВ 1260
Устройство SIPROTEC 5
Идентификационный номер уставок и сообщений 65
Реализация функций 52
Управление функциями 61
Шаблоны применения/Корректировка объема функций 59

Ф

Фазная МТЗ 623
Обнаружение броска тока намагничивания 652
Определяемая пользователем характеристика срабатывания 645, 786
Структура функции 623
Фазная направленная МТЗ 658
ФГ "Аналоговые блоки"
Блок Ether. на 20 мА 347
Датчик температуры 373
Измерительный преобразователь с быстродействующими входами 363
Обзор 343
Обзор RTD-блока по Ethernet 370
Структура функциональной группы 343
Технические данные 1998
Указания по применению и вводу уставок для RTD-блока Ether. 372
Указания по применению и вводу уставок для быстродействующего входа МТ 365
ФГ Аналоговые блоки
Взаимодействие с блоком Ether. 20 мА 346
Заметки по применению и настройки для RTD-блока с последовательным интерфейсом 376
Обзор RTD-блока послед. 376
Обзор блока Ethernet на 20 мА 345
Связь с RTD-блоком 371
ФГ Аналоговые трансформаторы
Обзор блока на 20 мА с последовательным интерфейсом 353
Указания по применению и вводу уставок для блока на 20 мА. Последовательный 354
Функции защиты и функциональные группы
Количества, экземпляры 2030
Функции управления
Определяемые пользователем объекты 171
Проверка команд 1454
Протоколирование команд 1476
Элементы управления 1414
Функциональная группа
Генератор, дифф. 229
Дв(статор) 267
ДифЗащДв 253
Статор генератора 241
Сторона генератора 232
Сторона двигателя (СтДвиг.) 257
Сторона трансформатора 294
Функциональная группа Нейтр.точка защита трансформатора 290
Функциональная группа Нейтр.точка тр-ра 304
Функциональная группа UI 3 ф.
Обзор 319
Структура функциональной группы 319
Функция контроля синхронизма
Динамическое переключение точки измерения 1494

Ч

Чувствительное обнаружение замыкания на землю
Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением 3I0-φ(U,I) 863
Направленная ступень максимальной токовой защиты с измерением G0 или B0 870
Обзор функций 837
Структура функции 837
Ступень защиты от замыканий на землю в переходных процессах 854
Ступень защиты от повышения напряжения с напряжением нулевой последовательности/напряжением смещения 889
Ступень направленной МТЗ с измерениями на основе cos φ -sin φ 843
Чувствительная токовая защита нулевой последовательности по Y0 898

Ш

Шаблоны применения
7UM85 211