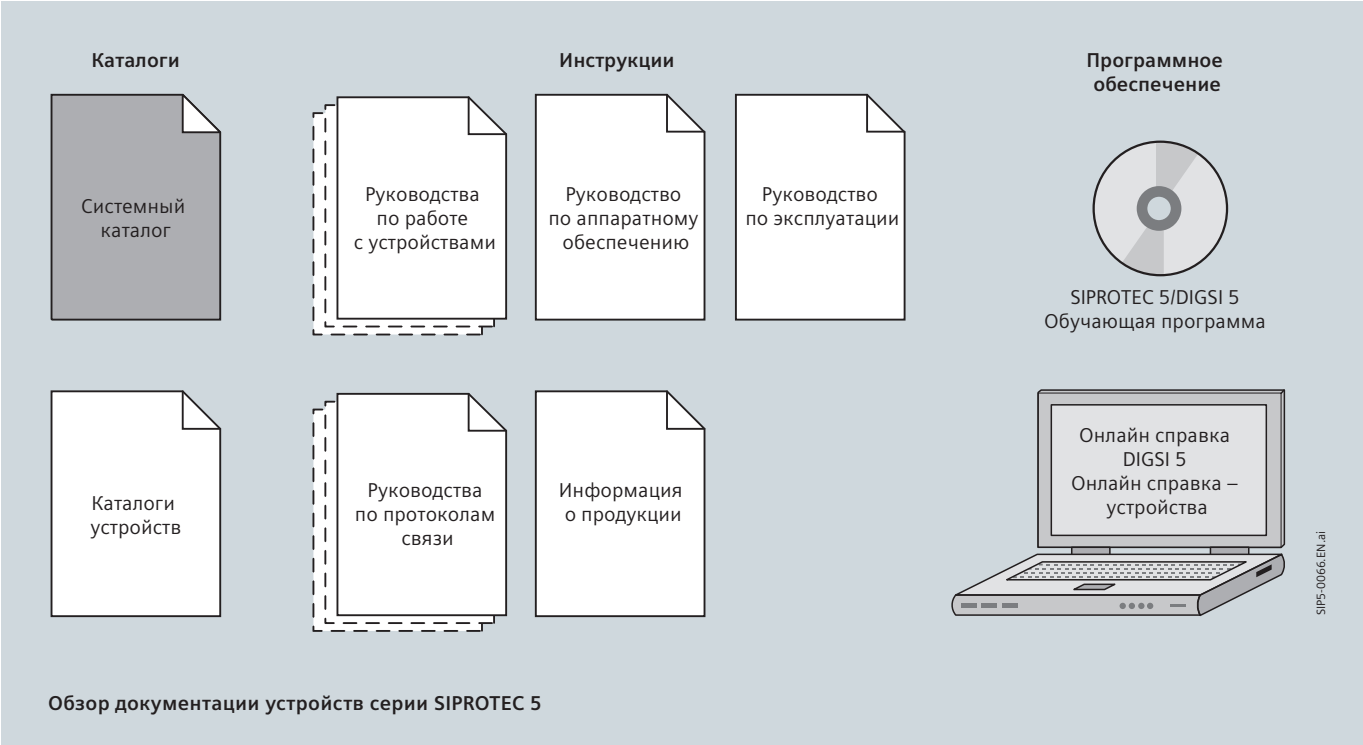
SIEMENS

Автоматизация в энергетике

SIPROTEC 5. Обзор системы. Защита, автоматика и мониторинг

Каталог SIP 5.01 • Издание 4

www.siemens.ru/siprotec



Обзор документации устройств серии SIPROTEC 5

Системный каталог

В системном каталоге приводится описание параметров устройств серии SIPROTEC 5.

Каталоги устройств

В каталогах устройств дано описание параметров устройств серии, в том числе обзоры аппаратной части, поддерживаемых функций и способов применения.

Руководства по работе с устройствами

В руководствах по работе с устройствами представлены сведения о функциях и применении устройств серии SIPROTEC 5. Печатный экземпляр руководства и интерактивная онлайн справка по устройствам имеют одинаковую структуру информации.

Руководство по аппаратному обеспечению

В руководстве по аппаратному обеспечению приведено описание аппаратных компонентов и варианты комбинирования устройств серии SIPROTEC 5.

Руководство по эксплуатации

В руководстве по эксплуатации дано описание основных принципов и действий при эксплуатации и сборке устройств серии SIPROTEC 5.

Руководства по протоколам связи

В руководства по протоколам связи включено описание протоколов для обмена данными между устройствами серии SIPROTEC 5, а также с системой управления верхнего уровня.

Информация о продукции

Информация о продукции включает в себя общую информацию о монтаже устройства, технические данные, предельные величины для модулей ввода/вывода, а также условия подготовки к эксплуатации. Данный документ прилагается к каждому устройству серии SIPROTEC 5.

Онлайн справка DIGSI 5

В онлайн справке DIGSI 5 содержится справочная информация по DIGSI 5 и функциональным схемам (CFC). В справочной системе DIGSI 5 дано описание основных принципов работы ПО, принципов действия DIGSI и программ редактирования. В справочной системе CFC представлена вводная информация по программированию CFC, базовые примеры работы с CFC, а также справочный раздел со всеми возможными логическими блоками для устройств серии SIPROTEC 5.

Онлайн справка – устройства

Руководство по работе с устройствами и онлайн справка устройства имеют одинаковую структуру информации.

SIPROTEC 5/DIGSI 5 Обучающая программа

Обучающая программа на DVD диске содержит краткие данные о важных характеристиках продукции, более подробную информацию по отдельным техническим областям, а также последовательности операций для решения некоторых практических задач и краткие пояснения по SIPROTEC 5 и DIGSI 5.

SIPROTEC 5
Устройства защиты, автоматики и мониторинга

Каталог SIPROTEC 5.01 — издание 4

SIPROTEC 5	**1**
Введение	1.1
Важные инновационные аспекты	1.2
Устройства SIPROTEC 5. Области применения	**2**
Типы устройств	2.1
Руководство по выбору устройств SIPROTEC 5	2.2
Примеры применения	2.3
Многофункциональное устройство защиты и автоматики	2.4
Защита ЛЭП	2.5
Дистанционная защита	2.6
Дифференциальная защита линий	2.7
Дифференциальная и дистанционная защита	2.8
Управление выключателем	2.9
Максимальная токовая защита в качестве резервной защиты линии	2.10
Дифференциальная защита трансформатора	2.11
Защита электродвигателей	2.12
Защита генераторов	2.13
Защита системы шин	2.14
Контроллеры присоединений	2.15
Регистратор аварийных событий	2.16
Система SIPROTEC 5	**3**
Функциональная интеграция	3.1
Защита	3.2
Управление	3.3
Автоматика	3.4
Мониторинг	3.5
Сбор данных и регистрация	3.6
Связь	3.7
Концепция защиты и безопасности	3.8

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATION
DNV·GL
ISO 9001 ISO 14001
OHSAS 18001

The products and systems described in this catalog are manufactured and sold according to a certified management system (acc. to ISO 9001, ISO 14001 and BS OHSAS 18001).

Оглавление

3.9	Тестирование
3.10	Проектирование
3.11	Аппаратная часть
4	**Приложение**
4.1	DIGSI 5 — версии и системные требования
4.2	Запасные части/принадлежности
4.3	Схемы подключения
4.4	Чертежи с размерами
4.5	Группировка измеренных значений
4.6	Технические данные

[E_CC_SIP5_GD_SS_LED, 1, --_--]

[E_CC_SIP5_PAS_Gruppe, 1, --_--]

[E_CC_Close_up_Laptop_USB_ISO2, 1, --_--]

Предисловие

Уже в течение многих лет устройства серии SIPROTEC являются признанными лидерами в области цифровых устройств релейной защиты и контроллеров присоединения на рынке энергетики. Высокотехнологичные устройства серии SIPROTEC компании «Сименс» охватывают весь спектр электротехнического оборудования и могут применяться в различных областях электроэнергетики — от производства электроэнергии до ее передачи и распределения по сетям сверхвысокого напряжения. SIPROTEC 5 является активным компонентом энергоэффективной интеллектуальной сети и важной составляющей сложной распределительной системы электроснабжения. Следующее поколение устройств SIPROTEC, SIPROTEC 5, основано на проверенных решениях SIPROTEC 4 и дает пользователю новую современную платформу, включающую в себя как аппаратное, так и программное обеспечение. Данная платформа предлагает отличное решение сложных задач, связанных с развитием энергосистем и режимов работы электрических сетей. Качество, надежность и проверенную функциональность устройства серии SIPROTEC 5 унаследовали от предыдущего поколения SIPROTEC. Кроме того, в новой серии реализованы такие инновационные подходы, как единый рабочий процесс, безопасность и защита информации, а также мониторинг устойчивости сети (функция PMU). Инновационная архитектура системы обеспечивает пользователю полный контроль над распределительными устройствами. Мощная и надежная система связи в сочетании с гибкими инженерными возможностями лежит в основе управления системами с распределенной децентрализованной структурой. Система связи — это центральный компонент архитектуры, обеспечивающий гибкость, безопасность и защиту информации в автоматизированных распределенных сетях. Новый DIGSI 5 предлагает пользователю индивидуальную поддержку — это обеспечение соответствия конкретным требованиям рабочего процесса от начала проектирования до выбора конкретного устройства, его ввода в эксплуатацию и тестирования, охватывая весь жизненный цикл устройства. Этот новый инструментарий обеспечивает экономию средств на протяжении всего срока службы устройства, не снижая при этом безопасность и эксплуатационную готовность системы. Новое поколение устройств серии SIPROTEC 5 представляет собой превосходное решение для пользователя, которому необходимо соответствовать растущим требованиям экономичности и эксплуатационной готовности, предъявляемым к сетям. Философия устройств серии SIPROTEC 5 выражается в модульности и гибкости их компонентов, как в части аппаратного, так и в части программного обеспечения. «Идеальное соответствие требованиям» — это свойство системы, подобранной для конкретного распределительного оборудования и требований к применению и стандартизации автоматизации энергетики.

Инго Эркенс

Генеральный директор
Управление энергетикой
Цифровые сети
Изделия для автоматизации

1.1

Решения для энергосистем, сегодня и завтра

Уже в течение многих лет серия SIPROTEC известна на рынке энергетики как мощная всеобъемлющая серия цифровых устройств релейной защиты и автоматики производства компании «Сименс». Устройства защиты компании «Сименс» серии SIPROTEC могут унифицированно применяться во всех сетях среднего и высокого напряжения. Устройства SIPROTEC позволяют операторам надежно и безопасно держать под контролем энергетическое оборудование и образуют основу для реализации экономически выгодных решений любых задач в современных интеллектуальных системах энергоснабжения. Пользователи могут по своему желанию комбинировать отдельные устройства серии SIPROTEC для решения разнообразных задач, причем SIPROTEC гарантирует преемственность, открытость и актуальность системы в будущем.

Так как компания «Сименс» является проводником инноваций и устанавливает стандарты в сфере защиты систем энергоснабжения уже более 100 лет, ее решения помогают проектировать интеллектуальные, экологичные, надежные и эффективные системы энергоснабжения, а также эксплуатировать их экономически эффективно. Компания «Сименс» является пионером развития цифровых технологий защиты систем энергоснабжения и внесла значительный вклад в их развитие (*Рисунок 1.1/2*). Впервые такая защита была внедрена в Вюрцбурге, Германия, в 1977 году. В 90-е годы важным инновационным этапом стала интеграция функций защиты и управления во всех устройствах SIPROTEC. После выпуска в 2004 году стандарта МЭК 61850 компания «Сименс» стала первым производителем в мире, который ввел в эксплуатацию систему, соответствующую этому стандарту. В настоящее время по всему миру внедрено более 500 000 устройств «Сименс», соответствующих МЭК 61850.

Многие пользователи одобряют применение устройств защиты SIPROTEC в своих системах энергоснабжения. Также устройства сертифицированы независимыми испытательными организациями и университетами (KEMA, EPRI, LOYD, UR Laboratories).

[SIP_Schutz_Gruppe, 1, --_--]

Рисунок 1.1/1 Серия SIPROTEC 5

Какие преимущества дает этот опыт нашим клиентам?

- Проверенные готовые решения
- Оптимальное взаимодействие между компонентами системы
- Аппаратное обеспечение и функционал высшего качества
- Высочайшее удобство пользования устройствами и инструментами
- Простой обмен данными между приложениями
- Согласованная работа устройств и систем
- Снижение сложности благодаря простоте эксплуатации
- Компания «Сименс» как надежный партнер, работающий по всему миру

Информация о сериях изделий SIPROTEC 4 и SIPROTEC Compact представлена в соответствующих каталогах на сайте *www.siemens.com/siprotec*

[SIPROTEC5 Historie_dt, 1, ru_RU]

Рисунок 1.1/2 SIPROTEC — передовые решения из поколения в поколение

1.1

Новый ориентир в сфере защиты, автоматизации и мониторинга

Серия SIPROTEC 5 основана на многолетнем практическом опыте применения устройств SIPROTEC и спроектирована с учетом новых требований современных систем энергоснабжения. Поэтому серия SIPROTEC 5 имеет обширные функции и включает устройства разных типов. Единый интегрированный инструмент инжиниринга DIGSI 5 представляет собой решение для всех этапов жизненного цикла, начиная от проектирования и инженерно-конструкторских работ и заканчивая испытаниями и эксплуатацией.

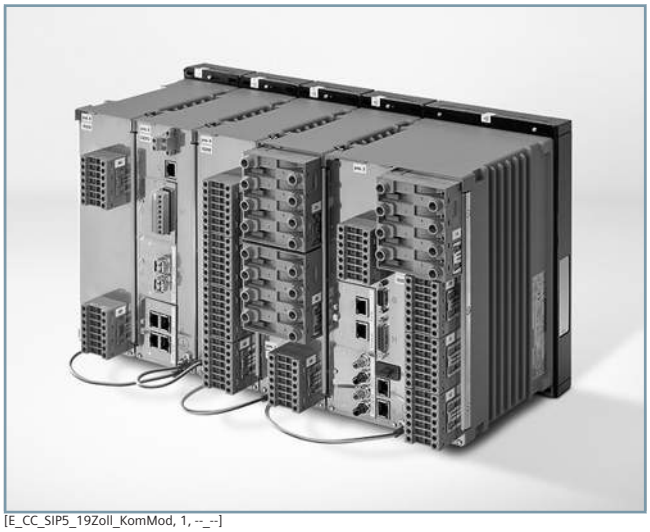
Благодаря высокой степени модульности аппаратного и программного обеспечения функционал устройств отдельных типов можно выбирать в соответствии с областью применения и корректировать согласно постоянно изменяющимся требованиям в течение всего жизненного цикла.

Кроме надежной селективной защиты и функции полной автоматизации, SIPROTEC 5 предлагает обширную базу данных для управления и мониторинга в современных системах энергоснабжения. Функционал расширяется за счет синхронизированных векторных измерений (PMU), данных о качестве работы сети и обширных данных оборудования.

- Мощные функции защиты обеспечивают безопасность оборудования и персонала
- Экономия средств при начальном вводе в эксплуатацию, хранении запчастей, техобслуживании, расширении и адаптации системы при использовании индивидуально конфигурируемых устройств
- Возможность простой интеграции дуговых защит, функции защиты от перемежающихся коротких замыканий (КЗ), а также шины процесса
- Интуитивно понятное и простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с редакциями 1 и 2 МЭК 61850
- Встроенный коммутатор для реализации экономичных резервированных оптических и электрических кольцевых структур Ethernet
- Протоколы резервирования RSTP, PRP и HSR для обеспечения максимальной эксплуатационной готовности
- Эффективные рабочие концепции в соответствии с гибким подходом к проектированию в издании 2 МЭК 61850
- Всеобъемлющая база данных для мониторинга современных систем энергоснабжения
- Оптимальная платформа интеллектуальной автоматизации для систем энергоснабжения, основанная на устройствах синхронизированных векторных измерений (PMU) и функциях качества электроэнергии

[SIP5_Gruppe, 1, --_--]

Рисунок 1.1/3 SIPROTEC 5 — модульное аппаратное обеспечение



[E_CC_SIP5_19Zoll_KomMod, 1, --_--]

Рисунок 1.1/4 SIPROTEC 5 — модульные технологические соединения

Вместе с серией SIPROTEC 5 компания «Сименс» начинает новую главу в успешной истории разработки устройств релейной защиты и автоматики, представляя пятое поколение цифровых защит на основе своего более чем 100-летнего опыта в области релейной защиты. SIPROTEC 5 — это следующий логический шаг в развитии технологий. В серии SIPROTEC 5 мы объединили проверенную и отточенную годами функциональность с высокоэффективной и гибкой платформой, расширенной с помощью инновационных разработок, позволяющих удовлетворять настоящие и будущие требования клиента.

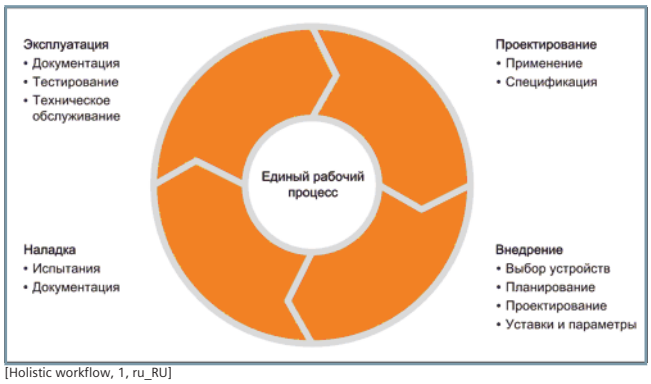
Единый рабочий процесс

Инструменты последовательного инжиниринга от проектирования системы до ее эксплуатации облегчают работу пользователя на всех этапах процесса.

Важным аспектом серии SIPROTEC 5 является простота повседневной эксплуатации. SIPROTEC 5 предоставляет единую поддержку на всех этапах рабочего процесса, обеспечивая управление системой в целом, а также детальную настройку отдельных функций устройств, что экономит время и средства не в ущерб качеству (*Рисунок 1.2/1*).

Единый рабочий процесс в серии SIPROTEC 5 означает следующее:

- Интегрированная разработка системы и устройств — от однолинейной схемы до настройки параметров устройств
- Простое интуитивное графическое отображения подключения первичного и вторичного оборудования
- Готовые шаблоны типового применения для наиболее частых решений
- Инструменты для легкого проектирования системы вне зависимости от производителей входящего в нее оборудования
- Открытые интерфейсы для интеграции в производственный процесс клиента без дополнительных устройств связи
- Встроенные инструменты для тестирования во время проектирования, ввода в эксплуатацию и для моделирования рабочих ситуаций, например системных аварий или коммутационных операций



[Holistic workflow, 1, ru_RU]

Рисунок 1.2/1 Сквозные инструменты, применяемые от разработки до эксплуатации

Для пользователя единый рабочий процесс в серии SIPROTEC 5 означает следующее:

Все время от разработки до эксплуатации системы можно использовать единый универсальный инструмент, что экономит время, а также обеспечивает безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы системы.

Идеальное соответствие требованиям

Индивидуально конфигурируемые устройства обеспечивают пользователю экономически выгодные решения, которые точно соответствуют требованиям клиента в течение всего срока службы. SIPROTEC 5 задает новые стандарты экономической эффективности и эксплуатационной готовности благодаря инновационному модульному гибкому аппаратному и программному обеспечению, а также системам связи. SIPROTEC 5 обеспечивает идеальное соответствие распределительному оборудованию и задачам клиента, которое не может обеспечить никакая другая система.

Особенности, обеспечивающие идеальное соответствие требованиям для серии SIPROTEC 5:

- Модульная структура системы в части аппаратного обеспечения и функций, а также систем связи, что позволяет обеспечить соответствие требованиям клиента
- Интеграция широкого спектра функций, таких как защита, управление, измерение, контроль качества электроэнергии и регистрация аварийных событий (осциллографирование)
- Однотипные модули расширения и связи для всех устройств серии
- Инновационная технология клеммных зажимов, обеспечивающая легкость сборки и взаимозаменяемость с максимальной степенью безопасности
- Идентичность функций для всей серии устройств, что приводит к снижению трудоемкости обучения персонала и увеличению безопасности. Пример: идентичная функция автоматического повторного включения (АПВ) в устройствах защиты линий электропередач 7SD8, 7SA8 и 7SL8
- Возможность индивидуальной настройки функций под конкретные требования пользователя
- Доступные инновации для всех устройств одновременно и возможность модернизации по мере необходимости через библиотеки

Для клиента идеальное соответствие требованиям в серии SIPROTEC 5 означает экономию средств при начальном инвестировании, хранении запчастей, техобслуживании, расширении и адаптации системы при использовании индивидуально конфигурируемых устройств.

[Innovationsschwerpunkte, 1, --_--]

Рисунок 1.2/2 SIPROTEC 5 — важные инновационные аспекты

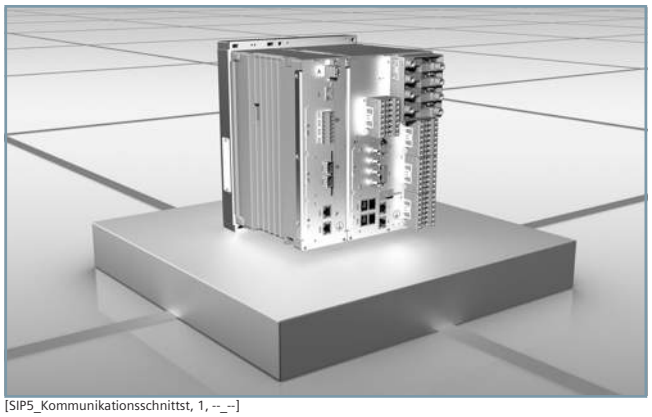
Разработано для связи

Передовая архитектура системы обеспечивает пользователю полный контроль над системой связи. Мощная, гибкая и, прежде всего, надежная связь — это обязательное условие для распределенных и децентрализованных систем, таких как интеллектуальные сети. В архитектуре системы SIPROTEC 5 системы связи занимают одно из первых мест. Мы сделали все возможное, чтобы предоставить пользователю устройства, удовлетворяющие его текущие и будущие потребности в системах связи.

Концепция «Серия SIPROTEC 5 — разработано для связи» означает следующее:

- Адаптация к пользовательской топологии коммуникационной сети с помощью настроек (кольцевая структура, звезда, и т. д.)
- Изменение кратности резервирования аппаратного обеспечения и программной части (протоколы, соответствующие требованиям клиента)
- Несколько каналов связи с различными системами верхнего уровня
- Подключаемые модули связи с возможностью обновлений
- Модули аппаратного обеспечения, не связанные с текущими протоколами связи
- 2 независимых протокола Ethernet в одном модуле
- Расширенные стандартные алгоритмы для проверки соединений, функций и рабочих процессов
- Модуль расширения для связи с шиной процесса

Для клиента «Разработано для связи» в серии SIPROTEC 5 означает, что связь, как неотъемлемый компонент системной архитектуры, гарантирует пользователю гибкость и обеспечивает удовлетворение потребностей в развитых сетевых системах в настоящее время и в будущем.



[SIP5_Kommunikationsschnittst, 1, --_--]

Рисунок 1.2/3 Устройства серии SIPROTEC 5 оснащены разнообразными интерфейсами связи.

Концепция защищенности и безопасности

Многоуровневые механизмы защиты во всех звеньях предохранительной цепи обеспечивают пользователю максимально возможный уровень безопасности и эксплуатационной готовности устройств. Безопасность персонала и предприятия, а также максимальная эксплуатационная готовность устройств — вот основные приоритеты. По мере того как схемы подстанций становятся все более открытыми и сложными, обычных механизмов безопасности становится недостаточно. Поэтому концепция безопасности была интегрированная в архитектуру устройств серии SIPROTEC 5, разработанную для комплексного решения этих многоуровневых задач.

Концепция защиты и безопасности в серии SIPROTEC 5 означает следующее:

- Проверенные функции защиты оборудования и персонала, постоянно разрабатываемые и модернизируемые в пяти поколениях устройств
- Долговечное защищенное аппаратное обеспечение (корпусы, модули, разъемы) и правильная компоновка электронных элементов и плат для наилучшей устойчивости к помехам в виде ненормальных напряжений, климатическим и механическим воздействиям, а также обеспечения ЭМС
- Сложные алгоритмы самодиагностики надежно выявляют неисправности устройств и немедленно сообщают о них
- Соответствие строгим требованиям кибербезопасности согласно промышленным стандартам и руководствам, таким как BDEW Whitepaper и NERC CIP
- Шифрование на всем пути передачи данных между DIGSI 5 и SIPROTEC 5 в соответствии с рекомендациями промышленных стандартов и передовой практикой
- Автоматическая регистрация попыток доступа и операций, имеющих значение для безопасности, в устройствах и системах

Интеллектуальная автоматизация сетей

Изменения климата и истощение запасов ископаемых видов топлива приводят к полному пересмотру принципов работы всей электроэнергетической отрасли от производства электроэнергии до ее распределения и потребления. Все вышесказанное оказывает существенное влияние на структуру и работу систем энергоснабжения.

Интеллектуальная система автоматизации энергоснабжения — это основной компонент, который разработан для сохранения устойчивости систем энергоснабжения и одновременной экономии энергии и сокращения расходов.

SIPROTEC 5 с уникальным набором интегрированных функций представляют собой оптимальную платформу интеллектуальной автоматизации для интеллектуальных систем энергоснабжения.

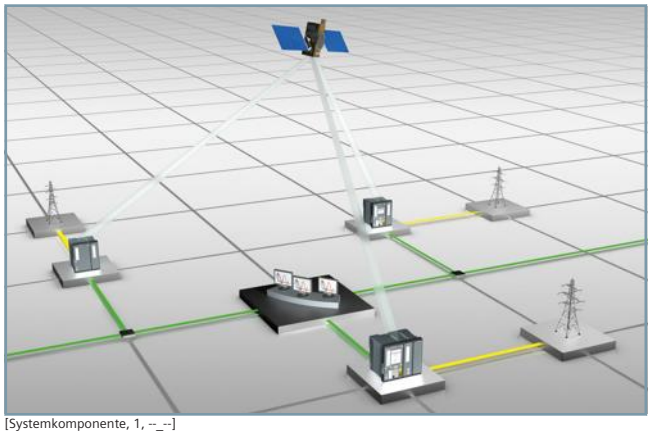
Интеллектуальная автоматизация сетей с использованием устройств серии SIPROTEC 5 означает следующее:

- Открытая масштабируемая архитектура для ИТ-интеграции и новых функций
- «Интеллектуальные функции», например, для эксплуатации сети, анализа неисправностей или качества электроэнергии (мониторинг систем энергоснабжения, устройство управления мощностью, определение места повреждения)

- Интегрированная автоматизация с оптимизированными логическими блоками на основе стандарта МЭК 61131-3
- Высокоточный сбор и обработка значений технологических параметров и их передача в другие компоненты интеллектуальной сети
- Защита, автоматизация и мониторинг интеллектуальной сети.

Устройства SIPROTEC 5 разработаны с учетом требований современных сетей, обеспечивают защиту инвестиций и позволяют реализовать необходимую платформу автоматизации.

Элементы, объединяющие эти пять важнейших инновационных аспектов, описаны в МЭК 61850, издание 2, и они полностью воплощены в жизнь при разработке устройств серии SIPROTEC 5, ориентированных на пользователя.



[Systemkomponente, 1, --_--]

Рисунок 1.2/4 SIPROTEC 5 как компонент интеллектуальной сети

МЭК 61850 — простое использование

Компания «Сименс» — пионер внедрения МЭК 61850 — предоставляет весь потенциал этого международного стандарта в распоряжение клиента таким образом, что его использование не вызывает никаких трудностей.

Стандарт МЭК 61850 — это нечто большее, чем просто протокол автоматизации подстанции. В нем даны всесторонние определения типов данных, функций и связей в сетях станции. В издании 2 область применения стандарта расширена на большее количество секторов и применений в электроэнергетической отрасли.

Компания «Сименс» принимала активное участие в разработке стандарта от издания 1 до издания 2. Максимальное количество смонтированных устройств в мире делает незаменимым наш опыт в качестве производителя. Совместно с ключевыми клиентами мы воплотили принципы этого стандарта в серии SIPROTEC 5, уделив пристальное внимание функциональной совместимости, гибкости и совместимости изданий 1 и 2.

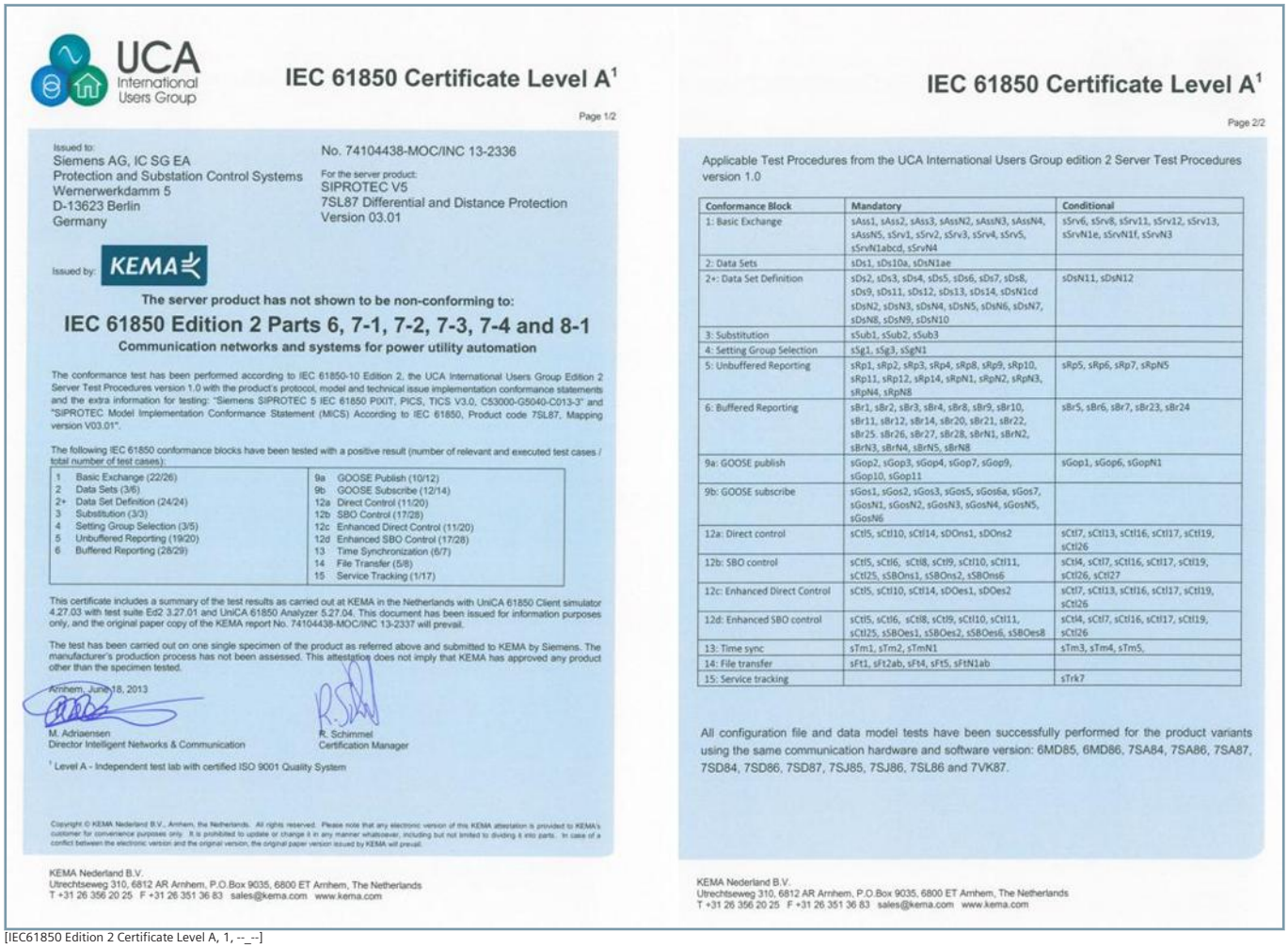
Кроме стандартного протокола МЭК 61850, SIPROTEC 5 также поддерживает другие протоколы, такие как МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP 3 (последовательный или TCP) и Modbus TCP.

[IEC61850 Symbol, 1, --_--]

«МЭК 61850 — простое использование» для серии SIPROTEC 5 означает следующее:

- Автономный конфигуратор системы МЭК 61850 обеспечивает настройку в соответствии с МЭК 61850 устройств серий SIPROTEC 5, SIPROTEC 4 и устройств других поставщиков
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2
- Открытые интерфейсы согласно МЭК 61850 гарантируют не зависящую от производителя конфигурацию системы и функциональную совместимость
- Преобразование сложных моделей данных согласно МЭК 61850 в модели на языке, знакомом пользователю
- Гибкое моделирование объектов: свобода адресации объектов и гибкие средства связи обеспечивают максимальную степень функциональной совместимости и эффективность концепций обмена данными и расширения
- Оптимизация использования стандарта, основанная на множестве проектов и тесном сотрудничестве с клиентами из всех отраслей
- Настройки РЗА в соответствии с МЭК 61850
- Использование нескольких модулей связи в издании 2

Использование МЭК 61850, издание 2, означает реализацию всего потенциала этого международного стандарта, что позволило получить оптимальное соответствие производственным потребностям клиента и более простое использование.



UCA International Users Group

IEC 61850 Certificate Level A[1]

Page 1/2

Issued to:
Siemens AG, IC SG EA
Protection and Substation Control Systems
Wernerwerkdamm 5
D-13623 Berlin
Germany

No. 74104438-MOC/INC 13-2336

For the server product:
SIPROTEC V5
7SL87 Differential and Distance Protection
Version 03.01

Issued by: KEMA

The server product has not shown to be non-conforming to:

IEC 61850 Edition 2 Parts 6, 7-1, 7-2, 7-3, 7-4 and 8-1

Communication networks and systems for power utility automation

The conformance test has been performed according to IEC 61850-10 Edition 2, the UCA International Users Group Edition 2 Server Test Procedures version 1.0 with the product's protocol, model and technical issue implementation conformance statements and the extra information for testing: "Siemens SIPROTEC 5 IEC 61850 PIXIT, PICS, TICS V3.0, C53000-G5040-C013-3" and "SIPROTEC Model Implementation Conformance Statement (MICS) According to IEC 61850, Product code 7SL87, Mapping version V03.01".

The following IEC 61850 conformance blocks have been tested with a positive result (number of relevant and executed test cases / total number of test cases):

1	Basic Exchange (22/26)	9a	GOOSE Publish (10/12)
2	Data Sets (3/6)	9b	GOOSE Subscribe (12/14)
2+	Data Set Definition (24/24)	12a	Direct Control (11/20)
3	Substitution (3/3)	12b	SBO Control (17/28)
4	Setting Group Selection (3/5)	12c	Enhanced Direct Control (11/20)
5	Unbuffered Reporting (19/20)	12d	Enhanced SBO Control (17/28)
6	Buffered Reporting (28/29)	13	Time Synchronization (6/7)
		14	File Transfer (5/8)
		15	Service Tracking (1/17)

This certificate includes a summary of the test results as carried out at KEMA in the Netherlands with UniCA 61850 Client simulator 4.27.03 with test suite Ed2 3.27.01 and UniCA 61850 Analyzer 5.27.04. This document has been issued for information purposes only, and the original paper copy of the KEMA report No. 74104438-MOC/INC 13-2337 will prevail.

The test has been carried out on one single specimen of the product as referred above and submitted to KEMA by Siemens. The manufacturer's production process has not been assessed. This attestation does not imply that KEMA has approved any product other than the specimen tested.

Arnhem, June 18, 2013

M. Adriaensen
Director Intelligent Networks & Communication

R. Schimmel
Certification Manager

[1] Level A - Independent test lab with certified ISO 9001 Quality System

Copyright © KEMA Nederland B.V., Arnhem, the Netherlands. All rights reserved. Please note that any electronic version of this KEMA attestation is provided to KEMA's customer for convenience purposes only. It is prohibited to update or change it in any manner whatsoever, including but not limited to dividing it into parts. In case of a conflict between the electronic version and the original version, the original paper version issued by KEMA will prevail.

KEMA Nederland B.V.
Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, P.O.Box 9035, 6800 ET Arnhem, The Netherlands
T +31 26 356 20 25 F +31 26 351 36 83 sales@kema.com www.kema.com

IEC 61850 Certificate Level A[1]

Page 2/2

Applicable Test Procedures from the UCA International Users Group edition 2 Server Test Procedures version 1.0

Conformance Block	Mandatory	Conditional
1: Basic Exchange	sAss1, sAss2, sAss3, sAssN2, sAssN3, sAssN4, sAssN5, sSrv1, sSrv2, sSrv3, sSrv4, sSrv5, sSrvN1abcd, sSrvN4	sSrv6, sSrv8, sSrv11, sSrv12, sSrv13, sSrvN1e, sSrvN1f, sSrvN3
2: Data Sets	sDs1, sDs10a, sDsN1ae	
2+: Data Set Definition	sDs2, sDs3, sDs4, sDs5, sDs6, sDs7, sDs8, sDs9, sDs11, sDs12, sDs13, sDs14, sDsN1cd sDsN2, sDsN3, sDsN4, sDsN5, sDsN6, sDsN7, sDsN8, sDsN9, sDsN10	sDsN11, sDsN12
3: Substitution	sSub1, sSub2, sSub3	
4: Setting Group Selection	sSg1, sSg3, sSgN1	
5: Unbuffered Reporting	sRp1, sRp2, sRp3, sRp4, sRp8, sRp9, sRp10, sRp11, sRp12, sRp14, sRpN1, sRpN2, sRpN3, sRpN4, sRpN8	sRp5, sRp6, sRp7, sRpN5
6: Buffered Reporting	sBr1, sBr2, sBr3, sBr4, sBr8, sBr9, sBr10, sBr11, sBr12, sBr14, sBr20, sBr21, sBr22, sBr25. sBr26, sBr27, sBr28, sBrN1, sBrN2, sBrN3, sBrN4, sBrN5, sBrN8	sBr5, sBr6, sBr7, sBr23, sBr24
9a: GOOSE publish	sGop2, sGop3, sGop4, sGop7, sGop9, sGop10, sGop11	sGop1, sGop6, sGopN1
9b: GOOSE subscribe	sGos1, sGos2, sGos3, sGos5, sGos6a, sGos7, sGosN1, sGosN2, sGosN3, sGosN4, sGosN5, sGosN6	
12a: Direct control	sCtl5, sCtl10, sCtl14, sDOns1, sDOns2	sCtl7, sCtl13, sCtl16, sCtl17, sCtl19, sCtl26
12b: SBO control	sCtl5, sCtl6, sCtl8, sCtl9, sCtl10, sCtl11, sCtl25, sSBOns1, sSBOns2, sSBOns6	sCtl4, sCtl7, sCtl16, sCtl17, sCtl19, sCtl26, sCtl27
12c: Enhanced Direct Control	sCtl5, sCtl10, sCtl14, sDOes1, sDOes2	sCtl7, sCtl13, sCtl16, sCtl17, sCtl19, sCtl26
12d: Enhanced SBO control	sCtl5, sCtl6, sCtl8, sCtl9, sCtl10, sCtl11, sCtl25, sSBOes1, sSBOes2, sSBOes6, sSBOes8	sCtl4, sCtl7, sCtl16, sCtl17, sCtl19, sCtl26
13: Time sync	sTm1, sTm2, sTmN1	sTm3, sTm4, sTm5,
14: File transfer	sFt1, sFt2ab, sFt4, sFt5, sFtN1ab	
15: Service tracking		sTrk7

All configuration file and data model tests have been successfully performed for the product variants using the same communication hardware and software version: 6MD85, 6MD86, 7SA84, 7SA86, 7SA87, 7SD84, 7SD86, 7SD87, 7SJ85, 7SJ86, 7SL86 and 7VK87.

KEMA Nederland B.V.
Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, P.O.Box 9035, 6800 ET Arnhem, The Netherlands
T +31 26 356 20 25 F +31 26 351 36 83 sales@kema.com www.kema.com

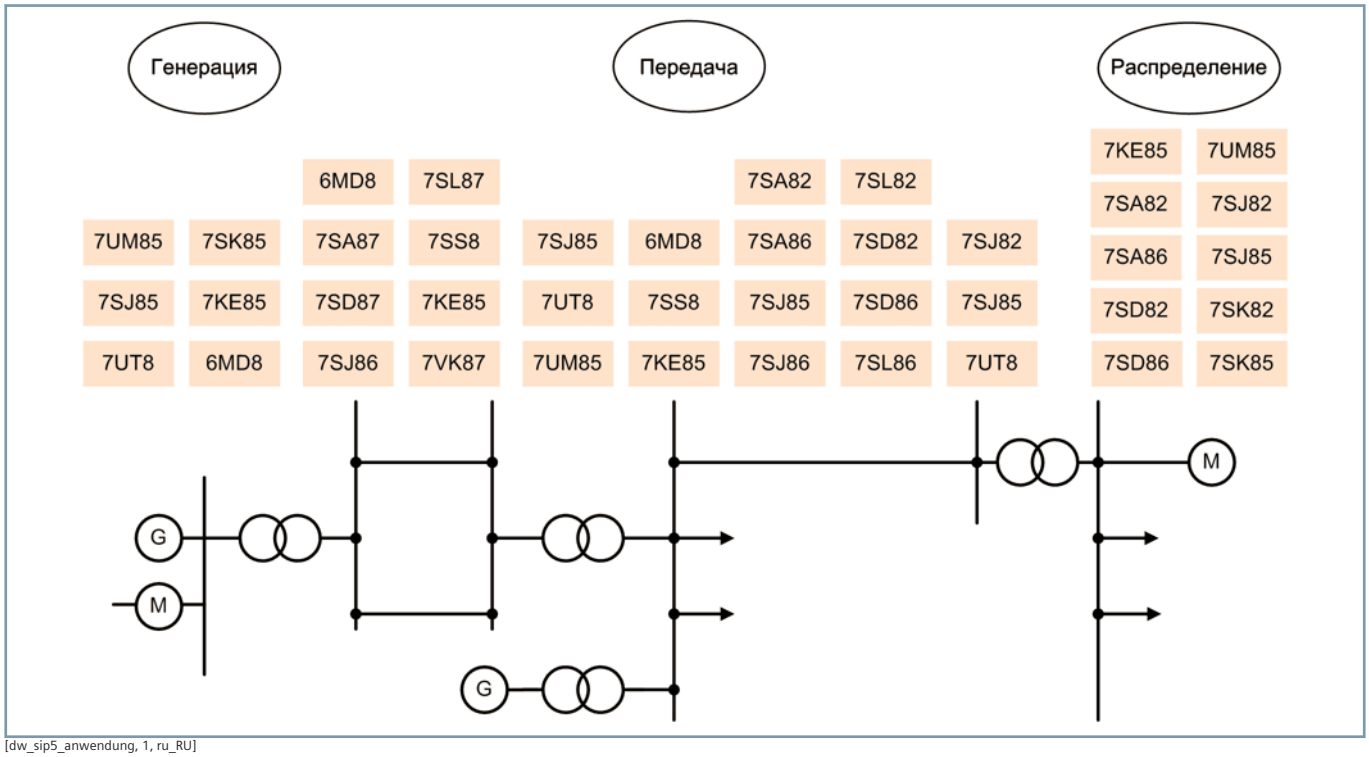
[IEC61850 Edition 2 Certificate Level A, 1, --_--]

Рисунок 1.2/5 Первая сертификация в мире по стандарту МЭК 61850, издание 2

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Устройства SIPROTEC 5. Области применения



[dw_sip5_anwendung, 1, ru_RU]

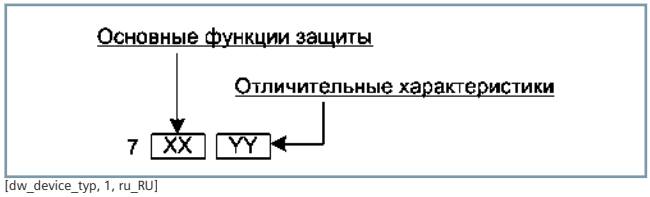
Рисунок 2.1/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

Этот рисунок содержит обзор применения устройств SIPROTEC 5 в системах энергоснабжения. В частности, с появлением поставщиков возобновляемой энергии она подается в сеть на всех уровнях напряжения. Защищаемыми объектами являются системы шин, воздушные линии электропередач или кабели и трансформаторы или автотрансформаторы. Для этих объектов выделены соответствующие устройства защиты.

Типы устройств

Устройства серии SIPROTEC 5 легко идентифицируются коротким пятизначным кодом. Первая цифра (6 или 7) обозначает цифровую технологию. Две буквы обозначают функциональность применения, а две последние цифры определяют типоисполнение. Более подробную информацию см. в разделе каталога с описанием соответствующего устройства.

Определение типов устройств по обозначению



[dw_device_typ, 1, ru_RU]

Основная функция	Типы устройств
Максимальная токовая защита	
Максимальная токовая защита, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)] и управление	7SJ82, 7SJ85
Защита линии электропередачи (ЛЭП)	
Дистанционная защита, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)] и управление	7SA82, 7SA86, 7SA87
Дифференциальная защита линии, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)] и управление	7SD82, 7SD86, 7SD87
Комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)] и управление	7SL82, 7SL86, 7SL87
Устройство управления выключателем, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)] и управление	7VK87
Максимальная токовая защита для ЛЭП, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)]	7SJ86
Защита трансформатора	
Защита трансформатора, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)], управление и мониторинг	7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87
Защита электродвигателей	
Защита электродвигателей, синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)] и управление	7SK82, 7SK85
Защита генератора	
Защита генератора	7UM85
Защита системы шин	
Централизованная защита системы шин	7SS85
Контроллеры присоединений	
Контроллеры присоединений для задач управления/взаимной блокировки (ОБР), синхронизированное измерение векторов (PMU)[1)], мониторинг и функции защиты[1)]	6MD85, 6MD86
Регистраторы аварийных событий (осциллографы)	
Регистраторы аварийных событий, регистраторы аварийных событий с определением качества электроэнергии и регистраторы аварийных событий с функцией синхронизированного измерения векторов (PMU)	7KE85

Таблица 2.1/1 Возможные типы устройств серии SIPROTEC 5

(1) Опциональная возможность

ANSI	Functions	Abbr.	6MD85	6MD86	7KE85	7SA82	7SA86	7SA87
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■		■	■	■
	Функции защиты для 1-фазного отключения	1ф						■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■		■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠(V, I)				■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <				■	■	■
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI						
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI						
14	Защита от блокировки ротора	I > + n <						
24	Защита от перевозбуждения	V/f						
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■	■		■	■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <				■	■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», или «Vx универс.»	V <	■	■				
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <				■	■	■
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■	■		■	■	■
32R	Защита от обратной мощности	– P <						
37	Минимальная токовая защита	I <				■	■	■
38	Контроль температуры	θ >	■	■		■	■	■
40	Защита от недовозбуждения	1/xd						
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■	■				
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >						
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)				■	■	■
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >				■	■	■
47	Защита от перенапряжения, система обратной/прямой последовательности	V2/V1 >						
47	Защита от перенапряжения: «обратная последовательность V2» или «обратная последовательность V2/прямая последовательность V1»	V2 >; V2/V1 >						
48	Контроль времени пуска для электродвигателей	I^2 пуск						
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■	■		■	■	■
49	Защита от тепловой перегрузки для элементов RLC-фильтра батареи конденсаторов	θ, I^2t						
49H	Расчет температуры наиболее нагретого места	θh, I^2t						
49R	Защита от тепловой перегрузки, ротор	θR						
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■		■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■		■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита	I >>>	■	■		■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■	■		■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >				■	■	■
50Ns/ 51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >				■	■	■
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >				■	■	■

7SD82	7SD86	7SD87	7SJ82	7SJ85	7SJ86	7SK82	7SK85	7SL82	7SL86	7SL87	7SS85	7UM85	7UT82	7UT85	7UT86	7UT87	7VK87
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						■
		■								■	■						■
	■	■		■	■		■		■	■	■	■		■	■	■	■
								■	■	■				■	■	■	
								■	■	■		■		■	■	■	
■	■	■						■	■	■				■	■	■	
■	■	■						■	■	■							
						■	■										
			■	■		■	■					■		■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
												■					
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■					
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■
			■	■		■	■					■		■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
												■					
			■	■		■	■	■	■			■	■	■	■	■	
			■	■		■	■					■	■	■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■					■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
												■		■	■	■	
						■	■										
						■	■					■					
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	
			■	■													
												■	■	■	■	■	
						■	■					■					
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	

ANSI	Functions	Abbr.	6MD85	6MD86	7KE85	7SA82	7SA86	7SA87
50/51 TD	Максимальная токовая защита для элементов RLC-фильтра батареи конденсаторов	I >						
50GN	Защита от тока на вале генератора	INs >						
50/27	Защита генератора от ошибочного включения в сеть	I >, V< сброс						
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP		■		■	■	
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 1/3ф	CBFP						■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS				■	■	
50EF	Защита участка между линейным разъединителем и выключателем							
50L	Защита от блокировки ротора	I > L						
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■	■		■	■	■
	Защита от импульсного перенапряжения, 3ф, для конденсаторов	V > конд.						
59, 59N	Защита от повышения напряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >				■	■	■
59	Защита от повышения напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■	■				
59N, 67Ns	Защита от замыканий на землю в цепи статора (ненаправленная, направленная)	V0 >, ∠(V0, I0)						
27TH, 59TH, 59THD	Защита от замыканий на землю в цепи статора с использованием 3-й гармоники	V03.H <, V03.H >; ΔV03.H						
60C	Защита от несимметрии токов для батарей конденсаторов	I несим. >						
64S	100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора (20 Гц)	RSG <						
64F, frated	Защита от замыканий на землю в цепи ротора (IRG >, fn)	IRG >						
64F, frated	Защита от замыканий на землю в цепи ротора (RRG >, fn)	RRG <						
66	Блокировка повторного пуска для электродвигателей	I^2t						
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)				■	■	■
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)				■	■	■
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)						
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость					■	■	■
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >				■	■	■
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt				■	■	■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	■		■	■	■
78	Защита от выпадения из синхронизма (асинхронного хода)	ΔZ/Δt				■	■	■
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR		■		■	■	
79	Автоматическое повторное включение, 1/3ф	AR						■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■	■		■	■	■
85/21	Телеускорение дистанционной защиты					■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI				■	■	■
85/67N	Телеускорение ТН3НП					■	■	■

7SD82	7SD86	7SD87	7SJ82	7SJ85	7SJ86	7SK82	7SK85	7SL82	7SL86	7SL87	7SS85	7UM85	7UT82	7UT85	7UT86	7UT87	7VK87
			■	■													
												■					
												■					
■	■		■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	
		■								■	■						■
■	■		■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	
											■						
						■	■					■					
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	
			■	■													
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
												■		■	■	■	
												■					
												■					
			■	■													
												■					
												■					
												■					
						■	■					■					
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■
■	■	■			■			■	■	■				■	■	■	■
			■	■		■	■					■		■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	
								■	■	■				■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
								■	■	■		■					
■	■		■	■	■	■	■	■	■					■	■	■	
		■								■							■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
								■	■	■				■	■	■	
								■	■	■				■	■	■	
					■			■	■	■				■	■	■	

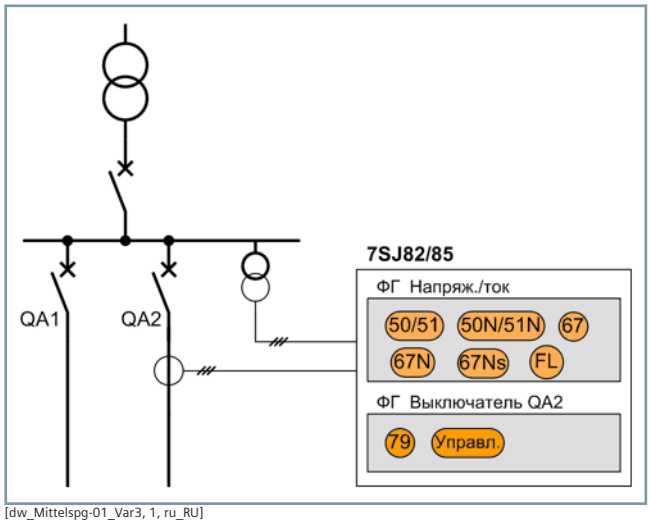
ANSI	Functions	Abbr.	6MD85	6MD86	7KE85	7SA82	7SA86	7SA87
86	Блокировка		■	■		■	■	■
87B	Дифференциальная защита системы шин	ΔI						
	Перекрестная стабилизация							
	Присоединение							
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI						
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI						
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с двумя сердечниками)	ΔI						
87T	Дифференциальная защита трансформатора для специальных трансформаторов	ΔI						
87T Node	Дифференциальная защита (защита узлов для автотрансформатора)	ΔI Node						
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN				■	■	■
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI						
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI						
87C	Дифференциальная защита, батарея конденсаторов	ΔI						
87V	Дифференциальная защита по напряжению, батарея конденсаторов	ΔV						
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI						
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI						
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты							
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)						■	■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■	■		■	■	■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■	■		■	■	■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■	■		■	■	■
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one				■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать макс. для 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■	■	■	■	■	■
AFD	Дуговая защита (только с дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■	■		■	■	■
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■	■	■	■	■	■
	Статистические счетчики коммутаций		■	■		■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I^2t, 2P	■	■		■	■	■
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■	■	■	■	■	■
	Функция последовательности коммутаций		■	■		■	■	■
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■		■	■	■
	Инициирование внешнего отключения		■	■		■	■	■
	Управление		■	■		■	■	■

7SD82	7SD86	7SD87	7SJ82	7SJ85	7SJ86	7SK82	7SK85	7SL82	7SL86	7SL87	7SS85	7UM85	7UT82	7UT85	7UT86	7UT87	7VK87
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
											■						
											■						
											■						
												■	■	■	■	■	
													■	■	■	■	
																■	
														■	■	■	
													■	■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
							■					■	■	■	■	■	
												■	■	■	■	■	
			■	■													
				■													
■	■	■						■	■	■							
■	■	■						■	■	■				■	■	■	
■	■	■						■	■	■	■						
	■	■							■	■	■			■	■	■	
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■
■	■	■		■	■		■	■	■	■				■	■	■	■
■	■	■		■	■		■	■	■	■				■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

ANSI	Functions	Abbr.	6MD85	6MD86	7KE85	7SA82	7SA86	7SA87	
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■	
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■	
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■		■	■	■	
	Выключатель		■	■		■	■	■	
	Разъединитель		■	■		■	■	■	
FSR	Регистратор с большей частотой дискретизации	FSR			■				
SSR	Регистратор с меньшей частотой дискретизации	SSR			■				
CR	Регистратор непрерывной записи	CR			■				
TR	Регистратор трендов	TR			■				
PQR	Запись данных о качестве электроэнергии (функции)	PQR			■				
	Регистратор последовательности событий	SOE			■				
ExTrFct	Расширенные функции пуска	ExTrFct			■				
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»					■	■	■	
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»					■	■	■	
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»					■	■	■	
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов					■	■	■	
	Сторона трансформатора 7UT85								
	Сторона трансформатора 7UT86								
	Сторона трансформатора 7UT87								

7SD82	7SD86	7SD87	7SJ82	7SJ85	7SJ86	7SK82	7SK85	7SL82	7SL86	7SL87	7SS85	7UM85	7UT82	7UT85	7UT86	7UT87	7VK87
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■			■			■	■	■							■
■	■	■			■			■	■	■							■
■	■	■			■			■	■	■							■
■	■	■			■			■	■	■							■
														■			
															■		
																■	

Сети среднего напряжения с любыми типами заземления нейтрали



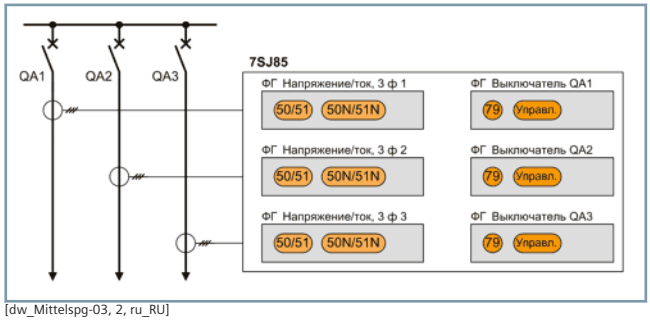
[dw_Mittelspg-01_Var3, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/1 Сети среднего напряжения с любыми типами заземления

Свойства

- Надежное обнаружение перемежающихся и устойчивых коротких замыканий на землю
- Экономия средств за счет встроенной функции обнаружения неустойчивых повреждений
- Направленная и ненаправленная защита и функции управления
- Возможность сбора и передачи параметров PMU

Защита и управление для нескольких присоединений/фидеров с помощью одного устройства



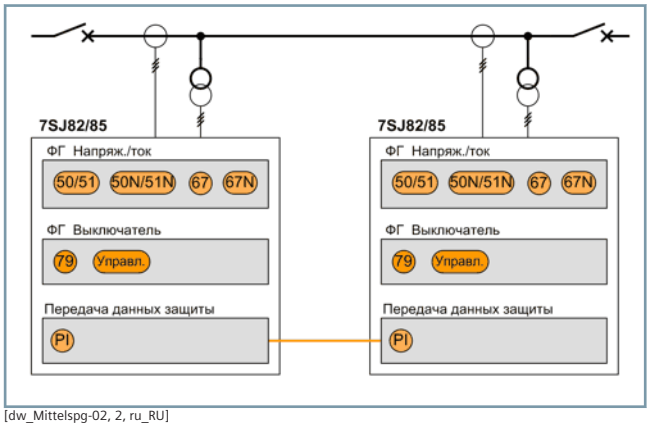
[dw_Mittelspg-03, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/2 Защита и управление для нескольких присоединений/фидеров с помощью одного устройства

Свойства

- Меньшие инвестиции, так как одно устройство применяется для нескольких присоединений
- Простая настройка параметров
- Меньшие сроки ввода в эксплуатацию
- Защита до 7 присоединений (фидеров) с помощью одного устройства снижает расходы

Быстрое устранение коротких замыканий в кольцах с линиями с двусторонним питанием (замкнутых)



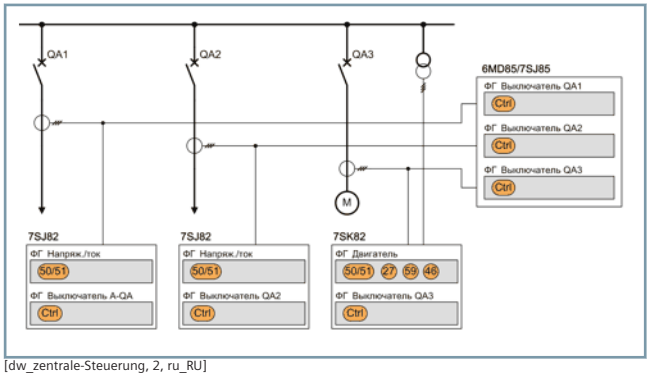
[dw_Mittelspg-02, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/3 Быстрое устранение коротких замыканий в кольцах с линиями с двусторонним питанием (замкнутых)

Свойства

- Направленная защита DMT/IDMTL без отстройки выдержки времени
- Быстрое устранение коротких замыканий
- Экономия средств за счет встроенного интерфейса защиты
- Контролируемый обмен данными
- Возможность адаптации к разным коммуникационным инфраструктурам

Централизованное управление несколькими присоединениями и отдельная защита



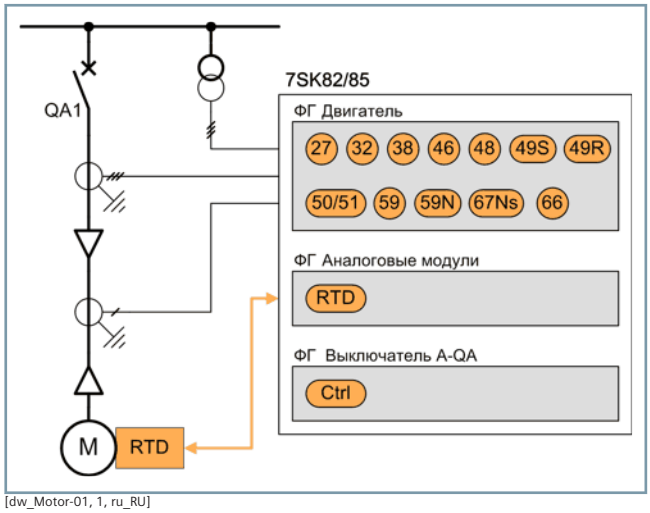
[dw_zentrale-Steuerung, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/4 Централизованное управление несколькими питающими линиями и отдельные защиты присоединений

Свойства

- Защита для каждого присоединения
- Централизованное управление для нескольких присоединений
- Высокая эксплуатационная готовность благодаря функциям резервной защиты, которые могут быть активированы в контроллерах

Асинхронный электродвигатель: защита и управление



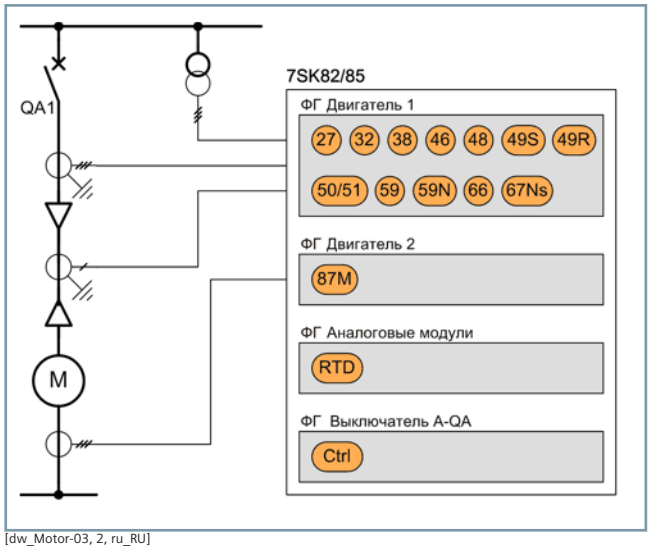
[dw_Motor-01, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/5 Асинхронный электродвигатель: защита и управление

Свойства

- Меньшие инвестиции благодаря реализации защиты и управления в одном устройстве
- Функции тепловой защиты электродвигателя для надежного мониторинга двигателя
- Функции тепловой защиты электродвигателя с прямым подключением датчиков температуры

Защита электродвигателя с дифференциальной защитой



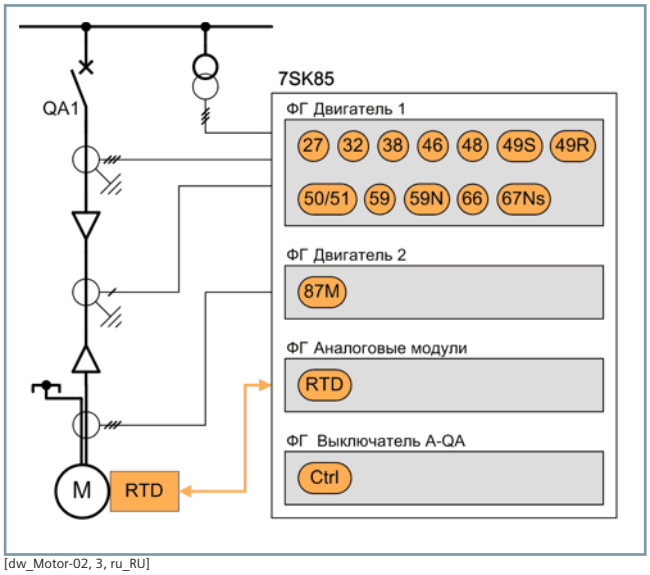
[dw_Motor-03, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/6 Защита электродвигателя с дифференциальной защитой

Свойства

- Функции автономной дифференциальной защиты
- Высокая чувствительность и быстрое отключение благодаря функции дифференциальной защиты
- Раздельный сбор данных и мониторинг для трансформаторов тока

Защита электродвигателей и простая дифференциальная защита



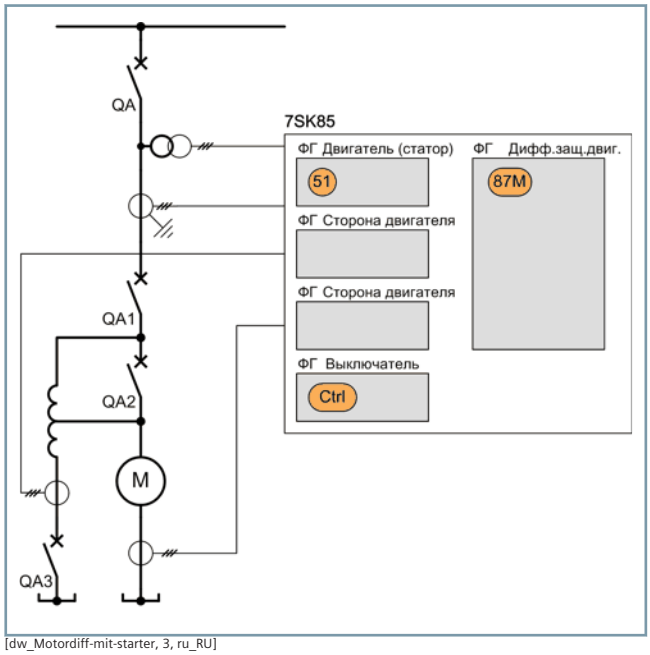
[dw_Motor-02, 3, ru_RU]

Рисунок 2.3/7 Защита электродвигателей и простая дифференциальная защита

Свойства

- Функция дифференциальной защиты обеспечивает высокую чувствительность и быстрое срабатывание
- Интеграция функции дифференциальной защиты в отдельную группу функций снижает расходы

Дифференциальная защита электродвигателя со стартером Korndorfer



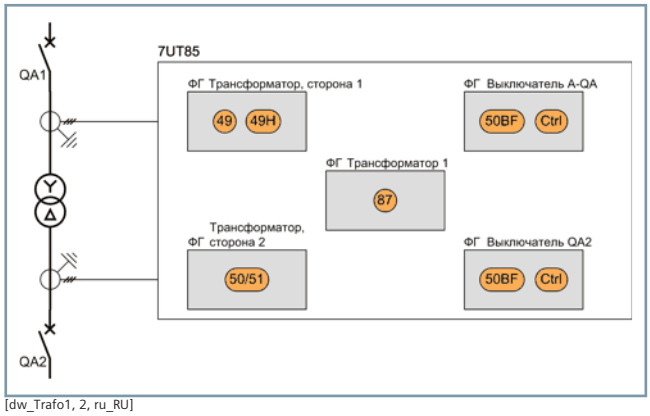
[dw_Motordiff-mit-starter, 3, ru_RU]

Рисунок 2.3/8 Дифференциальная защита электродвигателя со стартером Korndorfer

Свойства

- Сбор данных, мониторинг и управление всеми выключателями
- Также доступна функция дифференциальной защиты при вводе в эксплуатацию

Двухобмоточный трансформатор



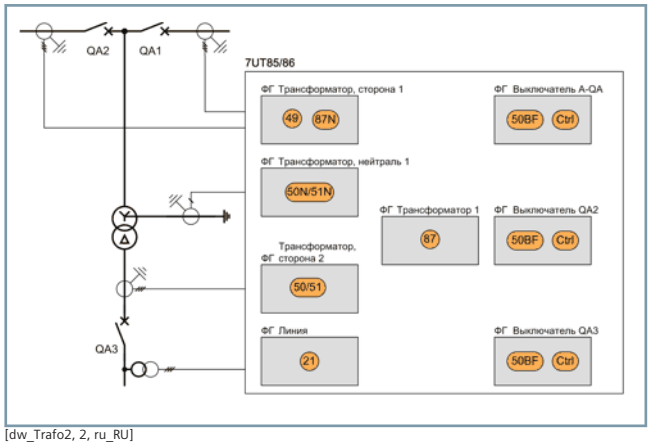
[dw_Trafo1, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/9 Двухобмоточный трансформатор

Свойства

- Ясное назначение функций первичному элементу
- Меньшие инвестиции
- Простая настройка параметров
- Менее трудоемкий монтаж и ускоренный ввод в эксплуатацию

Двухобмоточный трансформатор с 2 подводящими питающими линиями (например, распрелительное устройство с двумя выключателями)



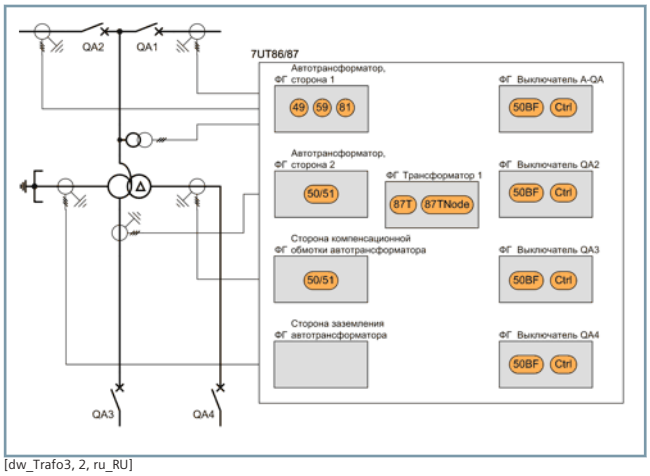
[dw_Trafo2, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/10 Защита двухобмоточного трансформатора с 2 подводящими питающими линиями (например, распределительное устройство с двумя выключателями)

Свойства

- Раздельный сбор данных, мониторинг и управление всеми выключателями.
- Высокая чувствительность дифференциальной защиты к однофазным КЗ на землю
- Экономия средств за счет реализации 87T и 87T N в одном блоке

Группа автотрансформаторов

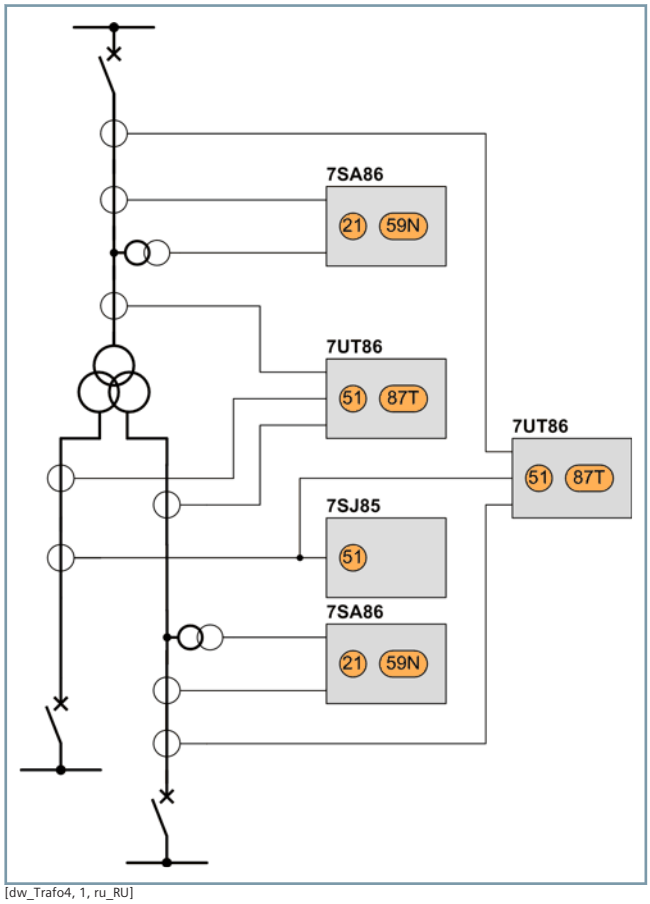


[dw_Trafo3, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/11 Автотрансформатор

- Меньшие инвестиции благодаря интеграции функции дифференциальной защиты и защиты узлов в одном блоке (87 и 87 Node)
- Высокая чувствительность к однофазным коротким замыканиям на землю

Основная и резервные защиты для 3-обмоточных трансформаторов



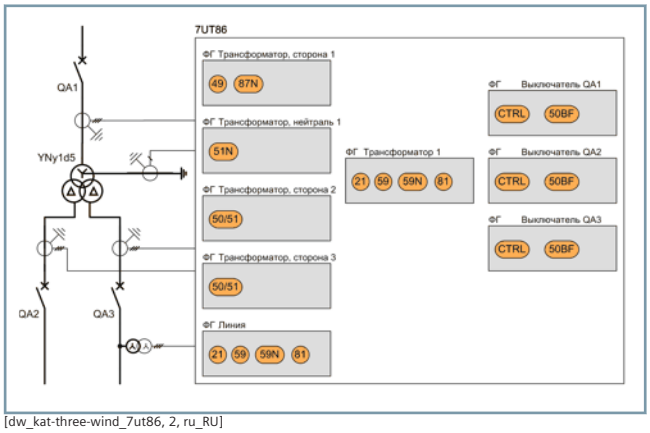
[dw_Trafo4, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/12 Основная и резервные защиты для 3-обмоточных трансформаторов

Свойства

- Свободный выбор концепции основной защиты и резервной защиты
- Включение устройств защиты линий электропередачи
- Повышенная эксплуатационная готовность

Трехобмоточный трансформатор с дифференциальной защитой 87T и дистанционной защитой 21



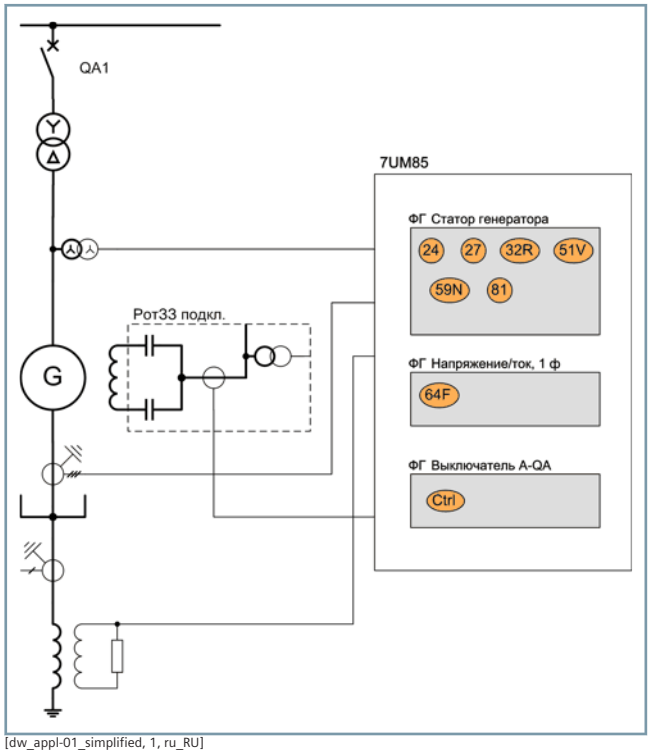
[dw_kat-three-wind_7ut86, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/13 Трехобмоточный трансформатор с дифференциальной защитой 87T и дистанционной защитой 21

Свойства

- Интегрированная функция резервной защиты для системы энергоснабжения
- Простое проектирование
- Повышенная гибкость для разных версий станций

Блочное подключение генератора малой мощности



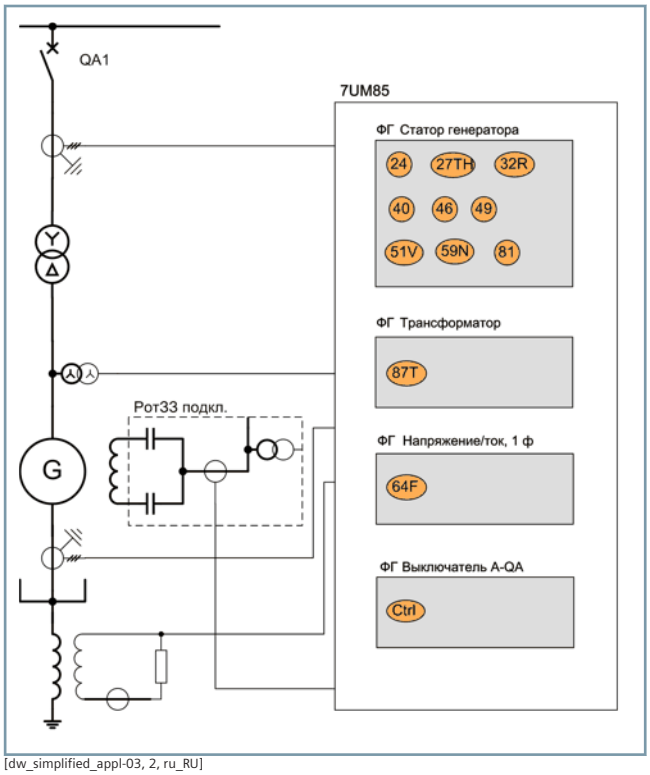
[dw_appl-01_simplified, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/14 Блочное подключение генератора малой мощности

Свойства

- Все функции в одном устройстве обеспечивают низкий уровень инвестиций
- Базовое аппаратное обеспечение (1/3 × 19 дюймов)
- Предварительно сконфигурирован с помощью шаблона типового применения «Генератор, базовый»

Блочное подключение генератора средней мощности



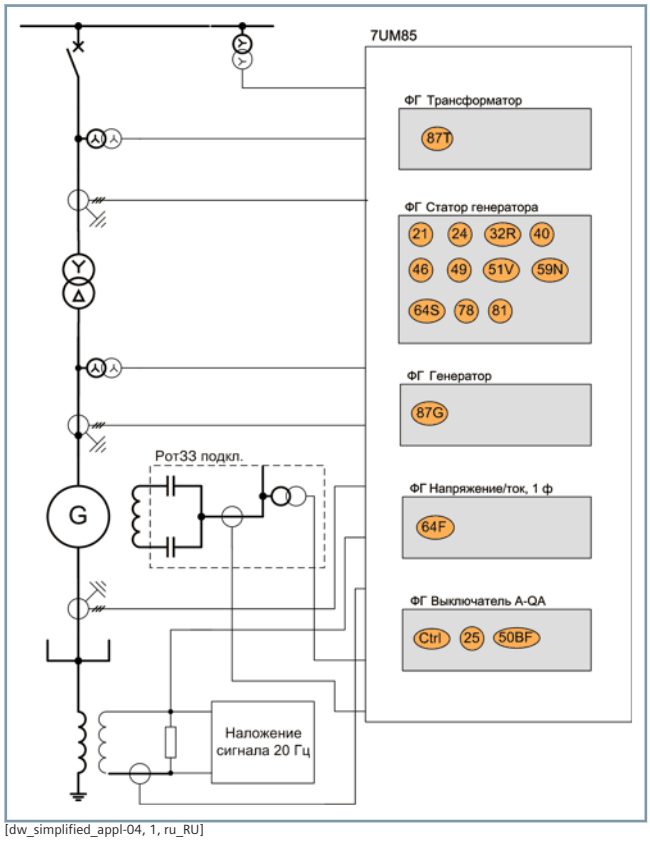
[dw_simplified_appl-03, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/15 Блочное подключение генератора средней мощности

Свойства

- Все функции в одном устройстве обеспечивают низкий уровень инвестиций
- Базовое аппаратное обеспечение (1/2 × 19 дюймов)
- Предварительно сконфигурирован с помощью шаблона типового применения «Генератор, блочное подключение, базовый»
- Защита от замыканий на землю в цепи статора обеспечивает 100 % защиту обмотки статора за счет измерения напряжения смещения с помощью основной гармоники и 3-й гармоники (59N, 27TH)
- Дифференциальная защита генераторного трансформатора с функцией 87T

Блочное подключение генератора средней и большой мощности



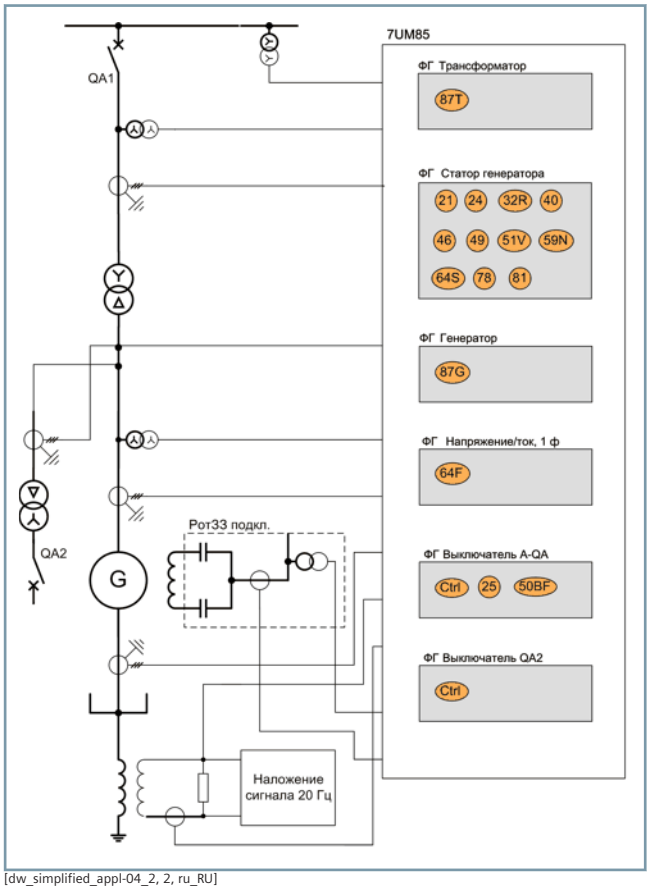
[dw_simplified_appl-04, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/16 Блочное подключение генератора средней и большой мощности

Свойства

- Все функции в одном устройстве обеспечивают низкий уровень инвестиций
- Минимальное аппаратное обеспечение (2/3 × 19 дюймов)
- Предварительно сконфигурирован с помощью шаблона типового применения «Генератор, блочное подключение, расширенный»
- Отдельные дифференциальные защиты для генератора (87G) и генераторного трансформатора (87T)
- Реальная 100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора за счет измерения напряжения наложенного сигнала с частотой 20 Гц
- Возможна защита от замыканий на землю в цепи статора, когда станция простаивает
- Разрешение проверки синхронизации устройством во время ручной синхронизации
- Резервирование за счет дублирования устройств

Блочное подключение генератора средней и большой мощности трансформатором собственных нужд



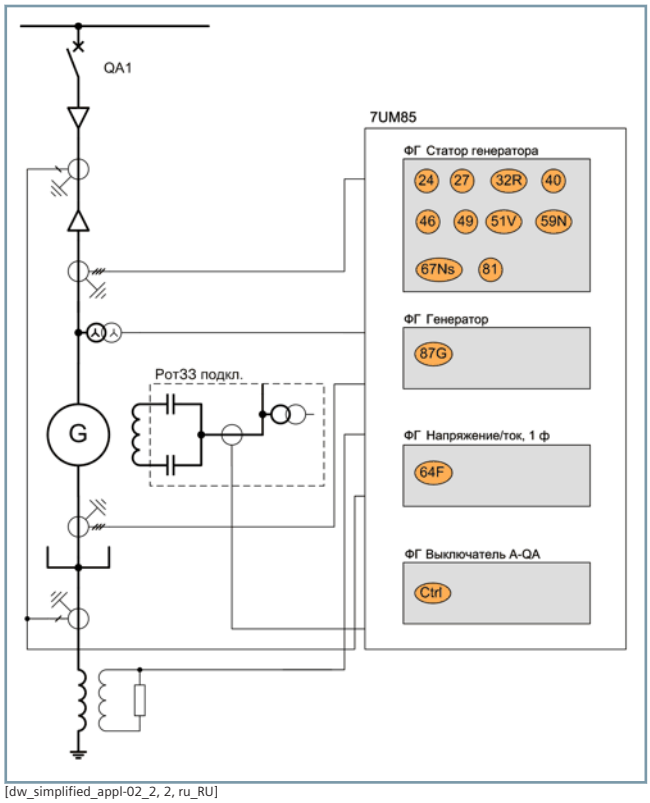
[dw_simplified_appl-04_2, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/17 Блочное подключение генератора средней и большой мощности с помощью трансформатора собственных нужд

Свойства

- Все функции в одном устройстве обеспечивают низкий уровень инвестиций
- Минимальное аппаратное обеспечение (2/3 × 19 дюймов)
- Модификация шаблона типового применения «Генератор, блочное подключение, расширенный»
- Отдельные дифференциальные защиты генератора (87G) и генераторного трансформатора (87T)
- Реализация дифференциальной защиты трансформатора как дифференциальной защиты питающих линий ответвлений
- Реальная 100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора за счет измерения напряжения наложенного сигнала с частотой 20 Гц
- Возможна защита от замыканий на землю в цепи статора, когда станция простаивает
- Разрешение проверки синхронизации устройством во время ручной синхронизации
- Резервирование за счет дублирования устройств

Прямое подключение к шинам генератора



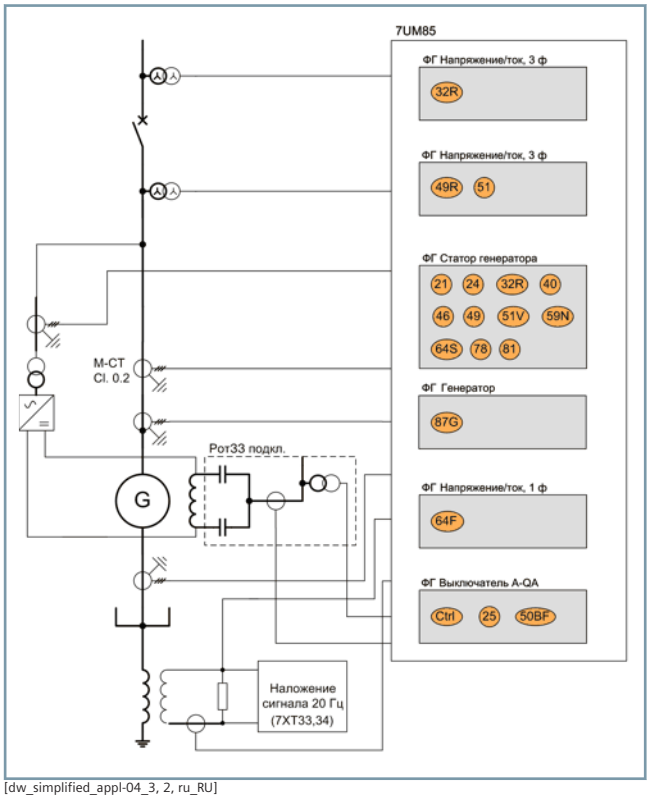
[dw_simplified_appl-02_2, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/18 Прямое подключение к шинам генератора

Свойства

- Все функции в одном устройстве обеспечивают низкий уровень инвестиций
- Базовое аппаратное обеспечение (1/2 × 19 дюймов)
- Предварительно сконфигурирован с помощью шаблона типового применения «Генератор, шинное подключение»
- Автономная дифференциальная защита для генератора (87G)
- Направленная защита от замыканий на землю в цепи статора (67Ns)
- Резервирование за счет дублирования устройств

Генератор большой мощности с защитой в качестве отдельного комплекта



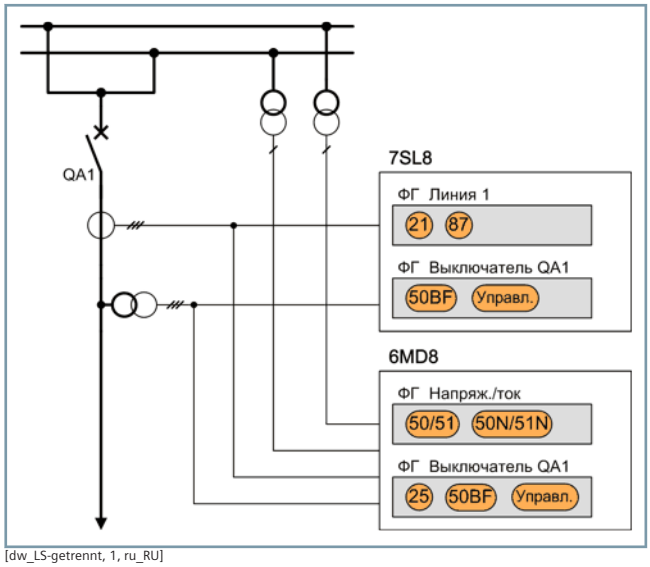
[dw_simplified_appl-04_3, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/19 Генератор большой мощности с защитой в качестве отдельного комплекта

Свойства

- Комплект поставки включает генератор, систему возбуждения и защиту парогенератора
- Все функции в одном устройстве обеспечивают низкий уровень инвестиций
- Минимальное аппаратное обеспечение (2/3 × 19 дюймов)
- Модификация шаблона типового применения «Генератор, блочное подключение, расширенный»
- Чувствительная защита от обратной мощности, реализованная путем подключения к отдельному измерительному трансформатору
- Отдельная защита для трансформатора возбуждения
- Разрешение проверки синхронизации устройством во время ручной синхронизации
- Резервирование за счет дублирования устройств

Раздельные защита и управление



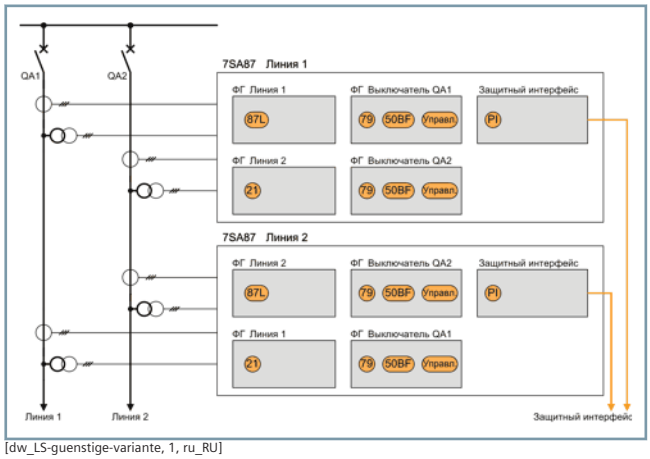
[dw_LS-getrennt, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/20 Раздельные защита и управление

Свойства

- Понятное назначение защиты и управления в отдельных устройствах
- Меньше внешних компонентов за счет измерения и выбора напряжения системы шин в устройстве
- Высокая надежность благодаря функциям резервной защиты в контроллере присоединения 6MD8
- Высокая эксплуатационная готовность благодаря противоаварийному управлению в устройстве защиты 7SL8

Экономичное резервирование защиты и устройств



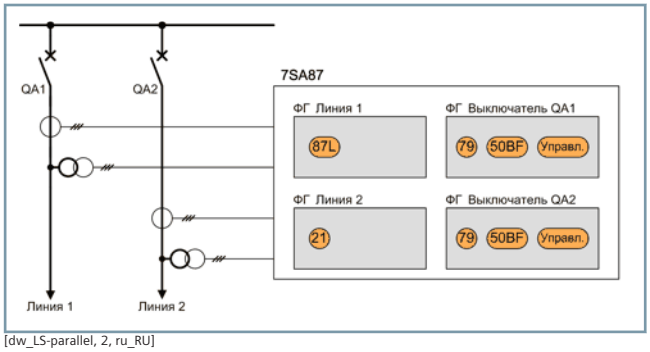
[dw_LS-guenstige-variante, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/21 Экономичное резервирование защиты и устройств

Свойства

- Высокая эксплуатационная готовность благодаря резервированию защиты и устройств
- Экономически эффективное решение, так как для 2 линий требуются лишь 2 устройства
- Надежность благодаря параллельной обработке функций защиты в устройствах

Дистанционная защита двух параллельных линий с помощью одного устройства



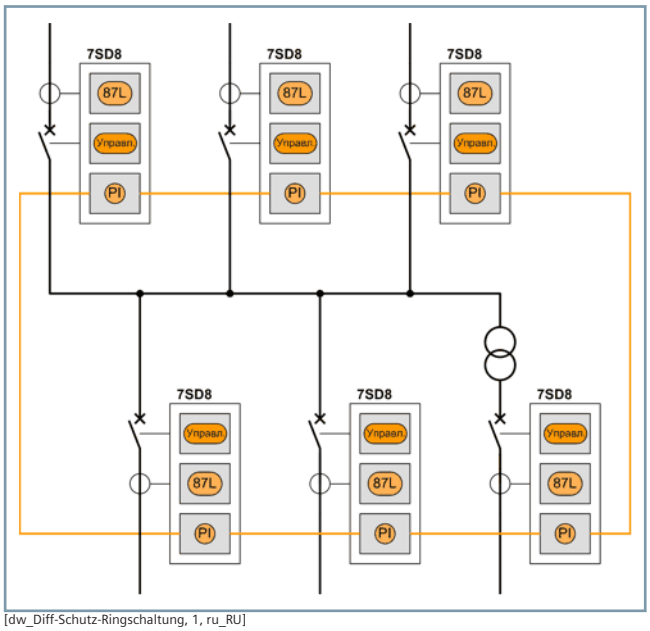
[dw_LS-parallel, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/22 Дистанционная защита двух параллельных линий с помощью одного устройства

Свойства

- Экономически эффективное решение благодаря защите обеих линий в одном устройстве
- Устойчивость благодаря учету влияния параллельной линии в функции дифференциальной защиты

Самовосстанавливающиеся многоконцевые конфигурации



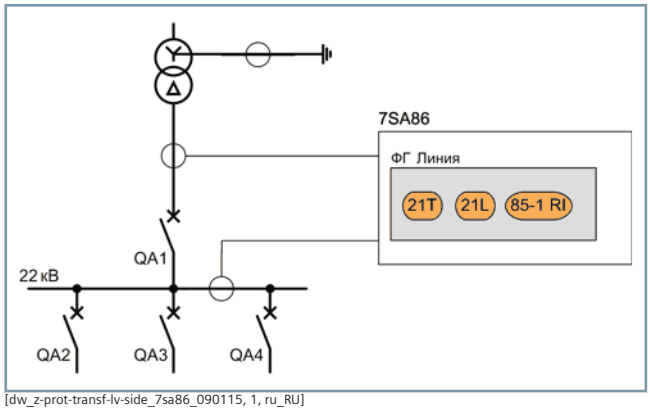
[dw_Diff-Schutz-Ringschaltung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/23 Самовосстанавливающиеся многоконцевые конфигурации

Свойства

- Высокая эксплуатационная готовность, так как дифференциальная защита остается активной при отказе канала связи
- Самостоятельное восстановление благодаря автоматическому переключению с кольцевой топологии на радиальную
- Простое обслуживание благодаря тому, что одиночные концевые линии могут быть исключены из конфигурации дифференциальной защиты для ввода в эксплуатацию и обслуживания

Защита по полному сопротивлению со стороны низкого напряжения трансформатора



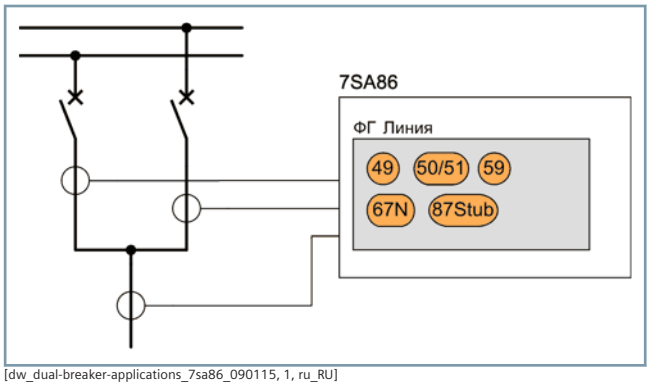
[dw_z-prot-transf-lv-side_7sa86_090115, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/24 Защита по полному сопротивлению

Свойства

- Защита по полному сопротивлению для трансформаторов (ANSI 21T) позволяет реализовать эффективную резервную защиту с зонами, которые включают трансформатор
- Можно использовать второе устройство защиты полного сопротивления в той же функциональной группе, чтобы защитить систему шин со стороны низкого напряжения с помощью реверсной взаимной блокировки (85-21 RI)
- Также защита по полному сопротивлению обеспечивает обязательную резервную защиту для питающих линий среднего напряжения с высокой чувствительностью обнаружения отказов и устойчивостью при большой нагрузке

Применение в схемах с двумя выключателями



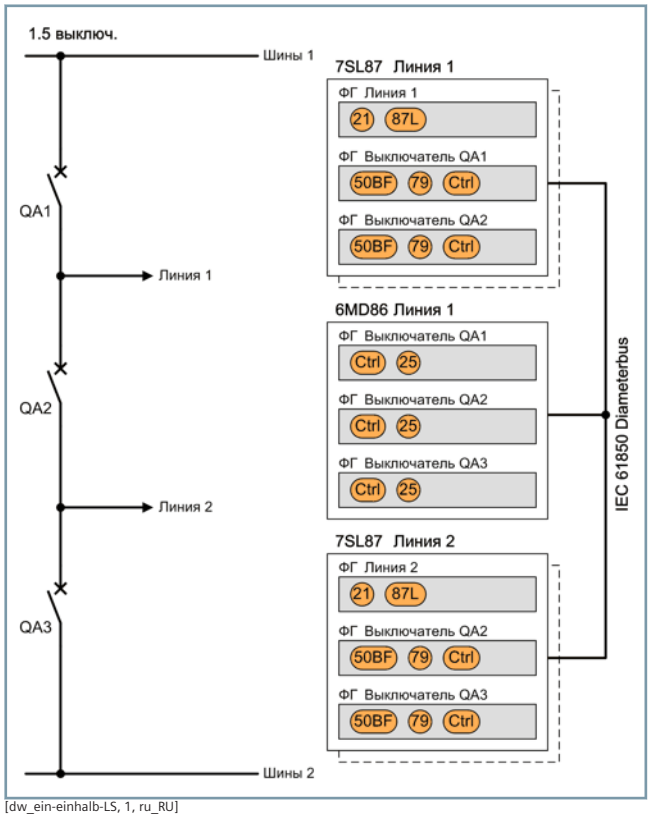
[dw_dual-breaker-applications_7sa86_090115, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/25 Применение в схемах с двумя выключателями

Свойства

- Раздельное измерение токов ТТ обоих выключателей позволяет обеспечить защиту каждого «плеча»
- Раздельное измерение токов ТТ улучшает устойчивость при больших токах сквозного короткого замыкания, протекающих от одной шины к другой, когда оба выключателя включены

Модульное и распределенное решение для защиты и управления



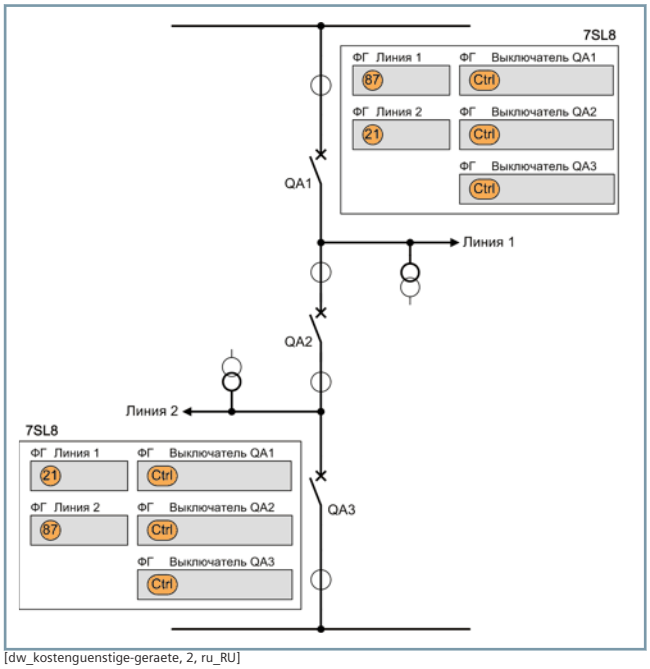
[dw_ein-einhalb-LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/26 Модульное и распределенное решение защиты и управления

Свойства

- Ясность благодаря четкому назначению защиты и управления
- Высокая эксплуатационная готовность благодаря дублированию устройств (основная защита 1 и основная защита 2)
- Простое надежное централизованное управление всем рядом из трех выключателей («поля» целиком)
- Надежность благодаря функциям автоматики управления выключателямидля каждой линии устройства защиты
- Менее трудоемкий монтаж благодаря интегрированным средствам выбора напряжения
- Шина процесса, основанная на МЭК 61850
  – Гальванически развязанный обмен данными
  – Менее трудоемкий монтаж
  – Простое расширение

Экономичное устройство и резервирование защиты в полуторных схемах



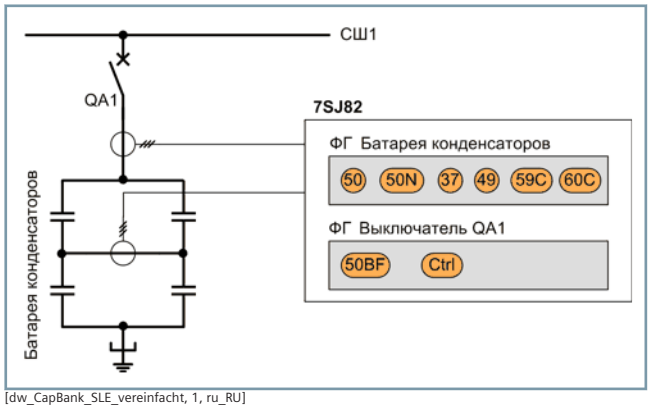
[dw_kostenguenstige-geraete, 2, ru_RU]

Рисунок 2.3/27 Экономичное устройство и резервирование защиты в полуторных схемах

Свойства

- Однозначное назначение основной функции защиты (дифференциальная защита линии 87) одной линии в одном устройстве (основная защита 1)
- Функция дистанционной защиты (21) реализуется в устройстве защиты другой линии посредством второй функциональной группы «линии»
- Высокая эксплуатационная готовность и безопасность за счет резервирования устройства и защиты
- Низкая стоимость благодаря защите и управлению всем рядом из трех выключателей («полем») с помощью только двух устройств

Защита батареи конденсаторов в схеме управления «Н-мост»



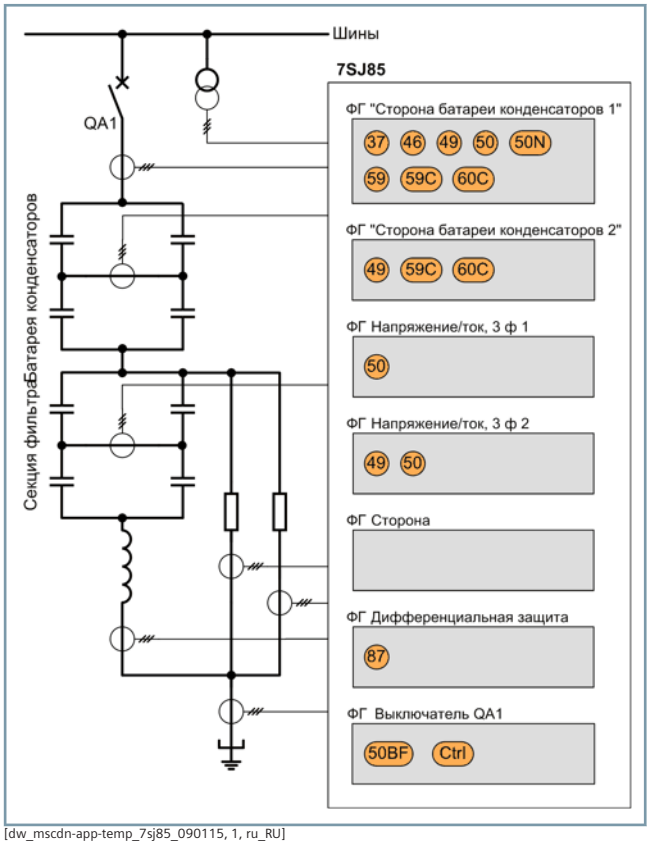
[dw_CapBank_SLE_vereinfacht, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/28 Защита батареи конденсаторов в схеме управления «Н-мост»

Свойства

- Хорошо приспособлена благодаря выделенной функциональной группе и функции защиты, соответствующей области применения, такой как защита от импульсного перенапряжения (ANSI 59C) и чувствительная защита от несимметрии токов (ANSI 60C)
- Экономия средств за счет интеграции всех необходимых функций в одном устройстве

Защита батареи конденсаторов MSCDN(MSCDN = выключатель с механическим управлением и демпфирующей цепью)



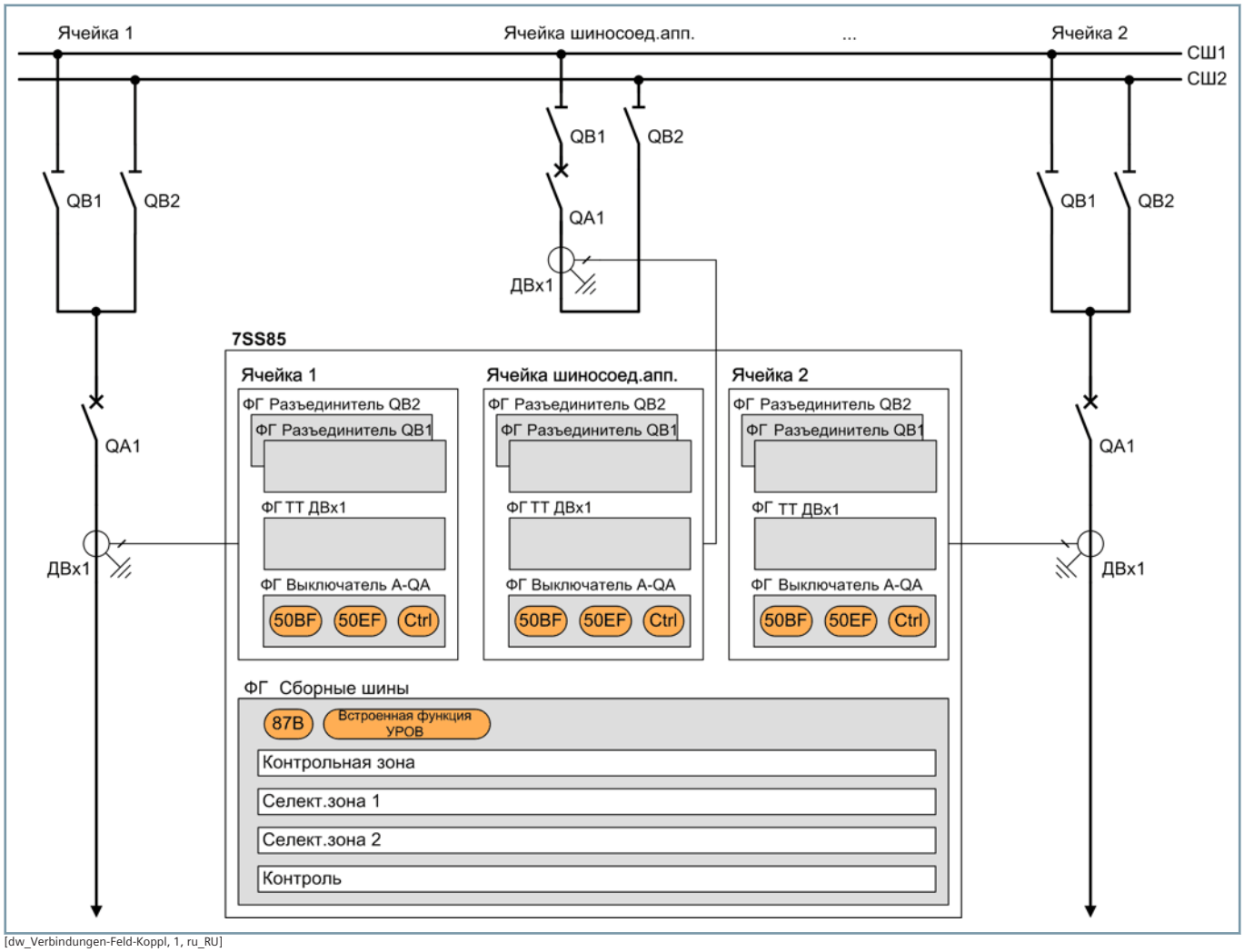
[dw_mscdn-app-temp_7sj85_090115, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/29 Защита батареи конденсаторов MSCDN

Свойства

- Оптимальная защита сложных батарей и фильтрующих цепей с гибким аппаратным обеспечением и гибким проектированием функций
- Экономия средств за счет интеграции всех необходимых функций в одном устройстве для реализации до семи 3-фазных точек измерения
- Формирование суммы токов и разности токов на токовом интерфейсе функциональной группы защиты «3-фазн. V/I»
- Измерение сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации защиты и определения рабочих измеренных значений

Питающая линия двойной системы шин с секционным выключателем



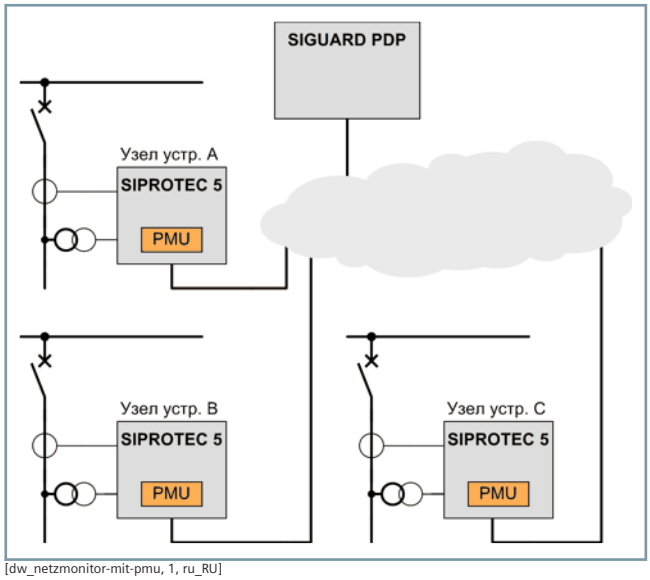
[dw_Verbindungen-Feld-Koppl, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/30 Питающая линия двойной системы шин с секционным выключателем

Свойства

- Централизованная защита системы шин
- Реализация всех первичных компонентов присоединения в «Зоне присоединения»
- Одно устройство для 20 точек измерения
- Гибкая адаптация к топологии (настраивается до 4 секций системы шин и 4 секционных выключателей)
- Интегрированное представление разъединителей
- Удобное графическое проектирование с помощью DIGSI 5

Мониторинг сети и PMU



[dw_netzmonitor-mit-pmu, 1, ru_RU]

Рисунок 2.3/31 Принцип синхронизированных векторных измерений

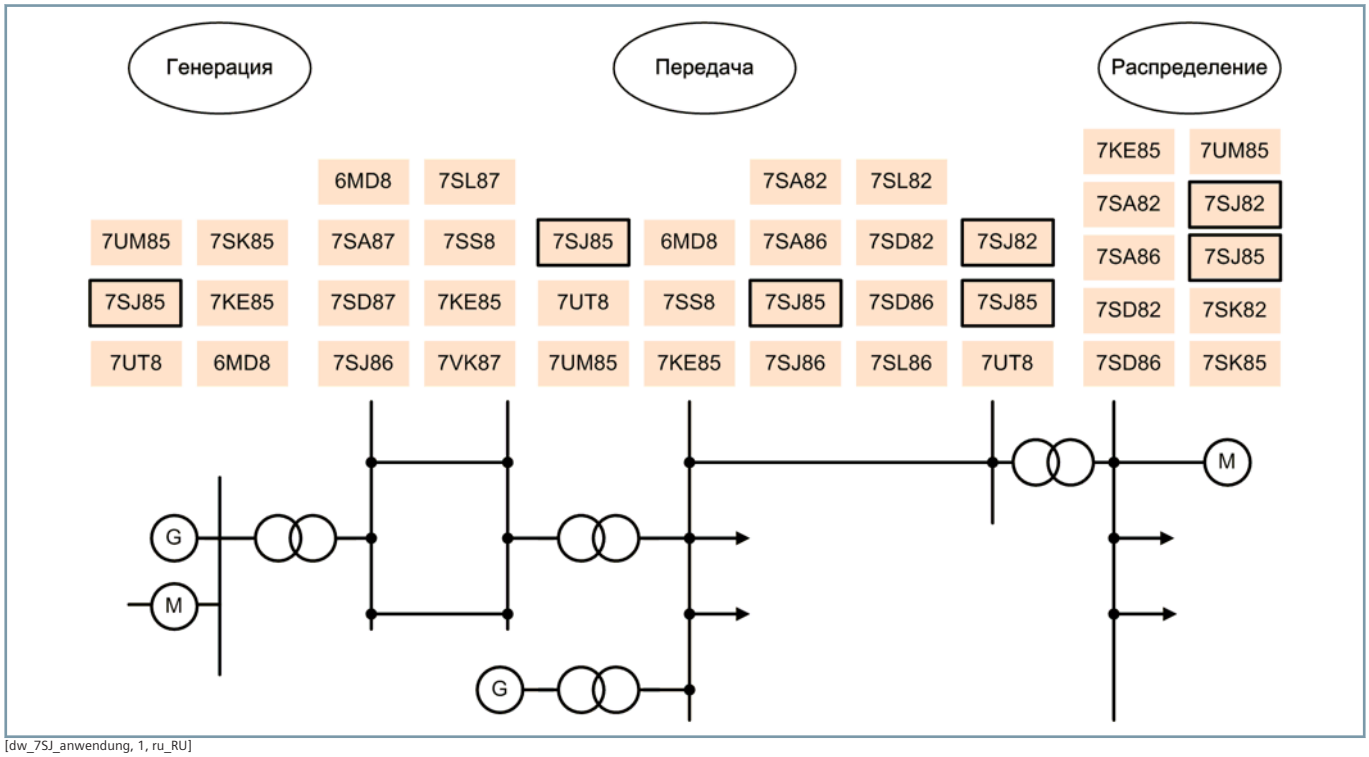
Свойства

- Каждое устройство серии SIPROTEC 5 может иметь функцию синхронизированных векторных измерений (PMU) или модернизироваться с включением данной функции
- Онлайн- и офлайн-оценка данных PMU в системе мониторинга SIGUARD PDP

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Многофункциональное устройство защиты и автоматики



[dw_7SJ_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.4/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

2.4

SIPROTEC 7SJ82, 7SJ85

Основные функции защиты устройств 7SJ62, 7SJ64 основаны на принципе максимальной токовой защиты. Несмотря на то что они в основном защищают различные присоединения в сетях низкого и среднего напряжения в распределительной системе, также их можно без каких-либо проблем использовать в системе энергоснабжения высокого напряжения. Гибко расширяемая структура аппаратного обеспечения обеспечивает защиту нескольких присоединений с помощью одного устройства. Благодаря большому количеству доступных функций и гибкости устройство пригодно для решения разнообразных задач дополнительной защиты и мониторинга. Однако для реализации резервной и аварийной защиты линий электропередачи мы рекомендуем использовать SIPROTEC 7SJ86. Большое количество автоматических функций позволяет использовать устройство во всех областях электроснабжения.

Устройства обладают всеми важными вспомогательными функциями, которые необходимы сегодня для безопасной работы сетей. Они включают функции защиты, управления, измерения и мониторинга. Большое количество интерфейсов и протоколов связи отвечает требованиям селективной защиты, основанной на связи, а также автоматической работы.

Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро и, следовательно, экономически эффективно. Их модульная структура позволяет в каждом случае гибко адаптировать устройства SIPROTEC 5 к индивидуальным требованиям.

Функции

Различие между двумя моделями устройств, SIPROTEC 7SJ82 и SIPROTEC 7SJ85, заключается в возможности изменения конфигурации аппаратного обеспечения.

Важные характерные особенности	
7SJ82	В базовом модуле 1/3 доступны разные структуры аппаратного обеспечения для дискретных входов и выходов
7SJ85	Гибкая настройка структуры аппаратного обеспечения для аналоговых входов, дискретных входов и выходов, измерительных преобразователей и связи благодаря расширяемости с использованием модулей расширения 1/6

Описание

Токовая защита SIPROTEC 7SJ82 разработана специально для реализации экономически эффективной компактной защиты фидеров и линий электропередачи в сетях среднего и высокого напряжения. Благодаря гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SJ82 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Защита присоединений и максимальная токовая защита для всех классов напряжения
Входы и выходы	4 аналоговых входа тока, 4 аналоговых входа напряжения (опция), 11 или 23 дискретных входа, 9 или 16 дискретных выходов или 8 аналоговых входов тока, 7 дискретных входов, 7 дискретных выходов
Гибкость аппаратного обеспечения	В базовом модуле 1/3 доступны разные структуры аппаратного обеспечения для дискретных входов и выходов. Добавление модулей расширения 1/6 невозможно; доступны устройства с большим или маленьким дисплеем.
Ширина корпуса	1/3 × 19 дюймов

Основные свойства

- Компактная и недорогая максимальная токовая защита
- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Направленная и ненаправленная максимальная токовая защита с дополнительными функциями
- Оптимизированное время отключения благодаря сравнению направления мощности и передаче данных защиты
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях с изолированной нейтралью

[SIP5_7xx82_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.4/2 SIPROTEC 7SJ82

- Дуговая защита
- Защита от перенапряжения и минимального напряжения
- Защита по частоте и защита по изменению частоты для применений сброса нагрузки
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Функции защит для батарей конденсаторов, такие как максимальная токовая защита, защита от перегрузки, защита от несимметрии токов, защита от импульсного перенапряжения и дифференциальная защита
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов, устройство резервирования отказов выключателей
- Устройство резервирования отказов выключателя
- Мониторинг повторного зажигания дуги в выключателе
- Графический логический редактор для создания дополнительных автоматических функций в устройстве
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от импульсного перенапряжения для конденсаторов) и определения рабочих измеренных значений
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Два дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями

- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) согласно Whitepaper для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для удобного выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию

Применение

- Обнаружение и селективное 3-фазное отключение коротких замыканий в электрооборудовании в сетях с топологией «звезда» на линиях с подачей энергии с односторонним или двухсторонним питанием, параллельных линиях и разомкнутых или замкнутых кольцевых сетях для всех классов напряжения
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Резервная защита для устройств дифференциальной защиты всех типов для линий, трансформаторов, генераторов, электродвигателей и систем шин
- Защита и мониторинг простых батарей конденсаторов
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)
- Защита от обратной мощности
- Применение для сброса нагрузки
- Автоматическое переключение

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI 5 для стандартных случаев. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

Ненаправленная максимальная токовая защита

- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов

Направленная максимальная токовая защита — заземленная сеть

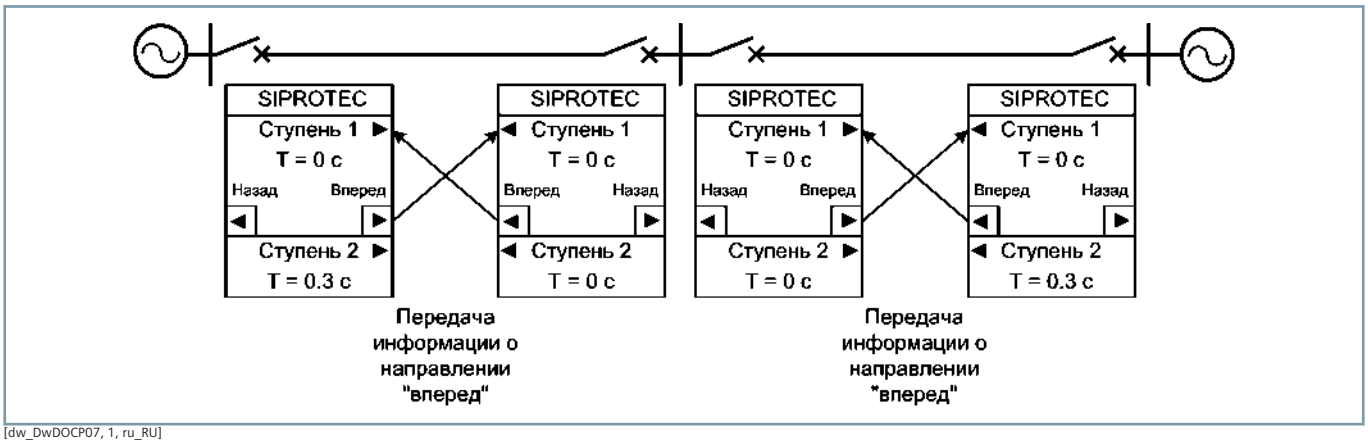
- Максимальная токовая защита (направленная и ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Контроль неисправностей цепей напряжения

Направленная максимальная токовая защита — сеть с дугогасящим реактором/изолированной нейтралью

- Максимальная токовая защита (направленная и ненаправленная) для фаз
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для устойчивых коротких замыканий на землю
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для перемежающихся и устойчивых коротких замыканий на землю (функция обнаружения неустойчивых процессов)
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Контроль неисправностей цепей напряжения

Батарея конденсаторов: Н-мост

- Максимальная токовая защита для фазы и земли
- Защита от несимметрии токов для батарей конденсаторов
- Защита от импульсного перенапряжения
- Защита от перегрузки
- Минимальная токовая защита



[dw_DwDOCP07, 1, ru_RU]

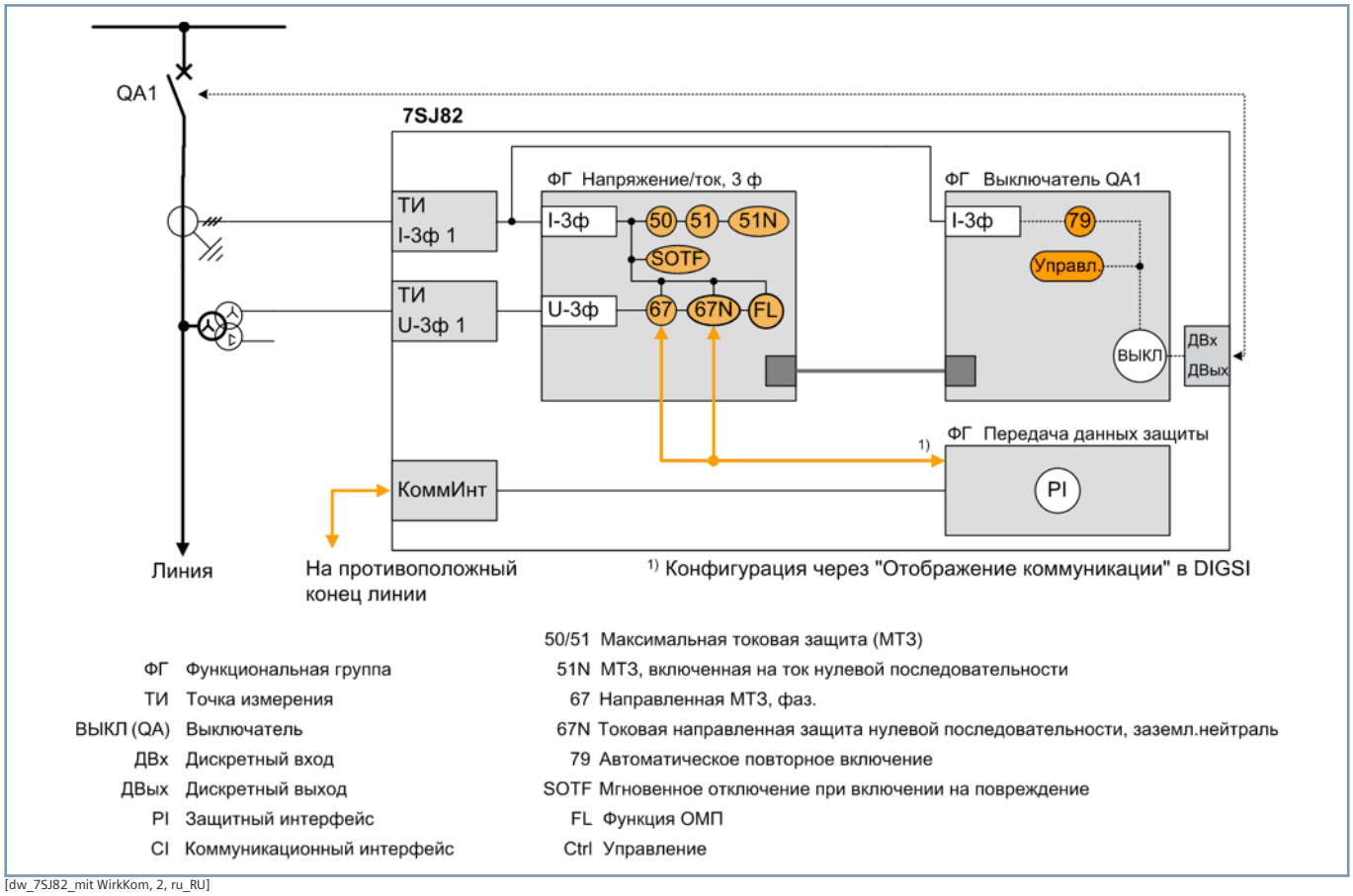
Рисунок 2.4/3 Пример применения: принцип защиты со сравнением направления мощности для линии электропередачи с двухсторонним питанием

Примеры применения

Защита со сравнением направления мощности, реализованная посредством интерфейса защиты, для линии электропередачи с двухсторонним питанием

Используя возможность определения направления мощности в направленной максимальной токовой защите, можно реализовать защиту со сравнением направления мощности для линии электропередачи с двухсторонним питанием. Защита со сравнением направления мощности применяется для селективного отключения неисправного участка линии (например, подсекции замкнутого кольца). Участки сетей отключаются быстро, поэтому они не страдают от недостатков длительной выдержки времени. Для этого метода требуется, чтобы информация о направлении передавалась между отдельными комплектами защиты. Этот обмен информацией можно реализовать, например, с помощью интерфейса защиты. Вместо интерфейса защиты можно использовать МЭК 61850 GOOSE или провода управления для передачи сигналов с контуром вспомогательного напряжения.

Рисунок 2.4/4 иллюстрирует объем функций и базовую конфигурацию SIPROTEC 7SJ82 для данного применения. В качестве основы используется шаблон типового применения «Направленная защита V/максимальная токовая защита с обратнозависимой характеристикой выдержки времени — заземленная сеть». Кроме того, устройство обязательно должно быть снабжено модулем связи для передачи данных защиты. Функциональная группа передачи данных защиты создается автоматически при настройке модуля. Редактор «отображения связей» в DIGSI 5 используется для определения информации, которая должна передаваться на противоположный конец и приниматься с него. Полученная информация может напрямую комбинироваться с сигналами дискретных входов направленной максимальной токовой защиты. Дополнительная логика, реализуемая с помощью схем CFC, не требуется.



[dw_7SJ82_mit WirkKom, 2, ru_RU]

Рисунок 2.4/4 Пример применения: защита со сравнением направления мощности для линии электропередачи с двухсторонним питанием и передача данных защиты

Многофункциональное устройство защиты и автоматики – SIPROTEC 7SJ82

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
	Функции защиты для 3-фазного отключения выключателей	3ф	■	■	■	■	■	■
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■					
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■					
27	Защита минимального напряжения: «3-ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■					
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■					
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■					
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■					
37	Минимальная токовая защита	I <	■					■
38	Контроль температуры	θ >	■					
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■					■
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■					
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■					
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■					
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■					■
49	Защита от тепловой перегрузки для элементов RLC-фильтра батареи конденсаторов	θ, I^2t	■					
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■		■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■					
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■					
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■					
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■					
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■					
50/51 TD	Максимальная токовая защита для элементов RLC-фильтра батареи конденсаторов	I >	■					
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■					
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■					
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■					
	Защита от импульсного перенапряжения, 3ф, для конденсаторов	V > конд.	■					■
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■					
60C	Защита от несимметрии токов для батарей конденсаторов	I несим. >	■					■
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			■	■	

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■			■		
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■				■	
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■					
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■					
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■					
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■					
86	Блокировка		■	■	■	■	■	■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■					
87C	Дифференциальная защита, батарея конденсаторов	ΔI	■					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■					
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■					
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■					
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■					
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■					
	Статистические счетчики коммутаций		■					
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■					
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■					
	Функция последовательности коммутаций		■					
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■	■	
	Инициирование внешнего отключения		■					
	Управление		■	■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■					
	Выключатель		■	■	■	■	■	■
	Разъединитель		■	■	■	■	■	
Класс функциональных единиц:				0	0	30	50	100
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*								

Таблица 2.4/1 SIPROTEC 7SJ82 — функции и шаблоны типового применения

Многофункциональное устройство защиты и автоматики – SIPROTEC 7SJ82

1 Ненаправленная максимальная токовая защита (4*I)

2 Ненаправленная максимальная токовая защита (4*I, 4*V)

3 Направленная максимальная токовая защита — заземленная сеть

4 Направленная максимальная токовая защита — сеть с дугогасящим реактором/изолированной нейтралью

5 Батарея конденсаторов: Н-мост

Стандартные варианты

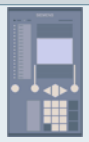
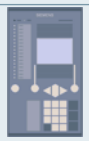
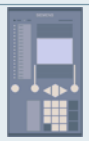
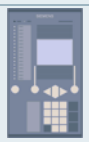
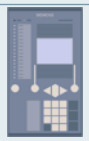
Стандартные варианты SIPROTEC 7SJ82		
U1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 8 стандартных) 4 аналоговых входа тока Включает следующие модули: базовый модуль с PS101 и IO101	
U2	1/3, 23 Двх, 16 ДВых, 4 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 23 дискретных входа 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 15 стандартных) 4 аналоговых входа тока Включает следующие модули: базовый модуль с PS101, IO101 и IO110	
U3	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 8 стандартных) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS101 и IO102	
U4	1/3, 23 Двх, 16 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 23 дискретных входа 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 15 стандартных) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS101, IO102 и IO110	
U5	1/3, 7 Двх, 7 ДВых, 8 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 7 дискретных входов 7 дискретных выходов (1 контакт исправности, 6 стандартных) 8 аналоговых входов тока Включает следующие модули: базовый модуль с PS101 и IO103	

Таблица 2.4/2 Стандартные варианты SIPROTEC 7SJ82

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

Многофункциональное устройство защиты и автоматики – SIPROTEC 7SJ85

Описание

Максимальная токовая защита SIPROTEC 7SJ85 разработана специально для защиты присоединений и линий электропередачи. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SJ85 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Защита присоединений и максимальная токовая защита для всех классов напряжения
Входы и выходы	5 предопределенных стандартных вариантов с 4 аналоговыми входами тока, 4 аналоговыми входами напряжения, 11–59 дискретными входами, 9–33 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Структура входов/выходов может гибко адаптироваться и расширяться в рамках модульной системы SIPROTEC 5. Можно добавлять модули расширения 1/6, доступные с большим, маленьким дисплеем или вообще без дисплея
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Направленная и ненаправленная максимальная токовая защита с дополнительными функциями
- Защита до 9 присоединений с общим числом аналоговых входов до 40
- Оптимизированное время отключения благодаря сравнению направления мощности и передаче данных защиты
- Обнаружение устойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях изолированной нейтралью
- Дуговая защита
- Защита от перенапряжения и минимального напряжения
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита по частоте и защита по изменению частоты для применений сброса нагрузки
- Функции защит для батарей конденсаторов, такие как максимальная токовая защита, защита от перегрузки, защита от несимметрии токов, защита от импульсного перенапряжения и дифференциальная защита
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от импульсного перенапряжения для конденсаторов) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Устройство резервирования отказов выключателя

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.4/5 SIPROTEC 7SJ85

- Мониторинг повторного зажигания дуги в выключателе
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Два дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для удобного выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию

Применение

- Обнаружение и селективное 3-фазное отключение в случае коротких замыканий в электрооборудовании в сетях с топологией «звезда», на линиях с односторонним или двухсторонним питанием, параллельных линиях и разомкнутых или замкнутых кольцевых сетях для всех классов напряжения
- Резервная защита для устройств дифференциальной защиты всех типов для линий, трансформаторов, генераторов, электродвигателей и систем шин
- Защита и мониторинг батарей конденсаторов
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)
- Защита от обратной мощности
- Применение для сброса нагрузки
- Автоматическое переключение

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

Ненаправленная максимальная токовая защита

- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов

Направленная максимальная токовая защита — заземленная сеть

- Максимальная токовая защита (направленная и ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Контроль неисправностей цепей напряжения

Направленная максимальная токовая защита — сеть с дугогасящим реактором/изолированной нейтралью

- Максимальная токовая защита (направленная и ненаправленная) для фаз
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для устойчивых коротких замыканий на землю
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для перемежающихся и устойчивых коротких замыканий на землю (функция обнаружения неустойчивых процессов)
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Контроль неисправностей цепей напряжения

Батарея конденсаторов: H-мост + 1 × RLC

- Максимальная токовая защита с выдержкой времени для фаз и земли
- Защита от несимметрии батареи конденсаторов
- Защита от импульсного перенапряжения
- Защита от перегрузки
- Минимальная токовая защита

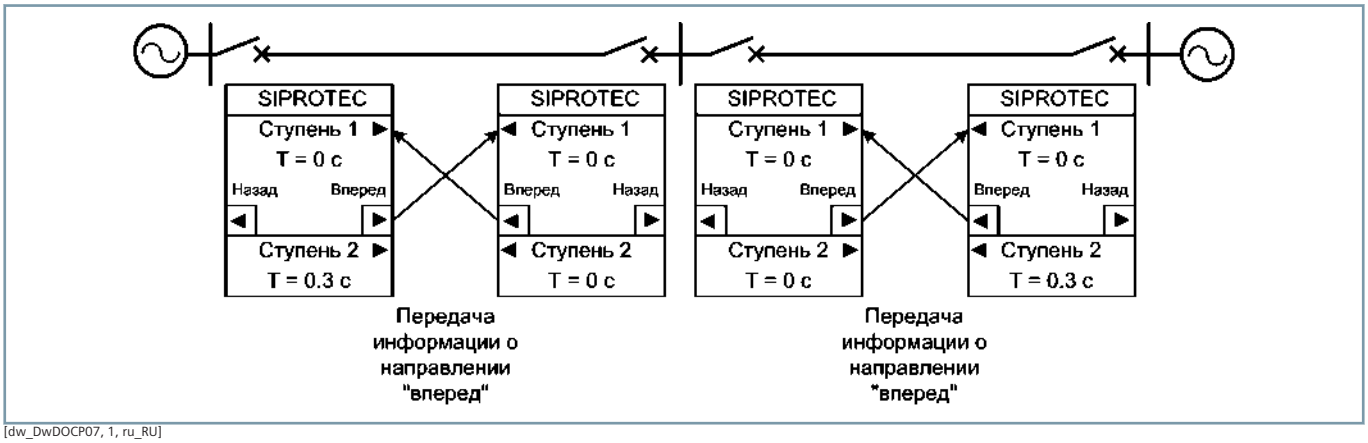
Батарея конденсаторов: MSCDN

- Максимальная токовая защита для фазы и земли
- Защита от несимметрии токов для батарей конденсаторов
- Дифференциальная защита для конденсатора
- Защита от импульсного перенапряжения
- Защита от перегрузки
- Минимальная токовая защита

Примеры применения

Защита со сравнением направления мощности, реализованная посредством интерфейса передачи данных защиты, для линий электропередачи с двухсторонним питанием

Защита со сравнением направления мощности может быть реализована с помощью функции определения направления мощности направленной максимальной токовой защиты в случае линий электропередачи с двухсторонним питанием. Защита со сравнением направления мощности предназначена для быстродействующего избирательного отключения неисправного участка линии (например, участков колец), так как длительное отстроенное время замедляет процесс отключения. Для реализации этой процедуры требуется, чтобы информация о направлении могла передаваться между отдельными реле защиты. Этот обмен информацией можно реализовать, например, с помощью интерфейса передачи данных защиты. Вместо интерфейса передачи данных защиты можно использовать МЭК 61850 GOOSE или провода управления для передачи сигналов с контуром дополнительного напряжения.

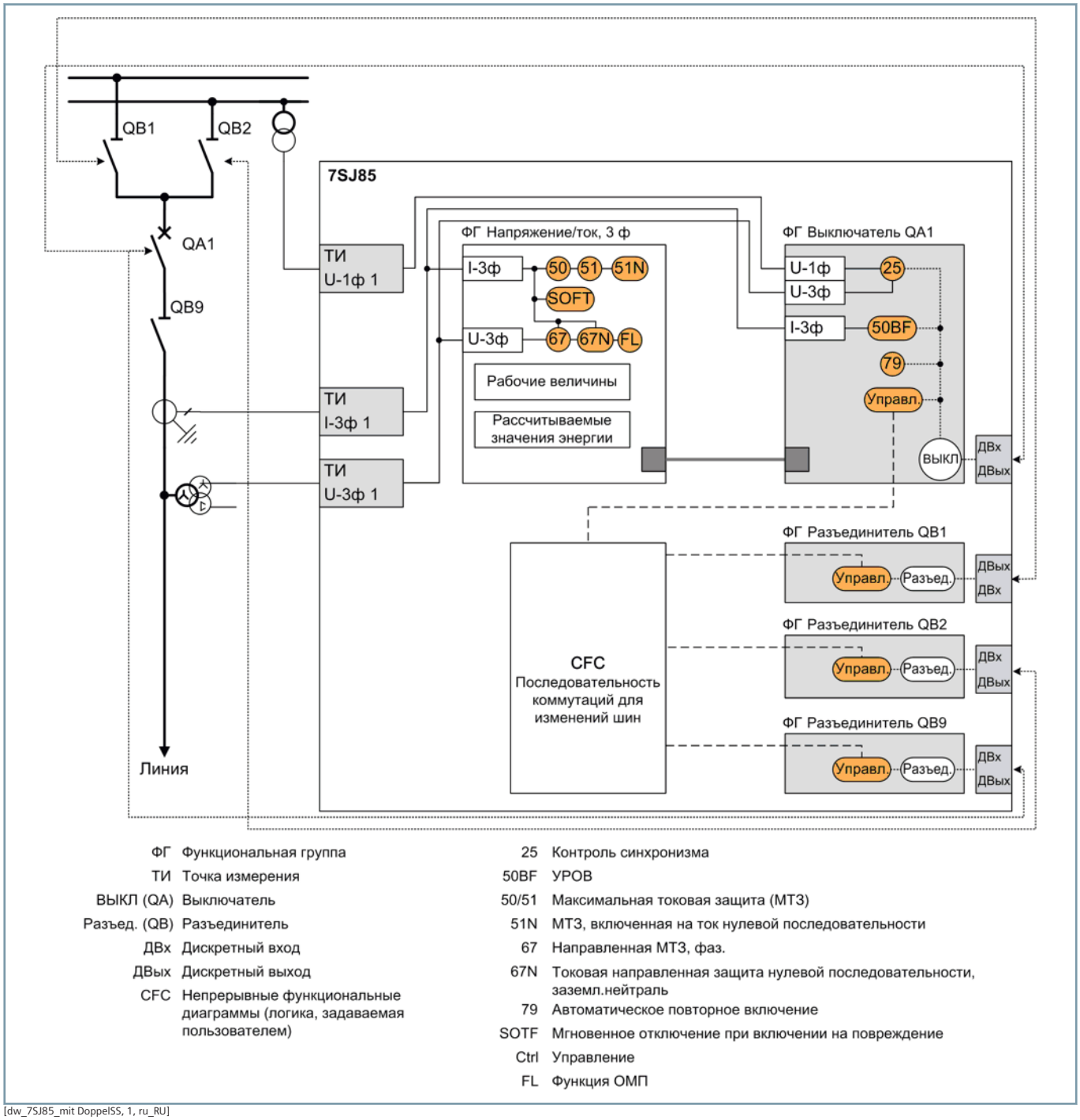


[dw_DwDOCP07, 1, ru_RU]

2.4

Рисунок 2.4/6 Пример применения: принцип защиты со сравнением направления мощности для участков линий электропередачи с двухсторонним питанием

Пример применения SIPROTEC 7SJ82 (*Рисунок 2.4/4*) иллюстрирует функции и базовую конфигурацию для данного применения.



[dw_7SJ85_mit DoppelSS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.4/7 Пример применения: максимальная токовая защита 7SJ85 для линии подключенной к РУ «Две рабочие системы шин».

Защита и управление для двойной системы шин

На *Рисунок 2.4/7* защиту и дополнительное управление для питающей линии двойной системы шин обеспечивает SIPROTEC 7SJ85. Этот пример основан на шаблоне типового применения «Направленная защита по напряжению/максимальная токовая защита с обратнозависимой характеристикой выдержки времени — заземленная сеть». Кроме шаблона типового применения, необходимы и настроены функции устройства резервирования отказов выключателей, автоматического повторного включения и проверки синхронизации в функциональной группе выключателя. Эти функции можно легко добавить путем перетаскивания из библиотеки функций DIGSI 5. Рабочие измеренные значения и параметры учета энергии рассчитываются в функциональной группе «Напряжение/ток, 3-фазн.». Они доступны для ввода на дисплей, передачи в систему автоматизации подстанции, а также для обработки в CFC. Последовательность коммутаций, сохраненная в CFC, которая акти-

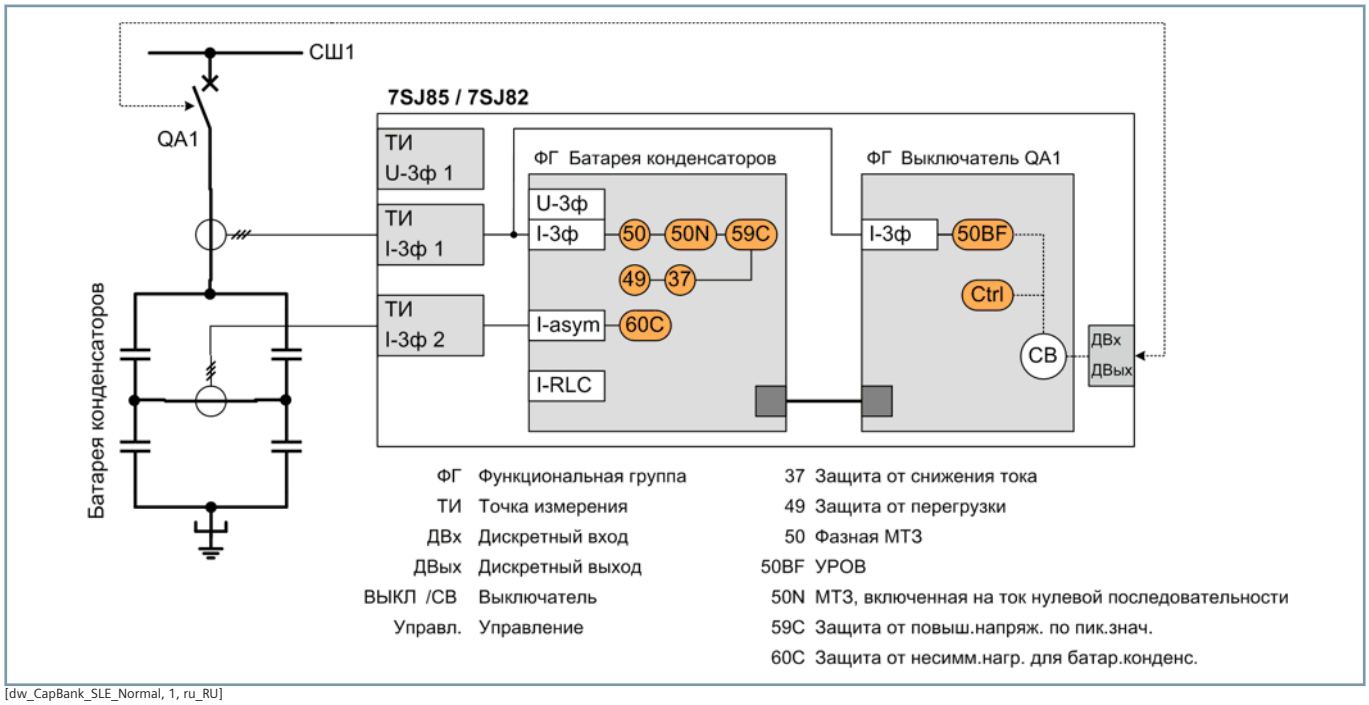
вируется с помощью функциональной клавиши, запускает автоматический процесс переключения системы шин.

Защита батареи конденсаторов

Рисунок 2.4/8 иллюстрирует защиту батареи конденсаторов, включенных по схеме управления «Н-мост». Для данного применения устройство имеет специальные функции, реализующие защиту батарей конденсаторов. Благодаря модульности и рабочим характеристикам SIPROTEC 5 с помощью одного устройства можно обеспечить защиту всей системы.

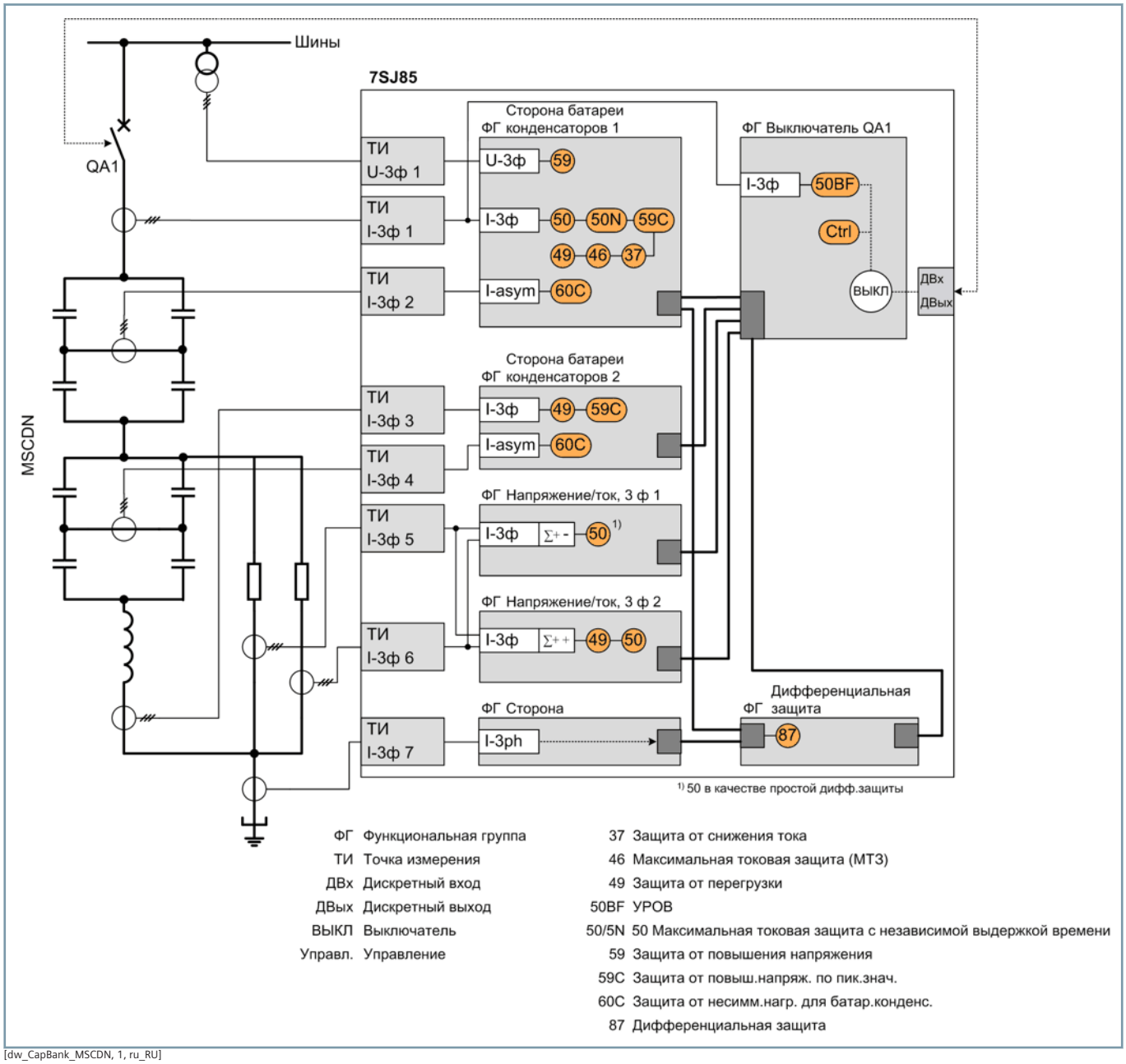
Свойства:

- Защита от коротких замыканий (ANSI 50, 50N) (междуфазных и однофазных)
- Защита от импульсного напряжения (ANSI 59C) для защиты диэлектрика батареи от опасных импульсных перенапряжений, обусловленных, в частности, гармониками; учитываются гармоники до 50-го порядка, импульсное напряжение рассчитывается путем интегрирования тока
- Защита от перегрузки (ANSI 49) для защиты батареи от тепловой перегрузки
- Очень чувствительная защита от несимметрии токов (ANSI 60C) для обнаружения повреждений отдельных емкостных элементов, работающая в качестве функции мониторинга и защиты; ручное и автоматическое сравнение в присоединении. Автоматическое сравнение позволяет учитывать динамическую несимметрию, обусловленную, например, влиянием температуры
- Минимальная токовая защита (ANSI 37) для отключения местного выключателя, когда подводящая питающая линия отсоединяется; тем самым обеспечивается защита от опасного заряда разряженной батареи, например в противофазе
- Устройство резервирования отказов выключателя (ANSI 50BF)



[dw_CapBank_SLE_Normal, 1, ru_RU]

Рисунок 2.4/8 Защита батареи конденсаторов в схеме управления «Н-мост»



[dw_CapBank_MSCDN, 1, ru_RU]

Рисунок 2.4/9 Пример применения: батарея конденсаторов MSCDN

Защита батареи конденсаторов MSCDN (MSCDN = конденсатор с механической коммутацией и демпфирующей цепью)

На *Рисунок 2.4/9* SIPROTEC 7SJ85 защищает батарею конденсаторов в схеме управления «Н-мост», а также связанную демпфирующую цепь. Благодаря модульной структуре и рабочим характеристикам SIPROTEC 5 с помощью одного устройства можно обеспечить защиту всей системы.

Свойства:

- Контроль до семи 3-фазных точек измерения
- Защита от коротких замыканий (ANSI 50, 50N) (междуфазных и однофазных)
- Защита от импульсного перенапряжения (ANSI 59C) для защиты диэлектрической среды батареи от опасных импульсных перенапряжений, обусловленных, в частности, гармониками, с учетом гармоник до 50-го порядка. Импульсное напряжение рассчитывается путем интегрирования тока.
- Защита от перегрузки (ANSI 49) для защиты батареи от тепловой перегрузки

- Очень чувствительная защита от несимметрии токов (ANSI 60C) для обнаружения отказов отдельных емкостных элементов, работающая в качестве функции мониторинга и защиты. Ручная и автоматическая настройка в присоединении. Автоматическая настройка позволяет учитывать динамическую несимметрию (обусловленную, например, влиянием температуры)
- Дифференциальная защита (87C) всей батареи конденсаторов для защиты от коротких замыканий во всей системе
- Защита от перегрузки и максимальная токовая защита посредством двух сопротивлений и простая дифференциальная защита, которая обнаруживает отказ одного из двух сопротивлений. В этих целях определяются сумма и разность токов с помощью точек измерения токов в ветвях сопротивлений на входах 3-фазных функциональных групп V/I
- Минимальная токовая защита (ANSI 37) для отключения местного выключателя, когда подводящая линия отсоединяется; тем самым обеспечивается защита от опасного напряжения на разряженной батарее, например в противофазе
- Устройство резервирования отказов выключателя (ANSI 50BF)

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон					
				1	2	3	4	5	6
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■	■	■	■
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■						
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■						
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■						
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■						
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■						
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■						
37	Минимальная токовая защита	I <	■					■	■
38	Контроль температуры	θ >	■						
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■					■	■
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■						
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■						
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■						
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■					■	■
49	Защита от тепловой перегрузки для элементов RLC-фильтра батареи конденсаторов	θ, I^2t	■					■	
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■		■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■						
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■						
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■						
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■						
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■						
50/51 TD	Максимальная токовая защита для элементов RLC-фильтра батареи конденсаторов	I >	■						
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■						■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■						
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■						
	Защита от импульсного перенапряжения, 3ф, для конденсаторов	V > конд.	■					■	■
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■						■

Многофункциональное устройство защиты и автоматики – SIPROTEC 7SJ85

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон					
				1	2	3	4	5	6
60C	Защита от несимметрии токов для батарей конденсаторов	I несим. >	■					■	■
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			■	■		
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■			■			
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■				■		
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■						
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■						
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■						
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■						
86	Блокировка		■	■	■	■	■	■	■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■						
87C	Дифференциальная защита, батарея конденсаторов	ΔI	■						■
87V	Дифференциальная защита по напряжению, батарея конденсаторов	ΔV	■						
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■						
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■						
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■						
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■						
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■						
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■						
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■						
	Статистические счетчики коммутаций		■						
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■						
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■						
	Функция последовательности коммутаций		■						
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■	■		
	Инициирование внешнего отключения		■						
	Управление		■	■	■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■						
	Выключатель		■	■	■	■	■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон					
				1	2	3	4	5	6
	Разъединитель		■	■	■	■	■		
Класс функциональных единиц:				0	0	30	50	100	300
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*									

Таблица 2.4/3 SIPROTEC 7SJ85 — функции и шаблоны типового применения

1 Ненаправленная максимальная токовая защита (4*I)

2 Ненаправленная максимальная токовая защита (4*I, 4*V)

3 Направленная максимальная токовая защита — заземленная сеть

4 Направленная максимальная токовая защита — сеть с дугогасящим реактором/изолированной нейтралью

5 Батарея конденсаторов: Н-мост + 1 × RLC

6 Батарея конденсаторов: MSCDN

Стандартные варианты

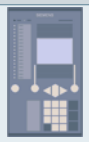
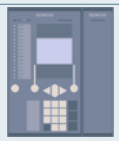
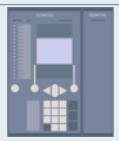
Стандартные варианты SIPROTEC 7SJ85		
S1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202	
S2	1/2, 17 Двх, 16 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 17 дискретных входов 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 9 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: IO206	
S3	1/2, 27 Двх, 17 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 27 дискретных входов 17 дискретных выходов (1 контакт исправности, 10 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: IO207	
S4	2/3, 43 Двх, 25 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 43 дискретных входа 25 дискретных выходов (1 контакт исправности, 18 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: 2 × IO207	
S5	5/6, 59 Двх, 33 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 5/6 × 19 дюймов 59 дискретных входов 33 дискретных выхода (1 контакт исправности, 26 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: 3 × IO207	

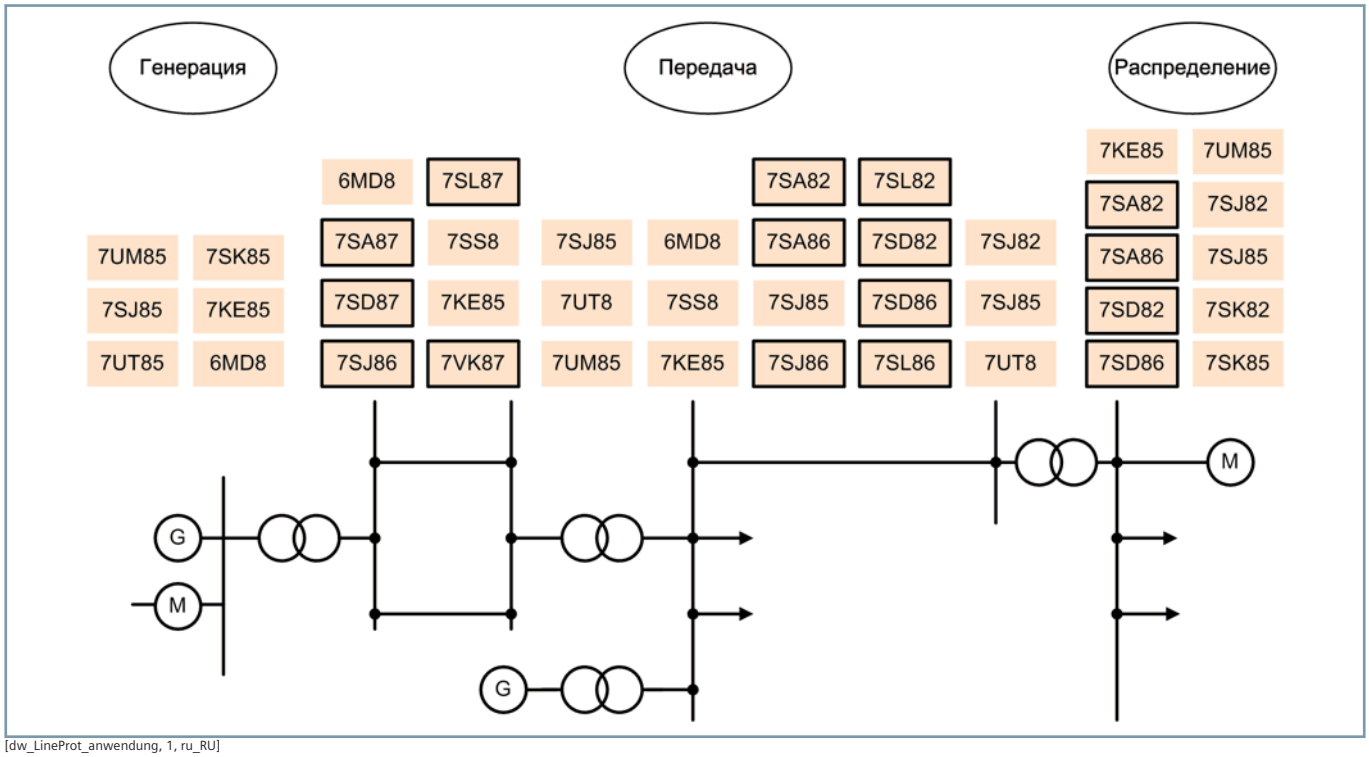
Таблица 2.4/4 Стандартные варианты SIPROTEC 7SJ85

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Защита ЛЭП



[dw_LineProt_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.5/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

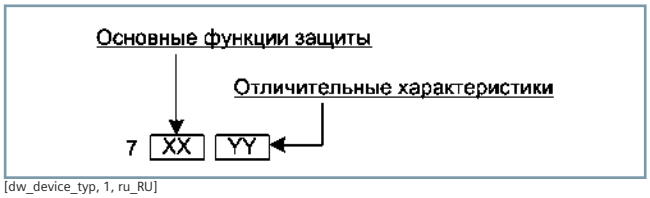
SIPROTEC 7SA8, 7SD8, 7SL8, 7VK8, 7SJ86

Устройства защиты линий электропередач SIPROTEC 5 защищают воздушные линии электропередач и кабели для всех классов напряжения с максимально возможной селективностью. Большое количество доступных функций защиты и автоматических функций позволяет использовать устройства во всех областях защиты линий электропередач. Устройства обладают всеми важными вспомогательными функциями, которые необходимы в наше время для безопасной работы сетей. Они включают функции управления, измерения и мониторинга. Большое количество интерфейсов и протоколов связи отвечает требованиям селективной защиты, основанной на связи, а также автоматической работы. Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро, а также экономически эффективно. Их модульная структура позволяет в каждом случае гибко адаптировать устройства защиты линий электропередач SIPROTEC 5 к индивидуальным требованиям.

Функции

Типы устройств определяются основными функциями защиты и важными характерными особенностями. В случае устройств с гибким изменением конфигурации структуры аппаратного обеспечения при заказе можно выбирать различные стандартные варианты. Расширяемость с помощью дополнительных модулей обеспечивает индивидуальную адаптацию к конкретным областям применения, например можно включить больше аналоговых каналов для полуторных схем или больше дискретных контактов (см. «Обзор стандартных вариантов»).

Определение типов устройств по обозначению



[dw_device_typ, 1, ru_RU]

7	XX	YY	
Основная защита			
7	SA		Дистанционная защита
7	SD		Дифференциальная защита
7	SL		Дистанционная и дифференциальная защита
7	SJ		Максимальная токовая защита
7	VK		Управление выключателем
Важные характерные особенности			
7		82	• Исключительно 3-фазное отключение • Доступны два варианта аппаратного обеспечения
7		86	• Исключительно 3-фазное отключение • Возможность гибкого выбора конфигурации аппаратного обеспечения
7		87	• 1-фазное и 3-фазное отключение • Возможность гибкого выбора конфигурации аппаратного обеспечения

Идентификатор типа	7SA82	7SA86	7SA87	7SD82	7SD86	7SD87	7SL82	7SL86	7SL87	7VK87	7SJ86
Дистанционная защита	■	■	■	■			■	■	■		
Дифференциальная защита				■	■	■	■	■	■		
Максимальная токовая защита для линий электропередач	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■
Управление выключателем										■	
Команда 3-фазного отключения	■	■		■	■		■	■			■
Команда 1-фазного/3-фазного отключения			■			■			■	■	
Гибкое изменение конфигурации аппаратного обеспечения		■	■		■	■		■	■	■	■

Таблица 2.5/1 Важные характерные особенности типов основной защиты

Дистанционная защита – SIPROTEC 7SA82

Описание

Дистанционная защита SIPROTEC 7SA82 разработана специально для реализации оптимизированной по стоимости компактной защиты линии электропередачи в сетях среднего и высокого напряжения. Благодаря гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SA82 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дистанционная защита для сетей среднего и высокого напряжения
Отключение	3-фазное, минимальное время отключения: 19 мс
Входы и выходы	4 аналоговых токовых входа, 4 аналоговых входа напряжения (опция), 11 или 23 дискретных входа, 9 или 16 дискретных выходов
Гибкость аппаратного обеспечения	В базовом модуле 1/3 доступны разные структуры аппаратного обеспечения для дискретных входов и выходов. Добавление модулей расширения 1/6 невозможно; доступны устройства с большим или маленьким дисплеем.
Ширина корпуса	1/3 × 19 дюймов

Основные свойства

- Компактная и недорогая дистанционная защита
- Надежность благодаря мощным функциям релейной защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 19 мс
- 6 независимых измерительных контуров (дистанционная защита 6 контуров)
- Возможен выбор нескольких функций дистанционной защиты: классическая, защита реактивного сопротивления (RMD), защита по полному сопротивлению трансформаторов
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.6/1 SIPROTEC 7SA82

- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях изолированной нейтралью
- Адаптивная блокировка при качаниях мощности
- Обнаружение насыщения трансформатора тока для быстрого отключения с высокой точностью
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания дополнительных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Два дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR

- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для удобного выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию

Применение

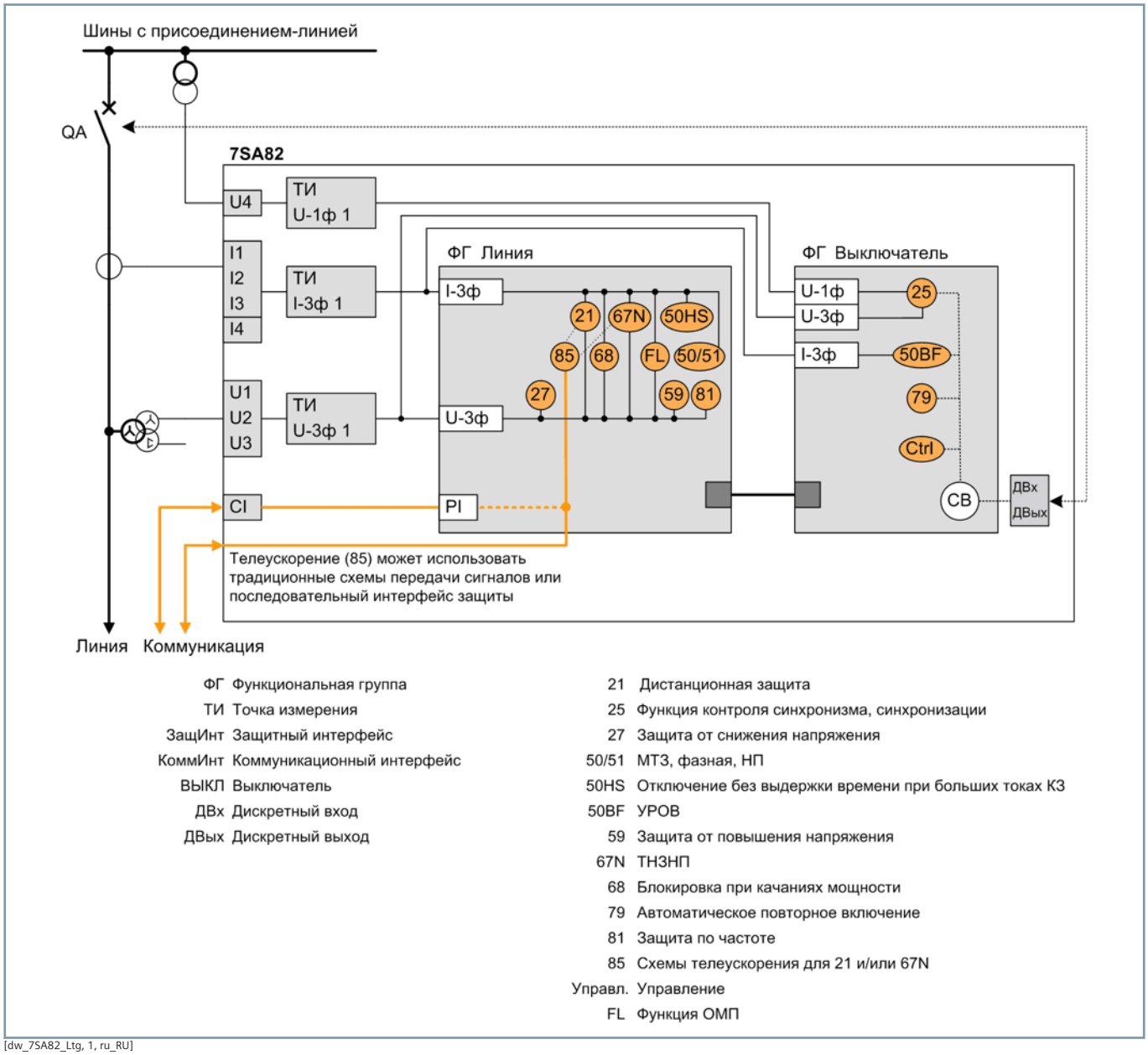
- Обнаружение и селективное 3-фазное отключение коротких замыканий в электрооборудовании в сетях с топологией «звезда», линиях с односторонним или двухсторонним питанием, параллельных линиях и разомкнутых или замкнутых кольцевых сетях для всех классов напряжения
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Резервная защита для устройств дифференциальной защиты всех типов для линий, трансформаторов, генераторов, электродвигателей и систем шин
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовый
- Дистанционные защиты для сетей с компенсированной/изолированной нейтралью с функцией АПВ
- Дистанционная защита реактивного сопротивления с функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с глухозаземленной нейтралью



[dw_7SA82_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.6/2 Пример применения: дистанционная защита для воздушной линии электропередачи

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠ (V, I)	■	■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■			
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■			■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■			
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■			
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■			
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■			
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■			■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		■	
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■			

Дистанционная защита – SIPROTEC 7SA82

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■			■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■			
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■	■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■	■	■	■
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■	■	■	■
86	Блокировка		■			
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■			
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■			
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■			
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■			
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
Класс функциональных единиц:				0	100	200
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.6/1 SIPROTEC 7SA82 — функции и шаблоны типового применения

1 DIS, базовый

2 DIS, сеть с компенсированной/изолированной нейтралью, функция АПВ

3 DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль

Дистанционная защита – SIPROTEC 7SA86

Описание

Дистанционная защита SIPROTEC 7SA86 разработана специально для защиты линии электропередачи. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SA86 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дистанционная защита
Отключение	3-фазное, минимальное время отключения: 9 мс
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Структура аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 9 мс
- 6 независимых измерительных контуров (дистанционная защита 6 контуров)
- Возможен выбор нескольких функций дистанционной защиты: классическая, защита реактивного сопротивления (RMD), защита по полному сопротивлению трансформаторов
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях изолированной нейтралью
- Адаптивная блокировка при качаниях мощности, защита от выпадения из синхронизма
- Обнаружение насыщения трансформатора тока для быстрого отключения с высокой точностью
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Функция 3-фазного автоматического повторного включения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.6/3 SIPROTEC 7SA86

- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

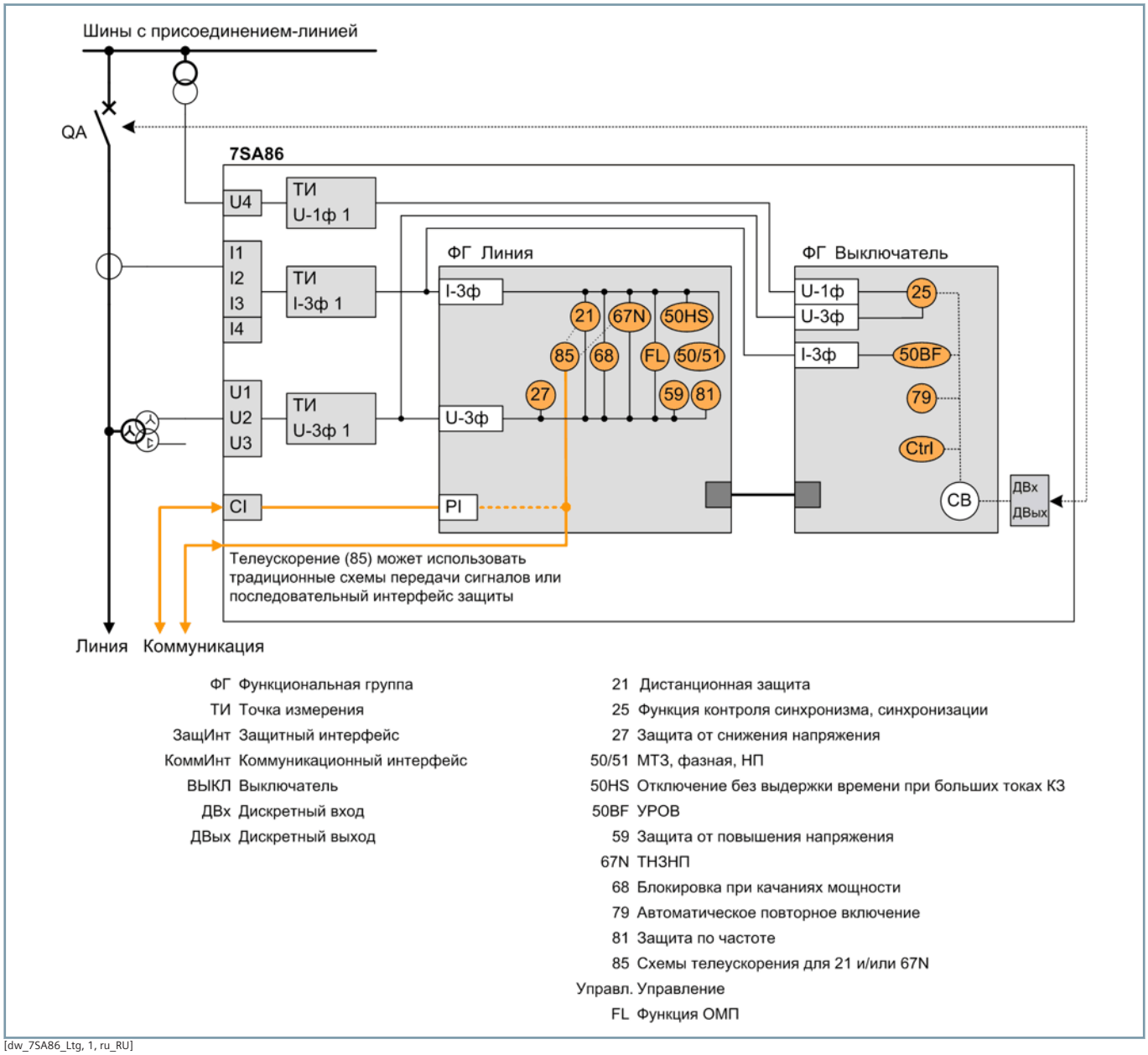
- Обнаружение и селективное 3-фазное отключение коротких замыканий в электрооборудовании в сетях с топологией «звезда», линиях с односторонним или двухсторонним питанием, параллельных линиях и разомкнутых или замкнутых кольцевых сетях для всех классов напряжения
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Резервная защита для устройств дифференциальной защиты всех типов для линий, трансформаторов, генераторов, электродвигателей и систем шин
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

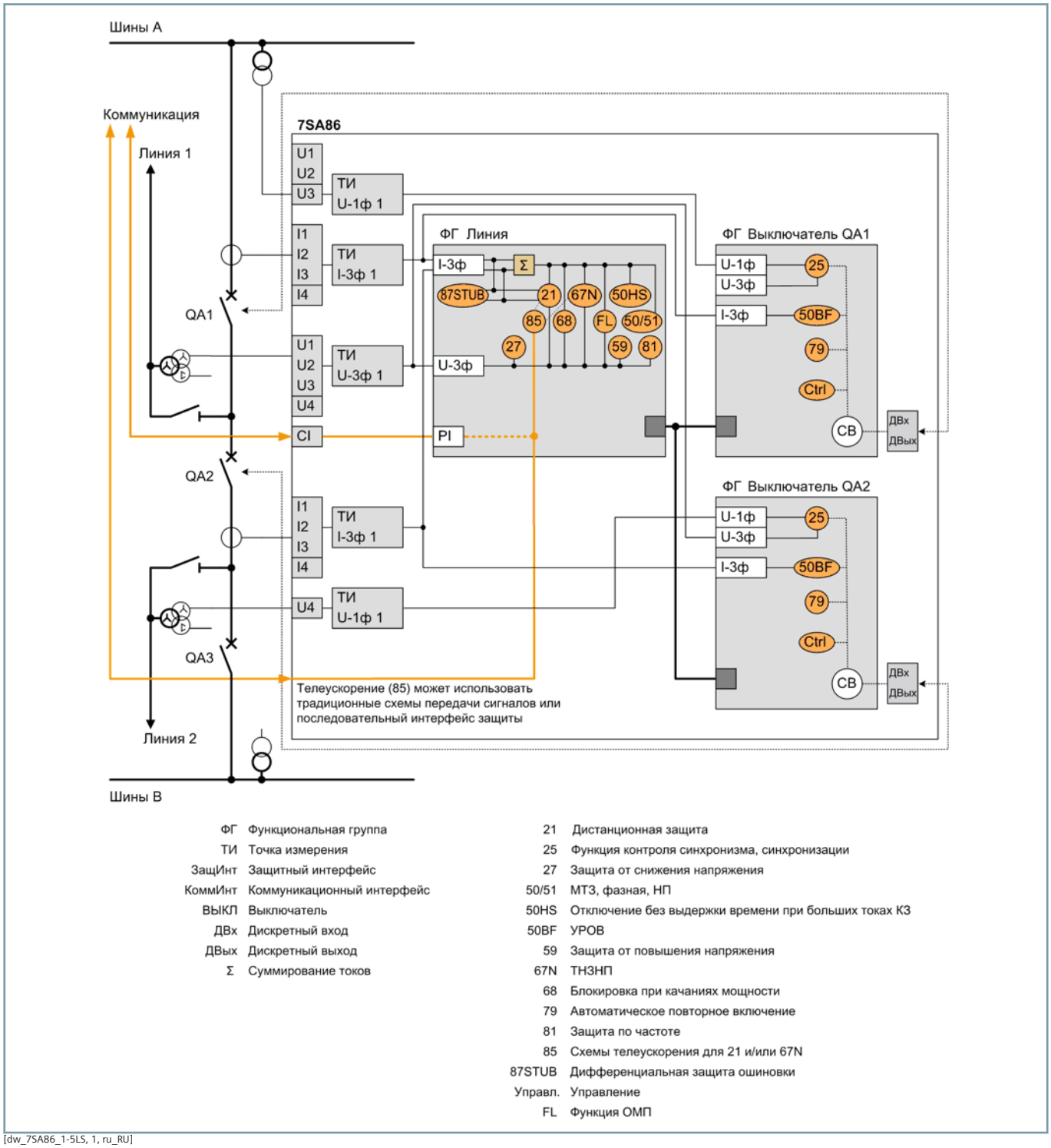
Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовый
- Дистанционная защита с функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с глухозаземленной нейтралью
- Дистанционная защита с характеристиками зоны дистанционной защиты МНО и функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с глухозаземленной нейтралью
- Дистанционная защита с функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с глухозаземленной нейтралью, применение с полуторной схемой
- Дистанционная защита с характеристиками зоны дистанционной защиты МНО и функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с глухозаземленной нейтралью, применение с полуторной схемой



[dw_7SA86_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.6/4 Пример применения: дистанционная защита для воздушной линии электропередачи



[dw_7SA86_1-5LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.6/5 Пример применения: дистанционная защита для воздушной линии электропередачи с полуторной схемой

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■	■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V <I >/∠ (V, I)	■	■	■	■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■					
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■			■	■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■					
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■					
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■					
37	Минимальная токовая защита	I <	■					
38	Контроль температуры	θ >	■					
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■					
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■					
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■	■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■					
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■					
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■					
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■					
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■	■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■					
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■					
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■					
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■					
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■			■	■	■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■					
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■			■	■	■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■					
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■					
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		■	■	■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■					
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■	■	■	■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■	■	■	■	■	■
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■	■	■	■	■	■
86	Блокировка		■					
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■					
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■				■	■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■					
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■					
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■					
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■					
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■					
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■					
	Функция последовательности коммутаций		■					
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■					
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■		■	■
	Разъединитель		■				■	■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■					
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■					
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■					

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■					
Класс функциональных единиц:				0	100	200	350	350
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*								

Таблица 2.6/2 SIPROTEC 7SA86 — функции и шаблоны типового применения

1 DIS, базовый

2 DIS, сеть с компенсированной/изолированной нейтралью, функция АПВ

3 DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль

4 DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль, полуторная схема

5 DIS MHO, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль, полуторная схема

Описание

Дистанционная защита SIPROTEC 7SA87 разработана специально для защиты линий электропередач. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SA87 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дистанционная защита
Отключение	1-фазное и 3-фазное, минимальное время отключения: 9 мс
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 9 мс
- 6 независимых измерительных контуров (дистанционная защита 6 контуров)
- Возможен выбор нескольких функций дистанционной защиты: классическая, защита реактивного сопротивления (RMD), защита по полному сопротивлению трансформаторов
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях изолированной нейтралью
- Адаптивная блокировка при качаниях мощности, защита от выпадения из синхронизма
- Обнаружение насыщения трансформатора тока для быстрого отключения с высокой точностью
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Функция 3-фазного автоматического повторного включения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.6/6 SIPROTEC 7SA87

- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Дистанционная защита – SIPROTEC 7SA87

Применение

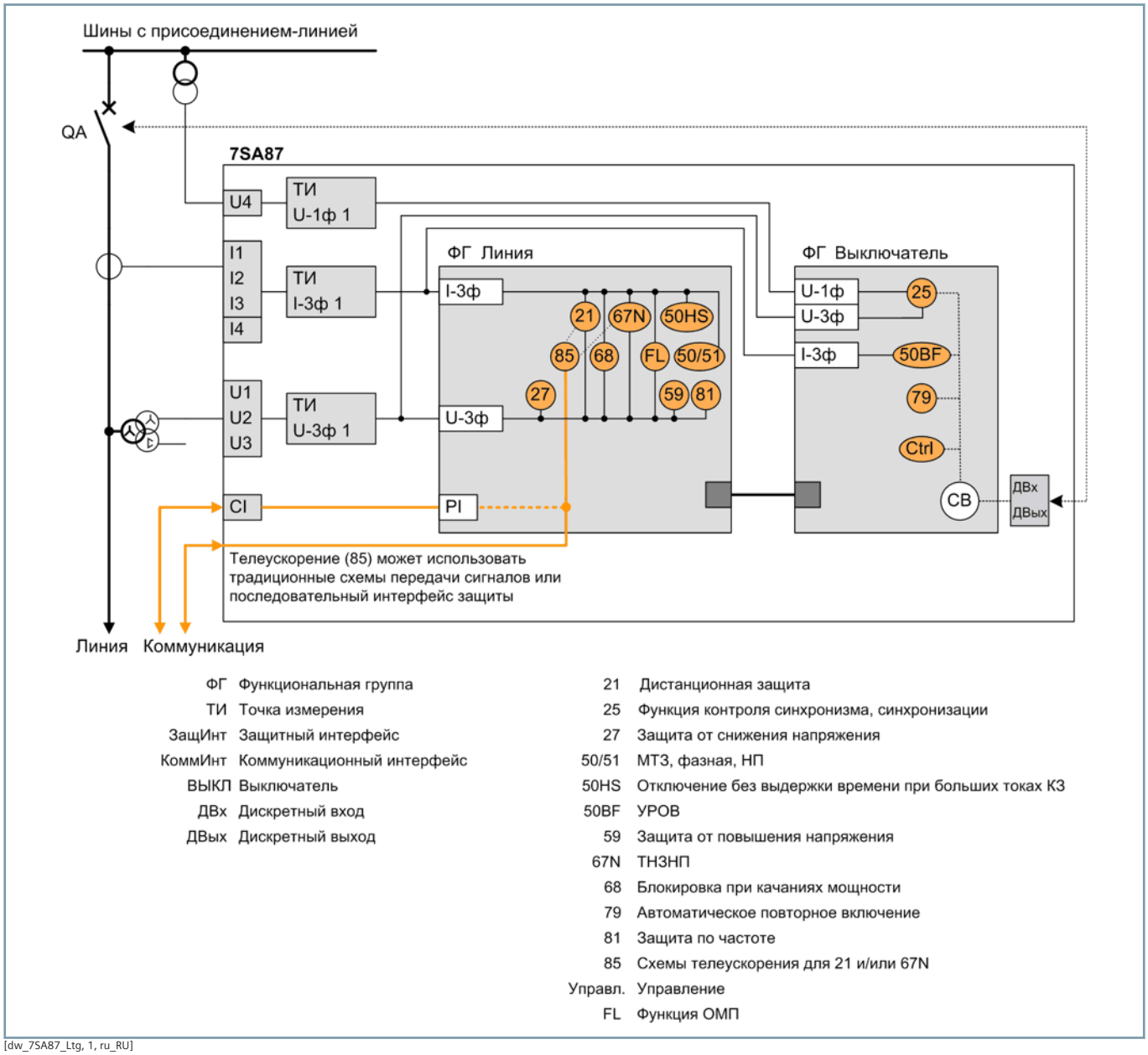
- Обнаружение и селективное 1-фазное и 3-фазное отключение в случае коротких замыканий в электрооборудовании в сетях с топологией «звезда», линиях с односторонним или двухсторонним питанием, на параллельных линиях и разомкнутых или замкнутых кольцевых сетях для всех классов напряжения
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Резервная защита для устройств дифференциальной защиты всех типов для линий, трансформаторов, генераторов, электродвигателей и систем шин
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

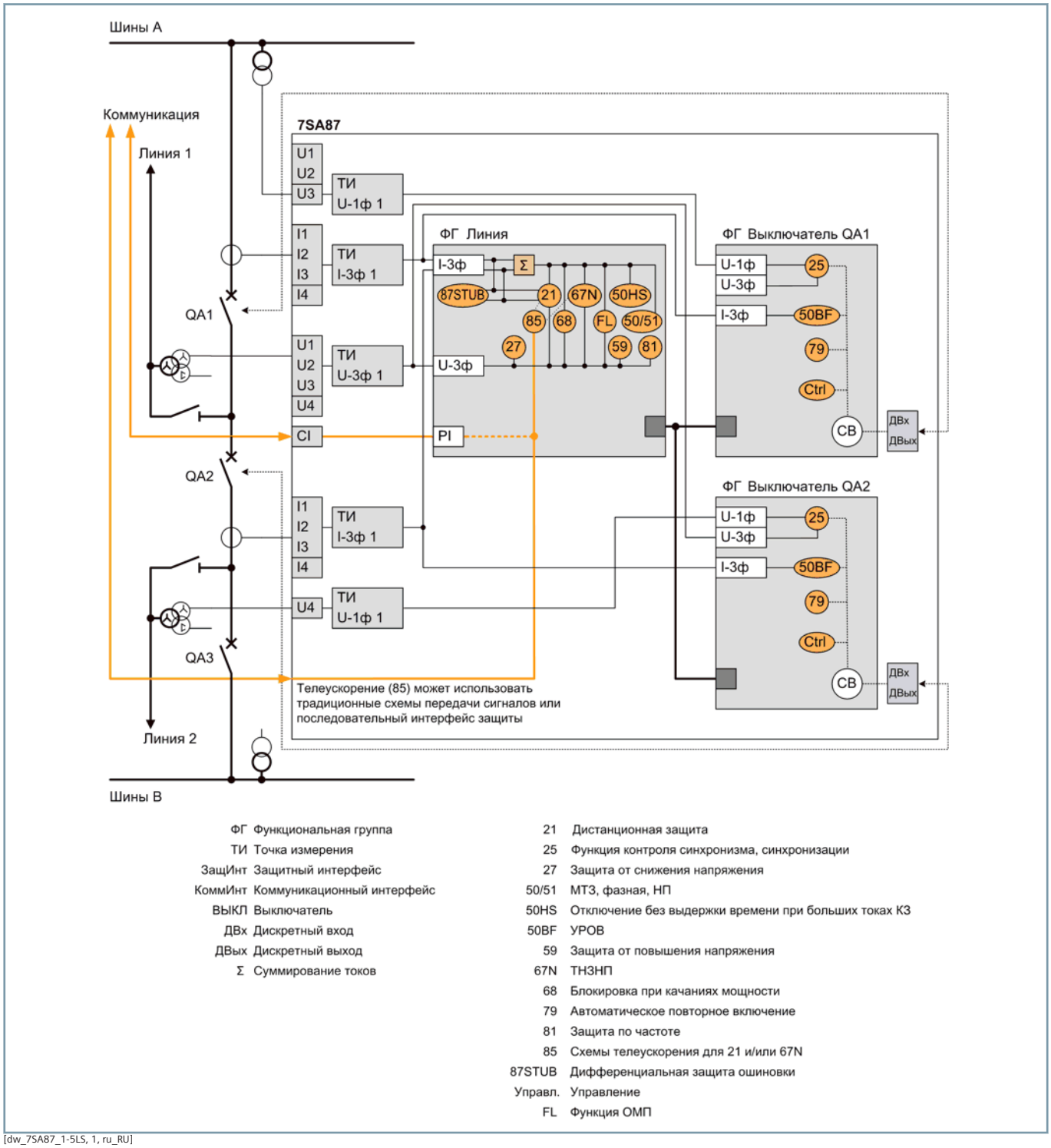
Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовая дистанционная защита
- Дистанционная защита реактивного сопротивления (RMD) с функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с заземленной нейтралью
- Дистанционная защита реактивного сопротивления (RMD) с функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с заземленной нейтралью, применение с полуторной схемой



[dw_7SA87_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.6/7 Пример применения: дистанционная защита для воздушной линии электропередачи



[dw_7SA87_1-5LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.6/8 Пример применения: дистанционная защита для воздушной линии электропередачи с полуторной схемой

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
	Функции защиты для 1-фазного отключения	1ф	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠ (V, I)	■	■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■			
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■			
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■			
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 1/3ф	УРОВ	■		■	■
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■			
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■		■	■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■			
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■			

Дистанционная защита – SIPROTEC 7SA87

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■		■	■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■			
79	Автоматическое повторное включение, 1/3ф	AR	■		■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■	■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■	■	■	■
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■	■	■	■
86	Блокировка		■			
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■			
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■			■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■			
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■			
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■			
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■			
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
Класс функциональных единиц:				0	225	400
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.6/3 SIPROTEC 7SA87 — функции и шаблоны типового применения

1 DIS, базовый

2 DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль

3 DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль, полуторная схема

Дифференциальная защита линий – SIPROTEC 7SD82

Описание

Дифференциальная защита линии SIPROTEC 7SD82 разработана специально для реализации оптимизированной по стоимости компактной защиты линий электропередачи в сетях среднего и высокого напряжения. Благодаря гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SD82 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дифференциальная защита в сетях среднего и высокого напряжения
Отключение	3-фазное, минимальное время отключения: 19 мс
Входы и выходы	4 аналоговых токовых входа, 4 аналоговых входа напряжения (опция), 11 или 23 дискретных входа, 9 или 16 дискретных выходов
Гибкость аппаратного обеспечения	В базовом модуле 1/3 доступны две структуры для дискретных входов и выходов. Добавление модулей расширения 1/6 невозможно; доступны корпуса с большим или маленьким дисплеем.
Ширина корпуса	1/3 × 19 дюймов

Основные свойства

- Компактная и недорогая дифференциальная защита линии
- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 19 мс
- Основная функция защиты — дифференциальная защита с адаптивным алгоритмом для обеспечения максимальной чувствительности и устойчивости даже при самых разнообразных неисправностях и ошибках измерительных трансформаторов, насыщении трансформаторов тока и емкостных зарядных токах
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции

[SIP5_7xx82_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.7/1 Устройство дифференциальной защиты линии 7SD82

- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях с изолированной нейтралью
- Обнаружение насыщения трансформаторов тока
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Два дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper

- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для удобного выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию

Применение

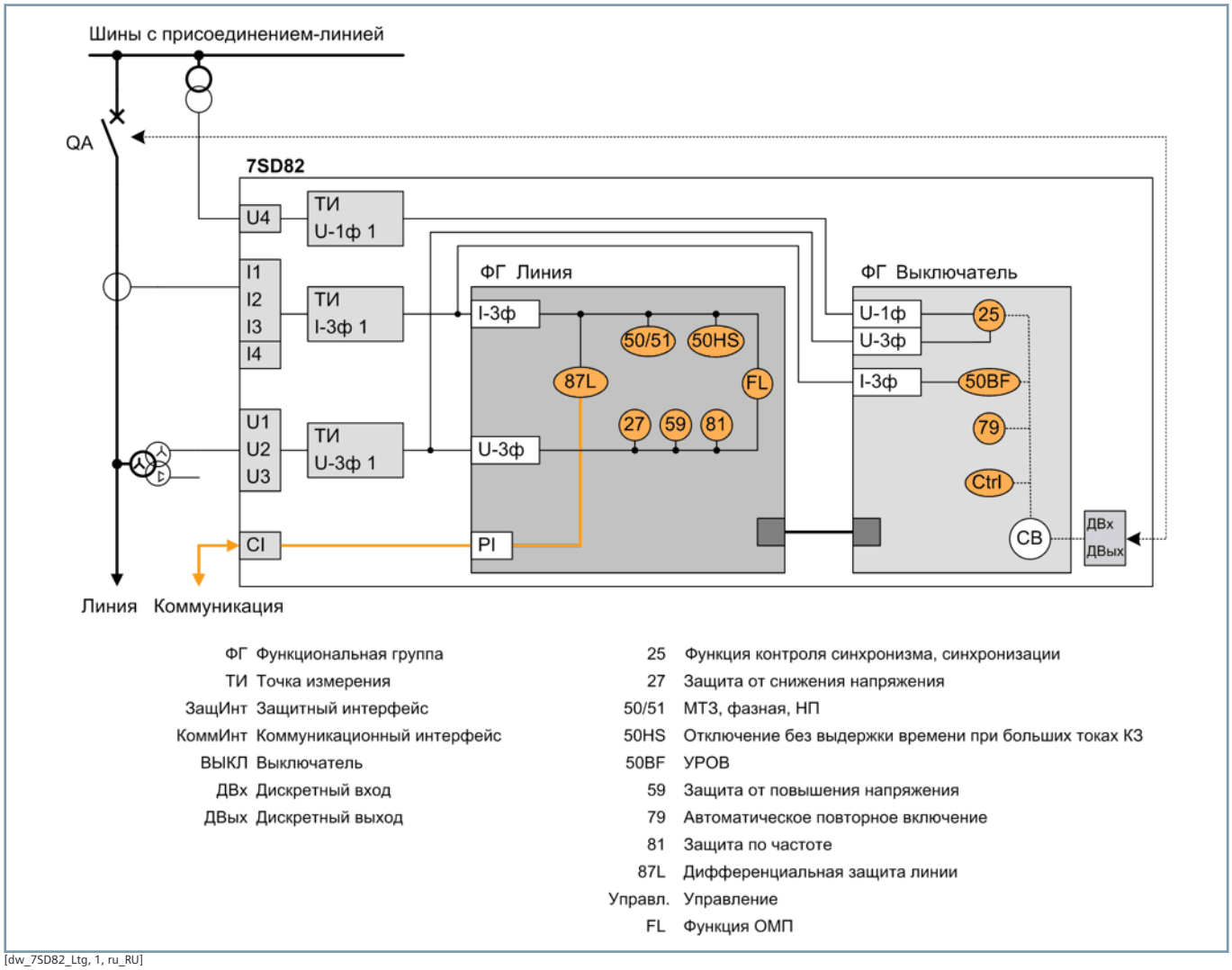
- Защита линий для всех классов напряженияс 3-фазным отключением
- Фазоселективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6
- Трансформаторы и компенсирующие катушки в зоне защиты
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Последовательная передача данных защиты на разные расстояния и по разным средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовая дифференциальная защита
- Дифференциальная защита для воздушной линии электропередачи



[dw_7SD82_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.7/2 Пример применения: дифференциальная защита линии для воздушной линии электропередачи

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■		
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■		
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■		
37	Минимальная токовая защита	I <	■		
38	Контроль температуры	θ >	■		
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■		
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■		
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■		
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■		
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■		
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■		
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■		
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■		
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■		
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■		
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■		
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■		
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■		
86	Блокировка		■		
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI	■		
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■		
	Обнаружение обрывов проводов для диффе-ренциальной защиты		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■		
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■		
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■		
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■		
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■		
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■
	CFC, арифметическая		■		
	Функция последовательности коммутаций		■		
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■		
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■
	Управление		■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллогра-фированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■
	Выключатель		■	■	■
	Разъединитель		■		
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■		
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■		
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■		
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■		
Класс функциональных единиц:				0	150
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*					

Таблица 2.7/1 SIPROTEC 7SD82 — функции и шаблоны типового применения

1 DIFF, базовый

2 DIFF, воздушная линия электропередачи

Описание

Дифференциальная защита линии SIPROTEC 7SD86 разработана специально для защиты линий электропередачи. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SD86 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дифференциальная защита
Отключение	3-фазное, минимальное время отключения: 9 мс
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 9 мс
- Основная функция защиты — дифференциальная защита с адаптивным алгоритмом для обеспечения максимальной чувствительности и устойчивости даже при самых разнообразных неисправностях и ошибках измерительных трансформаторов, насыщении трансформаторов тока и емкостных зарядных токах
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях с изолированной нейтралью
- Обнаружение насыщения трансформаторов тока
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Функция 3-фазного автоматического повторного включения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.7/3 SIPROTEC 7SD86

- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов

Применение

- Защита линий для всех классов напряженияс 3-фазным отключением
- Фазоселективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6
- Также используется в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Трансформаторы и компенсирующие катушки в зоне защиты

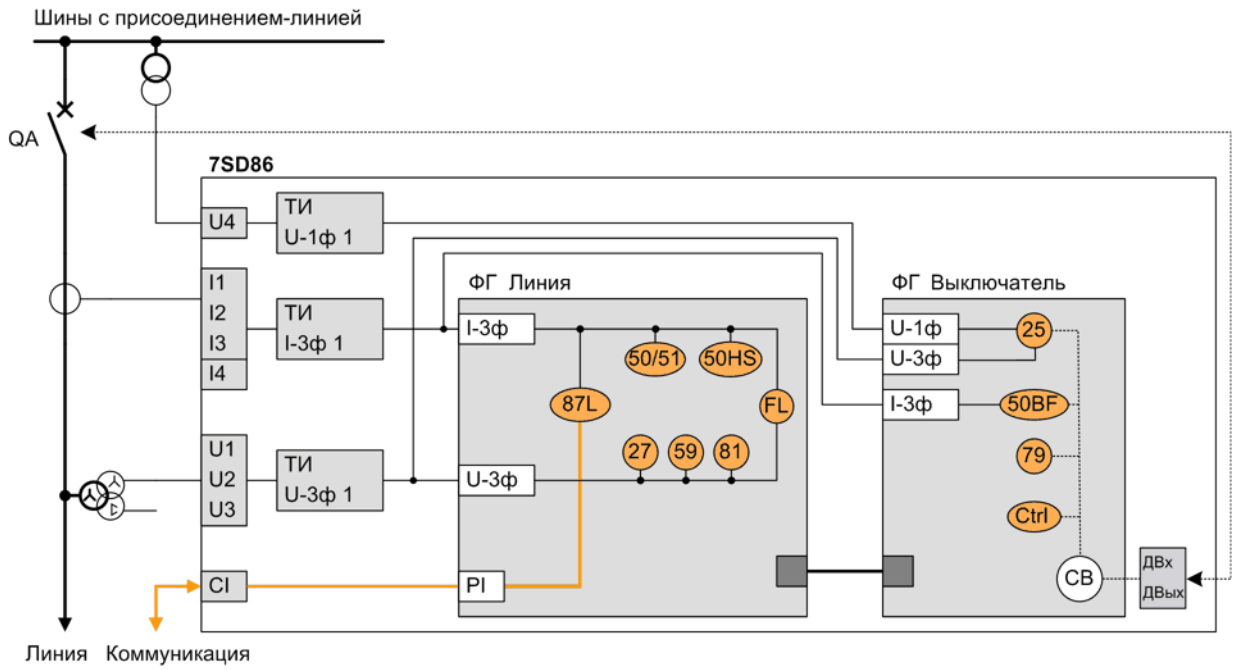
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовая дифференциальная защита
- Дифференциальная защита для воздушной линии электропередачи
- Дифференциальная защита для воздушной линии электропередачи с трансформатором в области действия защиты
- Дифференциальная защита для воздушной линии электропередачи, применение с полуторной схемой

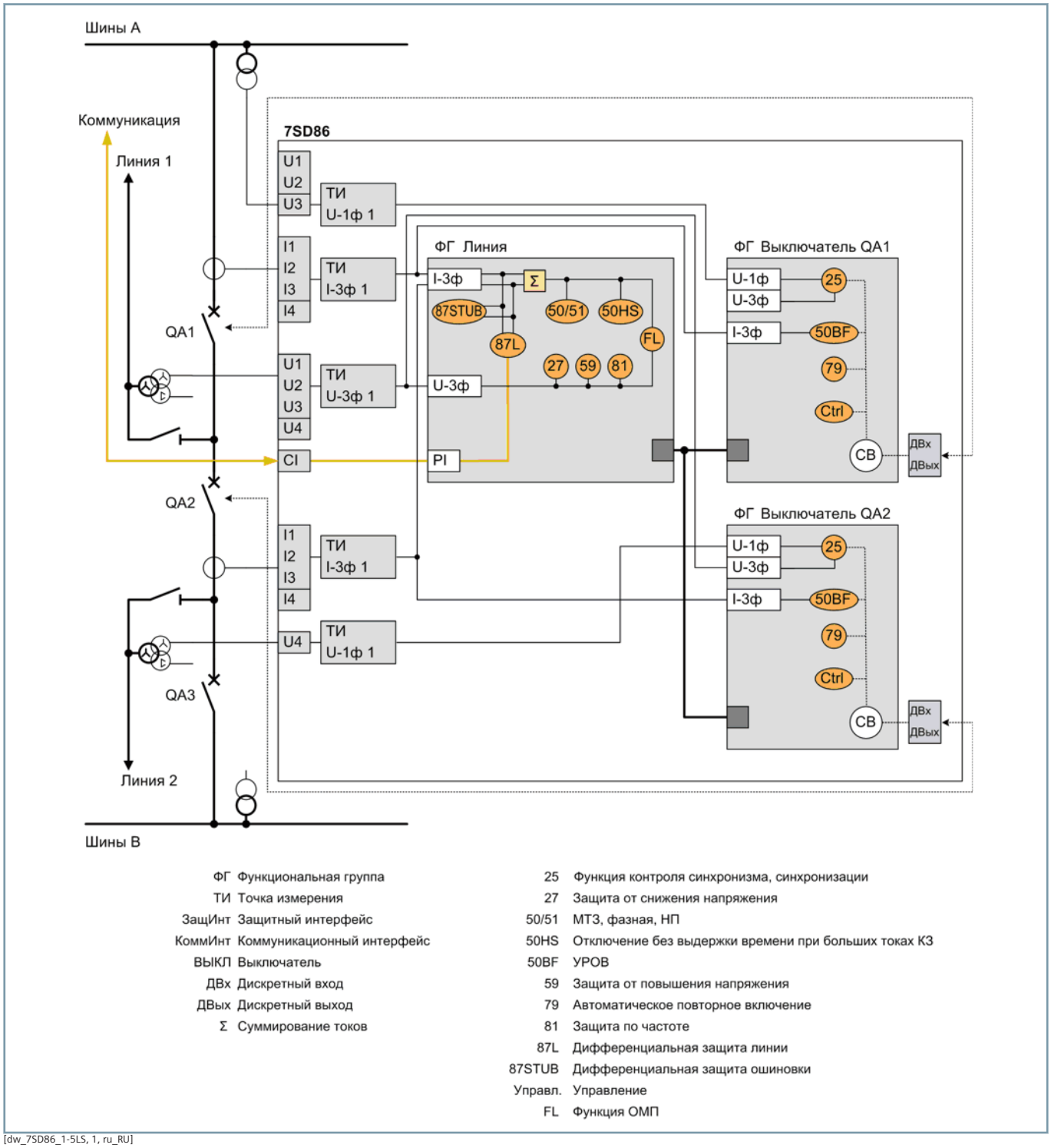


ФГ	Функциональная группа
ТИ	Точка измерения
ЗащИнт	Защитный интерфейс
КоммИнт	Коммуникационный интерфейс
ВЫКЛ	Выключатель
ДВх	Дискретный вход
ДВых	Дискретный выход

25	Функция контроля синхронизма, синхронизации
27	Защита от снижения напряжения
50/51	МТЗ, фазная, НП
50HS	Отключение без выдержки времени при больших токах КЗ
50BF	УРОВ
59	Защита от повышения напряжения
79	Автоматическое повторное включение
81	Защита по частоте
87L	Дифференциальная защита линии
Управл.	Управление
FL	Функция ОМП

[dw_7SD86_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.7/4 Пример применения: дифференциальная защита линии для воздушной линии электропередачи



ФГ	Функциональная группа
ТИ	Точка измерения
ЗащИнт	Защитный интерфейс
КоммИнт	Коммуникационный интерфейс
ВЫКЛ	Выключатель
ДВх	Дискретный вход
ДВых	Дискретный выход
Σ	Суммирование токов

25	Функция контроля синхронизма, синхронизации
27	Защита от снижения напряжения
50/51	МТЗ, фазная, НП
50HS	Отключение без выдержки времени при больших токах КЗ
50BF	УРОВ
59	Защита от повышения напряжения
79	Автоматическое повторное включение
81	Защита по частоте
87L	Дифференциальная защита линии
87STUB	Дифференциальная защита ошиновки
Управл.	Управление
FL	Функция ОМП

[dw_7SD86_1-5LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.7/5 Пример применения: дифференциальная защита линии для воздушной линии электропередачи с полуторной схемой

Дифференциальная защита линий – SIPROTEC 7SD86

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■	■	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI	■	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■	■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■				
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■				
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■				
37	Минимальная токовая защита	I <	■				
38	Контроль температуры	θ >	■				
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■				
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■				
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■				
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■				
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■				
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■				
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■				
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■				
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■				
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■				
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■				
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■				
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■				

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■				
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		■	■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■				
86	Блокировка		■				
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■				
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI	■			■	
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■				
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты		■				
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■				■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■				
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■				
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■				
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■				
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■				
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■				
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■				
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■				
	Функция последовательности коммутаций		■				
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■				
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■	■	■
	Разъединитель		■				■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■				
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■				
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■				
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■				

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
Класс функциональных единиц:				0	150	250	300
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*							

Таблица 2.7/2 SIPROTEC 7SD86 — функции и шаблоны типового применения

1 DIFF, базовый

2 DIFF, воздушная линия электропередачи

3 DIFF, воздушная линия электропередачи с трансформатором

4 DIFF, воздушная линия электропередачи, полуторная схема

Описание

Дифференциальная защита SIPROTEC 7SD87 пригодна для селективной защиты линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6. Также в области действия защиты могут быть трансформаторы и компенсирующие катушки. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SD87 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дифференциальная защита
Отключение	1-фазное и 3-фазное, минимальное время отключения: 9 мс
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 9 мс
- Основная функция защиты — дифференциальная защита с адаптивным алгоритмом для обеспечения максимальной чувствительности и устойчивости даже при самых разнообразных неисправностях и ошибках измерительных трансформаторов, насыщении трансформаторов тока и емкостных зарядных токах
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях с изолированной нейтралью
- Обнаружение насыщения трансформаторов тока
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Функция 1/3-фазного автоматического повторного включения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.7/6 SIPROTEC 7SD87

- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-103-5, МЭК 5-60870-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

- Защита линий для всех классов напряженияс 1-фазным и 3-фазным отключением
- Фазоселективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6

Дифференциальная защита линий – SIPROTEC 7SD87

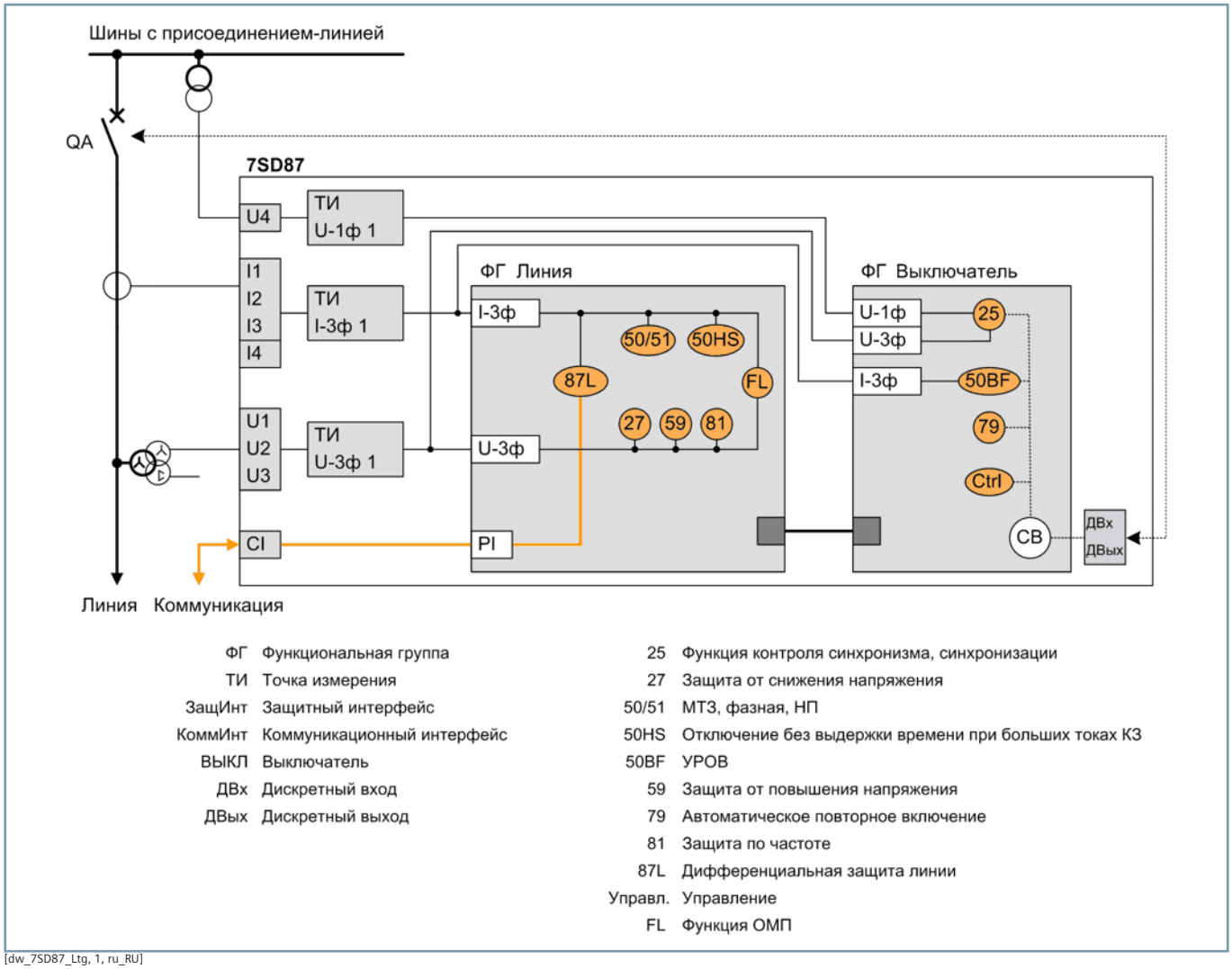
- Также используется в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- В области действия защиты могут быть трансформаторы и компенсирующие катушки
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

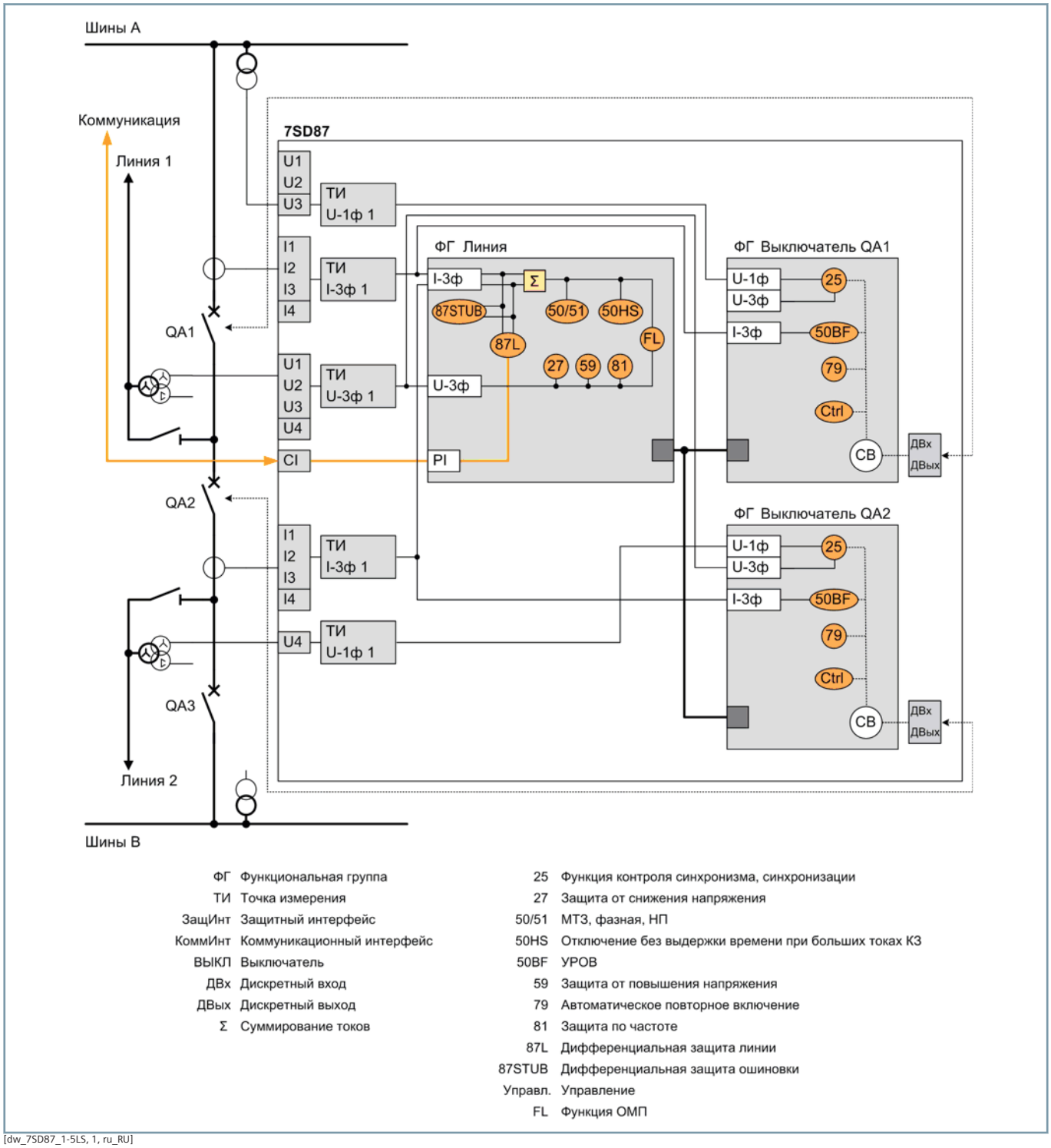
Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовая дифференциальная защита
- Дифференциальная защита для воздушной линии электропередачи
- Дифференциальная защита для воздушной линии электропередачи, применение с полуторной схемой



[dw_7SD87_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.7/7 Пример применения: дифференциальная защита линии для воздушной линии электропередачи



ФГ	Функциональная группа
ТИ	Точка измерения
ЗащИнт	Защитный интерфейс
КоммИнт	Коммуникационный интерфейс
ВЫКЛ	Выключатель
ДВх	Дискретный вход
ДВых	Дискретный выход
Σ	Суммирование токов

25	Функция контроля синхронизма, синхронизации
27	Защита от снижения напряжения
50/51	МТЗ, фазная, НП
50HS	Отключение без выдержки времени при больших токах КЗ
50BF	УРОВ
59	Защита от повышения напряжения
79	Автоматическое повторное включение
81	Защита по частоте
87L	Дифференциальная защита линии
87STUB	Дифференциальная защита ошиновки
Управл.	Управление
FL	Функция ОМП

[dw_7SD87_1-5LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.7/8 Пример применения: дифференциальная защита линии для воздушной линии электропередачи с полуторной схемой

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
	Функции защиты для 1-фазного отключения	1ф	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■			
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■			
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 1/3ф	CBFP	■		■	■
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■			
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■			
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■			
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■			
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
79	Автоматическое повторное включение, 1/3ф	AR	■		■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
86	Блокировка		■		■	■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■			
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI	■			
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■			
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты		■			
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■			■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■			
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■			
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■			
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
Класс функциональных единиц:				0	150	325
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.7/3 SIPROTEC 7SD87 — функции и шаблоны типового применения

1 DIFF, базовый

2 DIFF, воздушная линия электропередачи

3 DIFF, воздушная линия электропередачи, полуторная схема

Описание

Комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии SIPROTEC 7SL82 разработана специально для реализации оптимизированной по стоимости компактной защиты линий электропередачи в сетях среднего и высокого напряжения. Благодаря гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SL82 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дифференциальная и дистанционная защита в сетях среднего и высокого напряжения
Отключение	3-фазное, минимальное время отключения: 19 мс
Входы и выходы	4 аналоговых токовых входа, 4 аналоговых входа напряжения (опция), 11 или 23 дискретных входа, 9 или 16 дискретных выходов
Гибкость аппаратного обеспечения	В базовом модуле 1/3 доступны разные структуры аппаратного обеспечения для дискретных входов и выходов. Добавление модулей расширения 1/6 невозможно; доступны устройства с большим или маленьким дисплеем.
Ширина корпуса	1/3 × 19 дюймов

Основные свойства

- Компактная и недорогая дифференциальная и дистанционная защита линии
- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 19 мс
- Основная функция защиты — дифференциальная защита с адаптивным алгоритмом для обеспечения максимальной чувствительности и устойчивости даже при самых разнообразных неисправностях и ошибках измерительных трансформаторов, насыщении трансформаторов тока и емкостных зарядных токах

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.8/1 SIPROTEC 7SL82

- Возможен выбор нескольких функций дистанционной защиты в качестве резервной защиты или 2-й основной защиты: классическая, защита реактивного сопротивления (RMD), защита по полному сопротивлению трансформаторов
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях с изолированной нейтралью
- Обнаружение насыщения трансформатора тока для быстрого отключения с высокой точностью
- Адаптивная блокировка при качаниях мощности
- Дуговая защита
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Два дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))

- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для удобного выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию

Применение

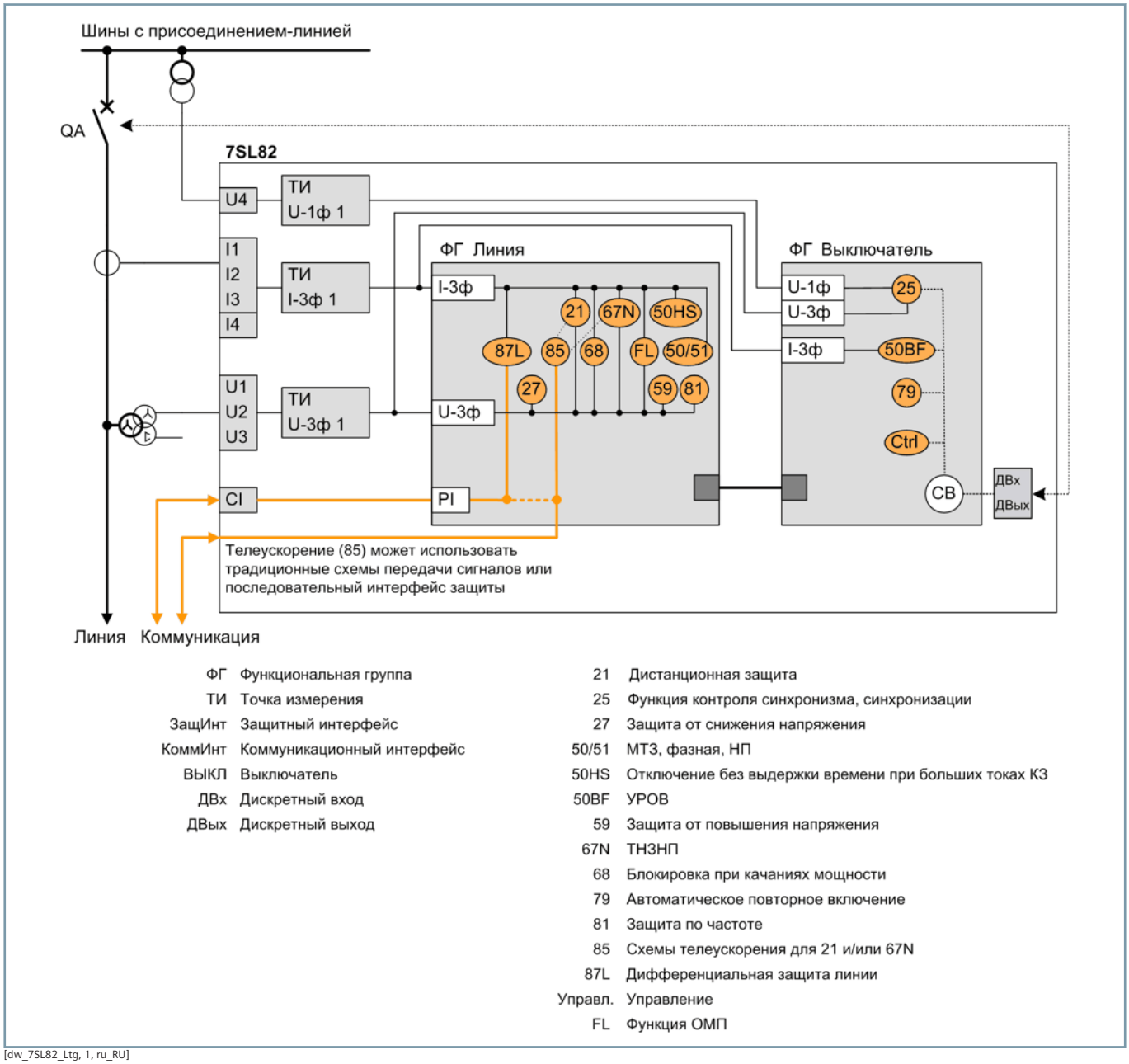
- Защита линий для всех классов напряжениях 3-фазным отключением
- Фазоселективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6
- Трансформаторы и компенсирующие катушки в зоне защиты
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовая дифференциальная и дистанционная защита
- Дифференциальная и дистанционная защита для воздушной линии электропередачи в сетях с заземленной нейтралью



[dw_7SL82_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.8/2 Пример применения: комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии для воздушной линии электропередачи

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V <I >/∠ (V, I)	■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■		
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■		
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■		
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■		
37	Минимальная токовая защита	I <	■		
38	Контроль температуры	θ >	■		
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■		
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■		
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■		
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■		
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■		
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■		
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■		
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■		
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■		
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■		
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■		■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■		
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■		■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■		
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■		
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■		
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■	■	■
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■	■	■
86	Блокировка		■		
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI	■		
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■		
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■		
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■		
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■		
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■		
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■		
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■
	CFC, арифметическая		■		
	Функция последовательности коммутаций		■		
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■		
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■
	Управление		■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
	Выключатель		■	■	■
	Разъединитель		■		
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■		
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■		
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■		
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■		
Класс функциональных единиц:				0	200
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*					

Таблица 2.8/1 SIPROTEC 7SL82 — функции и шаблоны типового применения

1 DIFF/DIS, базовый

2 DIFF/DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль

Описание

Комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии SIPROTEC 7SL86 разработана специально для защиты линий электропередачи. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SL86 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дифференциальная и дистанционная защита
Отключение	3-фазное, минимальное время отключения: 9 мс
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 9 мс
- Основная функция защиты — дифференциальная защита с адаптивным алгоритмом для обеспечения максимальной чувствительности и устойчивости даже при самых разнообразных неисправностях и ошибках измерительных трансформаторов, насыщении трансформаторов тока и емкостных зарядных токах
- Возможен выбор нескольких функций дистанционной защиты в качестве резервной защиты или 2-й основной защиты: классическая, защита реактивного сопротивления (RMD), защита по полному сопротивлению трансформаторов
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Адаптивная блокировка при качаниях мощности, защита от выпадения из синхронизма
- Обнаружение насыщения трансформатора тока для быстрого отключения с высокой точностью
- Дуговая защита
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Функция 3-фазного автоматического повторного включения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.8/3 SIPROTEC 7SL86

- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

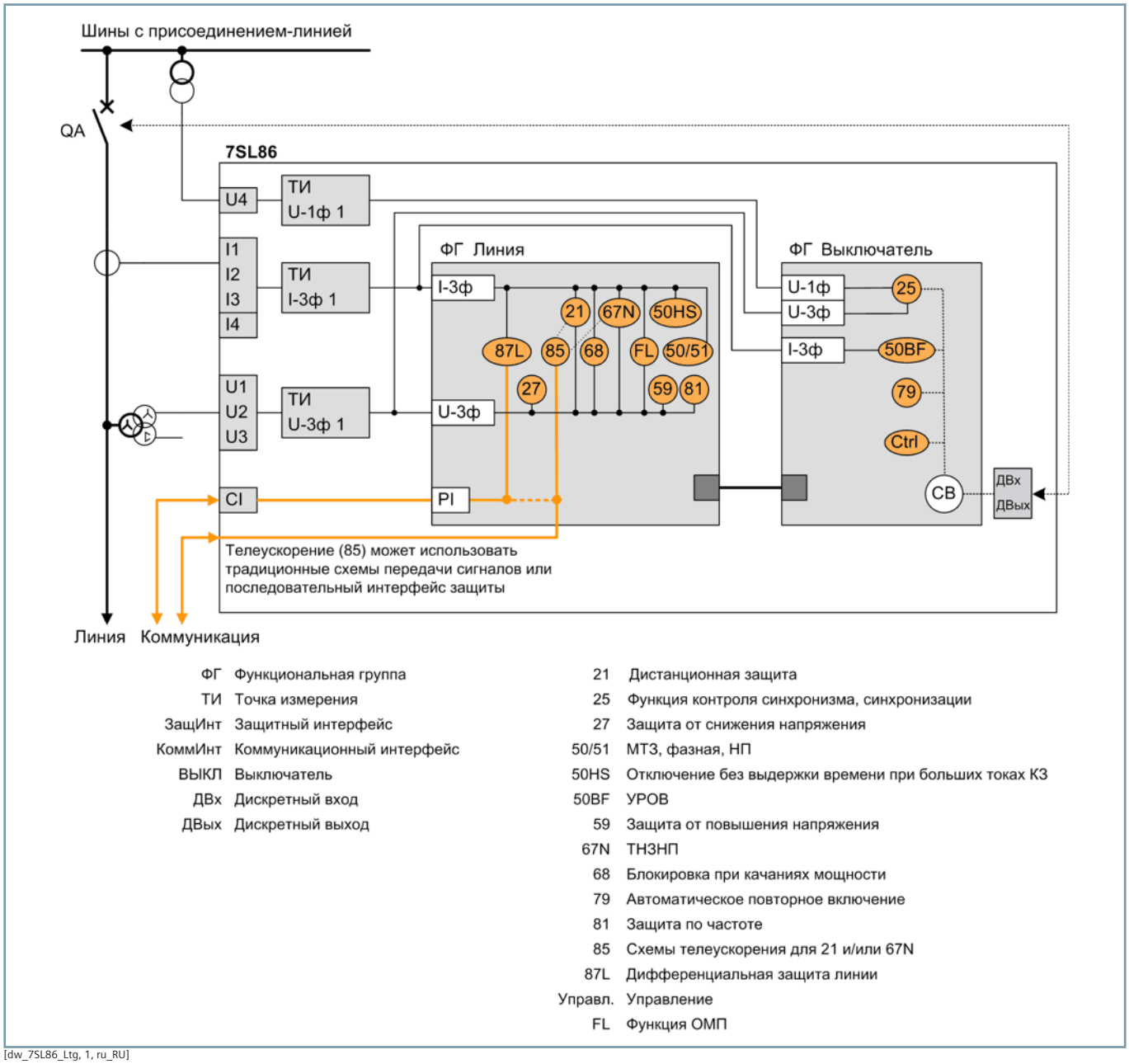
- Защита линий для всех классов напряженияс 3-фазным отключением
- Фазоселективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6
- Также используется в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Трансформаторы и компенсирующие катушки в зоне защиты
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

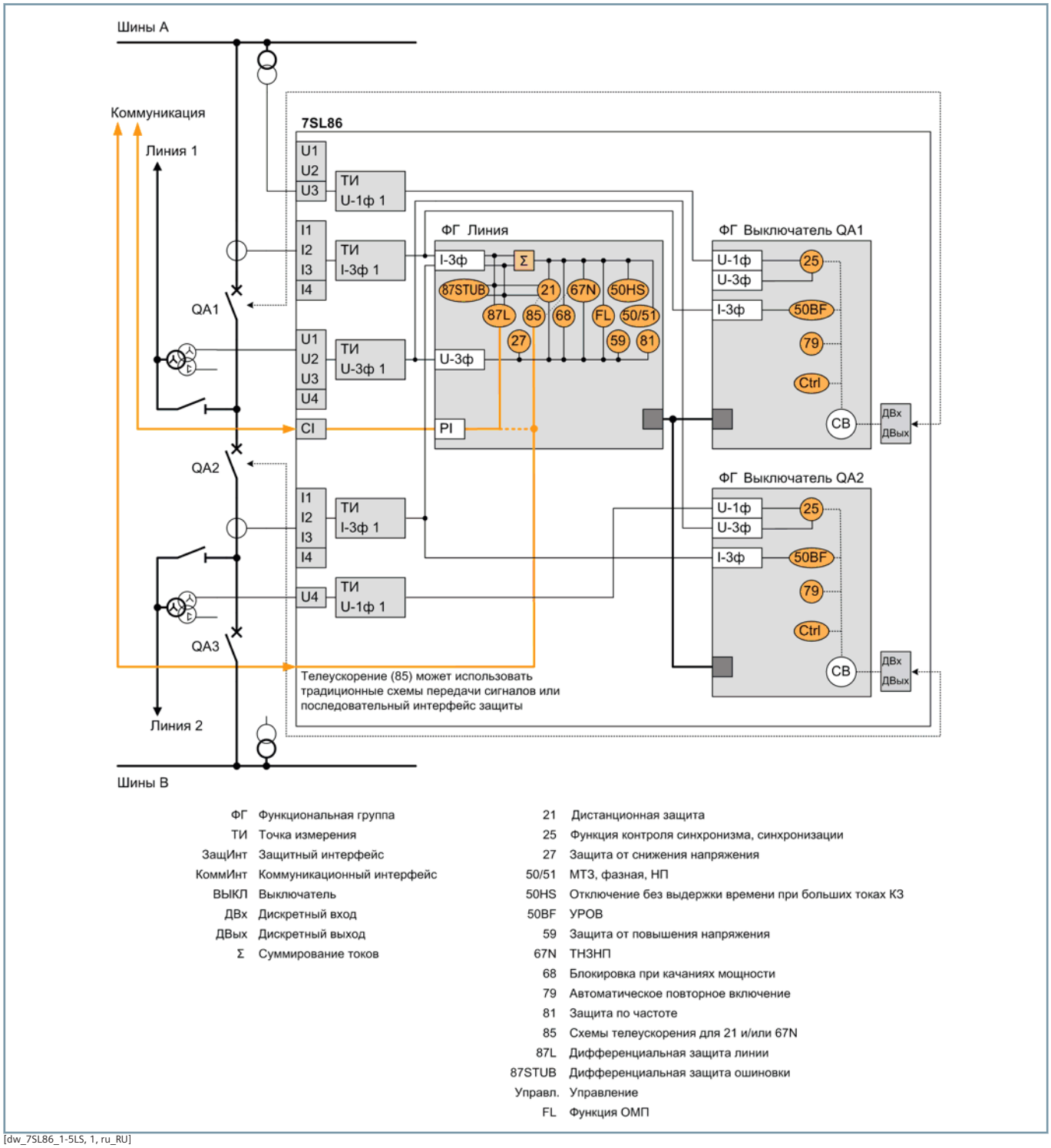
Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовый
- Дифференциальная и дистанционная защита реактивного сопротивления для воздушной линии электропередачи в сетях с заземленной нейтралью
- Дифференциальная и дистанционная защита по полному сопротивлению с функцией АПВ для воздушной линии электропередачи в сетях с заземленной нейтралью, применение с полуторной схемой



[dw_7SL86_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.8/4 Пример применения: комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии для воздушной линии электропередачи



ФГ	Функциональная группа
ТИ	Точка измерения
ЗащИнт	Защитный интерфейс
КоммИнт	Коммуникационный интерфейс
ВЫКЛ	Выключатель
ДВх	Дискретный вход
ДВых	Дискретный выход
Σ	Суммирование токов

21	Дистанционная защита
25	Функция контроля синхронизма, синхронизации
27	Защита от снижения напряжения
50/51	МТЗ, фазная, НП
50HS	Отключение без выдержки времени при больших токах КЗ
50BF	УРОВ
59	Защита от повышения напряжения
67N	ТНЗНП
68	Блокировка при качаниях мощности
79	Автоматическое повторное включение
81	Защита по частоте
85	Схемы телеускорения для 21 и/или 67N
87L	Дифференциальная защита линии
87STUB	Дифференциальная защита ошиновки
Управл.	Управление
FL	Функция ОМП

[dw_7SL86_1-5LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.8/5 Пример применения: комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии для воздушной линии электропередачи с полуторной схемой

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V <I >/∠ (V, I)	■	■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■			
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■			
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■			
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■			
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■			
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■		■	■
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■		■	■

Дифференциальная и дистанционная защита – SIPROTEC 7SL86

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■			
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■			
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■		■	■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■			
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■	■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■	■	■	■
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■	■	■	■
86	Блокировка		■			
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■			
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI	■			
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■			
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты		■			
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■			■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■			
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■			
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■			
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■			
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■			
Класс функциональных единиц:				0	200	350
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.8/2 SIPROTEC 7SL86 — функции и шаблоны типового применения

1 DIFF/DIS, базовый

2 DIFF/DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль

3 DIFF/DIS RMD, воздушная линия электропередачи, полуторная схема

Дифференциальная и дистанционная защита – SIPROTEC 7SL87

Описание

Комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии SIPROTEC 7SL87 разработана специально для защиты линий электропередачи. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SL87 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Дифференциальная и дистанционная защита
Отключение	1-фазное и 3-фазное, минимальное время отключения: 9 мс
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Минимальное время отключения: 9 мс
- Основная функция защиты — дифференциальная защита с адаптивным алгоритмом для обеспечения максимальной чувствительности и устойчивости даже при самых разнообразных неисправностях и ошибках измерительных трансформаторов, насыщении трансформаторов тока и емкостных зарядных токах
- Возможен выбор нескольких функций дистанционной защиты в качестве резервной защиты или 2-й основной защиты: классическая, защита реактивного сопротивления (RMD), защита по полному сопротивлению трансформаторов
- Направленная резервная защита и различные дополнительные функции
- Адаптивная блокировка при качаниях мощности, защита от выпадения из синхронизма
- Обнаружение насыщения трансформатора тока для быстрого отключения с высокой точностью
- Дуговая защита
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Функция 1/3-фазного автоматического повторного включения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.8/6 SIPROTEC 7SL87

- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

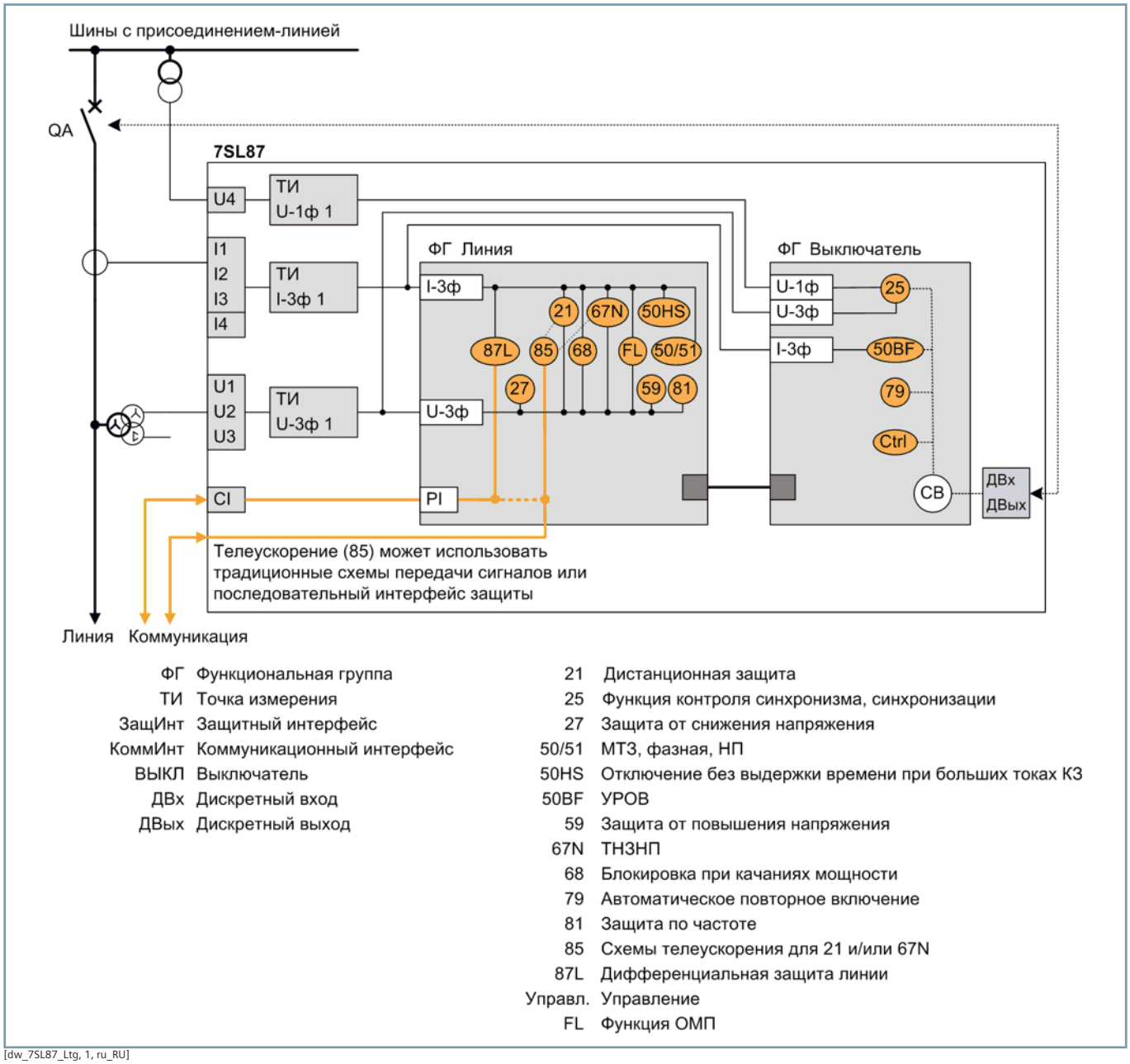
- Защита линий для всех классов напряженияс 1-фазным и 3-фазным отключением
- Фазоселективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием любой длины с общим числом концов линий до 6
- Также используется в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Трансформаторы и компенсирующие катушки в зоне защиты
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

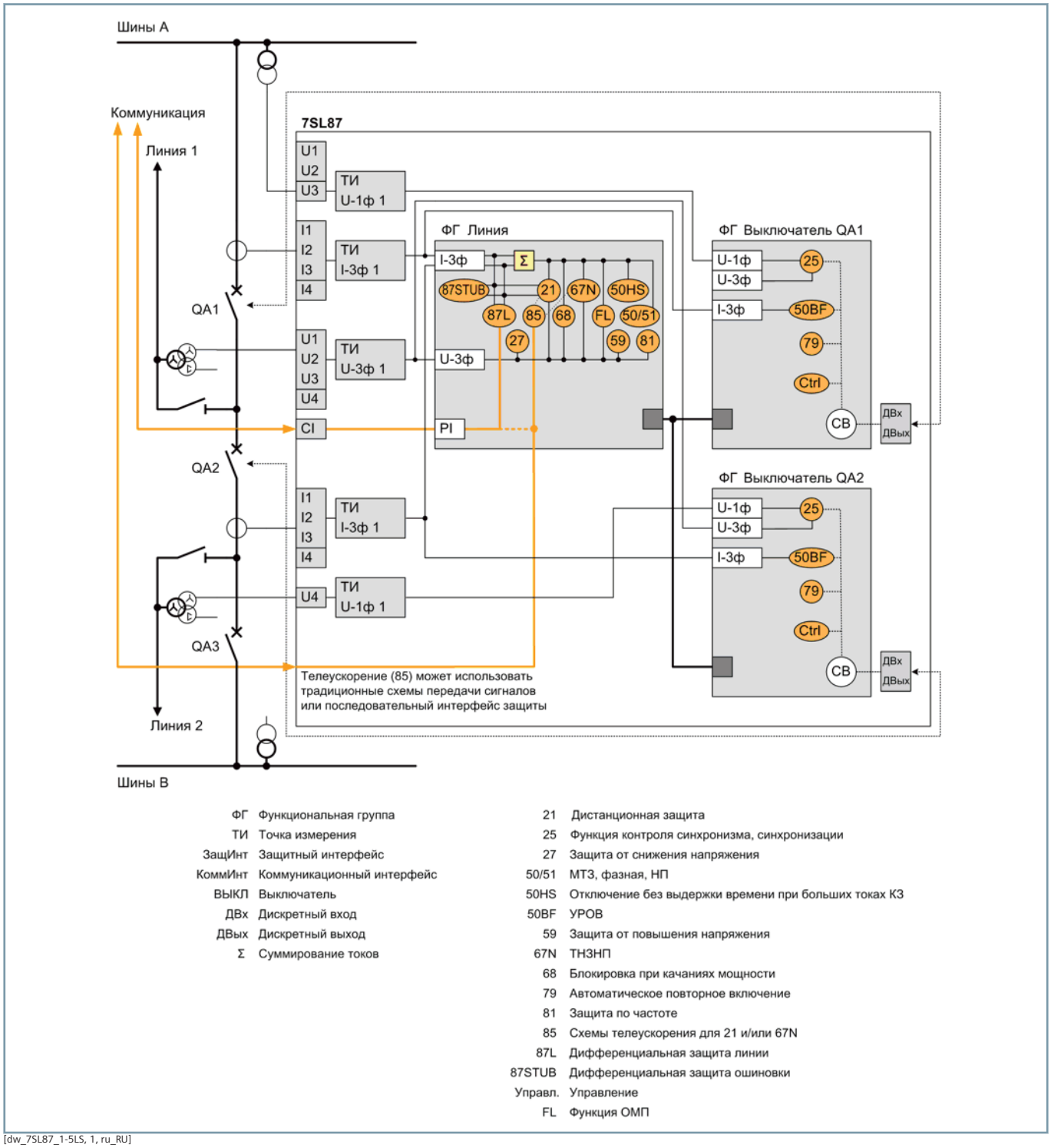
Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Базовая дифференциальная и дистанционная защита
- Дифференциальная и дистанционная защита реактивного сопротивления для воздушной линии электропередачи в сетях с заземленной нейтралью
- Дифференциальная и дистанционная защита по полному сопротивлению для воздушной линии электропередачи в сетях с глухозаземленной нейтралью, применение с полуторной схемой



[dw_7SL87_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.8/7 Пример применения: комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии для воздушной линии электропередачи



ФГ	Функциональная группа
ТИ	Точка измерения
ЗащИнт	Защитный интерфейс
КоммИнт	Коммуникационный интерфейс
ВЫКЛ	Выключатель
ДВх	Дискретный вход
ДВых	Дискретный выход
Σ	Суммирование токов

21	Дистанционная защита
25	Функция контроля синхронизма, синхронизации
27	Защита от снижения напряжения
50/51	МТЗ, фазная, НП
50HS	Отключение без выдержки времени при больших токах КЗ
50BF	УРОВ
59	Защита от повышения напряжения
67N	ТНЗНП
68	Блокировка при качаниях мощности
79	Автоматическое повторное включение
81	Защита по частоте
85	Схемы телеускорения для 21 и/или 67N
87L	Дифференциальная защита линии
87STUB	Дифференциальная защита ошиновки
Управл.	Управление
FL	Функция ОМП

[dw_7SL87_1-5LS, 1, ru_RU]

Рисунок 2.8/8 Пример применения: комбинированная дифференциальная и дистанционная защита линии для воздушной линии электропередачи с полуторной схемой

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
	Функции защиты для 1-фазного отключения	1ф	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠ (V, I)	■	■	■	■
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■			
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■	■	■	■
87L	Дифференциальная защита 3–6-концевой линии (зависит от основных свойств)	ΔI	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■			
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■			
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■		■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	■	■	■
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 1/3ф	CBFP	■		■	■
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■			
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■		■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■			
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■			
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■		■	■
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■			
79	Автоматическое повторное включение, 1/3ф	AR	■		■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■	■	■	■
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■	■	■	■
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■	■	■	■
86	Блокировка		■			
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■			
87L/ 87T	Опция для дифференциальной защиты линии: включая силовой трансформатор	ΔI	■			
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■			
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты		■			
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■			■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■			
	Инициирование внешнего отключения		■	■	■	■
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	■	■
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■			
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■			
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■			
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■			
Класс функциональных единиц:				0	225	400
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.8/3 SIPROTEC 7SL87 — функции и шаблоны типового применения

1 DIFF/DIS, базовый

2 DIFF/DIS RMD, воздушная линия электропередачи, глухозаземленная нейтраль

3 DIFF/DIS RMD, воздушная линия электропередачи, полуторная схема

Описание

Устройство управления выключателем SIPROTEC 7VK87 разработано специально для управления выключателем. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7VK87 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Автоматическое повторное включение, проверка синхронизма, устройство резервирования отказов выключателей
Отключение	1ф и 3ф или 3ф
Входы и выходы	12 предопределенных стандартных вариантов с 4/4 или 8/8 аналоговыми входами тока/напряжения, 5–31 дискретным входом, 8–46 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Функция автоматического повторного включения и проверка синхронизации для применений защиты линий с 1-фазным и 3-фазным отключением
- Устройство резервирования отказов выключателя для 1-фазного и 3-фазного отключения
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Автоматический регулятор напряжения для трансформаторов
- Дуговая защита
- Защита по напряжению
- Графический логический редактор для создания дополнительных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.9/1 Устройство управления выключателем SIPROTEC 7VK87

- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

- Автоматическое повторное включение после 1/3-фазного отключения
- Проверка синхронизма перед повторным включением
- Устройство резервирования отказов выключателя
- Также возможно использование в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Резервная максимальная токовая защита и защита по напряжению
- Передача данных защиты на разные расстояния и по разным физическим средам, таким как оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)

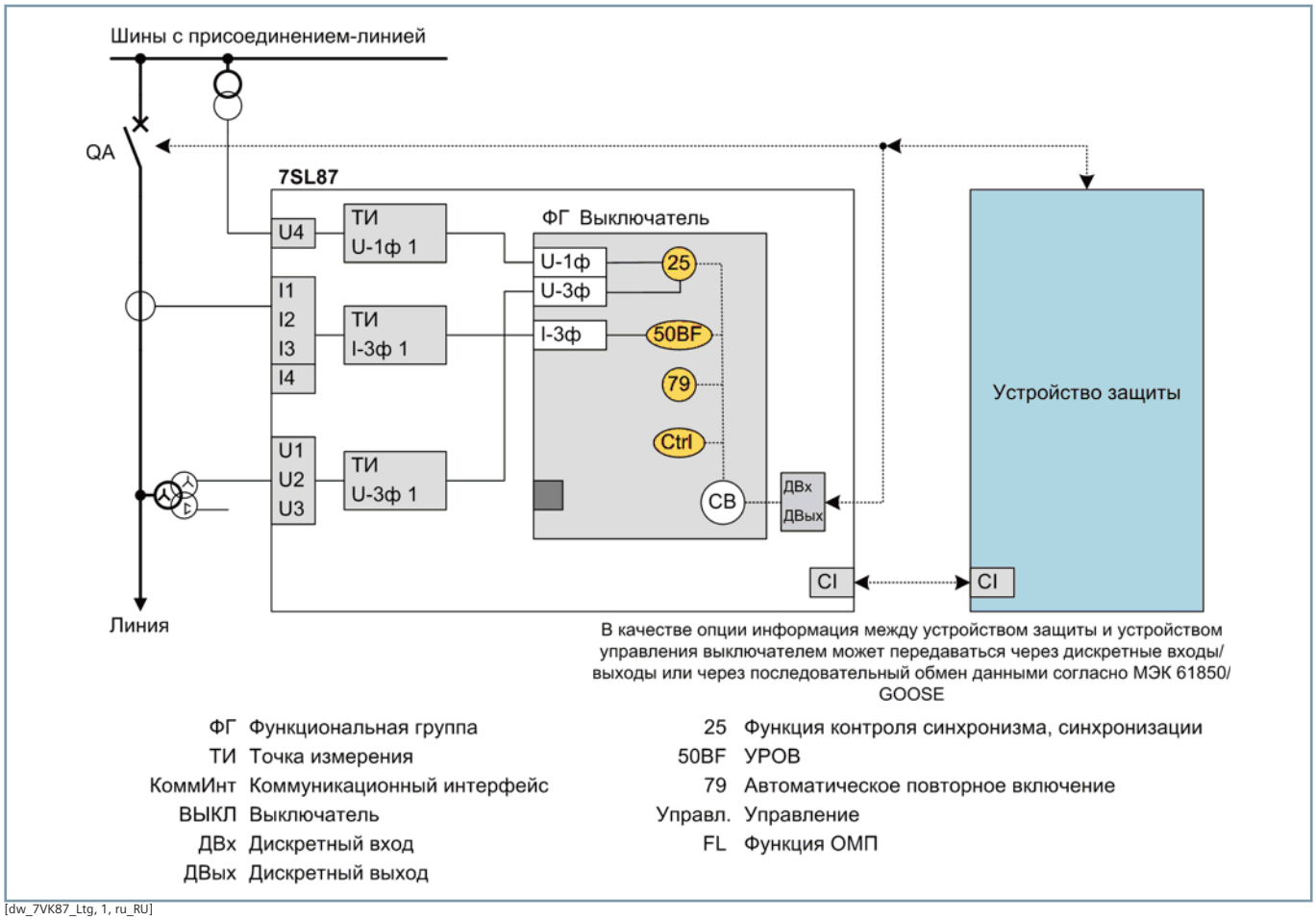
Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Управление выключателем – SIPROTEC 7VK87

Доступен следующий шаблон типового применения:

- Базовое устройство управления выключателем



[dw_7VK87_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.9/2 Пример применения: устройство управления выключателем

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон
				1
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■
	Функции защиты для 1-фазного отключения	1ф	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■	
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■	
37	Минимальная токовая защита	I <	■	
38	Контроль температуры	θ >	■	
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■	
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■	
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■	
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■	
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■	
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 1/3ф	CBFP	■	■
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■	
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■	
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■	
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	
79	Автоматическое повторное включение, 1/3ф	AR	■	■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■	
86	Блокировка		■	
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■	
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■	
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■	
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■	
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■	
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■	
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■	
	Измеренные значения, стандартные		■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон
				1
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■	
	Статистические счетчики коммутаций		■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■	
	CFC (стандартная, управление)		■	■
	CFC, арифметическая		■	
	Функция последовательности коммутаций		■	
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	
	Инициирование внешнего отключения		■	■
	Управление		■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■
	Мониторинг и контроль		■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	
	Выключатель		■	■
	Разъединитель		■	■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■	
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■	
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■	
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■	
Класс функциональных единиц:				0
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*				

Таблица 2.9/1 SIPROTEC 7VK87 — функции и шаблоны типового применения

1 Базовый (79 AR, 25 Sync., резервирование отказов выключателей 50BF)

Максимальная токовая защита в качестве резервной защиты линии – SIPROTEC 7SJ86

Описание

Максимальная токовая защита SIPROTEC 7SJ86 разработана специально для использования в качестве резервной или аварийной защиты линии электропередачи. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SJ86 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Максимальная токовая защита (защита по напряжению/максимальная токовая защита с обратнозависимой характеристикой выдержки времени)
Отключение	3ф
Входы и выходы	3 предопределенных стандартных варианта с 4/4 аналоговыми входами тока/напряжения, 11–23 дискретными входами, 9–25 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Максимальная токовая защита в качестве резервной/аварийной защиты линии для всех классов напряжения с 3-фазным отключением
- Оптимизированное время отключения благодаря сравнению направления мощности и передаче данных защиты
- Обнаружение устойчивых, неустойчивых и перемежающихся коротких замыканий на землю в системах с заземлением через дугогасящий реактор и в сетях с изолированной нейтралью
- Дуговая защита
- Защита от перенапряжения и минимального напряжения
- Защита по частоте и защита по изменению частоты для применений сброса нагрузки
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Функции защит для батарей конденсаторов, такие как максимальная токовая защита, защита от перегрузки, защита от несимметрии токов, защита от импульсного перенапряжения и дифференциальная защита
- Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Устройство резервирования отказов выключателя
- Мониторинг повторного зажигания дуги в выключателе

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.10/1 SIPROTEC 7SJ86

- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- 4 дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная передача данных защиты по оптоволоконным линиям, двухпроводным кабелям и через сети передачи данных (IEEE C37.94 и другие), включая данные об автоматическом переключении между кольцевой и цепочечной топологиями
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Максимальная токовая защита в качестве резервной защиты линии – SIPROTEC 7SJ86

Применение

- Резервная и аварийная защита линии электропередачи
- Обнаружение и селективное 3-фазное отключение коротких замыканий в электрооборудовании в сетях с топологией «звезда», линиях с односторонним или двухсторонним питанием, параллельных линиях и разомкнутых или замкнутых кольцевых сетях для всех классов напряжения
- Использование в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор с топологией «звезда», «кольцо» и сложнозамкнутой топологией
- Резервная защита для устройств дифференциальной защиты всех типов для линий, трансформаторов, генераторов, электродвигателей и систем шин
- Защита и мониторинг батарей конденсаторов
- Синхронизированные векторные измерения (PMU)
- Защита от обратной мощности

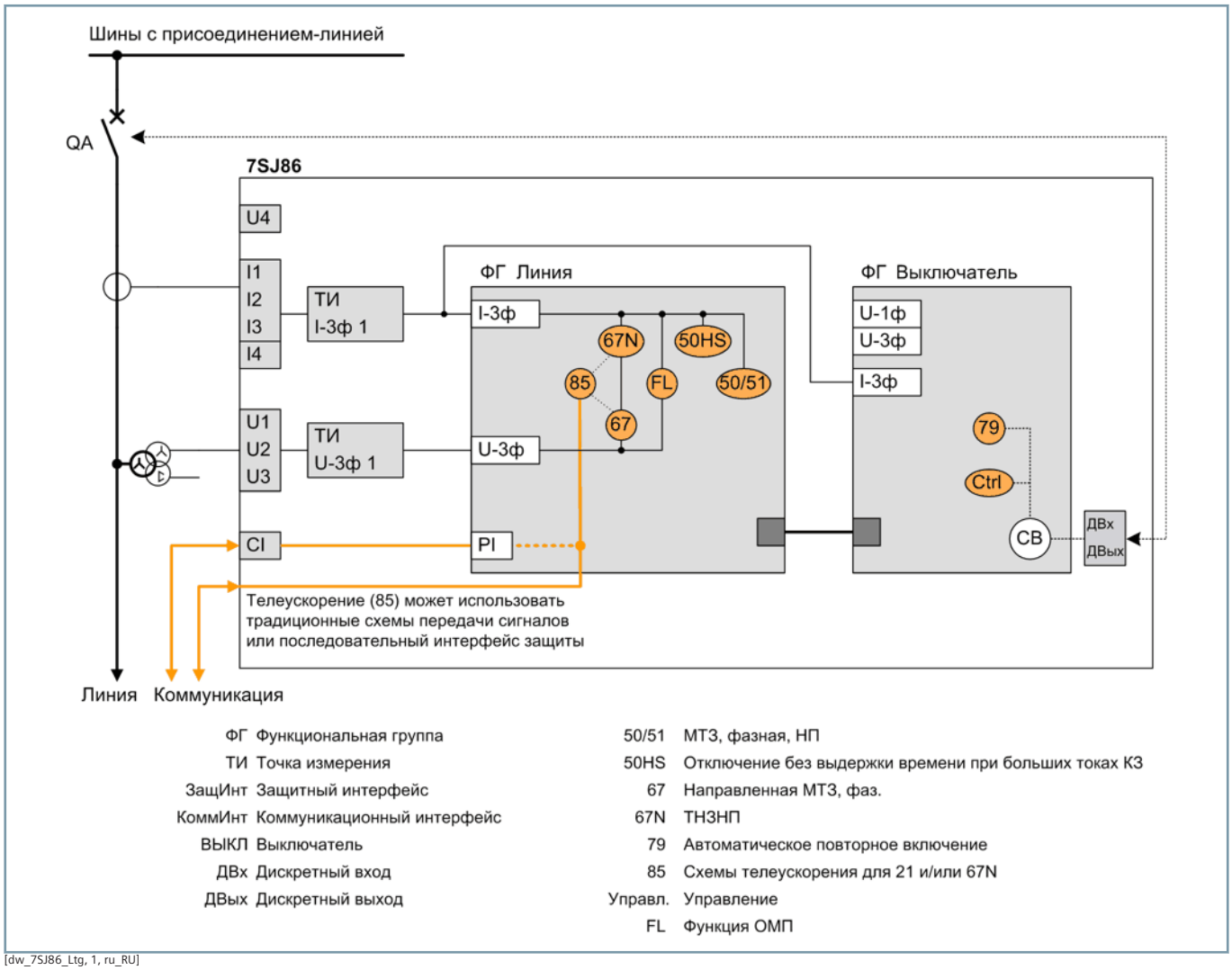
Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

- Ненаправленная максимальная токовая защита SIPROTEC 7SJ86
- Направленная максимальная токовая защита SIPROTEC 7SJ86

Рисунок 2.10/2 иллюстрирует пример применения для направленной защиты воздушной линии электропередачи. Объем функций основан на шаблоне типового применения направленной максимальной токовой защиты. Дополнительно из библиотеки DIGSI 5 загружены функции устройства определения места повреждения и автоматического повторного включения.



[dw_7SJ86_Ltg, 1, ru_RU]

Рисунок 2.10/2 Пример применения: направленная максимальная токовая защита для воздушной линии электропередачи

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■		
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■		
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■		
37	Минимальная токовая защита	I <	■		
38	Контроль температуры	θ >	■		
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■		
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■		
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■		
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■		
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■		
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■		
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■		
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■		
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■		
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■		
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■		■
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■		■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■		
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■		
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■		

Максимальная токовая защита в качестве резервной защиты линии – SIPROTEC 7SJ86

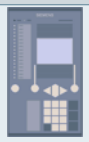
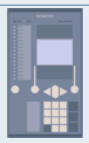
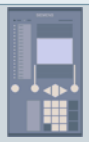
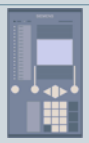
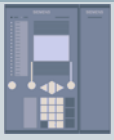
ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
85/67N	Телеускорение ТНЗНП		■		
86	Блокировка		■		■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■		
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■		
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■		
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■		
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■		
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■		
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■
	CFC, арифметическая		■		
	Функция последовательности коммутаций		■		
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■
	Инициирование внешнего отключения		■		
	Управление		■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■	■	
	Выключатель		■	■	■
	Разъединитель		■		■
	Регион — Франция: защита от перегрузки для линий электропередачи и кабелей «PSL-PSC»		■		
	Регион — Франция: максимальная токовая защита «MAXI-L»		■		
	Регион — Франция: защита с развязкой сетей «PDA»		■		
	Регион — Франция: защита от перегрузки для трансформаторов		■		
Класс функциональных единиц:				0	50
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*					

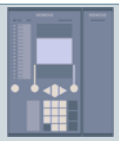
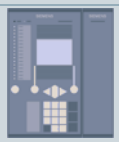
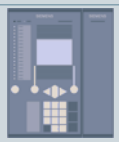
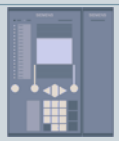
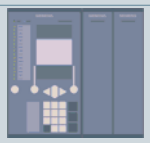
Таблица 2.10/1 SIPROTEC 7SJ86 — функции и шаблоны типового применения

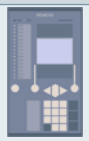
1 Ненаправленная максимальная токовая защита (4*I, 4*V)

2 Направленная максимальная токовая защита — заземленная сеть

Стандартные варианты

Стандартный вариант для SIPROTEC 7SA82, 7SD82, 7SL82		
Тип 1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 8 стандартных) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS101 и IO101	
Тип 2	1/3, 23 Двх, 16 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 23 дискретных входа 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 15 стандартных) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS101, IO101 и IO110	
Стандартные варианты SIPROTEC 7SA86, 7SD86, 7SL86, 7SA87, 7SD87, 7SL87, 7VK87		
Тип 1	1/3, 7 Двх, 14 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 7 дискретных входов 14 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 8 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208	
Тип 2	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202	
Тип 3	1/2, 13 Двх, 21 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 13 дискретных входов 21 дискретный выход (1 контакт исправности, 12 стандартных, 8 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208 Модуль расширения: IO206	

Тип 4	1/2, 19 Двх, 30 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 19 дискретных входов 30 дискретных выходов (1 контакт исправности, 21 стандартный, 8 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208 Модуль расширения: IO205	
Тип 5	1/2, 21 Двх, 17 ДВых (4 P), 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 21 дискретный вход 17 дискретных выходов (1 контакт исправности, 6 стандартных, 6 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модуль расширения: IO204	
Тип 6	1/2, 15 Двх, 18 ДВых (4 HS), 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 15 дискретных входов 18 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 8 быстродействующих, 4 высокоскоростных) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208 Модуль расширения: IO209	
Тип 7	1/2, 15 Двх, 20 ДВых, 16 СИД, 8 I, 8 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 15 дискретных входов 20 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 14 быстродействующих) 16 СИД 8 аналоговых входов тока 8 аналоговых входов напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208 Модуль расширения: IO202	
Тип 8	2/3, 31 Двх, 46 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 31 дискретный вход 46 дискретных выходов (1 контакт исправности, 37 стандартных, 8 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208 Модули расширения: IO205, IO205	

Тип 9	2/3, 29 Двх, 23 ДВых (4 P), 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 31 дискретный вход 25 дискретных выходов (1 контакт исправности, 10 стандартных, 6 быстродействующих, 8 мощных) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: IO204, IO204	
Тип 10	2/3, 27 Двх, 34 ДВых (4 HS), 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 27 дискретных входов 34 дискретных выхода (1 контакт исправности, 21 стандартный, 8 быстродействующих, 4 высокоскоростных) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208 Модули расширения: IO205, IO209	
Тип 11	2/3, 27 Двх, 36 ДВых, 16 СИД, 8 I, 8 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 27 дискретных входов 36 дискретных выходов (1 контакт исправности, 21 стандартный, 14 быстродействующих) 16 СИД 8 аналоговых входов тока 8 аналоговых входов напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208, модули расширения IO202, IO205	
Тип 12	5/6, 27 Двх, 33 ДВых (8 HS), 16 СИД, 8 I, 8 V	
	Ширина корпуса: 5/6 × 19 дюймов 27 дискретных входов 33 дискретных выхода (1 контакт исправности, 8 стандартных, 16 быстродействующих, 8 высокоскоростных) 16 СИД 8 аналоговых входов тока 8 аналоговых входов напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO208, модули расширения IO208, IO209, IO209	
Стандартные варианты SIPROTEC 7SJ86		
Тип 1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202	

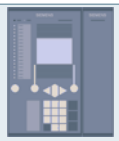
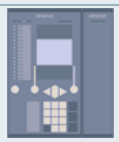
Тип 2	1/2, 17 Двх, 16 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 17 дискретных входов 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 9 стандартных, 6 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: IO206	
Тип 3	1/2, 23 Двх, 25 ДВых, 16 СИД, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 23 дискретных входа 25 дискретных выходов (1 контакт исправности, 18 стандартных, 6 быстродействующих) 16 СИД 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO202 Модули расширения: IO205	

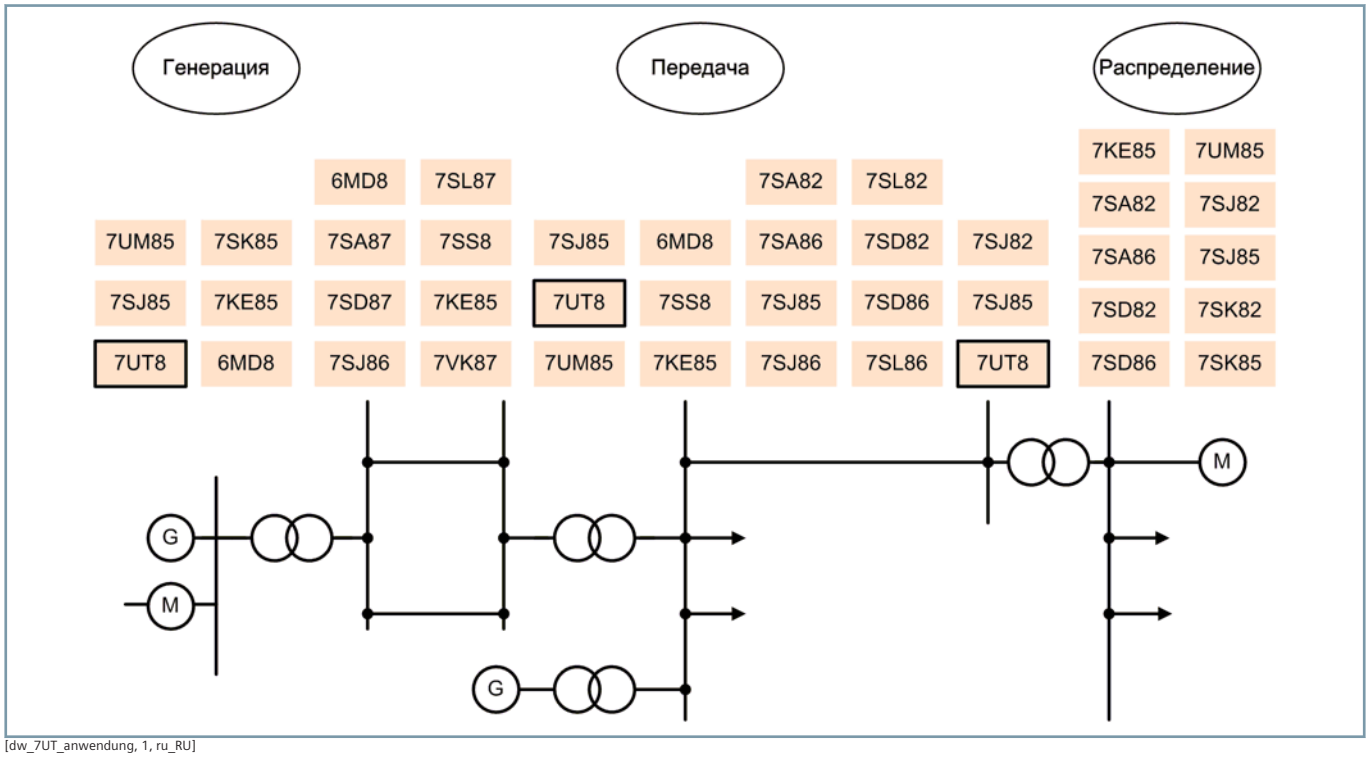
Таблица 2.10/2 Стандартные варианты устройств защиты линий электропередачи

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Дифференциальная защита трансформатора



[dw_7UT_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

SIPROTEC 7UT82, 7UT85, 7UT86, 7UT87

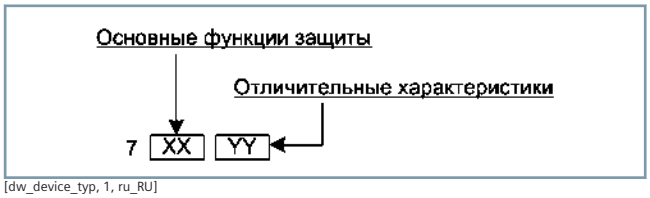
Устройства дифференциальной защиты трансформаторов SIPROTEC 5 представляют собой многофункциональные устройства, основные функции защиты которых основаны на принципе дифференциальной защиты. Они защищают трансформаторы разных типов, такие как двухобмоточные, трехобмоточные и многообмоточные трансформаторы с разным числом точек измерения, включая как стандартные силовые трансформаторы, так и автотрансформаторы.

Устройства можно использовать для всех классов напряжения. Большое количество функций защиты и автоматических функций позволяет использовать устройства во всех областях электроснабжения. Устройства обладают всеми важными вспомогательными функциями, которые необходимы в наше время для безопасной работы сетей. Они включают функции управления, измерения и мониторинга. Большое количество интерфейсов и протоколов связи отвечает требованиям селективной защиты, основанной на связи, а также автоматической работы.

Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро и, следовательно, экономически эффективно. Их модульная структура позволяет в каждом случае гибко адаптировать устройства дифференциальной защиты трансформаторов SIPROTEC 5 в соответствии с требованиями.

Можно выбрать для заказа устройства из числа различных стандартных вариантов. С помощью дополнительных модулей расширения можно адаптировать устройство к конкретной области применения (см. «Обзор стандартных вариантов»).

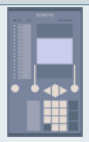
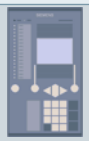
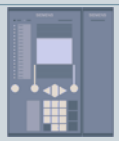
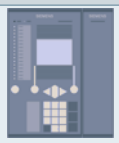
Определение типов устройств по обозначению



[dw_device_typ, 1, ru_RU]

Важные характерные особенности			
7	UT	82	Двухобмоточный трансформатор (2 стороны и макс. 2 точки измерения)
7	UT	85	Двухобмоточный трансформатор (2 стороны и макс. 5 точек измерения; расширяется до 3 сторон)
7	UT	86	Трехобмоточный трансформатор (3 стороны и макс. 6 точек измерения; расширяется до 4 сторон)
7	UT	87	Многообмоточный трансформатор (5 сторон и макс. 9 точек измерения)

Стандартные варианты

Стандартные варианты SIPROTEC 7UT82		
W1	1/3, 7 Двх, 7 ДВых, 8 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 7 дискретных входов 7 дискретных выходов (1 контакт исправности, 7 стандартных) 8 аналоговых входов тока Включает следующие модули: базовый модуль с PS101 и IO103	
Стандартные варианты SIPROTEC 7UT85		
O1	1/3, 7 Двх, 7 ДВых, 8 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 7 дискретных входов 7 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 4 быстродействующих) 8 аналоговых входов тока Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO203	
O2	1/2, 19 Двх, 23 ДВых, 8 I	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 19 дискретных входов 23 дискретных выхода (1 контакт исправности, 18 стандартных, 4 быстродействующих) 8 аналоговых входов тока Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO203 Модуль расширения: IO205	
Стандартные варианты SIPROTEC 7UT86		
P1	1/2, 11 Двх, 18 ДВых, 12 I, 4 U	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 11 дискретных входов 18 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 12 быстродействующих) 12 аналоговых входов тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO203, модуль расширения IO208	
P2	2/3, 23 Двх, 34 ДВых, 12 I, 4 U	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 23 дискретных входа 34 дискретных выхода (1 контакт исправности, 21 стандартный, 12 быстродействующих) 12 аналоговых входов тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO203 Модули расширения: IO208, IO205	
Стандартные варианты SIPROTEC 7UT87		

Q1	2/3, 15 Двх, 22 ДВых, 20 I, 4 U	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 15 дискретных входов 22 дискретных выхода (1 контакт исправности, 5 стандартных, 16 быстродействующих) 20 аналоговых входов тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO203 Модули расширения: IO208, IO203	
Q2	5/6, 27 Двх, 38 ДВых, 20 I, 4 U	
	Ширина корпуса: 5/6 × 19 дюймов 27 дискретных входов 38 дискретных выходов (1 контакт исправности, 21 стандартный, 16 быстродействующих) 20 аналоговых входов тока 4 аналоговых входа напряжения Включает следующие модули: базовый модуль с PS201 и IO203 Модули расширения: IO208, IO203 и IO205	

Таблица 2.11/5 Стандартные варианты устройств дифференциальной защиты трансформаторов

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

Наименование

Устройство дифференциальной защиты трансформатора SIPROTEC 7UT82 был разработан специально для защиты двух обмоток трансформаторов. Это главная защита трансформатора и содержит множество других функций защиты и мониторинга. Дополнительные функции защиты могут быть использованы в качестве резервного копирования и защиту для нисходящего защищенного обработчика объектов (например, кабели, линии). В этом процессе, также поддерживаются модульно расширяемость аппаратных средств. Благодаря модульной структуре, гибкости и мощного технического инструмента DIGSI 5, SIPROTEC 7UT82 ориентированная на будущее система предлагает решения с высокой инвестиционной безопасности и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Функция дифференциальной защиты 1 (стандартный или автотрансформатор) с дополнительной стабилизации; до 2 заземления функции защиты неисправности дифференциала
Переносные точки измерения	2 x 3-х фазные измерения тока точки, 2 x 1-фазовых точек измерения тока
Входы и выходы	1 стандартный вариант предопределены С 8 трансформаторов тока 7 двоичных входов 7 двоичных выходов
Гибкость аппаратного обеспечения	Базовый модуль доступен 1/3 С 103 модуля ввода-вывода, не представляется возможным, чтобы добавить 1/6 модули расширения, доступные с большим и маленьким дисплеем
Ширина корпуса	1/3 × 19"

Основные свойства

- Компактная и недорогая дифференциальная защита трансформатора
- Безопасность за счет мощных функций защиты
- Безопасность данных и прозрачность в течение всего жизненного цикла планеты сэкономить время и деньги
- Целенаправленное и простота в эксплуатации устройств и программного обеспечения, благодаря удобной конструкции
- Повышение надежности и качества технологического процесса
- Последовательная реализация высокой безопасности и механизмы безопасности
- Мощные коммуникационные компоненты обеспечивают безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость IEC 61850 Издание от 1 до 2
- Высокая готовность благодаря встроенным Ethernet коммуникационным протоколам Ethernet PRP избыточности и HSR

[SIP5_7xx82_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.11/2 SIPROTEC Дифференциальная защита 5 7UT82 трансформатор (1/3 устройства = стандартный вариант W1)

Функции

DIGSI 5 Допускает все функции, которые будут сконфигурированы и объединены по мере необходимости.

- Дифференциальная защита трансформатора для двух обмоток трансформаторов с универсальными, дополнительными функциями защиты
- Дифференциальная защита трансформатора для фазового угла регулирования трансформаторов единого типа ядра
- Универсальное удобство и простота использования допустимых точек измерения
- Применяется от среднего до сверхвысокого напряжения
- Защита стандартных силовых трансформаторов, автомобильных трансформаторов и двигателей
- Повышенная чувствительность С замыкания на землю вблизи нейтральной точкой через дифференциальной неисправности защиты отдельного заземления
- Гибкая адаптация к векторной группы трансформатора
- Контроль закрытия и над процессами возбуждения
- Безопасное поведение в насыщении трансформатора тока с различной степенью насыщения
- Адаптивный адаптация кривой для работы положение крана трансформатора
- Дуговая защита
- Графический редактор логики для создания мощных функций автоматизации в устройстве
- Представление Однолинейная в малом или большом дисплее
- Встроенный Ethernet RJ45 электрическая для DIGSI 5 и IEC 61850 (отчетность и ГУЗ)
- До 2 дополнительных вставных модулей и резервированием использоваться для различных протоколов (IEC 61850, IEC 60870-5-103, IEC 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP)) связи

- Последовательная защита передачи данных через оптические волокна, два проводных соединений и коммуникационных сетей (IEEE C37.94, и другие), в том числе и лечит автоматическое переключение между кольцом и топологией цепи
- PRP и HSR протоколы резервирования
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями НКРЭ CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизация времени с помощью IEEE 1588
- Мощный ЦРАП (буфер для макс. Время записи 80-х на частоте 8 кГц или 320 с частотой 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого тестирования и ввода в эксплуатацию.

Применение

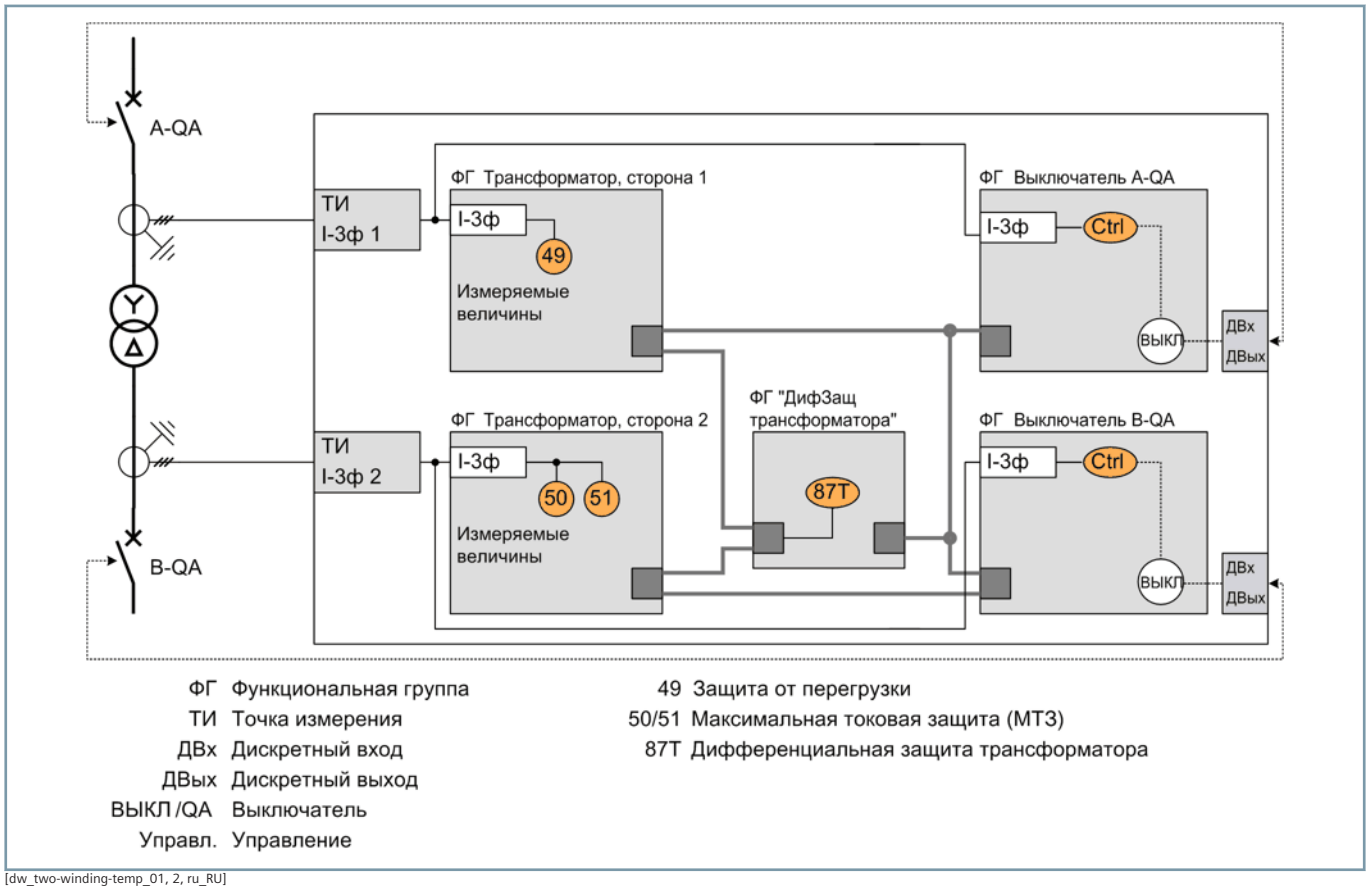
Шаблоны приложений доступны в DIGSI 5 для стандартных применений. Они содержат основные конфигурации и настройки по умолчанию. Они могут быть использованы в качестве шаблона непосредственно или для адаптации приложений, связанных с ними. Доступные точки измерения позволяют разнообразные приложения. Перед выполнением заказа устройства, пожалуйста, настройте приложение с помощью DIGSI 5. Таблица «Функции и шаблоны приложений» показывает объем функций устройства. Используйте конфигурацию для определения функции необходимое количество баллов.

Примеры применения

Две обмотки трансформатора основы

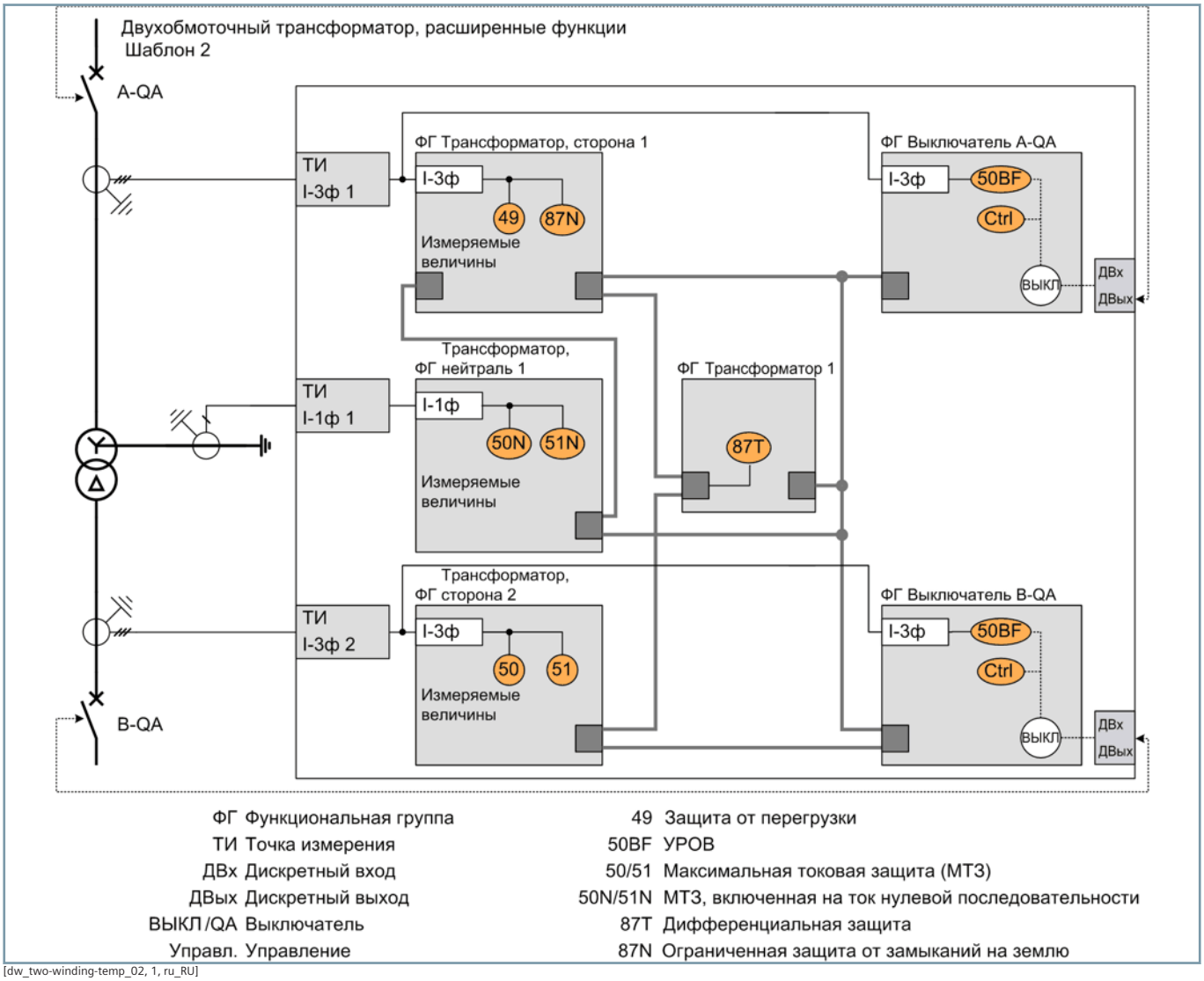
- Дифференциальная защита
- Защита от перегрузки, защита резервного вниз по течению системы электропитания

Пример *Рисунок 2.11/3* показывает типичную структуру шаблона приложения, используемые измерительные точки, функциональные группы, используемые, их внутренняя взаимосвязь, и заранее определенные функции. Пример показывает двухобмоточным дифференциальный трансформатор с защитой от короткого замыкания на землю.



[dw_two-winding-temp_01, 2, ru_RU]

Рисунок 2.11/3 Пример применения: Защита двухобмоточного трансформатора



[dw_two-winding-temp_02, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/4 Пример применения: Защита двух обмоток трансформатора дифференциальной защиты от замыканий на землю

Две обмотки трансформатора с защитой от замыкания на землю ограничен (REF)

- Дифференциальная защита
- Первый дифференциал ошибки защиты на стороне звезды
- Защита от перегрузки, защита резервного вниз по течению системы электропитания
- Резервирование отказов автомата защиты

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■			
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■	■	■	■
49H	Расчет температуры наиболее нагретого места	θh, I^2t	■			
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■		■	
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■			
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■			
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	■	■	■
86	Блокировка		■	■	■	■
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	■			
87T Node	Дифференциальная защита (защита узлов для автотрансформатора)	ΔI Node	■			
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		■	
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI	■			■
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I^2t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■
	Инициирование внешнего отключения		■			
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■			
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			
Класс функциональных единиц:				0	30	0
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.11/1 SIPROTEC 7UT82 — функции и шаблоны типового применения

1 Двухобмоточный трансформатор, базовый (87T)

2 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)

3 Электродвигатель DIFF (87M)

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT85

Описание

Дифференциальная защита трансформатора SIPROTEC 7UT85 разработана специально для защиты двухобмоточных трансформаторов (2 стороны). Это основная защита трансформатора и включает много других функций защиты и мониторинга. Дополнительные функции защиты также можно использовать в качестве резервной защиты других объектов (например, кабелей, линий электропередачи). Для реализации этих задач помогает модульная расширяемость аппаратного обеспечения. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7UT85 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	1 функция дифференциальной защиты (стандартная или для автотрансформатора) с дополнительной стабилизацией; до 2 функций ограниченной защиты от коротких замыканий на землю
Доступные точки измерения	5 точек измерения 3-фазных токов, 3 точки измерения 1-фазных токов, 3 точки измерения 3-фазных напряжений; возможность расширения до 3 сторон
Входы и выходы	2 предопределенных стандартных варианта с 8 аналоговыми входами тока, 7–19 дискретными входами, 7–23 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Основные свойства

- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Связь Ethernet с высокой доступностью благодаря интегрированным протоколам резервирования Ethernet PRP и HSR.

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Дифференциальная защита трансформатора для двухобмоточных трансформаторов с гибкими дополнительными функциями защиты; возможность расширения до 3 обмоток
- Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующих трансформаторов с одним сердечником и специальных трансформаторов
- Универсальное использование доступных точек измерения
- Возможность применения в системах с напряжением от среднего до сверхвысокого
- Защита стандартных силовых трансформаторов, автотрансформаторов и электродвигателей
- Типичные свойства дифференциальной защиты трансформатора, такие как гибкая адаптация к группе соединений обмоток трансформатора, отстраивание от бросков токов намагничивания при включении, перевозбуждении, а также при насыщении трансформаторов тока с различной степенью насыщения
- Гибкая адаптация рабочей характеристики к положению РПН трансформатора
- Повышенная чувствительность к коротким замыканиям на землю вблизи нейтрали за счет отдельной ограниченной защиты от замыканий на землю
- Дополнительные входы тока и напряжения могут использоваться дополнительно к стандартным функциям защиты, таким как максимальная токовая защита, защита по напряжению и частоте и т. д.
- Дуговая защита
- Функция регулятора напряжения ANSI 90V для двухобмоточных трансформаторов, трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов связи с сетью
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.11/5 Дифференциальная защита трансформатора SIPROTEC 7UT85 (устройство 1/3 = стандартный вариант O1)

- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный и TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они содержат базовые конфигурации и настройки по умолчанию. Их можно использовать непосредственно или в качестве шаблонов для адаптации в связи с применением. Доступные точки измерения позволяют применять устройство в разных областях. Перед заказом устройства настройте область применения с помощью DIGSI. В таблице «Функции и шаблоны типового применения» представлен объем функций устройства. Определите необходимые функциональные единицы с помощью конфигуратора.

Примеры применения

Двухобмоточный трансформатор (*Рисунок 2.11/6*)

- Дифференциальная защита
- Защита от перегрузки, резервная защита для присоединений стороны низкого напряжения

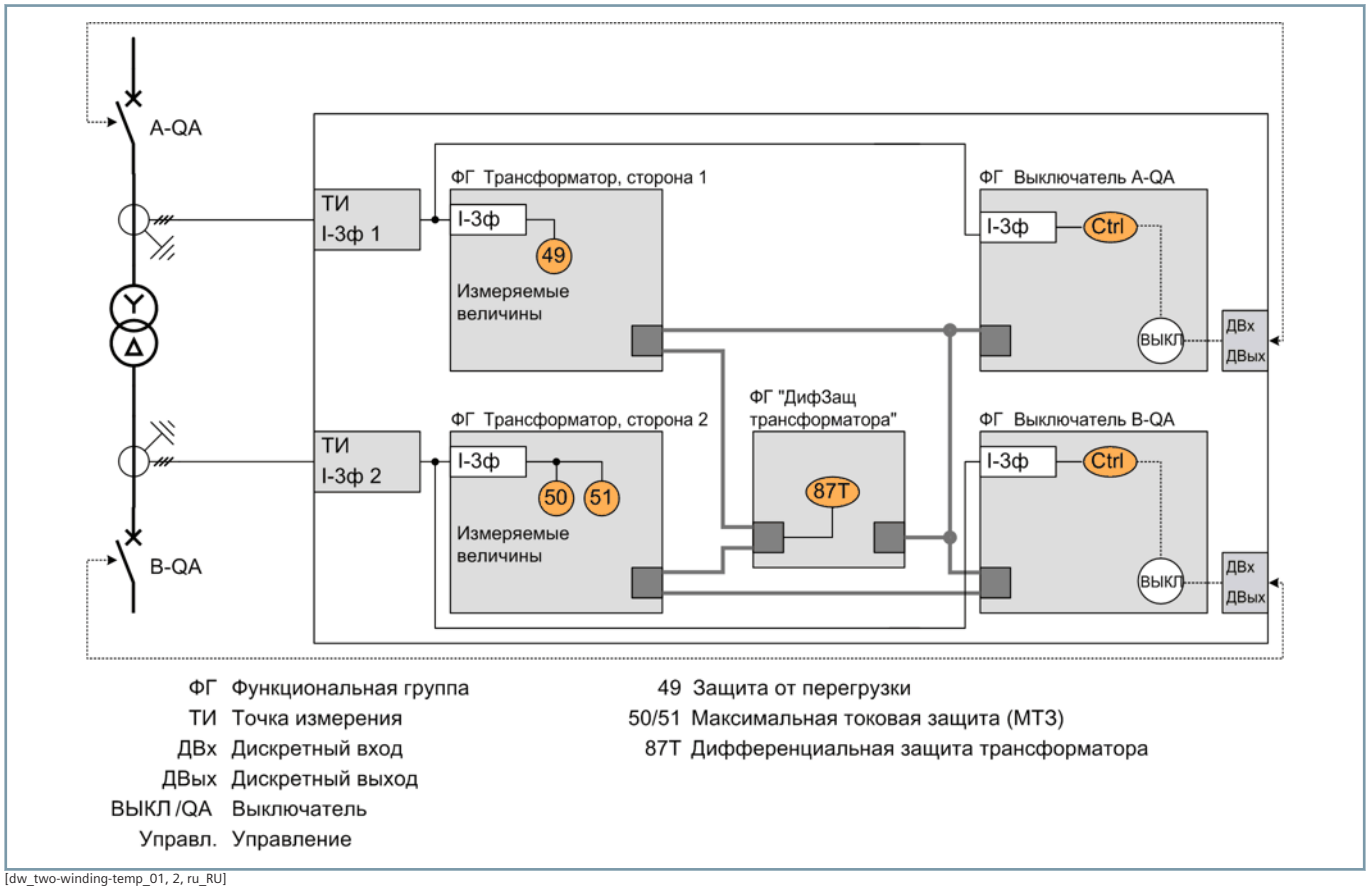
Двухобмоточный трансформатор с ограниченной дифференциальной защитой от замыканий на землю (REF) (*Рисунок 2.11/7*)

- Дифференциальная защита
- Ограниченная защита от коротких замыканий на землю со стороны соединения по схеме звезды
- Защита от перегрузки, резервная защита для присоединений стороны низкого напряжения
- Устройство резервирования отказов выключателя

Двухобмоточный трансформатор в полуторной схеме (*Рисунок 2.11/8*)

- Дифференциальная защита
- Ограниченная защита от коротких замыканий на землю со стороны соединения по схеме звезды
- Защита от перегрузки, резервная защита для присоединений стороны низкого напряжения
- Устройство резервирования отказов выключателя

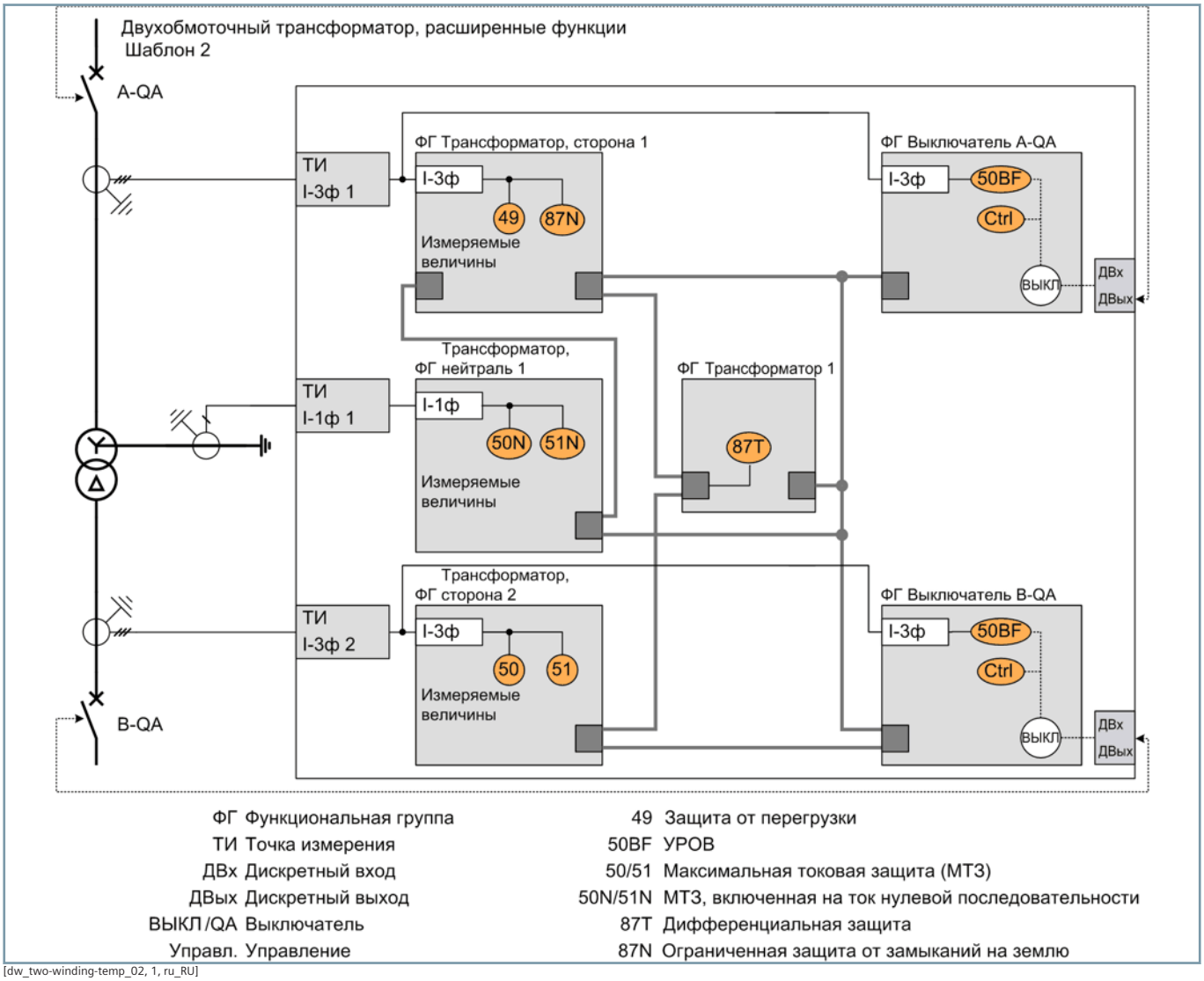
На *Рисунок 2.11/6* показана типичная структура шаблона типового применения, используемые точки измерения, используемые функциональные группы, их внутренние соединения и предопределенные функции. В примере показан двухобмоточный трансформатор с ограниченной защитой от замыканий на землю.



2.11

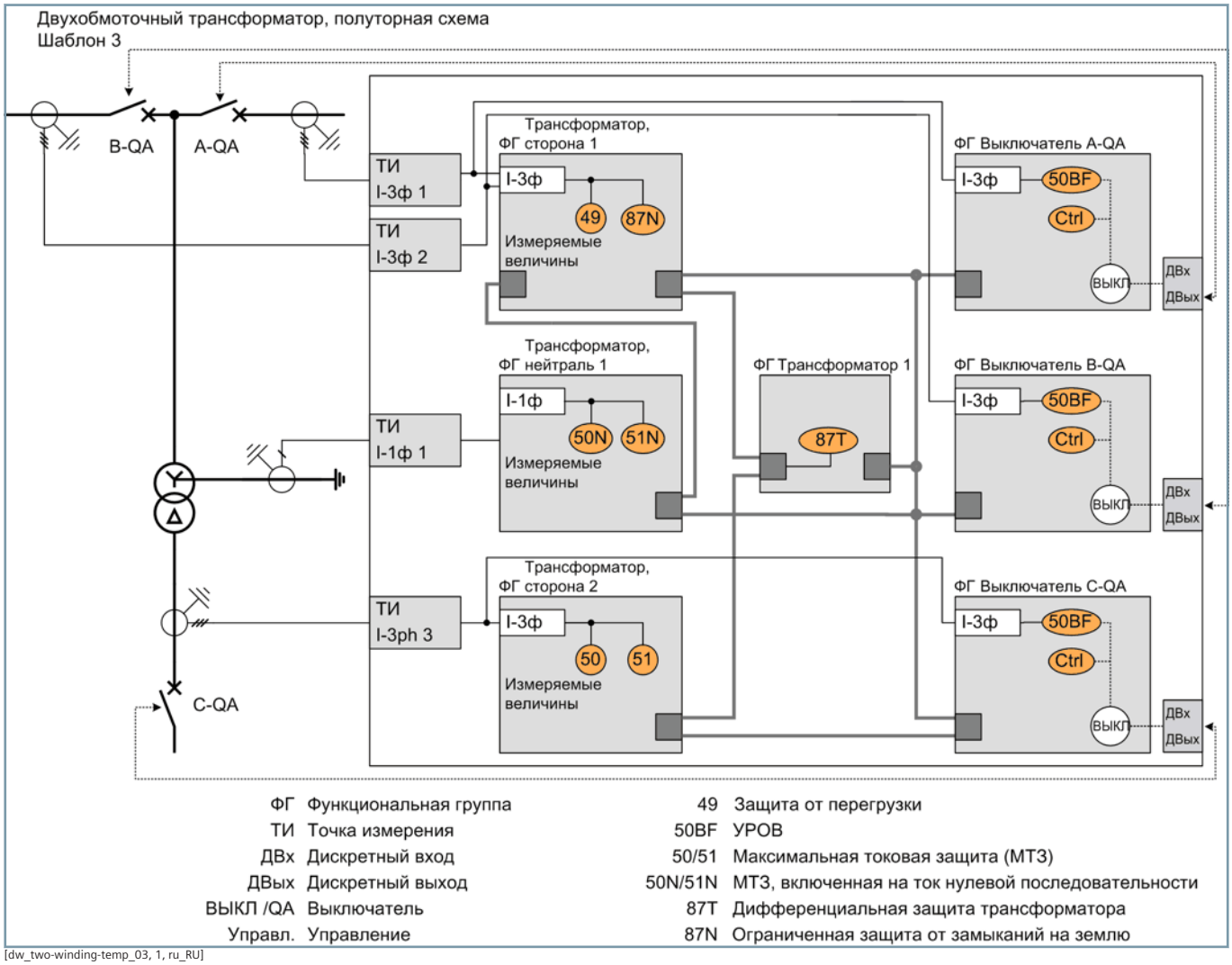
[dw_two-winding-temp_01, 2, ru_RU]

Рисунок 2.11/6 Пример применения: защита двухобмоточного трансформатора



[dw_two-winding-temp_02, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/7 Пример применения: защита двухобмоточного трансформатора с ограниченной защитой от замыканий на землю



[dw_two-winding-temp_03, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/8 Пример применения: защита двухобмоточного трансформатора в полуторной схеме

2.11

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■					
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠ (V, I)	■					
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■					
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■					
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■					
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■					
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■					■
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■					
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■					
37	Минимальная токовая защита	I <	■					
38	Контроль температуры	θ >	■					
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■					■
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■					
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■					
47	Защита от перенапряжения, система обратной/прямой последовательности	V2/V1 >	■					
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■	■	■	■	■	■
49H	Расчет температуры наиболее нагретого места	θh, I^2t	■					
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■		■			
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■					
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■					
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■					
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■					
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■	■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■					
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■					
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■				■	■
59	Защита от перенапряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■					
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■					
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■					

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT85

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■					■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■					
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■					
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■					
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	■	■	■	■	
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■					
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■					■
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■					
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■					
85/67N	Телеускорение ТН3НП		■					
86	Блокировка		■	■	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI	■	■	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	■					
87T	Дифференциальная защита трансформатора для специальных трансформаторов	ΔI	■					
87T Node	Дифференциальная защита (защита узлов для автотрансформатора)	ΔI Node	■					
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		■	■		
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI	■					■
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI	■					
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■					
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■				■	
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■					
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■					
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■					
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■					
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■					
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■					
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■		■	
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■					
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■					
	Функция последовательности коммутаций		■					

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон				
				1	2	3	4	5
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■	■	
	Инициирование внешнего отключения		■			■		
	Управление		■	■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■					
	Выключатель		■	■	■	■	■	■
	Разъединитель		■					
	Сторона трансформатора 7UT85		■					
Класс функциональных единиц:				0	30	30	175	50
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*								

Таблица 2.11/2 SIPROTEC 7UT85 — функции и шаблоны типового применения

1 Двухобмоточный трансформатор, базовый (87T)

2 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)

3 Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

4 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)

5 Электродвигатель DIFF (87M, 50BF, 27, 81, 46, 49)

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT86

Описание

Дифференциальная защита трансформатора SIPROTEC 7UT86 разработана специально для защиты трехобмоточных трансформаторов (3 стороны). Это основная защита трансформатора и включает много других функций защиты и мониторинга. Дополнительные функции защиты также можно использовать в качестве резервной защиты для присоединений сторон среднего или низкого напряжения (например, кабелей, линий электропередачи). Для реализации этих задач помогает модульная расширяемость аппаратного обеспечения. Устройство поддерживает все свойства системы SIPROTEC 5. Оно позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7UT86 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	1 функция дифференциальной защиты (стандартная) с дополнительной стабилизацией; до 3 функций ограниченной защиты от коротких замыканий на землю Для автотрансформаторов две функции дифференциальной защиты могут обрабатываться в функциональной группе автотрансформатора.
Доступные точки измерения	6 точек измерения 3-фазных токов, 4 точки измерения 1-фазных токов, 4 точки измерения 3-фазных напряжений; возможность расширения до 4 сторон
Входы и выходы	2 предопределенных стандартных варианта с 12 аналоговыми входами тока, 4 аналоговыми входами напряжения, 11–23 дискретными входами, 18–34 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/2 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Основные свойства

- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Связь Ethernet с высокой доступностью благодаря интегрированным протоколам резервирования Ethernet PRP и HSR

[SIP5_GD_LEDSS_W3_, 1, --_--]

Рисунок 2.11/9 Дифференциальная защита трансформатора SIPROTEC 7UT86 (устройство 1/2 = стандартный вариант P1)

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Дифференциальная защита трансформатора для трехобмоточных трансформаторов с гибкими дополнительными функциями защиты; возможность расширения для четырехобмоточных трансформаторов
- Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующих трансформаторов с одним сердечником и специальных трансформаторов
- Универсальное использование доступных точек измерения
- Возможность применения в системах с напряжением от среднего до сверхвысокого
- Защита стандартных силовых трансформаторов, автотрансформаторов и электродвигателей
- Типичные свойства дифференциальной защиты трансформатора, такие как гибкая адаптация к группе соединений обмоток трансформатора, отстраивание от бросков токов намагничивания при включении, перевозбуждении, а также при насыщении трансформаторов тока с различной степенью насыщения
- Гибкая адаптация рабочей характеристики к положению РПН трансформатора
- Повышенная чувствительность к коротким замыканиям на землю вблизи нейтрали за счет отдельной ограниченной защиты от замыканий на землю
- Дополнительные входы тока и напряжения могут использоваться дополнительно к стандартным функциям защиты, таким как максимальная токовая защита, защита по напряжению и частоте и т. д.
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Дуговая защита

- Функция регулятора напряжения ANSI 90V для двухобмоточных трансформаторов, трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов связи с сетью
- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный и TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI 5 для стандартных применений. Они содержат базовые конфигурации и настройки по умолчанию. Их можно использовать непосредственно или в качестве шаблонов для адаптации в связи с применением. Доступные точки измерения позволяют применять устройство в разных областях. Перед заказом устройства настройте область применения с помощью DIGSI 5. В таблице «Функции и шаблоны типового применения» представлен объем функций устройства. Определите необходимые функциональные единицы с помощью конфигуратора.

Примеры применения

Шаблоны типового применения SIPROTEC 7UT85 также доступны для SIPROTEC 7UT86.

Кроме того, доступны следующие шаблоны:

Трехобмоточный трансформатор, базовый

- Дифференциальная защита

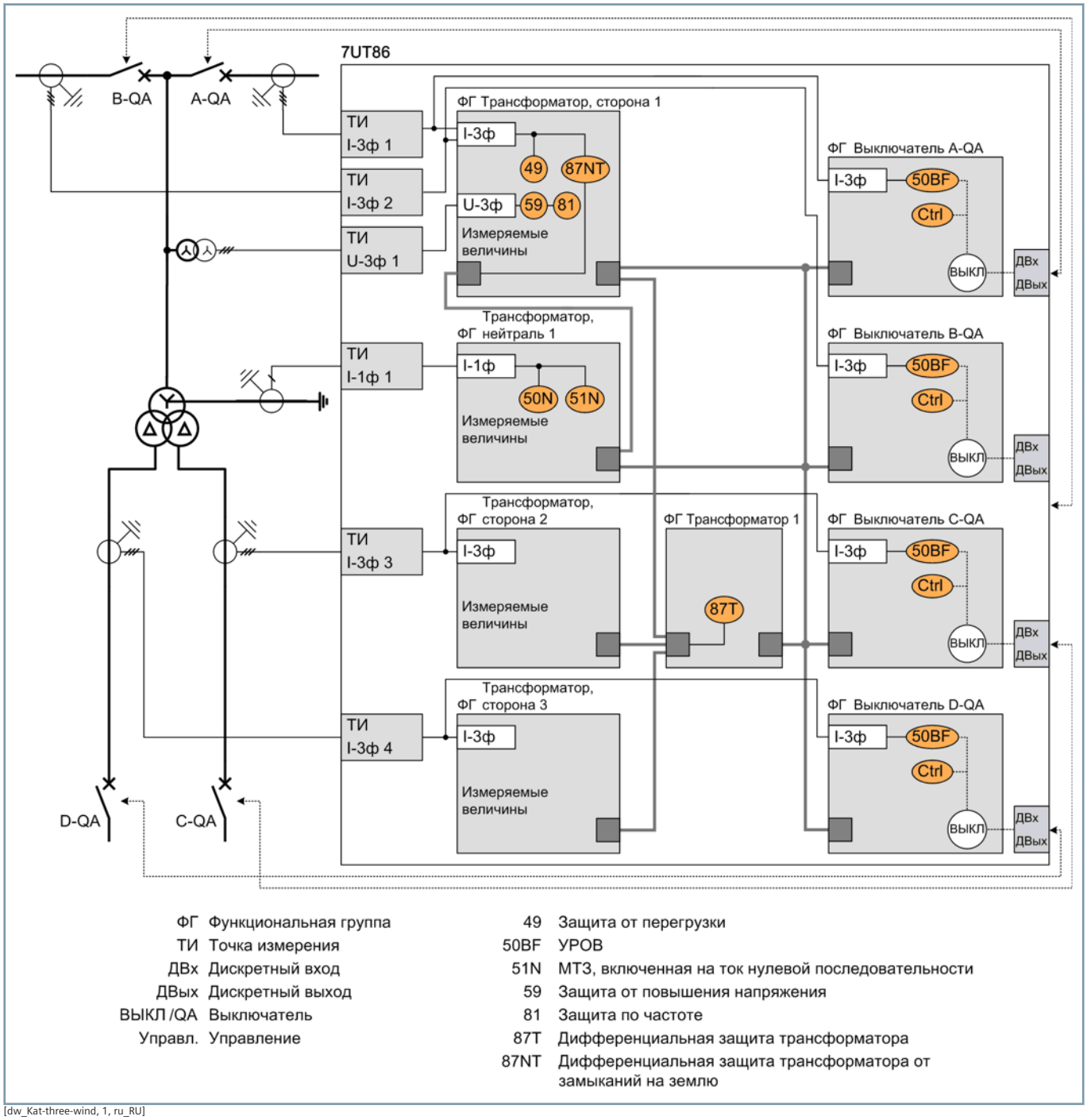
Автотрансформатор с компенсационной обмоткой

- Дифференциальная защита для всего трансформатора (обмотка автотрансформатора + компенсационная обмотка)
- Ограниченная защита от коротких замыканий на землю (нейтраль + ток максимальной стороны)
- Защита от перегрузки, резервная защита для присоединений сторон среднего и низкого напряжений
- Устройство резервирования отказов выключателя

Трехобмоточный трансформатор в полуторной схеме

- Дифференциальная защита
- Ограниченная защита от коротких замыканий на землю со стороны соединения по схеме звезды
- Защита от токов замыкания на землю со стороны нейтрали в качестве резервной защиты для системы энергоснабжения
- Защита от перегрузки
- Устройство резервирования отказов выключателя
- Защита по частоте и напряжению со стороны нейтрали

Рисунок 2.11/10 иллюстрирует шаблон защиты трехобмоточного трансформатора в полуторной схеме. Показаны 3 необходимые функциональные группы со стороны трансформатора, использование дифференциальной защиты от коротких замыканий на землю, а также внутренние соединения и выбранные функции. Кроме того, доступен трансформатор напряжения со стороны высокого напряжения. С помощью него можно, например, контролировать напряжение и частоту. Система устанавливает необходимые настройки защиты.



[dw_Kat-three-wind, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/10 Пример применения: защита трехобмоточного трансформатора в полуторной схеме

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■										
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠ (V, I)	■			■							
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■										
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■										
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■										
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■										
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■										■
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■										
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■										
37	Минимальная токовая защита	I <	■										
38	Контроль температуры	θ >	■										
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■										■
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■										
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■										
47	Защита от перенапряжения, система обратной/прямой последовательности	V2/V1 >	■										
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■		■	■	■	■	■		■	■	■
49H	Расчет температуры наиболее нагретого места	θh, I^2t	■										
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■							■			
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■										
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■										
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■		■	■	■				■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■										
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■										
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■	■	■		■	■	■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■										
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■										
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■		■	■		■				■	■
59	Защита от перенапряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■										
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■										
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■										

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT86

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■										■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■										
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■										
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■										
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■										
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■		■	■		■					■
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■										
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■										
85/67N	Телеускорение ТН3НП		■										
86	Блокировка		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	■										
87T	Дифференциальная защита трансформатора для специальных трансформаторов	ΔI	■										
87T Node	Дифференциальная защита (защита узлов для автотрансформатора)	ΔI Node	■					■					
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		■	■	■			■	■		
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI	■										■
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI	■										
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■										
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■										
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■									■	
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■										
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■										
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■										
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■										
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■										
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■										
	Статистические счетчики коммутаций		■									■	
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■										
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■										
	Функция последовательности коммутаций		■										

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■		■	■	■	■	■	■	■	■	
	Инициирование внешнего отключения		■							■	■		
	Управление		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■										
	Выключатель		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Разъединитель		■										
	Сторона трансформатора 7UT86		■										
Класс функциональных единиц:				0	50	150	30	30	0	30	30	175	50
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*													

Таблица 2.11/3 SIPROTEC 7UT86 — функции и шаблоны типового применения

1 Трехобмоточный трансформатор, базовый (87T)

2 Трехобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

3 Трехобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 21)

4 Автотрансформатор (87T, 87N, 50BF)

5 Автотрансформатор, полуторная схема (два 87T, 50BF, 59, 27, 81)

6 Двухобмоточный трансформатор, базовый (87T)

7 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)

8 Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

9 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)

10 Электродвигатель DIFF (87M, 50BF, 27, 81, 46, 49)

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT87

Описание

Дифференциальная защита трансформатора SIPROTEC 7UT87 разработана специально для защиты многообмоточных трансформаторов (до 5 сторон). Кроме того, ее следует использовать, когда требуются многочисленные точки измерения (до 7 точек измерения 3-фазных токов). Другое применение — одновременная защита двух параллельных трансформаторов (дополнительная быстродействующая резервная защита). SIPROTEC 7UT87 — это основная защита для трансформатора и включает много других функций защиты и мониторинга. Дополнительные функции защиты также можно использовать в качестве резервной защиты других объектов (например, кабелей, линий электропередачи). Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7UT87 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	До 3 функций дифференциальной защиты с дополнительной стабилизацией (в разных функциональных группах трансформатора); до 5 функций ограниченной защиты от коротких замыканий на землю. Для автотрансформаторов две функции дифференциальной защиты могут обрабатываться в функциональной группе автотрансформатора.
Доступные точки измерения	9 точек измерения 3-фазных токов, 5 точек измерения 1-фазных токов, 5 точек измерения 3-фазных напряжений
Входы и выходы	2 предопределенных стандартных варианта с 20 аналоговыми входами тока, 4 аналоговыми входами напряжения, 15–27 дискретными входами, 22–38 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	2/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям. В SIPROTEC 7UT87 можно использовать две функциональные группы трансформаторов.

- Дифференциальная защита трансформатора для многообмоточных трансформаторов с гибкими дополнительными функциями защиты (многообмоточные трансформаторы широко применяются для преобразования энергии (например, в высоковольтных преобразователях постоянного тока))
- Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора с одним сердечником и двумя сердечниками, а также специальных трансформаторов
- Защита трансформаторов с числом точек измерения 3-фазных токов до семи

[SIP5_GD_SS_LED_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.11/11 Дифференциальная защита трансформатора SIPROTEC 7UT87 (устройство 2/3 = стандартный вариант Q1)

- Одновременная дифференциальная защита двух параллельных трансформаторов (например, двух 2-обмоточных трансформаторов)
- Универсальное использование доступных точек измерения
- Возможность применения в системах с напряжением от среднего до сверхвысокого
- Защита стандартных силовых трансформаторов, автотрансформаторов и электродвигателей
- Типичные свойства дифференциальной защиты трансформатора, такие как гибкая адаптация к группе соединений обмоток трансформатора, отстраивание от бросков токов намагничивания при включении, перевозбуждении, а также при насыщении трансформаторов тока с различной степенью насыщения
- Дуговая защита
- Функция регулятора напряжения ANSI 90V для двухобмоточных трансформаторов, трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов связи с сетью
- Гибкая адаптация рабочей характеристики к положению РПН трансформатора
- Повышенная чувствительность к коротким замыканиям на землю вблизи нейтрали за счет отдельной ограниченной защиты от замыканий на землю
- Дополнительные входы тока и напряжения могут использоваться дополнительно к стандартным функциям защиты, таким как максимальная токовая защита, защита по напряжению и частоте и т. д.
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный и TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper

- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

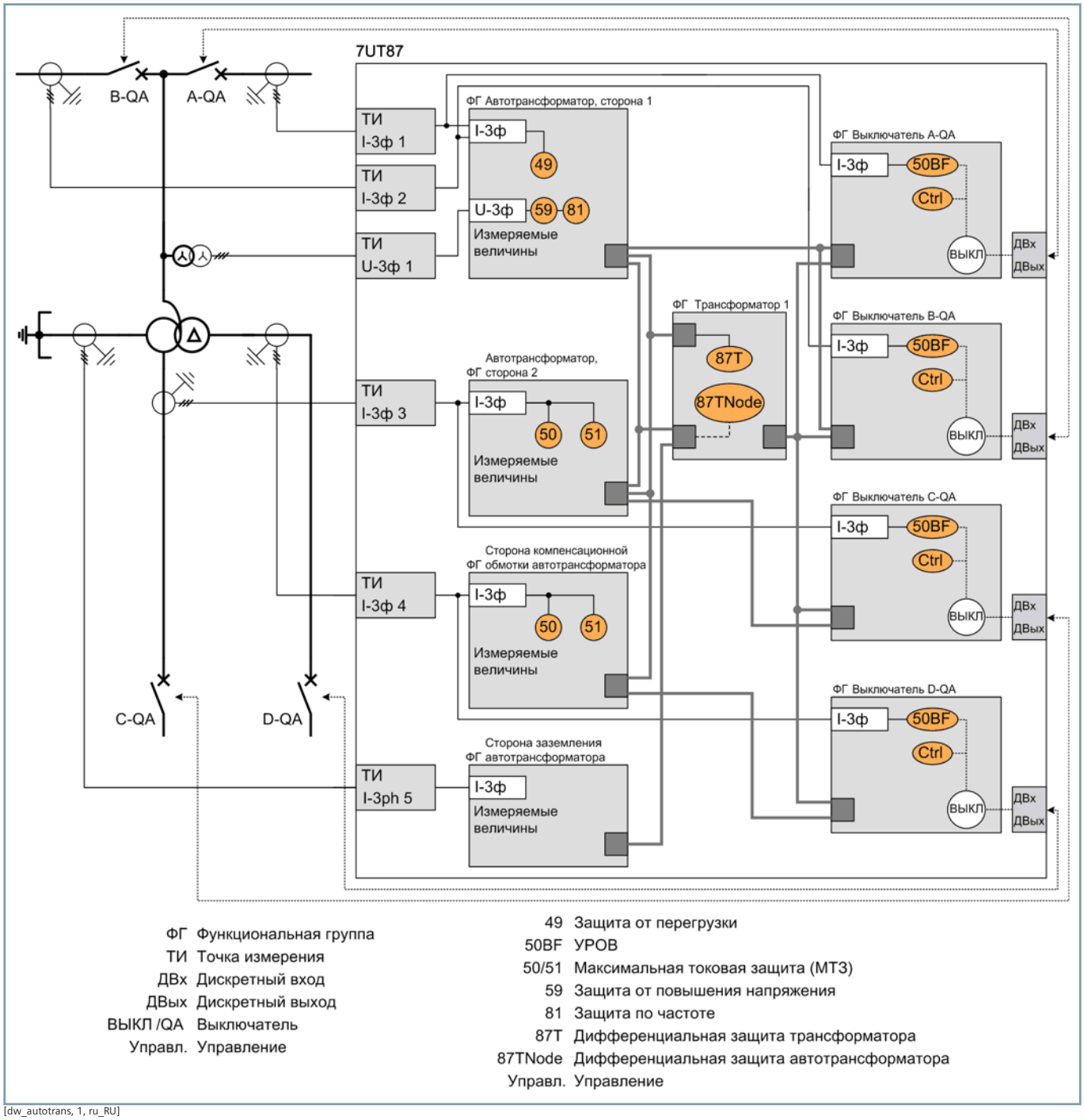
Шаблоны типового применения

Все шаблоны типового применения, описанные для устройств SIPROTEC 7UT85 и SIPROTEC 7UT86, также могут использоваться для SIPROTEC 7UT87.

Кроме того, доступен следующий шаблон:

Автотрансформатор с компенсационной обмоткой в полуторной схеме

- Дифференциальная защита для всего трансформатора (обмотка автотрансформатора + компенсационная обмотка)
- Защита скрещиваний для обмотки автотрансформатора для регистрации коротких замыканий на землю (3-фазная регистрация тока нейтрали)
- Защита от перегрузки, резервная защита других присоединений в сети
- Устройство резервирования отказов выключателя
- Защита по частоте и напряжению со стороны высокого напряжения



[dw_autotrans, 1, ru_RU]

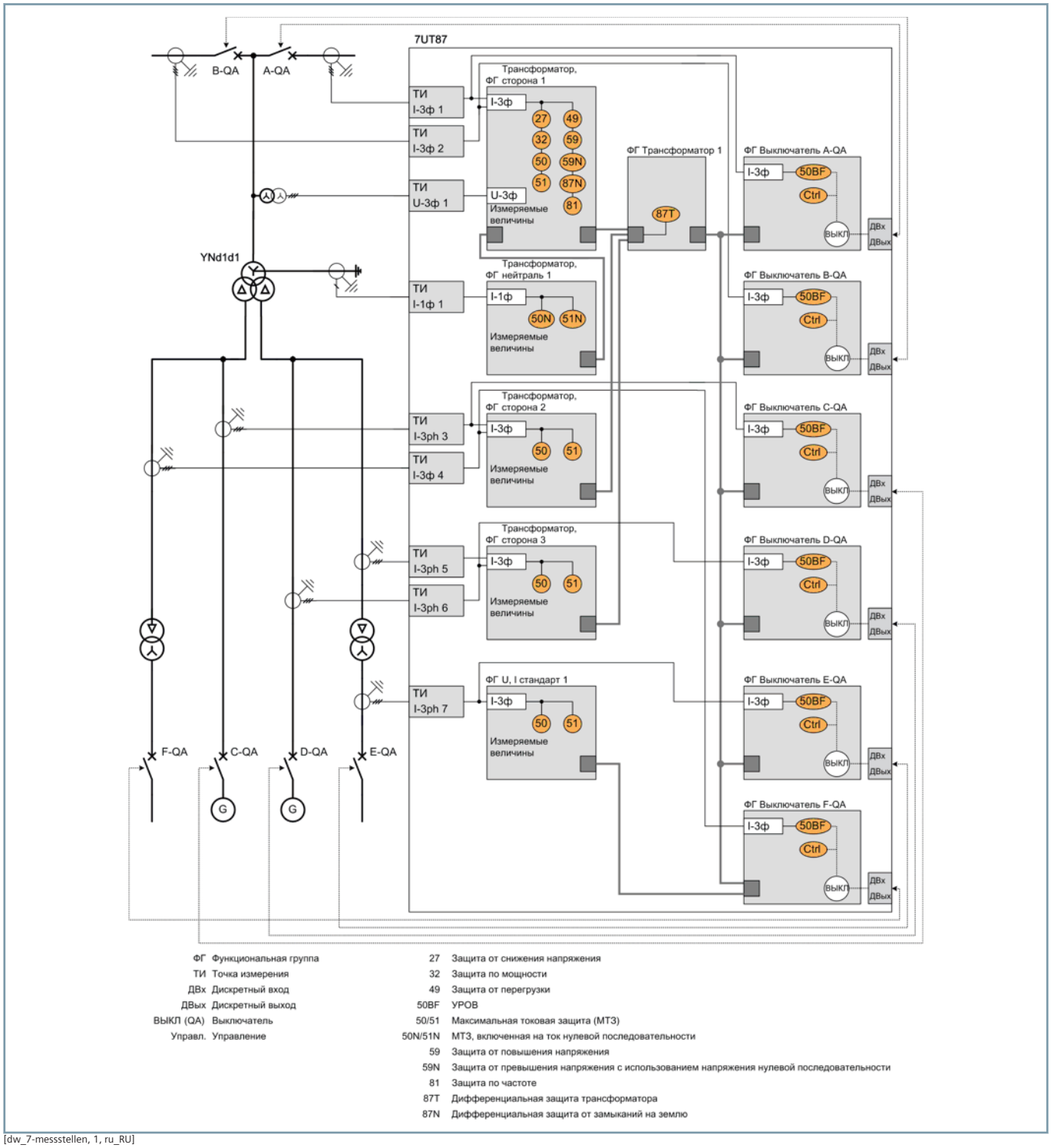
Рисунок 2.11/12 Пример применения: защита автотрансформатора с компенсационной обмоткой в полуторной схеме

Рисунок 2.11/12 иллюстрирует шаблон защиты автотрансформатора, подключенного к полуторной схеме. Особенностью данного применения является непосредственная регистрация тока со стороны нейтрали для каждой фазы. Дифференциальная защита для отдельных узловых точек через обмотку автотрансформатора надежно регистрирует короткие замыкания на землю и межвитковые короткие замыкания. Классическая дифференциальная защита назначается для всего трансформатора (обмотка автотрансформатора и компенсационная обмотка). Обе функции работают в функциональной группе автотрансформатора. Данный принцип работы обеспечивает резервную дифференциальную защиту с дополнительной чувствительностью. Отдельная дифференциальная защита от коротких замыканий на землю не требуется. Кроме того, доступен трансформатор напряжения со стороны высокого напряжения. С помощью него можно, например, контролировать ограничения по напряжению и частоте. Система устанавливает необходимые настройки защиты.

Так как устройство SIPROTEC 7UT87 предназначено для специальных областей применения, необходимо создать собственный шаблон типового применения, соответствующий задаче. Сохраните этот шаблон в устройстве. Для облегчения работы можно использовать доступный шаблон и изменить его согласно требованиям. Ниже приведены примеры, которые могут быть полезны.

Пример 1:

В данном примере требуется большое количество точек измерения трехфазных токов для комплексного применения на электростанции. *Рисунок 2.11/13* иллюстрирует возможную конфигурацию.



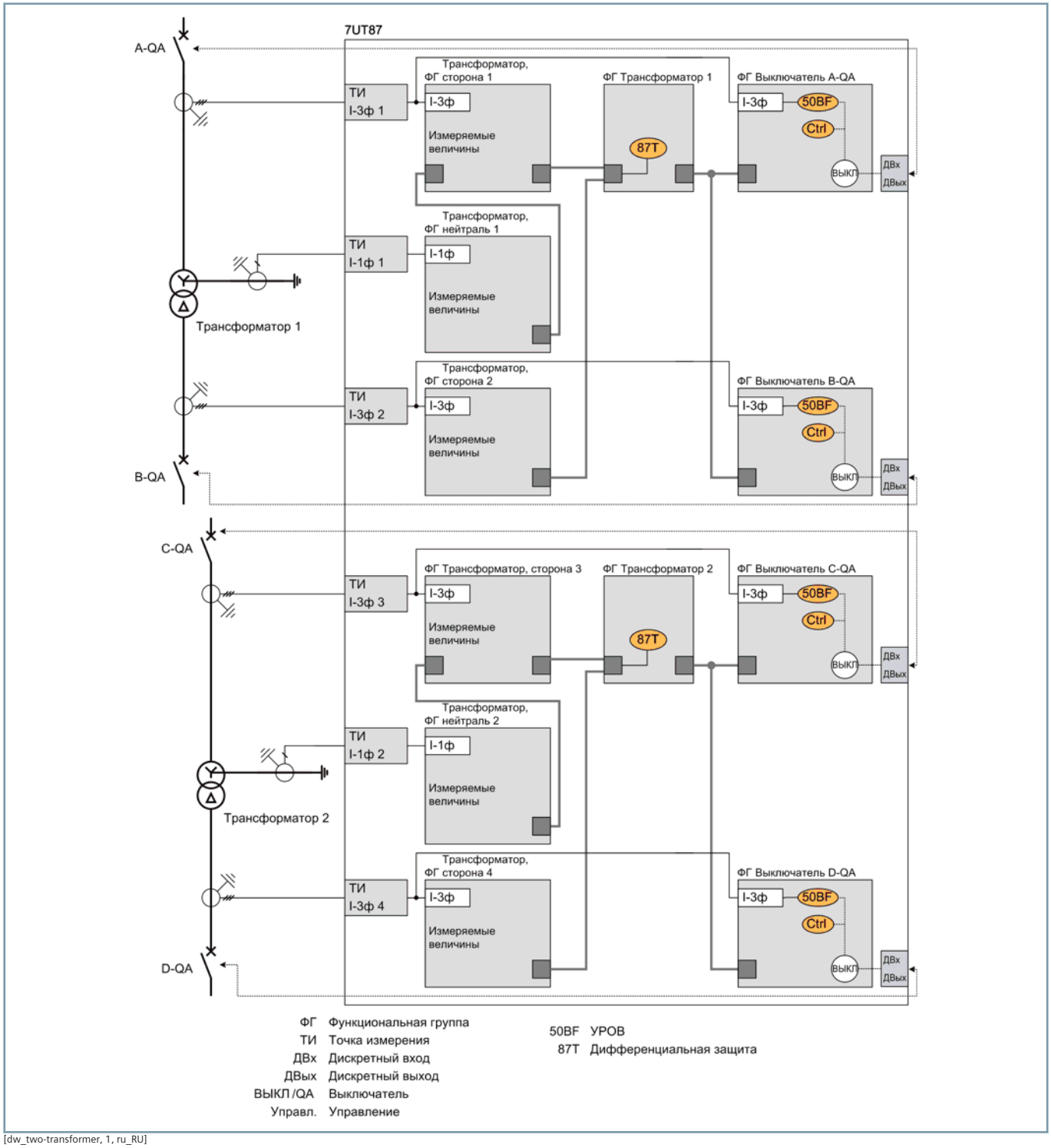
[dw_7-messstellen, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/13 Возможное применение SIPROTEC 7UT87 на электростанции (до семи точек измерения 3-фазных токов)

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT87

Пример 2:

Другой пример — мощное функциональное резервирование с параллельными трансформаторами. Функция дифференциальной защиты дублируется. Для каждого трансформатора используется одно устройство защиты. В каждом устройстве защиты работают две функции дифференциальной защиты. Вторая функция дифференциальной защиты — это резервная защита для параллельного трансформатора. Например, начните с этого шаблона типового применения двухобмоточного трансформатора и дублируйте его. Альтернативный вариант, оптимизированный по стоимости, — использование одного устройства для защиты обоих трансформаторов.

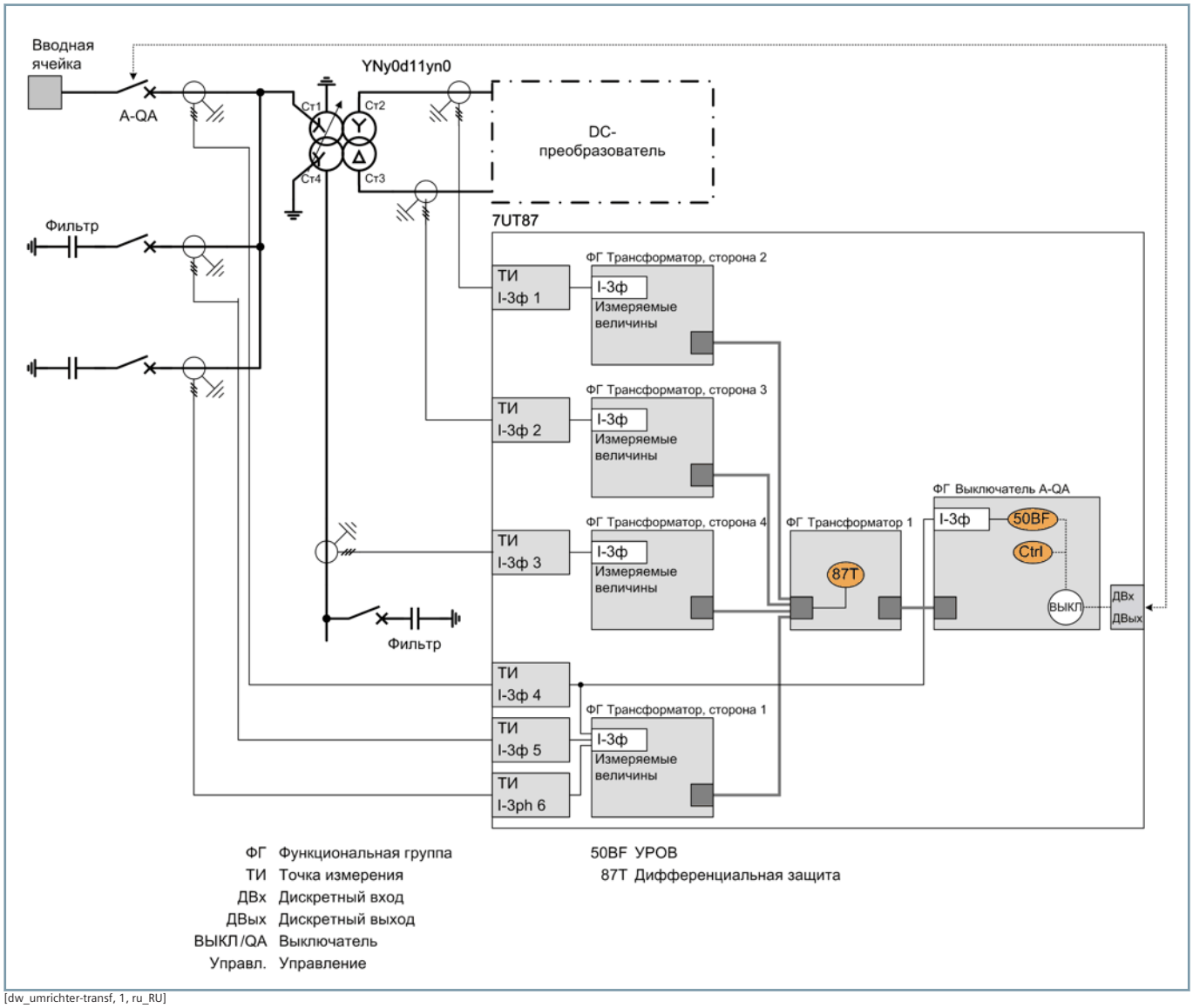


[dw_two-transformer, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/14 Защита двух параллельных трансформаторов с помощью одного устройства SIPROTEC 7UT87

Пример 3:

В последнем примере показана защита трансформатора перобразователя переменного тока в постоянный. В этом случае требуются четыре стороны и шесть точек измерения.



[dw_umrichter-transf, 1, ru_RU]

Рисунок 2.11/15 Защита трансформатора преобразователя

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT87

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■										
21/21N	Дистанционная защита	Z <, V </I >/∠ (V, I)	■							■			
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■										
87L	Дифференциальная защита 2-концевой линии	ΔI	■										
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■										
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■										
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■										■
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■										
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■										
37	Минимальная токовая защита	I <	■										
38	Контроль температуры	θ >	■										
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■										■
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■										
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■										
47	Защита от перенапряжения, система обратной/прямой последовательности	V2/V1 >	■										
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
49H	Расчет температуры наиболее нагретого места	θh, I^2t	■										
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■		■								
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■										
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■										
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			■			■	■	■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■										
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■										
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		■	■	■		■	■	■	■	■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■										
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■										
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■				■		■	■		■	■
59	Защита от перенапряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■										
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■										
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■										

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■										■
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■										
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■										
68	Блокировка при качаниях мощности	ΔZ/Δt	■										
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■										
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■						■	■		■	■
85/21	Телеускорение дистанционной защиты		■										
85/27	Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение	WI	■										
85/67N	Телеускорение ТН3НП		■										
86	Блокировка		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с одним сердечником)	ΔI	■										
87T	Дифференциальная защита трансформатора для фазорегулирующего трансформатора (с двумя сердечниками)	ΔI	■										
87T	Дифференциальная защита трансформатора для специальных трансформаторов	ΔI	■										
87T Node	Дифференциальная защита (защита узлов для автотрансформатора)	ΔI Node	■									■	
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		■	■			■	■	■		
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI	■										■
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI	■										
	Опция для дифференциальной защиты линии: компенсация зарядного тока	ΔI	■										
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■										
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■				■						
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■										
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■										
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■										
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■										
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■										
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■										
	Статистические счетчики коммутаций		■				■						
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■										

Дифференциальная защита трансформатора – SIPROTEC 7UT87

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■										
	Функция последовательности коммутаций		■										
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■	■		■	■	■	■	
	Инициирование внешнего отключения		■		■	■							
	Управление		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■										
	Выключатель		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Разъединитель		■										
	Сторона трансформатора 7UT87		■										
Класс функциональных единиц:				0	30	30	175	0	50	150	30	30	50
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*													

Таблица 2.11/4 SIPROTEC 7UT87 — функции и шаблоны типового применения

1 Двухобмоточный трансформатор, базовый (87T)

2 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N)

3 Двухобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

4 Двухобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 90V)

5 Трехобмоточный трансформатор, базовый (87T)

6 Трехобмоточный трансформатор, полуторная схема (87T, 50BF, 87N)

7 Трехобмоточный трансформатор (87T, 50BF, 87N, 21)

8 Автотрансформатор (87T, 87N, 50BF)

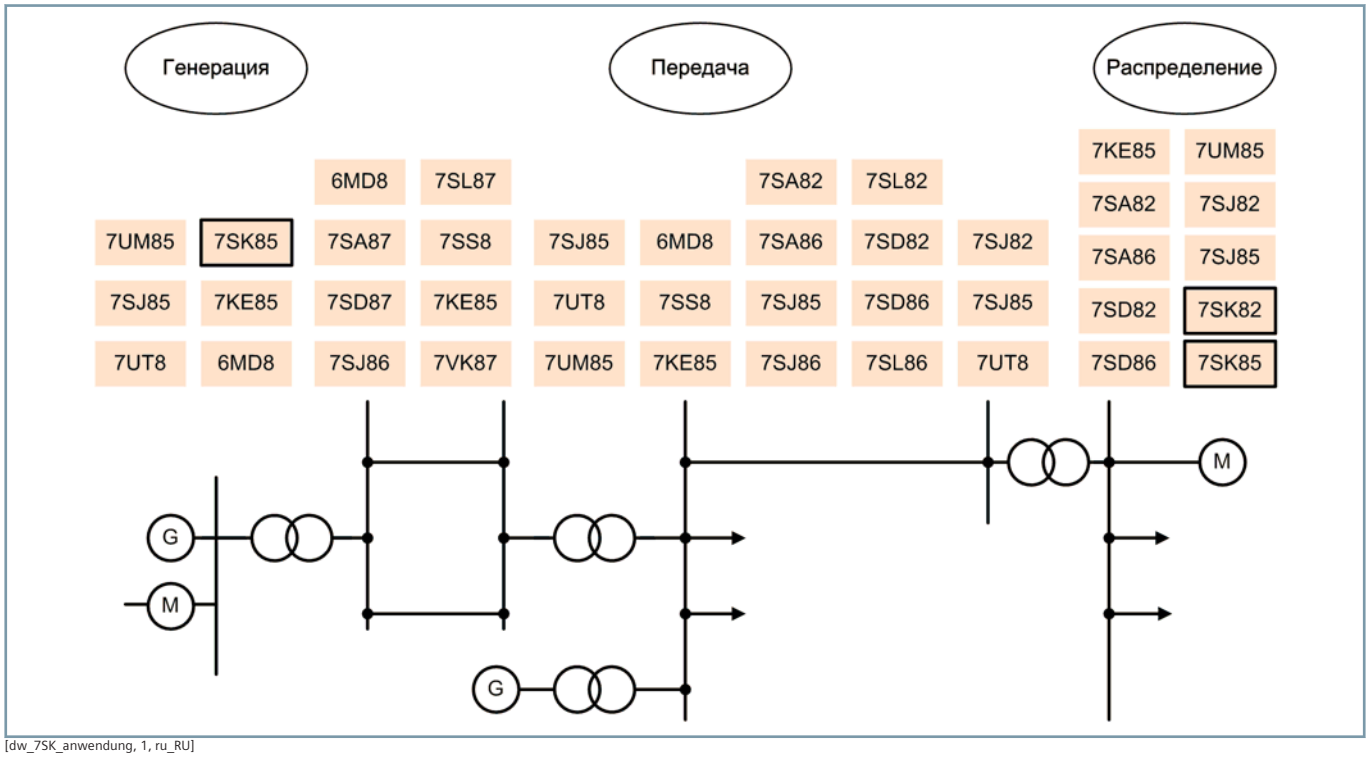
9 Автотрансформатор, полуторная схема (два 87T, 50BF, 59, 27, 81)

10 Электродвигатель DIFF (87M, 50BF, 27, 81, 46, 49)

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Защита электродвигателей



[dw_7SK_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.12/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

SIPROTEC 7SK82, 7SK85

Устройства защиты электродвигателей SIPROTEC 5 разработаны специально для защиты асинхронных электродвигателей малой и средней мощности.

Устройства обладают всеми важными вспомогательными функциями, которые необходимы в наше время для безопасной работы сетей. Они включают функции защиты, управления, измерения и мониторинга. Большое количество интерфейсов и протоколов связи отвечает требованиям селективной защиты, основанной на связи, а также автоматической работы.

Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро и, следовательно, экономически эффективно. Их модульная структура позволяет в каждом случае гибко адаптировать устройства SIPROTEC 5 к индивидуальным требованиям.

Функции

Различие между двумя моделями устройств, SIPROTEC 7SK82 и SIPROTEC 7SK85, заключается в возможности изменения конфигурации аппаратного обеспечения.

Важные характерные особенности	
7SK82	В базовом модуле 1/3 доступны разные структуры аппаратного обеспечения для дискретных входов и выходов
7SK85	Гибкая настройка структуры аппаратного обеспечения для аналоговых входов, дискретных входов и выходов, измерительных преобразователей и связи благодаря расширяемости с использованием модулей расширения 1/6

Стандартные варианты

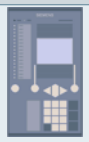
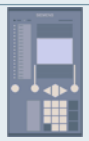
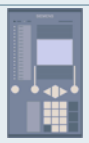
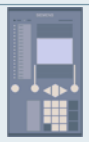
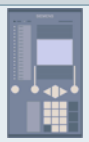
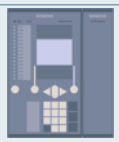
Стандартные варианты SIPROTEC 7SK82		
T1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 8 стандартных) 4 аналоговых токовых входа Содержит базовый модуль с модулями PS101 и IO101	
T2	1/3, 23 Двх, 16 ДВых, 4 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 23 дискретных входа 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 15 стандартных) 4 аналоговых токовых входа Содержит базовый модуль с модулями PS101, IO101 и IO110	
T3	В процессе подготовки	
T4	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 8 стандартных) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Содержит базовый модуль с модулями PS101 и IO102	
T5	1/3, 23 Двх, 16 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 23 дискретных входа 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 15 стандартных) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Содержит базовый модуль с модулями PS101, IO102 и IO110	

Таблица 2.12/3 Стандартные варианты устройств защиты электродвигателей SIPROTEC 7SK82

Стандартные варианты SIPROTEC 7SK85		
R1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO202	
R2	1/2, 17 Двх, 16 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 17 дискретных входов 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 9 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO202, модули расширения: IO206	
R3	1/2, 27 Двх, 17 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 27 дискретных входов 17 дискретных выходов (1 контакт исправности, 10 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых токовых входа 4 аналоговых входа напряжения Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO202, модули расширения: IO207	

2.12

Таблица 2.12/4 Стандартные варианты устройств защиты электродвигателей SIPROTEC 7SK85

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

Описание

Защита электродвигателей SIPROTEC 7SK82 разработана специально для реализации оптимизированной по стоимости компактной защиты малых и средних электродвигателей. Благодаря гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SK82 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Защита малых и средних электродвигателей (от 100 кВт до 2 МВт)
Входы и выходы	4 аналоговых токовых входа, 4 аналоговых входа напряжения (опция), 11 или 23 дискретных входа, 9 или 16 дискретных выходов
Гибкость аппаратного обеспечения	В базовом модуле 1/3 доступны разные структуры аппаратного обеспечения для дискретных входов и выходов. Добавление модулей расширения 1/6 невозможно; доступны устройства с большим или маленьким дисплеем.
Ширина корпуса	1/3 × 19 дюймов

Основные свойства

- Компактная и недорогая защита электродвигателей
- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Функции защиты электродвигателей: мониторинг времени пуска, защита от тепловой перегрузки для статора и ротора, блокировка повторного пуска, защита от несимметричной нагрузки, защита от блокировки ротора
- Мониторинг температуры статора и подшипников посредством датчиков температуры при использовании внешнего блока резистивных датчиков температуры (RTD)
- Чувствительная защита от замыканий на землю (ненаправленная, направленная) для обнаружения замыканий на землю в цепи статора

[SIP5_7xx82_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.12/2 Защита электродвигателей SIPROTEC 7SK82

- Направленная и ненаправленная максимальная токовая защита (защита от коротких замыканий) с дополнительными функциями
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор
- Защита от перенапряжения и минимального напряжения
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Однолинейные схемы на маленьком или большом дисплее
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Два дополнительных подключаемых модуля связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный и TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)

- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для удобного выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию

Применение

- Защита от тепловой перегрузки статора, которая защищает от перегрузок по току, проблем с охлаждением или загрязнения
- Защита от тепловой перегрузки ротора во время пуска в связи с частыми пусками, чрезмерно длительными пусками или заблокированным ротором
- Мониторинг несимметрии напряжений или отказов фаз
- Мониторинг теплового состояния и температур подшипников с помощью измерения температуры
- Обнаружение приводов насосов и компрессоров, работающих на холостом ходу (пример)
- Обнаружение коротких замыканий на землю в электродвигателе
- Защита от коротких замыканий в электродвигателе
- Защита от потери устойчивости в связи с пониженным напряжением

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

Измерение тока

- Защита от тепловой перегрузки статора и ротора
- Контроль времени пуска
- Блокировка повторного пуска
- Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)
- Контроль температуры
- Защита от блокировки ротора
- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов

Измерение тока и напряжения

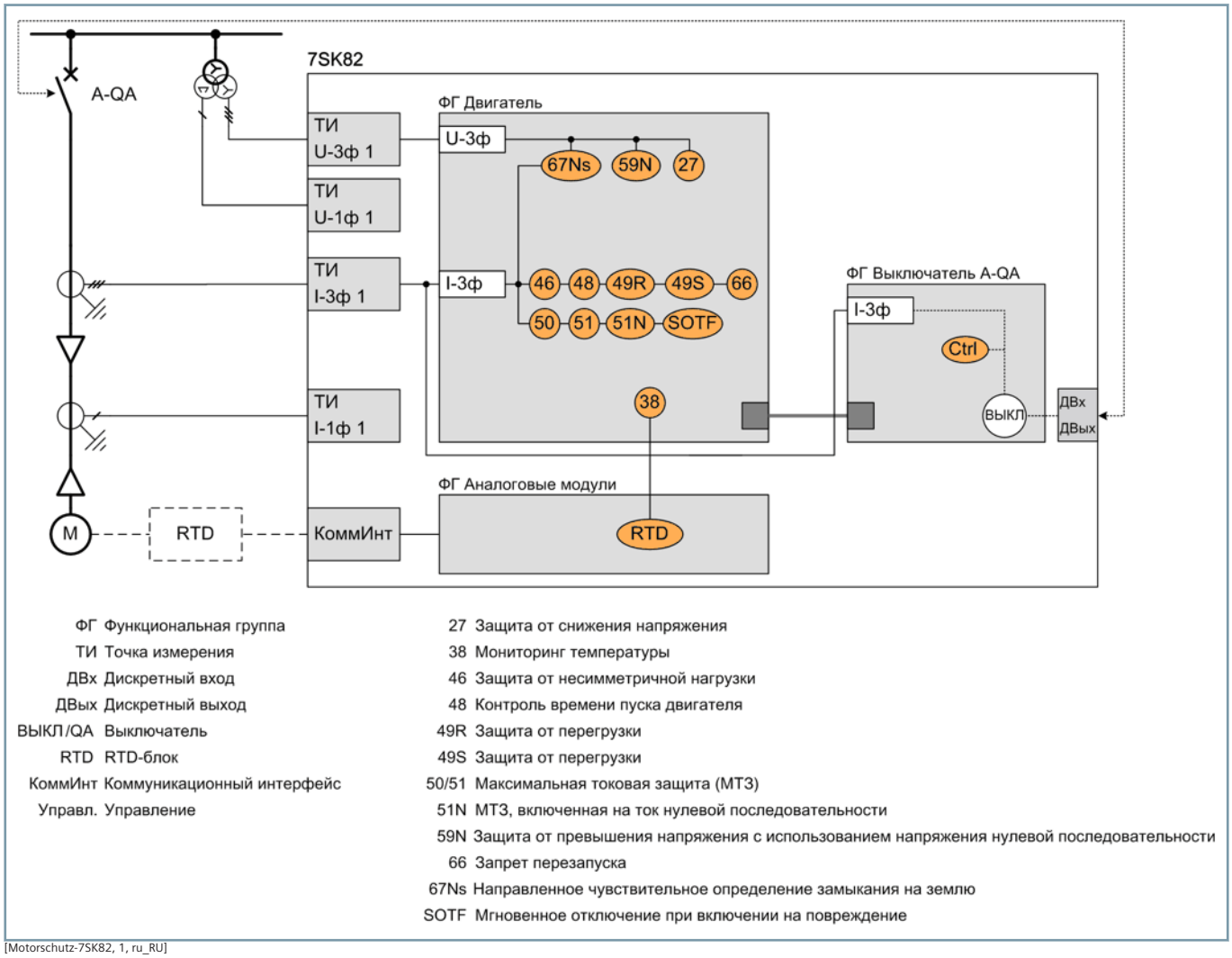
- Защита от тепловой перегрузки статора и ротора
- Контроль времени пуска
- Блокировка повторного пуска
- Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)
- Контроль температуры
- Защита от блокировки ротора
- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с изолированной нейтралью или дугогасящим реактором в целях обнаружения коротких замыканий на землю в цепи статора
- Защита от перенапряжения в системе нулевой последовательности V0
- Защита минимального напряжения в системе прямой последовательности V1
- Контроль перегорания предохранителей

Пример применения

SIPROTEC 7SK82 — защита электродвигателя средней мощности

Функции защиты электродвигателя и максимальная токовая защита SIPROTEC 7SK82 обеспечивают защиту асинхронного электродвигателя средней мощности (приблизительно до 2 МВт) от тепловой и механической перегрузки и коротких замыканий. Направленное чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю и защита от перенапряжения для напряжения нулевой последовательности V0 обеспечивают обнаружение коротких замыканий на землю в цепи статора в электродвигателе. Внешний блок RTD обеспечивает получение информации о тепловом состоянии электродвигателя и температурах подшипников и осуществляет их мониторинг. Блок RTD подключается к устройству по интерфейсу Ethernet или по последовательному каналу связи.

Рисунок 2.12/3 иллюстрирует объем функций и базовую конфигурацию SIPROTEC 7SK82 для данного применения. Он основан на шаблоне типового применения «Измерение тока и напряжения». Кроме того, устройство должно быть снабжено дополнительным модулем для связи с блоком резистивных датчиков температуры (RTD).



[Motorschutz-7SK82, 1, ru_RU]

Рисунок 2.12/3 Пример применения: защита электродвигателя средней мощности

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	
14	Защита от блокировки ротора	I > + n <	■	■	■
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■		
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■		■
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■		
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■		
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■		
37	Минимальная токовая защита	I <	■		
38	Контроль температуры	θ >	■	■	■
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■		
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■	■	■
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■		
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■		
47	Защита от перенапряжения: «обратная последовательность V2» или «обратная последовательность V2/прямая последовательность V1»	V2 >; V2/V1 >	■		
48	Контроль времени пуска для электродвигателей	I^2 пуск	■	■	■
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■	■	■
49R	Защита от тепловой перегрузки, ротор	θR	■	■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■		
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■		
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■		
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■		
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■		
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■		
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■		
50L	Защита от блокировки ротора	I > L	■	■	■
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■		
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■		
66	Блокировка повторного пуска для электродвигателей	I^2t	■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон	
				1	2
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■		
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■		
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		■
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■		
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■		
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■		
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■		
86	Блокировка		■	■	■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■		
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■		
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■		
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■		
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■		
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■		
	Статистические счетчики коммутаций		■		
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■		
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■
	CFC, арифметическая		■		
	Функция последовательности коммутаций		■		
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■
	Инициирование внешнего отключения		■		
	Управление		■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■		
	Выключатель		■	■	■
	Разъединитель		■		
Класс функциональных единиц:				0	40
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*					

Таблица 2.12/1 SIPROTEC 7SK82 — функции и шаблоны типового применения

1 Измерение тока

2 Измерение тока и напряжения

Защита электродвигателей – SIPROTEC 7SK85

Описание

Защита электродвигателей SIPROTEC 7SK85 разработана для защиты электродвигателей любой мощности. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7SK85 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Защита электродвигателей любой мощности
Входы и выходы	3 предопределенных стандартных варианта с 4 аналоговыми входами тока, 4 аналоговыми входами напряжения, 11–27 дискретными входами, 9–17 дискретными выходами
Гибкость аппаратного обеспечения	Структура входов/выходов может гибко адаптироваться и расширяться в рамках модульной системы SIPROTEC 5. Можно добавлять модули расширения 1/6, доступные с большим, маленьким дисплеем или вообще без дисплея
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

[SIP5_GD_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.12/4 Устройство защиты электродвигателя SIPROTEC 7SK85 (устройство 1/3 с большим графическим дисплеем и модулем расширения 1/6 с передней панелью с ключами управления)

Основные свойства

- Безопасность благодаря мощным функциям защиты
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Функции защиты электродвигателей: мониторинг времени пуска, защита от тепловой перегрузки для статора и ротора, блокировка повторного пуска, защита от несимметричной нагрузки, защита от блокировки ротора
- Мониторинг температуры статора и подшипников посредством датчиков температуры при использовании внешнего блока резистивных датчиков температуры (RTD)
- Дифференциальная защита электродвигателя в качестве быстродействующей защиты от коротких замыканий для электродвигателей большой мощности
- Чувствительная защита от замыканий на землю (ненаправленная, направленная) для обнаружения замыканий на землю в цепи статора
- Направленная и ненаправленная максимальная токовая защита (защита от коротких замыканий) с дополнительными функциями
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор
- Защита от перенапряжения и минимального напряжения
- Дуговая защита
- Защита по мощности, настраиваемая в качестве защиты по активной или реактивной мощности
- Распознавание сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки) и определения рабочих измеренных значений
- Управление, проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный и TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper

- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Интегрированные синхронизированные векторные измерения в соответствии с протоколом IEEE C37.118 (PMU)
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

- Защита от тепловой перегрузки статора в результате перегрузок по току, проблем с охлаждением или загрязнения
- Защита от тепловой перегрузки ротора при пусках в связи с частыми пусками, чрезмерно длительными пусками или заблокированным ротором
- Мониторинг несимметрии напряжений или отказов фаз
- Мониторинг теплового состояния и температур подшипников с помощью измерения температуры
- Обнаружение приводов насосов и компрессоров, работающих на холостом ходу (пример)
- Обнаружение коротких замыканий на землю в электродвигателе
- Защита от коротких замыканий в электродвигателе
- Защита от потери устойчивости в связи с пониженным напряжением

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

Измерение тока

- Защита от тепловой перегрузки статора и ротора
- Контроль времени пуска
- Блокировка повторного пуска
- Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)
- Контроль температуры
- Защита от блокировки ротора
- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов

Измерение тока и напряжения

- Защита от тепловой перегрузки статоров и роторов
- Контроль времени пуска
- Блокировка повторного пуска
- Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)
- Контроль температуры
- Защита от блокировки ротора
- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с изолированной нейтралью или дугогасящим реактором в целях обнаружения коротких замыканий на землю в цепи статора
- Защита от перенапряжения в системе нулевой последовательности V0
- Защита минимального напряжения в системе прямой последовательности V1
- Контроль перегорания предохранителей

Дифференциальная защита электродвигателя, измерение тока и напряжения

- Дифференциальная защита электродвигателя
- Защита от тепловой перегрузки статоров и роторов
- Контроль времени пуска
- Блокировка повторного пуска
- Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)
- Контроль температуры
- Защита от блокировки ротора
- Максимальная токовая защита (ненаправленная) для фаз и земли
- Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов
- Чувствительное направленное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с изолированной нейтралью или дугогасящим реактором в целях обнаружения коротких замыканий на землю в цепи статора
- Защита от перенапряжения в системе нулевой последовательности V0
- Защита минимального напряжения в системе прямой последовательности V1
- Контроль неисправностей цепей напряжения

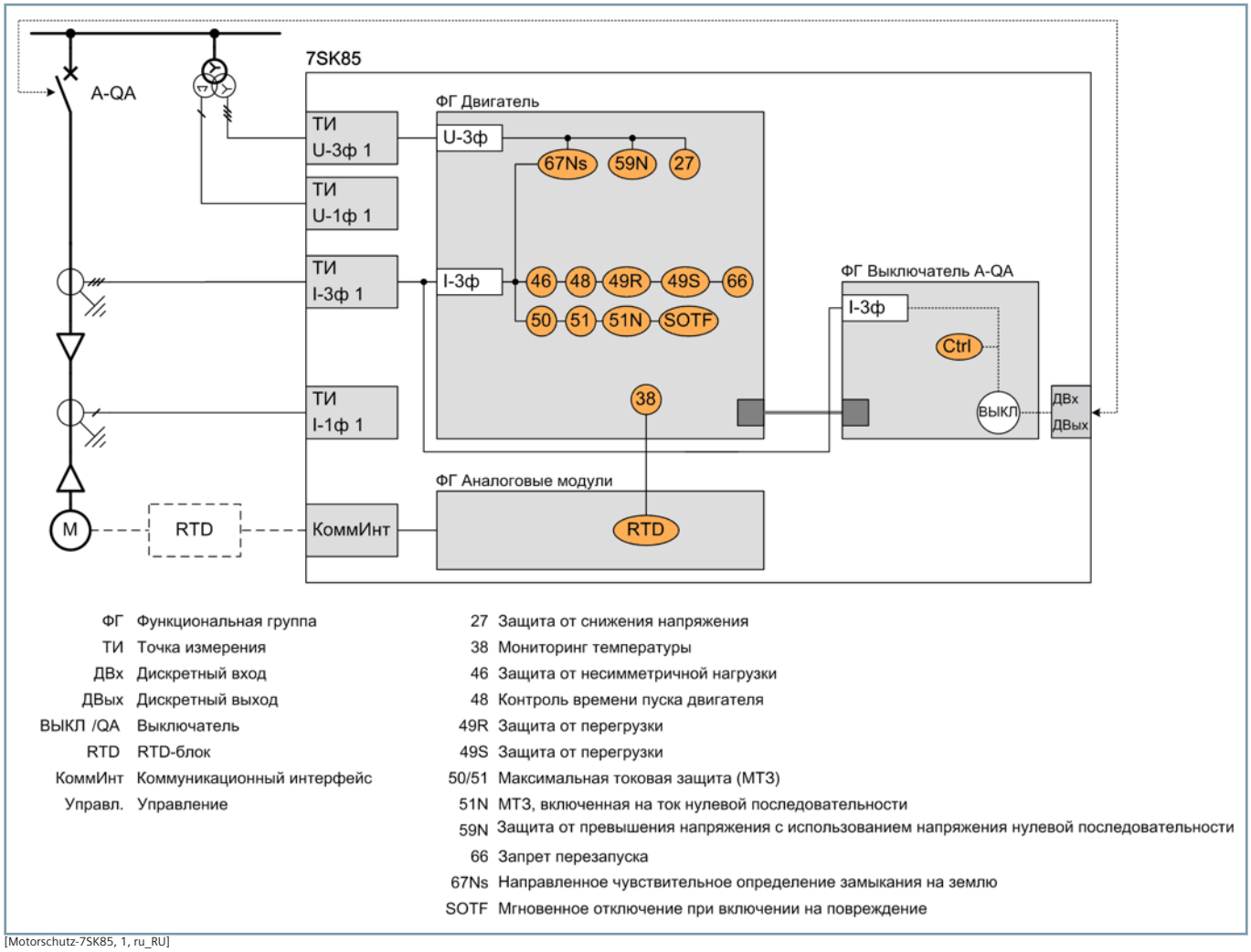
Пример применения

SIPROTEC 7SK85 — защита электродвигателя средней мощности

Защита асинхронного электродвигателя средней мощности (приблизительно до 2 МВт) от тепловых и механических перегрузок и коротких замыканий обеспечивается с помощью функций защиты электродвигателя и максимальной токовой защиты с выдержкой времени 7SK85. Направленное чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю и защита от перенапряжения для

напряжения нулевой последовательности V0 обеспечивают обнаружение коротких замыканий на землю в цепи статора в электродвигателе. Сбор данных о тепловом состоянии электродвигателя и температурах подшипников и их мониторинг осуществляются с помощью внешнего блока RTD. Блок резистивных датчиков температуры (RTD) подключается к устройству по интерфейсу Ethernet или по последовательному каналу связи.

Рисунок 2.12/5 иллюстрирует объем функций и базовую конфигурацию SIPROTEC 7SK85 для данного применения. В качестве базового используется шаблон типового применения «Измерение тока и напряжения». Кроме того, устройство должно быть снабжено дополнительным модулем для связи с блоком RTD.



[Motorschutz-7SK85, 1, ru_RU]

Рисунок 2.12/5 Пример применения: защита электродвигателя средней мощности

Функции и шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■
14	Защита от блокировки ротора	I > + n <	■	■	■	■
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■			
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■			
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■		■	■
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■			
37	Минимальная токовая защита	I <	■			
38	Контроль температуры	θ >	■	■	■	■
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■			
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■	■	■	■
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■			
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■			
47	Защита от перенапряжения: «обратная последовательность V2» или «обратная последовательность V2/прямая последовательность V1»	V2 >; V2/V1 >	■			
48	Контроль времени пуска для электродвигателей	I^2 пуск	■	■	■	■
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■	■	■	■
49R	Защита от тепловой перегрузки, ротор	θR	■	■	■	■
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	■	■	■
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■			
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■			
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■			
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■			
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■			
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■			
50L	Защита от блокировки ротора	I > L	■	■	■	■
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■			

Защита электродвигателей – SIPROTEC 7SK85

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
66	Блокировка повторного пуска для электродвигателей	I²t	■	■	■	■
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■			
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТНЗНП)	IN >, ∠(V, I)	■			
67Ns	Чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью, в том числе: a) 3I0 >, b) V0 >, c) Cos-/SinPhi, d) неустойчивые повреждения, e) Phi(V, I), f) полная проводимость		■		■	■
	Направленная защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie dir >	■			
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■			
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
86	Блокировка		■	■	■	■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■			
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI	■			■
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
FL	Устройство определения места повреждения, одностороннее измерение	FL-one	■			
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			
	Статистические счетчики коммутаций		■			
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■	■	■	■
	Инициирование внешнего отключения		■			
	Управление		■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■			
	Выключатель		■	■	■	■
	Разъединитель		■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
Класс функциональных единиц:				0	40	100
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.12/2 SIPROTEC 7SK85 — функции и шаблоны типового применения

1 Измерение тока

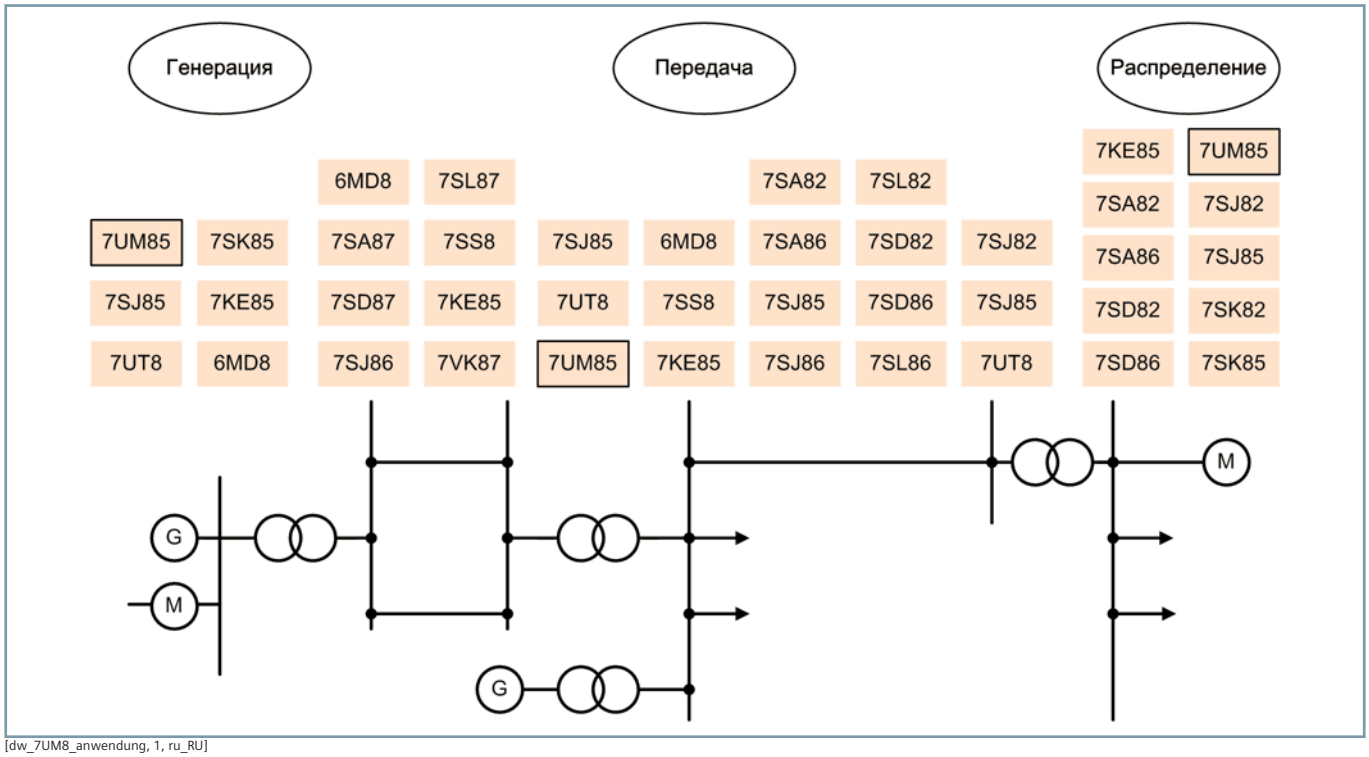
2 Измерение тока и напряжения

3 Дифференциальная защита + измерение тока и напряжения

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Защита генераторов



[dw_7UM8_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.13/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

SIPROTEC 7UM85

Основные функции защиты устройств защиты генераторов SIPROTEC 5 7UM85 основаны на типовых функциях защиты генераторов (защита от коротких замыканий на землю в цепи статора и ротора, защита от обратной мощности, защита от несимметричной нагрузки, дифференциальная защита, защита от недовозбуждения и многие другие). Они защищают генераторы и блоки электростанции с шинным или блочным подключением. Функции защиты реализуются таким образом, что они отвечают требованиям разных типов электростанций. Это могут быть обычные русловые гидроэлектростанции или гидроаккумулирующие электростанции с изменением чередования фаз при работе насосов. Кроме стандартных блочных электростанций (с разными источниками энергии), также возможна всеобъемлющая защита атомных электростанций и электростанций, которые запускаются с помощью пускового преобразователя (например, газотурбинные электростанции). Масштабируемость устройств относительно конструкции аппаратной части и функциональности открывает широкие возможности применения. Таким образом, выбирая аппаратное обеспечение и функции в соответствии с требованиями, можно закрыть все потребности силовых машин (начиная приблизительно с 1 MBA) за небольшую стоимость. Также устройства отлично подходят для промышленных систем. Большое количество функций защиты и автоматики позволяет использовать устройство во всех областях выработки электроэнергии.

Устройства обладают всеми важными вспомогательными функциями, которые необходимы в наше время для безопасной работы электростанции. Они включают в себя функции управления, измерения и мониторинга. Большое количество интерфейсов и протоколов связи отвечает требованиям селективной защиты, основанной на связи, а также автоматической работы.

Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро и, следовательно, экономически эффективно. Их модульная структура позволяет в каждом случае гибко адаптировать устройства SIPROTEC 5 к индивидуальным требованиям.

Функции

Особенностью устройств SIPROTEC 7UM85 является возможность масштабирования аппаратного обеспечения и функций в соответствии с индивидуальными требованиями. С помощью конфигуратора можно создать конфигурацию аппаратного обеспечения (число точек измерения V, I, дискретных входов и выходов, интерфейсов связи и т. д.), соответствующую применению. С помощью инструмента проектирования DIGSI 5 можно загрузить необходимые функции из библиотеки в устройство 7UM85. Доступный объем функций ограничен заказанными функциональными единицами. При необходимости можно без проблем заказать дополнительные функциональные единицы.

Можно выбрать для заказа устройства из числа различных стандартных вариантов. С помощью дополнительных модулей расширения можно адаптировать устройство к конкретной области применения (см. «Обзор стандартных вариантов»).

Важные характерные особенности	
7UM85	Гибкая настройка структуры аппаратного обеспечения для аналоговых входов, дискретных входов и выходов, измерительных преобразователей и связи благодаря расширяемости с использованием модулей расширения 1/6

Защита генераторов – SIPROTEC 7UM85

Описание

Устройство защиты генератора SIPROTEC 7UM85 разработано специально для защиты генераторов и блоков электростанций. Оно имеет все необходимые основные функции защиты и большое количество других функций защиты и мониторинга. Благодаря модульной структуре, гибкому и мощному инструменту проектирования DIGSI 5 устройство SIPROTEC 7UM85 позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Типичные функции защиты генератора
Входы и выходы	3 предопределенных стандартных варианта, включающих до 8 аналоговых входов тока, 8 аналоговых входов напряжения, 7–15 дискретных входов, 9–20 дискретных выходов Готовятся 2 дополнительных стандартных варианта с 4 дополнительными измерительными преобразователями
Гибкость аппаратного обеспечения	Структура входов/выходов может гибко адаптироваться и расширяться в рамках модульной системы SIPROTEC 5. Можно добавлять модули расширения 1/6, доступные с большим, маленьким дисплеем или вообще без дисплея
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2 × 19 дюймов

Основные свойства

- Безопасное и надежное решение защиты электростанций
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Унифицированная реализация механизмов, обеспечивающих высокий уровень безопасности и защиты
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Хорошая защита инвестиций и низкие эксплуатационные расходы благодаря системному решению, ориентированному на будущее

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Защита от коротких замыканий (максимальная токовая защита, защита по полному сопротивлению, дифференциальная защита)
- Защита от замыканий на землю в цепи статора (90%-ная ненаправленная или направленная, 100%-ная с 3-й гармоникой, действительная 100%-ная защита с наложением напряжения с частотой 20 Гц)
- Защита от коротких замыканий на землю в цепи ротора с использованием других методов измерения (мониторинг тока замыкания на землю или сопротивления цепи заземления)
- Высокоточная защита от обратной мощности и универсальная защита по мощности
- Защита от недовозбуждения и перевозбуждения

[SIP5_GD_SS_LED_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.13/2 Защита генератора SIPROTEC 7UM85 (ширина: 1/3 × 19 — 2 × 19 дюймов)

- Защита от несимметричной нагрузки
- Защита от перегрузки и мониторинг температуры посредством внешнего блока резистивных датчиков температуры (RTD) (например, PT 100)
- Защита от выпадения из синхронизма
- Защита от тока на вале генератора (в частности, для гидроэлектростанций)
- Универсальная защита от перенапряжения и от понижения напряжения с использованием других методов измерения
- Защита от повышения и понижения частоты и защита по изменению частоты
- Функции защиты для разделения сетей (защита по напряжению и частоте, направленная защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU))
- Защита генератора от ошибочного включения в сеть
- Устройство резервирования отказов выключателя
- Мониторинг повторного зажигания дуги в выключателе
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Дополнительные подключаемые модули связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus TCP, DNP3 (последовательный и TCP))
- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Синхронизированные векторные измерения (PMU) для определения измеренных значений синхровекторов и реализации протокола IEEE C37.118

- Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

- Защита генераторов различных мощностей, подключенных напрямую к шинам, с помощью направленной защиты от замыканий на землю в цепи статора
- Защита генераторов с блочным подключением разной мощности (с помощью 100%-ной защиты от замыканий на землю в цепи статора (20 Гц)) для генераторов большей мощности
- Защита блоков электростанций с помощью одного устройства на каждую группу защиты. В версии для генераторного трансформатора в устройстве 7UM85 реализована защита как генератора, так и трансформатора.
- В случае более сложных блоков электростанций (блочное подключение с генераторным выключателем и несколькими трансформаторами собственных нужд) используются дополнительные устройства SIPROTEC 5, такие как 7UT8x, 7SJ82 или 7SJ85 и 7SA, SD, SL86, со стороны высокого напряжения трансформатора.
- Использование функций защиты электродвигателей и генераторов (например, защиты от недовозбуждения) для защиты синхронных электродвигателей

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

Генератор, базовый

- Базовые функции защиты (максимальная токовая защита, защита от замыканий на землю в цепи статора, защита от обратной мощности, защита от перевозбуждения, защита по напряжению, защита по частоте и защита от несимметричной нагрузки)
- Защита от замыканий на землю в цепи ротора (измерение тока короткого замыкания на землю)

Генератор, шинное подключение, базовый

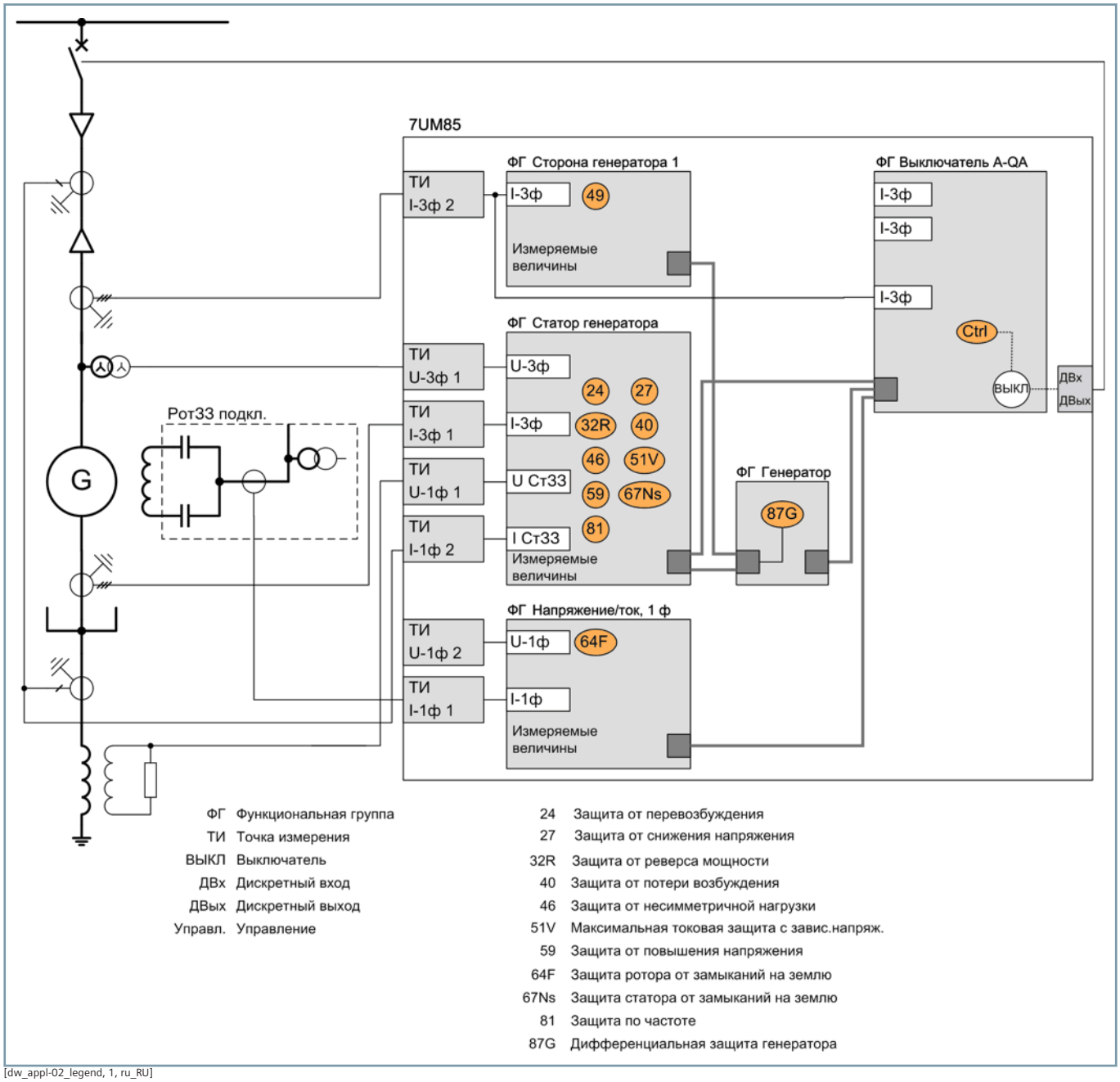
- Базовые функции защиты
- Дифференциальная защита генератора
- Защита от недовозбуждения

Генератор, блочное подключение, базовый

- Базовые функции защиты
- Дифференциальная защита трансформатора в качестве полной защиты (трансформатор + генератор)
- Защита от недовозбуждения
- 100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора с использованием 3-й гармоники

Генератор, блочное подключение, расширенные функции

- Базовые функции защиты
- Дифференциальная защита трансформатора
- Дифференциальная защита генератора
- Защита от недовозбуждения
- Защита от выпадения из синхронизма
- 100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора с наложением сигнала с частотой 20 Гц
- Функция синхронизации (без команд регулировки)
- Устройство резервирования отказов выключателя



[dw_appl-02_legend, 1, ru_RU]

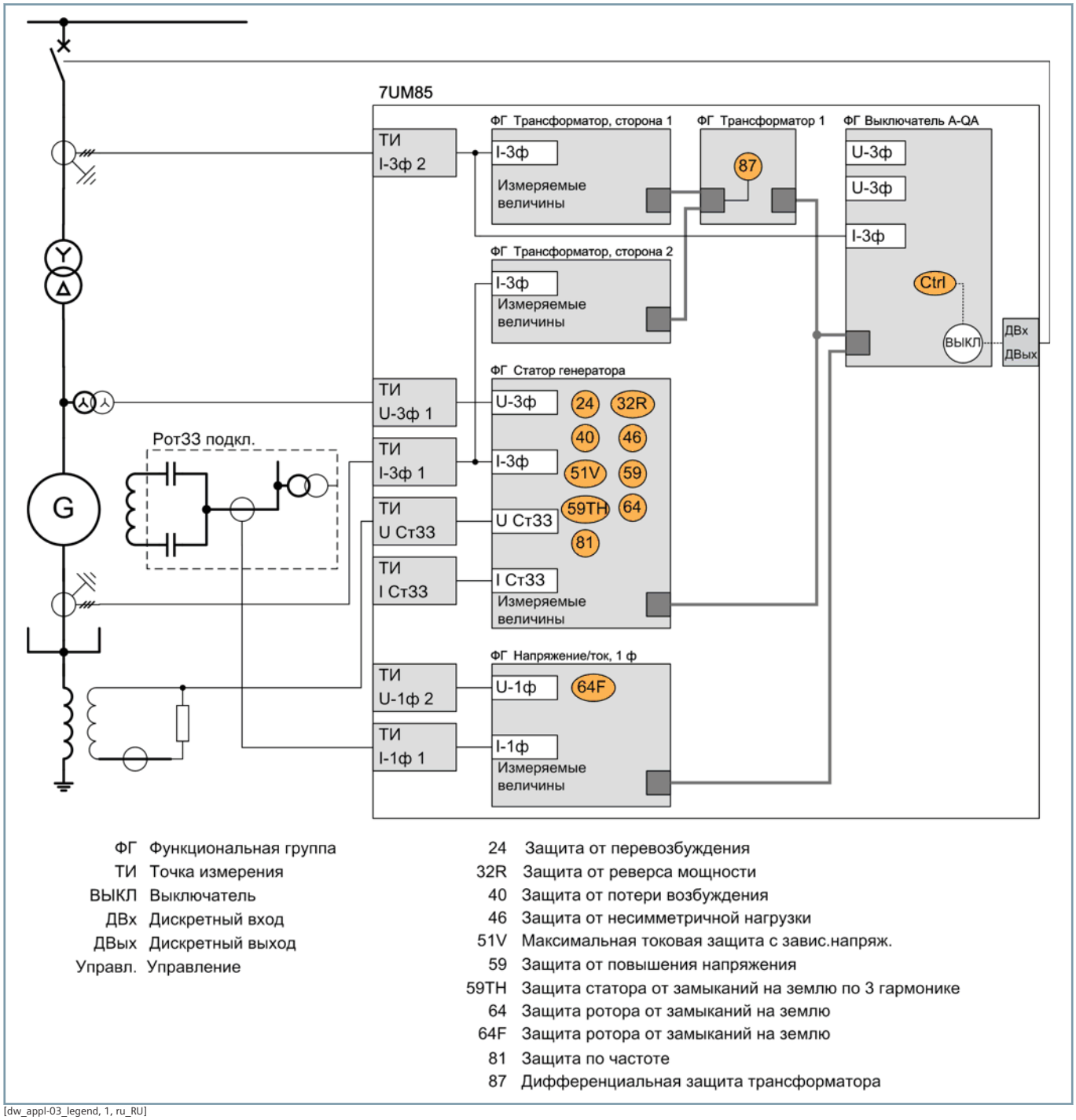
Рисунок 2.13/3 Пример применения: защита генератора с шинным подключением (шаблон типового применения: «Генератор, шинное подключение, базовый»)

Примеры применения

SIPROTEC 7UM85 — защита генераторов с шинным подключением

Ниже приведен обзор применения для генераторов с шинным подключением. Оно основано на шаблоне типового применения «Генератор, шинное подключение, базовый». *Рисунок 2.13/3* содержит однолинейную схему соединений с 7UM85 и логическую структуру устройства. Ток замыкания на землю для защиты от замыканий на землю в цепи статора формируется посредством трансформатора тока нейтрали. Чувствительная защита от замыканий на землю должна быть реализована посредством дифференциального подключения трансформатора тока нейтрали (с тем же коэффициентом трансформации). Защита от замыканий на землю в цепи ротора реализуется с помощью связи на частоте системы энергоснабжения и основана на измерении тока замыкания на землю в цепи ротора. При необходимости следует использовать в качестве дополнительных устройств 7XR61 + 3PP1336. Минимально необходимое аппаратное обеспечение включает базовый модуль и модуль расширения (например, стандартный вариант AA2 + IO201). *Рисунок 2.13/3* также иллюстрирует внутреннюю функциональную структуру устрой-

ства. Точки измерения подключаются с помощью функциональных групп. Функциональные группы также соединяются между собой. Функции назначаются функциональным группам и соединяются автоматически. Основная функциональная группа — ФГ «Статор генератора». Для дифференциальной защиты требуются дополнительные функциональные группы. Защита от замыканий на землю в цепи ротора работает в ФГ «V/I, 1-фазн.». Функциональная группа выключателя управляет всем взаимодействием с выключателем. Дополнительные функции, такие как активация быстрого останова и гашение поля, активируются путем прямой подачи сигнала отключения на контакты реле. Либо можно использовать дополнительные ФГ «Выключатель». Все связи присутствуют в шаблоне типового применения. Для шаблона требуется 100 функциональных единиц. Если требуется использовать дополнительные функции, можно увеличить число функциональных единиц.



[dw_appl-03_legend, 1, ru_RU]

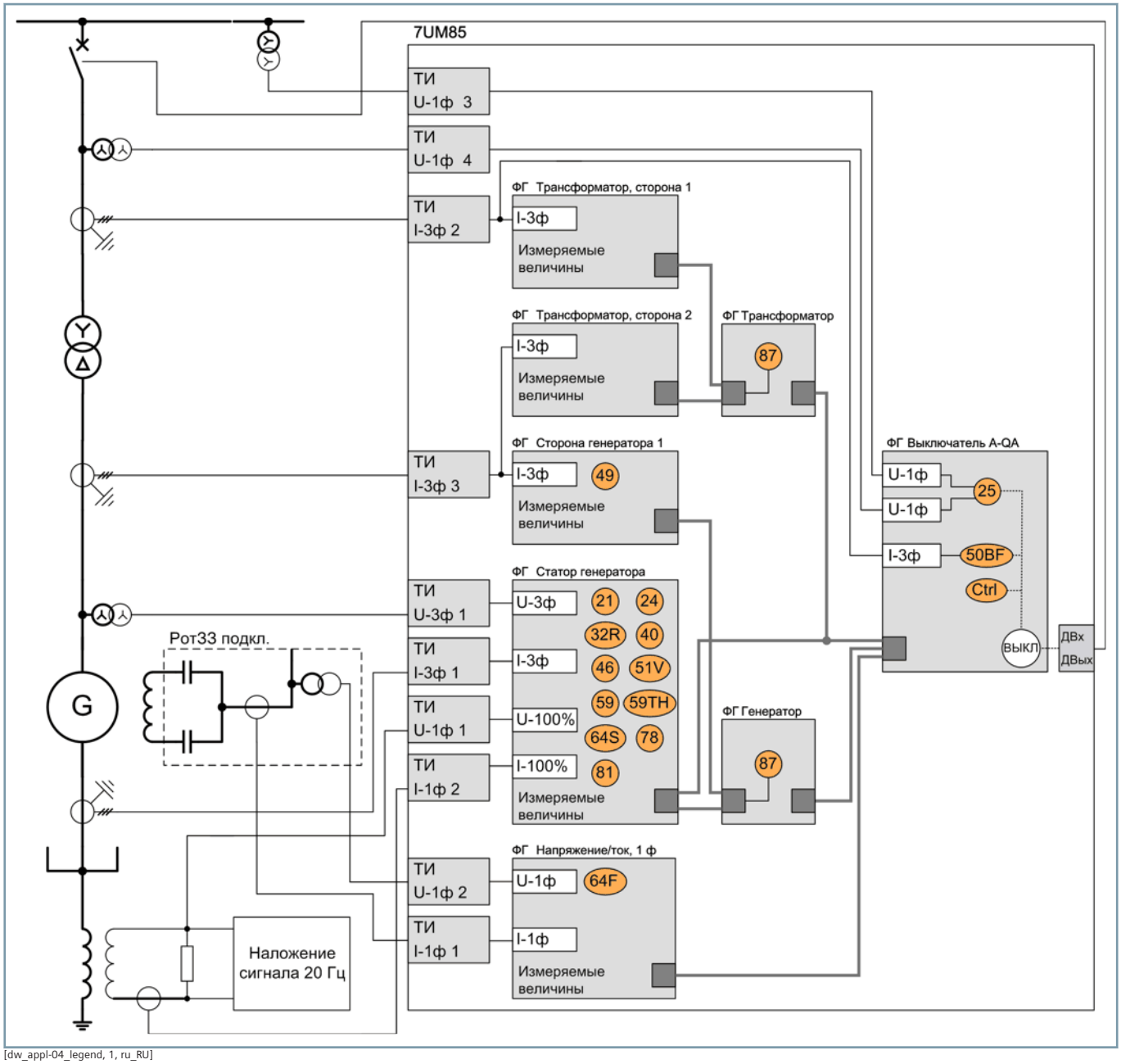
Рисунок 2.13/4 Пример применения: защита генератора с блочным подключением (шаблон типового применения: «Генератор, блочное подключение, базовый»)

SIPROTEC 7UM85 — защита генератора с блочным подключением

Пример иллюстрирует типичную реализацию электростанции с небольшими и средними генераторами (например, 1–50 МВА) с блочным подключением. Генератор передает энергию в систему энергоснабжения через трансформатор GSU. Применение основано на шаблоне типового применения «Генератор, блочное подключение, базовый». *Рисунок 2.13/4* содержит однолинейную схему соединений с 7UM85 и логическую структуру устройства. Область действия 90%-ной защиты от замыканий на землю в цепи статора обеспечивается трансформатором нейтрали с нагрузочным сопротивлением. Защита от замыканий на землю в цепи ротора реализуется с помощью связи на частоте системы энергоснабжения и основана на измерении тока замыкания на землю в цепи ротора. При необ-

ходимости следует использовать в качестве дополнительных устройств 7XR61 + 3PP1336. Минимально необходимое аппаратное обеспечение включает базовый модуль и модуль расширения (например, стандартный вариант AA2 + IO201). *Рисунок 2.13/4* также иллюстрирует внутреннюю функциональную структуру устройства. Она практически идентична версии для системы шин. Дифференциальная защита изменена. Она предназначена для защиты генератора и трансформатора. Поэтому необходимо использовать дифференциальную защиту трансформатора с соответствующими функциональными группами.

Все связи присутствуют в шаблоне типового применения. Для шаблона требуется 125 функциональных единиц. Если требуется использовать дополнительные функции, можно увеличить число функциональных единиц.



[dw_appl-04_legend, 1, ru_RU]

Рисунок 2.13/5 Пример применения: защита блока электростанции (шаблон типового применения: «Генератор, блочное подключение, расширенные функции»)

SIPROTEC 7UM85 — защита блока электростанции

Типовое применение соответствует более сложной электростанции со средними и большими генераторами (например, 20–200 MBA) с блочным подключением. Питание в сеть собственных нужд подается отдельно. Этот пример иллюстрирует работу системы. Возможно расширение для электростанций с трансформатором собственных нужд. При необходимости можно добавить дифференциальную защиту трансформатора. Максимальное число функций

дифференциальной защиты ограничено 3. Описанное применение основано на шаблоне типового применения «Генератор, блочное подключение, расширенные функции». *Рисунок 2.13/5* содержит однолинейную схему соединений с 7UM85 и логическую структуру устройства.

Область действия 90%-ной защиты от замыканий на землю в цепи статора обеспечивается трансформатором нейтрали с нагрузочным сопротивлением. 100%-ная область действия защиты обеспечивается 100%-ной защитой от замыканий на землю в цепи статора с наложением сигнала с частотой 20 Гц. Для этого требуются дополнительные устройства 7XT33 и 7XT34 и миниатюрный трансформатор тока. Защита от замыканий на землю в цепи ротора реализуется с помощью измерения на частоте системы энергоснабжения и основана на измерении сопротивления. При необходимости следует использовать в качестве дополнительных устройств 7XR61 + 3PP1336. Минимально необходимое аппаратное обеспечение включает базовый модуль и два модуля расширения (например, стандартный вариант AA3 + дополнительный IO201). *Рисунок 2.13/5* также иллюстрирует внутреннюю функциональную структуру устройства. Для более быстрого обнаружения повреждений генератора или трансформатора предусмотрены отдельные дифференциальные защиты. Это повлияло на размер функциональной группы и соединения. Кроме того, в ФГ «Выключатель» предусмотрены функции устройства резервирования отказов выключателей и синхронизации. Команды регулировки выполняются вручную (автоматические команды регулировки подготавливаются в настоящее время). Для разрешения ручной синхронизации можно использовать функцию синхронизации. Все связи присутствуют в шаблоне типового применения. Для шаблона требуется 350 функциональных единиц. Если требуется использовать дополнительные функции, можно увеличить число функциональных единиц.

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■				
21T	Защита по полному сопротивлению трансформаторов	Z <	■				■
24	Защита от перевозбуждения	V/f	■	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■				■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■	■	■		
27	Защита минимального напряжения: «3ф», или «Vx универс.»	V <	■				
	Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности	Q >/V <	■				
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■				
32R	Защита от обратной мощности	– P <	■	■	■	■	■
37	Минимальная токовая защита	I <	■				
38	Контроль температуры	θ >	■				
40	Защита от недовозбуждения	1/xd	■		■	■	■
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■				
46	Защита от несимметричной нагрузки (тепловая)	$I2^2$ t >	■	■	■	■	■
46	Направленная максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >, ∠(V2, I2)	■				
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■				
47	Защита от перенапряжения, система обратной/прямой последовательности	V2/V1 >	■				
48	Контроль времени пуска для электродвигателей	I^2 пуск	■				
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I^2t	■		■	■	■
49H	Расчет температуры наиболее нагретого места	θh, I^2t	■				
49R	Защита от тепловой перегрузки, ротор	θR	■				
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■				
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■				
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■				
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■				
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита (токовая отсечка), 1-фазная	IN >	■				
50Ns/51Ns	Чувствительная защита от тока замыкания на землю для сетей с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью	INs >	■				
	Защита от неустойчивых коротких замыканий на землю	Iie >	■				
50GN	Защита от тока на вале генератора	INs >	■				
50/27	Защита генератора от ошибочного включения в сеть	I >, V< сброс	■				
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■				■
50RS	Защита от повторного зажигания дуги в выключателе	CBRS	■				

Защита генераторов – SIPROTEC 7UM85

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
50L	Защита от блокировки ротора	I > L	■				
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■	■	■	■	■
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■	■	■	■	■
59	Защита от перенапряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■				
59N, 67Ns	Защита от замыканий на землю в цепи статора (ненаправленная, направленная)	V0 >, ∠(V0, I0)	■	■	■	■	■
27TH, 59TH, 59THD	Защита от замыканий на землю в цепи статора с использованием 3-й гармоники	V03.H <, V03.H >; ΔV03.H	■			■	
64S	100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора (20 Гц)	RSG <	■				■
64F, frated	Защита от замыканий на землю в цепи ротора (IRG >, fn)	IRG >	■	■	■	■	
64F, frated	Защита от замыканий на землю в цепи ротора (RRG >, fn)	RRG <	■				■
66	Блокировка повторного пуска для электродвигателей	I^2t	■				
67	Направленная максимальная токовая защита, фазы	I >, ∠(V, I)	■				
67N	Токовая направленная защита нулевой последовательности (ТН3НП)	IN >, ∠(V, I)	■				
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	■	■	■	■
78	Защита от выпадения из синхронизма	ΔZ/Δt	■				■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■	■	■	■	■
86	Блокировка		■	■	■	■	■
87T	Дифференциальная защита трансформатора	ΔI	■			■	■
87N T	Ограниченная защита от коротких замыканий на землю	ΔIN	■				
87M	Дифференциальная защита электродвигателя	ΔI	■				
87G	Дифференциальная защита генератора	ΔI	■		■		■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■				
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■				
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■				
	Статистические счетчики коммутаций		■	■	■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I^2t, 2P	■				
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■				
	Функция последовательности коммутаций		■				
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■				
	Инициирование внешнего отключения		■				
	Управление		■	■	■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■				

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
	Выключатель		■	■	■	■	■
	Разъединитель		■				
Класс функциональных единиц:				10	100	125	350
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*							

Таблица 2.13/1 SIPROTEC 7UM85 — функции и шаблоны типового применения

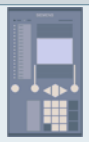
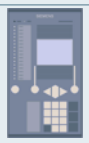
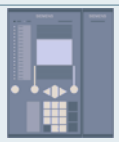
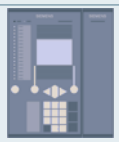
1 Генератор, базовый

2 Генератор, шинное подключение

3 Генератор, блочное подключение, базовый

4 Генератор, блочное подключение, расширенные функции

Стандартные варианты

Стандартные варианты SIPROTEC 7UM85		
AA1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 V, 4 I	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 4 аналоговых входа напряжения 3 аналоговых входа тока 1 вход тока замыкания на землю чувствительной защиты Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO202	
AA2	1/3, 7 Двх, 14 ДВых, 4 V, 4 I	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 7 дискретных входов 14 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 8 быстродействующих) 4 аналоговых входа напряжения 3 аналоговых входа тока 1 вход тока замыкания на землю чувствительной защиты Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO208	
AA3	1/2, 15 Двх, 20 ДВых, 8 V, 8 I	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 15 дискретных входов 20 дискретных выходов (1 контакт исправности, 7 стандартных, 12 быстродействующих) 8 аналоговых входов напряжения 6 аналоговых входов тока 2 входа тока замыкания на землю чувствительной защиты Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO208 Модуль расширения: IO202	
AA4 *В процессе подготовки (версия 7.10 и более поздние)*	1/2, 11 Двх, 16 ДВых, 7 V, 8 I, 4 MU	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 11 дискретных входов 16 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 10 быстродействующих) 7 аналоговых входов напряжения 6 аналоговых входов тока 2 аналоговых входа тока замыкания на землю чувствительной защиты 4 входа быстродействующих измерительных преобразователей (20 мА или 10 В) Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модуль расширения: IO210	

AA5	2/3, 15 Двх, 20 ДВых, 7 V, 16 I, 4 MU	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 15 дискретных входов 20 дискретных выходов (1 контакт исправности, 5 стандартных, 14 быстродействующих) 7 аналоговых входов напряжения 14 аналоговых входов тока 2 входа тока замыкания на землю чувствительной защиты 4 входа быстродействующих измерительных преобразователей (20 мА или 10 В) Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: IO210, IO203	

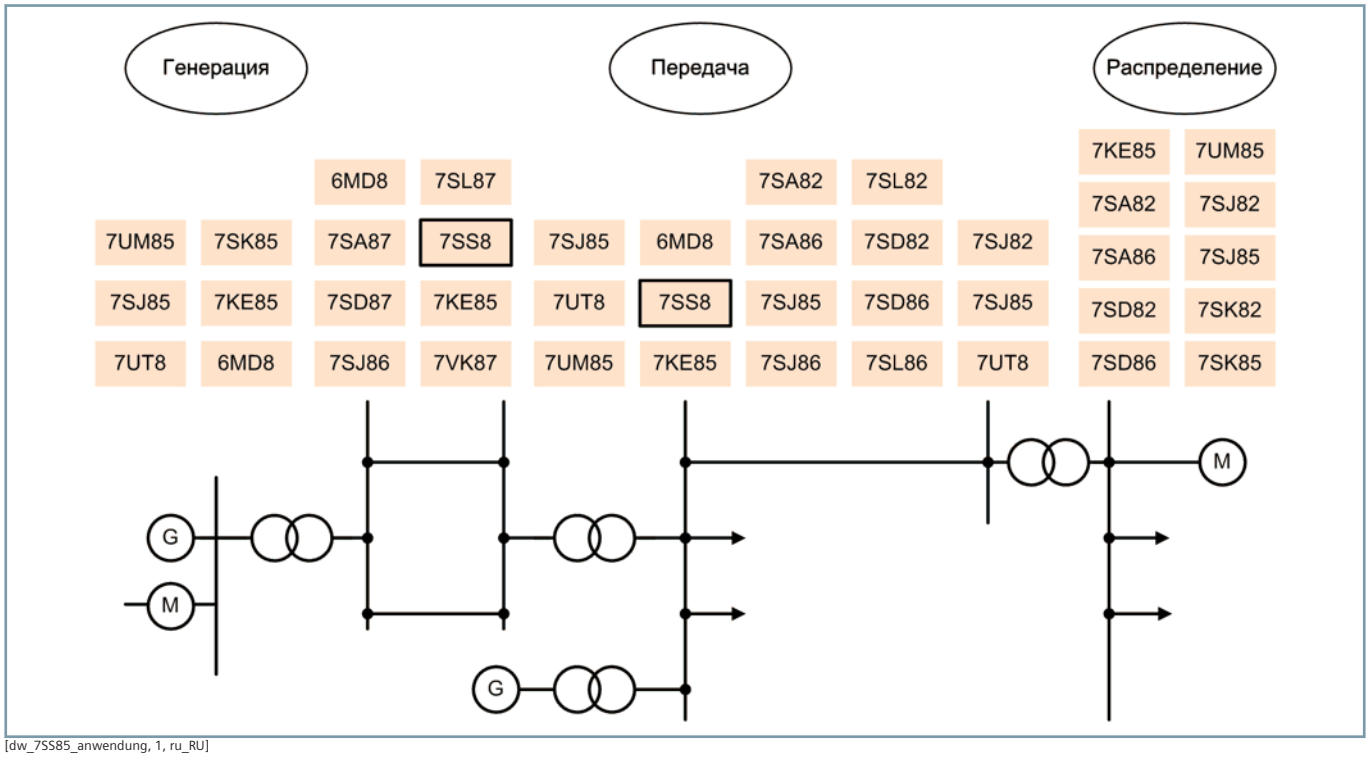
Таблица 2.13/2 Стандартные варианты SIPROTEC 7SJ85

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Защита системы шин



[dw_7SS85_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

SIPROTEC 7SS85

Конструкция защиты системы шин SIPROTEC 7SS85 обеспечивает наивысшую селективность для разнообразных систем шин и всех уровней напряжения. Дополнительные функции защиты и управления расширяют область применения до всеобъемлющей защиты станции.

2.14

Устройство SIPROTEC 7SS85 предназначено для следующих конфигураций систем:

- Одиночные системы шин с обходной системой шин или без нее
- Двойные системы шин с обходной системой шин или без нее
- Тройные системы шин
- Полуторные схемы
- Системы двойных выключателей с одним или двумя трансформаторами тока на каждую питающую линию
- Распределительное устройство на тележке
- Системы с комбинированными системами шин (альтернатива — рабочая/обходная система шин)
- Т-образные схемы
- Схема Н-моста с секционным выключателем или разъединением
- Кольцевые системы шин

Задайте «основные свойства», чтобы определить максимальный объем функций устройства. Каждое основное свойство определяется коротким обозначением.

Короткое обозначение	Объем функций
9	1 зона защиты
A	2 зоны защиты
B	2 зоны защиты, представление разъединителей
C	4 зоны защиты
D	4 зоны защиты, представление разъединителей
E	Только устройство резервирования отказов выключателей

Таблица 2.14/1 Максимальный объем функций «основных свойств»

Области применения

Централизованная защита системы шин SIPROTEC 7SS85 имеет следующую максимальную структуру аппаратных средств:

- 20[1)] (15 с CP200) 3-фазных точек измерения (аналоговые входы тока)
- 4[1)] (2 с CP200) 3-фазные точки измерения (аналоговые входы напряжения)
- 26 (22 с CP200) присоединений (питающие линии, шинные соединители, отключения секций шин)
- 4 секции шин (зоны защиты)
- 4 шинных соединителя (с 1 или 2 аналоговыми входами тока)

- 2 вспомогательные шины (секции шин без функции измерения)
- Дополнительные распределенные дискретные входы и выходы, реализуемые с помощью интерфейса защиты (PI) или МЭК 61850 (GOOSE), позволяют реализовывать новые концепции электростанций

1) Учтите, что максимально возможное число дискретных входов и выходов уменьшается при увеличении числа точек измерения токов и напряжений. Поэтому в конфигурации с 20 точками измерения токов может быть только 43 дискретных входа и 43 дискретных выхода.

Стандартные варианты

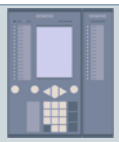
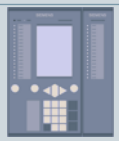
V1	1/2, 15 Двх, 13 ДВых, 12 I	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 15 дискретных входов 13 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 10 быстродействующих) 12 аналоговых входов тока Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO203 Модуль расширения: IO201	
V2	1/2, 11 Двх, 11 ДВых, 16 I	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 11 дискретных входов 11 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 8 быстродействующих) 16 аналоговых входов тока Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO203 Модуль расширения: IO203	
V3	2/3 15 Двх, 15 ДВых, 24 I	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 15 дискретных входов 15 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 12 быстродействующих) 24 аналоговых входа тока Содержит базовый модуль с модулями PS201 и IO203 2 модуля расширения IO203	

Таблица 2.14/4 Стандартные варианты SIPROTEC 7SS85

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

SIPROTEC 7SS85

Защита системы шин SIPROTEC 7SS85 — это селективная, безопасная и быстродействующая защита от коротких замыканий шин в сетях среднего, высокого и сверхвысокого напряжения с разнообразными конфигурациями системы шин. Выбор базовых функций устройства (основных свойств) и модульная структура аппаратного обеспечения позволяют оптимально адаптировать SIPROTEC 7SS85 к самым разным конфигурациям системы и функциональным требованиям, обеспечив всеобъемлющую защиту шин.

Выбор базовых функций устройства (основных свойств) и модульная структура аппаратного обеспечения позволяют оптимально адаптировать SIPROTEC 7SS85 к самым разным конфигурациям системы и функциональным требованиям.

Основные свойства

- Безопасность за счет методов измерения, апробированных и подтвердивших свою надежность в течение 25 лет
- Простые создание и адаптация конфигурации пользователем в течение всего срока службы
- Ясное структурирование за счет полностью графического проектирования и интерактивной визуализации станции с помощью DIGSI 5
- Защита до 20 присоединений с помощью одного устройства

Функции

В таблице «Функции и шаблоны» представлены все функции, доступные в SIPROTEC 7SS85. Все функции можно настроить согласно требованиям с помощью DIGSI 5. Для использования некоторых функций требуется соответствующее число доступных свободных функциональных единиц в устройстве. Для определения необходимого числа функциональных единиц в устройстве можно использовать калькулятор функциональных единиц в интерактивном конфигураторе. Необходимые функциональные единицы также отображаются при разработке проекта с помощью DIGSI 5.

Основные преимущества SIPROTEC 7SS85

- Пофазное измерение и отображение величин
- Селективное отключение неисправных секций системы шин
- Контрольная зона, не зависящая от разъединителей, в качестве дополнительного критерия отключения
- Минимальное время отключения (< 7 мс) для обеспечения устойчивости сети и минимизации повреждения системы
- Наивысшая устойчивость в случае внешних коротких замыканий, а также при насыщении трансформаторов за счет стабилизации с использованием токов
- Рабочая характеристика со свободно настраиваемыми участками тормозной характеристики
- Дополнительная рабочая характеристика с повышенной чувствительностью к коротким замыканиям с малыми

[SIP5_GD_SS_LED_LED_LED_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.14/2 SIPROTEC 7SS85 — защита системы шин

токами, например в системах энергоснабжения, заземленных через активное сопротивление
- Быстрое обнаружение внутренних и внешних коротких замыканий: требуется лишь 2 мс времени работы трансформатора тока без насыщения
- На электростанции возможно использование трансформаторов с замкнутым ферромагнитным сердечником или линеаризованных трансформаторов тока
- Адаптация различных коэффициентов трансформации трансформаторов тока посредством настройки параметров
- Непосредственное определение размеров трансформаторов тока и коэффициента стабилизации
- Три взаимодействующих метода измерения обеспечивают минимальное время отключения после коротких замыканий шин и максимальную устойчивость в случае больших токов короткого замыкания
- Встроенное устройство резервирования отказов выключателей распознает неисправности выключателя в случае короткого замыкания системы шин и передает сигнал отключения для выключателя на конце линии электропередачи. В случае отказа шиносоединительного выключателя отключается соседняя шина
- Реализован всесторонний мониторинг цепей трансформаторов тока, сбора и обработки измеренных значений и цепей отключения. Это исключает слишком жесткое или слишком свободное функционирование защиты и уменьшает трудоемкость плановых проверок
- Различные функции управления, такие как вывод из эксплуатации присоединения, получение данных о блокировке от разъединителей и выключателей, блокировка зон защиты или устройства резервирования отказов выключателей, упрощают адаптацию к особым состояниям системы, обусловленным эксплуатацией

- Дополнительное 1/3-фазное или 3-фазное устройство резервирования отказов выключателей с использованием интегрированного представления разъединителя для отключения всех выключателей секции шин
- Дополнительная защита участка между линейным разъединителем и выключателем для секции между выключателем и трансформатором тока для присоединений и шинных соединителей
- Непосредственное отключение зон защиты с помощью внешних сигналов.
- Разрешение отключения зон защиты с помощью дополнительных внешних сигналов
- Разрешение отключения с помощью дополнительных внешних фазоизбирательных сигналов
- Дополнительная максимальная токовая защита фаз/земли для каждого присоединения
- Дополнительная защита по напряжению и частоте до двух 3-фазных трансформаторов напряжения. Также может использоваться для реализации встроенного контроля отсутствия напряжения.
- Опциональная перекрестная стабилизация в качестве дополнительного разрешения отключения в 3-полюсном герметичном элегазовом распределительном устройстве.

Библиотека функций и шаблоны типового применения

Гибкость SIPROTEC 7SS85 позволяет реализовывать защиту разнообразных возможных конфигураций шин. Вместо шаблонов типового применения можно использовать инструмент DIGSI 5 с удобным полностью графическим интерфейсом для полного проектирования защиты системы шин.

Основные функции

Используйте «основные свойства» для выбора базовых функций устройства. Эти свойства ориентированы на типичные конфигурации электростанций и области применения.

Для устройств SIPROTEC 7SS85 каждому основному свойству назначен стандартный вариант (V1, V2, V3). С помощью дополнительных модулей расширения можно адаптировать устройство к конкретной области применения (см. «Обзор стандартных вариантов»).

Таблица 2.14/2 иллюстрирует базовый набор присоединений и степень расширения аппаратного обеспечения в соответствии с выбранным стандартным вариантом. Для дополнительных присоединений требуются дополнительные функциональные единицы.

Основное свойство E «Только устройство резервирования отказов выключателей» является специальным. В этом случае основной функцией является функция устройства резервирования отказов выключателей. Устройство позволяет реализовать для распредительного устройства полную независимую резервную защиту для резервирования отказов выключателей.

Основные функции						
Краткое описание	9	A	B	C	C	E
Основная функция защиты	Дифференциальная защита системы шин					Только устройство резервирования отказов выключателей
Секции системы шин	1	2	2	4	4	4
Представление разъединителей	Нет	Нет	Да	Нет	Да	Да
Точки измерения, 3-фазные (максимум)	20 (15 с CP200)	20 (15 с CP200)	20 (15 с CP200)	20 (15 с CP200)	20 (15 с CP200)	20 (15 с CP200)
Присоединения (максимум)	26 (22 с CP200)	26 (22 с CP200)	26 (22 с CP200)	26 (22 с CP200)	26 (22 с CP200)	26 (22 с CP200)
Присоединения (включены в базовый набор)	3	4	4	6	6	6
Соответствующий стандартный вариант	V1	V2	V2	V3	V3	V3
Включенные точки измерения, 3-фазные	3	4	4	6	6	6

Таблица 2.14/2 Основные свойства и стандартные варианты

Конфигурирование и настройка параметров

Однолинейная схема описывает основную топологию распределительного устройства. Добавьте устройство SIPROTEC 7SS85 и необходимые функциональные блоки из библиотеки DIGSI 5. Подключите первичные элементы однолинейной схемы (шины, трансформаторы тока, разъединители, выключатели) к входам и выходам устройства. Таким образом создается топологическая ссылка.

В онлайн-режиме DIGSI 5 информация, важная для ввода в эксплуатацию, эксплуатации и анализа, отображается на однолинейной схеме. Кроме измеренных значений параметров присоединений и зон защиты также отображаются положения переключателей.

Кроме того, пользователь получает информацию об особых рабочих состояниях, например «Присоединение выведено из эксплуатации» или о снижении избирательности защиты с прямой связью шин через разъединители (шунт системы шин, реализованный разъединителями).

Использование стандартизованного аппаратного обеспечения SIPROTEC 5 обеспечивает гибкую адаптацию к разнообразным конфигурациям систем шин и простое расширение.

Рабочая характеристика с повышенной чувствительностью

В сетях, заземленных через активное сопротивление, однофазные короткие замыкания создают токи, сравнимые с номинальными. Доступна независимая тормозная характеристика, обеспечивающая защиту системы шин с соответствующей чувствительностью и в этих случаях. Эта тормозная характеристика обеспечивает отдельные параметры для порога срабатывания и ограничения области действия. В этом случае встроенное устройство резервирования отказов выключателей также имеет соответствующую характеристику. Тормозная характеристика активируется посредством дискретного входа. Одним из возможных критериев является обнаружение высокого напряжения смещения как признака однофазного короткого замыкания.

[dw_DwKennls, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/3 Стандартная тормозная характеристика

[dw_DwEmpKen, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/4 Чувствительная тормозная характеристика

Представление разъединителей

При наличии нескольких шин разъединители могут использоваться для переключения присоединений на разные секции системы шин (зоны защиты). Для правильного назначения токов присоединений соответствующим зонам защиты необходимо знать положения разъединителей в защите от коротких замыканий шин и в устройстве резервирования отказов выключателей. Представление разъединителей, интегрированных в устройство, служит для динамического определения коммутационных состояний. В случае короткого замыкания шины необходимые команды отключения отдельных выключателей также генерируются с учетом положения разъединителей.

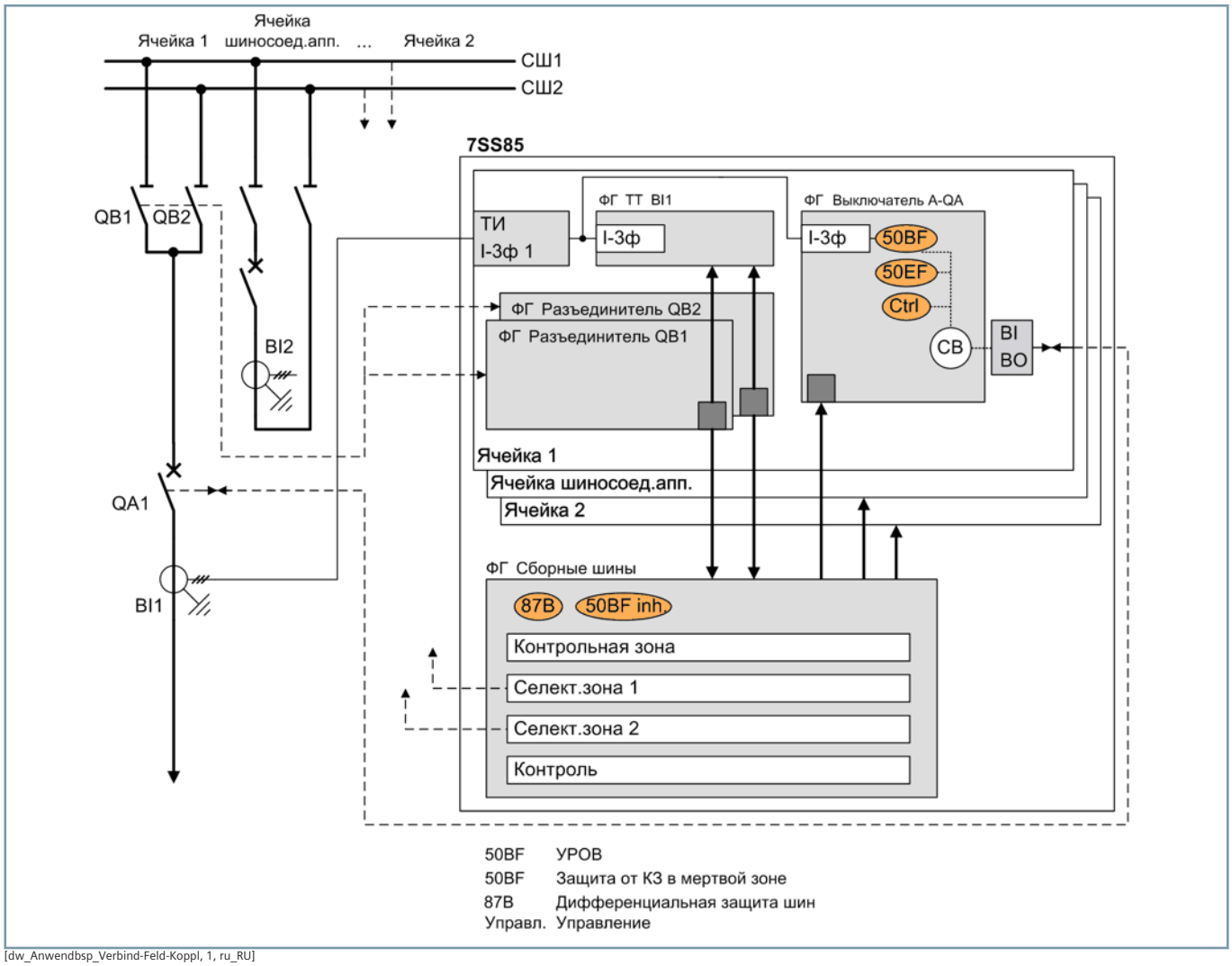
Данная функция характеризуются следующими особенностями:

- Обработка до 26 присоединений и 4 секций системы шин
- Мониторинг времени работы и положений разъединителей
- В связи с программным назначением «разъединитель НЕ выключен = разъединитель включен» скорректированные вспомогательные контакты разъединителей не требуются.
- Сохранение настроек разъединителей при пропадании вспомогательных напряжений питания
- Удобное графическое проектирование с помощью программы DIGSI 5.
- Динамическая графическая визуализация распределительных устройств с помощью DIGSI 5 в онлайн-режиме.

Шаблоны типового применения

Проектирование двойной системы шин

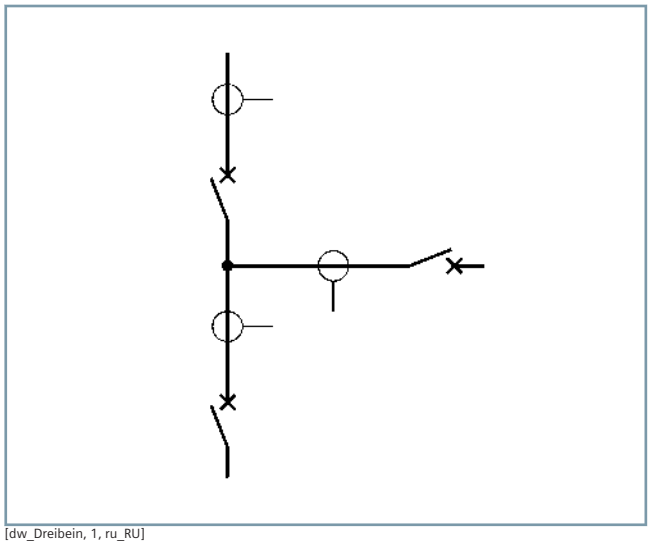
На следующем рисунке представлена типичная структура проектирования с помощью DIGSI 5, используемые точки измерения, используемые функциональные группы и их соединения.



[dw_Anwendbsp_Verbind-Feld-Koppl, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/5 Пример применения: проектирование двойной системы шин

Защита ответвлений



[dw_Dreibein, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/6 Пример применения: ответвление

Для дифференциальной защиты так называемых ответвлений требуется зона защиты и входы для 3 точек измерения токов. Основная функция 9 (дифференциальная защита для зоны защиты) обеспечивает индивидуальное решение. С помощью 2 таких устройств можно также обеспечить защиту так называемого Н-моста, если в схеме имеются выключатель и трансформатор тока.

Защита одиночной системы шин

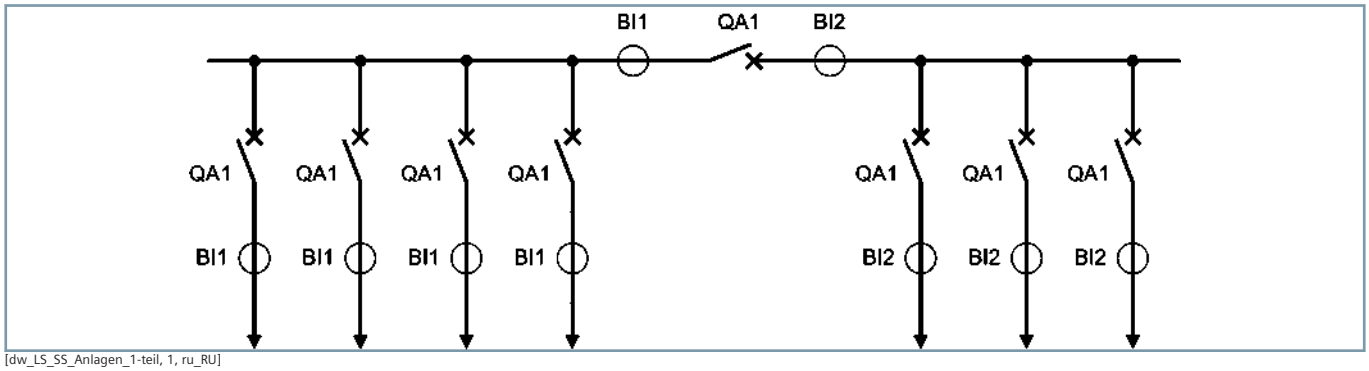
Одиночные системы шин могут быть разделены на отдельные секции с помощью секционных шинных соединителей (выключателей и трансформаторов тока) или шинных разъединителей. В случае варианта с секционным шинным соединителем возможна селективная защита каждой зоны.

В случае варианта с секционными шинными разъединителями селективная защита возможна только при разомкнутых разъединителях.

Для этого в устройстве должны быть записаны положения разъединителей.

В соответствие с числом секций системы шин используется основная функция 9 (дифференциальная защита для 1 зоны защиты), основная функция A (дифференциальная защита для 2 зон защиты) или основная функция C (дифференциальная защита для 4 зон защиты).

Для более чем 4 зон и секционных шинных соединителей используются два устройства SIPROTEC 7SS85.



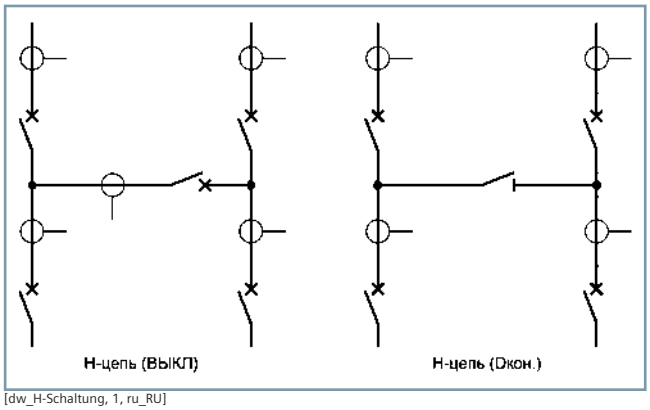
[dw_LS_SS_Anlagen_1-teil, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/7 Пример применения: одиночная система шин с 7 присоединениями и секционным шинным соединителем

Н-мосты

Н-мосты можно рассматривать как две одиночные шины, каждая из которых имеет 2 питающих линии с двух сторон соединения или разъединения.

Соответственно, используется основная функция A (дифференциальная защита для 2 зон защиты). Устройство SIPROTEC 7SS85 должно быть сконфигурировано для 5 присоединений.



[dw_H-Schaltung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/8 Н-мост с соединителем или разъединителем

Защита полуторной схемы

Полуторная схема обеспечивет бесперебойную подачу энергии и работу присоединений даже при отключении

одного выключателя или секции шин. Поэтому во время работы они обычно все включены.

Защита полуторных схем обеспечивается таким же образом, как двух одиночных шин. Для системы на *Рисунок 2.14/9* требуется устройство SIPROTEC 7SS85 с основным свойством A (дифференциальная защита для 2 зон защиты). Устройство SIPROTEC 7SS85 должно быть сконфигурировано для 10 присоединений (соответствует 5 перекрестным ветвям или рядам из трех выключателей — «полям»).

При наличии более 20 питающих линий (10 рядов из трех выключателей («полей»)) одно устройство SIPROTEC 7SS85 с основным свойством 9 (дифференциальная защита для 1 зоны защиты) используется для каждой шины. Средние выключатели и трансформаторы тока не относятся к дифференциальной защите системы шин. Однако в SIPROTEC 7SS85 можно реализовать резервирование отказов выключателей в масштабе всей системы.

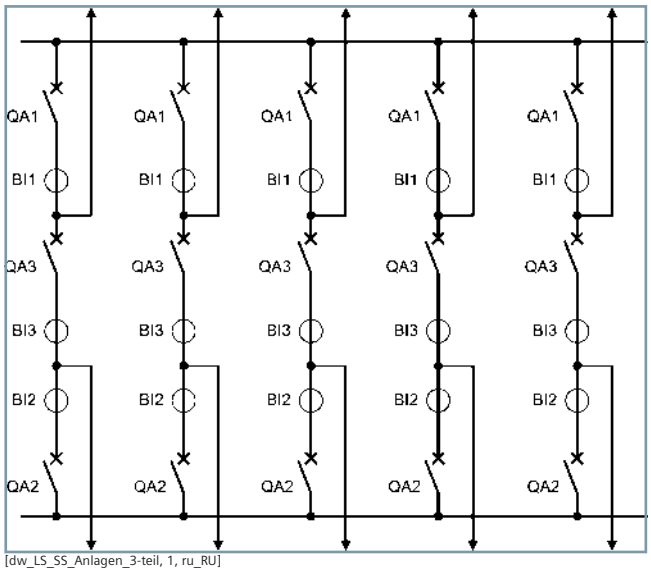
Защита двойной системы шин

Двойные системы шин обеспечивают распределение общей мощности и гибкое управление операциями. Возможна селективная защита каждой шины или каждой переключаемой секции системы шин.

Так как присоединения могут подключаться к различным шинам (зонам защиты), положения разъединителей должны быть определены в защите системы шин.

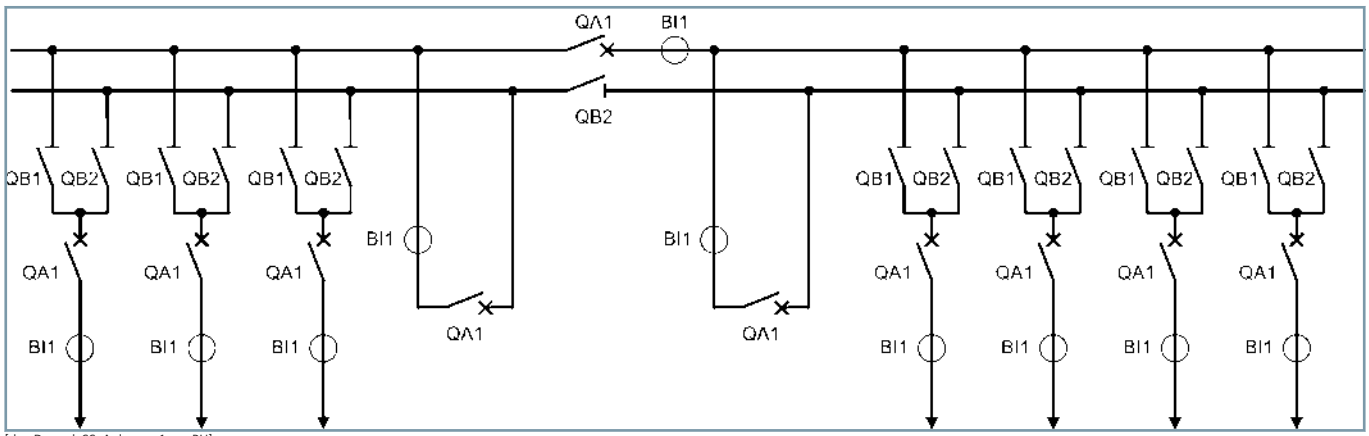
В интегрированном представлении разъединителей динамическое обновление коммутационного состояния системы выполняется в соответствии с положениями переключателей и сконфигурированной топологией.

Для системы на *Рисунок 2.14/10* требуется устройство SIPROTEC 7SS85 с основной функцией D (дифференциальная защита для 4 зон защиты и представления разъединителей).



[dw_LS_SS_Anlagen_3-teil, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/9 Полуторная схема

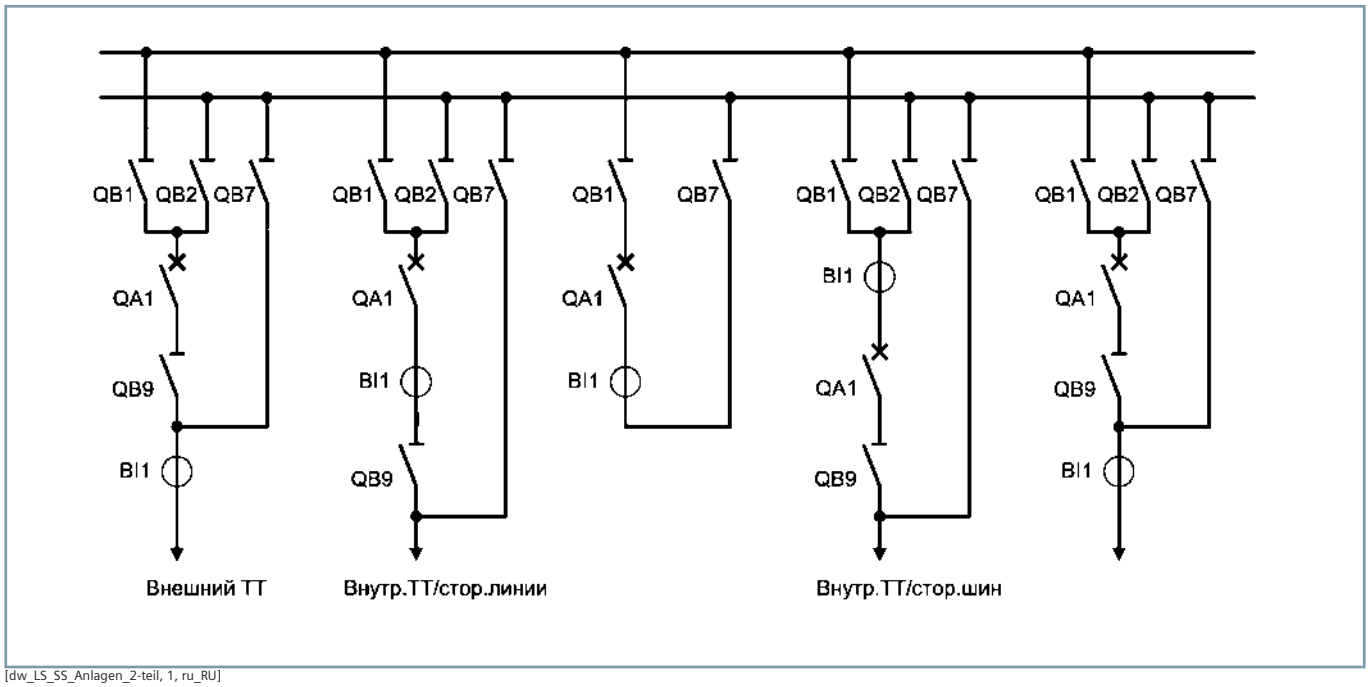


[dw_Doppel_SS_Anlagen, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/10 Две рабочих системы шин с шинным соединителем и отключением секций шин

Системы с обходными системами шин или комбинированными системами шин

Обходные системы шин устанавливаются, чтобы обеспечить работу присоединений во время ремонтов или при неисправности выключателей. В данном режиме обходной выключатель заменяет основной выключатель линии. В основном для данного рабочего состояния используется собственная обходная система шин. Если исходя из топологии разъединителей в качестве обходной системы шин может использоваться одна из рабочих систем шин, она называется комбинированной системой шин.



[dw_LS_SS_Anlagen_2-teil, 1, ru_RU]

Рисунок 2.14/11 Две рабочих системы шин с комбинированной системой шин

Для системы на *Рисунок 2.14/11*требуется устройство SIPROTEC 7SS85 с основной функцией B (дифференциальная защита для 2 зон защиты и представления разъединителей).

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон 1
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	
	Функции защиты для 1-фазного отключения	1ф	■	
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	
27	Защита минимального напряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V <	■	
38	Контроль температуры	θ >	■	
47	Защита от перенапряжения, система обратной последовательности	V2 >	■	
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■	
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■	
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■	
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 1/3ф	CBFP	■	
50EF	Защита участка между линейным разъединителем и выключателем		■	
59, 59N	Защита от перенапряжения: «3ф», «V0 нулевой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■	
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■	
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■	
86	Блокировка		■	
87B	Дифференциальная защита системы шин	ΔI	■	
	Перекрестная стабилизация		■	
	Присоединение		■	
	Обнаружение обрывов проводов для дифференциальной защиты		■	
87 STUB	Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ (для применений с полуторной схемой)		■	
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■	
	Измеренные значения, стандартные		■	
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■	
	Статистические счетчики коммутаций		■	
	CFC (стандартная, управление)		■	
	CFC, арифметическая		■	
	Функция последовательности коммутаций		■	
	Инициирование внешнего отключения		■	
	Управление		■	
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	
	Мониторинг и контроль		■	
	Интерфейс защиты, последовательный		■	
	Выключатель		■	
	Разъединитель		■	

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон
				1
Класс функциональных единиц:				0
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*				

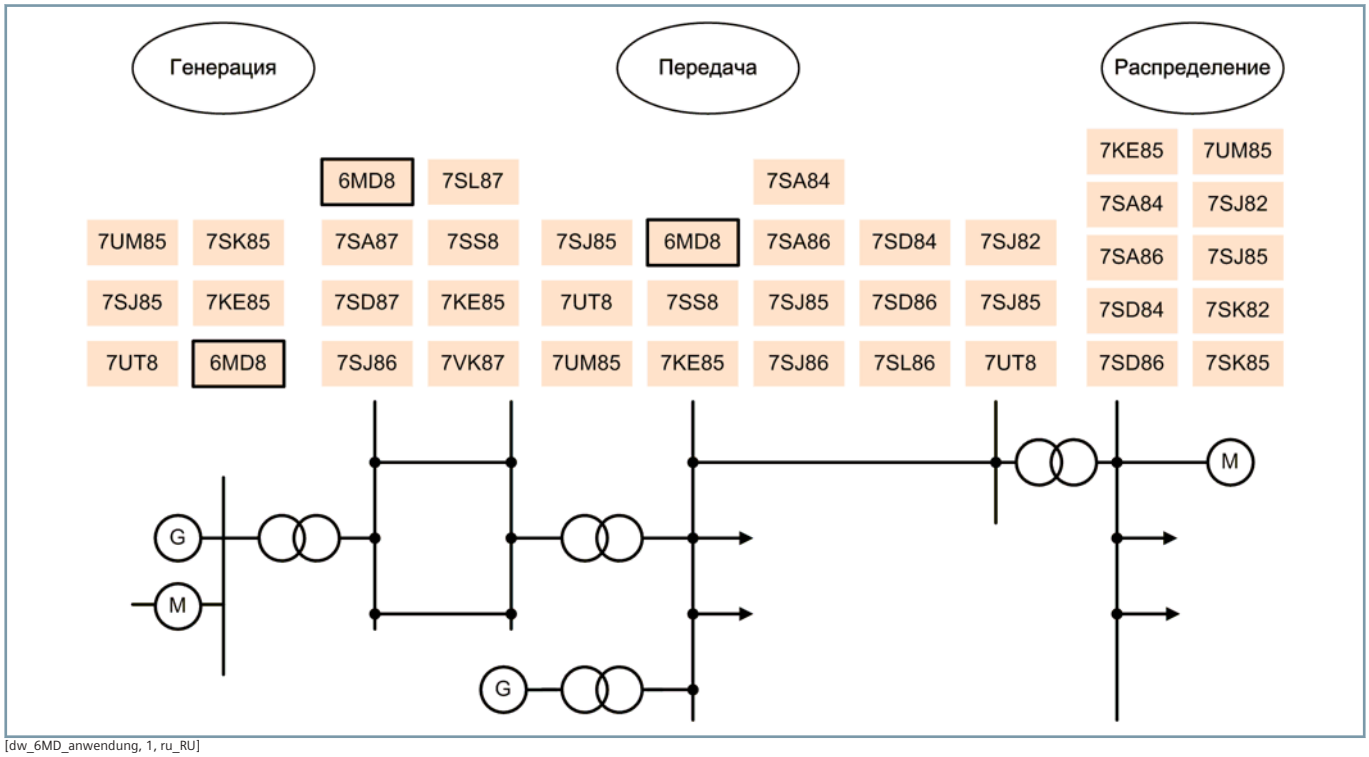
Таблица 2.14/3 SIPROTEC 7SS85 — функции и шаблоны типового применения

1 Стандартная система шин

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Контроллеры присоединений



[dw_6MD_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

SIPROTEC 6MD85, 6MD86

Контроллеры присоединений SIPROTEC 5 обеспечивают управление и мониторинг электрических станций и подстанций всех классов напряжения. Большое количество автоматических функций позволяет использовать устройство во всех областях электроснабжения.

Устройства обладают всеми важными вспомогательными функциями, которые необходимы в настоящее время для безопасной работы сетей. Они включают функции защиты, управления, измерения и мониторинга. Большое количество интерфейсов и протоколов связи отвечает требованиям селективной защиты, основанной на связи, а также автоматической работы.

Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро и, следовательно, экономически эффективно. Благодаря модульной структуре контроллеры присоединений SIPROTEC 5 всегда можно гибко адаптировать к конкретным требованиям.

Обзор устройств SIPROTEC 6MD85 и 6MD86

Контроллеры присоединений SIPROTEC 5 основаны на гибкой и мощной модульной системе SIPROTEC 5. При заказе можно выбрать один из стандартных вариантов. Расширяемость с помощью дополнительных модулей обеспечивает индивидуальную адаптацию к конкретным областям применения.

Наборы устройств

Контроллеры присоединений разделяются по группам изделий SIPROTEC 6MD85 и SIPROTEC 6MD86.

Несмотря на то что устройства SIPROTEC 6MD85 предназначены для применения в распределительных системах, их также можно использовать в сетях высокого и сверхвысокого напряжения.

Устройства SIPROTEC 6MD86 разработаны для применения в системе передачи электроэнергии. Также их можно использовать с самыми разнообразными вспомогательными функциями. Также устройства обоих типов можно гибко конфигурировать в соответствии с реализацией аппаратного обеспечения.

Тип	6MD85	6MD86
Устройство резервирования отказов выключателя	—	Опция
Автоматическое повторное включение	—	Опция
Последовательности коммутаций	Опция	■
CFC, арифметическая	Опция	■
Обработка измеренных значений	Опция	■
Число коммутационных устройств более 4	Опция	■
Проверка синхронизации	Опция	■

Таблица 2.15/1 Важные характерные особенности

Общие характеристики:

- Настройка большого числа функций защиты
- Модульное расширение аппаратного обеспечения

- Может использоваться для синхронизированных векторных измерений (PMU)
- Мощная автоматизация с помощью CFC

Стандартные варианты

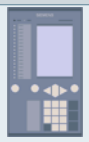
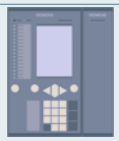
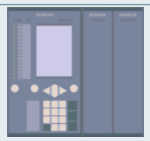
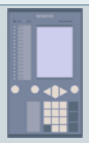
Стандартные варианты SIPROTEC 6MD85		
J1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202	
J2	1/2, 27 Двх, 17 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 27 дискретных входов 17 дискретных выходов (1 контакт исправности, 10 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модуль расширения: IO207	
J4	2/3, 43 Двх, 25 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 43 дискретных входа 25 дискретных выходов (1 контакт исправности, 18 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: 2 × IO207	
J5	5/6, 59 Двх, 33 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 59 дискретных входов 33 дискретных выхода (1 контакт исправности, 26 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: 3 × IO207	
J7	1/1, 75 Двх, 41 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/1 × 19 дюймов 75 дискретных входов 41 дискретный выход (1 контакт исправности, 34 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: 4 × IO207	

Таблица 2.15/4 Стандартные варианты контроллеров присоединений SIPROTEC 6MD85

Стандартные варианты SIPROTEC 6MD86		
Стандартные варианты 6MD86 также включают модуль связи Ethernet, большой дисплей и ключ управления (начиная с типа K2)		
K1	1/3, 11 Двх, 9 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 1 электрический модуль Ethernet ETH-L1-2EL 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202	
K2	1/2, 27 Двх, 17 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 1 электрический модуль Ethernet ETH-L1-2EL 27 дискретных входов 17 дискретных выходов (1 контакт исправности, 10 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модуль расширения: IO207	
K4	2/3, 43 Двх, 25 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 2/3 × 19 дюймов 1 электрический модуль Ethernet ETH-L1-2EL 43 дискретных входа 25 дискретных выходов (1 контакт исправности, 18 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: 2 × IO207	
K5	5/6, 59 Двх, 33 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 5/6 × 19 дюймов 1 электрический модуль Ethernet ETH-L1-2EL 59 дискретных входов 33 дискретных выхода (1 контакт исправности, 26 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: 3 × IO207	

K7	1/1, 75 Двх, 41 ДВых, 4 I, 4 V	
	Ширина корпуса: 1/1 × 19 дюймов 1 электрический модуль Ethernet ETH-L1-2EL 75 дискретных входов 41 дискретный выход (1 контакт исправности, 34 стандартных, 6 быстродействующих) 4 чувствительных аналоговых входа тока 4 аналоговых входа напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: 4 × IO207	
K8	1/1, 67 Двх, 39 ДВых, 8 I, 8 V	
	Ширина корпуса: 1/1 × 19 дюймов 1 электрический модуль Ethernet ETH-L1-2EL 67 дискретных входов 39 дискретных выходов (1 контакт исправности, 26 стандартных, 12 быстродействующих) 8 чувствительных аналоговых входов тока 8 аналоговых входов напряжения Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: IO202, 3 × IO207	

Таблица 2.15/5 Стандартные варианты контроллеров присоединений SIPROTEC 6MD86

Технические данные устройств приведены в руководстве
www.siemens.com/siprotec

Описание

Контроллер присоединения SIPROTEC 6MD85 — это устройство управления и автоматизации общего назначения с функцией защиты. Он предназначен для использования для всех классов напряжения, от распределения до передачи электроэнергии. Так как это устройство входит в серию SIPROTEC 5, с ним можно использовать большое количество функций защиты из библиотеки SIPROTEC. Модульное аппаратное обеспечение позволяет интегрировать входы/выходы, связанные с действиями. Адаптируйте аппаратное обеспечение точно в соответствии с требованиями и реализуйте ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Контроллер присоединения для распределительных устройств среднего, высокого и сверхвысокого напряжения с интегрированными функциями управления и обширными функциями защиты. Мощная автоматизация, простая настройка с помощью DIGSI 5
Входы и выходы	5 предопределенных стандартных вариантов с 4 аналоговыми входами тока, 4 аналоговыми входами напряжения, 11–75 дискретными входами, 9–41 дискретным выходом
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5 В случае больших требований к структуре аппаратного обеспечения устройство можно расширить во втором ряду. Например, это позволяет получить дополнительно 240 дискретных входов (и более) при использовании IO230 (см. главу «Аппаратное обеспечение»).
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Интегрированный контроллер присоединения с универсальной функцией защиты для систем с напряжением от среднего до сверхвысокого.
- Управление коммутационными устройствами
- Проверка синхронизации и оперативная блокировка коммутационных аппаратов
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный и TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Дуговая защита
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве

[SIP5_GD_SS_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.15/2 Контроллер присоединения SIPROTEC 6MD85 (устройство 1/3 с модулем расширения 1/6 и с панелью управления с ключами управления)

- Опциональная максимальная токовая защита для всех классов напряжениях 3-фазным отключением
- Также используется в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Селективная защита воздушных линий электропередачи и кабелей с одноконцевыми и многоконцевыми питающими линиями с использованием передачи данных защиты
- Также в качестве аварийной функции настраивается максимальная токовая защита
- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Интегрированные синхронизированные векторные измерения в соответствии с протоколом IEEE C37.118 (PMU)
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

Контроллер присоединения SIPROTEC 6MD85 — это устройство управления и автоматизации общего назначения с функцией защиты на базе системы SIPROTEC 5. Стандартные варианты SIPROTEC 6MD85 поставляются с измерительными аналоговыми входами. Кроме того, в SIPROTEC 6MD85 также могут устанавливаться релейные аналоговые входы тока, так что возможно использование функций релейной

защиты. В связи с высокой гибкостью это устройство может использоваться в качестве оборудования селективной защиты для воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним, когда применяется передача данных защиты. Устройство поддерживает все свойства системы SIPROTEC 5. Оно позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Примеры применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают все базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

SIPROTEC 6MD85, стандартный

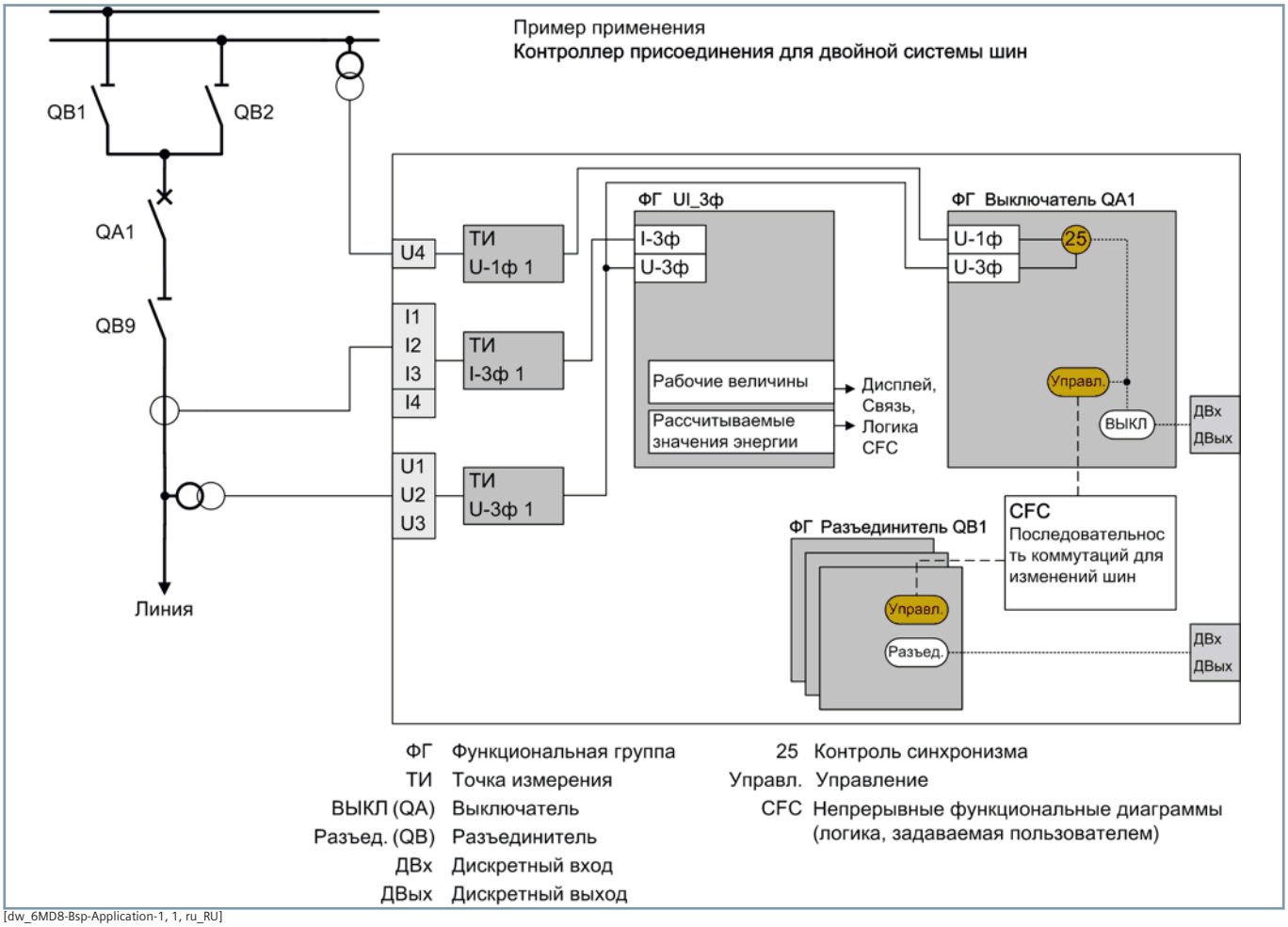
- Питающая, подключенная к двум рабочим системам шин. Оперативная блокировка коммутационных аппаратов.

SIPROTEC 6MD85, расширенное управление

- Дополнительно к стандартному оборудованию 6MD85 это устройство включает блоки CFC для реализации последовательностей коммутаций и арифметических действий
- Последовательность коммутаций для автоматического переключения шины предварительно сконфигурирована (запускается функциональной клавишей)

Пример применения с последовательностью коммутаций

Рисунок 2.15/3 содержит простой пример применения с 6MD85 на двойной системе шин. Функциональная группа выключателя включает проверку синхронизации. Каждый из разъединителей также управляется одной функциональной группой. Рабочие измеренные значения и измеренные параметры энергии рассчитываются в функциональной группе «VI_3-фазн.» и доступны для вывода на дисплей, передачи в систему автоматизации станции и обработки в CFC. Последовательность коммутаций, сохраненная в CFC, которая активируется с помощью функциональной клавиши, запускает автоматическое переключение системы шин.



[dw_6MD8-Bsp-Application-1, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/3 Пример применения: контроллер присоединения 6MD85 для двойной системы шин с последовательностью коммутаций для переключения с одной системы шин на другую

Контроллеры присоединений – SIPROTEC 6MD85

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■			
27	Защита минимального напряжения: «3ф», или «Vx универс.»	V <	■			
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■			
38	Контроль температуры	θ >	■			
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■			
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■			
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■			
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■			
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■			
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■			
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■			
59	Защита от перенапряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■			
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■			
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■			
86	Блокировка		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■			
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■			
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■			
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■			
	Измеренные значения, стандартные		■	■		■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■			■
	Статистические счетчики коммутаций		■	■		■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■			
	CFC (стандартная, управление)		■	■		■
	CFC, арифметическая		■			
	Функция последовательности коммутаций		■			■
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■			
	Инициирование внешнего отключения		■			
	Управление		■	■		■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■		■
	Мониторинг и контроль		■	■		■
	Интерфейс защиты, последовательный		■			

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон		
				1	2	3
	Выключатель		■	■		■
	Разъединитель		■	■		■
Класс функциональных единиц:				0	0	20
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*						

Таблица 2.15/2 SIPROTEC 6MD85 — функции и шаблоны типового применения

1 Стандартный вариант

2 Не сконфигурировано

3 Расширенное управление

Контроллеры присоединений – SIPROTEC 6MD86

Описание

Контроллер присоединения SIPROTEC 6MD86 — это универсальное устройство управления и автоматизации с функцией защиты. Он предназначен для использования для всех классов напряжения, от распределения до передачи электроэнергии. Так как это устройство входит в серию SIPROTEC 5, с ним можно использовать большое количество функций защиты из библиотеки SIPROTEC. Адаптируйте аппаратное обеспечение и структуру входов/выходов точно в соответствии с требованиями и реализуйте ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Основная функция	Контроллер присоединения для распределительных устройств среднего, высокого и сверхвысокого напряжения с интегрированными функциями управления и всеобъемлющими функциями защиты. Мощная автоматизация, простая настройка с помощью DIGSI 5.
Входы и выходы	6 предопределенных стандартных вариантов с 8 аналоговыми входами тока, 8 аналоговыми входами напряжения, 11–75 дискретными входами, 9–41 дискретным выходом
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5. В случае больших требований к структуре аппаратного обеспечения устройство можно расширить во втором ряду. Например, можно получить дополнительно 240 (и более) дискретных входов при использовании IO230 (см. раздел «Аппаратное обеспечение»).
Ширина корпуса	1/3 × 19 — 2/1 × 19 дюймов

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- Интегрированный контроллер присоединения с универсальной функцией защиты для систем с напряжением от среднего до сверхвысокого.
- Управление коммутационными устройствами
- Проверка синхронизации, оперативная блокировка коммутационных аппаратов и функции, связанные с коммутацией, такие как устройство резервирования отказов выключателей и автоматическое повторное включение
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов (МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, DNP3 (последовательный + TCP), Modbus TCP)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- Дуговая защита
- Графический логический редактор для создания мощных автоматических функций в устройстве

[SIP5_GD_SS_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.15/4 SIPROTEC 6MD86 (устройство 1/3 с модулем расширения 1/6 и с панелью управления с ключами управления)

- Опциональная максимальная токовая защита с 3-фазным отключением
- Также возможно использование в распределительном оборудовании с полуторной схемой
- Также в качестве аварийной функции настраивается максимальная токовая защита
- Последовательная защищенная передача данных защиты, в том числе на большие расстояния и по всем доступным физическим средам (оптоволоконные линии, двухпроводные кабели и сети передачи данных)
- Сбор измеренных рабочих параметров и измеренных значений функции защиты в целях оценки состояния объекта, поддержки ввода в эксплуатацию и анализа неисправностей
- Интегрированные синхронизированные векторные измерения в соответствии с протоколом IEEE C37.118 (PMU)
- Мощная функция регистрации аварийных событий (буфер с макс. временем записи 80 с на частоте 8 кГц или 320 с на частоте 2 кГц)
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Гибко настраиваемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5

Применение

Контроллер присоединения SIPROTEC 6MD86 — это универсальное устройство управления и автоматизации с функцией защиты, основанное на системе SIPROTEC 5. Стандартные варианты SIPROTEC 6MD86 поставляются с измерительными аналоговыми входами. Кроме того, в SIPROTEC 6MD86 также могут устанавливаться релейные аналоговые входы тока, так что возможно использование функций защиты. В связи с высокой гибкостью это устройство может использоваться в качестве оборудования селективной защиты для воздушных линий электропередачи и кабелей с односторонним или многосторонним питанием, когда применяется передача данных защиты. Устройство поддер-

живает все свойства системы SIPROTEC 5. Оно позволяет реализовывать ориентированные на будущее системные решения с хорошей защитой инвестиций и низкими эксплуатационными расходами.

Шаблоны типового применения

Доступны следующие шаблоны типового применения:

SIPROTEC 6MD86, стандартный, две рабочих системы шин

- Питающая линия, подключенная к двум рабочим системам шин. Оперативная блокировка коммутационных аппаратов.
- Проверка синхронизации для выключателя
- Последовательность коммутаций для автоматического переключения с одной системы шин на другую предварительно сконфигурирована (запускается функциональной клавишей)

SIPROTEC 6MD86, полуторная схема, тип 1

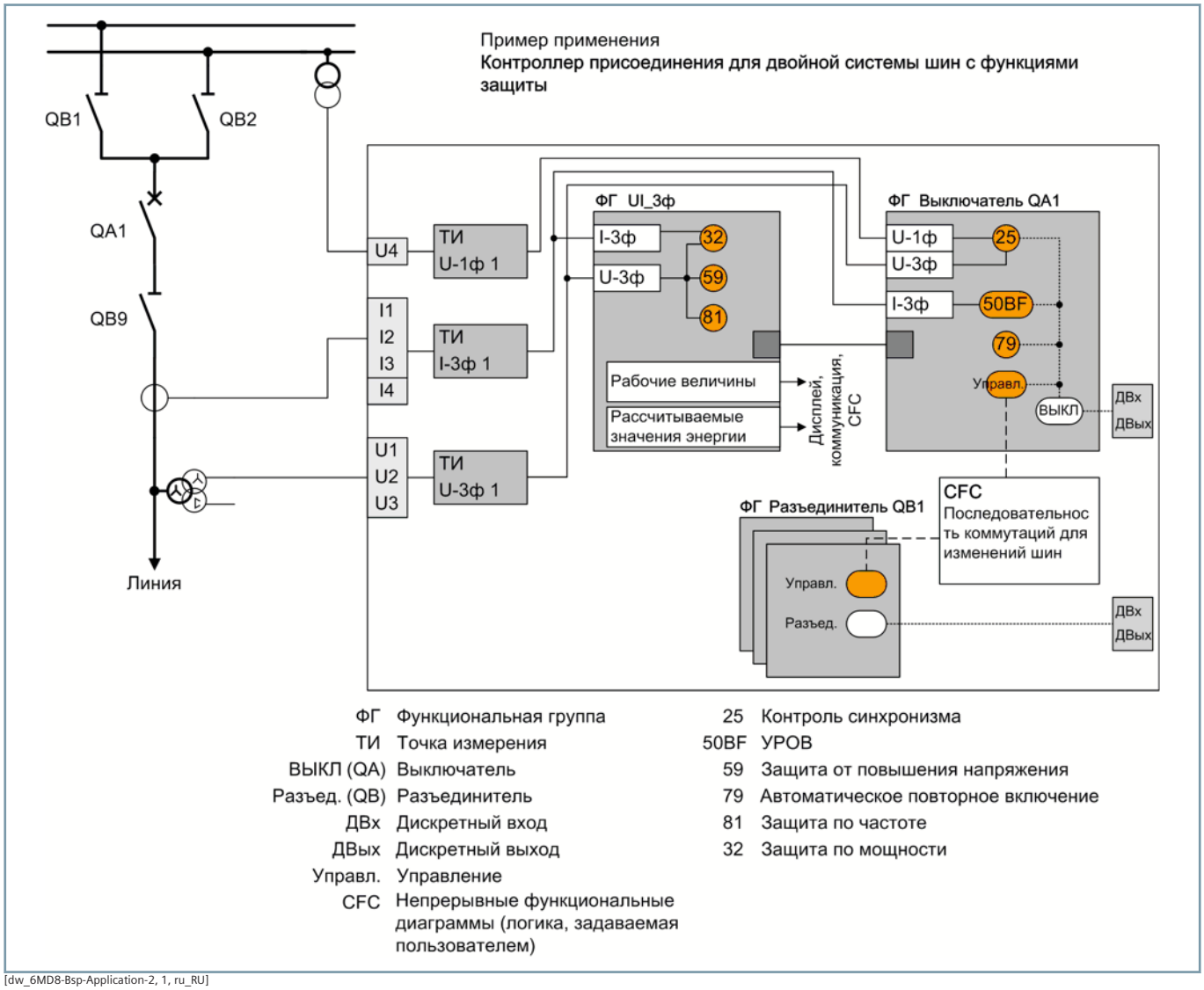
- Управление рядом из трех выключателей («полем») (3 выключателя, 14 разъединителей)
- Проверка синхронизации для трех выключателей с динамическим переключением точки измерения.

SIPROTEC 6MD86, полуторная схема, тип 2

- Управление для части присоединения полуторной схемы
- Поддерживает концепции с несколькими контроллерами присоединений на каждое присоединение
- Устройство резервирования отказов выключателя и автоматическое повторное включение

Две рабочих системы шин с функциями защиты

На *Рисунок 2.15/5* для управления и защиты питающей линии, подключенной к двум рабочим системам шин, используется 6MD86. В этих целях устройство резервирования отказов выключателей и автоматическое повторное включение активируются в функциональной группе выключателя. Функциональная группа «VI_3-фазн.» включает функции защиты — защиту от перенапряжения, защиту по частоте и защиту по мощности. В отличие от схемы на *Рисунок 2.15/3*, устройство подключается к выключателю, так что результирующие сигналы отключения имеют приемник. Такие связи можно быстро и гибко создавать в редакторе DIGSI «Соединения функциональных групп» (*Рисунок 2.15/6*).



[dw_6MD8-Bsp-Application-2, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/5 Пример применения: контроллер присоединения 6MD86 для двойной системы шин с функциями защиты

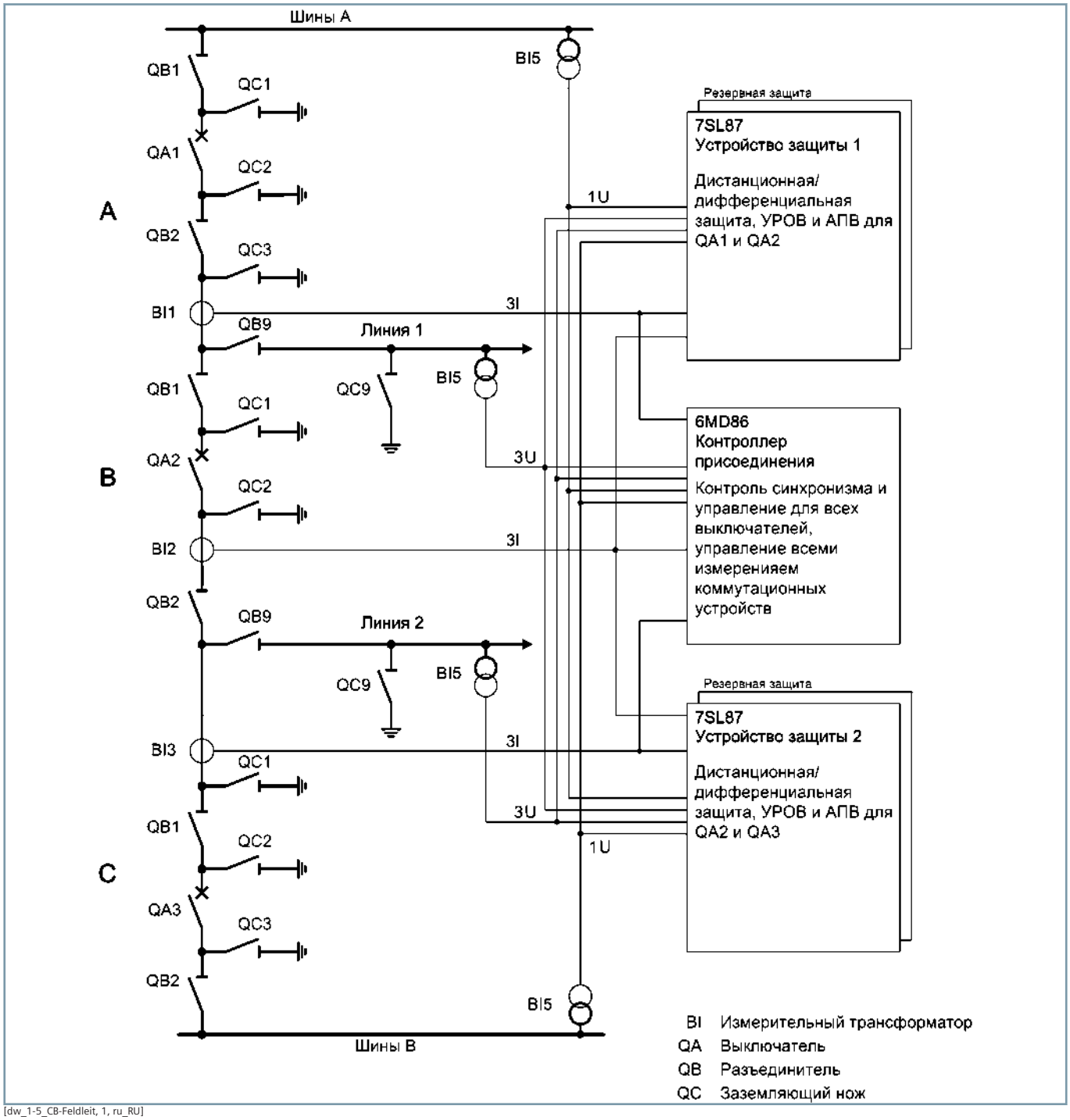
Соедините функциональную группу с группами выключателей	
Группа функций защиты	Выключатель 1
(Все...)	(Все...)
U 3ф. 1	
UI 1ф. 1	
UI 3ф. 1	X

[Schutzobjekt, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/6 Назначение функциональной группы с функциями защиты выключателю (защищаемому объекту)

Ряд из трех выключателей («поле») полуторной схемы с системами защиты и управления

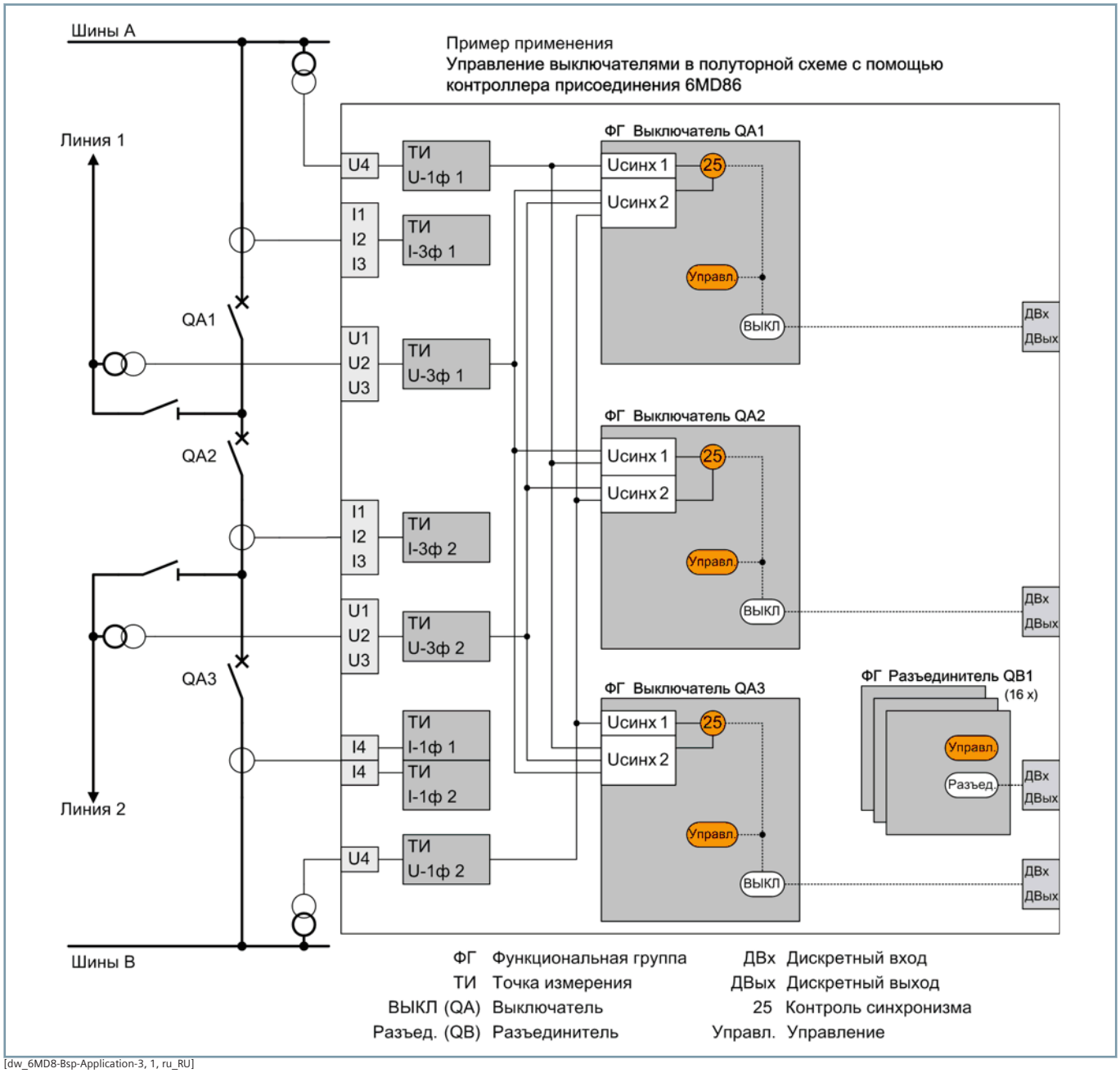
Рисунок 2.15/7 иллюстрирует ряд из трех выключателей («поле») полуторной схемы с системой защиты и управления. Защита обеспечивается двумя устройствами защиты линий электропередачи SIPROTEC 7SL87, которые также включают устройства резервирования отказов выключателей и функции автоматического повторного включения трех выключателей. Всеми коммутационными устройствами и проверкой синхронизации выключателей управляет контроллер присоединения 6MD86.*Рисунок 2.15/8* иллюстрирует функции SIPROTEC 6MD86.



[dw_1-5_CB-Feldleit, 1, ru_RU]

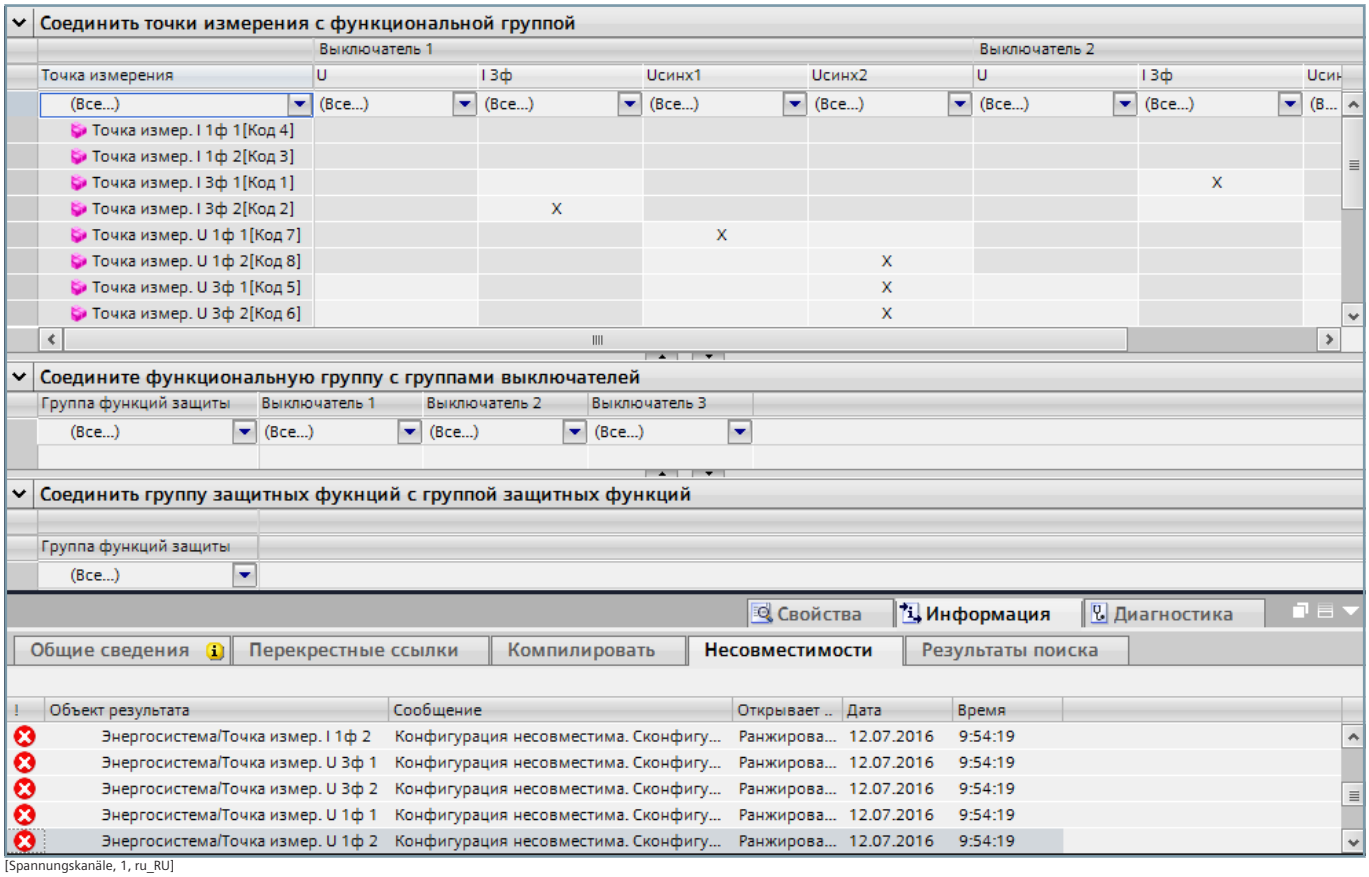
Рисунок 2.15/7 Пример применения: полуторная схема с одним контроллером присоединения и двумя устройствами защиты линий электропередачи (обзор)

Рисунок 2.15/8 иллюстрирует принцип динамической смены измеренных значений напряжения для функций проверки синхронизации трех выключателей в контроллере присоединения SIPROTEC 6MD86. Для каждой функции проверки синхронизации (номер ANSI — 25) требуются два напряжения, Vsync1 и Vsync2 (напряжение линии и опорное напряжение). Для центрального выключателя QA2 существуют два варианта подачи обоих напряжений, которые зависят от положения разъединителей и выключателей. Для двух внешних выключателей QA1 и QA3 для одного напряжения существует единственный вариант подачи (с соседней шины), тогда как другое напряжение подается одним из трех способов (также в зависимости от положения коммутационного устройства).



[dw_6MD8-Bsp-Application-3, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/8 Пример применения: полуторная схема с одним контроллером присоединения и двумя устройствами защиты линий электропередачи (подробная схема для контроллера присоединения)

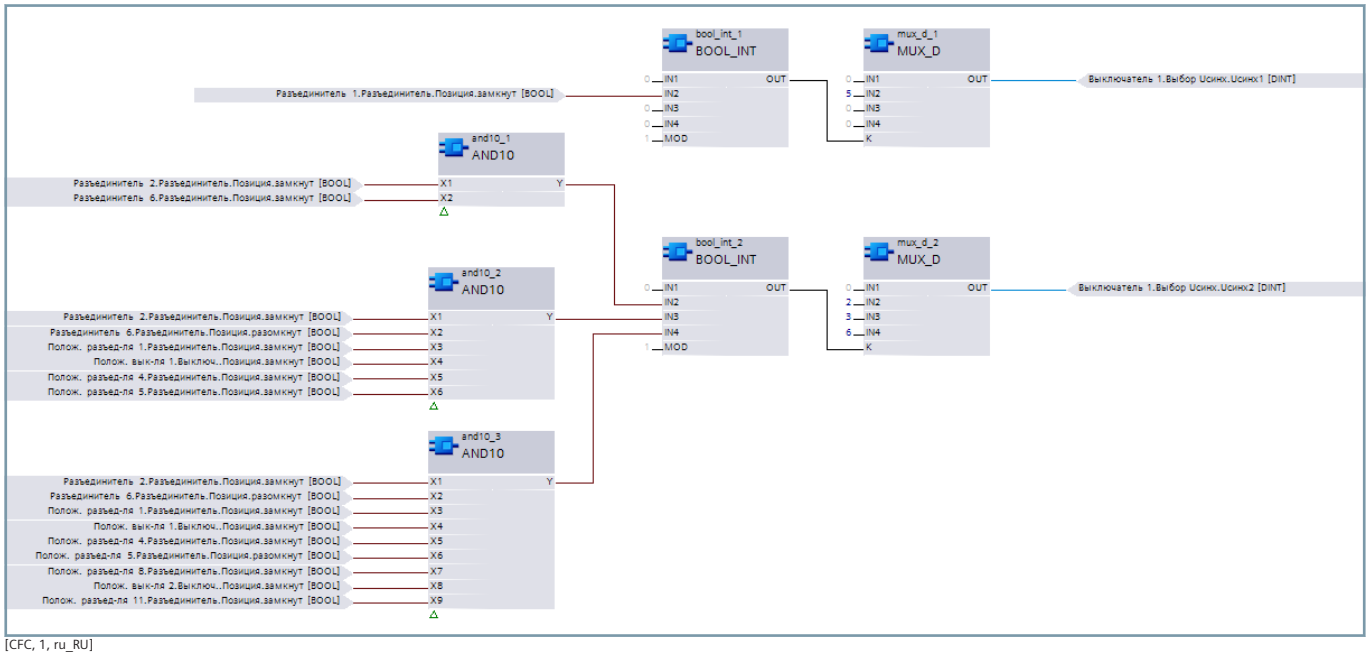


[Spannungskanäle, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/9 Отображение возможных каналов напряжений на три функциональные группы выключателей

Рисунок 2.15/9 иллюстрирует отображение в редакторе «Соединения функциональных групп». Все напряжения, доступные в качестве напряжений питающих линий и опорных напряжений для проверки синхронизации, назначаются входам Vsync1 или Vsync2.

Идентификационный номер измеренных значений используется для выбора рабочих напряжений, подаваемых в текущий момент, в CFC (*Рисунок 2.15/10*).



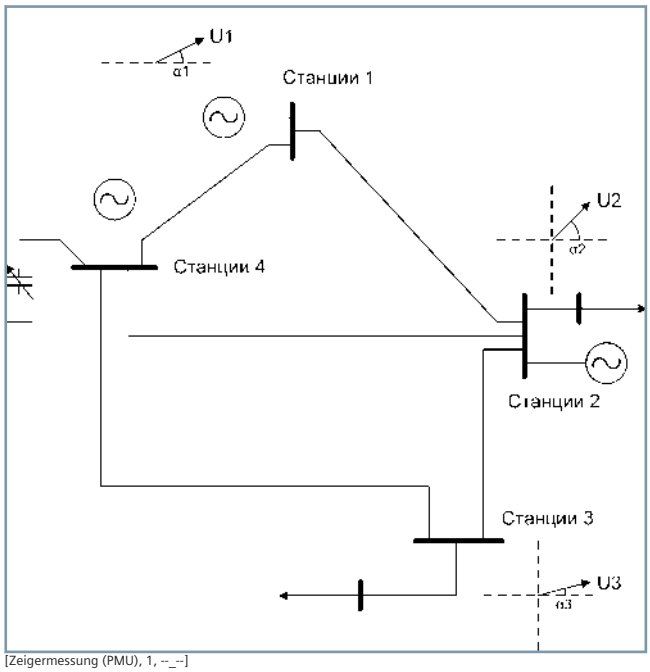
[CFC, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/10 CFC для выбора опорных напряжений для проверки синхронизации

Синхронизированные векторные измерения

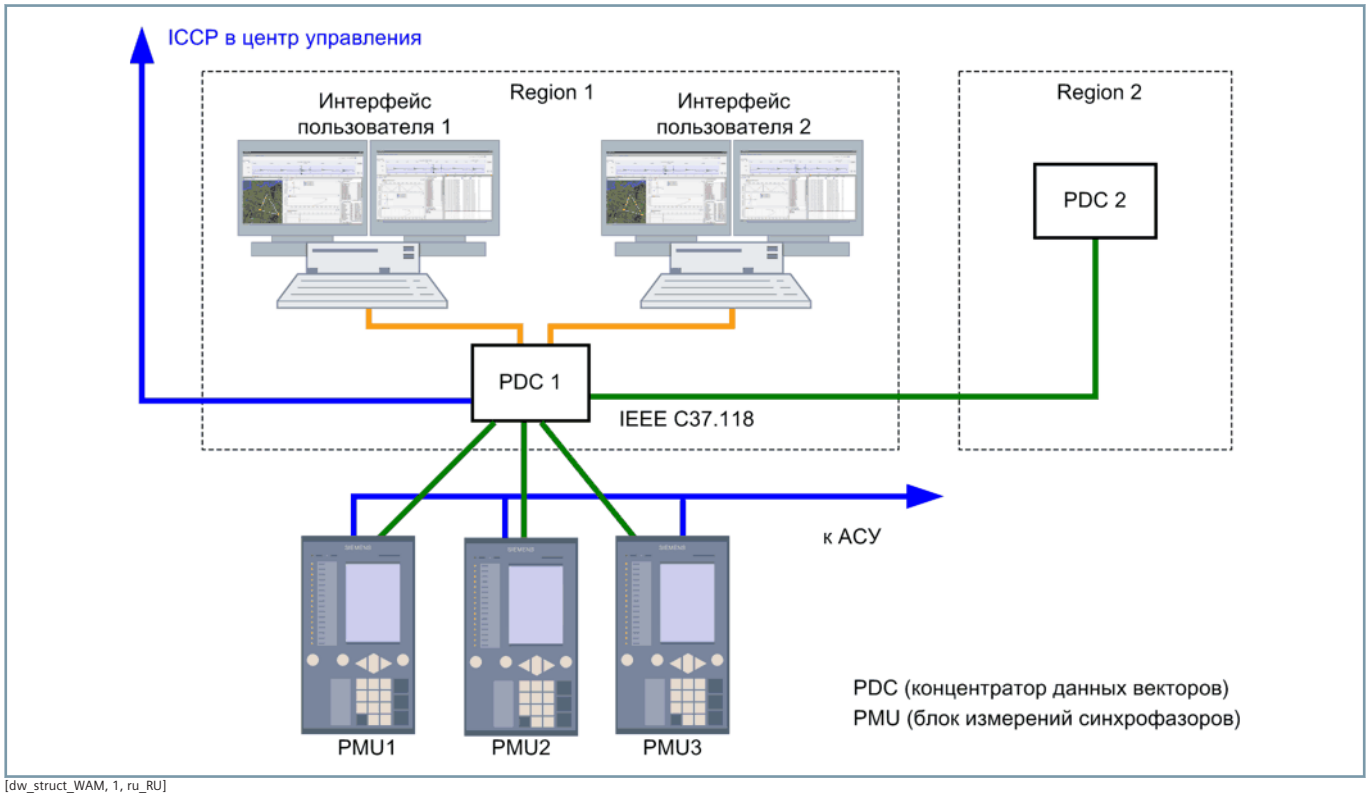
Устройства PMU измеряют амплитуды и фазы токов и напряжений на выбранных станциях системы передачи электроэнергии. Высокоточная синхронизация времени (посредством GPS) позволяет сравнивать измеренные значения с разных подстанций, находящихся на больших расстояниях друг от друга, и делать выводы относительно состояния системы и динамических явлений, таких как условия качаний мощности.

При выборе опции «Синхронизированные векторные измерения» устройства определяют векторы токов и напряжений, присваивают им высокоточные метки времени и передают их для анализа вместе с другими измеренными значениями (частота, скорость изменения частоты) по протоколу связи IEEE C37.118, см. *Рисунок 2.15/12*. С помощью синхровекторов и подходящей программы анализа (например, SIGUARD PDP) можно автоматически обнаруживать качания мощности и формировать сигналы тревоги, передаваемые, например, в диспетчерский пункт.



[Zeigermessung (PMU), 1, --_--]

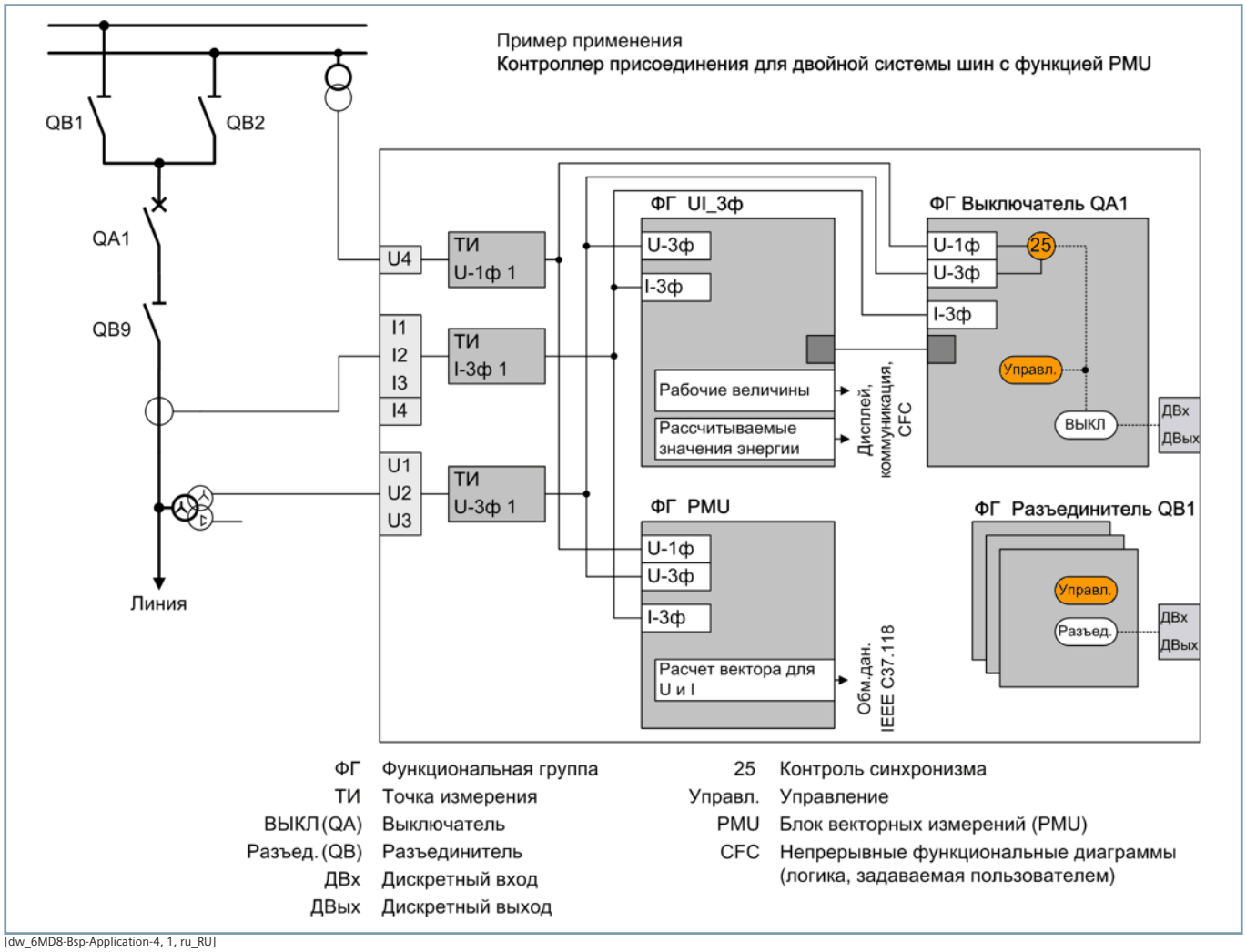
Рисунок 2.15/11 Принцип синхронизированных векторных измерений



[dw_struct_WAM, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/12 Подключение 3 устройств синхронизированных векторных измерений с двумя концентраторами синхровекторов (PDC) SIGUARD PDP

При использовании функции PMU в устройстве создается функциональная группа ФГ «PMU». Данная функциональная группа рассчитывает результаты синхронизированных векторных измерений и аналоговые значения, устанавливает метку времени и передает данные по протоколу IEEE C37.118 через выбранный интерфейс Ethernet. Затем данные принимаются, сохраняются и обрабатываются одним или несколькими клиентами. Устройству можно назначить до трех IP-адресов клиентов.



[dw_6MD8-Bsp-Application-4, 1, ru_RU]

Рисунок 2.15/13 Пример применения: две рабочих системы шин с устройством 6MD86, которое используется в качестве устройства присоединения и для синхронизированных векторных измерений (PMU)

2.15

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
	Функции защиты для 3-фазного отключения	3ф	■	■	■	■	■
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■	■
25	Функция контроля синхронизма и синхронизации	Sync	■		■	■	■
27	Защита минимального напряжения: «3ф», или «Vx универс.»	V <	■				
32, 37	Защита по мощности, активная/реактивная мощность	P <>, Q <>	■				
38	Контроль температуры	θ >	■				
46	Максимальная токовая защита обратной последовательности	I2 >	■				
49	Защита от тепловой перегрузки	θ, I²t	■				
50/51 TD	Максимальная токовая защита, фазы	I >	■		■	■	■
50N/ 51N TD	Максимальная токовая защита, земля	IN >	■				
50HS	Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка)	I >>>	■				
	Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание	SOTF	■				
50BF	Устройство резервирования отказов выключателя, 3ф	CBFP	■				■
51V	Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения	t = f(I, V)	■				
59	Защита от перенапряжения: «3ф», «V1 прямой последовательности» или «Vx универс.»	V >	■				
74TC	Контроль цепи отключения	TCS	■				
79	Автоматическое повторное включение, 3ф	AR	■				■
81	Защита по частоте: «f >», «f <» или «df/dt»	f >, <; df/dt >, <	■				
86	Блокировка		■				
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 2-обмоточного трансформатора		■				
90V	Автоматическое регулирование напряжения для 3-обмоточного трансформатора		■				
90V	Автоматическое регулирование напряжения для трансформатора связи с сетью		■				
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■				
AFD	Дуговая защита (только со дополнительным модулем ARC-CD-3FO)		■				
	Измеренные значения, стандартные		■		■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■				
	Статистические счетчики коммутаций		■		■	■	■
	Контроль износа выключателей	ΣIx, I²t, 2P	■				
	CFC (стандартная, управление)		■		■	■	■
	CFC, арифметическая		■		■	■	■
	Функция последовательности коммутаций		■			■	
	Обнаружение бросков токов намагничивания при включении		■				
	Инициирование внешнего отключения		■				
	Управление		■		■	■	■
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■		■	■	■

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
	Мониторинг и контроль		■		■	■	■
	Интерфейс защиты, последовательный		■				
	Выключатель		■		■	■	■
	Разъединитель		■		■	■	■
Класс функциональных единиц:				0	0	0	75
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*							

Таблица 2.15/3 SIPROTEC 6MD86 — функции и шаблоны типового применения

1 Не сконфигурировано

2 Полуторная схема, тип 1

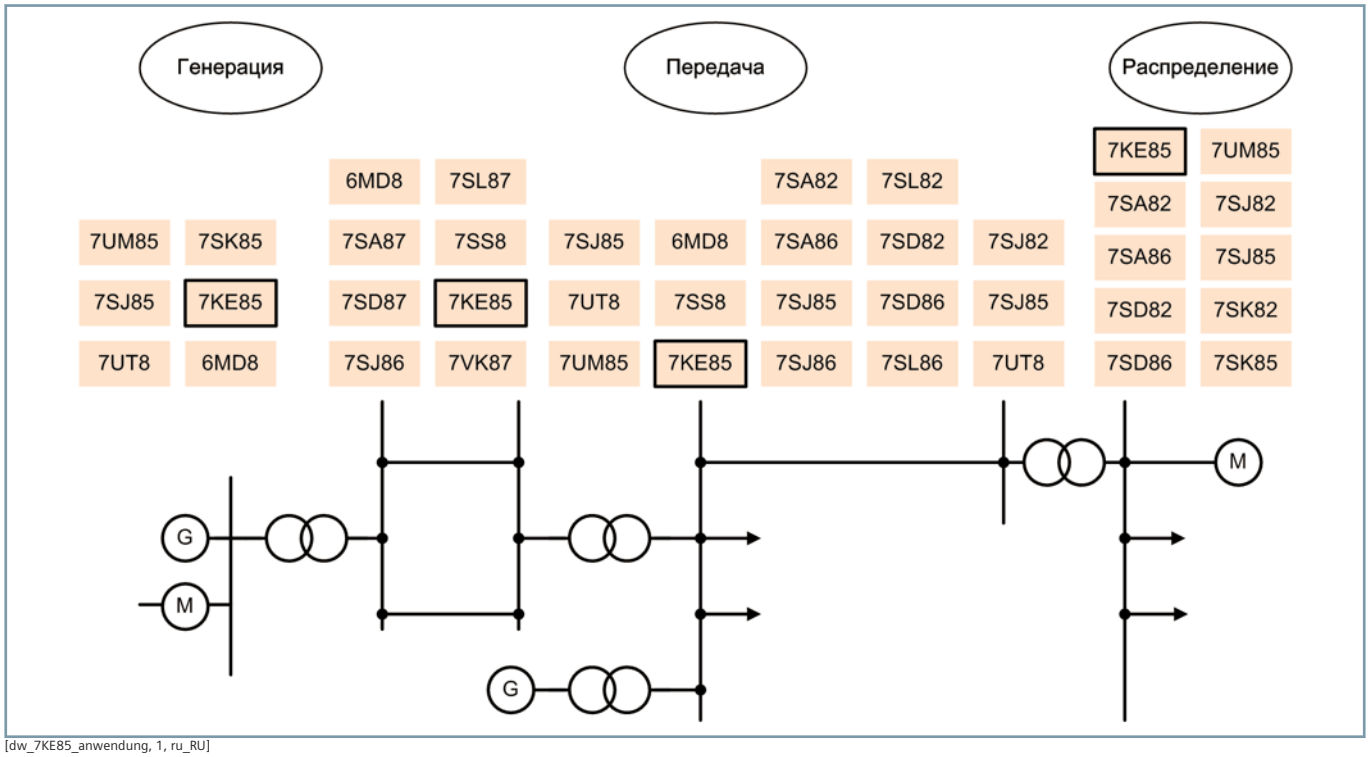
3 Стандартная двойная система шин

4 Полуторная схема, тип 2

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Регистратор аварийных событий



[dw_7KE85_anwendung, 1, ru_RU]

Рисунок 2.16/1 Области применения устройств SIPROTEC 5

SIPROTEC 7KE85

Регистраторы аварийных событий SIPROTEC входят в состав модульной системы SIPROTEC 5 и поддерживают все свойства системы SIPROTEC 5. Их можно использовать по отдельности и повсеместно в рамках системных решений.

Регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 разработан с учетом настоящих и будущих требований развивающегося рынка энергетики. Мощный и надежный мониторинг в сочетании с гибкими функциями проектирования и связи образует основу для максимальной надежности электроснабжения.

Высокопроизводительные функции тестирования позволяют выполнять работы по вводу в эксплуатацию и техническому обслуживанию безопасно, быстро и, следовательно, экономически эффективно. Благодаря модульной структуре регистраторы аварийных событий SIPROTEC 5 всегда можно гибко адаптировать к конкретным требованиям.

По сравнению с устройствами защиты и контроллерами присоединений SIPROTEC 5 регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 имеет следующие дополнительные функции.

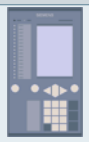
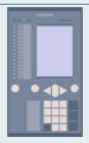
- Частота дискретизации выбирается в диапазоне 1–16 кГц
- ЗУ большой емкости 16 ГБ
- Все регистраторы могут работать в параллельном режиме
- Индивидуально запускаемые регистраторы
- Регистраторы непрерывной записи
- Раздельный пуск регистраторов
- Свободно конфигурируемая память для каждого регистратора
- Записи дополняются информацией о качестве
- Запись данных о качестве электроэнергии
- Запись сообщений GOOSE в регистраторе непрерывной записи

Отличительные особенности

Регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 можно настроить, включив разные базовые функции.

Базовые функции	
Регистратор аварийных событий	Всеобъемлющие гибкие функции записи по событиям и непрерывной записи
PMU	Синхронизированные векторные измерения (PMU) в соответствии с C37.118 (2011)
Запись данных о качестве электроэнергии	Непрерывный контроль событий и сбоев в системе энергоснабжения в соответствии с МЭК 61000-4-30

Стандартные варианты

Стандартные варианты SIPROTEC 7KE85		
N1	1/3 × 19 дюймов, 4 V, 4 I, 11 Двх, 9 ДВых	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 4 аналоговых входа напряжения 4 аналоговых входа тока 11 дискретных входов 9 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 6 быстродействующих) Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202	
N2	1/3 × 19 дюймов, 8 V, 11 Двх, 3 ДВых	
	Ширина корпуса: 1/3 × 19 дюймов 8 аналоговых входов напряжения 11 дискретных входов 3 дискретных выхода (1 контакт исправности, 2 стандартных) Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO211	
N5	1/2 × 19 дюймов, 8 V, 8 I, 19 Двх, 15 ДВых	
	Ширина корпуса: 1/2 × 19 дюймов 8 аналоговых входов напряжения 8 аналоговых входов тока 19 дискретных входов 15 дискретных выходов (1 контакт исправности, 2 стандартных, 30 быстродействующих) Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: IO202	
N6	1 × 19 дюймов, 20 V, 20 I, 43 Двх, 33 ДВых	
	Ширина корпуса: 1/1 × 19 дюймов 20 аналоговых входов напряжения 20 аналоговых входов тока 43 дискретных входа 33 дискретных выхода (1 контакт исправности, 2 стандартных, 30 быстродействующих) Включает базовый модуль с модулями PS201 и IO202 Модули расширения: IO202	

Технические данные устройства приведены в руководстве по работе с устройством *www.siemens.com/siprotec*

Регистратор аварийных событий – SIPROTEC 7KE85

Описание

Мощные регистраторы аварийных событий с интегрированными функциями синхронизированных векторных измерений (PMU) в соответствии с IEEE C37.118 и измерения качества электроэнергии в соответствии с МЭК 61000-4-30. Благодаря большой гибкости и функциям пуска устройство SIPROTEC 7KE85 идеально подходит для мониторинга всей цепочки создания добавленной стоимости энергии, от выработки до распределения. Диапазон функций расширяется за счет мощной автоматизации и гибкой настройки с помощью DIGSI 5.

Основная функция	Регистратор аварийных событий
Входы и выходы	4 предопределенных стандартных варианта, включающих до 40 аналоговых входов тока, 40 аналоговых входов напряжения, 43 дискретных входа, 33 дискретных выхода
Гибкость аппаратного обеспечения	Гибко настраиваемая и расширяемая структура входов/выходов в рамках модульной системы SIPROTEC 5
Ширина корпуса	1/3–1/1 × 19 дюймов

Основные свойства

- Ясно упорядоченная документация и направленный анализ процессов и неисправностей системы энергоснабжения
- Безопасность данных и прозрачность на протяжении всего срока службы объекта экономят время и деньги
- Интуитивно понятное простое управление устройствами и программным обеспечением благодаря дружественному интерфейсу
- Повышение надежности и качества процесса проектирования
- Мощные компоненты связи, гарантирующие безопасные и эффективные решения
- Полная совместимость с изданиями 1 и 2 МЭК 61850
- Связь Ethernet с высокой доступностью благодаря интегрированным протоколам резервирования Ethernet PRP и HSR

Функции

DIGSI 5 позволяет настраивать и комбинировать все функции согласно требованиям.

- До 40 аналоговых каналов
- Регистратор с большей частотой дискретизации
- До 2 регистраторов с меньшей частотой дискретизации
- До 5 регистраторов непрерывной записи и 2 регистраторов трендов
- Запись данных о качестве электроэнергии в соответствии с МЭК 61000-4-30 (гармоники, общее искажение высшими гармониками (THD), TDD — в процессе подготовки)
- Регистратор последовательности событий для непрерывной записи изменений дискретного статуса и GOOSE-сообщений МЭК 61850

[SIP5_GD_SS_LED_LED_LED_W3, 1, --_--]

Рисунок 2.16/2 Регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 (устройство 1/3 с модулями расширения)

- Может использоваться для синхронизированных векторных измерений (PMU) согласно протоколу IEEE C37.118
- Передача записей и запуск посредством сообщений GOOSE МЭК 61850
- Настраиваемые частоты дискретизации в диапазоне 1–16 кГц
- Распределение ЗУ большой емкости 16 ГБ между разными регистраторами по выбору пользователя
- Интеллектуальные алгоритмы диагностики носителя информации обеспечивают высокий уровень доступности и целостности архивных данных
- Сжатие данных без потерь
- Синхронизация времени в соответствии с протоколом точного времени (PTP) IEEE 1588, IRIG-B, DCF77 и SNTP
- Передача измеренных значений на отдельные регистраторы по выбору
- Комбинирование групп измерений для расчета мощности по выбору
- Атрибуты качества для представления мгновенного качества сигнала в виде временной зависимости
- Функции пуска функционального блока: значение основной гармоники, действующее значение, мощность системы нулевой, прямой и обратной последовательности, мощность на определенной частоте, суммарная активная мощность, суммарная реактивная мощность и суммарная кажущаяся мощность
- Запуск по уровню и градиентный запуск для каждой функции пуска
- Гибкий перекрестный запуск, системный запуск и ручной запуск
- Создание независимых функций пуска с помощью графического редактора автоматизации CFC (непрерывная функциональная схема)

- Функции пуска, реализуемые как комбинации одноэлементных, двухэлементных показаний, аналоговых значений, дискретных сигналов, логических сигналов и сообщений GOOSE
- Концепция согласованного мониторинга
- Вспомогательные функции для простого выполнения испытаний и ввода в эксплуатацию
- Специальный режим диагностики для ввода в эксплуатацию
- Интегрированный электрический интерфейс Ethernet RJ45 для DIGSI 5 и МЭК 61850 (отчеты и GOOSE)
- Протоколы резервирования PRP и HSR
- Кибербезопасность в соответствии с требованиями NERC CIP и BDWE Whitepaper
- До 4 подключаемых модулей связи, которые могут использоваться для других и резервных протоколов
- Интеллектуальная технология клеммных зажимов, обеспечивающая предварительный электромонтаж и простую замену устройства

Применение

Регистратор аварийных событий предназначен для использования в сетях среднего, высокого и сверхвысокого напряжения и на электростанциях и обеспечивает всеобъемлющие функции запуска и регистрации. Регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 обеспечивает четко организованные и связанные с событиями оценку и документирование процессов в системе энергоснабжения. Таким образом, можно направленно анализировать неисправности и оптимизировать систему энергоснабжения.

Типичные процессы, подлежащие мониторингу и документированию:

- Системные аварии, такие как случаи критической нагрузки или короткие замыкания
- Нарушения качества электроэнергии
- Динамические характеристики генераторов
- Операции включения и отключения трансформаторов (реакция насыщения)
- Колебания мощности и циклы качания мощности
- Испытательные запуски во время ввода в эксплуатацию

Шаблоны типового применения

Шаблоны типового применения доступны в DIGSI для стандартных применений. Они включают базовые конфигурации и настройки по умолчанию.

Доступны следующие шаблоны типового применения:

Регистратор аварийных событий 4 V / 4 I / 11 Двх

- Шаблоны типового применения, связанные с мониторингом в общей сложности 8 аналоговых входов тока/напряжения

Регистратор аварийных событий 8 V / 11 Двх

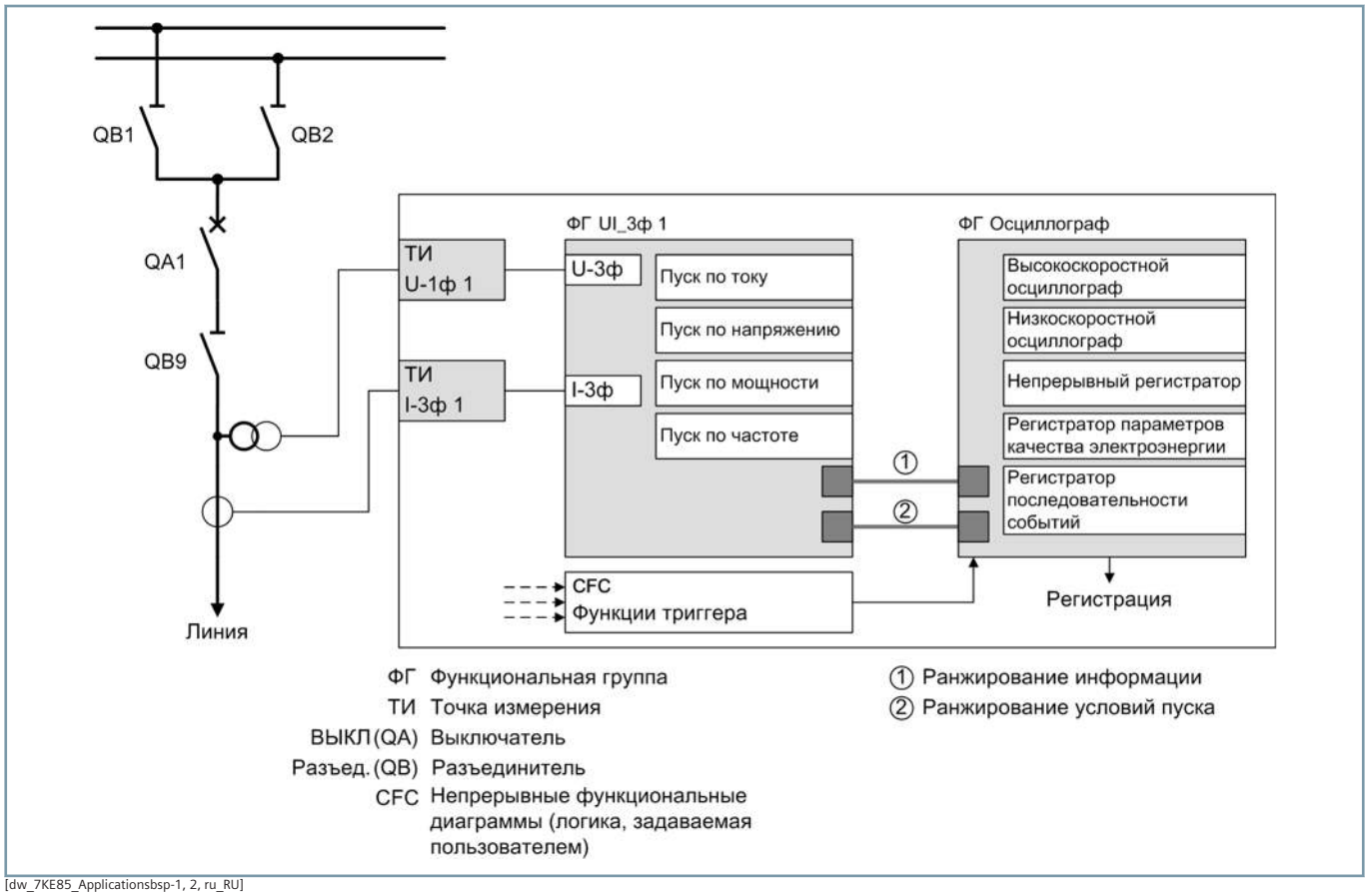
- Шаблоны типового применения, связанные с мониторингом в общей сложности 8 аналоговых входов напряжения

Регистратор аварийных событий 8 V / 8 I / 19 Двх

- Шаблоны типового применения, связанные с мониторингом в общей сложности 16 аналоговых входов тока/напряжения

Регистратор аварийных событий 20 V / 20 I / 43 Двх

- Шаблоны типового применения, связанные с мониторингом в общей сложности 40 аналоговых входов тока/напряжения

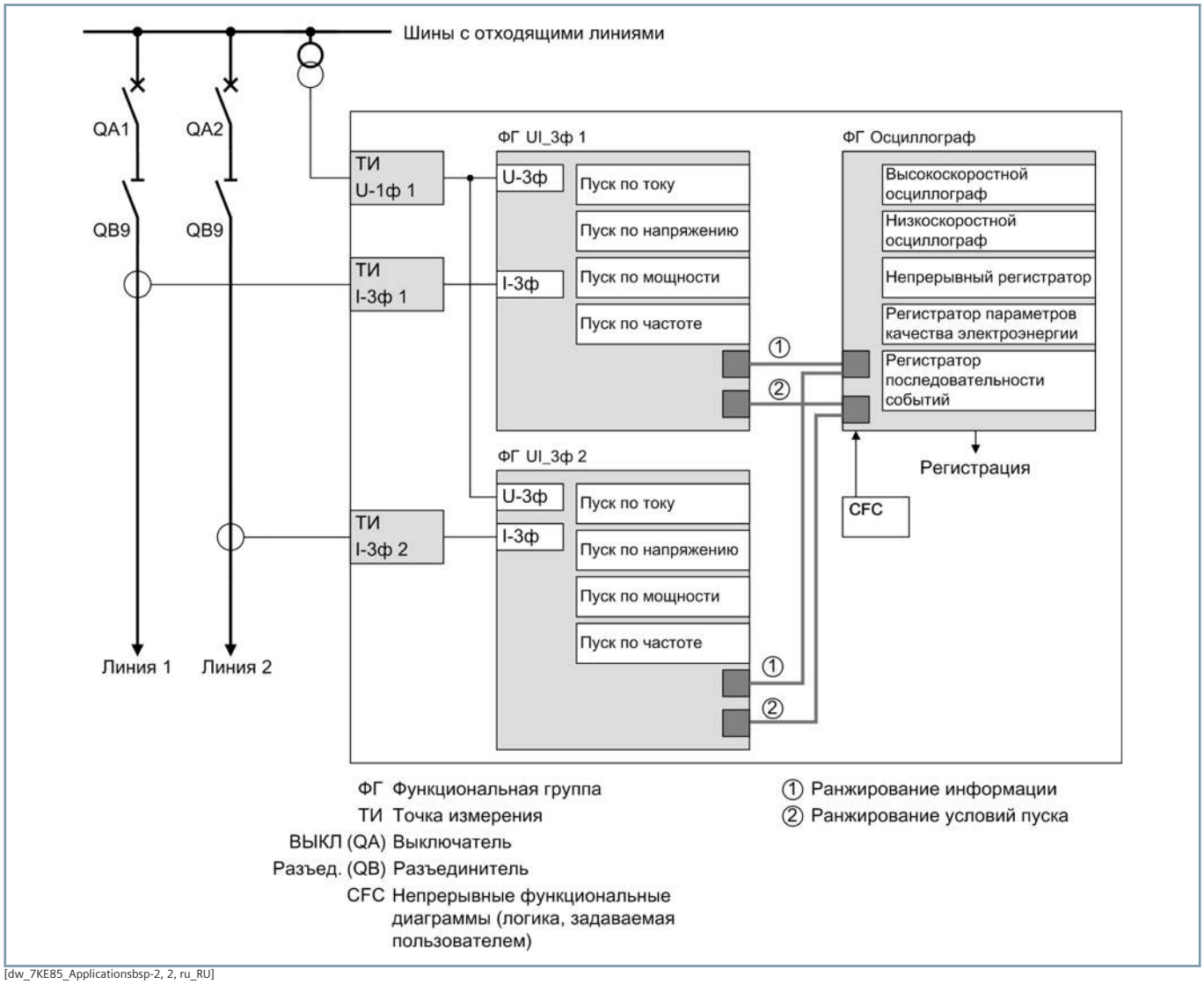


[dw_7KE85_Applicationsbsp-1, 2, ru_RU]

Рисунок 2.16/3 Пример применения: регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 для мониторинга питающей линии

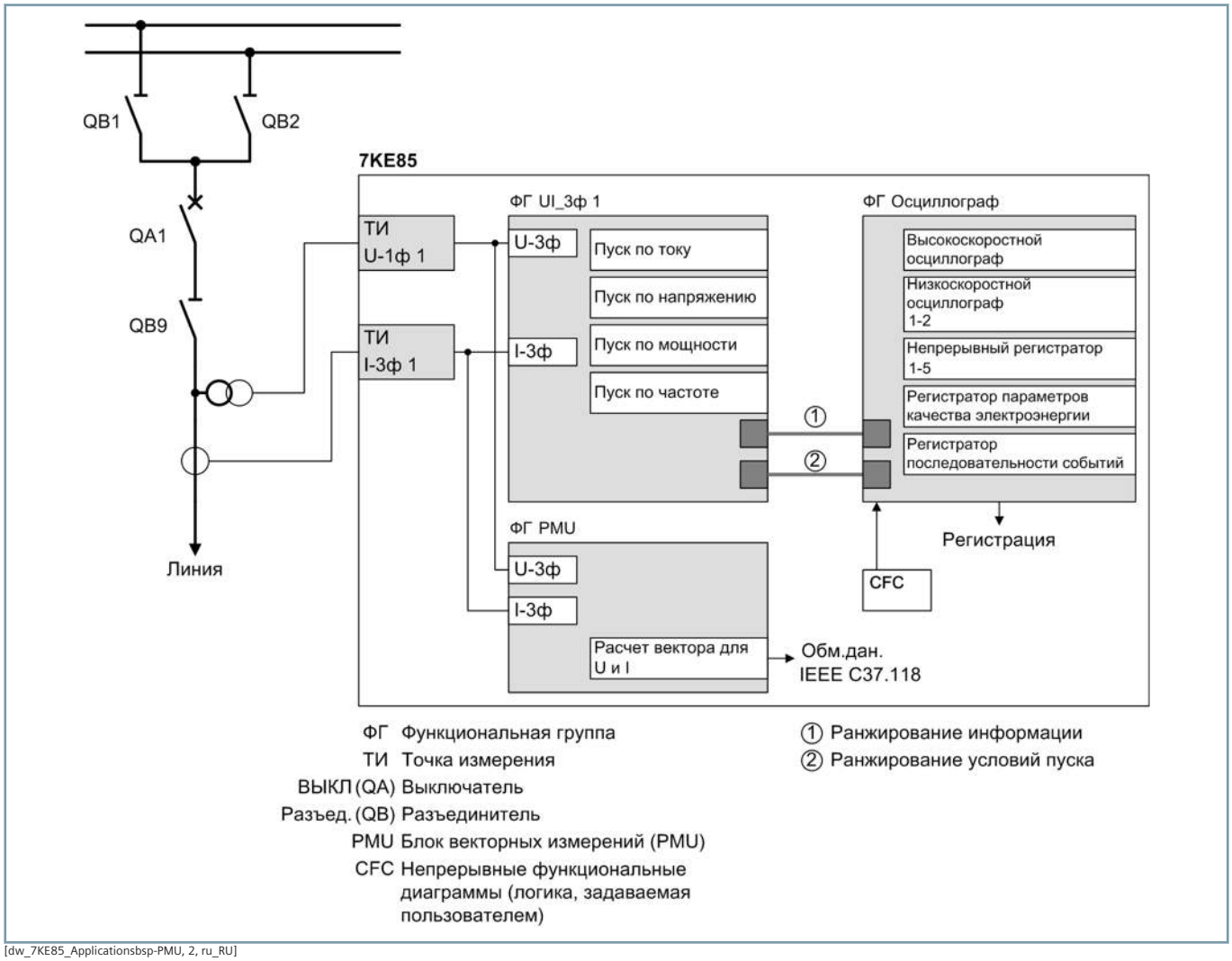
Регистратор аварийных событий для мониторинга линий

Рисунок 2.16/3 и *Рисунок 2.16/4* иллюстрируют простые примеры применения устройства SIPROTEC 7KE85, подключенного для мониторинга присоединений. В данных примерах различные условия запуска реализуются посредством функциональной группы ФГ «VI_3-фазн.» и доступны для функциональной группы ФГ «Регистратор» и, соответственно, для регистраторов, запускаемых событиями. Параллельно регистратор могут запускать отдельно генерируемые функции пуска (комбинации сообщений GOOSE, одноэлементных/двухэлементных показаний, дискретных сигналов и т. д.) посредством CFC, вызывая тем самым создание записи об аварийном событии.



[dw_7KE85_Applicationsbsp-2, 2, ru_RU]

Рисунок 2.16/4 Пример применения: регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 для мониторинга двух присоединений



[dw_7KE85_Applicationsbsp-PMU, 2, ru_RU]

Рисунок 2.16/5 Пример применения: две рабочие системы шин с устройством SIPROTEC 7KE85, которое используется в качестве регистратора аварийных событий и для синхронизированных векторных измерений (PMU)

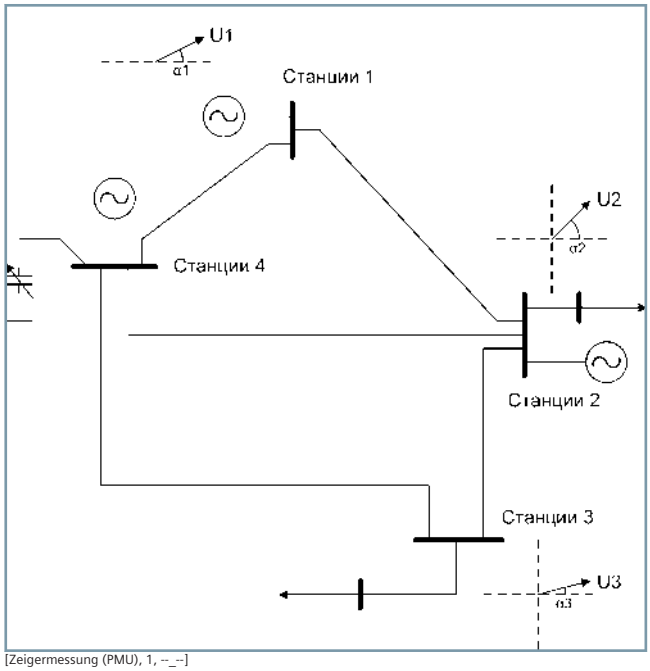
2.16

Регистратор аварийных событий с PMU

При использовании функции PMU в устройстве создается функциональная группа ФГ «PMU», см. *Рисунок 2.16/5*. Данная функциональная группа рассчитывает результаты синхронизированных векторных измерений и аналоговые значения, устанавливает метку времени и передает данные по протоколу IEEE C37.118 через выбранный интерфейс Ethernet. Затем данные могут быть получены одним или несколькими клиентами, сохранены и обработаны. Устройству можно назначить до трех IP-адресов клиентов.

Синхронизированные векторные измерения

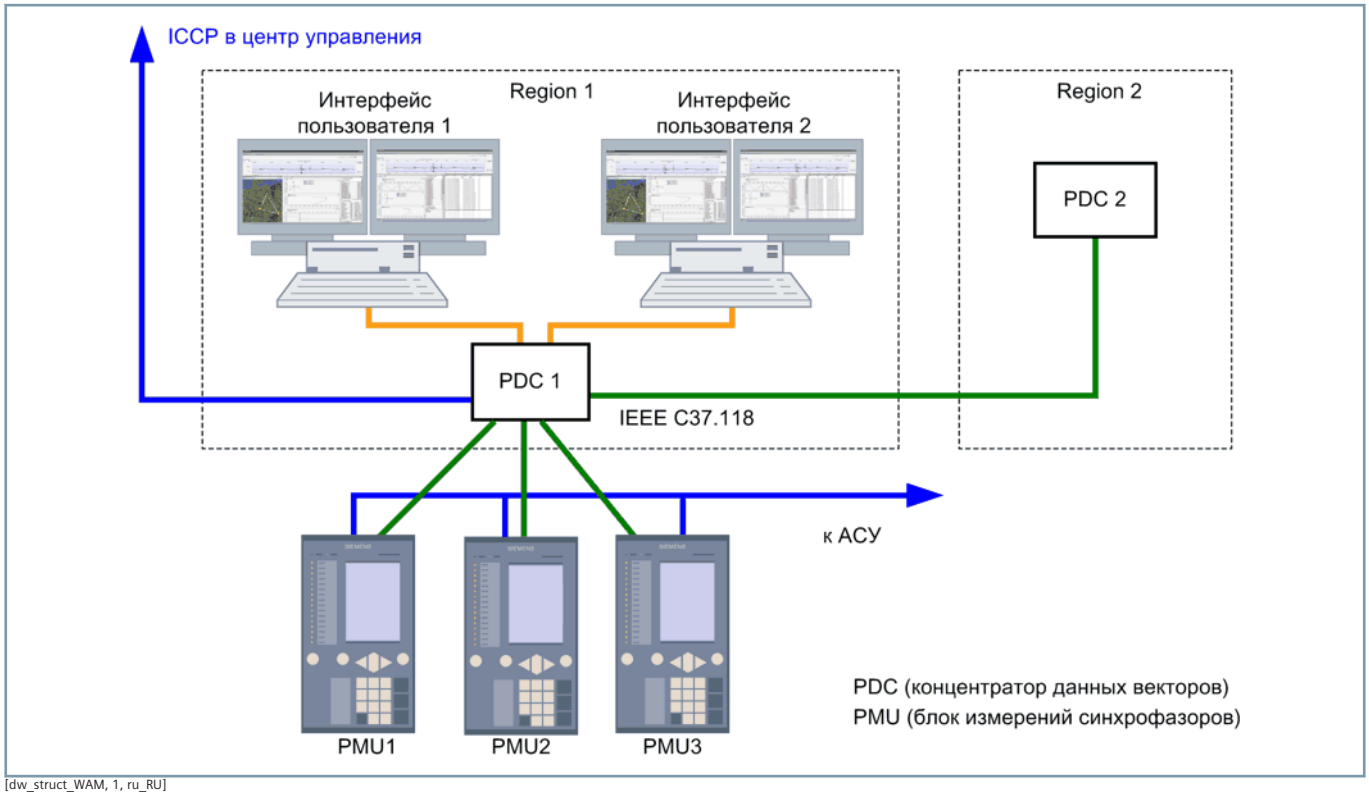
Устройства PMU измеряют амплитуды и фазы токов и напряжений на выбранных станциях системы передачи электроэнергии. Высокоточная синхронизация времени (посредством GPS) позволяет сравнивать измеренные значения с разных подстанций, находящихся на больших расстояниях друг от друга, и делать выводы относительно состояния системы и динамических явлений, таких как условия качаний мощности.



[Zeigermessung (PMU), 1, --_--]

Рисунок 2.16/6 Принцип синхронизированных векторных измерений

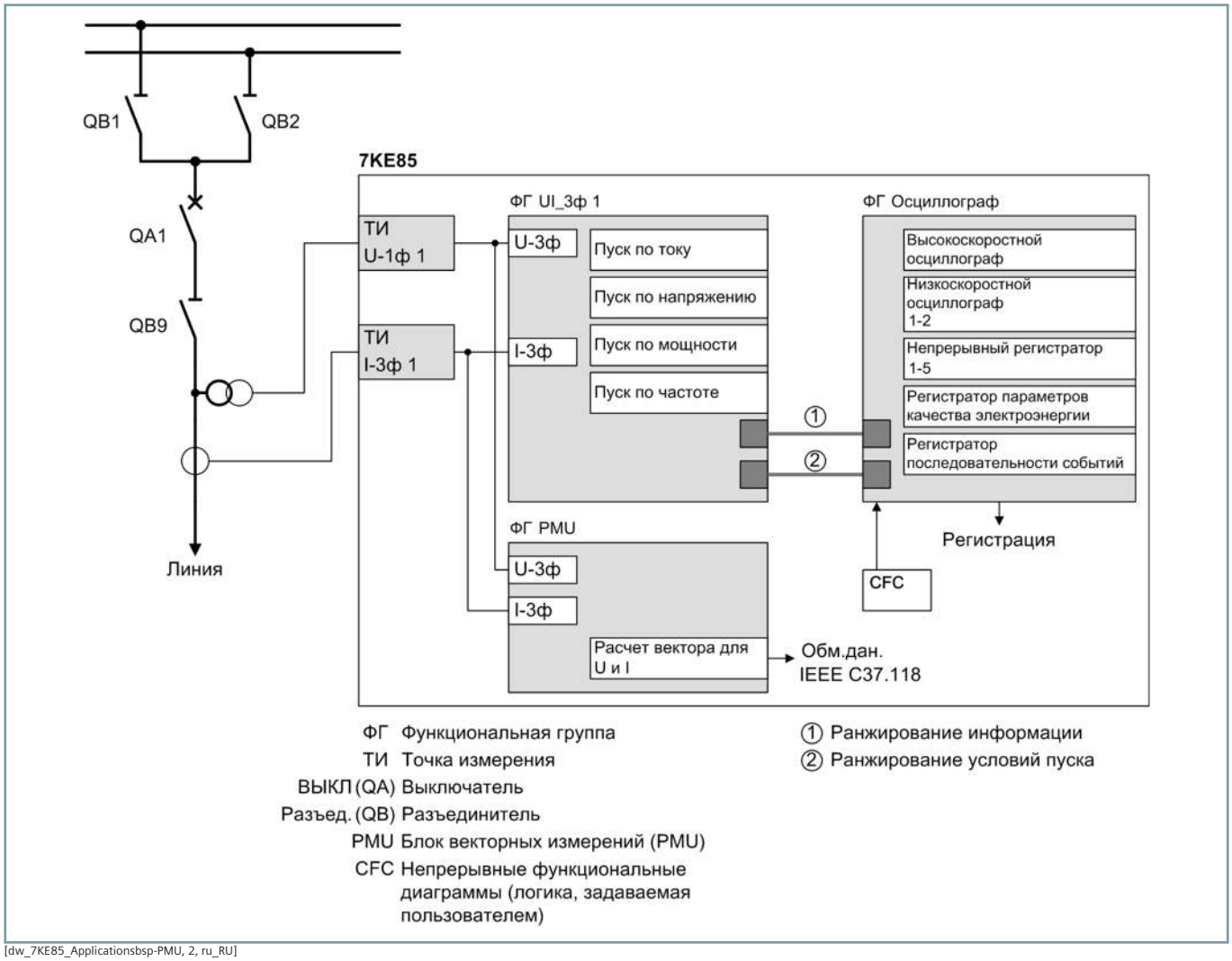
При выборе опции «Синхронизированные векторные измерения» устройства определяют векторы токов и напряжений, присваивают им высокоточные метки времени и передают их для анализа вместе с другими измеренными значениями (частота, скорость изменения частоты) по протоколу связи IEEE C37.118, см. *Рисунок 2.15/12*. С помощью синхровекторов и подходящей программы анализа (например, SIGUARD PDP) можно автоматически обнаруживать качания мощности и формировать сигналы тревоги, передаваемые, например, в диспетчерский пункт.



[dw_struct_WAM, 1, ru_RU]

Рисунок 2.16/7 Подключение 3 устройств синхронизированных векторных измерений с двумя концентраторами синхровекторов (PDC) SIGUARD PDP

При использовании функции PMU в устройстве создается функциональная группа ФГ «PMU». Данная функциональная группа рассчитывает результаты синхронизированных векторных измерений и аналоговые значения, устанавливает метку времени и передает данные по протоколу IEEE C37.118 через выбранный интерфейс Ethernet. Затем данные принимаются, сохраняются и обрабатываются одним или несколькими клиентами. Устройству можно назначить до трех IP-адресов клиентов.



[dw_7KE85_Applicationsbsp-PMU, 2, ru_RU]

Рисунок 2.16/8 Пример применения: две рабочих системы шин с устройством SIPROTEC 7KE85, которое используется в качестве регистратора аварийных событий и для синхронизированных векторных измерений (PMU)

	Общий класс данных (МЭК 61850)	Время до пуска (макс.)	Время удержания (макс.)	Метки времени/разрешение	Время передачи
Регистратор с большей частотой дискретизации	SMV/MV	3 с	90 с	1–16 кГц	—
	SPS	3 с	90 с	1 мс	—
Регистратор с меньшей частотой дискретизации	MV	90 с	5400 с	MV каждые 10 мс	1–3000 циклов
	SPS	90 с	5400 с	1 мс	—
Регистратор непрерывной записи	MV	—	—	MV каждые 10 мс	1–900 с
SMV — измеренные значения выборок / SPS — одноэлементное состояние / MV — измеренные значения					

Таблица 2.16/1 Обзор регистраторов

Регистратор

Регистратор с большей частотой дискретизации

С помощью регистратора с большей частотой дискретизации можно анализировать переходные процессы, короткие замыкания и замыкания на землю, а также поведение устройств защиты. Переходные процессы могут вызываться, например, коммутационными операциями. Регистратор с большей частотой дискретизации может записывать историю выборок для всех аналоговых входов, внутренне рассчитанных измеренных значений и дискретных сигналов в случае аварии в течение 90 секунд с временем до пуска 3 секунды. Частота выборки выбирается в диапазоне 20–320 выборок за цикл. Этот соответствует частоте дискретизации 1–16 кГц.

Изменения дискретных сигналов регистрируются с разрешением 1 мс. Входные сигналы анализируются в соответствии с заданными условиями пуска и регистрируются при нарушении соответствующих предельных значений. Эта запись об аварийном событии (осциллограмма) включает время до пуска, точку пуска и записанные данные об аварии. Кроме того, сохраняется причина пуска. Предельные значения для пуска и время записи можно легко настроить с помощью DIGSI 5.

Регистратор с меньшей частотой дискретизации

Принцип действия такой же, как у регистратора с большей частотой дискретизации, но значения рассчитываются каждые 10 мс и передаются в течение настраиваемого интервала. Интервал усреднения настраивается в диапазоне от одного до 3000 номинальных периодов. Усредненные значения сохраняются регистратором с меньшей частотой дискретизации в виде записей на ЗУ большой емкости. Изменения дискретных сигналов регистрируются, как и в случае регистратора с большей частотой дискретизации, с разрешением 1 мс.

Таким образом, регистраторы с меньшей частотой дискретизации отлично подходят, например, для определения условий нагрузки до, во время и после сбоя и, соответственно циклов качания мощности.

Регистратор с меньшей частотой дискретизации может записывать историю выборок для всех аналоговых входов, внутренне рассчитанных измеренных значений и дискретных сигналов в случае аварии в течение 90 минут с временем до пуска 90 секунд. Аналогично, входные сигналы анализируются в соответствии с заданными условиями пуска и регистрируются при нарушении соответствующих предельных значений. Эти записи об аварийных событиях включают время до пуска, точку пуска и записанные данные об аварии. Кроме того, сохраняется причина пуска. В этих целях пользователь устанавливает значения пуска и время записи в DIGSI 5. Кроме того, можно создать до 2 независимых копий регистратора с меньшей частотой дискретизации.

Регистратор непрерывной записи

SIPROTEC 7KE85 включает до 5 регистраторов непрерывной записи, которые используются для сбора данных аналоговых величин и внутреннее регистрируемых измеренных значений в течение длительных интервалов времени. Это позволяет выполнять точный долгосрочный анализ поведения системы.

Для каждой записываемой величины регистратора непрерывной записи формируется среднее значение за настраиваемый период времени, которое сохраняется в памяти. Каждый из этих регистраторов может активироваться отдельно. Пользователь может задать доступный объем памяти в кольцевом буфере для каждого регистратора.

Функции пуска

Регистраторы, запускаемые событиями (с большей и меньшей частотой дискретизации), имеют большое количество аналоговых и дискретных условий пуска, с помощью которых пользователь может точно регистрировать определенные проблемы системы, не делая ненужные записи. Входные сигналы анализируются в соответствии с условиями пуска и используются для запуска записи данных об аварийном событии. В SIPROTEC 7KE85 все условия пуска также можно назначать многократно разным регистраторам.

Аналоговые условия пуска

Аналоговые условия пуска главным образом делятся на условия пуска по уровню и градиентные условия пуска. Условия пуска по уровню определяют мониторинг измеряемых величин на соответствие настроенным предельным значениям (мин./макс.). Условие пуска выполняется, когда измеряемая величина становится выше или ниже соответствующего предельного значения. Градиентные условия пуска связаны с изменениями уровня в течение времени.

Каждое аналоговое условие пуска можно настроить в качестве первичного, вторичного или процентного значения. Различаются условия пуска по частоте, напряжению, току и мощности. Если в качестве переменных для пуска используются ток и напряжение, можно выбрать значение основной гармоники, действующее значение или симметричные составляющие.

Пуск от дискретных сигналов

Пуск от дискретных сигналов обеспечивает начало записи при изменении логического состояния дискретного сигнала. Как и в случае ручного пуска, который можно инициировать с помощью клавиатуры устройства, DIGSI 5 или любого клиента МЭК 61850 (например, SICAM PAS/PQS), запуск возможен посредством дискретного входа (внешнее условие запуска) или по сообщениям GOOSE МЭК 61850, передаваемым через сеть связи. Логические условия пуска реализуются с помощью мощного графического логического редактора (CFC). В этом случае можно использовать любые комбинации всех доступных аналоговых значений (амплитуд или фаз), дискретных сигналов, логических сигналов, сообщений GOOSE, одноэлементных и двухэлементных показаний, используя логические и арифметические операции.

Поэтому пользователь может настроить условия пуска, соответствующие проблеме, и начать запись.

Функции, шаблоны типового применения

ANSI	Функции	Сокр.	Доступно	Шаблон			
				1	2	3	4
	Расширяемая структура аппаратного обеспечения	Вх./Вых.	■	■	■	■	■
PMU	Синхронизированные векторные измерения (1 PMU можно использовать для макс. 8 напряжений и 8 токов)	PMU	■				
	Измеренные значения, стандартные		■	■	■	■	■
	Измеренные значения, расширенные: макс., мин., средн.		■	■	■	■	■
	CFC (стандартная, управление)		■	■	■	■	■
	CFC, арифметическая		■				
	Регистрация аварийных событий с осциллографированием аналоговых и цифровых сигналов		■	■	■	■	■
	Мониторинг и контроль		■	■	■	■	■
FSR	Регистратор с большей частотой дискретизации	FSR	■	■	■	■	■
SSR	Регистратор с меньшей частотой дискретизации	SSR	■	■	■	■	■
CR	Регистратор непрерывной записи	CR	■	■	■	■	■
TR	Регистратор трендов	TR	■				
PQR	Запись данных о качестве электроэнергии (функции)	PQR	■				
	Регистратор последовательности событий	SOE	■	■	■	■	■
ExTrFct	Расширенные функции пуска	ExTrFct	■	■	■	■	■
Класс функциональных единиц:				0	0	0	0
Конфигурацию и функциональные единицы для конкретной области применения можно уточнить с помощью конфигуратора заказов SIPROTEC 5 на сайте *www.siemens.com/siprotec*							

Таблица 2.16/2 SIPROTEC 7KE85 — функции и шаблоны типового применения

1 Регистратор аварийных событий 4 V/4 C/11 Двх

2 Регистратор аварийных событий 8 V/11 Двх

3 Регистратор аварийных событий 8 V/8 C/19 Двх

4 Регистратор аварийных событий 20 V/20 C/43 Двх

SIEMENS

www.siemens.com/siprotec

Система SIPROTEC 5

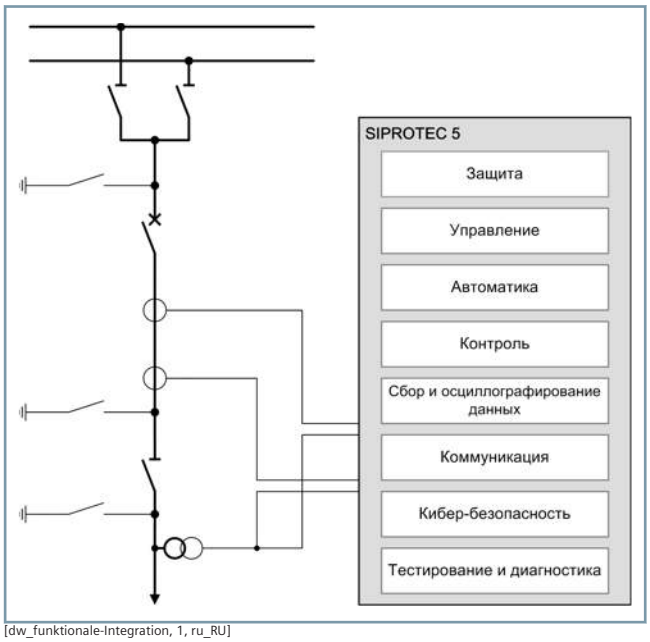
Благодаря модульной структуре аппаратного и программного обеспечения, а также их функциональной интеграции устройства серии SIPROTEC 5 отлично подходят для решения любых задач в области энергетики. Устройства SIPROTEC 5 решают следующие задачи:

- **Защита**
- **Управление и автоматизация**
- **Контроль и мониторинг**
- **Сбор данных и регистрация**
- **Связь и кибербезопасность**
- **Испытания и диагностика**

Благодаря модульной структуре аппаратного и программного обеспечения и наличию мощного инструмента проектирования DIGSI 5 устройства SIPROTEC 5 идеально подходит для защиты, автоматизации, измерений и мониторинга в современных системах энергоснабжения.

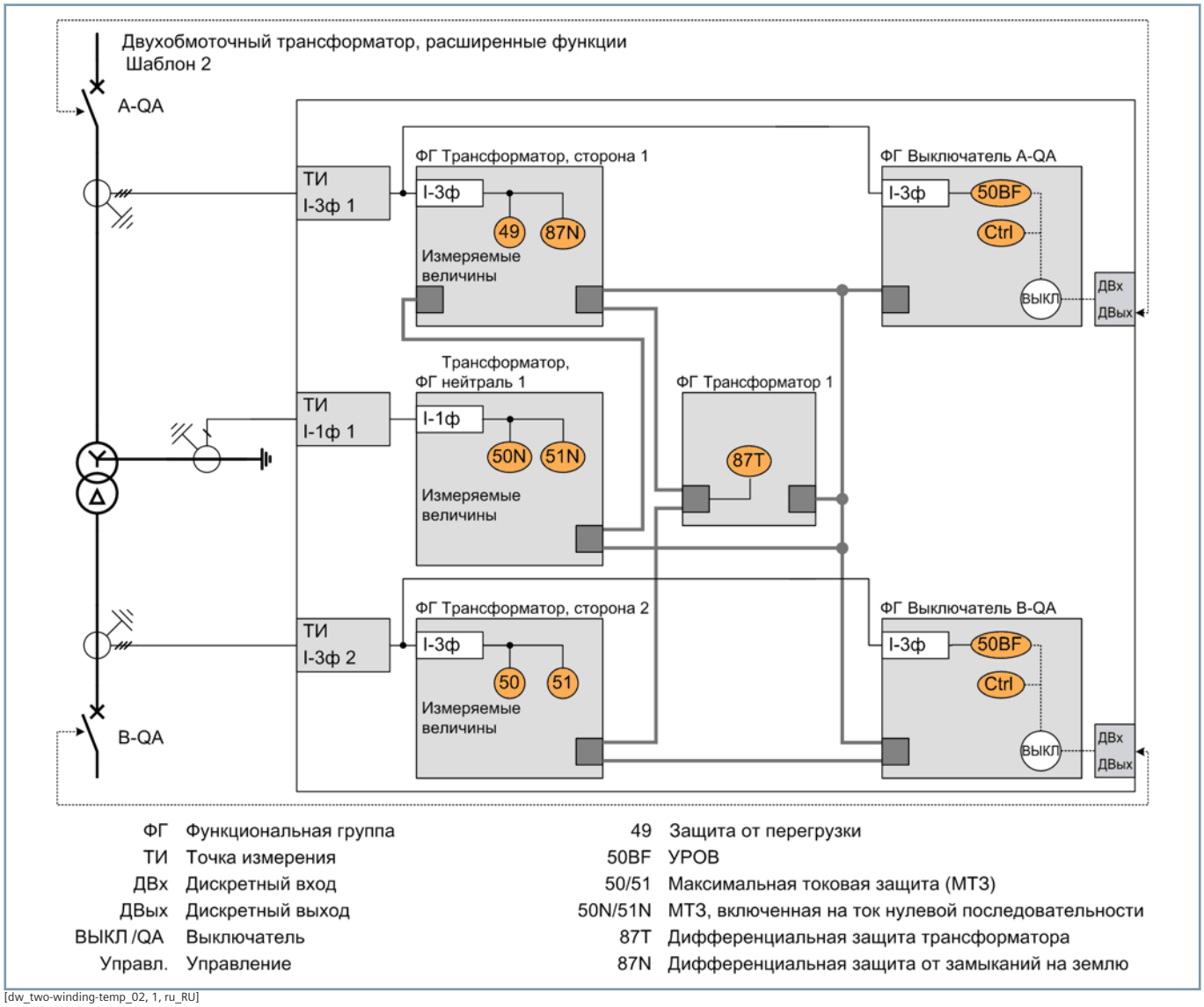
Данные устройства представляют собой не просто электронные блоки защиты и управления — их рабочие характеристики позволяют им обеспечивать функциональную интеграцию в необходимом объеме. Например, они могут также использоваться для мониторинга, синхронизированных векторных измерений или в качестве мощного регистратора аварийных событий. В них заложено множество измерительных функций, причем большинство из них могут применяться одновременно; кроме того, эти устройства разработаны с расчетом на простое расширение в будущем.

Устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют возможность высокоточного сбора большого количества данных и регистрации событий на уровне присоединения. В сочетании с гибкостью связи это расширяет области применения и открывает разнообразные возможности выполнения требований современных и будущих систем энергоснабжения. Используя SIPROTEC 5, можно быть уверенным в защите системы. На следующем рисунке приведено возможное расширение функций устройств серии SIPROTEC 5.



[dw_funktionale-Integration, 1, ru_RU]

Рисунок 3.1/1 Возможное расширение функций устройств серии SIPROTEC 5



[dw_two-winding-temp_02, 1, ru_RU]

Рисунок 3.1/2 Защита трансформатора

Более быстрое получение результатов благодаря использованию шаблонов типового применения

Библиотека общих функций позволяет реализовывать все функции защиты, автоматизации, мониторинга и вспомогательные функции устройств SIPROTEC 5. Одинаковые функции работают одинаково для всех устройств. После создания конфигураций их можно переносить между устройствами. Это существенно снижает трудозатраты при проектировании.

Для каждого типа устройства в DIGSI 5 доступны предопределенные шаблоны типового применения. Они уже содержат базовые конфигурации, необходимые функции и настройки по умолчанию. Кроме того, можно сохранить устройство в качестве шаблона в пользовательской библиотеке и использовать его повторно в типичных системах. Это экономит время и деньги. Возможность сохранения пользовательских шаблонов типового применения находится в процессе подготовки.

Рисунок 3.1/2 содержит пример трансформатора в конфигурации системы, в которой функции в шаблоне типового применения используются в функциональных группах (ФГ). Функциональные группы (ФГ) соответствуют первичному оборудованию (защищаемый объект, сторона трансформатора 1, сторона трансформатора 2, нейтраль, трансформатор; коммутационные устройства выключателя), что упрощает прямое соотнесение с фактической системой. Например, если в распределительном устройстве клиента имеются два выключателя, это отражено двумя функциональными группами «выключатель».

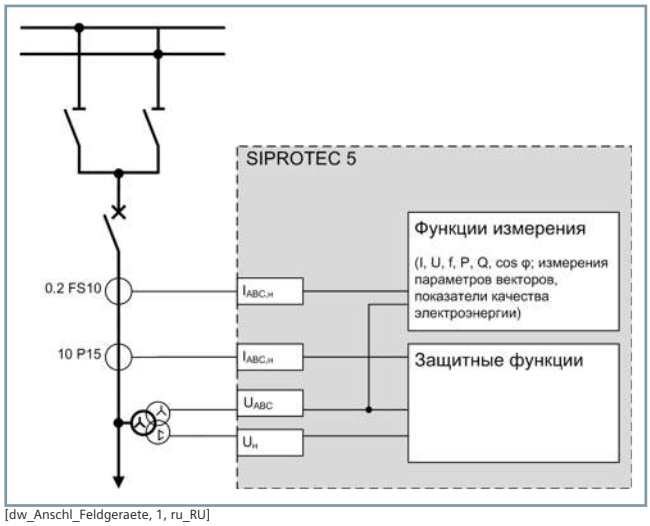
Измерительная и релейная обмотки трансформаторов тока

Гибкость устройств серии SIPROTEC 5 позволяет осуществлять еще более глубокую функциональную интеграцию и параллельную обработку чрезвычайно широкого набора функций. Модульность аппаратуры позволяет производить конфигурирование устройств для соответствия опреде-

ленным целям применения. Если клиенту требуется функция синхронизированных векторных измерений, т. е. необходимы высокоточные данные по векторам тока и напряжения и переменным, полученным из них, таким как мощность и частота, то эту функцию можно назначить измерительному входу. Другим возможным применением является мониторинг параметров качества электроэнергии.

Рисунок 3.1/3 иллюстрирует подключение фидера к измерительной и релейной обмоткам трансформатора тока. Необходимые функции защиты работают от релейной обмотки трансформатора тока, а измерительные функции — от измерительной обмотки трансформатора тока в соответствии с применением.

Высокоточные результаты измерений и информация о состоянии, предоставляемые устройствами серии SIPROTEC 5, могут быть переданы по высокоэффективным каналам связи в систему автоматизации, такую, например, как система управления подстанцией SICAM или центральная аналитическая система (например, SIGUARD PDP). В частности, управление и мониторинг для интеллектуальных систем энергоснабжения требует наличия информации как от генераторов (традиционной или возобновляемой энергии), так и от потребителей (ответвлений). В эти необходимые данные входят измеренные значения, состояния коммутационных устройств или сообщения от функций защиты и мониторинга. Кроме выполнения локальных задач по защите, управлению и мониторингу, устройства серии SIPROTEC 5 также являются великолепным источником данных. Гибкие связи между устройствами позволяют объединять их в различные коммуникационные топологии. В этом отношении множество преимуществ предоставляет широко применяемый стандарт связи МЭК 61850 на основе Ethernet-технологий.



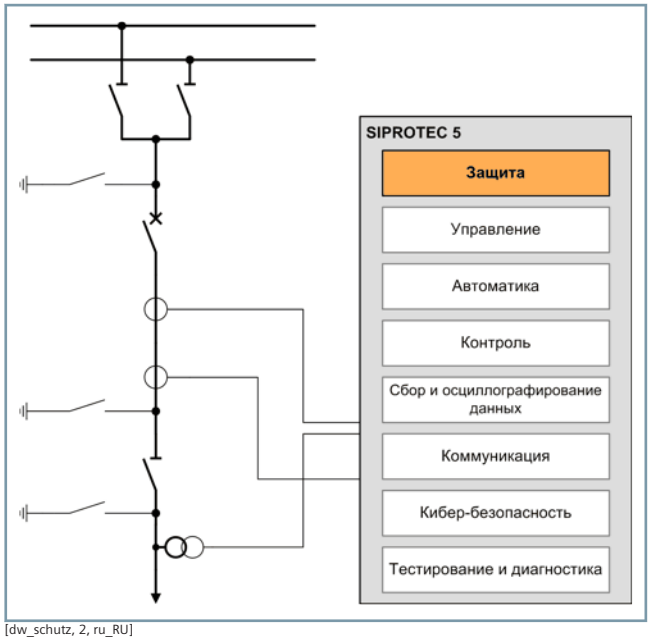
[dw_Anschl_Feldgeraete, 1, ru_RU]

Рисунок 3.1/3 Подсоединение блоков защиты уровня присоединения к измерительной и релейной обмоткам трансформаторов тока

Модульная гибкая структура аппаратного и программного обеспечения гарантирует полностью отвечающие требованиям сети клиента решения.

Устройства серии SIPROTEC 5 обеспечивают гибкость в течение всего срока службы изделия, тем самым защищая вложенные средства клиента.

Защита



[dw_schutz, 2, ru_RU]

Рисунок 3.2/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — защита

Устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют все необходимые функции защиты для обеспечения надежности и безопасности систем энергоснабжения и их компонентов. Поддерживаются конфигурации систем с несколькими системами шин, а также полуторные схемы. Алгоритмы функций основываются на многолетнем опыте ввода в эксплуатацию систем, а также на предложениях наших клиентов.

Модульная функциональная структура серии SIPROTEC 5 обеспечивает исключительную гибкость и позволяет точно создать тот набор функций защиты, который требуется для конкретной системы; кроме того, она предоставляет возможность вносить изменения в будущем.

Доступные функции устройств описаны в следующих разделах.

Функция дистанционной защиты (ANSI 21, 21N) — классический метод

SIPROTEC 5 поддерживает алгоритмы дистанционной защиты 6 контуров, которые были апробированы в прежних устройствах защиты SIPROTEC. Этот метод измерения называется «классическим».

Параллельные вычисления и мониторинг всех шести контуров полного сопротивления обеспечивает высокую чувствительность и селективность для всех типов коротких замыканий. Надежно учитываются все исполнения нейтрали (заземление через дугогасящий реактор, изолированная, глухозаземленная или заземленная через низкое сопротивление). В зависимости от типа устройства возможно однофазное или трехфазное отключение. Дистанционная защита применима для кабелей и воздушных линий электропередачи как с продольной компенсацией, так и без нее.

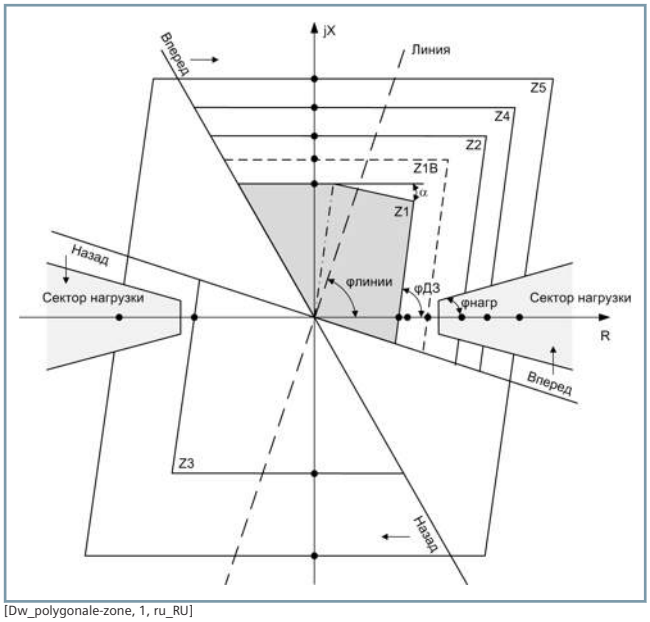
Устройство поддерживает четырехугольные характеристики и характеристики зон МНО. Характеристики можно использовать по отдельности для междуфазных замыканий и замыканий на землю.

Таким образом, например, замыкания на землю с высоким сопротивлением могут контролироваться четырехугольной характеристикой, а междуфазные замыкания — характеристикой МНО. Оценка поперечных напряжений и использование памяти напряжений позволяют оптимально определять направление.

Четырехугольные характеристики зон

Четырехугольная рабочая характеристика позволяет по отдельности устанавливать реактивное сопротивление X и активное сопротивление R. Активная часть сопротивления задается отдельно для неисправностей, затрагивающих и не затрагивающих землю. Таким образом, данная характеристика лучше всего подходит для обнаружения замыканий с высоким сопротивлением. Также можно применять данные устройства в системах с радиусом реактивного сопротивления, зависящим от замыкания на землю, для каждой зоны, просто используя дополнительные зоны защиты. Каждую зону защиты можно настроить отдельно таким образом, чтобы она работала только для замыканий на землю, для междуфазных замыканий или для всех типов замыканий.

Зоны дистанционной защиты можно настроить как прямые, обратные или ненаправленные (*Рисунок 3.2/2*).

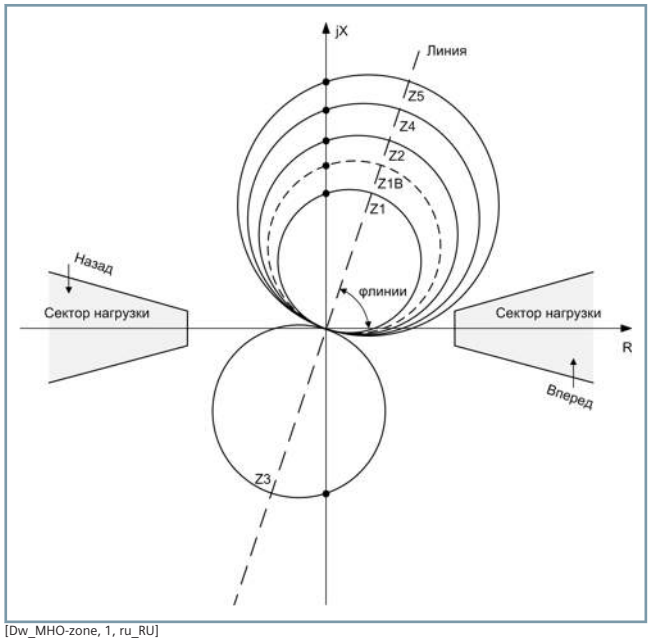


[Dw_polygonale-zone, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/2 Пример четырехугольных характеристик зон с 4 зонами

Характеристики зоны МНО

В случае характеристик МНО увеличение окружности МНО гарантирует безопасную и селективную работу для всех видов коротких замыканий. Окружность расширяется до полного сопротивления источника, но не более чем до выбранного радиуса полного сопротивления. На *Рисунок 3.2/3* показаны характеристики для замыкания в прямом направлении.



[Dw_MHO-zone, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/3 Пример характеристик зон МНО с 6 зонами

Возможность выбора числа зон дистанционной защиты

Число зон дистанционной защиты можно свободно адаптировать в соответствии с требованиями системы. Для функций, использующих зависимую зону, таких как телеотключение с расширенной зоной и разрешающим сигналом, доступны все настраиваемые зоны дистанционной защиты (это не влияет на использование зоны в самой дистанционной защите). Каждая зона дистанционной защиты имеет собственное реле времени, выделенное для 1-фазных или многофазных КЗ. Гибкость устройств серии SIPROTEC 5 обеспечивает оптимальную адаптацию к каждому применению. Дистанционная защита всегда обеспечивает правильное число зон дистанционной защиты.

Зона нагрузки

Для надежного различения включения нагрузки и короткого замыкания, особенно на длинных сильнозагруженных линиях, используется настраиваемый диапазон нагрузки. Полные сопротивления в данном диапазоне нагрузки не приводят к нежелательному отключению в зонах дистанционной защиты.

Четыре метода срабатывания

По выбору можно использовать следующие методы срабатывания:

- Срабатывание по максимальному току *I >>>*
- Срабатывание по максимальному току в зависимости от напряжения *V/I*
- Срабатывание по максимальному току в зависимости от напряжения и фазы *V/I* ϕ
- Срабатывание по полному сопротивлению *Z <*

Абсолютная селективность по фазе

Функция дистанционной защиты включает хорошо зарекомендовавший себя и очень сложный алгоритм избирательности по фазе. Надежно утраняются пуски, возникающие по исправным фазам в связи с отрицательным влиянием токов и напряжений коротких замыканий в других фазах. Этот алгоритм избирательности по фазе обеспечивает принятие соответствующих решений по отключению и гарантирует правильное измерение дистанции в самых разных системах.

Средства для полуторной схемы

Когда сердечники двух трансформаторов тока включены параллельно, результирующий измеряемый ток является суммой двух токов, протекающих в трансформаторах тока. Этот суммарный ток соответствует току, протекающему по линии, и поэтому используется для функций защиты по мощности и других функций. Данный метод широко используется. Теперь устройства SIPROTEC 5 имеют достаточно измерительных входов для подключения двух или нескольких трансформаторов тока к устройству по отдельности. В данном случае суммирование производится в программном обеспечении внутри устройства. Функция дистанционной защиты обнаруживает возможное насыщение только одного трансформатора тока и поэтому может предотвращать нежелательное срабатывание в случае внешнего повреждения с большим током. За счет раздельного измерения токов можно активировать отдельные функции устройства резервирования отказов выключателей для обоих выключателей. Кроме того, отдельно измеряемые токи позволяют реализовать полную дифференциальную защиту для «концевой зоны» между трансформаторами тока, если питающая линия выключена (дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЙ, ANSI 87-STUB).

Компенсация влияния параллельных линий

Неправильные измерения дистанционной защиты в связи с влиянием параллельных линий могут быть скомпенсированы путем измерения тока замыкания параллельной линии на землю. Компенсация влияния параллельных линий может использоваться как для дистанционной защиты, так и для определения места повреждения.

Компенсация нагрузки

Функция дистанционной защиты имеет средства компенсации влияния нагрузки на дистанционное измерение.

Устранение помех

Цифровые фильтры обеспечивают устойчивость устройства к помехам, которые содержатся в измеренных значениях. В частности, существенно снижается влияние постоянных составляющих, емкостных делителей напряжения и изменений частоты. Применяется специальный метод измерения, чтобы обеспечить селективность защиты при насыщении трансформатора тока.

Обнаружение неисправностей цепей напряжения

Срабатывание дистанционной защиты автоматически блокируется в случае пропадания измеряемого напряжения, что предотвращает нежелательное отключение. Дистанционная защита блокируется, если одна из функций мониторинга напряжения или вспомогательный контакт автоматического выключателя трансформатора напряжения срабатывают; в этом случае может быть включена АВАРИЙНАЯ максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени.

Дистанционная защита реактивного сопротивления (RMD) (ANSI 21, 21N)

В экстремальных условиях токи нагрузок и высокие сопротивления коротких замыканий могут влиять на селективность. Функция дистанционной защиты реактивного сопротивления (RMD) снижает нежелательное влияние высоких сопротивлений короткого замыкания при больших нагрузках.

Компенсация нагрузки является частью метода

Если система энергоснабжения демонстрирует неоднородности, например разные углы полного сопротивления для вводов, это также может влиять на характеристику дистанционной защиты. Метод реактивного сопротивления компенсирует это влияние за счет регулируемых углов компенсации.

Функция дистанционной защиты реактивного сопротивления (RMD):

- Работает в системах энергоснабжения с заземленной нейтралью
- Обеспечивает селективную защиту от коротких замыканий для линий и кабелей, получающих питание с одного или нескольких концов в радиальных, замкнутых или сложнозамкнутых сетях
- Используется в качестве резервной защиты для систем шин, трансформаторов и других линий электропередачи
- Подходит для использования для всех классов напряжения.

Функция дистанционной защиты реактивного сопротивления (RMD) может, в качестве альтернативы или дополнительно, использоваться для дистанционной защиты классическим методом.

Четырехугольные характеристики зон

Четырехугольная рабочая характеристика позволяет по отдельности устанавливать реактивное сопротивление X и активное сопротивление RF. Каждую зону защиты можно настроить отдельно таким образом, чтобы она работала только для замыканий на землю, для междуфазных замыканий или для всех типов замыканий. Все зоны дистанционной защиты можно настроить как прямые, обратные или ненаправленные.

Функция RMD рассчитывает до 7 контуров полного сопротивления AN, BN, CN, A-B, B-C, C-A и A-B-C. Метод срабатывания — срабатывание по полному сопротивлению Z <. Оценка нормальных напряжений, использование памяти напряжений и оценка разностей и симметричных составляющих позволяют оптимально определять направление.

Характеристики зоны МНО

В случае характеристик МНО увеличение окружности МНО гарантирует безопасную и селективную работу защиты. Окружность расширяется до полного сопротивления источника, но не более чем до выбранного радиуса полного сопротивления. В качестве альтернативы четырехугольным характеристикам зон можно использовать функцию RMD для фазовых погрешностей с характеристиками зон МНО, если имеются требования к совместимости с существующими системами дистанционной защиты.

Возможность выбора числа зон дистанционной защиты

Число зон дистанционной защиты можно свободно адаптировать в соответствии с требованиями системы.

Зона нагрузки

Для надежного различения включения нагрузки и короткого замыкания, особенно на длинных сильнонагруженных линиях, используется настраиваемый диапазон нагрузки. Полные сопротивления в данном диапазоне нагрузки не приводят к нежелательному отключению в зонах дистанционной защиты.

Абсолютная селективность по фазе

Функция дистанционной защиты реактивного сопротивления (RMD) включает очень сложный алгоритм адаптивного выбора контура. Одновременно обрабатываются разные критерии выбора контура. В критериях выбора контура используются методы обнаружения скачков, определения разностей, а также сравнения токов, напряжений и полных сопротивлений. Тем самым надежно устраняется срабатывание по исправным фазам в связи с отрицательным влиянием токов и напряжений коротких замыканий в других фазах. Адаптивный алгоритм выбора контура обеспечивает принятие соответствующих решений по отключению и гарантирует правильное измерение дистанции в самых разных системах.

Средства для полуторной схемы

Функция RMD точно так же пригодна для полуторных схем, как и классическая функция дистанционной защиты.

Компенсация влияния параллельных линий

Неправильные измерения дистанции в связи с влиянием параллельных линий могут компенсироваться для функции RMD за счет определения тока замыкания параллельной линии на землю.

Устранение помех

Цифровые фильтры обеспечивают нечувствительность функции RMD к помехам в измеренных значениях. В частности, существенно снижается влияние постоянных составляющих, емкостных делителей напряжения и изменений частоты. Применяется специальный метод измерения, чтобы обеспечить селективность защиты при насыщении трансформатора тока.

Обнаружение неисправностей цепей напряжения

Срабатывание дистанционной защиты автоматически блокируется в случае пропадания измеряемого напряжения, что предотвращает нежелательное отключение. Функция RMD блокируется, если одна из функций мониторинга напряжения или вспомогательный контакт автоматического выключателя трансформатора напряжения срабатывают; в этом случае может быть включена АВАРИЙНАЯ максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени.

Защита по полному сопротивлению трансформаторов (ANSI 21T)

SIPROTEC 5 предлагает защиту по полному сопротивлению 6 контуров с общим числом зон полного сопротивления до 4 специально для использования в качестве резервной защиты силовых трансформаторов.

Данная функция:

- Защищает трансформаторы в качестве резервной защиты для дифференциальной защиты трансформаторов
- Используется в качестве резервной защиты для генераторных трансформаторов и генераторов в блоках электростанций
- Работает в качестве резервной защиты в случае реверса мощности в направлении замыканий в системе энергоснабжения до трансформатора

В зависимости от применения может контролироваться выбор контура. В системах энергоснабжения с активным заземлением все 6 измерительных контуров работают независимо друг от друга. Общее разрешение определяется по минимальному токовому критерию. В системах с неактивным заземлением (например, для защиты генераторов) выбор измерительного контура определяется срабатыванием по максимальному току с обеспечением устойчивости при пониженном напряжении.

За счет использования выборок с отслеживанием частоты обеспечивается измерение полного сопротивления в широком диапазоне частот. Это полезно в случае изолированных энергосистем или блоков электростанций, например для операций запуска.

Четырехугольные характеристики зон

Четырехугольная рабочая характеристика позволяет по отдельности устанавливать реактивное сопротивление X и активное сопротивление R для контуров между фазами и землей и контуров между фазами. Четырехугольная характеристика является прямоугольной на плоскости полных сопротивлений. В функции может одновременно использоваться до 4 зон полного сопротивления. Они могут быть направленными вперед, обратно и ненаправленными. Каждая зона полного сопротивления имеет собственное реле времени.

Определение направления

Направление определяется с использованием сохраненных напряжений до короткого замыкания или переменных системы обратной последовательности.

Обнаружение неисправностей цепей напряжения

Срабатывание защиты по полному сопротивлению автоматически блокируется в случае пропадания измеряемого напряжения, что предотвращает нежелательное отключение. Защита по полному сопротивлению блокируется, если одна из функций мониторинга напряжения или вспомогательный контакт выключателя трансформатора напряжения срабатывают; в этом случае может быть включена АВАРИЙНАЯ защита (максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени).

Защита от перевозбуждения (ANSI 24)

Защита от перевозбуждения используется для обнаружения недопустимо высокой индукции в генераторах и трансформаторах. Эта функция защищает данное оборудование от чрезмерных тепловых нагрузок.

Индукция определяется непосредственно или путем оценки отношения V/f. Перенапряжение приводит к чрезмерным токам возбуждения, а понижение частоты приводит к высоким потерям на перемагничивание.

Существует риск перевозбуждения при отключении от энергосистемы, если управление напряжением и частотой в остальной части системы не реагирует достаточно быстро или если дисбаланс мощности слишком велик.

В этой функции одновременно может работать не более одной ступени с обратнозависимой характеристикой выдержки времени, определяемой пользователем, и двух ступеней с независимой характеристикой выдержки времени.

Функция контроля синхронизма и синхронизации (ANSI 25)

Когда две части энергосистемы объединяются по команде управления или путем 3-фазного автоматического повторного включения выключателя, необходимо обеспечить синхронизацию сетей друг с другом. В этих целях предусмотрены функции проверки синхронизации.

Функция проверки синхронизации может использоваться для синхронных сетей (электрически связанных, без различия частот) и асинхронных сетей (электрически разделенных, с различием частот).

Она имеет три режима:

- Проверка синхронизации (мониторинг напряжения, частоты и разности фаз)
- Проверка синхронизации (мониторинг напряжения, частоты и разности фаз)
- Коммутация асинхронных сетей (расхождения напряжения и частоты, подключение в точке синхронизации, учет времени включения выключателя)

За счет оценки разности частот функция автоматически переключает режимы для синхронных и асинхронных сетей. Функция проверки синхронизации может использоваться просто для мониторинга без коммутации.

Соответствующие параметры, используемые для синхронизации, определяются с помощью трансформаторов напряжения (расположенных слева и справа от выключателя). В зависимости от доступного числа входов трансформаторов напряжения можно использовать одно или два места синхронизации (выключателей).

Можно использовать несколько функций для каждого устройства, в котором допускается применять два набора параметров (ступени) для проверок синхронизации и до шести наборов параметров (ступеней) для синхронизации. Таким образом, устройство всегда может реагировать на разные условия среды в сети с использованием правильных параметров синхронизации.

Команды регулировки для автоматической синхронизации (ANSI 25)*

Функция синхронизации обеспечивает синхронную коммутацию выключателя генератора. Возможна автоматическая синхронизация посредством передачи команд регулировки в регуляторы частоты вращения или напряжения. Если условия синхронизации не выполняются, функция автоматически выводит сигналы регулировки. В зависимости от рабочего состояния они представляют собой команды (увеличения/уменьшения) для регуляторов напряжения или частоты вращения (регуляторов частоты). Сигналы

регулировки пропорциональны разности напряжений или частот. Это означает, что чем больше расхождение по напряжению или частоте, тем более длительные команды регулировки передаются. Градиент настраивается. Между командами регулировки устройство ожидает в течение заданного времени задержки, чтобы изменение состояния установилось. С помощью данного метода достигается быстрая адаптация напряжения или частоты генератора к заданным условиям. Если в процессе синхронизации генераторов с системой энергоснабжения устанавливается равенство частот (стационарный синхровектор), изменение состояния обеспечивается ударным импульсом.

Если требуется адаптация напряжения посредством устройства изменения положения отвода трансформатора, передается определенный регулирующий импульс.

Мониторинг индукции (значения V/f) гарантирует, что при передаче команд регулировки (например, повышения напряжения или уменьшения частоты вращения) не будет превышаться допустимое длительное предельное значение V/f = 1,1.

* В процессе подготовки

Защита минимального напряжения (ANSI 27)

Защита минимального напряжения контролирует допустимый диапазон напряжения или защищает оборудование (части электростанции или электрические машины) от последующего повреждения в результате действия пониженного напряжения. Ее можно использовать в сети для решения задач деления или сброса нагрузки.

Доступны различные функции защиты от понижения напряжения. По умолчанию предварительно сконфигурированы две ступени. Возможна реализация до трех идентичных ступеней.

Доступны следующие функции:

Защита минимального напряжения с использованием 3-фазного напряжения

- Возможно измерение междуфазных напряжений или действующих значений фазных напряжений
- Методы измерения: по выбору может измеряться основная гармоника или действующее значение (истинное среднеквадратическое).

Защита минимального напряжения с использованием напряжения прямой последовательности

- 2-фазные короткие замыкания или замыкания на землю приводят к несимметричным провалам напряжения. По сравнению с системами измерений, основанными на фазе, данные события оказывают минимальное влияние на напряжение прямой последовательности. Это делает данную функцию особенно удобной для оценки проблем с устойчивостью.
- Метод измерения: расчет напряжения прямой последовательности по измеренным фазным напряжениям.

Защита минимального напряжения с использованием любого напряжения

- Определение любого 1-фазного пониженного напряжения при 3-фазном измерении напряжения для специальных применений
- Методы измерения: по выбору может измеряться основная гармоника или действующее значение (истинное среднеквадратическое).

Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности (защита QU)

Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности защищает систему в целях развязки с сетью. Для предотвращения провала напряжения в энергетических системах сторона генератора, например генератор, должна быть снабжена устройствами защиты по напряжению и частоте. Защита минимального напряжения с контролем реактивной мощности должна быть обеспечена в точке подключения системы энергоснабжения. Она обнаруживает критические ситуации в системе энергоснабжения и обеспечивает отключение электроэнергетической установки от сети. Кроме того, она гарантирует повторное подключение только в устойчивых условиях системы энергоснабжения. Параметры соответствующих критериев настраиваются.

Защита по мощности (ANSI 32, 37)

Защита по мощности работает с 3 фазами и обнаруживает превышение или понижение относительно установленных порогов эффективной или реактивной мощности (см. *Рисунок 3.2/4*). Контролируются предопределенные пределы мощности, и передаются соответствующие предупреждающие оповещения.

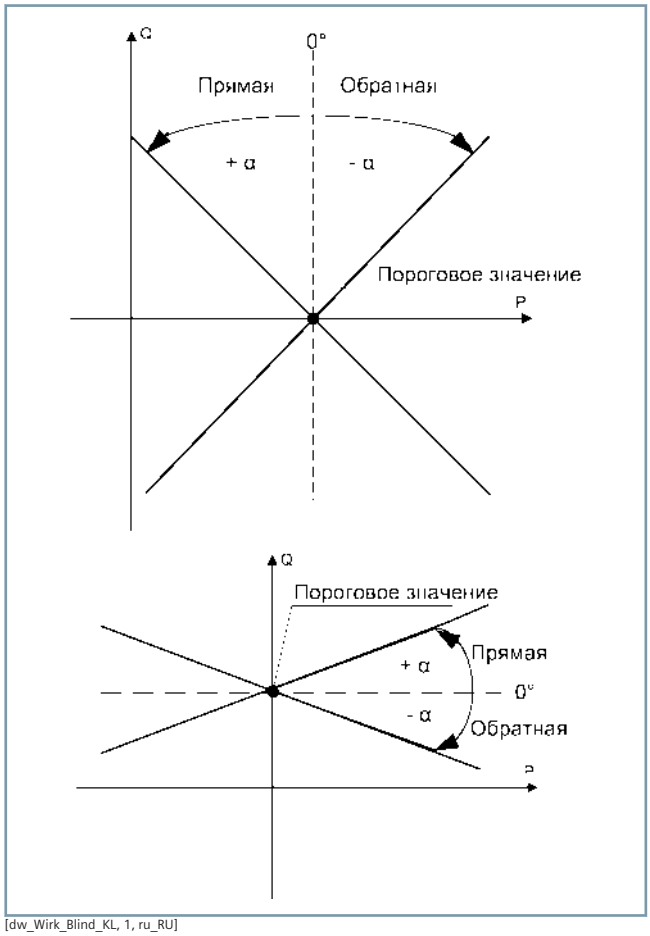
Направление мощности может определяться путем измерения фазы активной мощности. Таким образом, возможно определение обратной подачи энергии в сеть или в электрические машины. Простаивающие машины (электродвигатели, генераторы) обнаруживаются и могут быть выключены на основании показаний.

Защита по мощности может быть интегрирована в любое решение автоматизации, например для мониторинга определенных пределов мощности (дальнейшая логическая обработка производится в CFC). Функция защиты по мощности поставляется с одной ступенью, настроенной на заводе-изготовителе, для активной и реактивной мощности. Одновременно в функции может работать до четырех ступеней активной мощности и четырех ступеней реактивной мощности. Ступени отключения структурированы таким же образом.

Возможно задание порогов, относительно которых будет определяться превышение или понижение для линий электропередачи. Комбинирование различных ступеней посредством CFC позволяет адаптировать устройство для разных применений.

Примеры применения

- Определение отрицательной активной мощности. В данном случае может применяться защита от обратной мощности, для чего с помощью CFC выходы защиты по мощности соединяются с функцией «непосредственное отключение».
- Определение реактивной емкостной мощности. В случае обнаружения перенапряжения в связи с тем, что длинные линии электропередачи находятся без нагрузки, можно выбрать линии, для которых должна измеряться реактивная емкостная мощность.



[dw_Wirk_Blind_KL, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/4 Характеристики активной и реактивной мощности

3.2

Защита от обратной мощности (ANSI 32R)

Защита по обратной мощности используется в генераторах и блоках электростанций. Если источник механической энергии прекращает работу (например, когда отсутствует подача пара в турбину), генератор начинает получать движущую силу из системы энергоснабжения. В данном рабочем состоянии турбина может быть повреждена, что предотвращается срабатыванием защиты от обратной мощности. Для обеспечения быстрой реакции при прекращении подачи пара дополнительно с помощью дискретного входа определяется положение клапана быстрой остановки. Этот сигнал используется для переключения между двумя значениями задержки команды отключения. Кроме того, данная функция используется для рабочего отключения (схема с последовательным включением) генераторов.

Для других применений рекомендуется «универсальная» защита по мощности (ANSI 32, 37).

Защита реактивной мощности работает с 3 фазами и контролирует потребляемую активную мощность (отрицательное значение порога). За счет оценки мощности системы прямой последовательности, а также выбора длительного измерительного окна функция нечувствительна к помехам и дает очень точные результаты (минимальный устанавливаемый порог: -0,3 % P/Srated). На точность измерения существенное влияние оказывает погрешность измерения углов. Так как устройства SIPROTEC 5 скомпенсированы, на точность измерения оказывают влияние первичные трансформаторы. Функция может корректировать погрешность измерения углов: погрешность может быть указана в протоколе испытаний трансформатора или измерена с помощью первичной системы. Проблема с погрешностью снимается, если в качестве первичных трансформаторов используются высокоточные измерительные трансформаторы (класса 0,2 или 0,1). В данных целях защита от обратной мощности должна быть назначена независимому измерительному модулю.

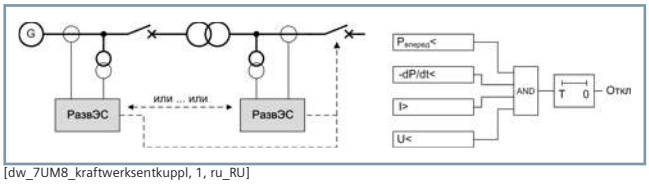
Отделение электростанции (ANSI 32 dP/dt; 27, 50)*

Трехфазные короткие замыкания вблизи места установки релейной защиты приводят к механическому и электрическому нагружению блока турбогенератора. Определяющим критерием амплитуды ожидаемой механической нагрузки на блок турбогенератора является отрицательный скачок активной мощности ΔP, так как крутящий момент и активная мощность пропорциональны друг другу. Резкий сброс усилия приводит к ускорению ротора. В то же время изменяются фаза и амплитуда генерируемого синхронного напряжения. Эти изменения происходят с задержкой, соответствующей инерционной постоянной машины и амплитуде изменения активной мощности. Чем дольше сохраняется это состояние, тем более критической становится нагрузка на генератор при внезапном восстановлении напряжения. Поэтому эффекты при последующей работе можно в большей или меньшей степени сравнить с нарушением синхронизации. Если защита системы энергоснабжения не отключает большие токи короткого замыкания вблизи электростанции за определенное короткое время срабатывания, возможно упомянутое выше нагружение.

Функция отделения электростанции вступает в действие в этой ситуации и размыкает главный выключатель со стороны высокого напряжения. После устранения короткого замыкания можно заново синхронизировать блок с параллельным устройством.

Функция защиты оценивает отрицательный скачок активной мощности или мощность системы прямой последовательности. Эти параметры определяются по трехфазному напряжению и измеренным значениям токов. После утвержденной задержки (должна задаваться производителем блока турбогенератора) передается команда отключения. В качестве дополнительных ограничений используются срабатывания по максимальному току и пониженному напряжению. Кроме того, генератор предварительно должен работать с минимальной активной мощностью и оказаться ниже порога активной мощности.

* В процессе подготовки



[dw_7UM8_kraftwerksentkuppl, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/5 Настройка функции и принципиальная логическая схема

Минимальная токовая защита (ANSI 37)

Минимальная токовая защита обнаруживает спадающий фронт или падение тока. Это может быть обусловлено коммутационными операциями, например, выполняемыми выключателем высокого уровня, или снижением нагрузки, например при холостой работе насосов.

В обоих случаях может потребоваться отключить местный выключатель, чтобы предотвратить последующее повреждение. Минимальная токовая защита решает эту задачу.

Функция включает ступень минимальной токовой защиты с задержкой, не зависящей от тока. Параллельно может работать до двух ступеней.

Дополнительно могут оцениваться вспомогательные контакты выключателя для предотвращения превышения рабочей нагрузки.

Контроль температуры (ANSI 38)

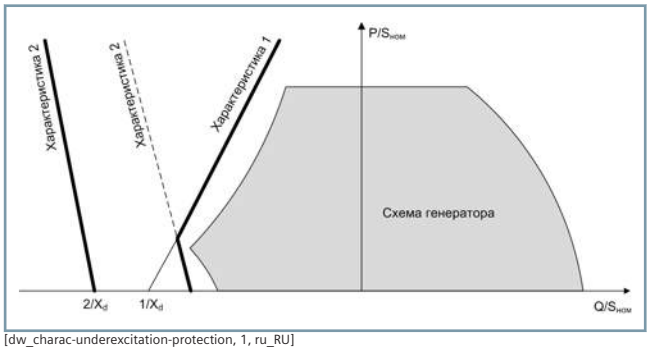
Температуры (например, обмоток и масла) измеряются с помощью внешнего устройства мониторинга температуры. Типичные датчики: Pt 100, Ni 100 и Ni 120. Температуры передаются в защиту через последовательный интерфейс или интерфейс Ethernet, и функция мониторинга температуры контролирует, не превышают ли они установленные пределы. Для каждой точки измерения температуры существуют два порога. Функция позволяет обрабатывать до 12 температур. Также функция имеет встроенные средства мониторинга обрывов проводов, которые передают сигналы тревоги, соответствующие точкам измерения.

Защита от недовозбуждения (ANSI 40)

Энергетическая диаграмма генератора определяет границы устойчивости. В представлении в относительных единицах ее можно легко преобразовать в диаграмму полной проводимости, изменив метки осей. Защита от недовозбуждения контролирует границы устойчивости и предотвращает повреждение генератора в связи с выпадением из синхронизма (асинхронная работа) в результате проблем, обусловленных возбуждением или управлением напряжением во время работы с недовозбуждением.

Функция защиты включает три характеристики для мониторинга статической и динамической устойчивости. Быстрая реакция защиты обеспечивается при включении посредством дискретного входа, если возбуждение пропало и разрешено отключение с малой выдержкой времени. Либо с помощью измерительного преобразователя может измеряться напряжение возбуждения, после чего выдается сигнал разрешения при падении напряжения ниже порогового значения. Характеристические линии обеспечивают оптимальную адаптацию защиты к диаграмме генератора (см. *Рисунок 3.2/6*). Значения уставок можно считать непосредственно с представления диаграммы в относительных единицах.

Полная проводимость рассчитывается по величинам трехфазных токов и напряжений системы прямой последовательности. Это гарантирует правильное поведение функции защиты даже в асимметричных условиях работы системы энергоснабжения. Если напряжение отклоняется от номинального, расчет полной проводимости дает то преимущество, что характеристики сдвигаются в том же направлении, что и энергетическая диаграмма генератора.



[dw_charac-underexcitation-protection, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/6 Характеристика защиты от недовозбуждения

Защита от несимметричной нагрузки (ANSI 46)

Асимметричная токовая нагрузка трех обмоток генератора приводит к нагреву ротора вследствие образования обратного поля. Защита обнаруживает асимметричную нагрузку трехфазных машин. Она работает на основе симметричных составляющих. Функция защиты оценивает ток обратной последовательности и предотвращает тепловую перегрузку роторов электрических машин (генераторов, электродвигателей). Температурный режим моделируется с помощью интегрального метода.

Следующее уравнение составляет основу функции защиты.

$$K = \left(\frac{I_2}{I_{Ном,двиг}}\right)^2 * t$$

[fo_Schieflastschutz, 1, ru_RU]

Здесь:

K	Постоянная машины (5–40 с)
I_2	Ток обратной последовательности
$I_{N,M}$	Номинальный ток машины

Зависимая характеристика используется в качестве рабочей кривой. Малые несимметричные токи нагрузки приводят к большим значениям времени отключения. Для предотвращения превышения рабочей нагрузки в случае больших несимметричных токов нагрузки (например, при несимметричных коротких замыканиях) ограничиваются большие токи системы обратной последовательности (приблизительно 10 × I допустимый). Кроме того, контролируется длительная дополнительная несимметричная

нагрузка и при превышении порога после задержки подается сигнал о неисправности.

Максимальная токовая защита обратной последовательности (ANSI 46)

Функция защиты определяет ток обратной последовательности по фазным токам. Ток обратной последовательности может быть соотнесен с номинальным током объекта или с током прямой последовательности (это удобно для мониторинга обрывов проводов).

В случае трансформатора защиту от тока обратной последовательности можно использовать в качестве чувствительной резервной защиты со стороны питания для обнаружения однофазных коротких замыканий с малыми токами и двухфазных коротких замыканий. Данное применение хорошо подходит для обнаружения однофазных замыканий с низким напряжением, при которых не возникают токи нулевой последовательности с высоким напряжением (например, в случае группы соединений Dyn).

В случае системы обратной последовательности могут быть решены разнообразные задачи мониторинга и защиты:

- Обнаружение 1- и 2-фазных коротких замыканий в сетях с более высокой чувствительностью, чем в случае классической максимальной токовой защиты (уставка ниже номинального тока объекта)
- Обнаружение прерываний фазного тока в первичной системе и во вторичных цепях трансформаторов тока
- Определение местонахождения коротких замыканий или обратной передачи в соединениях трансформаторов тока
- Определение несимметричных режимов в энергетической системе
- Защита электрических машин после асимметричных нагрузок, обусловленных асимметричными напряжениями или фазными токами (например, в связи с неисправными предохранителями)

На заводе-изготовителе для функции сконфигурирована 1 ступень. Одновременно может работать до 6 ступеней. Если устройство снабжено функцией обнаружения бросков тока при включении, ступени отключения могут быть стабилизированы для предотвращения отключения в связи с бросками токов при включении трансформатора.

Направленная защита обратной последовательности с независимой характеристикой выдержки времени (ANSI 46, 67)

Данная функция работает как защита от коротких замыканий в случае несимметричных коротких замыканий. С помощью тока обратной последовательности могут быть решены разнообразные задачи мониторинга и защиты:

- Обнаружение 1- и 2-фазных коротких замыканий в сетях с более высокой чувствительностью, чем в случае классической максимальной токовой защиты
- Обнаружение обрывов фазовых проводников в первичной системе и во вторичных цепях трансформаторов тока
- Определение местонахождения коротких замыканий или обратной передачи во вторичных цепях трансформаторов тока
- Определение несимметричных состояний в энергетической системе
- Защита электрических машин после несимметричных нагрузок, обусловленных асимметричными напряжениями или обрывами проводников (например, в связи с неисправными предохранителями)

На заводе-изготовителе для функции сконфигурирована 1 ступень. Одновременно может работать до 6 ступеней. Если устройство снабжено функцией обнаружения бросков тока при включении, ступени отключения могут быть стабилизированы для предотвращения отключения в связи с бросками токов при включении трансформатора.

Функции защиты от перенапряжения (ANSI 59, 47, 59N)

Перенапряжения возникают, например, на длинных линиях электропередачи с малой нагрузкой или без нагрузки. Другой причиной могут быть сбои регулирования напряжения (неисправности и неправильная работа регуляторов). Защита от перенапряжения контролирует допустимый диапазон напряжения, защищает оборудование от последующих повреждений в результате действия перенапряжений и служит для разделения систем (например, подачи ветровой энергии).

Доступны различные функции защиты от перенапряжения. По умолчанию предварительно сконфигурированы две ступени. Возможна реализация до трех идентичных ступеней.

Доступны следующие функции:

Защита от перенапряжения с использованием 3-фазного напряжения (ANSI 59)

- Возможно измерение междуфазных или фазных напряжений
- Метод измерения: по выбору может измеряться основная гармоника или действующее значение (среднеквадратическое)

Защита от перенапряжения с использованием напряжения прямой последовательности (ANSI 59)

- Определение симметричных стационарных перенапряжений с использованием напряжения прямой последовательности
- Метод измерения: расчет напряжения прямой последовательности по измеренным фазным напряжениям.

Защита от перенапряжения с расчетом величины напряжения на противоположном конце в устройствах защиты линий электропередачи (ANSI 59)

- В связи с емкостным сопротивлением линий могут возникать стационарные перенапряжения на противоположном конце линии (емкостный эффект).
- Метод измерения: напряжение прямой последовательности на другом конце линии рассчитывается по местным измеренным напряжениям и току с помощью эквивалентной схемы линии.

Защита от перенапряжения с использованием напряжения прямой последовательности (ANSI 47)

- Мониторинг системы энергоснабжения и электрических машин на предмет несимметрии напряжений (напряжение обратной последовательности)
- Метод измерения: расчет напряжения прямой последовательности по измеренным фазным напряжениям.

Защита от перенапряжения с использованием напряжения нулевой последовательности/напряжения смещения (ANSI 59N/64)

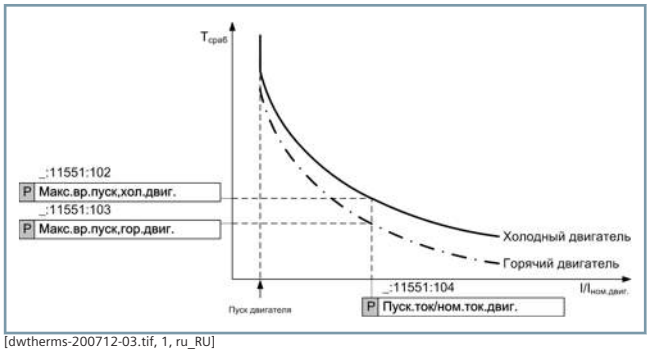
- Обнаружение замыканий на землю в сетях с дугогасящим реактором/изолированной нейтралью и электрическим эксплуатационным оборудованием (например, машинами)
- Обнаружение фаз с замыканием на землю (опция)
- Процедура измерения: измерение напряжения смещения непосредственно на обмотке с соединением «разомкнутый треугольник» или расчет напряжения нулевой последовательности по фазным напряжениям
- Методы измерения: по выбору может измеряться основная гармоника (стандартно или со специальным существенным ослаблением гармоник и переходных процессов) или действующее значение

Защита от перенапряжения с использованием любого напряжения (ANSI 59)

- Определение любого 1-фазного перенапряжения для специальных применений
- Методы измерения: по выбору может измеряться основная гармоника или действующее значение (среднеквадратическое).

Контроль времени пуска (ANSI 48)

Функция контроля времени пуска защищает электродвигатель от слишком длительных процессов пуска. В частности, электродвигатели с высоким напряжением, критичным для ротора, могут быстро перегреваться с выходом за тепловые пределы, когда за короткое время происходит несколько пусков. Если запуск затягивается, например в случае чрезмерного падения напряжения при пуске электродвигателя, возникают чрезмерные крутящие моменты нагрузки или затормаживается ротор, устройство защиты передает сигнал отключения. *Рисунок 3.2/7* содержит тепловую характеристику функции. В зависимости от состояния электродвигателя (холодное или горячее) используются разные максимальные значения времени пуска.



[dwtherms-200712-03.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/7 Тепловая характеристика контроля времени пуска

Расчет температуры наиболее нагретого места (ANSI 49H)

Функция расчета температуры наиболее нагретого места защищает обмотки трансформатора от теплового разрушения в результате действия чрезмерных токов нагрузки. При расчете наиболее нагретого места учитываются стандарты МЭК 60076-7 и IEEE C57.91 и определяются три соответствующие переменные для функции защиты:

- Температура наиболее нагретого места
- Относительное старение
- Резерв нагрузки до передачи предупреждения/сигнала тревоги

Эти переменные могут использоваться для формирования сигнала тревоги. Также по температуре наиболее нагретого места может производиться отключение. Расчет температуры наиболее нагретого места зависит от максимальной температуры трансформаторного масла, метода охлаждения, коэффициента нагрузки, размеров трансформатора, постоянных времени масла и обмоток, а также ряда других факторов в соответствии с МЭК 60076-7 и IEEE C57.91.

Максимальная температура масла определяется с помощью точек измерения температуры. В реле защиты через блок резистивных датчиков температуры (RTD) может передаваться до 12 точек измерения температуры.Одну из этих точек измерения можно выбрать для расчета температуры наиболее нагретого места в масле.

Клиент может задать в функции дополнительные необходимые параметры, такие как тип охлаждения и размеры трансформатора. Данные об относительном старении собираются периодически и обобщаются для определения общего старения.

Защита от перегрузки статора (ANSI 49S)

Функция защиты статора от тепловой перегрузки защищает электродвигатель от тепловой перегрузки за счет мониторинга теплового состояния статора.

Функция защиты статора от тепловой перегрузки рассчитывает перегрев по измеренным фазным токам в соответствии с тепловой моделью единого тела. Действующее значение определяется для каждой фазы по измеренным значениям токов с высокой частотой дискретизации (8 кГц). Все величины, влияющие на нагрев, учитываются за счет широкого рабочего частотного диапазона.

Ступени

Для функции защиты от тепловой перегрузки предусмотрены ступени сигнализации по току и температуре, в соответствии с которыми подается сигнал тревоги до отключения. Характеристики времени отключения являются экспоненциальными функциями в соответствии с МЭК 60255-8. При определении времени отключения/времени действия в случае перегрузок учитывается предварительная нагрузка.

Максимальная токовая защита при пуске (ANSI 50)*

Газовые турбины получают питание через пусковые преобразователи. Функция защиты от перегрузки при пуске обнаруживает короткие замыкания в диапазоне низких частот (приблизительно от 2–3 Гц) и спроектирована как максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени. Порог срабатывания устанавливается ниже номинального тока. Функция активна только при пуске (блокировка разомкнутым выключателем пускового преобразователя). При частотах выше 10 Гц включается отслеживание частоты дискретизации, а затем активируются другие функции защиты от коротких замыканий.

* В процессе подготовки

Устройство резервирования отказов выключателя (ANSI 50BF)

Устройство резервирования отказов выключателя связано с выключателем в функциональной группе выключателя. Каждый выключатель должен быть снабжен собственным устройством резервирования отказов выключателя. Устройство резервирования отказов выключателя включает две ступени. Если ток короткого замыкания не исчезает через установленное время, формируется команда повторного отключения или команда отключения системы шин. Правильная работа выключателя контролируется путем измерения тока и с помощью дополнительных контактов выключателя. Логика обнаружения тока является пофазной и поэтому также может использоваться в схемах 1-фазного отключения.

Устройство резервирования отказов выключателя может пускаться всеми встроенными функциями защиты, а также внешними устройствами посредством сигналов дискретных входов или путем передачи сообщения GOOSE в системах МЭК 61850. Для повышения эксплуатационной надежности может применяться внешний пуск с двумя дискретными входами, включенными параллельно.

Доступны отдельные значения задержки для 1-фазного и 3-фазного пуска. Для областей применения с двумя трансформаторами тока на каждую питающую линию, например систем с полуторной схемой, кольцевой шиной или двойными выключателями, в устройстве SIPROTEC 5 можно сконфигурировать две независимые функции устройства резервирования отказов выключателя.

Инициирование внешнего отключения

Для инициирования отключения могут использоваться любые сигналы от внешних устройств защиты и мониторинга. Эти сигналы могут применяться при обработке показаний и команд отключения, а также для запуска записи данных об аварийных событиях.

Инициирование внешнего отключения работает подобно функции защиты. Это позволяет легко интегрировать механические устройства защиты (например, датчики давления или уровня масла или газовые реле).

В зависимости от применения можно выбрать необходимое число операций инициирования внешних отключений.

Высокоскоростная (мгновенная) максимальная токовая защита (токовая отсечка) (ANSI 50HS)

При включении поврежденной линии электропередачи возможно отключение без задержки. В случае больших токов короткого замыкания данная максимальная токовая защита с мгновенным отключением обеспечивает очень быстрое отключение при включении поврежденной линии.

На заводе-изготовителе для функции сконфигурирована одна ступень. В данной функции одновременно может работать до двух ступеней. Все ступени имеют идентичную конструкцию. Фактическое обнаружение включения производится при определении коммутационного состояния. Это определение осуществляется непосредственно при ручном включении, автоматически по измеренным величинам (току, напряжению) или посредством вспомогательных контактов выключателя.

Для настройки ступени тока следует использовать максимальный сквозной ток короткого замыкания или бросок тока при включении, если защита применяется для трансформатора.

Защита участка между линейным разъединителем и выключателем (ANSI 50EF)

Без принятия специальных мер место установки трансформатора тока определяет защищаемую зону дифференциальной защиты. Когда выключатель отключен, оптимальную защиту зоны между трансформатором тока и выключателем можно обеспечить с помощью защиты участка между линейным разъединителем и выключателем. Ток, обнаруженный при отключенном выключателе, указывает на короткое замыкание в соответствующей зоне. Замыкание можно устранить путем отключения смежных выключателей.

В случае одновременного применения защиты системы шин реакция на неисправность зависит от места установки трансформатора тока. В случае трансформаторов тока, установленных со стороны системы шин, выполняется немедленное селективное отключение секции системы шин. В случае трансформаторов тока со стороны линии электропередачи защита участка между линейным разъединителем и выключателем может вызывать отключение выключателя на противоположном конце посредством устройства передачи данных.

Защита от повторного зажигания дуги в выключателе (ANSI 50RS)

Функция защиты от повторного зажигания дуги в выключателе контролирует повторные зажигания дуги в выключателе, например, обусловленные перенапряжением на полюсах выключателя после отключения батареи конденса-

торов. Функция генерирует резервный сигнал отключения в случае повторного зажигания дуги в выключателе.

Мгновенное отключение при включении на короткое замыкание (SOTF)

Данная функция доступна для применений, в которых высокоскоростная максимальная токовая защита (50HS) недостаточна или вообще не используется. Также она обеспечивает быстрое отключение в случае малых токов короткого замыкания. Функция не имеет собственной функции измерения. Со стороны своего входа она связана со срабатыванием (измерением) другой функции защиты, например, элемента максимальной токовой защиты, и будет срабатывать при включении на короткое замыкание. Обычно настраиваются такие уровни защиты, которые обеспечивают отключение с задержкой сами по себе. Фактическое обнаружение включения производится при определении коммутационного состояния.

Инициирование внешнего отключения

Любой сигнал от внешней или внутренней функции защиты или контроля может быть включен в логику отключения устройства посредством дискретных входов или последовательной передачи данных. Команда отключения может быть с выдержкой времени Доступно 1-фазное отключение, если устройство или выключатель поддерживают 1-фазное отключение.

Защита от блокировки ротора (ANSI 50L)

Функция защиты от блокировки ротора используется для защиты электродвигателей при внезапном блокировании ротора. За счет быстрого отключения электродвигателя можно избежать повреждений приводов, подшипников и других механических компонентов электродвигателя.

Блокировка ротора приводит к броскам токов в фазах. Бросок тока используется в функции как определяющий критерий.

Защита от тепловой перегрузки может сработать, как только будут превышены установленные значения порогов тепловой модели. Однако функции защиты от блокировки ротора может обнаруживать затормаживание ротора быстрее, что позволяет уменьшить возможное повреждение электродвигателя и приводного оборудования.

Максимальная токовая защита, фазы и земля (ANSI 50/51, 50N/51N)

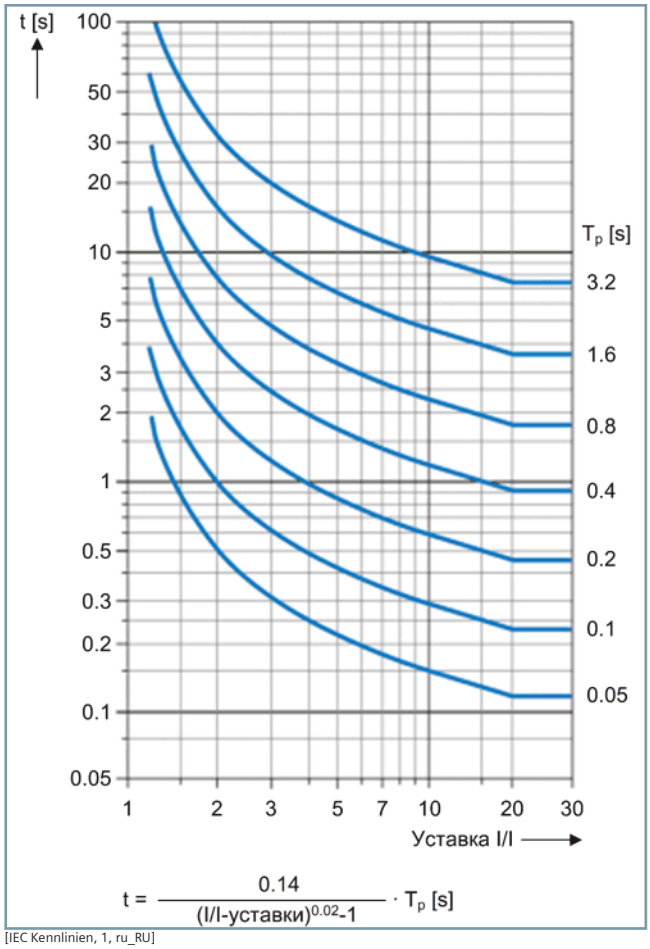
Функции максимальной токовой защиты для фаз и земли обнаруживают короткие замыкания в электрооборудовании. Ненаправленная максимальная токовая защита пригодна для использования в качестве основной защиты для радиальных систем энергоснабжения с питанием от одного источника и разомкнутых кольцевых сетей. В качестве резервной или аварийной максимальной токовой защиты ее можно использовать вместе с основной защитой, например для линий электропередачи или трансформаторов. В случае трансформаторов предпочтительным применением является резервная защита для последующих блоков электростанций.

Предварительно сконфигурированы две независимые ступени максимальной токовой защиты (ступени максимальной токовой защиты с независимой характеристикой выдержки времени) и зависимая ступень максимальной токовой защиты (ступень максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой выдержки времени). В данной функции можно настроить дополнительные ступени максимальной токовой защиты с независимой характеристикой выдержки времени, а также одну ступень с характеристической кривой, определяемой пользователем.

Для ступеней максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой выдержки времени доступны все обычные характеристические кривые в соответствии с МЭК и ANSI/IEEE, например см. *Рисунок 3.2/8*.

Ступени максимальной токовой защиты имеют идентичную структуру, кроме характеристик.

- Они могут блокироваться по отдельности с помощью дискретного входа или других функций (например, обнаружение бросков тока при включении, автоматическое повторное включение, обнаружение восстановления нагрузки их холодного состояния)
- Каждую ступень можно отстроить от излишней работы, обусловленного бросками токов при включении трансформатора
- Каждая ступень может работать как ступень сигнализации (без отключения)
- В качестве метода измерения можно выбрать измерение основной гармоники или измерение действующего значения
- Функция земли оценивает расчетный ток нулевой последовательности (3I0) или измеренный ток замыкания на землю
- Выдержки возврата устанавливаются индивидуально



[IEC Kennlinien, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/8 Характеристические кривые МЭК «нормального обратнозависимого» типа

Максимальная токовая защита, однофазная (ANSI 50N/51N)

В случае трансформаторов предпочтительным применением является резервная защита компонентов системы энергоснабжения, подключенных к заземленной нейтральной обмотке. Ток нейтрали трансформатора обрабатывается непосредственно. Также функцию можно использовать для дифференциальной защиты от замыканий на землю с высоким сопротивлением.

Еще одним применением является защита баков трансформаторов, установленных на изолированных опорах.

Структура и объем функции защиты такие же, как у функции максимальной токовой защиты от замыканий на землю с выдержкой времени (ANSI 50N/51N).

Чувствительная защита от замыканий на землю (ANSI 50Ns/51Ns)

Функция чувствительной защиты от замыканий на землю определяет токи замыкания на землю в системах с дугогасящим реактором или изолированной нейтралью. Также она может использоваться в особых случаях, где требуется очень точное измерение тока. Сигналы срабатывания и отключения могут храниться в отдельном буфере замыканий на землю.

Защита от неустойчивых замыканий на землю

Неустойчивые (с повторным зажиганием) короткие замыкания происходят в связи с нарушением изоляции кабелей или в результате проникновения воды в кабельные соединения. Такие замыкания либо в определенный момент исчезают, либо становятся постоянными короткими замыканиями. Однако в неустойчивом режиме резисторы нейтрали звезды в сетях с заземлением нейтрали через сопротивление могут подвергаться тепловой перегрузке. Обычная защита от замыканий на землю не может надежно обнаруживать и устранять импульсы тока, некоторые из которых могут быть очень короткими.

Селективность, необходимая в случае неустойчивых замыканий на землю, достигается путем суммирования длительности отдельных импульсов и запуска по достижении установленного суммарного времени и состояния замыкания. Порог реагирования «IIE >» соответствует оценке действующего значения, соотнесенного с одним периодом системы.

Обнаружение бросков токов намагничивания при включении трансформаторов

Если устройство используется в схеме питания трансформатора, можно ожидать большие броски токов при включении трансформатора. Они могут в несколько раз превышать номинальный ток и протекать в течение времени от нескольких десятков миллисекунд до нескольких секунд в зависимости от размера и конструкции трансформатора. Функция обнаружения бросков тока при включении определяет включение трансформатора и формирует блокирующий сигнал для функций защиты, которые могли бы неправильно отреагировать на бросок тока при включении трансформатора. Это позволяет повысить чувствительность данных функций защиты.

Для надежного обнаружения включения трансформатора в функции используются методы гармонического анализа и CWA (анализ формы кривой тока). Два метода работают параллельно, и их результаты объединяются по схеме логического ИЛИ. Результатом является решение «1 из 2», что повышает эксплуатационную готовность электрической установки.

Защита генератора от ошибочного включения в сеть (ANSI 50/27)

Функция защиты предназначена для ограничения вреда, связанного со случайным включением выключателя на генераторы, которые остановлены или уже запущены, но еще не возбуждены или не синхронизированы. Напряжение, назначенной системой энергоснабжения, позволяет запустить генератор с существенной пробуксовкой, как у асинхронной машины. Как следствие, в роторе наводятся недопустимо большие токи. Логика, включающая точное измерение тока для каждой фазы, измерительные трансформаторы, контроль времени и блокировку пуска при минимальном напряжении, вызывает немедленную передачу команды отключения. При работе функции определения неисправностей цепей напряжения (контроле перегорания предохранителей) данная функция неактивна.

Защита от тока на вале генератора (ANSI 50GN)

Данная функция необходима, в частности, для гидрогенераторов. В связи с конструктивными ограничениями гидрогенераторы имеют относительно короткие валы. По разным причинам, таким как трение, магнитные поля генераторов и другие, на валу может вырабатываться ЭДС, и вал начинает действовать как источник напряжения. Это наведенное напряжение составляет приблизительно 10–30 В и зависит от нагрузки, электростанции и машины. Если масляная пленка на подшипнике вала слишком тонкая, это может привести к электрическому пробою. В связи с низким полным сопротивлением (вал, подшипник и земля) способны протекать большие токи, что может привести к разрушению подшипника. Опыт показывает, что токи более 1 А критичны для подшипников. Так как могут быть повреждены разные подшипники, ток, протекающий через вал, определяется специальным стержневым симметричным трансформатором тока (преобразующий трансформатор).

Защита от тока на вале генератора обрабатывает этот ток и инициирует отключение при нарушении порога. Кроме основной гармоники могут оцениваться 3-я гармоника и сумма токов (1-я и 3-я гармоники). Измеряемая величина и пороговое значение устанавливаются при вводе в эксплуатацию. Высокая точность измерения (минимальный порог для вторичной цепи 0,3 мА) достигается выбранной технологией измерения.

Максимальная токовая защита, зависящая от напряжения (ANSI 51V)

Также в эту функцию интегрированы защита от короткого замыкания и резервная защита. Она используется, когда защита системы энергоснабжения работает с оборудованием защиты, зависящим от тока.

Существуют 3 разные формы функции (типы ступеней)

- Управляемая
- Зависящая от напряжения
- Устойчивость при пониженном напряжении

Функцией тока можно управлять путем оценки напряжения машины. «Управляемая» версия переключает чувствительность, установленную для ступени тока. В версии, зависящей от напряжения, значение срабатывания по току уменьшается линейно при снижении напряжения. Функция контроля перегорания предохранителей предотвращает превышение рабочей нагрузки.

Поддерживаются характеристики МЭК и ANSI (*Таблица 3.2/1*).

Поддерживаемые характеристические кривые с обратнозависимой характеристикой выдержки времени		
Характеристическая кривая	**ANSI/IEEE**	**IEEE/МЭК 60255-3**
Обратнозависимая	•	•
Средняя обратнозависимая	•	
Сильно обратнозависимая	•	•
Чрезвычайно обратнозависимая	•	•
Полностью обратнозависимая	•	

Таблица 3.2/1 Поддерживаемые характеристические кривые с обратнозависимой характеристикой выдержки времени

В целях защиты генератора часто используется функция «устойчивости при пониженном напряжении». Если трансформатор возбуждения подсоединен непосредственно к шине генератора и возникает короткое замыкание, напряжение возбуждения падает. В результате генерируемое синхронное напряжение и вместе с ним ток короткого замыкания уменьшаются и могут оказаться ниже значения срабатывания. Функция устойчивости при пониженном напряжении обеспечивает срабатывание и в этих условиях. Если внешняя неисправность устраняется в соответствии с отстройкой защиты, восстановление напряжения приводит к возврату. Если напряжение пропадает в связи неисправностью в цепи трансформатора напряжения, это не приводит к превышению рабочей нагрузки. Срабатывание дополнительно вызывает чрезмерный ток.

Дуговая защита

Функция дуговой защиты обнаруживает электрические дуги в распределительном оборудовании с помощью оптических датчиков. Дуговые замыкания обнаруживаются надежно и быстро при их возникновении, и устройство защиты может немедленно выполнить отключение без задержки.

Обнаружение дуг производится чисто оптически или, по выбору, с использованием дополнительного токового критерия для предотвращения превышения рабочей нагрузки.

Функция дуговой защиты включает функцию самодиагностики. Данная функция контролирует оптические датчики дуги и волоконно-оптические кабели.

Защита от импульсного перенапряжения для конденсаторов (ANSI 59C)

Диэлектрик конденсатора подвергается нагрузке при приложении импульсного напряжения. Поэтому чрезмерные импульсные напряжения могут стать причиной разрушения диэлектрика. Стандарты МЭК и IEEE определяют, как долго конденсаторы могут выдерживать перенапряжения.

Функция рассчитает импульсное напряжение избирательно по фазам по основной и наложенным гармоникам. Импульсное напряжение рассчитывается по фазным токам путем интегрирования.

Функция поддерживает разные типы ступеней с разными задержками:

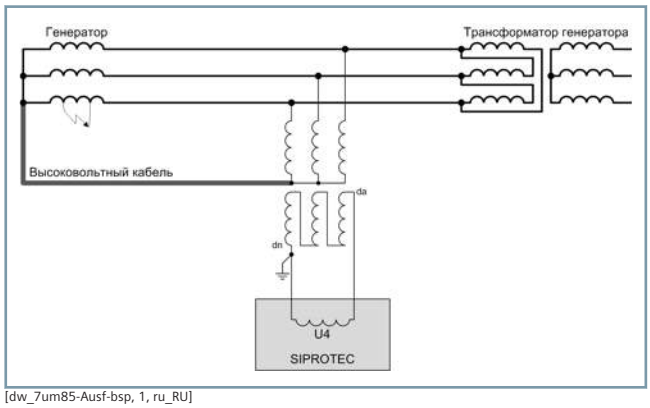
- Ступень с обратнозависимой характеристикой в соответствии со стандартами МЭК и IEEE
- Ступень с характеристикой, определяемой пользователем
- Ступень с независимой характеристикой выдержки времени

Одновременно можно настроить до четырех ступеней с независимой характеристикой выдержки времени.

Защита от межвитковых коротких замыканий (ANSI 59N (IT))*

Защита от межвитковых коротких замыканий используется для обнаружения коротких замыканий между витками обмотки (фазы) генератора. В данном случае в короткозамкнутых витках протекают относительно высокие кольцевые токи, приводящие к повреждению обмотки и статора. Функция защиты отличается высокой чувствительностью. Напряжение смещения на обмотке с соединением «разомкнутый треугольник» определяется с помощью 3 двухполюсных изолированных трансформаторов напряжения. Чтобы защита была нечувствительна к замыканиям на землю, нейтраль изолированного трансформатора напряжения должна быть соединена с нейтралью генератора высоковольтным кабелем. Нейтраль трансформатора напряжения не должна быть заземлена; в противном случае будет заземлена и нейтраль генератора и любое замыкание на землю буде приводить к однофазному короткому замыканию на землю. В случае межвиткового короткого замыкания результатом будет падение напряжения затронутой фазы. Это неизбежно приводит к возникновению напряжения смещения, которое определяется на обмотке с соединением «разомкнутый треугольник». Чувствительность ограничивается в большей мере асимметрией обмоток и в меньшей — устройством защиты. Функция защиты обрабатывает напряжение на обмотке с соединением «разомкнутый треугольник» и определяет основную гармонику. Выбранный фильтр подавляет влияние высокочастотных колебаний и устраняет мешающее воздействие 3-й гармоники. Таким образом, достигается необходимая чувствительность измерения.

* В процессе подготовки



[dw_7um85-Ausf-bsp, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/9 Пример применения

Защита от постоянного напряжения/постоянного тока (ANSI 59N (DC), 50N (DC))*

Гидрогенераторы и газовые турбины запускаются с помощью пусковых преобразователей. Короткое замыкание на землю в промежуточной цепи пускового преобразователя приводит к постоянному смещению напряжения и, как следствие, постоянному току. Так как заземляющий трансформатор или трансформатор нейтрали имеет меньшее активное сопротивление, чем трансформатор напряжения, основная часть постоянных токов протекает через эти трансформаторы. Поэтому существует опасность повреждения в результате тепловой перегрузки. Постоянный ток обнаруживается с помощью трансформатора напряжения (измерительного преобразователя или специального трансформатора). В зависимости от версии измерительного преобразователя в 7UM85 подаются токи или напряжения.

Алгоритм измерения отфильтровывает постоянную составляющую и сравнивает сигнал с порогом. Функция защиты активна, начиная с частоты 0 Гц. Если напряжение для защиты передается через измерительный преобразователь, соединение должно быть устойчивым к помехам и коротким. Передача в виде сигнала 4–20 мА имеет преимущества, так как наложенные токи нечувствительны к помехам и в то же время возможен контроль обрывов проводов.

Функцию также можно использовать в специальных областях применения. Поэтому оценивается действующее значение величины на входе в широком диапазоне частот.

* В процессе подготовки

90%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора (ANSI 59N, 67Ns)

В случае генераторов, работающих в изолированной схеме, короткое замыкание выражается появлением напряжения смещения. При блочном подключении напряжение смещения представляет собой критерий селективной защиты. Если генератор и система шин (соединение шины) непосредственно соединены друг с другом, для избирательного чувствительного обнаружения коротких замыканий на землю также должно оцениваться направление тока замыкания на землю. Функция защиты измеряет напряжение смещения на нейтрали генератора посредством трансформатора напряжения или трансформатора нейтрали либо на отходящей линии посредством обмотки с соединением «разомкнутый треугольник» трансформатора напряжения или заземляющего трансформатора. Напряжение смещения (напряжение нулевой последовательности) также может рассчитываться по фазным напряжениям. В зависимости от выбранного нагрузочного сопротивления может быть защищено 85–95 % обмотки статора генератора.

Для измерения тока замыкания на землю используется чувствительный токовый вход. Он должен быть подключен к стержневому симметричному трансформатору тока. Направление повреждения определяется по напряжению смещения и току замыкания на землю. Вектор может быть легко адаптирован к условиям электростанции. Таким образом реализуется эффективная защита генератора, подключенного напрямую к шинам. Во время пуска изме-

рение напряжения смещения также должно выполняться, так как в некоторых случаях источник тока замыкания на землю (подключенная система энергоснабжения или нагрузочное устройство на шине) отсутствует. Поэтому функция защиты от замыканий на землю в цепи статора реализуется с разными типами ступеней. Они должны быть загружены в устройства в зависимости от области применения (блочное или шинное подключение).

Типы ступеней:

- Измерение напряжения смещения (оценка напряжения нулевой последовательности) V0 >
- Направленная ступень 3I0 с измерением φ(V0, 3I0) (линия со свободно настраиваемым направлением)
- Ненаправленная ступень 3I0

Защита от замыканий на землю в цепи статора с использованием 3-й гармоники (ANSI 27TH/59TH, 59THD)

Вследствие конструктивных ограничений генератор может вырабатывать напряжение 3-й гармоники, которое образует систему нулевой последовательности. Его можно измерять с помощью обмотки с соединением «разомкнутый треугольник» на шине генератора либо посредством трансформатора напряжения или трансформатора нейтрали на нейтрали генератора. Амплитуда напряжения зависит от машины и режима работы.

Замыкание на землю вблизи нейтрали приводит к смещению напряжения 3-й гармоники (падение на нейтрали и увеличение на отходящей линии). В сочетании с 90%-ной защитой от замыканий на землю в цепи статора (V0 >) можно обеспечить 100%-ную защиту обмотки статора.

Функция защиты разработана таким образом, что для разных применений можно выбирать разные методы измерения.

- Защита минимального напряжения 3-й гармоники на нейтрали генератора
- Защита от перенапряжения 3-й гармоники на шине генератора
- Защита от дифференциального напряжения 3-й гармоники (с измеряемыми величинами нейтрали и отходящей линии)

Типичным применением является защита минимального напряжения 3-й гармоники на нейтрали генератора. Функция защиты может использоваться только с блочным подключением.

Для предотвращения превышения рабочей нагрузки разрешение передается, если превышена минимальная активная мощность и напряжение генератора находится в допустимом диапазоне.

Окончательную настройку защиты можно выполнить только с помощью прогрузки релейной защиты генератора первичным током. Если амплитуда 3-й гармоники слишком мала, функция защиты не может использоваться.

100%-ная защита от замыканий на землю в цепи статора с наложением сигнала с частотой 20 Гц (ANSI 64S)

Наложение напряжения с частотой 20 Гц зарекомендовало себя как безопасный и надежный метод обнаружения ошибок в нейтрали и вблизи нейтрали генераторов с блочным подключением. В отличие от критерия 3-й гармоники этот метод зависит от свойств и режима работы генератора. Кроме того, возможно измерение, когда станция простаивает. Функция защиты спроектирована таким образом, что она обнаруживает короткие замыкания на землю во всем генераторе (истинная 100%-ная защита), а также во всех электрически связанных компонентах станции.

Функция защиты определяет наложенное напряжение с частотой 20 Гц и длительный ток с частотой 20 Гц. Мешающие величины, такие как емкости статора, устраняются, и активное сопротивление определяется с использованием математической модели. С одной стороны это обеспечивает высокую чувствительность, а с другой — использование генераторов с емкостью относительно земли, таких как гидрогенераторы.

Фазовые погрешности или контактные сопротивления через трансформатор заземления или трансформатор нейтрали определяются во время ввода в эксплуатацию и корректируются в алгоритме. Функция защиты имеет ступени предупреждения и отключения. Кроме того, имеются средства мониторинга измерительной цепи и обнаружения отключения генератора 20 Гц. Также функция защиты имеет независимую функцию измерения частоты, и на объектах, которые запускаются с помощью пускового преобразователя (например, газовые турбины) может управлять функцией таким образом, чтобы предотвращались превышения рабочей нагрузки.

Независимо от расчета сопротивления заземления функция защиты в качестве резервной функции дополнительно оценивает текущее действующее значение.

Если также имеется параллельное нагрузочное сопротивление (заземляющий трансформатор с нагрузочным сопротивлением со стороны пониженного напряжения энергетического агрегата) на объектах с переключателями генераторов, оно автоматически учитывается. Управление осуществляется посредством дискретного контакта, на который подается сигнал со вспомогательного контакта выключателя.

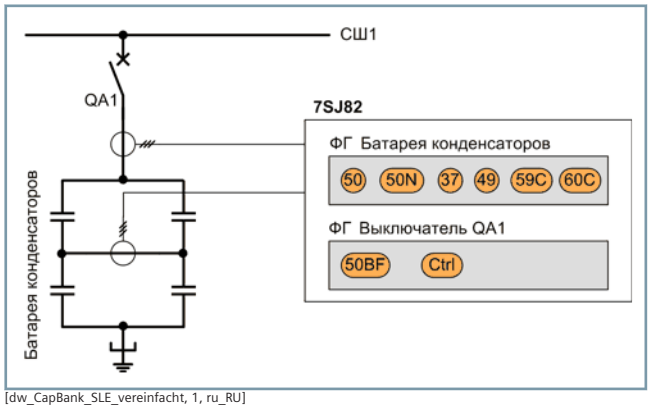
Защита от несимметрии токов для батарей конденсаторов (ANSI 60C)

Батареи конденсаторов часто реализуются по схеме Н-моста (см. *Рисунок 3.2/10*). При такой реализации замыкание единственного конденсатора приводит к несимметрии батареи конденсаторов и поэтому создает малый ток несимметрии через поперечное соединение.

Функция измеряет ток несимметрии в поперечном соединении избирательно по фазам. Ступень максимального тока срабатывает после превышения значения порога и производит отключение по истечении выдержки. Ступень счетчика подает сигнал тревоги или выполняет отключение при определении заданного числа неисправных емкостных элементов.

Для выполнения требований, согласно которым должен обнаруживаться даже самый малый ток несимметрии, появляющийся в связи с неисправным емкостным элементом, необходима компенсация оперативной несимметрии, которая также приводит к возникновению токов несимметрии. Функция поддерживает как статическую, так и динамическую компенсацию. Последнюю следует использовать, если динамические воздействия окружающей среды, такие как колебания температуры, уже создают соответствующие оперативные несимметрии.

Кроме того, измеренная несимметрия может быть по желанию нормирована с использованием тока батареи конденсаторов, чтобы обеспечить постоянную чувствительность даже при изменяющейся мощности.



[dw_CapBank_SLE_vereinfacht, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/10 Защита батареи конденсаторов в схеме управления «Н-мост»

Обнаружение неисправностей цепей напряжения (ANSI 60FL)

Данная функция контролирует вторичные цепи трансформаторов напряжения:

- Неподключенные трансформаторы
- Срабатывание выключателя трансформатора напряжения (в случае коротких замыканий во вторичной цепи)
- Последовательные замыкания в одном или нескольких измерительных контурах

Все эти события вызывают появление нулевого напряжения во вторичных цепях трансформатора напряжения, что может привести к нарушениям в работе функций защиты.

Следующие функции защиты автоматически блокируются в случае обнаружения неисправностей цепей напряжения:

- Дистанционная защита
- Направленная защита обратной последовательности
- Защита от замыканий на землю для коротких замыканий на землю с высоким сопротивлением в сетях с заземленной нейтралью.

Защита от замыканий на землю в цепи ротора (ANSI 64F)

Функция защиты обнаруживает короткие замыкания на землю в роторе (включая цепь ротора). О замыканиях на землю с высоким сопротивлением сообщает сигнальная ступень. Оперативный персонал может отреагировать соответствующим образом (например, выполнить операции на токосъемных кольцах). В случае замыкания на землю с низким сопротивлением происходит отключение, и машина останавливается. Таким образом, предотвращается критический случай 2-го замыкания на землю, представляющего собой межвитковое короткое замыкание обмотки ротора. Межвитковое короткое замыкание может вызывать магнитные несимметрии, которые приводят к разрушению машины в связи с экстремальными механическими усилиями.

В зависимости от применения можно выбрать одну из 3 разных реализаций.

Измерение тока замыкания на землю в цепи ротора I >, fn

При использовании данного метода напряжение промышленной частоты (50 Гц, 60 Гц) подается в цепь ротора через развязывающее оборудование (7XR61 + 3PP1336). Посредством функции защиты контролируется порог тока для сигнала на чувствительном токовом входе. Можно настроить две ступени тока (сигнал, отключение). Кроме того, с помощью ступени минимальной токовой защиты осуществляется мониторинг цепи ротора на предмет обрыва.

Измерение сопротивления ротора R <, fn

При использовании данного метода напряжение промышленной частоты (50 Гц, 60 Гц) также подается в цепь ротора через развязывающее оборудование (7XR61 + 3PP1336). Кроме измерения тока с помощью чувствительного токового входа также оценивается связанное напряжение. Сопротивление заземления ротора рассчитывается с помощью математической модели. Эта процедура устраняет мешающее влияние емкости ротора относительно земли и повышает чувствительность. В случае напряжения возбуждения без помех возможно обнаружение сопротивлений замыкания до 30 кОм. Функция имеет два уровня (ступени предупреждения и отключения). Кроме того, с помощью ступени минимальной токовой защиты осуществляется мониторинг цепи ротора на предмет обрыва.

*Измерение сопротивления ротора R <, 1–3 Гц**

При использовании данного метода низкочастотное прямоугольное напряжение (обычно 1–3 Гц) подается в цепь ротора через балластную нагрузку (7XT71) и резистор (7XR6004). В данном методе мешающее влияние емкости ротора относительно земли устраняется и достигается приемлемое отношение сигнал/шум для гармонических составляющих (например, для 6-й гармоники) устройства возбуждения. Может обеспечиваться высокая чувствительность при измерении. Возможно обнаружение коротких замыканий с сопротивлением до 80 кОм. Цепь соединения ротора с землей контролируется на предмет проводимости путем оценки тока при изменении полярности.

Благодаря высокой чувствительности данная функция рекомендована для мощных генераторов.

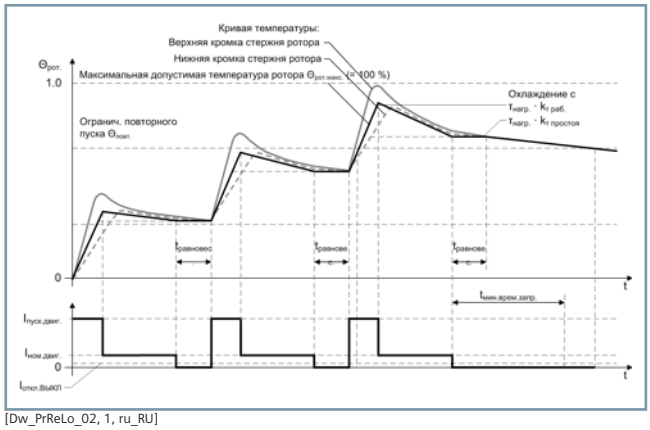
Для данной функции требуется конфигурация аппаратного обеспечения 7UM85 с IO210.

* В процессе подготовки

Блокировка повторного пуска (ANSI 66)

Блокировка повторного пуска предотвращает пуск электродвигателя, если при этом может быть превышен предел допустимой температуры.

В нормальном режиме работы и в условиях повышенной нагрузки температура ротора электродвигателя существенно ниже предела допустимой температуры. Большие пусковые токи, необходимые при пуске электродвигателя, увеличивают риск теплового повреждения ротора, который выше, чем риск перегрева статора. Это связано с малой термической постоянной ротора. Чтобы избежать отключения выключателя в связи с многократными попытками пуска электродвигателя, необходимо блокировать повторный пуск электродвигателя, если очевидно, что предел температуры ротора был превышен при попытке пуска (см. *Рисунок 3.2/11*).



[Dw_PrReLo_02, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/11 Кривая температуры ротора и многократный пуск электродвигателя

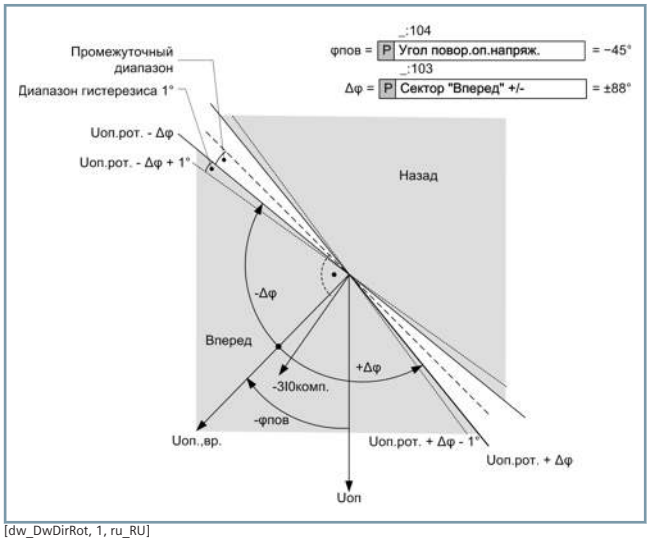
Направленная максимальная токовая защита, фазы и земля (ANSI 67, 67N)

Функции направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени для фаз и земли обнаруживают короткие замыкания в электрооборудовании. При использовании направленной максимальной токовой защиты с выдержкой времени блоки также могут применяться в системах энергоснабжения, в которых используется не только критерий максимального тока, но и критерий избирательности в виде направления передачи мощности к месту повреждения, например в случае параллельных линий с подачей энергии с одного конца, линий с подачей энергии с двух концов или замкнутых линий.

Предварительно сконфигурированы две ступени максимальной токовой защиты с независимой характеристикой выдержки времени (ступени DTL) и одна ступень максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой выдержки времени (ступень IDMTL). В данной функции можно настроить дополнительные ступени максимальной токовой защиты с независимой характеристикой выдержки времени, а также одну ступень с характеристической кривой, определяемой пользователем.

Для ступеней максимальной токовой защиты с обратнозависимой характеристикой выдержки времени доступны все распространенные характеристики согласно стандартам МЭК и ANSI/IEEE.

На *Рисунок 3.2/12* показано, как можно свободно конфигурировать характеристику направления функции защиты от замыканий на землю. Для функции фазы характеристику можно поворачивать.



[dw_DwDirRot, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/12 Характеристики направления расширенной функции защиты от замыканий на землю

Кроме характеристик, ступени имеют идентичную структуру.

- Функции блокировки ступени: при неисправности измеряемого напряжения, посредством сигнала на дискретном входе или с помощью других функций (автоматическое повторное включение, восстановление нагрузки из холодного состояния)
- Каждую ступень можно защитить от избыточного реагирования, обусловленного бросками токов намагничивания при включении трансформатора
- Направление устанавливается для каждой ступени
- По выбору ступень можно использовать для защиты со сравнением направления мощности Можно реализовать метод как разрешения, так и блокировки
- Каждая ступень может использоваться как ступень сигнализации (без сигнала отключения)
- В качестве метода измерения можно выбрать измерение основной гармоники или действующего значения
- Функция ТНЗНП оценивает расчетный ток нулевой последовательности (3I0) или измеренный ток замыкания на землю
- Для ступеней земли также доступны логарифмические обратнозависимые характеристики

Направленная защита от замыканий на землю с переключателем фаз (ANSI 67G, 50G, 51G)

В сетях с глухозаземленной нейтралью может оказаться, что чувствительность основной защиты недостаточна для обнаружения замыканий на землю с высоким сопротивле-

нием. Поэтому устройство SIPROTEC 5 имеет функции защиты для замыканий данного типа.

Несколько ступеней

Максимальная токовая защита от замыканий на землю может использоваться с 6 ступенями с независимой характеристикой выдержки времени (DT) и одной ступенью с обратнозависимой характеристикой выдержки времени.

Поддерживаются следующие обратнозависимые характеристики выдержки времени:

- Обратнозависимая согласно МЭК 60255-3
- Обратнозависимая ANSI/IEEE
- Логарифмическая обратнозависимая
- V_0-обратнозависимая
- S_0-обратнозависимая

Соответствующие режимы определения направления

Направление может определяться по остаточному току I_0 и напряжению нулевой последовательности V_0 либо по компонентам обратной последовательности V_2 и I_2. Использование компонентов обратной последовательности может быть предпочтительно в случаях, когда напряжение нулевой последовательности очень низкое в связи с неблагоприятными полными сопротивлениями нулевой последовательности.

Дополнительно к определению направления с помощью напряжения нулевой последовательности или в качестве альтернативы для определения полярности также можно использовать ток замыкания на землю заземленного силового трансформатора. Поэтому можно применять устройство в системах, где требуется двойная поляризация. Либо направление может определяться путем оценки мощности нулевой последовательности. Каждую ступень можно настроить в прямом или обратном направлении либо в обоих направлениях (ненаправленный режим).

Высокая чувствительность и устойчивость

Устройства SIPROTEC 5 могут быть снабжены чувствительным входом трансформатора (остаточного) тока нейтрали. Эта функция обеспечивает диапазон измерений тока короткого замыкания на землю от 5 мА до 100 А при номинальном токе 1 А и от 5 мА до 500 А при номинальном токе 5 А. Таким образом, можно реализовать максимальную токовую защиту от замыканий на землю с очень высокой чувствительностью.

Функция снабжена специальными алгоритмами цифровой фильтрации, обеспечивающими удаление высших гармоник. Данная функция особенно важна для малых токов короткого замыкания нулевой последовательности, которые обычно имеют высокое содержание 3-й и 5-й гармоник.

Динамическое изменение уставок

В зависимости от состояния функции автоматического повторного включения можно активировать динамическое изменение уставок срабатывания и задержек. Для каждой ступени применимо мгновенное включение на поврежденную линию.

Избиратель поврежденной фазы

Защита от замыканий на землю применима для 3-фазного и, по выбору, 1-фазного отключения, что реализуется с помощью сложного избирателя поврежденной фазы. Он может быть заблокирован во время бестоковой паузы циклов 1-фазного автоматического повторного включения или при срабатывании основной функции защиты.

Направленное чувствительное обнаружение коротких замыканий на землю (ANSI 67Ns, ANSI 51Ns, 59N)

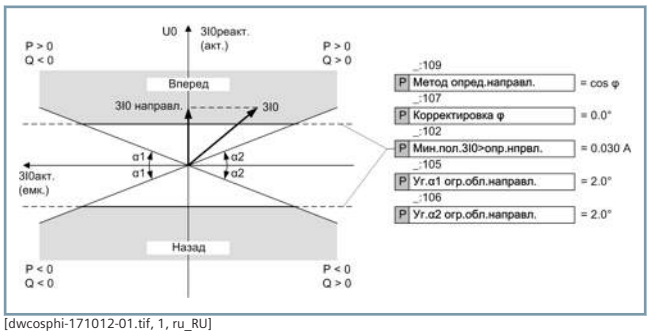
Функция направленного чувствительного обнаружения коротких замыканий на землю обнаруживает замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор. Для решения этой задачи доступны различные ступени функции, которые также могут использоваться параллельно. Таким образом, можно наилучшим образом адаптировать метод работы функции к условиям системы энергоснабжения, представлениям пользователя и различным проявлениям ошибки.

Элементы перенапряжения с системой нулевой последовательности/напряжением смещения

Напряжение нулевой последовательности (напряжение смещения) оценивается по нарушению порога. Кроме того, при подаче фазных напряжений возможно определение неисправной фазы.

Направленные элементы тока замыкания на землю с определением направления с использованием измерения cos φ и sin φ

Это «классический» метод измерения на базе ваттметра (cos φ, в системах энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор) или варметра (sin φ, в сетях с изолированной нейтралью) для определения направления статического замыкания на землю. Для определения направления решающее значение имеет составляющая тока, перпендикулярная заданной характеристической кривой направления (оси симметрии) ($3I0_{направл.}$), см. *Рисунок 3.2/13*. Ступень адаптируется к условиям системы энергоснабжения путем соответствующей настройки (положение характеристической кривой направления). Поэтому возможны очень чувствительные и точные измерения.



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

Рисунок 3.2/13 Определение направления с измерением cos φ

Направленный элемент тока замыкания на землю с определением направления с использованием измерения φ (V, I)

Этот метод может применяться в качестве альтернативы методу cos φ или sin φ, если это требуется в соответствии с подходом пользователя. Направление определяется путем измерения разности фаз между током замыкания на землю с компенсированной фазовой ошибкой и повернутым напряжением нулевой последовательности V_0. Для учета разных условий системы и областей применения опорное напряжение может быть повернуто на настраиваемый угол. При этом вектор повернутого опорного напряжения совмещается с вектором тока замыкания на землю $3I0_{общ}$. Следовательно, результат определения направления будет максимально надежным (см. также *Рисунок 3.2/12*).

Метод определения перемежающихся замыканий на землю

Данный метод определения перемежающихся замыканий работает только в течение первых 1–2 периодов после короткого замыкания. Он позволяет определять направление путем оценки активной энергии переходного процесса. Он особенно полезен, если необходима информации о направлении для замыканий, которые исчезают очень быстро (от 0,5 до нескольких периодов). Поэтому данный метод может использоваться параллельно со ступенью с измерением cos φ.

Также этот метод может применяться в сложнозамкнутых системах энергоснабжения. Кроме того, он особенно хорошо подходит для замкнутых кольцевых сетей, так как позволяет устранять циркулирующие остаточные токи. Благодаря дополнительной логике функция по выбору также может устранять статические ошибки.

Ненаправленная ступень тока замыкания на землю

При необходимости можно настроить простую ненаправленную ступень тока замыкания на землю.

Общая информация

В системах энергоснабжения с замыканием через дугогасящий реактор результатом является высокая точность определения фазы. В этих целях ток замыкания на землю корректируется с помощью сохраненной характеристики ошибки стержневого симметричного трансформатора тока (фазовая погрешность в зависимости от тока).

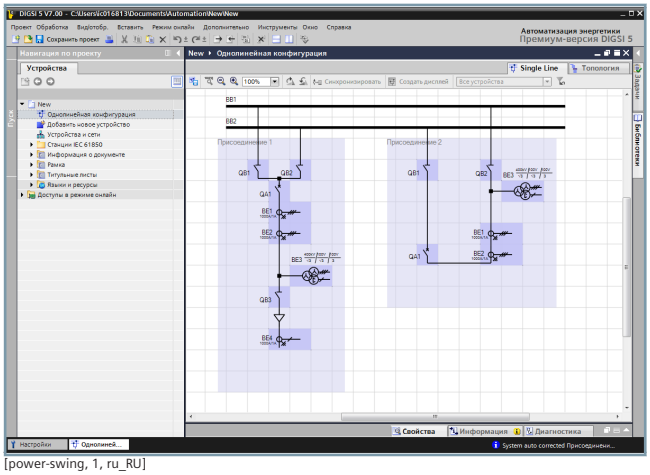
Специальный алгоритм способен быстро обнаруживать исчезновение короткого замыкания. На основании определения этого события можно заблокировать направленные ступени тока замыкания на землю, определение направления которых основано на соотношении фаз между током нулевой последовательности и напряжением нулевой последовательности. Таким образом, в системе энергоснабжения с заземлением через дугогасящий реактор повышается устойчивость во время процесса затухания системы нулевой последовательности. Реакция устройств защиты и отключения могут сохраняться в отдельном журнале замыканий на землю.

Блокировка при качаниях мощности (ANSI 68)

Динамические неустойчивые аварии, например короткие замыкания, колебания нагрузки, автоматические повторные включения или коммутационные операции могут приводить к качаниям мощности в электрической сети. При качаниях мощности большие токи с малыми напряжениями могут вызывать нежелательное срабатывание устройств дистанционной защиты. Функция блокировки при качаниях мощности предотвращает излишнее срабатывание дистанционной защиты. Качания мощности могут обнаруживаться в условиях симметричной нагрузки, а также во время циклов 1-фазного автоматического повторного включения.

Настройки не требуются

Для данной функции не требуются настройки. Оптимальные результаты расчета всегда достигаются путем автоматической адаптации. В ситуации блокировки при качаниях мощности постоянно контролируются все параметры качания. Последовательное короткое замыкание легко обнаруживается и приводит к фазоизбирательному сбросу блокировки дистанционной защиты за счет обнаружения качания мощности.



[power-swing, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/14 Обнаружение качания мощности в состоянии 1-фазного размыкания

Контроль цепи отключения (ANSI 74TC)

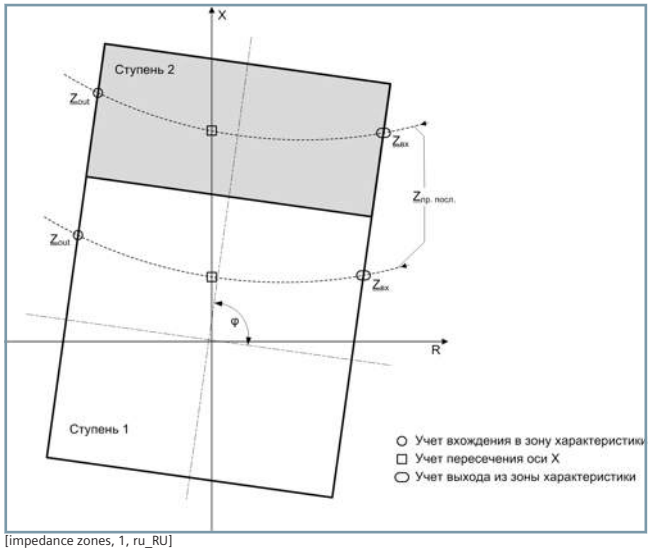
Электромагнит выключателя, включая ее линии питания, контролируются с помощью двух дискретных входов. В случае обрыва в цепи отключения подается сигнал тревоги.

Защита от выпадения из синхронизма (ANSI 78)

В системах передачи электроэнергии всегда должна поддерживаться электрическая устойчивость. При возникновении в системе условий, угрожающих устойчивости, должны быть приняты меры для предотвращения ухудшения ситуации. Одной из таких систем является защита от выпадения из синхронизма. Функция может применяться в качестве защиты от выпадения из синхронизма или интегрироваться в более сложные системы контроля и управления нагрузкой, т. е. в системы обеспечения целостности (SIPS).

Функция защиты от выпадения из синхронизма постоянно оценивает траекторию полного сопротивления прямой последовательности. Характеристика определяется зонами полного сопротивления на плоскости R/X. Счетчики инкрементируются в зависимости от точки, в которой траектория

полного сопротивления входит в соответствующую зону полного сопротивления или выходит из нее. Отключение или сигнализация происходят, когда достигаются установленные пределы счетчиков. Защита от выпадения из синхронизма обеспечивает до четырех независимых зон полного сопротивления, которые могут корректироваться и наклоняться в соответствии с требованиями к устойчивости в сети электроснабжения (см. *Рисунок 3.2/15*



[impedance zones, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/15 Зоны полного сопротивления для защиты от выпадения из синхронизма

Автоматическое повторное включение (ANSI 79)

Около 85 % дуговых коротких замыканий на воздушных линиях электропередачи гасятся автоматически после отключения защитой. После этого возможно повторное включение воздушной линии электропередачи. Повторное включение производится функцией автоматического повторного включения (АПВ). Каждую функцию защиты можно настроить для запуска или блокирования функции автоматического повторного включения.

Основные особенности и режимы работы

- Пуск с управлением по отключению с временем срабатывания или без времени срабатывания
- Пуск с управлением по срабатыванию с временем срабатывания или без времени срабатывания
- 3-фазное автоматическое повторное включение для всех типов замыканий; в зависимости от типа замыкания доступны различные бестоковые паузы
- Многократное автоматическое повторное включение
- Координация с внутренней или внешней проверкой синхронизации
- Координация с внешними устройствами посредством дискретных входов и выходов или путем передачи сообщения GOOSE в системах МЭК 61850.
- Мониторинг вспомогательного контакта выключателя
- Динамическое изменение уставок элементов максимальной токовой защиты в зависимости от статуса АПВ

Две функции автоматического повторного включения (АПВ)

Для областей применения с двумя выключателями на каждую питающую линию, например систем с полуторной схемой, кольцевой шиной или двумя выключателями, в устройствах можно сконфигурировать две независимые функции автоматического повторного включения.

1-фазное автоматическое повторное включение

В системах энергоснабжения с заземленной нейтралью и с возможностью индивидуального управления фазами выключателя в случае 1-фазных коротких замыканий обычно активируется функция 1-фазного автоматического повторного включения.

Функция 1-фазного автоматического повторного включения доступна в устройствах SIPROTEC 5 с возможностью 1-фазного отключения. Дополнительно к вышеупомянутым функциям предусмотрены следующие рабочие режимы:

- 1-фазное автоматическое повторное включение для 1-фазных коротких замыканий без повторного включения при многофазных коротких замыканиях
- 1-фазное автоматическое повторное включение для 1-фазных коротких замыканий и 2-фазных коротких замыканиях без участия земли без повторного включения при многофазных коротких замыканиях
- 1-фазное автоматическое повторное включение для 1-фазных коротких замыканий и 3-фазное автоматическое повторное включение для многофазных коротких замыканий
  1-фазное автоматическое повторное включение для 1-фазных коротких замыканий, 3-фазное автоматическое повторное включение для многофазных коротких замыканий
- 1-фазное автоматическое повторное включение для 1-фазных коротких замыканий и 2-фазных коротких замыканиях без участия земли и 3-фазное автоматическое повторное включение для других коротких замыканий
- Соответствующее реагирование на развивающиеся короткие замыкания
- 3-фазное соединение (3-фазное отключение прямой последовательности) в случае несоответствия фаз выключателя

Дополнительные функции, зависящие от напряжения

Интеграция автоматического повторного включения в защиту питающих линий обеспечивает оценку напряжений

со стороны линий электропередачи. Поэтому доступен ряд дополнительных функций, зависящих от напряжения:

- DLC (проверка отключения линии)
  При использовании проверки отключения линии автоматическое повторное включение производится, только когда линия отключена (предотвращение асинхронного замыкания выключателя), если проверка синхронизации невозможна
- ADT (адаптивная бестоковая пауза)
  Адаптивная бестоковая пауза применяется только в том случае, если автоматическое повторное включение на противоположном конце было успешно (уменьшение нагрузки на оборудование)
- RDT
  Уменьшенная бестоковая пауза применяется с функцией автоматического повторного включения, если телеускорение релейной защиты не используется. Когда для замыканий в расширенной зоне, но вне защищаемой линии, выполняется кратковременные отключения, функция RDT на основании измерения напряжения обратной полярности с противоположного конца, который не был отключен, определяет, требуется или нет уменьшить бестоковую паузу.

Защита по частоте (ANSI 81O, 81U)

Отклонения частоты обусловлены дисбалансом между генерируемой и потребляемой активной мощностью. Причинами являются, например, сброс нагрузки, отключения сетей, повышенная потребность в активной мощности, неисправности генераторов или неправильная работа регуляторов мощности и частоты.

Защита по частоте обнаруживает отклонения частоты в сети или в электрических машинах. Эта функция контролирует диапазон частот и формирует сигналы неисправностей. В случае критической промышленной частоты возможно отключение всех блоков выработки электроэнергии или разделение сетей. Для обеспечения устойчивой работы сети может быть инициирован сброс нагрузки.

Доступны различные элементы измерения частоты с высокой точностью и малым временем срабатывания. Отключение, инициируемое элементами измерения частоты, может быть выполнено с помощью местного выключателя или на противоположном конце посредством дистанционного отключения.

Доступны следующие измерительные элементы:

Защита от повышения частоты (ANSI 81O)

Две предварительно сконфигурированных ступени, возможно расширение до трех ступеней. Все ступени имеют идентичную реализацию.

Защита от понижения частоты (ANSI 81U)

Три предварительно сконфигурированных ступени, возможно расширение до пяти ступеней. Все ступени имеют идентичную реализацию.

При каждом измерении частоты используются два метода:

- Метод разности фаз: измерение фазы вектора напряжения в течение определенного интервала времени
- Метод измерения с фильтрацией: оценка промежуточных значений напряжения с помощью специальных фильтров

В библиотеке DIGSI 5 для всех методов измерения предусмотрены специальные функции защиты.

Защита по скорости изменения частоты (ANSI 81R)

Изменения частоты могут быстро обнаруживаться с помощью функции защиты по скорости изменения частоты. Функция способна предотвращать небезопасные состояния системы, обусловленные дисбалансом между генерируемой и потребляемой активной мощностью. Поэтому она используется в функциях разделения системы энергоснабжения и сброса нагрузки.

Функция поддерживает ступени двух типов:

- Увеличение df/dt
- Уменьшение df/dt

Для каждого типа ступени в функции можно настроить до 5 ступеней.

Путем определения длины окна измерения можно оптимизировать точность измерения или время пуска для конкретной системы.

При пониженном напряжении функция автоматически блокируется для предотвращения неточных или неправильных измерений.

Телеускорение дистанционной защиты (ANSI 85/21)

Телеускорение релейной защиты позволяет быстро устранять короткие замыкания на 100 % длины линии электропередачи.

Для удобства передачи необходимые передаваемые и принимаемые сигналы могут свободно распределяться по дискретным входам и выходам. Кроме того, сигналы могут передаваться через общесистемный интерфейс защиты изделий серии SIPROTEC 5. Также поддерживается передача с помощью сообщений GOOSE с использованием интерфейсов системы МЭК 61850, если доступные структуры передачи данных в распределительном оборудовании отвечают требованиям МЭК 61850-90-1.

Для дистанционной защиты доступны следующие схемы телеускорений:

- Дистанционная защита с сокращенной зоной (передача отключающего сигнала расширенной зоной и разрешающим сигналом)
  – Уменьшение выдержки времени с сокращенной зоной (передача отключающего сигнала за счет расширенного диапазона измерений)
  – Уменьшение выдержки времени со срабатыванием (телеотключение за счет срабатывания)
  – Схема телеотключения (телеотключение с защитой сокращенной зоны)
- Дистанционная защита с сокращенной зоной (передача отключающего сигнала расширенной зоной и разрешающим сигналом)
  – Расширенная зона (схема передачи отключающего сигнала расширенной зоной и разрешающим сигналом)
  - Сравнение направления с направленным срабатыванием
- Метод разблокировки
  – Каждая схема в режиме с разрешением может быть расширена с использованием логики разблокировки
- Метод блокировки
- Обратная взаимная блокировка
- Защита секции шины

Передаваемые и принимаемые сигналы доступны в качестве общих сигналов или фазоизбирательных сигналов. Фазоизбирательные сигналы имеют преимущество, так как могут обеспечить надежное 1-фазное отключение, особенно в случае 1-фазных коротких замыканий на разных линиях электропередачи. Схемы дистанционной защиты с автоматическим дистанционным отключением также пригодны для линий электропередачи с более чем двумя концами, например с питающими линиями ответвлений. Возможны конфигурации вплоть до 6 концов.

Для всех режимов разрешения и блокировки предусмотрена временная блокировка (мониторинг изменения направления тока) для подавления мешающих сигналов во время отключения параллельных линий.

Отключение при слабом или отсутствующем питании: эхо-сигнал и отключение (ANSI 85/27)

Для предотвращения отключения с задержкой схем дистанционной защиты с разрешающим сигналом и схемы со сравнением направления замыкания на землю в ситуациях недостаточной подачи энергии или ее отсутствия предусмотрена функция эхо-режима. Если на конце линии с недостаточной подачей энергии не сработал детектор замыканий, полученный там сигнал возвращается в качестве эхо-сигнала, чтобы обеспечить ускоренное отключение на конце линии с достаточной нагрузкой. Также можно инициировать фазоизбирательное отключение на конце с недостаточной нагрузкой. Фазоизбирательное 1-фазное или 3-фазное отключение производится, если принимается переданный сигнал и измеряемое напряжение падает соответствующим образом. Данная функция доступна для всех схем с сокращенной и расширенной зоной и разрешающим сигналом. В качестве опции доступна логика недостаточной подачи энергии в соответствии с французской спецификацией.

Телеускорение ТНЗНП (ANSI 85/67N)

Для быстрого устранения коротких замыканий на 100 % длины линии можно расширить токовую направленную защиту нулевой последовательности с помощью функции телеускорения.

Доступны следующие схемы:

- Сравнение направления
- Блокировка
- Разблокировка

Передаваемые и принимаемые сигналы доступны в качестве общих сигналов или фазоизбирательных сигналов в сочетании с избирателем поврежденной фазы токовой направленной защиты нулевой последовательности. Для удобства передачи передаваемые и принимаемые сигналы могут свободно назначаться дискретным входам и выходам. Само собой, что сигналы могут передаваться через общесистемный последовательный интерфейс передачи данных защиты SIPROTEC 5. Также поддерживается передача с помощью сообщений GOOSE с использованием интерфейсов системы МЭК 61850, если доступные структуры передачи данных на подстанциях отвечают требованиям к связи внутри подстанций согласно МЭК 61850-90-1.

Может быть включена функция «переходной блокировки» (мониторинг изменения направления тока) для отстройки от мешающих сигналов во время отключения параллельных линий. Для передачи данных функций ТУ ДЗ и ТУ ТНЗНП могут использоваться одни и те же каналы передачи сигналов либо отдельные и резервированные каналы.

Дифференциальная защита линий (ANSI 87L, 87T)

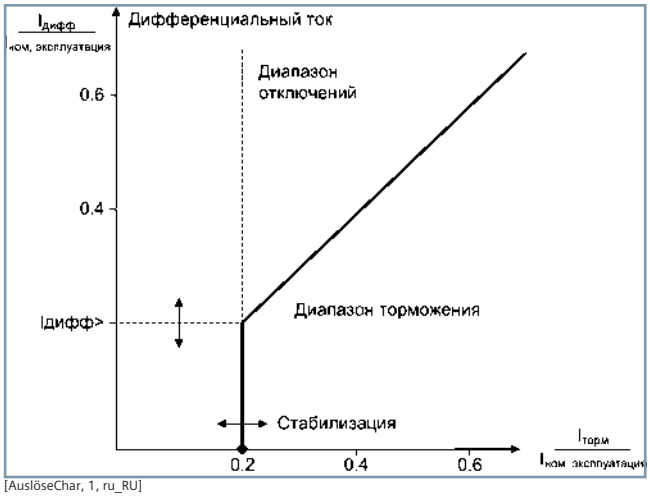
Дифференциальная защита линий представляет собой селективную защиту от коротких замыканий воздушных линий электропередачи, кабелей и систем шин с односторонней и многосторонней подачей энергии в радиальных, замкнутых и сложнозамкнутых системах энергоснабжения. Она может использоваться для всех классов напряжения. Дифференциальная защита линий работает исключительно фазоизбирательно и обеспечивает мгновенное отключение при 1-фазных и 3-фазных повреждениях с количеством концов линий до шести. В зависимости от варианта устройства возможно однофазное/трехфазное (7SD87/7SL87) или только трехфазное (7SD82/7SD86/7SL82/7SL86) отключение. Устройства в топологии дифференциальной защиты обмениваются данными друг с другом посредством интерфейсов защиты (для передачи данных защиты). Гибкое использование доступных каналов передачи данных позволяет экономить вложения в инфраструктуру связи и гарантирует защиту линий любой длины.

Адаптивное измерение

Метод адаптивного измерения обеспечивает максимальную чувствительность обнаружения внутренних коротких замыканий во всех условиях. Чтобы гарантировать максимальную устойчивость, учитываются все погрешности измерений и передачи данных (см. *Рисунок 3.2/16*).

Простые настройки и функции контроля сокращают время проектирования и ввода в эксплуатацию.

- Ступень чувствительного измерения ($I_{дифф}$ >) обнаруживает замыкания с высоким сопротивлением. Специальные алгоритмы обеспечивают высокую устойчивость даже при наличии большой постоянной составляющей в токе короткого замыкания. Время отключения данной ступени составляет приблизительно 30 мс при использовании стандартных выходных контактов.
- Сильноточная дифференциальная ступень ($I_{дифф}$ >>) обеспечивает быстродействующее устранение короткого замыкания с очень малым временем отключения при использовании быстродействующих контактов.
- Так как учитываются разные коэффициенты трансформации трансформаторов тока, внешние согласующие трансформаторы не требуются.
- Используя настройки погрешностей трансформаторов тока, устройство дифференциальной защиты автоматически рассчитывает ток торможения и устанавливает для него допустимую чувствительность. Поэтому не требуется задание параметров характеристики защиты. Необходимо установить лишь $I_{дифф}$ > (чувствительная ступень) и $I_{дифф}$ >> (вторая ступень) в соответствии с зарядным током линии/кабеля.
- Расширенные функции связи гарантируют стабильность и точность даже в случае нарушенных или прерванных соединений с любой средой передачи данных, такой как оптоволоконные линии, линии управления, телефонные кабели или сети передачи данных.
- Мониторинг и отображение дифференциальных токов и токов торможения в нормальном режиме работы.
- Высокая устойчивость во время внешних коротких замыканий даже с разными уровнями насыщения трансформаторов тока.
- При включении длинных линий или кабелей имеют место большие импульсы переходных зарядных токов. Чтобы избежать более высоких уставок и меньшей чувствительности дифференциальной токовой ступени $I_{дифф}$ >>, порог реагирования ступени $I_{дифф}$ > может быть увеличен в течение устанавливаемого интервала времени. Это обеспечивает более высокую чувствительность в условиях нормальной нагрузки.



[AuslöseChar, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/16 Характеристики отключения

Компенсация зарядного тока

В случае длинных кабелей и очень длинных линий электропередачи сверхвысокого напряжения емкости относительно земли могут создавать существенные постоянно протекающие емкостные токи. Их необходимо учитывать при выборе порога отключения ступени чувствительной дифференциальной защиты, так как они могут вызывать дифференциальный ток.

- Компенсация зарядного тока повышает чувствительность, так что максимальная чувствительность может быть обеспечена даже при больших зарядных токах.
- Для компенсации зарядного тока должны быть подключены местные трансформаторы напряжения.
- Принцип распределенной компенсации гарантирует максимальную эксплуатационную готовность, так как при пропадании местных измеряемых напряжений устройства оставшиеся устройства продолжают гарантированно выполнять свою часть компенсации.

Трансформатор в области действия защиты

Кроме обычных линий, дифференциальная защита также может защищать линии с трансформатором с блочным подключением. Трансформаторы тока ограничивают область действия защиты.

- Поэтому можно не использовать отдельное устройство защиты трансформатора, так как дифференциальная защита линии электропередачи действует как защита трансформатора с точками измерения, которые могут находиться далеко друг от друга
- Наличие нескольких дополнительных параметров трансформатора, таких как номинальная мощность, первичные напряжения, схемы соединений и любые заземления нейтральных точек соответствующих обмоток, позволяет отказаться от внешних согласующих трансформаторов

- Чувствительность дифференциальной защиты можно дополнительно увеличить за счет измерения токов замыкания на землю обмоток с заземленной нейтральной точкой.
- Функция обнаружения бросков тока при включении стабилизирует дифференциальную защиту, предотвращая отключение в связи с бросками токов при включении трансформатора. Это может осуществляться избирательно по фазам или для 3 фаз сразу с помощью функции перекрестной блокировки.

Полуторные схемы

Дифференциальная защита может быть легко интегрирована в полуторные схемы. При соответствующем расширении аппаратного обеспечения (см. стандартные варианты) можно настроить два 3-фазных токовых входа на устройство. Таким образом, можно настроить полные топологии, включающие до 12 точек измерения с 6 устройствами. Защиту участка до линейного разъединителя может осуществлять отдельная дифференциальная защита.

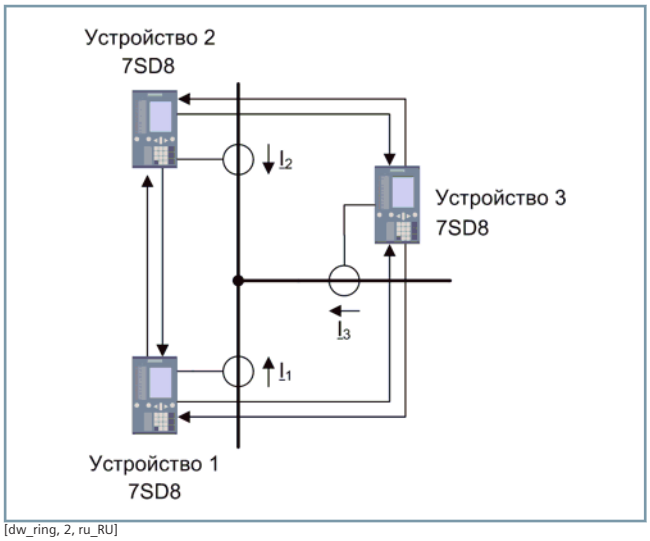
Расширенные функции связи

Дифференциальная защита линии электропередачи использует интерфейсы защиты в конфигурации «Дифференциальная защита» (тип 1, см. «Передача данных защиты»). Различные модули связи и внешние преобразователи обеспечивают интерфейсы и использование всех доступных сред передачи данных.

- Непосредственная передача данных по волоконно-оптическим линиям устойчива к электромагнитным помехам и обеспечивает наивысшую скорость передачи для достижения минимальных значений времени отключения.
- Внешние преобразователи данных обеспечивают связь через внешние кабели управления, телефонные линии или сети передачи данных.

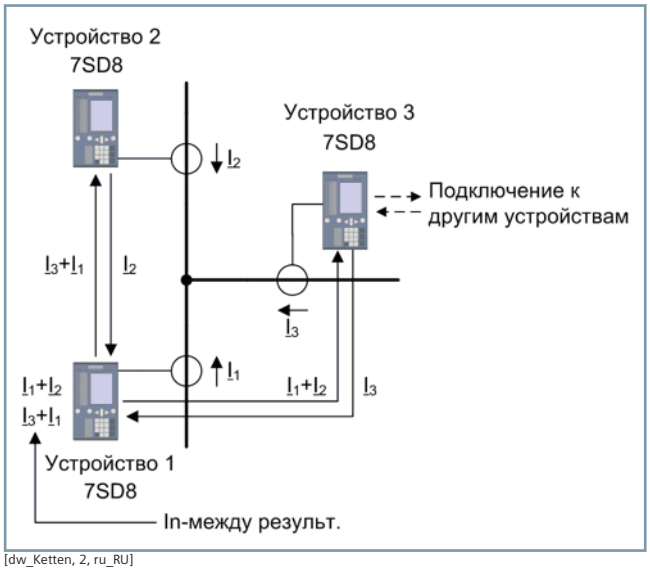
Данные, необходимые для различных расчетов, циклически передаются между устройствами защиты в дуплексном режиме в виде синхронных последовательных телеграмм. Всеобъемлющие функции контроля обеспечивают стабильную работу любой среды передачи данных:

- Для обнаружения ошибок передачи данных в телеграммах используется CRC-контроль. Дифференциальная защита обрабатывает только действительные телеграммы.
- Контроль всех путей передачи данных между устройствами без необходимости дополнительного оборудования
- Однозначная идентификация каждого устройства обеспечивается путем назначения настраиваемого адреса связи каждому блоку в топологии дифференциальной защиты
- Обнаружение телеграмм, вернувшихся передавшему устройству в сети передачи данных
- Обнаружение изменений задержек в сетях передачи данных
- Динамическая компенсация времени работы функций дифференциального измерения и контроля с максимально допустимым временем передачи сигналов
- Сигнализация о нарушенных соединениях связи. Счетчики ошибочных телеграмм доступны в качестве рабочих измеренных значений.
- Коммутируемые сети передачи данных могут создавать дисбаланс времени работы в направлениях получения и передачи. Результирующий дифференциальный ток учитывается адаптивными методами измерения дифференциальной защиты
- С помощью высокоточного секундного импульса от GPS-приемника устройство может быть синхронизировано с абсолютным точным временем на каждом конце линии электропередачи. Это позволяет точно измерять задержки на маршруте приема или передачи данных. Таким образом, дифференциальная защита также может использоваться в сетях передачи данных с максимальной чувствительностью даже в условиях серьезного дисбаланса времени передачи.



[dw_ring, 2, ru_RU]

Рисунок 3.2/17 Дифференциальная защита в кольцевых топологиях



[dw_Ketten, 2, ru_RU]

Рисунок 3.2/18 Дифференциальная защита в цепочечных топологиях

Фазоселективное телеотключение выключателей и дистанционные отключение/индикация

- Обычно дифференциальный ток рассчитывается для каждого конца линии в одно и то же время. Это обеспечивает малое и единообразное время отключения. В условиях недостаточной подачи энергии, особенно когда функция дифференциальной защиты сочетается со срабатыванием по максимальному току, фазоизбирательное телеотключение выключателя обеспечивает отключение всех концов линии электропередачи. Поэтому сигналы быстродействующего телеотключения передаются на другие концы линии электропередачи. Эти сигналы телеотключения также могут передаваться внешним устройством через дискретные входы. Поэтому их можно использовать, например, для определения направления резервной дистанционной защиты.
- Интерфейсы защиты могут свободно обмениваться сигналами через настраиваемые дискретные входы и выходы и измеренными значениями друг с другом (см. передачу данных защиты).

Топологии связи/режимы работы

Устройства дифференциальной защиты могут включаться в кольцевой или цепочечной топологии. Режим диагностики облегчает процедуры ввода в эксплуатацию и обслуживания.

- В кольцевой топологии система устойчива к сбоям передачи данных. Кольцевая топология за 20 мс преобразуется в цепочечную, так что функция дифференциальной защиты продолжает работу без перерывов.
- Если инфраструктурой связи задана цепочечная топология, с обоих концов цепочки могут использоваться экономичные реле с единственным интерфейсом защиты.
- Для важных двухконцевых линий возможна передача с горячим резервом за счет резервного соединения связи, что обеспечивает высокую эксплуатационную готовность. Когда главное соединение прерывается, передача данных переключается с основного маршрута на дополнительный.
- В целях эксплуатации и технического обслуживания отдельные устройства дифференциальной защиты в многоконцевых топологиях могут быть исключены из топологии дифференциальной защиты с помощью дискретного входа. Положения переключателей и токи нагрузки проверяются до того, как произойдет этот «выход из системы». Оставшиеся устройства смогут продолжить работу в данной сокращенной топологии.
- Вся конфигурация может быть переведена в режим диагностики дифференциальной защиты. Все функции и показания будут доставаться доступными, но выключатели не будут срабатывать. Таким образом можно диагностировать местное реле, выполнив отключение или телеотключение других реле.

Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЯ (ANSI 87 STUB)

Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЯ — это полная дифференциальная защита линии, но без передачи данных между концами линии электропередачи. Она используется с питающей линией ответвления или в полуторной схеме, когда более невозможна селективная защита линии участка путем размыкания разъединителя (например, посредством дистанционной защиты).

Активация дифференциальной защиты ОТВЕТВЛЕНИЯ происходит с помощью сигнала обратной связи о положении разъединителя. Для этого аппаратное обеспечение устройства защиты линии электропередачи SIPROTEC 5 должно включать два 3-фазных токовых входа. Дифференциальная защита ОТВЕТВЛЕНИЯ структурно и в отношении параметров настройки соответствуют дифференциальной защите линии (ANSI 87L) во всех аспектах, исключая передачу данных защиты Она гарантирует селективную защиту оставшегося участка линии и малое время отключения вплоть до 10 мс.

Дифференциальная защита трансформатора (ANSI 87T)

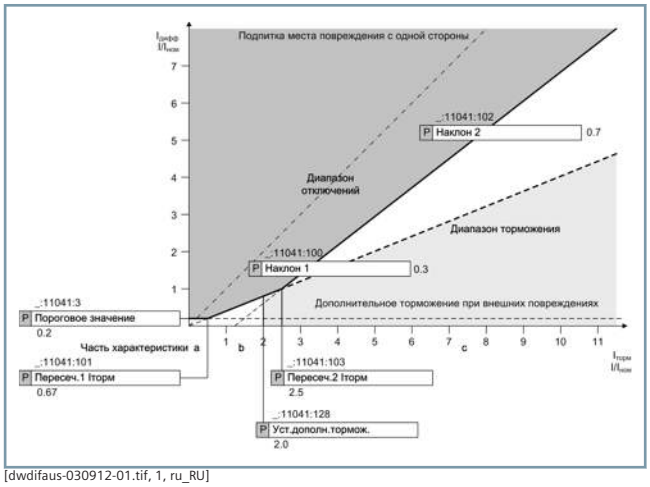
Дифференциальная защита трансформатора представляет собой селективную защиту от короткого замыкания для силовых трансформаторов разной конструкции (стандартных трансформаторов и автотрансформаторов) с разными схемами подключения. Число защищаемых обмоток (сторон) и число используемых точек измерения зависит от типа устройства (см. объяснения выше).

Для функции защиты важны следующие свойства:

- Характеристики отключения с торможением со свободно настраиваемыми участками в соответствии с *Рисунок 3.2/19*
- Интегрированная адаптация к коэффициенту трансформации с учетом разных номинальных токов трансформатора тока (первичного и вторичного)
- Гибкая адаптация к разным группам соединений трансформаторов
- Адаптивная настройка характеристик отключения с учетом РПН трансформатора
- Дополнительно учитываются токи нейтрали в случае заземленной обмотки, что позволяет повысить чувствительность на треть
- Резервированная процедура торможения ($2^{-я}$ гармоника + анализ волнообразных кривых) для безопасного обнаружения бросков токов в трансформаторе
- Дополнительные варианты торможения за счет оценки $3^{-й}$ или $5^{-й}$ гармоники дифференциального тока. $5^{-я}$ гармоника пригодна для безопасного обнаружения перевозбуждения в трансформаторе в установившемся режиме и, следовательно, для предотвращения превышения рабочей нагрузки

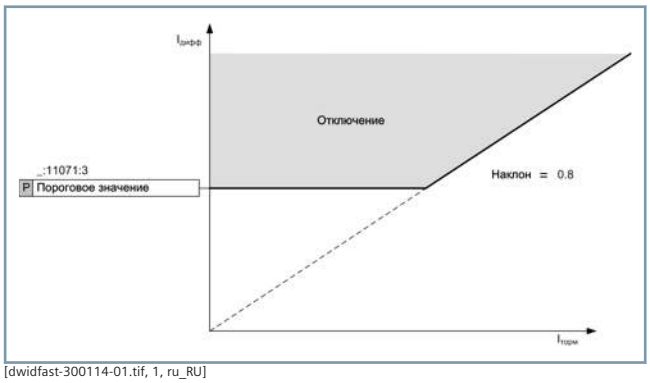
- Дополнительные процедуры торможения для защиты от внешних повреждений с насыщением трансформаторов тока. Первая процедура реагирует на замыкания с большим током и контролирует кривую дифференциального тока (дифференциальный ток, обнаруженный за пределами участка дополнительного торможения в течение ограниченного времени, см. *Рисунок 3.2/19*). Безопасно обнаруживается переход в режим внутреннего короткого замыкания. Вторая процедура работает с замыканиями с малыми токами. Возможны сдвиги по фазе тока во вторичной обмотке в связи с постоянной составляющей в токе короткого замыкания и остаточной намагниченностью трансформатора. Если происходят скачки тока торможения и одновременно обнаруживаются постоянные составляющие в дифференциальном токе, характеристика отключения увеличивается на ограниченное время
- Если асинхронные электродвигатели подключены к трансформаторам, дифференциальные токи могут возникать в связи с искаженной передачей пускового тока. При обнаружении пуска (скачок тока торможения и измеряемой постоянной составляющей) характеристика отключения поднимается
- Внутренние короткие замыкания с большими токами обнаруживаются быстро и безопасно с помощью сильноточной ступени I дифф-быстр (см. *Рисунок 3.2/20*). Для предотвращения превышения рабочей нагрузки в связи с поперечными составляющими тока (например, при использовании в полуторной схеме) оцениваются мгновенные значения дифференциального тока и тока торможения. Внутренние и внешние короткие замыкания безопасно обнаруживаются за несколько миллисекунд.

Функция защиты адаптирована к специальным условиям автотрансформатора, чтобы обеспечить защиту автотрансформаторов. Полноценную защиту узловых точек можно использовать в качестве дополнительной чувствительной защиты обмотки автотрансформатора. Защита узловых точек работает параллельно с классической дифференциальной защитой. Группы автотрансформаторов становятся высокочувствительными к замыканиям на землю и межвитковым коротким замыканиям. *Рисунок 3.2/21* иллюстрирует основную идею.



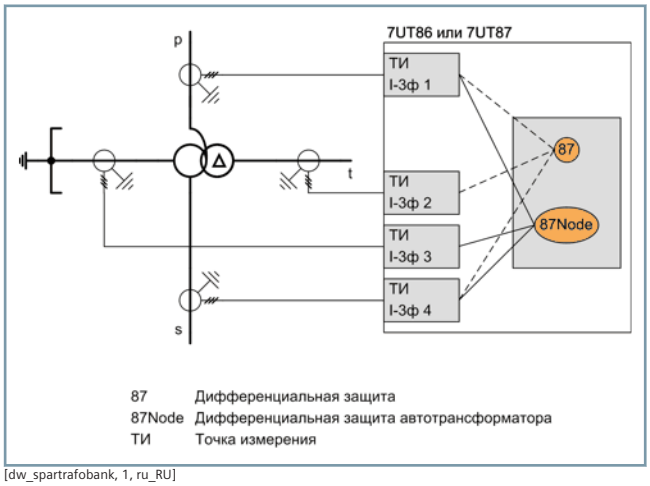
[dwdifaus-030912-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/19 Характеристика отключения с торможением функции Iдифф



[dwidfast-300114-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/20 Характеристики функции Iдифф-быстр



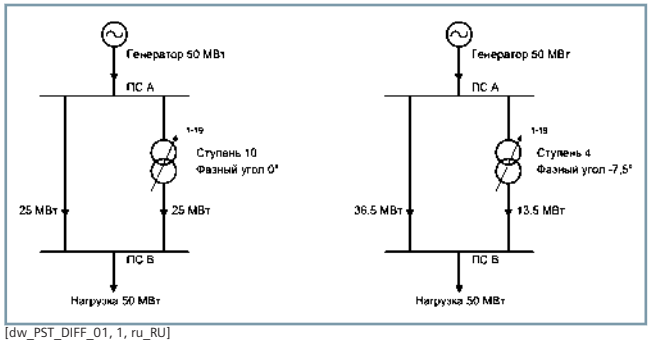
[dw_spartrafobank, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/21 Защита автотрансформатора с помощью двух дифференциальных защит в одном устройстве

Дифференциальная защита для фазорегулирующих трансформаторов

Функция дифференциальной защиты для фазорегулирующих трансформаторов (ФРТ) добавляется к существующей функции дифференциальной защиты трансформатора (ANSI 87T).

Фазорегулирующие трансформаторы используются для управления реактивной и активной мощностью в системах высокого напряжения. Их задача — стабилизация напряжения, равномерное распределение нагрузки в параллельных линиях передачи и предотвращение возникновения токов несимметрии в контурах системы электропередачи. Основной функцией фазорегулирующего трансформатора является изменение эффективного сдвига фаз между входным и выходным напряжениями линии передачи. Для этого функция регулирует токовую нагрузку, которая может передаваться по одной линии. Фазорегулирующие трансформаторы интегрированы в систему последовательно, чтобы регулировать поток активной мощности с помощью дополнительно подаваемого напряжения. Такая ситуация возникает, например, когда увеличение пропускной способности делает необходимым построение дополнительной линии. Специальное регулирование угла между током и напряжением линии обеспечивает максимально возможное использование обеих линий. Другим типичным применением этой функции является регулирование потокораспределения нагрузки или направления потока энергии в точке соединения 2 сетей.



[dw_PST_DIFF_01, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/22 Распределение мощности между 2 линиями с разными значениями фазового сдвига

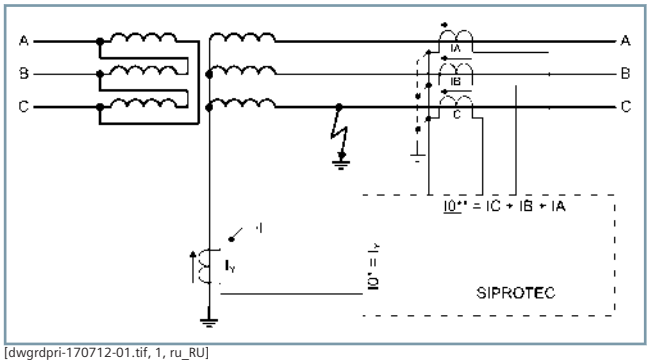
Существуют 3 функциональных блока для адаптации дифференциальной защиты к разным типам фазорегулирующих трансформаторов:

- ФРТ с одним сердечником — это фазорегулирующие трансформаторы с максимальным сдвигом фаз 60°
- ФРТ с двумя сердечниками — это трансформаторы с квадратурным регулированием с максимальным сдвигом фаз 90°
- Специальные трансформаторы — это трансформаторы с фиксированной разводкой обмоток, которая дает нецелое значение числа группы соединений (например, SG 0,25 = 7,5°). Они могут использоваться, например, в качестве трансформаторов преобразователей.

Дифференциальная защита трансформатора автоматически учитывает результирующее значение изменения фазы. Это означает, что изменения не требуется учитывать в настройках характеристики срабатывания дифференциальной защиты. Реверсирующий переключатель позволяет изменять полярность сдвига фазы на холостом ходу, а также под полной нагрузкой. В данном случае можно корректировать настройки блокировки ступени I-ДИФФ дифференциальной защиты.

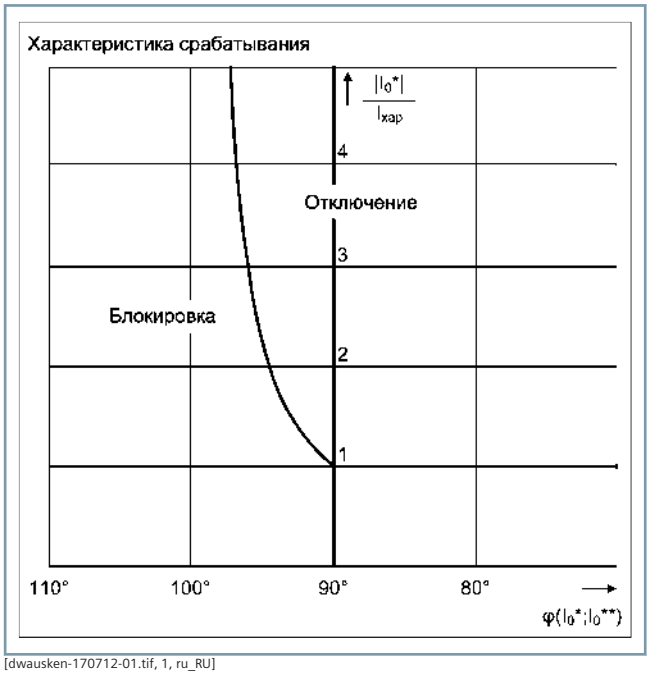
Ограниченная защита от коротких замыканий на землю (на трансформаторе) (ANSI 87N T)

Продольная дифференциальная защита может обнаруживать замыкания на землю вблизи нейтральной точки обмотки с соединением «заземленная звезда» лишь в ограниченной степени. Ограниченная защита от коротких замыканий на землю помогает решить эту задачу. Ток нейтрали и расчетный ток нулевой последовательности фазных токов оцениваются в соответствии с *Рисунок 3.2/23* и *Рисунок 3.2/24*. Превышение рабочей нагрузки в ответ на внешние замыкания на землю предотвращается путем принятия мер по стабилизации. Дополнительно к дифференциальным токам и токам торможения, основанным на переменных нулевой последовательности, также контролируются сдвиги по фазе токов нулевой последовательности друг относительно друга. Переменной отключения является ток нулевой последовательности в нейтрали.



[dwgrdpri-170712-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/23 Основной принцип работы дифференциальной защиты от коротких замыканий на землю



[dwausken-170712-01.tif, 1, ru_RU]

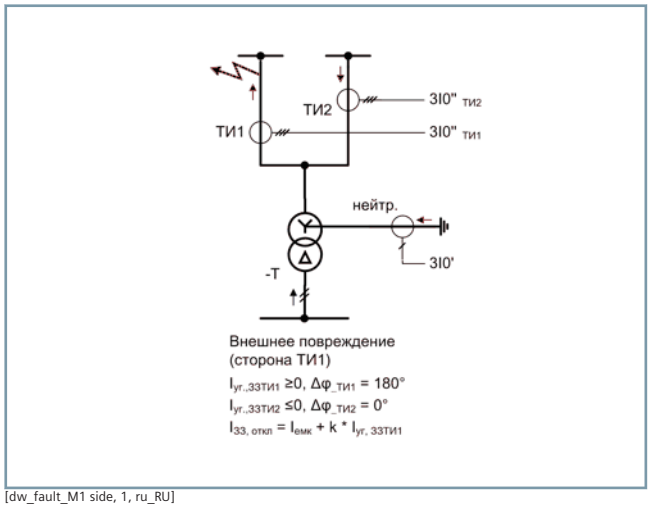
Рисунок 3.2/24 Рабочая характеристика

Для использования в автотрансформаторах приняты дополнительные меры, чтобы не допустить отказа в ответ на

внешние замыкания на землю. Функция защиты независимо определяет сторону обмотки автотрансформатора, необходимую для надежной работы функции защиты. Выбирается точка измерения, которая обеспечивает максимальный ток торможения (см. также *Рисунок 3.2/25*).

Также этот метод используется, если со стороны нейтрали имеется несколько точек измерения трехфазных токов, например как в полуторных схемах (см. *Рисунок 3.2/23* и *Рисунок 3.2/24*).

В устройствах дифференциальной защиты доступны другие функции защиты, которые могут использоваться в качестве дополнительных функций защиты и мониторинга, а также резервной защиты для предшествующих и последующих систем энергоснабжения. Также можно контролировать предельные значения.



[dw_fault_M1 side, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/25 Выбор точки измерения для нескольких вводов электроэнергии со стороны нейтрали

Дифференциальная защита электродвигателя (ANSI 87M)

- Обнаруживает короткие замыкания на землю и многофазные короткие замыкания в электродвигателях
- Обнаруживает короткие замыкания во время работы электродвигателей в системах энергоснабжения с заземленной нейтралью
- Устойчива во время процессов пуска с насыщением трансформаторов тока за счет использования интеллектуальных методов распознавания насыщения
- Надежно срабатывает с случае внутренних повреждений с большим токами за счет дополнительного органа для больших токов КЗ

Дифференциальная защита электродвигателя основана на сравнении токов (метод узлов Кирхгофа). Основной принцип заключается в том, что токи в защищаемом объекте дают в сумме нуль, когда объект находится в нормальном рабочем состоянии. Если возникает дифференциальный ток, это явный признак замыкания в защищаемом объекте.

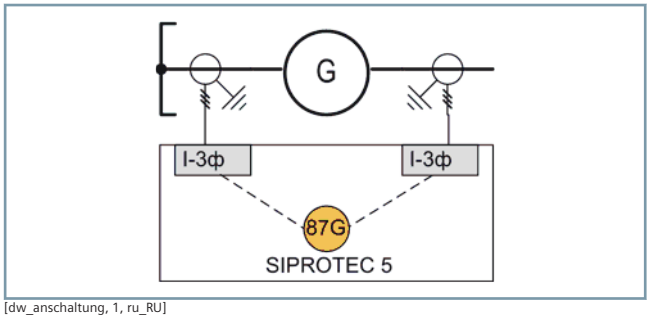
Расчет разности производится на основании определения направления тока. Направление тока определяется как положительное к защищаемому объекту. Разность токов появляется в результате векторного сложения токов.

В функции защиты важны следующие свойства:

- Рабочая кривая с торможением по току замыкания, со свободно настраиваемыми участками характеристической кривой в соответствии с *Рисунок 3.2/20*
- Дополнительная процедура торможения для защиты от внешних повреждений с насыщением трансформаторов тока. Первая процедура реагирует на замыкания с большим током и контролирует предыдущие замеры дифференциального тока (ограниченное по времени возникновение дифференциального тока за пределами дополнительной области стабилизации, см. *Рисунок 3.2/20*). Надежно обнаруживается переход к внутреннему повреждению. Вторая процедура работает с замыканиями с малыми токами. Из-за наличия постоянной составляющей в токе короткого замыкания и остаточной намагниченности трансформатора тока происходит поворот фазы тока вторичной обмотки. Если происходят скачки тока торможения и одновременно обнаруживаются постоянные составляющие в дифференциальном токе, производится оценка рабочей характеристики с ограничением времени.
- В случае асинхронных электродвигателей нарушенная передача пускового тока может привести к возникновению дифференциальных токов. При обнаружении пуска (скачок тока торможения и оценки постоянной составляющей) рабочая характеристика поднимается.
- Внутренние повреждения с большими токами обнаруживаются надежно и быстро с помощью отдельной ступени для больших токов КЗ I дифф-быстр (см. *Рисунок 3.2/19*). Для предотвращения превышения рабочей нагрузки в связи поперечными составляющим тока (например, при использовании в полуторных схемах) оцениваются мгновенные значения дифференциального тока и тока торможения. За несколько миллисекунд надежно различаются внутренние и внешние замыкания.

Дифференциальная защита генератора (ANSI 87G)

Дифференциальная защита генератора представляет собой селективную защиту от коротких замыканий для генераторов различных конструкций. Она обрабатывает токи от трехфазных трансформаторов нейтрали и трансформаторов тока со стороны выводов (см. *Рисунок 3.2/26*).



[dw_anschaltung, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/26 Подключение дифференциальной защиты генератора

В функции защиты важны следующие свойства:

- Рабочая кривая с торможением по току замыкания, со свободно настраиваемыми участками характеристической кривой в соответствии с *Рисунок 3.2/19*.
- Автоматическая коррекция несоответствия трансформатора тока
- Дополнительная процедура торможения для защиты от внешних повреждений с насыщением трансформаторов тока. Первая процедура реагирует на замыкания с большим током и контролирует предыдущие замеры дифференциального тока (ограниченное по времени возникновение дифференциального тока за пределами дополнительной области торможения, см. *Рисунок 3.2/19*). Надежно обнаруживается переход к внутреннему повреждению. Вторая процедура работает с замыканиями с малыми токами. Из-за наличия постоянной составляющей в токе короткого замыкания и остаточной намагниченности трансформатора тока происходит поворот фазы тока вторичной обмотки. Если происходят скачки тока торможения и одновременно обнаруживаются постоянные составляющие в дифференциальном токе, производится оценка рабочей характеристики с ограничением времени.
- Мониторинг скачков тока торможения (обычно во время операций пуска электродвигателя) также может использоваться для предотвращения превышения рабочей нагрузки в ответ на внешние повреждения. При обнаружении скачка рабочая кривая поднимается на определенное время.
- Внутренние повреждения с большими токами обнаруживаются надежно и быстро с помощью отдельной ступени для больших токов КЗ I дифф-быстр (см. *Рисунок 3.2/20*). Для предотвращения превышения рабочей нагрузки оцениваются мгновенные значения дифференциального тока и тока торможения. За несколько миллисекунд надежно различаются внутренние и внешние замыкания.

Дифференциальная защита системы шин (ANSI 87B)

Защита системы шин — это селективная, надежная и быстродействующая защита от коротких замыканий шин в сетях среднего, высокого и сверхвысокого напряжения с разнообразными конфигурациями системы шин.

Защита пригодна для распределительного оборудования с трансформаторами тока с замкнутым сердечником или линейной характеристикой.

Ее малое время срабатывания особенно полезно в случае коротких замыканий с большими токами или если существует риск для устойчивости системы энергоснабжения.

Модульная структура аппаратного обеспечения позволяет оптимально адаптировать защиту к конфигурации системы.

Функция защиты имеет следующие особенности:

- Измерение и отображение, селективные по фазам
- Селективное отключение неисправных секций системы шин
- Дополнительная контрольная зона, не зависящая от положениия разъединителей, в качестве дополнительного критерия отключения
- Минимальное время отключения (< 10 мс)
- Наилучшая устойчивость в случае внешних коротких замыканий даже при насыщении измерительных трансформаторов за счет торможения с использованием токов сквозного короткого замыкания
- Характеристики отключения со свободно настраиваемыми участками, как показано на XXX
- Дополнительно можно активировать чувствительную характеристику отключения от замыканий с малыми токами, например, в системах с заземлением нейтрали через сопротивление, как показано на
- Низкие требования к времени работы трансформаторов тока без насыщения в связи с быстрым обнаружением внутренних и внешних повреждений в течение 2 мс
- Три взаимодействующих метода измерения обеспечивают минимальное время отключения после коротких замыканий шин и максимальную устойчивость в случае больших сквозных токов короткого замыкания

Встроенное устройство резервирования отказов выключателей распознает неисправности выключателя в случае короткого замыкания системы шин и передает сигнал отключения на противоположный конец ЛЭП. В случае отказа шиносоединительного выключателя отключается соседняя шина.

Дифференциальная защита батареи конденсаторов (ANSI 87C)

- Обнаруживает короткие замыкания на землю и многофазные короткие замыкания в батареях конденсаторов
- Обнаруживает короткие замыкания батарей конденсаторов в системах с заземленной нейтралью
- Обеспечивает необходимые процедуры торможения при включении
- Безопасное и очень быстрое отключение в случае внутренних повреждений с большими токами КЗ с использованием дополнительной ступени.

Дифференциальная защита по напряжению для батарей конденсаторов (ANSI 87V)

Функция дифференциальной защиты по напряжению используется для обнаружения замыканий емкостных элементов в батарее конденсаторов. Она может использоваться, если в системе конденсаторов имеется регулятор напряжения. Функция рассчитывает дифференциальное напряжение на основании разности фаз между входным напряжением, умноженным на коэффициент масштабирования, и напряжением шины.

Устройство определения места повреждения (FL)

Одностороннее ОМП (определение места повреждения)

Встроенное устройство определения места повреждения рассчитывает полное сопротивление замыкания и расстояние до повреждения. Результат выдается в Омах, милях, километрах или процентах длины линии электропередачи. Также возможна компенсация параллельной линии и тока нагрузки.

Двухсторонее ОМП (в процессе подготовки)

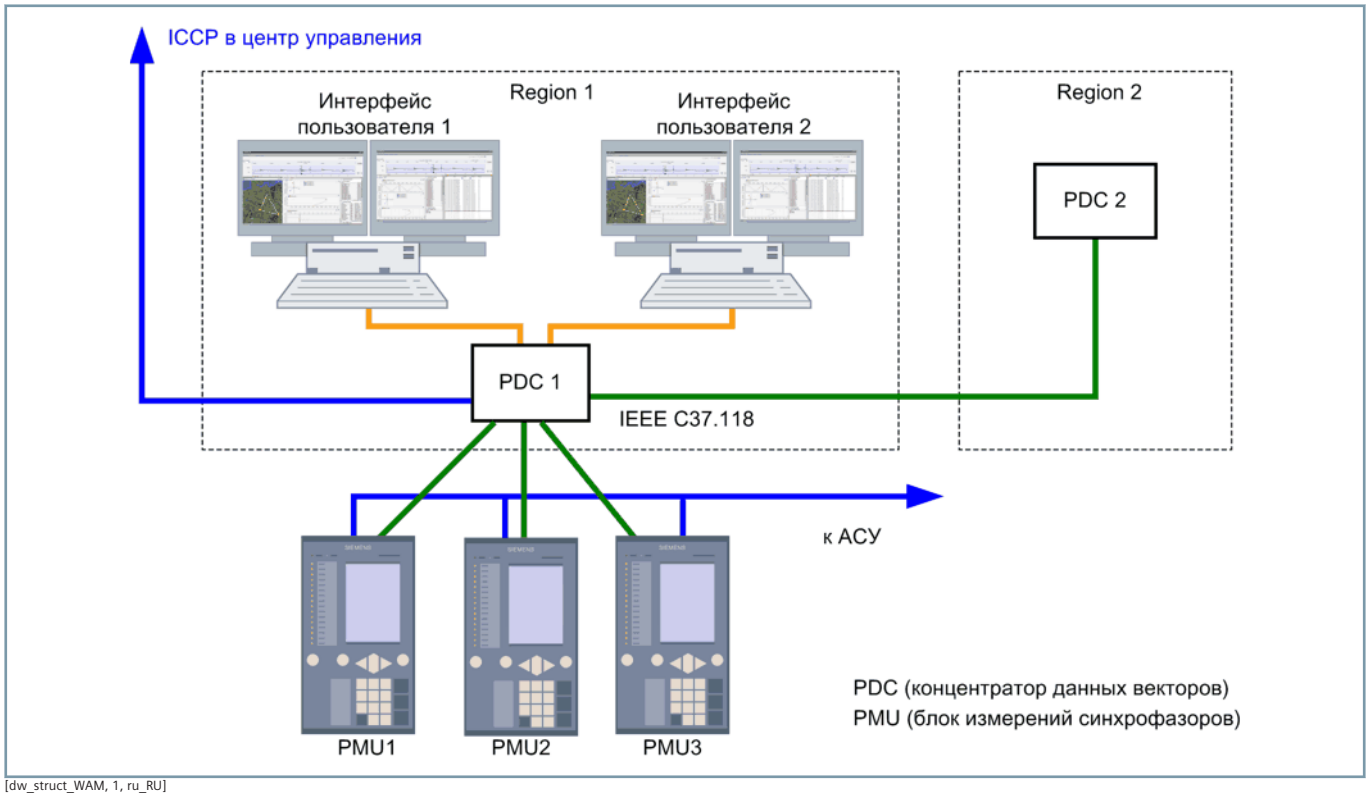
В связи с наличием тока нагрузки между напряжениями с двух концов линии электропередачи имеется сдвиг по фазе. Этот угол и возможные различия в фазовом угле полного сопротивления источника вызывают сдвиг по фазе между токами с двух концов линии. В результате, падение напряжения на RF (сопротивление замыкания) зависит от этого угла между токами RF. Измерение с одного конца не позволяет скомпенсировать данный эффект.

В качестве опции для линии электропередачи с двухсторонним питанием доступна функция определения места повреждения с измерением с двух концов линии электропередачи. Используется полная модель линии. Благодаря этой функции существенно повышается точность измерения на длинных линиях под большой нагрузкой и с большими сопротивлениями короткого замыкания.

Синхронизированные векторные измерения (PMU)

Синхронизированные векторные измерения (PMU) вносит существенный вклад в динамический мониторинг переходных процессов в системах энергоснабжения. Преимущество перед стандартными действующими значениями заключается, во-первых, в том, что передаются векторные значения тока и напряжения. Во-вторых, каждое измеренное значение включает точную метку времени и поэтому соотносится с каналом передачи, по которому оно передано, независимо от задержки. Векторы и аналоговые значения передаются PMU с настраиваемой частотой повторения (частотой передачи отчетности). Благодаря высокоточной синхронизации времени (посредством GPS) на основании фазовых углов и динамических кривых сравниваются измеренные значения с разных подстанций, находящихся на больших расстояниях друг от друга, и делаются выводы относительно состояния системы и динамических явлений, таких как качания мощности

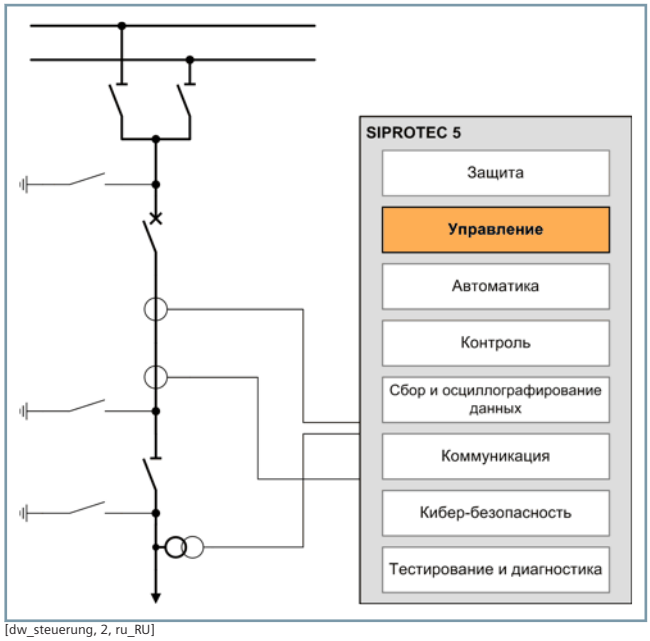
Функция PMU передает свои данные через встроенный модуль Ethernet с использованием стандартного протокола IEEE C37.118. Оценка может производиться с помощью территориально-распределенной системы мониторинга (*Рисунок 3.2/27*), например SIGUARD PDP (процессор фазовых векторов).



[dw_struct_WAM, 1, ru_RU]

Рисунок 3.2/27 Использование устройств SIPROTEC 5 в качестве устройств синхронизированных векторных измерений в системе оценки SIGUARD PDP

Управление



[dw_steuerung, 2, ru_RU]

Рисунок 3.3/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — управление

Серия SIPROTEC 5 включает в себя все функции защиты и контроля уровня присоединений, которые необходимы для эффективной работы распределительного устройства.

Для удобства местного управления доступны большие свободно настраиваемые графические экраны схем управления. Часто используемые операции, такие как запуск последовательностей коммутаций или отображение списка сообщений, можно выполнять с помощью одной из 9 функциональных клавиш. Необходимая безопасность обеспечивается ключами управления для местного/удаленного и взаимно блокируемого/неблокируемого переключения.

Поставляемые шаблоны типового применения охватывают все возможные функции, которые могут понадобиться клиенту для его конкретного применения. Функции защиты и управления имеют доступ к одним и тем же логическим элементам. С точки зрения коммутационных устройств функции защиты и управления имеют одинаковый приоритет.

Модульное наращиваемое аппаратное обеспечение может быть оптимизировано в зависимости от условий системы. Клиент может просто соединить в одну структуру желаемое количество аппаратных средств. Например, одно устройство серии SIPROTEC 5 может использоваться для управления и мониторинга всей полуторной схемы.

Новый уровень качества управления обеспечивается применением стандарта связи МЭК 61850. Например, могут быть обрабатываться дискретные данные от присоединенных устройств, а данные (например, для взаимной блокировки нескольких полевых устройств) могут передаваться между устройствами. Перекрестные связи с использованием GOOSE-сообщений обеспечивают эффективные решения, поскольку в этом случае проводные схемы заменяются телеграммами данных.

Уже сейчас все устройства могут управлять 4 объектами коммутации (выключатели, разъединители или заземлители) с помощью базового блока управления. Опционально можно активировать дополнительные объекты коммутации и блоки последовательностей коммутаций (последовательности коммутаций CFC).

Регулятор напряжения трансформатора (ANSI 90V)

Функция регулятора напряжения трансформатора (ANSI 90V) используется для управления силовыми трансформаторами (двухобмоточными трансформаторами), трехобмоточными трансформаторами (соединительными трансформаторами) и автотрансформаторами с помощью переключателя выходных обмоток с электроприводом. Данная функция рассчитана на управление следующими параметрами:

- Для двухобмоточных трансформаторов: напряжение на вторичной обмотке силового трансформатора
- Для трехобмоточных трансформаторов: напряжение вторичной обмотки 1 или 2
- Для трансформаторов соединения с сетью: напряжение обмотки 1 или обмотки 2, выбирается в зависимости от направления мощности

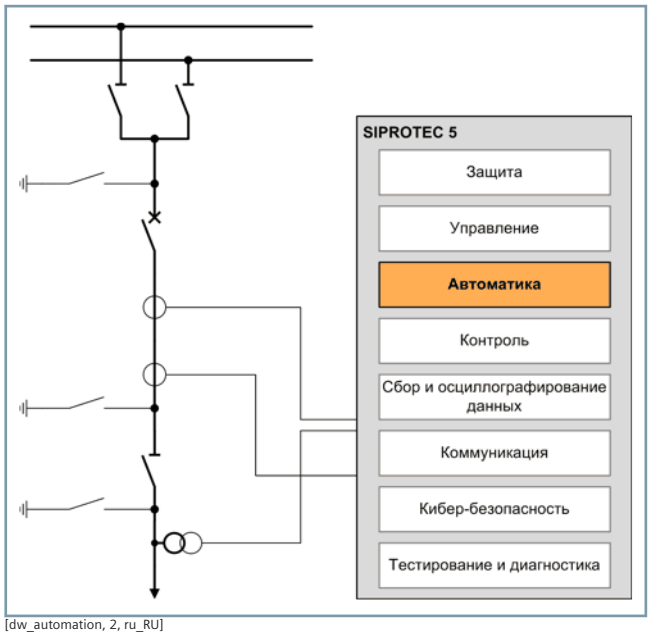
Функция обеспечивает автоматическое регулирование напряжения в предустановленном диапазоне напряжения со стороны вторичной обмотки трансформатора или в точке удаленной нагрузки (Z-компенсация или R/X-компенсация) системы. Для компенсации колебаний напряжения в сложнозамкнутой сети используйте процедуру LDC-Z (Z-компенсация). Для падений напряжения на линии можно использовать процедуру LDC-X и R (R/X-компенсация).

Принцип управления основан на том, что команда повышения или понижения для переключателя выходных обмоток вызывает увеличение или уменьшение напряжения в зависимости от изменения напряжения (ΔV) на каждом шаге.

Функция регулирования напряжения на каждом шаге сравнивает фактическое измеренное напряжение ($V_{факт}$) с заданным целевым напряжением ($V_{цел}$). Если разность выходит за пределы установленного диапазона (B), по истечении установленной задержки (T1) передается команда повышения или понижения для переключателя выходных обмоток.

Функция регулирования напряжения также контролирует ток со стороны первичной и вторичной обмоток, чтобы блокировать регулятор в недопустимых рабочих условиях (чрезмерный ток/недостаточный ток, перенапряжение/недостаточное напряжение, обратная мощность).

Автоматика



[dw_automation, 2, ru_RU]

Рисунок 3.4/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — автоматика

Встроенный графический редактор автоматизации CFC (непрерывная функциональная схема) позволяет быстро и просто создавать логические схемы. DIGSI 5 поддерживает эту функцию с мощными логическими блоками, основанными на стандарте МЭК 61131-3. Все устройства уже имеют мощный базовый пакет автоматизации. Это позволяет легко реализовывать специальные функции для автоматизации коммутационного или распределительного устройства.

Доступны различные ступени расширения для непрерывных функциональных схем, позволяющие реализовывать конкретные решения.

- Функциональная схема (CFC), базовая
- Функциональная схема (CFC), арифметическая

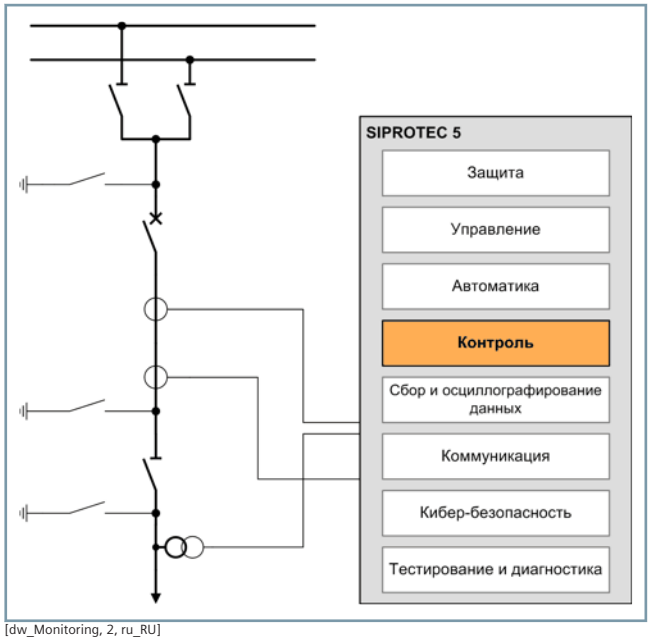
С помощью непрерывной функциональной схемы базового блока можно напрямую графически связать все внутренние цифровые данные, такие как сигналы внутренней защиты или рабочие состояния, с логическими блоками и обрабатывать их в реальном времени. С помощью блока арифметической функциональной схемы (CFC) также можно связывать измеренные значения или контролировать их по отношению к предельным значениям.

Примеры применения автоматизации:

- Проверки взаимных блокировок
- Последовательности коммутаций
- Формирование сообщений или выполнение коммутационных операций
- Сообщения или сигналы тревоги, получаемые комбинированием доступной информации
- Сброс нагрузки в питающей линии
- Управление децентрализованными источниками питания
- Изменение передаваемой мощности в зависимости от состояния сети
- Автоматическое разделение энергосистемы в случае возникновения проблем с ее устойчивостью.

Разумеется, устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют системе автоматизации подстанций, такой как SICAM PAS/PQS, все необходимые данные, таким образом предлагая целостные, интегрированные и эффективные решения для дальнейшей автоматизации.

Мониторинг



[dw_Monitoring, 2, ru_RU]

Рисунок 3.5/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — мониторинг

Устройства SIPROTEC 5 могут выполнять широкий круг задач мониторинга.

Они подразделяются на следующие группы:

- Самодиагностика
- Мониторинг устойчивости системы энергоснабжения
- Мониторинг качества электроэнергии
- Мониторинг оборудования (мониторинг состояния)

Самодиагностика

Устройства SIPROTEC 5 снабжены многочисленными функциями мониторинга. Они обнаруживают неисправности, внутренние и внешние, во вторичных цепях, а также сохраняют данные неисправностей в журналах и передают информацию о них. Эта сохраненная информация используется для регистрации сбоев устройств и помогает в определении причин сбоев для принятия соответствующих корректирующих мер.

Устойчивость системы энергоснабжения

Мониторинг сети объединяет все системы мониторинга, необходимые для обеспечения устойчивости системы энергоснабжения при ее нормальной работе. Устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют все необходимые функции для мониторинга сети, например, такие как регистрация аварийных событий, непрерывная регистрация, ОМП и синхронизированные векторные измерения (PMU). Данные функции позволяют отслеживать нарушения предельных значений параметров системы энергоснабжения (например, оценка динамической устойчивости посредством контроля угла нагрузки) и активно реагировать соответствующим образом. Эти данные систем управления сетями также могут использоваться в качестве входных переменных для оперативного расчета потоков мощности и обеспечивают существенно более быстрое реагирование при изменении состояния системы энергоснабжения.

Качество электроэнергии

Помимо собственно наличия электроэнергии, конечным потребителям также требуется и ее высокое качество. Возрастающее применение компонентов силовой электроники может оказывать влияние на качество электроэнергии, связанное с нагрузкой. Низкое качество электроэнергии может стать причиной перерывов в работе, отключения производственного оборудования и увеличения затрат. Соответственно, очень важно измерить и оценить переменные системы энергоснабжения с высокой точностью согласно общепринятым нормам качества в соответствии с определениями в EN 50160.

Для этой цели устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют соответствующие регистраторы качества электроэнергии, например SIPROTEC 7KE85. Они используются для раннего обнаружения слабых мест, чтобы можно было принять корректирующие меры. С помощью системы SICAM PQS централизованно архивируется и анализируется большой объем данных.

Оборудование

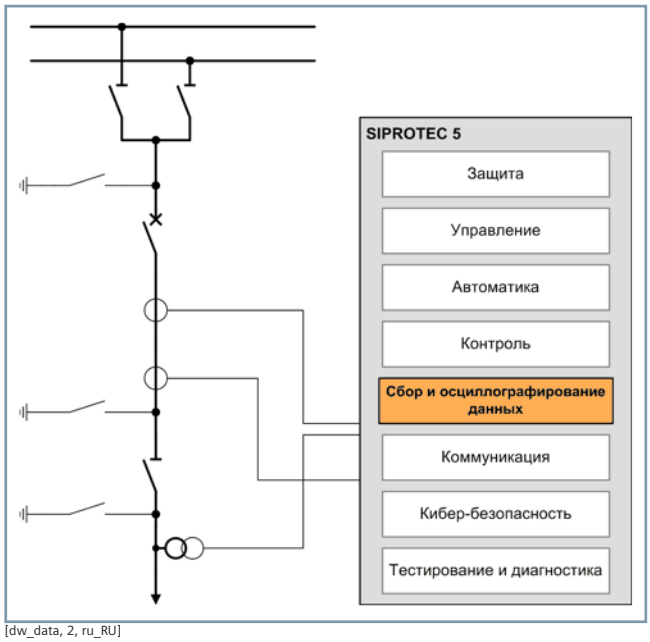
Мониторинг состояния — это важный инструмент управления активами и сопровождения в процессе эксплуатации, который дает преимущества как для компании, так и для окружающей среды. К оборудованию, которое обычно требует мониторинга, относятся, например, выключатели, силовые трансформаторы и газовые отсеки комплектных элегазовых распределительных устройств (КРУЭ).

Входы измерительного преобразователя (от 0 до 20 мА) обеспечивают подключение различных датчиков и мониторинг неэлектрических переменных, таких как давление, плотность и температура газа. Таким образом, устройства серии SIPROTEC 5 позволяют выполнять множество задач, связанных с мониторингом.

Устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют технологические интерфейсы, журналы, регистраторы и функции автоматизации, необходимые для мониторинга оборудования:

- Значения технологических параметров хранятся с метками времени в операционном журнале.
- Статистика работы выключателей дает необходимые данные для проведения техобслуживания распределительного оборудования по состоянию.
- Переменные технологические параметры (например, давление, утечка SF6, скорость, температура и т. д.) отслеживаются с помощью датчиков, подключенных к измерительным преобразователям, для предотвращения превышения их предельных значений.
- С помощью внешних измерительных устройств 20 мА или датчиков температуры, подключенных последовательно или по Ethernet, можно определять и обрабатывать другие измеренные значения.

Сбор данных и регистрация



[dw_data, 2, ru_RU]

Рисунок 3.6/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — сбор данных и регистрация

Записанные и регистрируемые данные присоединенных устройств дают полное представление о производственном процессе. Они отражают историю присоединения. Также они используются функциями устройств серии SIPROTEC 5 для мониторинга и решения задач по автоматизации в пределах присоединения и подстанции. Таким образом, эти данные представляют собой базу для работы функций, доступных сегодня, и для будущих применений.

Измерения и PMU

Большое количество измеренных значений рассчитывается на основе входных аналоговых переменных, которые отражают текущее состояние процесса. В зависимости от типа устройства доступны следующие базовые измеренные значения:

- Рабочие измеренные значения
- Вектора значений промышленной частоты и симметричные составляющие
- Специальные измеренные значения для целей защиты, например дифференциальный ток и ток торможения для дифференциальной защиты
- Средние значения
- Максимальные и минимальные значения
- Измеренные значения энергии
- Статистические значения
- Предельные значения

Помимо базовых измеренных значений, в устройствах также могут быть активированы блоки синхронизированных векторных измерений (PMU — Phase Measurement Unit).

Синхронизированные векторные измерения используются в ряде областей применения для мониторинга устойчивости сети. С этой целью устройства серии SIPROTEC 5 регистрируют необходимые данные PMU. К ним относятся высокоточные векторы с метками времени, которые несут информацию о частоте сети и ее изменении. Эти данные могут быть переданы в центральные аналитические системы с помощью высокоэффективных коммуникационных систем.

Измеренные значения отображаются в относительных единицах как для первичных, так и для вторичных величин, а также номинальных величин. Эти данные также доступны и для других применений, например, они передаются в центры управления системами или используются для решения задач автоматизации.

Для каждого устройства доступно до 40 аналоговых входов. Устройство защиты системы шин SIPROTEC 7SS85 поддерживает до 80 аналоговых входов.

Аналоговые входы устройств серии SIPROTEC 5 можно выбрать с соответствующим классом точности и динамическим диапазоном, которые подходят для подключения как к релейной, так и к измерительной обмотке. Инновационная технология токовых клемм позволяет при необходимости с легкостью изменять их на месте. Все аналоговые входы откалиброваны на заводе-изготовителе и поэтому обеспечивают максимальную точность.

Типичные значения точности:

- V, I ≤ 0,1 % при $f_{ном}$
- V, I ≤ 0,3 % в расширенном частотном диапазоне ($f_{ном}$ – 10 Гц, $f_{ном}$+ 10 Гц)
- P ≤ 0,3 % при $f_{ном}$
- P ≤ 0,5 % в расширенном частотном диапазоне ($f_{ном}$ – 10 Гц, $f_{ном}$+ 10 Гц)
- Q ≤ 1,0 % при $f_{ном}$
- Q ≤ 1,5 % в расширенном частотном диапазоне ($f_{ном}$ – 10 Гц, $f_{ном}$+ 10 Гц)

Таким образом, отпадает необходимость в отдельных измерительных преобразователях (аналоговых входах). Измерение данных с высокой точностью обеспечивает более широкие возможности управления электроэнергией и значительно облегчает процесс ввода в эксплуатацию. Таким образом, устройства серии SIPROTEC 5 предоставляют следующие измеренные значения для анализа и дальнейшей обработки:

- Базовые измеренные значения с большим динамическим диапазоном и высокой точностью (релейная обмотка ТТ)
- Базовые измеренные значения с очень высокой точностью (измерительная обмотка ТТ)
- Синхронные измерения векторов с метками времени высокой точности для решения дальнейших задач, таких как мониторинг устойчивости сети
- Обнаружение сигналов тока и напряжения до 50-й гармоники с высокой точностью для реализации выбранных функций защиты (таких как защита от тепловой перегрузки, защита от импульсного перенапряжения для конденсаторов) и определения рабочих измеренных значений

Регистратор

В устройствах серии SIPROTEC 5 различные журналы данных и регистраторы событий обеспечивают запись больших объемов данных. Они оснащены большим количеством аналоговых и дискретных входов и имеют высокую частоту дискретизации. Возможно преобразование чрезвычайно широкого диапазона записанных данных. Оно выполняется либо постоянно, либо по различным критериям пуска.

Помимо надежного хранения данных на внутренних запоминающих устройствах устройства серии SIPROTEC 5 могут также передавать данные в диспетчерские центры. Таким образом, клиент получает возможность мониторинга сетей по типовым параметрам.

Регистратор аварийных событий

Регистратор аварийных событий (аварийный осциллограф) в устройствах защиты и контроллерах присоединения производит запоминание аналоговых и дискретных сигналов во время аварийного события, например при коротком замыкании или замыкании на землю, и сохраняет эти данные с точной меткой времени для последующего анализа. Вычисляемые измеряемые величины, такие как мощность или частота, также могут быть интегрированы в функцию осциллографирования. Анализ данных выполняется после их считывания из устройства программой DIGSI с использованием SIGRA. Зарегистрированные данные архивируются, чтобы предотвратить их потерю в случае отключения питания. Аналоговые и дискретные сигналы, записываемые при осциллографировании, могут задаваться пользователем, а время доаварийной записи и время удержания могут задаваться в широком диапазоне. Регистратор аварийных событий в устройствах серии SIPROTEC 5 обеспечивает большую продолжительность записи с исключительной точностью.

- Регистрация всех аналоговых каналов
- Частота дискретизации задается в диапазоне от 1 кГц до 8 кГц
- Большой объем памяти для отдельных записей позволяет записывать осциллограммы по 20 с при записи 24 каналов с частотой дискретизации 8 кГц
- Емкость памяти — до 128 осциллограмм
- Общая длительность всех записей ограничена доступной емкостью ЗУ и зависит от количества сконфигурированных каналов и частоты дискретизации.
  Пример
  – Защита линии с 8 аналоговыми каналами (4 I, 4 U)
  – Частота дискретизации 1 кГц, 6 каналов измеряемых величин и 20 дискретных каналов: результирующий объем памяти устройства около 890 с!
- До 100 свободно конфигурируемых дискретных каналов и 50 дополнительных аналоговых каналов записи измеряемых величин.
- **В связи с большим количеством измеряемых величин (до 120) устройство SIPROTEC 7SS85 имеет другую длительность записи.**
- **Регистратор аварийных событий SIPROTEC 7KE85 имеет еще больше функций:**
  – Расширенные критерии пуска: градиентная пусковая схема (ΔM/Δt); пуск от дискретных сигналов; пуск от сигнала, полученного по сети, и т. д.
  – Более высокая частота дискретизации 16 кГц и до 40 аналоговых каналов
  – Увеличенная продолжительность записи благодаря дополнительно установленному внутреннему ЗУ большой емкости

Описание регистраторов с большей частотой дискретизации, меньшей частотой дискретизации и непрерывной записью, а также функций пуска см. в руководстве «Регистратор аварийных событий 7KE85».

Синхронизация времени

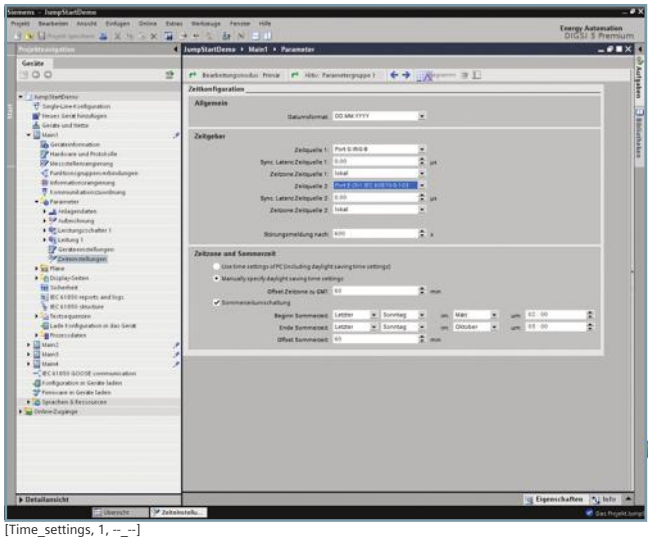
Чтобы можно было сравнивать записи регистраторов аварийных событий, удаленных друг от друга, требуется очень точная синхронизация времени всех устройств. Поэтому синхронизация времени является важным свойством и должна обеспечиваться с высокой точностью. В частности, точные метки времени требуются для функции синхронизированных векторных измерений (PMU). *Рисунок 3.6/2*.

Синхронизация времени осуществляется по 1 или 2 синхронизаторам. В зависимости от источника времени достигается точность от 1 мс до 1 мкс. События регистрируются с меткой даты и времени с точностью 1 мс.

По выбору синхронизация времени реализуется с помощью следующих средств:

- Сигнал DCF77
- Сигнал IRIG-B
- Протокол SNTP
- Протокол автоматизации подстанции (например, МЭК 60870-5-103, МЭК 61850)
- Протокол IEEE 1588 (точность: 1 мкс)
- Секундный импульс (для специальных высокоточных применений)
- Протокол DIGSI 5 (не циклично)
- Ведущее устройство синхронизации времени интерфейса защиты
- Встроенные кварцевые часы

Функция синхронизации времени устройства имеет резервное питание от батарейки. Таким образом, внутренние кварцевые часы продолжают идти с необходимой точностью даже в случае пропадания оперативного питания.

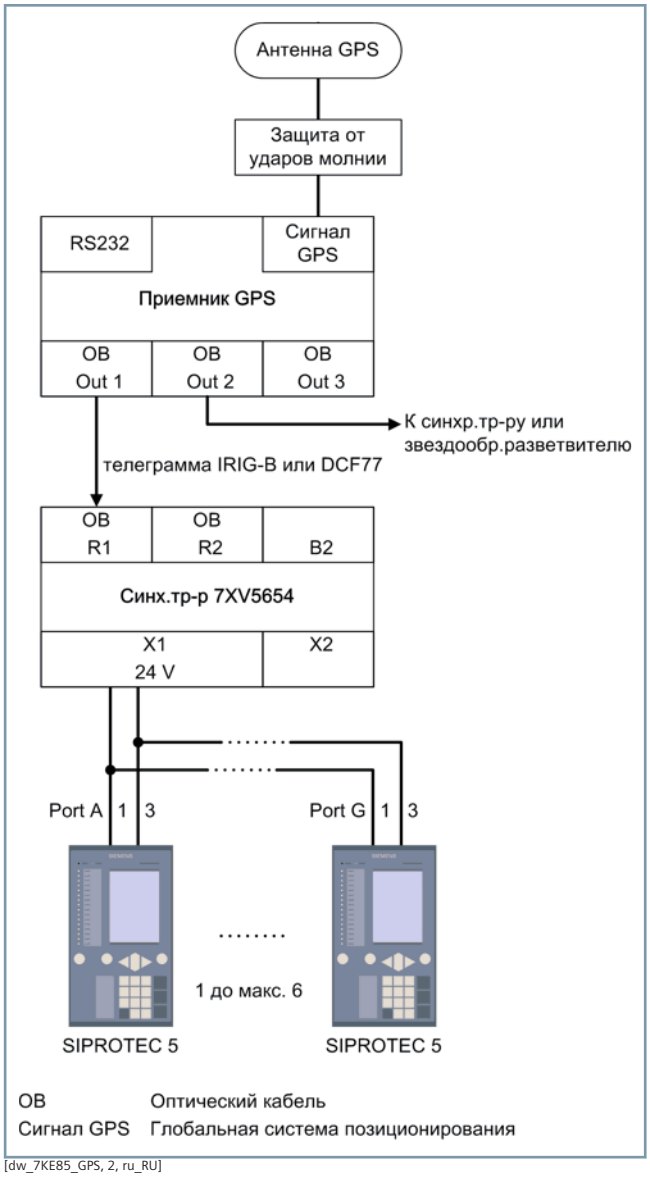


[Time_settings, 1, --_--]

Рисунок 3.6/2 Установка времени в DIGSI 5

Приемник сигналов времени GPS для IRIG-B, DCF77

Рекомендуемый приемник сигналов времени GPS производства Meinberg (*Рисунок 3.6/3*) синхронизирует внутреннее время всех подключенных устройств защиты. Внутренние часы устройств защиты обновляются с помощью соответствующей телеграммы (IRIG-B, DCF77). Также можно использовать волоконно-оптическую линию для передачи сигналов времени (телеграмм или секундных интервалов) без помех даже на большие расстояния и в среде с электромагнитными помехами. Устройства SIPROTEC 5 обычно поддерживают резервированную синхронизацию времени. Информацию о времени могут передавать два внешних устройства задания и синхронизации времени. Одно функционирует как первичный источник времени. При его отказе происходит переключение на второе (дополнительное) устройство задания и синхронизации времени.



[dw_7KE85_GPS, 2, ru_RU]

Рисунок 3.6/3 Устройство SIPROTEC 5 с синхронизацией времени IRIG-B или DCF77

Буфер журнала событий

В буфере журнала событий важные события снабжаются меткой времени (с точностью до 1 мс) для последующего анализа.

Большая продолжительность записи обеспечивается благодаря буферам журнала событий с большой емкостью и отдельным журналам для различных категорий событий. События, подлежащие внесению в журнал, являются свободно конфигурируемыми, что обеспечивает лучшую управляемость. Также осуществляется поддержка конфигурации буферов журнала событий для цикличных или событийно-управляемых записей на предприятии конкретного клиента.

Удобство и тщательность анализа

Буферы журнала событий различных категорий событий обеспечивают более легкий и целенаправленный анализ.

Записываются изменения параметров и данных конфигурации.

Эксплуатационная надежность

Аппаратное и программное обеспечение находятся под постоянным контролем функции самодиагностики, и все неисправности незамедлительно обнаруживаются. Таким образом, одновременно достигается высокий уровень безопасности, надежности и эксплуатационной готовности. Важные данные по основным операциям техобслуживания (например, контролю батареи), дефектам аппаратного обеспечения, обнаруженным путем проведения самодиагностики, или проблемы совместимости регистрируются отдельно в журнале диагностики. Все записи снабжены инструкциями по принятию необходимых мер. Следующая таблица содержит обзор типового журнала.

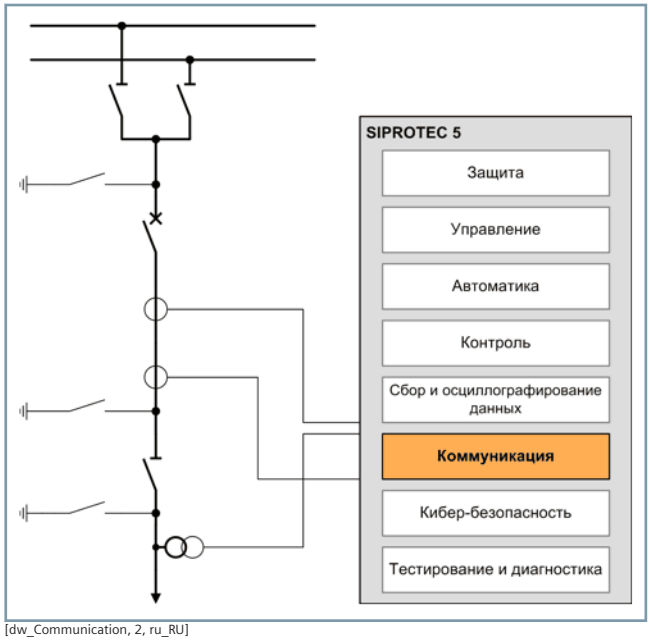
Записи в журнале и данные об аварийных событиях сохраняются даже при пропадании оперативного или батарейного питания.

Оперативный журнал	2000 сообщений	Циклическая регистрация рабочих сообщений (например, процессов управления)
Журнал повреждений	1000 сообщений на каждое повреждение	Регистрация всех повреждений по событиям. Может сохраняться до 128 повреждений. Для каждого повреждения может быть сохранено до 1000 сообщений.
Специальный пользовательский журнал	200 сообщений	Опциональный журнал цикличной или событийно-управляемой регистрации сигналов, заданных пользователем
Журнал чувствительных замыканий на землю	100 сообщений на каждое повреждение	Регистрация всех замыканий на землю по событиям. Может сохраняться до 10 замыканий на землю. Для каждого замыкания на землю может быть сохранено до 100 сообщений.
Журнал истории настройки параметров (не может быть удален)	200 сообщений	Регистрация всех изменений уставок и загрузок конфигурации
Журнал связи	500 сообщений	Регистрация состояний всех сконфигурированных соединений связи, таких как сбои в работе, операции тестирования и диагностики и загрузка линий связи
Журнал безопасности (не может быть удален)	500 сообщений	Регистрация успешных и неуспешных попыток доступа к зонам устройства с ограниченными правами доступа
Журнал диагностики	500 сообщений	Регистрация и отображение инструкций по специальным мерам для необходимых операций техобслуживания (например, для контроля батареи), дефектов аппаратного обеспечения, обнаруженных путем самодиагностики, или проблем совместимости.

Таблица 3.6/1 Обзор типовых журналов событий

Устройства серии SIPROTEC 5 оснащены высокоэффективными интерфейсами связи. Данные интерфейсы являются встроенными или могут быть расширены посредством вставных модулей для достижения высокой гибкости коммуникационных возможностей. Концепция вставных модулей и загружаемых протоколов обеспечивает взаимозаменяемость и модернизацию оборудования.

Связь



[dw_Communication, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — связь

Устройства серии SIPROTEC 5 оснащены высокоэффективными интерфейсами связи. Это могут быть как встроенные интерфейсы, так и интерфейсы, получаемые при использовании дополнительных модулей для обеспечения высокого уровня безопасности и гибкости. Для использования доступны различные модули связи. В то же время модуль не зависит от используемого протокола. Протокол может быть загружен согласно применению. Особое внимание было уделено реализации полного резервирования системы связи:

- Несколько интерфейсов связи, последовательных или на базе Ethernet
- Большое количество протоколов связи, последовательных и на базе Ethernet (например, МЭК 60870-5-103, DNP3 последовательный и TCP, Modbus TCP, МЭК 60870-5-104 и МЭК 61850 Ed1 и Ed2)
- Полная доступность кольцевой схемы связи при необходимости вывода из работы коммутатора («свитча») для проведения техобслуживания
- Протоколы резервирования Ethernet PRP и HSR
- Большое количество вставных модулей, поддерживающих разные протоколы связи

Позиции вставных модулей устройства

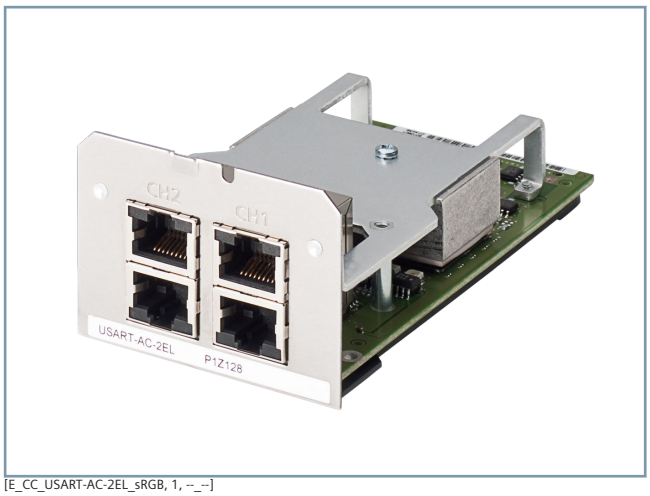
Базовый модуль может быть расширен с помощью разъемов для модулей E и F. Все доступные модули устанавливаются в них. Если двух разъемов в базовом модуле недостаточно, можно использовать модуль расширения CB202, предназначенный для установки 3 дополнительных вставных модулей. В разъемы N и P могут быть установлены любые дополнительные вставные модули. В разъем M могут быть установлены модули расширения аналоговых сигналов. В этот разъем нельзя установить последовательные модули и модули Ethernet.

Вставные модули последовательных интерфейсов

Вставные модули последовательных проводных интерфейсов применяются, если необходимо использовать асинхронные последовательные протоколы, например МЭК 60870-5-103, DNP 3. Оптические модули 820 нм/1300 нм и 1550 нм также могут использоваться в качестве интерфейса защиты для организации соединения «точка-точка».

Модуль последовательного электрического интерфейса RS485

В этом модуле присутствует либо 1 интерфейс (USART-AB-1EL), либо 2 интерфейса (USART-AC-2EL) RS485. Применение разъемов RJ45 позволяет собирать экономичную последовательную шину RS485 с соединительными кабелями, которые просто пропускаются сквозь нее. Это экономит время на выполнение соединений и расходы на прокладку кабелей. *Рисунок 3.7/2* иллюстрирует модуль с 2 последовательными электрическими интерфейсами, на которых выполняются 2 независимых приложения с последовательными протоколами.



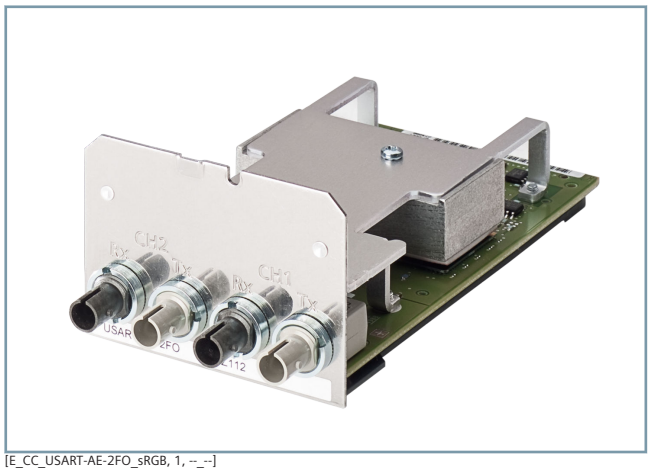
[E_CC_USART-AC-2EL_sRGB, 1, --_--]

Рисунок 3.7/2 Двойной модуль последовательных электрических интерфейсов (USART-AC-2EL)

Модуль последовательного оптического интерфейса 820 нм

Этот модуль может быть оснащен 1 (USART-AD-1FO) или 2 (USART-AE-2FO) оптическими интерфейсами 820 нм (*Рисунок 3.7/3*), с помощью которых может быть выполнено соединение на расстояние 1,5–2 км с помощью многомодового оптоволокна 62,5/125 мкм. Оптические соединения выполняются через ST-коннекторы. Помимо последова-

тельных протоколов, на модуле может быть запущен последовательный синхронный «защитный» интерфейс, а с помощью многомодового оптоволокна могут быть выполнены прямые оптические соединения. Таким образом, 2 устройства могут либо производить обмен данными, например, дифференциальная защита через прямые непротяженные соединения, либо они могут быть соединены посредством коммуникационных сетей с помощью конвертера 7XV5662. Кроме того, модуль может быть непосредственно подключен к входу оптического мультиплексора согласно стандарту IEEE C37.94.



[E_CC_USART-AE-2FO_sRGB, 1, --_--]

Рисунок 3.7/3 Двойной модуль последовательных оптических интерфейсов 820 нм (USART-AE-2FO)

Модуль последовательного оптического интерфейса 1300 нм/1550 нм

Модули дальней связи используются для синхронного последовательного обмена данными защит по многомодовому или одномодовому оптоволокну. Доступны варианты с 1 или 2 интерфейсами (*Таблица 3.7/1*). Оптические соединения выполняются через дуплексные LC-разъемы.

Длина волны	Обозначение модуля с 1 или 2 интерфейсами	Применение
1300 нм	USART-AF-1LDFO, USART-AU-2LDFO	Макс. 24 км через 2 одномодовых оптоволокна или макс. 4 км через 2 многомодовых оптоволокна
1300 нм	USART-AG-1LDFO, USART-AV-2LDFO	Макс. 60 км через одномодовое оптоволокно
1550 нм	USART-AK-1LDFO, USART-AY-2LDFO	100 км через одномодовое оптоволокно

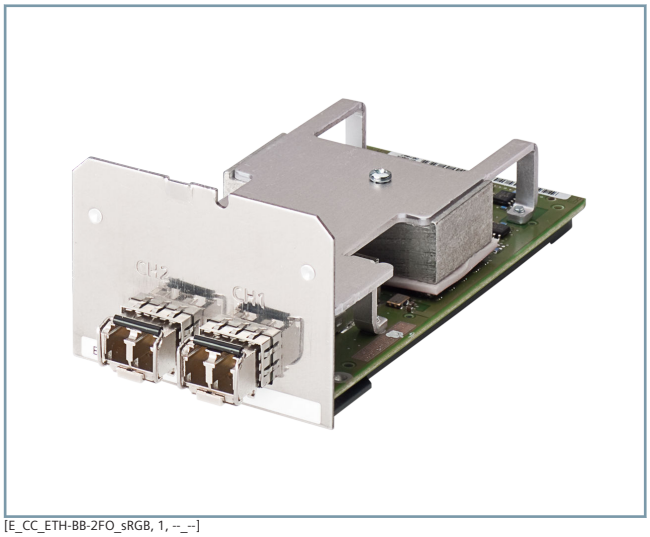
Таблица 3.7/1 Модули дальней связи для различных расстояний для соединений «точка-точка» по 2 оптоволоконным каналам

Попарное использование модулей

Специальные модули позволяют осуществлять двусторонний обмен данными по одному оптическому волокну. Это позволяет экономить один оптический кабель для каждого канала обмена данными по оптоволоконным линиям, не ограничивая функциональность по сравнению с соединениями, использующими два оптоволокна для двусторонней связи. Передача данных этими модулями выполняется на длине волны 1300 нм или 1550 нм, но они должны использоваться попарно (см.*Таблица 3.7/1* и *Рисунок 3.7/4*). Оптическое соединение выполняется через одноконтактные LC-разъемы.

Длина волны	Обозначение модуля с 1 или 2 интерфейсами	Применение
1300 нм/ 1550 нм	USART-AH-1LDFO <-> USART-AJ-1LDFO USART-AX-2LDFO <-> USART-AY-2LDFO	Макс. 40 км через одномодовое оптоволокно (со встроенным оптоволоконным мультиплексором)

Таблица 3.7/2 Модули ГВС для соединений «точка-точка» по одному оптоволокну



[E_CC_ETH-BB-2FO_sRGB, 1, --_--]

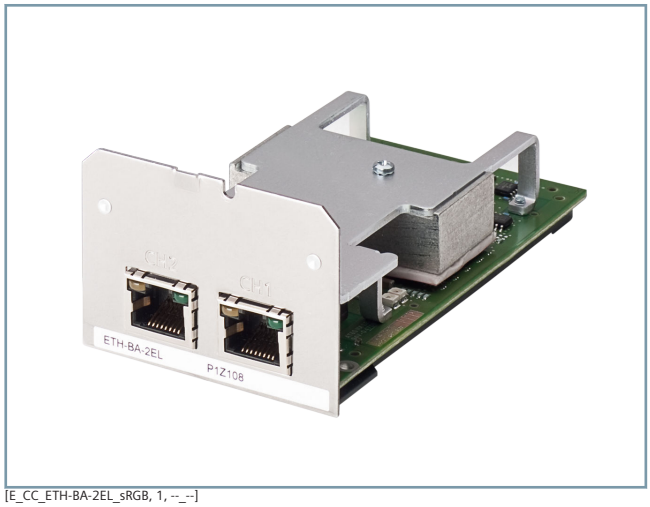
Рисунок 3.7/4 Двойной модуль последовательного оптического интерфейса для широкого диапазона соединений по оптоволокну (обозначения модулей см. в таблицах «Модули дальней связи»)

Вставные модули Ethernet

Модули Ethernet применяются при использовании протоколов на базе Ethernet, например МЭК 61850, МЭК 60870-5-104, DNP3 TCP, синхронизации времени через SNTP, управлении сетью через SNMP, DIGSI 5 через TCP и т. д. Несколько приложений могут быть запущены параллельно, а неиспользуемые приложения можно отключить в целях безопасности.

Электрический модуль Ethernet

Электрический модуль Ethernet ETH-BA-2EL оснащен двумя интерфейсами RJ45 (*Рисунок 3.7/5*). Он может включать или не включать в себя встроенный коммутатор. Максимально допустимое расстояние при использовании соединительных кабелей CAT 5 составляет 20 м.

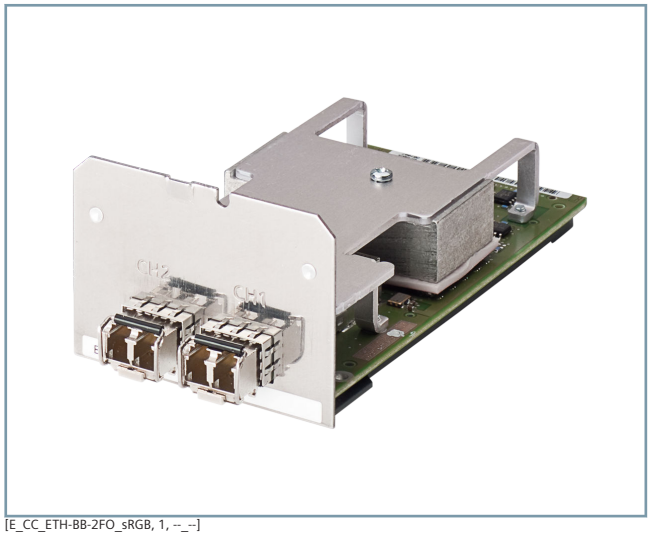


[E_CC_ETH-BA-2EL_sRGB, 1, --_--]

Рисунок 3.7/5 Электрический модуль Ethernet (ETH-BA-2EL)

Оптический модуль Ethernet

Модуль ETH-BB-2FO оснащен 2 дуплексными оптическими LC-интерфейсами 1300 нм (*Рисунок 3.7/6*). Он может включать или не включать в себя встроенный коммутатор. Максимально допустимое расстояние при использовании многомодового оптоволокна 50/125 мкм или 62,5/125 мкм составляет 2 км. В модуле производится измерение уровня оптической передачи и приема, и эти данные могут быть отображены с помощью программы DIGSI 5.



[E_CC_ETH-BB-2FO_sRGB, 1, --_--]

Рисунок 3.7/6 Оптический модуль Ethernet (ETH-BB-2FO)

Вставные модули связи

Порт или вставные модули	Интерфейс на передней панели	Порт G: синхронизация времени	Порт J: встроенный Ethernet	Тип модуля: USART-AB-1EL	Тип модуля: USART-AC-2EL	Тип модуля: USART-AD-1FO	Тип модуля: USART-AE-2FO	Тип модуля: ETH-BA-2EL	Тип модуля: ETH-BB-2FO
Физическое подключение									
USB-A	■								
9-контактный разъем D-sub		■							
1 электрический Ethernet 10/100 Мбит/с, RJ45			■						
1 электрический последовательный RS485, RJ45				■					
2 электрических последовательных RS485, RJ45					■				
1 оптический последовательный, 1,5 км, 820 нм, ST-коннектор						■			
2 оптических последовательных, 1,5 км, 820 нм, ST-коннектор							■		
2 электрических Ethernet 10/100 Мбит/с, RJ45, 20 м								■	
2 оптических Ethernet 100 Мбит/с, 2 км, 1300 нм, дуплексный LC-разъем									■
Области применения									
Протокол DIGSI 5	■		■					■	■
IRIG-B, DCF77, высокая точность, 1 импульс в секунду		■							
Сервер МЭК 61850-8-1 (с GOOSE, отчеты 6 клиентам)			■					■	■
МЭК 60870-5-103				■	■	■	■		
МЭК 60870-5-104								■	■
Сервер МЭК 60870-5-104 + МЭК 61850-8-1 (с GOOSE, отчеты 2 клиентам)								■	■
DNP3 последовательный				■	■	■	■		
DNP3 TCP								■	■
Сервер DNP3 TCP + МЭК 61850-8-1 (с GOOSE, отчеты 2 клиентам)								■	■
Modbus TCP								■	■
Сервер Modbus TCP + МЭК 61850-8-1 (с GOOSE, отчеты 2 клиентам)								■	■
Протокол синхровекторов (IEEE C37.118-IP)								■	■
Интерфейс защиты (синхр. HDLC, IEEE C37.94)*						■	■		
Протокол подчиненного устройства (подключение к блоку 20 мА или блоку измерения температуры)			■	■	■			■	■
Дополнительные службы и протоколы Ethernet									
DHCP, DCP (автоматическая конфигурация IP)			■					■	■
RSTP, PRP и HSR (резервирование Ethernet)								■	■
SNTP (синхронизация времени через Ethernet)			■					■	■
SNMP V3 (протокол управления сетью)								■	■
IEEE 1588 (синхронизация времени через Ethernet)								■	■
Диагностика: главная страница модуля Ethernet (http)								■	■

Примечание. Вставные модули типа USART и ETH могут устанавливаться в разъемы E и F базового модуля, а также в разъемы N и P модуля расширения CB202. Они не предназначены для установки в разъем M модуля расширения CB202.

* Дополнительные вставные модули интерфейса защиты: см. следующую таблицу

Таблица 3.7/3 Приложения связи и вставные модули

Вставные модули связи

Вставные модули для применения с интерфейсом защиты	Тип модуля: USART-AF-1LDFO	Тип модуля: USART-AU-2LDFO	Тип модуля: USART-AG-1LDFO	Тип модуля: USART-AV-2LDFO	Тип модуля: USART-AK-1LDFO	Тип модуля: USART-AY-2LDFO	Тип модуля: USART-AH-1LDFO [1]	Тип модуля: USART-AJ-1LDFO [2]	Тип модуля: USART-AW-2LDFO [3]	Тип модуля: USART-AX-2LDFO [4]
Физическое подключение										
1 оптический последовательный, 1300 нм, дуплексный LC-разъем, 24 км (одномодовое оптоволокно), 4 км (многомодовое оптоволокно)	■									
2 оптических последовательных, 1300 нм, дуплексный LC-разъем, 24 км (одномодовое оптоволокно), 4 км (многомодовое оптоволокно)		■								
1 оптический последовательный, 1300 нм, дуплексный LC-разъем, 60 км (одномодовое оптоволокно)			■							
2 оптических последовательных, 300 нм, дуплексный LC-разъем, 60 км (одномодовое оптоволокно)				■						
1 оптический последовательный, 1550 нм, дуплексный LC-разъем, 100 км (одномодовое оптоволокно)					■					
2 оптических последовательных, 1550 нм, дуплексный LC-разъем, 100 км (одномодовое оптоволокно)						■				
1 оптический последовательный, двунаправленный по 1 оптоволокну, 1300 нм/1550 нм, симплексный LC-разъем, 40 км (одномодовое оптоволокно) [1]							■			
1 оптический последовательный, двунаправленный по 1 оптоволокну, 1550 нм/1300 нм, симплексный LC-разъем, 40 км (одномодовое оптоволокно) [2]								■		
2 оптических последовательных, двунаправленный по 1 оптоволокну, 1300 нм/1550 нм, 2 симплексных LC-разъема, 40 км (одномодовое оптоволокно) [3]									■	
2 оптических последовательных, двунаправленный по 1 оптоволокну, 1550 нм/1300 нм, 2 симплексных LC-разъема, 40 км (одномодовое оптоволокно) [4]										■
Применение										
Интерфейс защиты	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Примечания:

Вставные модули типа USART могут устанавливаться в разъемы E и F базового модуля, а также в разъемы N и P модуля расширения CB202. Они не предназначены для установки в разъем M модуля расширения CB202.

Вставные модули типов ANAI и ARC могут устанавливаться в оба разъема базового модуля (порты E и F), а также во все разъемы модуля расширения CB202 (порты M, N и P).

[1] USART-AH-1LDFO сочетается только с USART-AJ-1LDFO или USART-AY-2LDFO

[2] USART-AJ-1LDFO сочетается только с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO

[3] USART-AW-2LDFO сочетается только с USART-AJ-1LDFO или USART-AX-2LDFO

[4] USART-AX-2LDFO сочетается только с USART-AH-1LDFO или USART-AX-2LDFO

Таблица 3.7/4 Вставные модули для применения с интерфейсом защиты и для других приложений

Вставные модули для дополнительных приложений

Вставной модуль для дополнительных приложений	Тип модуля: ANAI-CA-4EL	Тип модуля: ARC-CD-3FO
Физическое подключение		
8-контактная винтовая клеммная колодка	■	
3 оптических канала (для точечного датчика)		■
Области применения		
Измерительный преобразователь, 4 входа, ± 20 мА пост. тока	■	
Дуговая защита		■

Таблица 3.7/5 Вставные модули для дополнительных приложений

Протоколы

Вставные модули поставляются без протоколов. Согласно таблице «Приложения связи и вставные модули» модуль может быть инициализирован и настроен на использование протокола с помощью DIGSI 5. Каждому интерфейсу присваивается желаемая цель применения с помощью DIGSI 5. Данные присвоенные характеристики можно удалить и сконфигурировать заново. Это обеспечивает высокую гибкость при конфигурировании модулей.

Протокол DIGSI 5

Протокол DIGSI 5 работает со службами TCP, которые можно маршрутизировать через сети IP. Удаленный доступ к устройствам в любой точке мира через безопасные соединения — это неотъемлемая часть концепции связи. Информация по безопасному доступу по сети содержится в следующей главе «Кибербезопасность» настоящего каталога. Протокол можно использовать с USB-интерфейсами и всеми интерфейсами Ethernet. Опционально работа с программой DIGSI 5 может выполняться через ее собственный модуль Ethernet, если функции управления системой и доступ к эксплуатации и техническому обслуживанию должны быть четко разграничены.

Связь «клиент-сервер» МЭК 61850

Через встроенный интерфейс Ethernet (порт J)

Данный интерфейс может использоваться в дополнение к DIGSI 5 в качестве простого интерфейса управления системами МЭК 61850. Он поддерживает соединение «клиент-сервер» с функцией отчета (GOOSE не поддерживается на порте J). Сообщения, измеренные значения и осциллограммы могут быть считаны с клиента МЭК 61850. Параметры устройства можно изменить через клиента, а время в устройстве можно установить через сервер SNTP.

На устройствах SIPROTEC 7Sx82 и SIPROTEC 5 с CP300 данный интерфейс также поддерживает сообщения GOOSE МЭК 61850.

На модулях Ethernet

Сообщения, измеренные и измеряемые значения можно передавать посредством связи «клиент-сервер» в статических и динамических отчетах максимум шести клиентам (контроллерам подстанции). Создание динамических отчетов и их считывание клиентом происходит без необходимости перенастройки параметров устройства. Статические отчеты создаются в устройстве посредством конфигуратора системы МЭК 61850 и постоянно сохраняются в устройстве в виде списков показателей. Опрос осциллограмм также может быть выполнен в цифровом формате Comtrade. Расширенные функции управления предоставляются клиентом, например для безопасной коммутации выключателя. Настройки устройства могут быть считаны и изменены по протоколу МЭК 61850. Устройства можно без труда интегрировать в интеллектуальные сети с возможностью взаимодействия. Настройки устройства можно изменять во время работы посредством оборудования контроллера подстанции с целью адаптации выбранных параметров к условиям эксплуатации. 2 модуля Ethernet позволяют реализовывать решения по задачам резервирования.

МЭК 61850 GOOSE

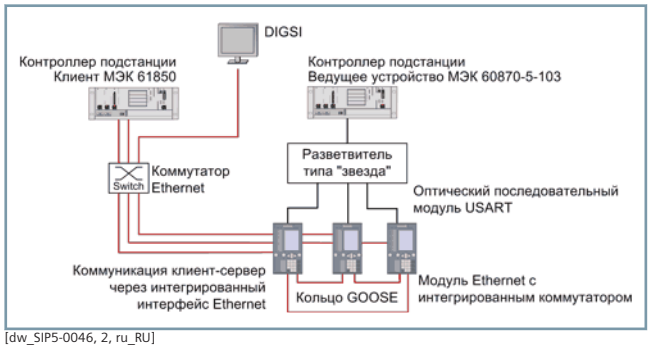
Области применения в распределительном устройстве и вне его

Протокол GOOSE был создан как мировой стандарт по передаче сообщений и измеренных значений между устройствами. Помимо обмена GOOSE-сообщениями между устройствами одного распределительного оборудования также возможен обмен GOOSE-сообщениями между устройствами, установленными в разных распределительных устройствах. Подлежащая обмену информация определяется с помощью соответствующих стандарту SCL-файлов, которые описаны издании 2 МЭК 61850. Обмен данными осуществляется через сетевые IP-соединения или через соединения сети Ethernet. Также данный обмен данными может выполняться с помощью Ethernet-модуля, используемого исключительно для этой цели.

Сообщения GOOSE можно использовать для обмена информацией, критичной по времени, которая должна передаваться за несколько миллисекунд. Таким образом, GOOSE-сообщения приходят на замену выходным контактам и дискретным входам. Для сигналов защиты время передачи должно составлять менее 10 мс, а для сигналов коммутации и взаимных блокировок — менее 20 мс. Сообщения и измеряемые величины передаются менее чем за 100 мс. С этой целью в конфигураторе системы создаются приложения GOOSE. Посредством GOOSE-сообщений обмен этими данными между устройствами осуществляется с высокой производительностью.

Приемники GOOSE-сообщений проводят постоянный мониторинг сигналов и измеренных значений на предмет потери соединения. Состояние утерянных (пропущенных) сигналов автоматически обновляется в приемнике для поддержания их «достоверности». Это обеспечивает выполнение постоянного высококачественного мониторинга системы связи GOOSE. GOOSE-сообщения, передаваемые в режиме тестирования устройства, игнорируются приемником, если он

находится в рабочем режиме. Тестирование устройства можно провести, не отключая его от сети связи.



[dw_SIP5-0046, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/7 Раздельная сеть «клиент-сервер» и GOOSE по МЭК 61850 с дальнейшим последовательным подключением к ведущему устройству МЭК 60870-5-103

Последовательный протокол МЭК 60870-5-103

Передача посредством последовательного протокола ведется через интерфейс RS485 или оптический интерфейс 820 нм. Поддерживаются совместимый протокол и специально расширенный протокол «Сименс» МЭК 60870-5-103. Он полностью совместим с существующими решениями, например, с устройствами SIPROTEC 4, что обеспечивает безотказный обмен данными и позволяет расширять количество устройств даже в долгосрочной перспективе. В дополнение к сигналам, измеряемым величинам и осциллограммам в расширенном протоколе доступны задаваемые пользователем показатели функций управления и измеряемые величины. Кроме того, по протоколу могут передаваться команды управления коммутационным оборудованием. Значения уставок устройства могут быть считаны или изменены с помощью общих служб протокола. Информация об устройстве может быть ранжирована пользователем в интерфейс протокола с помощью DIGSI 5. Тип данных и номера функций являются свободно конфигурируемыми. Это обеспечивает адаптацию к существующим решениям и взаимозаменяемость устройств без необходимости замены контроллера подстанции. Это является важным вкладом в защиту инвестиций

Протокол МЭК 60870-5-104

Протокол автоматизации подстанции и системы энергоснабжения МЭК 60870-5-104 поддерживается посредством электрического и оптического модуля Ethernet. Показания (одиночные и двойные), измеренные значения и измеряемые величины могут передаваться одному или двум (резервированным) ведущим устройствам. Также поддерживается передача файлов МЭК 104, и осциллограммы аварийных событий могут быть считаны из устройства в формате Comtrade. В направлении передачи команд (управления) возможна защищенная коммутация объектов коммутации посредством протокола. Синхронизация времени может обеспечиваться посредством ведущего устройства T104 или SNTP во всей сети. Поддерживаются резервированные серверы времени. Все вспомогательные службы Ethernet, такие как протокол DIGSI 5, резервирование сети или SNMP для мониторинга сети, могут быть активированы одновременно с помощью T104. Кроме того, устройства могут обмениваться сообщениями GOOSE по стандарту МЭК 61850.

Последовательный DNP3 или DNP3 TCP

Протокол DNP3 поддерживается в качестве последовательного протокола через интерфейс RS485 или оптический интерфейс 820 нм, а также в версии на базе Ethernet TCP через электрический или оптический модуль Ethernet. При Ethernet-версии модуль может быть сконфигурирован для реализации резервируемых кольцевых структур для DNP3, используя встроенный коммутатор. Таким образом, например, можно установить подключение к DNP3 через резервируемое оптическое кольцо Ethernet. Информация об устройстве и осциллограммы устройства могут маршрутизироваться и передаваться с помощью протокола DNP3. Команды коммутации могут выполняться в направлении управления (*Рисунок 3.7/8*).

Резервируемое подключение к 2 последовательным контроллерам подстанции можно установить посредством 2 модулей или 1 двойного модуля последовательного интерфейса. В случае резервируемого подключения Ethernet 2 модуля Ethernet могут работать независимо друг от друга через 1 или 2 сети. Значение настроек устройства не могут быть считаны или изменены с помощью протокола.

Для DNP 3 топологии сети на *Рисунок 3.7/17* — *Рисунок 3.7/19* также могут использоваться для передачи данных на базе Ethernet или последовательной передачи данных.

[dw_SIP5-0057, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/8 Связь DNP3 TCP/МЭК 60870-5-104 с дополнительным последовательным подключением к ведущему устройству МЭК 60870-5-103

Протокол Modbus TCP

Протокол связи Modbus TCP поддерживается электрическим или оптическим модулем Ethernet. Modbus TCP и Modbus RTU очень похожи, но в Modbus TCP для передачи данных используются пакеты TCP/IP.

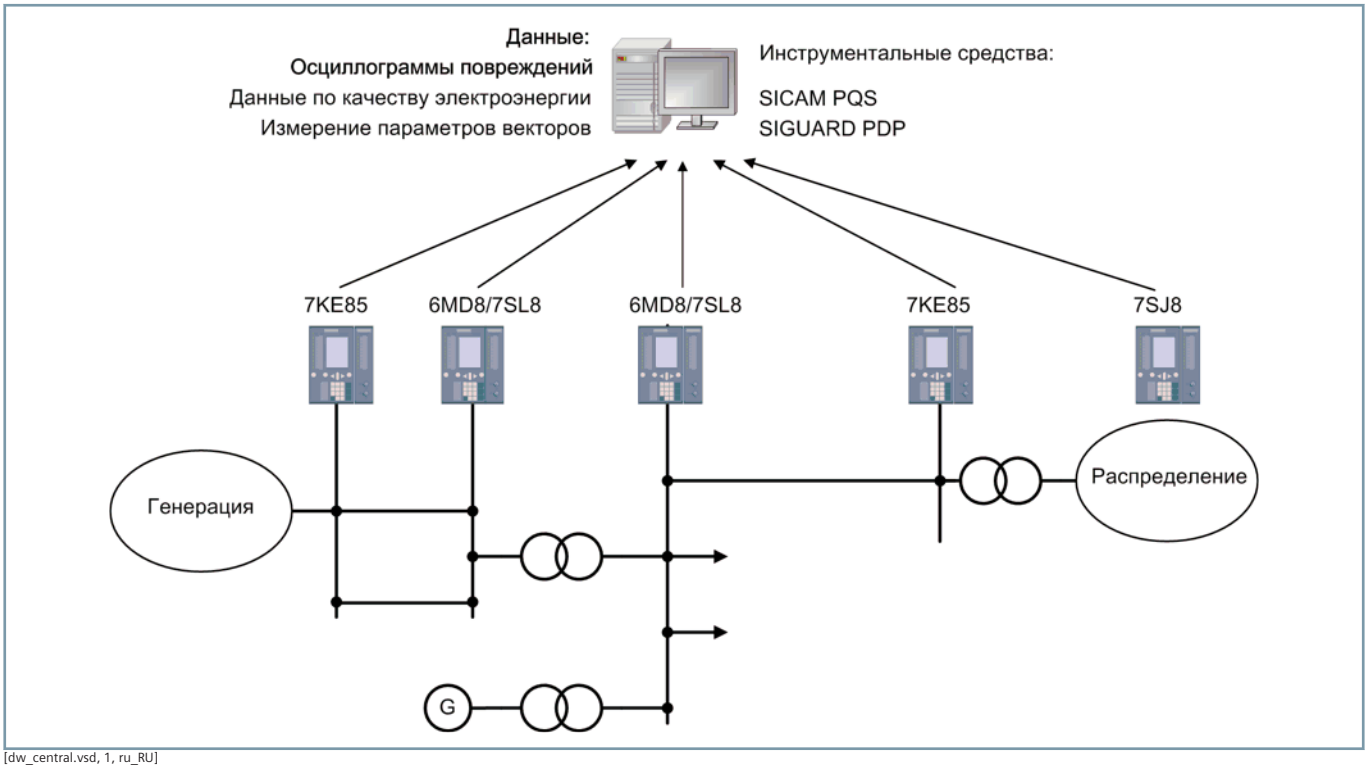
Modbus TCP можно использовать для передачи показаний (одно- и двухточечных), измеренных значений и измеряемых величин одному или двум (резервированным) ведущим устройствам. Распределительное оборудование можно коммутировать в направлении передачи команд посредством протокола.

Синхронизация времени может быть реализована посредством SNTP или IEEE 1588 по сети, поддерживающей резервированные серверы времени. Все дополнительные службы Ethernet, такие как протокол DIGSI 5, резервирование сети или SNMP для мониторинга сети, могут быть активированы

одновременно, так как сообщения Modbus TCP или GOOSE МЭК 61850 могут передаваться по сети между устройствами.

Протокол синхровекторов через Ethernet (IEEE C37.118)

В качестве дополнительной возможности устройства серии SIPROTEC 5 способны рассчитывать синхровектора и работать в качестве устройства синхронизированных векторных измерений (PMU). Данные измеренные значения, синхронизированные с измерениями удаленных устройств с помощью высокоточных секундных импульсов, позволяют проводить оценку устойчивости системы энергоснабжения. Данные величины передаются по протоколу IEEE C37.118 по сети Ethernet в концентратор данных. Передача выполняется с помощью электрического или оптического модуля Ethernet. Устройства серии SIPROTEC 5 также поддерживают функцию синхронизированных векторных измерений по протоколу МЭК 61850 в специальных логических узлах измерения величин (*Рисунок 3.7/9*).



[dw_central.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 3.7/9 Централизованный анализ осциллограмм и синхровекторов

SUP — протокол подчиненного устройства

Данный собственный протокол «Сименс» используется для считывания данных с внешних устройств 20 мА (блоков 20 мА) или устройств измерения температуры (блоков температуры) по последовательному каналу или через Ethernet. Данные устройства доступны как дополнительные для расширения аналоговых интерфейсов устройств SIPROTEC 5. Измеряемые величины этих устройств могут дополнительно обрабатываться в устройстве SIPROTEC 5 или использоваться в функциях защиты, таких как защита от перегрузки или расчет температур наиболее нагретых мест трансформаторов.

Дополнительные службы и протоколы на базе Ethernet

Кроме текущего применения, эти службы могут быть запущены параллельно на модуле Ethernet и могут быть включены или выключены пользователем с помощью программы DIGSI 5.

Резервирование Ethernet с помощью RSTP, PRP и HSR

Электрические и оптические модули Ethernet поддерживают протокол резервирования (RSTP, HSR) для создания резервируемых кольцевых структур. При использовании HSR обеспечивается непрерывное резервирование кольца, включающего до 50 устройств. PRP обеспечивает бесперебойную передачу данных по параллельным сетям. Эти методы можно активировать с помощью параметров. Они не зависят от протокола автоматизации подстанции или выбранных вспомогательных служб.

Синхронизация времени с помощью SNTP

Устройство может запрашивать абсолютное время у одного или двух серверов времени с помощью SNTP-сервера, например, в подключенном блоке 7SC80. В случае резервирования данные считываются с обоих серверов и время с первого сервера используется для установки времени на устройстве с точностью 1 мс. В случае отказа этого сервера синхронизация времени выполняется через второй сервер. В дополнение к модулям Ethernet, SNTP также можно

использовать через встроенный интерфейс Ethernet (порт J).

Синхронизация времени в соответствии с IEEE 1588

Для обеспечения большей точности синхронизации времени через Ethernet доступен протокол IEEE 1588. Он может быть активирован в электрических или оптических модулях Ethernet. Для этого компоненты сети, например коммутаторы, должны поддерживать протокол и в сети должны быть специальные серверы времени IEEE 1588. При использовании IEEE 1588 измеряется время распространения сигнала для телеграмм синхронизации времени в сети Ethernet, так что синхронизируемые устройства, например SIPROTEC 5, получают информацию о времени с поправкой на время распространения сигнала, что обеспечивает более точное задание времени, чем в случае SNTP. Поддерживается профиль IEEE 1588 C37.238, и устройства работают как обычные часы (терминалы) в сети.

Мониторинг сети с помощью SNMP

Устройство может быть интегрировано в системы мониторинга сети или в системы управления сетью по протоколу SNMP V3. Полученные в процессе мониторинга данные, такие как состояние интерфейсов Ethernet, их пропускная способность и т. д., могут быть переданы в систему мониторинга с помощью MIB-файлов (Management Information Base — база управляющей информации). Эти переменные описаны с помощью специальных терминов в MIB-файлах, и система мониторинга может их периодически считывать и контролировать. По протоколу SNMP нельзя изменять никакие значения в устройстве. Этот протокол служит исключительно в качестве интерфейса для диагностики.

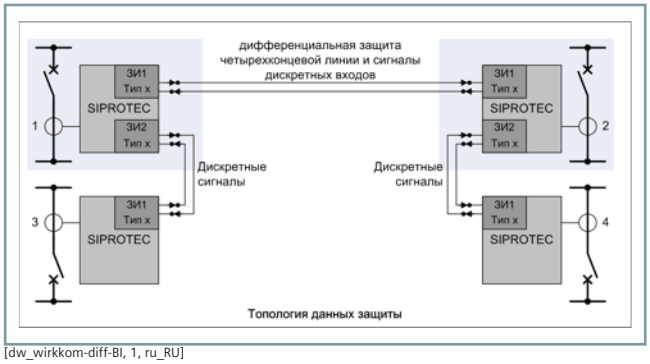
Передача данных через интерфейс защиты

Интерфейс и топология защиты обеспечивают синхронную передачу данных по каналам связи между устройствами по принципу «точка-точка» со скоростью от 64 кбит/с до 2 Мбит/с. Данные соединения могут быть установлены напрямую посредством оптоволокна или других средств связи, например выделенных линий в сетях связи.

Топология защиты включает от 2 до 6 устройств, которые соединяются в режиме «точка-точка» по каналам связи. Устройства могут соединяться по кольцевой схеме или последовательно (см. *Рисунок 3.7/10*), а в пределах топологии интерфейсы защиты могут иметь разную ширину полосы пропускания. Определенный объем дискретной информации и измеренных значений может передаваться между устройствами в обоих направлениях в зависимости от ширины полосы пропускания. Это количество определяется соединением с наименьшей шириной полосы пропускания. Пользователь может ранжировать данные с помощью DIGSI 5.

Эти данные решают следующие задачи:

- Обмен данными топологии сети и значениями для мониторинга и диагностики соединения.
- Передача данных защиты, например данных дифференциальной защиты или данных направления для дистанционной защиты.
- Синхронизация времени устройств может осуществляться по соединению, в этом случае одно из устройств защиты принимает на себя роль ведущего устройства синхронизации времени.
- Канал связи находится под постоянным контролем на предмет повреждения данных и неисправностей канала, при этом измеряется время прохождения данных.

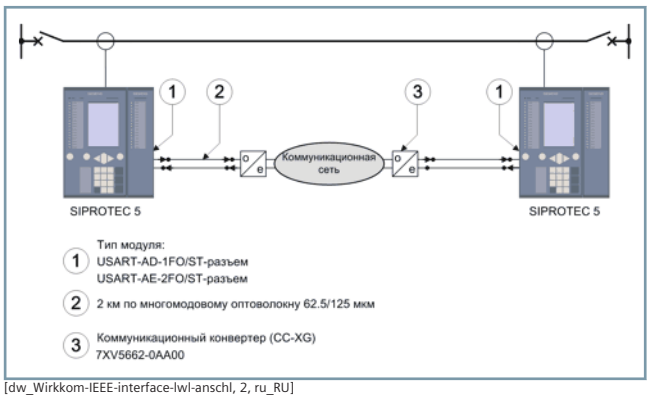


[dw_wirkkom-diff-BI, 1, ru_RU]

Рисунок 3.7/10 Обмен данными дифференциальной защиты и передача дискретных сигналов

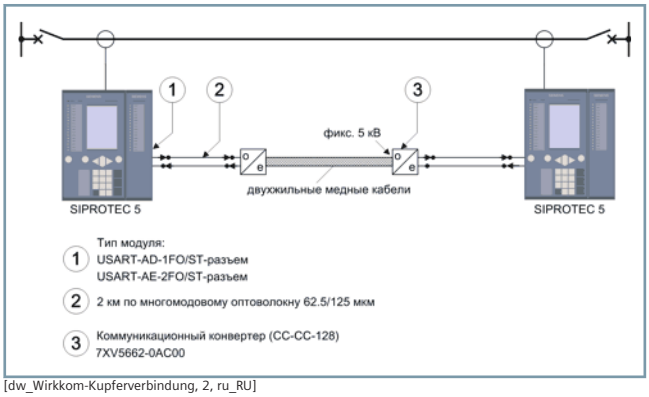
Интерфейсы защиты, встроенные в устройство, уже ранее использовались для дифференциальной защиты (*Рисунок 3.7/10*), а также для схем телеускорения дистанционной защиты с расширенной зоной и разрешающим сигналом. Помимо вышеупомянутых вариантов пользователь может сконфигурировать интерфейсы защиты во всех устройствах серии SIPROTEC 5. В то же время между устройствами может выполняться передача любой дискретной информации и измеренных значений. Для этого могут использоваться даже соединения с малой полосой пропускания, например 64 кбит/с. Интерфейсы защиты, которые служат в основном для передачи данных для дифференциальной защиты, обозначаются как интерфейсы типа 1 и используются в устройствах SIPROTEC 7SD8 и 7SL8. Соединения для передачи данных, которые можно сконфигурировать в других устройствах (например, SIPROTEC 7SA8, 7SJ8), относятся к типу 2. Интерфейсы защиты с обеих сторон должны быть одного типа.

На *Рисунок 3.7/11* — *Рисунок 3.7/16* показаны возможные варианты подключения для обмена данными между устройствами.



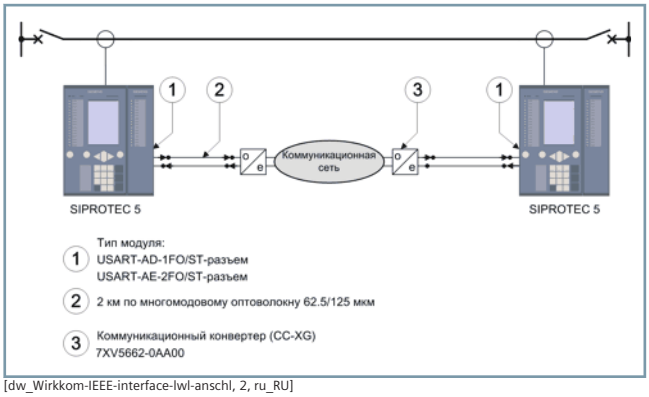
[dw_Wirkkom-IEEE-interface-lwl-anschl, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/11 Обмен данными через сеть связи с интерфейсом X21 или G703.1 (64 кбит/с/G703.6 (2 Мбит))



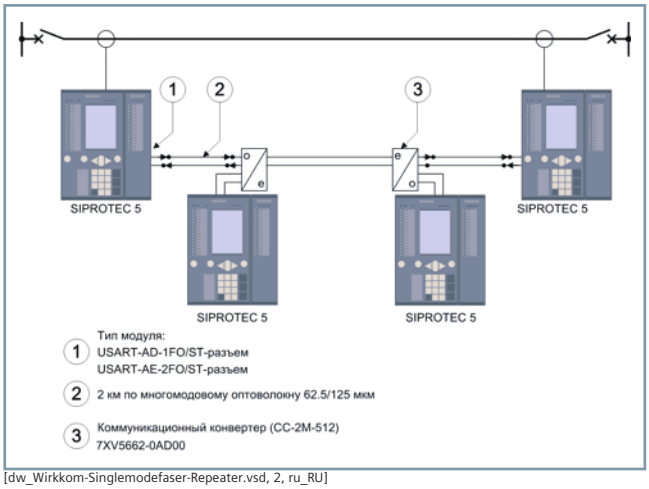
[dw_Wirkkom-Kupferverbindung, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/12 Обмен данными по медным кабелям



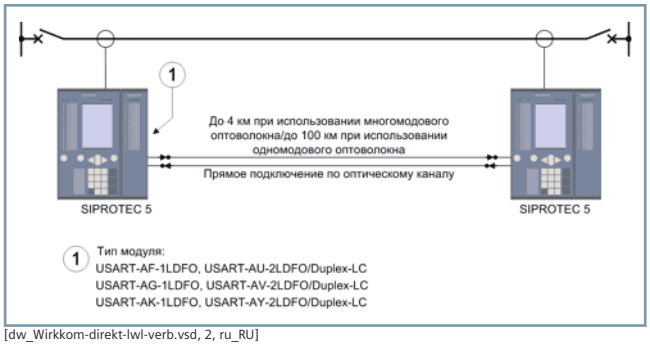
[dw_Wirkkom-IEEE-interface-lwl-anschl, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/13 Взаимодействие защит через интерфейс IEEE C37.94 (2 Мбит/с)) — прямое оптическое подключение к мультиплексору



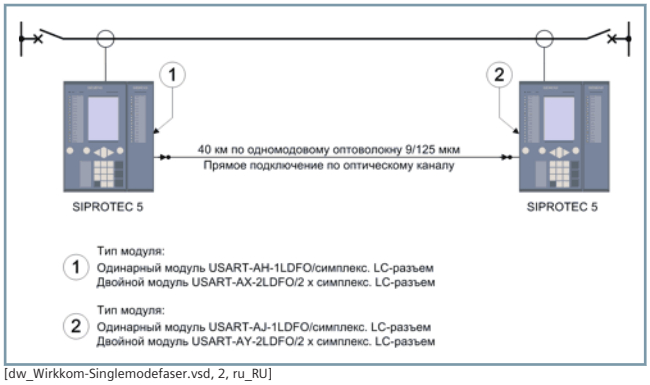
[dw_Wirkkom-Singlemodefaser-Repeater.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/14 Взаимодействие защит через одномодовое оптоволокно и повторитель



[dw_Wirkkom-direkt-lwl-verb.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/15 Взаимодействие защит через прямое оптоволоконное соединение



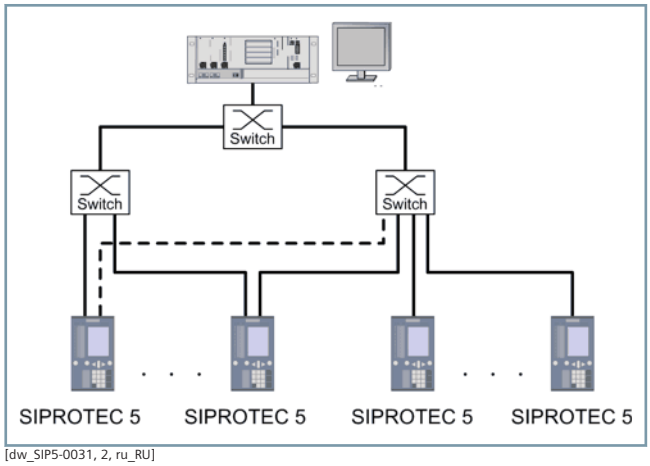
[dw_Wirkkom-Singlemodefaser.vsd, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/16 Взаимодействие защит через одномодовое оптоволокно

Ethernet — топологии сети

Независимо от выбранного протокола (МЭК 61850, DNP3 TCP) электрический и оптический модули Ethernet поддерживают различные топологии сети.

Если модуль функционирует без встроенного коммутатора, который может быть отключен в DIGSI 5, он подключается к внешним коммутаторам напрямую или с резервированием. При двойном подключении только один интерфейс работает с протоколом передачи данных (например, МЭК 61850). 2-й интерфейс работает в режиме горячего резерва, и осуществляется мониторинг соединения с коммутатором. В случае отказа интерфейса 1 производится переключение на интерфейс 2 в течение нескольких миллисекунд (*Рисунок 3.7/17*).



[dw_SIP5-0031, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/17 Одиночная или резервируемая структура связи с внешними коммутаторами

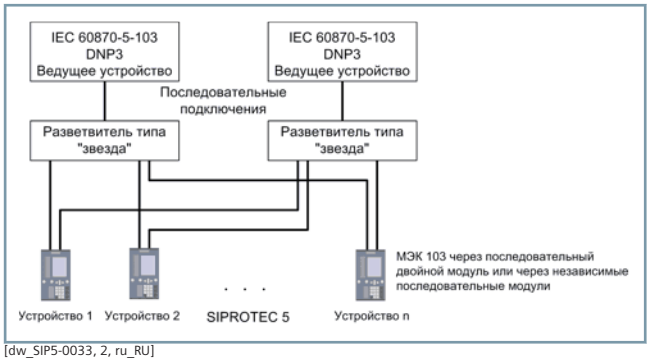
С помощью встроенного коммутатора можно создавать электрические или оптические кольцевые схемы, содержащие до 40 устройств (*Рисунок 3.7/18*). Оба интерфейса модуля связи осуществляют передачу и прием сигналов одновременно. В кольцевой структуре возможно смешанное функционирование с устройствами серии SIPROTEC 4 при использовании до 30 устройств. Специальная служба кольцевого резервирования на базе RSTP обеспечивает быстрое восстановление работоспособности в случае отказа устройства, так что передача данных продолжается практически без задержки. Данная конфигурация не зависит от типов протоколов, работающих на модуле Ethernet.

[dw_SIP5-0032, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/18 Кольцевая схема со встроенным коммутатором и кольцевым резервированием

Последовательное резервирование

Резервируемое подключение к 2 контроллерам подстанции, например SICAM PAS, можно осуществить через 2 независимых вставных модуля последовательного интерфейса или один двойной модуль последовательного интерфейса. Это могут быть, например, модули с последовательным протоколом МЭК 60870-5-103 либо с последовательным протоколом DNP3. Также возможна работа с несколькими протоколами. *Рисунок 3.7/19* иллюстрирует последовательную оптическую сеть, которая соединяет каждый последовательный интерфейс устройств с ведущим устройством. Передача данных производится по оптоволоконному кабелю без помех. Устройством поддерживаются специальные службы резервирования для протокола передачи данных МЭК 60870-5-103. Таким образом, первичное ведущее устройство может быть настроено с более высоким приоритетом над вторым ведущим устройством в отношении управления. Текущее состояние процесса передается в оба ведущих устройства.



[dw_SIP5-0033, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/19 Резервированное оптическое подключение устройств к ведущему устройству по протоколу МЭК 60870-5-103 или DNP3 (например, SICAM PAS)

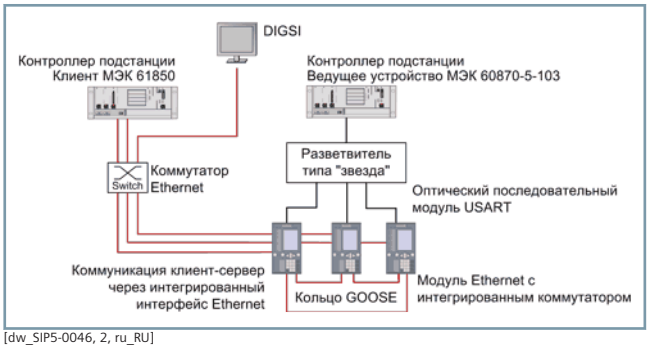
Резервирование системы связи

Пользователь может реализовать различные уровни резервирования. Количество независимых протоколов, работающих параллельно, ограничено наличием 4 разъемов для вставных модулей.

На двойном модуле может быть реализовано до 2 последовательных протоколов. Они также могут быть реализованы и на 2 отдельных модулях связи. В устройстве могут быть одновременно реализованы разные последовательные протоколы, например DNP3 и МЭК 103. Связь устройств осуществляется с одним или несколькими ведущими устройствами.

В устройстве могут находиться один или несколько модулей Ethernet. Это позволяет работать с одним либо с несколькими протоколами передачи данных. По протоколу МЭК 61850 доступно несколько видов сетей, например одна для подключения типа «клиент-сервер» к контроллеру системы и вторая для передачи GOOSE-сообщений между устройствами, которые могут быть подключены к шине процесса (*Рисунок 3.7/20*). Согласно архитектуре МЭК 61850 «клиент-сервер» один сервер (устройство) может передавать сообщения одновременно максимум шести клиентам. Дублирование интерфейсов в модуле Ethernet обеспечивает создание резервируемых сетевых структур, например оптических колец или резервируемых подключений к 2 коммутаторам.

Интерфейсы защиты могут быть продублированы. При отказе одного канала связи коммутатор переключается на второй.



[dw_SIP5-0046, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/20 Раздельная сеть «клиент-сервер» и GOOSE по МЭК 61850 с дальнейшим последовательным подключением к ведущему устройству МЭК 60870-5-103

Бесперебойное резервирование с помощью PRP и HSR

Новые технологии существенно сокращают время изменения конфигурации сетей связи в случае перебоев. Эти технологии включают следующие:

- PRP — протокол параллельного резервирования
- HSR — бесперебойное кольцевое резервирование с высокой доступностью

Обе системы работают в соответствии с одним принципом и соответствуют стандарту МЭК 62439-3.

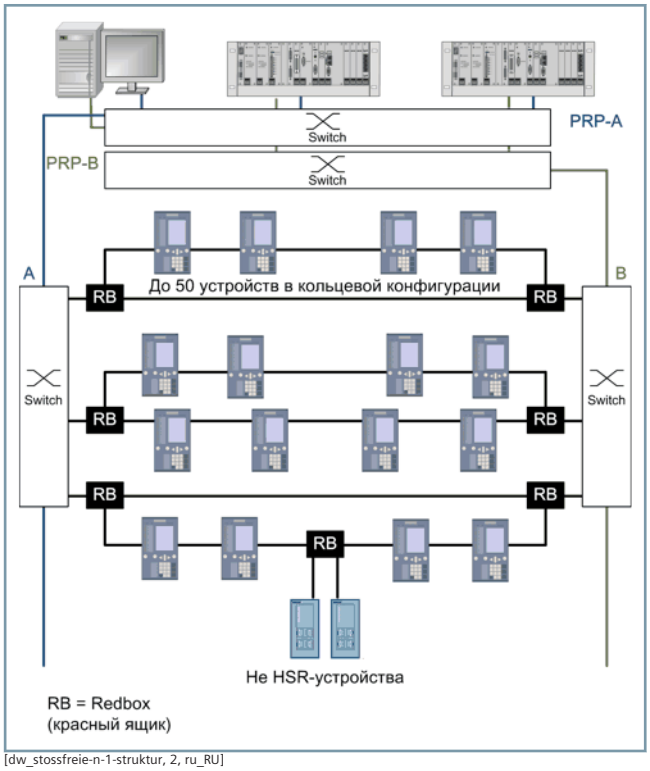
Поэтому по двум разным маршрутам передается одна и та же информация (телеграмма Ethernet). Приемник использует первую поступившую телеграмму и отбрасывает вторую. Если первая телеграмма не поступает, остается доступна вторая, которая и используется. Этот механизм основан на стеке Ethernet, в котором двум телеграммам назначается один MAC-адрес.

- В PRP используются две независимые системы Ethernet. Хотя это и удваивает трудозатраты и расходы, необходимые для организации сети, ее конструкция получается простой.
- HSR работает по тому же принципу, но одна из сетей Ethernet имеет кольцевую конфигурацию. В обоих направлениях кольца передается одна и та же информация (телеграмма Ethernet), и приемник получает ее с обеих сторон кольца. Это означает большие затраты на оборудование, но позволяет сэкономить на второй сети Ethernet.

Процедуры можно активировать путем задания параметра, не используя какие-либо другие параметры. Поэтому они легко настраиваются. В обеих процедурах число пользователей сети ограничено 512.

HSR и PRP можно комбинировать с помощью так называемых резервных модулей (RedBox) Это экономически эффективное решение может иметь следующую структуру:

- 2 коммутатора в диспетчерском пункте
- 2 коммутатора в присоединении
- 2 резервных модуля (RB) в каждом кольце HSR
- До 50 устройств в каждом кольце HSR
- Простое расширение с помощью двух дополнительных коммутаторов PRP



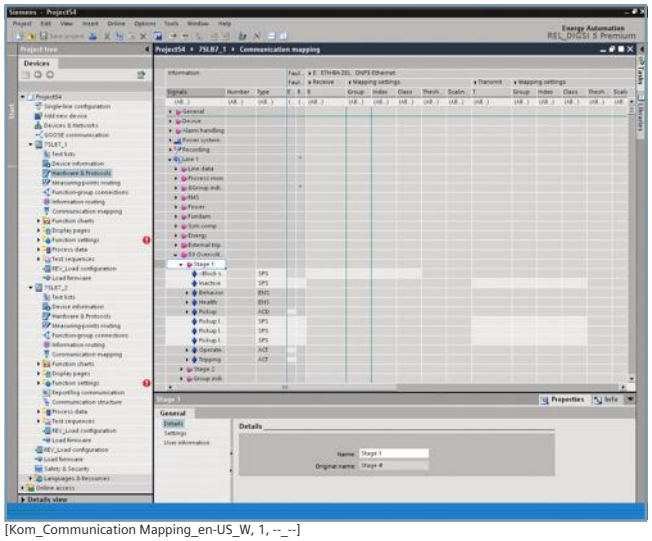
[dw_stossfreie-n-1-struktur, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/21 Экономичная бесперебойная структура n-1

Встроенные настройки связи в программе DIGSI 5

Протокол связи конфигурируется с помощью программы DIGSI 5. Согласно типу модуля программа DIGSI 5 предлагает пользователю выбор соответствующих разрешенных протоколов/служб. При этом определяются параметры протокола (например, скорость передачи данных, IP адрес и т. д.). Затем модуль инициализируется в соответствии с протоколом, например последовательны модуль — по протоколам МЭК 60870-5-103 и DNP3, и в устройство загружаются параметры связи.

Для шаблона типового применения устройства имеется соответствующее отображение связей *Рисунок 3.7/22*. В матрице связи пользователь изменяет это отображение и удаляет или дополняет собственную информацию. Затем этот файл отображения загружается в устройство с помощью DIGSI 5. Он определяет объем информации, передаваемой по протоколу. Данные об информации, передаваемой по протоколу, можно копировать между устройствами, она также может быть экспортирована в приложения управления подстанцией.



[Kom_Communication Mapping_en-US_W, 1, --_--]

Рисунок 3.7/22 Настройка системы связи в DIGSI 5 для протокола МЭК 5-60870-103

Шина процесса — МЭК 61850-9-2

Шина процесса измеряет ток и напряжение в устройстве (устройство сопряжения с шиной процесса — MU (merging unit)). Измеренные значения оцифровываются в устройстве сопряжения и передаются в устройства защиты по оптическим соединениям Ethernet с помощью протокола связи МЭК 61850-9-2. Устройства защиты более не работают с аналоговыми измеряемыми величинами, а напрямую используют оцифрованные измеренные значения из потока данных выборок.

Устройства сопряжения (MU) располагаются рядом с трансформатором для минимизации электромонтажных работ. Поток данных выборок, формируемый устройствами сопряжения, может передаваться одному или нескольким устройствам защиты.

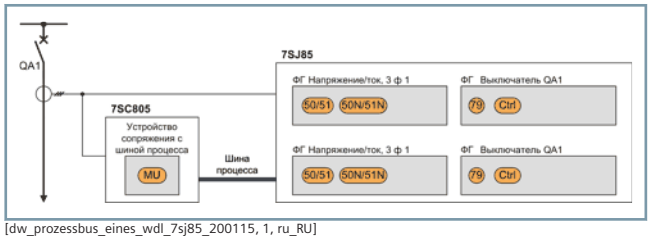
Модуль расширения PB201 для SIPROTEC 5 позволяет легко строить решения на основе шины процесса из устройств SIPROTEC 5.

[Sip5_Prozessbusloesung_front, 1, --_--]

Рисунок 3.7/23 Решение шины процесса МЭК 61850-9-2: устройство SIPROTEC 5 с устройствами сопряжения SIPROTEC 7SC805

Параллельное использование шины процесса и традиционного решения для реализации защит фидеров

Для диагностики шины процесса можно использовать простую защиту для фидеров. Современные устройства защиты, такие как устройства серии SIPROTEC 5, имеют модульную расширяемую конструкцию. Например, существующее устройство максимальной токовой защиты SIPROTEC 7SJ85 можно расширить, добавив входы шины процесса. Это обеспечивает экономически эффективное проектирование прототипа. Другим преимуществом является то, что современные устройства защиты способны эффективно защищать более одного объекта. Например, одного устройства SIPROTEC 7SJ85 достаточно для защиты до семи питающих линий. Эти две особенности, а также то, что для максимальной токовой защиты требуются лишь токи от устройств сопряжения (MU), обеспечивают эффективную параллельную работу. Если система с менее чем семью фидерами защищается одним устройством, у этого устройства остаются свободные ресурсы. Это позволяет применить параллельную схему с шиной процесса. В этих целях устройство снабжается модулем шины процесса и одновременно в устройстве сопряжения (MU) измеряется ток фидера. Ток, измеренный устройством сопряжения (MU), затем подается в устройство защиты по шине процесса. Устройство защиты получает измеренные значения тока дважды. Во-первых, это значения, измеренные самим устройством, а во-вторых — значения тока, передаваемые по шине процесса. Функция защиты работает в двух экземплярах. Устройство защиты защищает одно присоединение посредством обычной настройки и через шину процесса. Это позволяет напрямую сравнивать данные, передаваемые по шине процесса, и результаты непосредственных измерений.

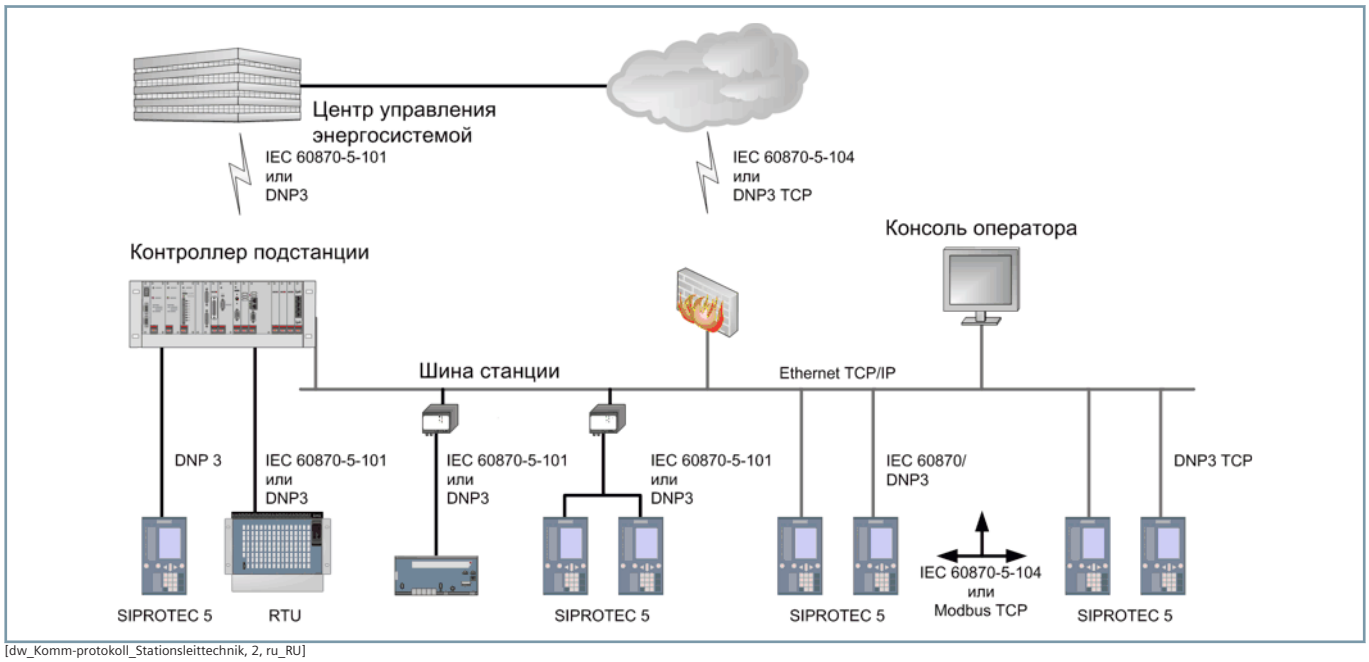


[dw_prozessbus_eines_wdl_7sj85_200115, 1, ru_RU]

Рисунок 3.7/24 Схема параллельного использования традиционного решения и шины процесса

«Разработано для связи» означает следующее:

- **Адаптация к топологии коммуникационной структуры пользователя (кольцо, звезда или сеть)**
- **Изменение кратности резервирования аппаратной и программной (протоколы) части для соответствия требованиям клиента**
- **Подключаемые модули связи с возможностью обновлений**
- **Расширенные стандартные алгоритмы для проверки соединений, функций и рабочих процессов**



[dw_Komm-protokoll_Stationsleittechnik, 2, ru_RU]

Рисунок 3.7/25 Протоколы связи в технологии автоматизации подстанции и в системах управления сетью

Безопасность для персонала и оборудования — это первоочередная задача, но и степень эксплуатационной готовности тоже имеет большое значение. По мере того как компоновка и первичные схемы объектов становятся все более и более сложными, обычных механизмов защиты становится недостаточно.

Поэтому в архитектуре устройств серии SIPROTEC 5 была реализована концепция безопасности, которая разработана с учетом этих многоплановых аспектов безопасности.

Многоуровневые механизмы защиты во всех звеньях цепи безопасности обеспечивают пользователю максимально возможный уровень безопасности и эксплуатационной готовности устройств.

Защита и кибербезопасность включает следующее:

- **Концепция безопасности, заложенная в конструкции устройств**
- **Информационная безопасность и защита от компьютерных атак (внешние информационные угрозы)**

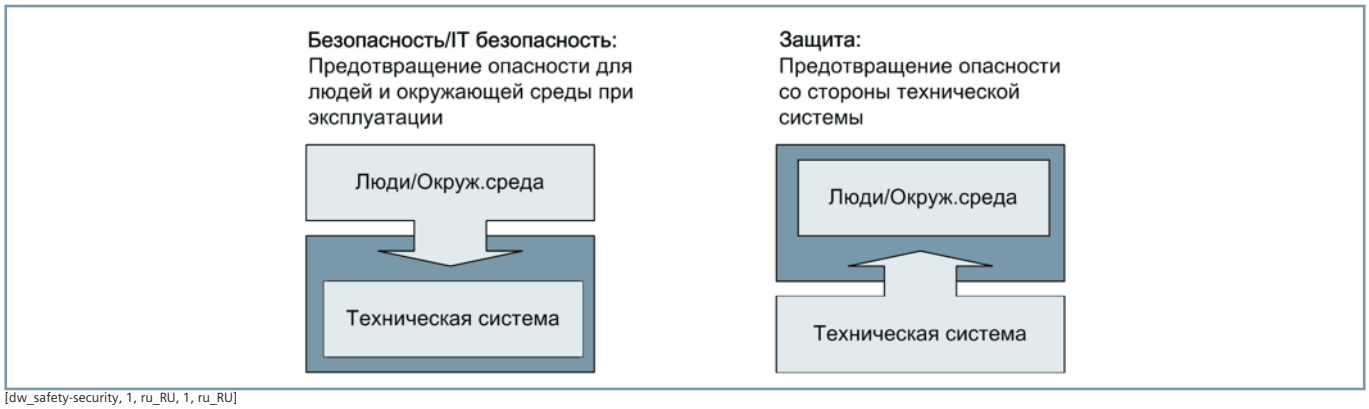
Надежность

Многоуровневые механизмы защиты

Защита включает в себя все аспекты защиты персонала и первичного оборудования. С точки зрения функциональности устройства и ПО DIGSI 5 поддерживают эту область защиты. Меры кибербезопасности обеспечивают безопасность работы в сети. Производитель может оказать пользователю поддержку в вопросе принятия таких мер. Ответственность за внедрение концепции кибербезопасности лежит на системном операторе. Данная концепция должна учитывать все компоненты системы и все технические аспекты кибербезопасности.

Защита, заложенная в конструкцию аппаратной части

- Система устройства, состоящая из сконфигурированных стандартных аппаратных блоков, каждый из которых оснащен собственной системой охлаждения, снижает тепловую нагрузку, увеличивает срок службы и обеспечивает функционирование без ошибок в широком диапазоне температур окружающей среды.
- Высокая степень эксплуатационной готовности достигается благодаря концепции вспомогательного источника питания. Широкий диапазон допустимых напряжений централизованного питания обеспечивает подачу одинакового напряжения на все компоненты. В тех модулях, где требуются иные уровни напряжения, они создаются отдельно. Таким образом, возможное отключение питания одного из уровней локального напряжения приведет к выходу из строя только модуля, а не всего устройства. Об этой отдельной неисправности составляется отчет.
- Специальная «перекрестная» схема подключения внутренних аналоговых/цифровых преобразователей обеспечивает эффективный мониторинг аналоговых входов устройства и раннюю блокировку функций при потенциальной угрозе, например блокировку дифференциальной защиты в случае отказа канала тока.
- Хранение калибровочных данных в аналоговом модуле сбора данных обеспечивает абсолютно надежный обмен или расширение модуля.
- Полностью съемные клеммы и вставные модули означают, что больше нет необходимости в проверке соединительных проводов при смене устройств или модулей.
- Сейчас, когда аналоговый вход тока встроен в блок клемм, при замене устройства или модуля вторичные цепи тока больше не могут оказаться разомкнутыми. Когда клеммы вынуты, трансреактор всегда разомкнут по безопасной вторичной цепи.
- Для регулировки порогов срабатывания дискретных входов или подстройки под номинальный ток трансформатора (1 А, 5 А) устройство не нужно открывать. Устройство также не нужно открывать для замены батареи или смены вставного модуля.



[dw_safety-security, 1, ru_RU, 1, ru_RU]

Рисунок 3.8/1 Отличие безопасности от защиты

Функции самодиагностики

Комплексные функции самодиагнстики обеспечивают безопасную работу устройства, быстро обнаруживая неисправности и автоматически принимая меры для предотвращения неправильных действий. В зависимости от степени тяжести обнаруженной неисправности может быть выдано предупреждение, заблокированы соответствующие функции или все устройство может быть отключено путем

размыкания контакта исправности. В любом случае буфер диагностики выдает причину и соответствующие меры, которые нужно принять.

Самодиагностика аппаратного обеспечения

Осуществляется непрерывная самодиагностика всего аппаратного обеспечения устройства. Например, постоянно контролируются состояние ЦП, напряжения питания, состояние батареи, внутренние часы, модули хранения, аналоговые входы, шинные соединители, модули расширения и связи.

Самодиагностика аналоговых входов

Самодиагностика аналоговых входов выполняется на нескольких стадиях, будучи источником данных для функций защиты. Некоторые функции диагнстики относятся, в основном, к процессу ввода в эксплуатацию (неправильные или отсутствующие подключения). Они создают только предупреждающие сообщения. Они включают в себя следующее:

- Баланс токов и напряжений
- Сумма токов и напряжений
- Контроль чередования фаз

Другие функции диагнстики обнаруживают отсутствие параметра во время работы и быстро блокируют поврежденные функции:

- Контроль перегорания предохранителей (потеря напряжения)
- Быстродействующий контроль исправности токовых цепей (проверка суммы токов и обрывов во вторичных цепях)

Кроме того, правильность работы всех аналого-цифровых преобразователей гарантируется путем мониторинга достоверности выполнения дискретизации.

Мониторинг цепей отключения (ANSI 74TC)

Электромагнит выключателя и две ее линии питания контролируются с помощью двух дискретных входов. Если цепи отключения размыкаются, подается сигнал о неисправности.

Соединения связи

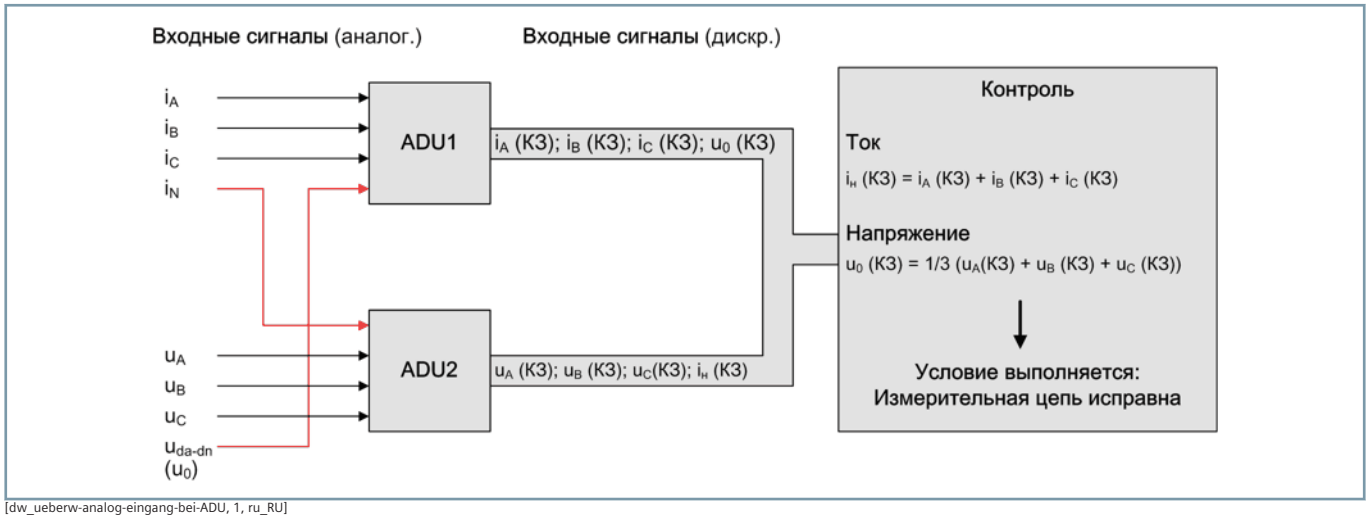
Проводится мониторинг телеграмм на предмет их корректной передачи. Отчет о неисправностях выдается в виде предупреждающих сообщений. Данные, связанные с защитой и управлением, передаются через интерфейсы защиты и с помощью GOOSE-сообщений МЭК 61850. Передаваемая информация также постоянно контролируется на принимающей стороне.

Мониторинг интерфейсов защиты

- 32-битный CRC-контроль с помощью циклического избыточного кода согласно CCITT/ITU для обнаружения искаженных телеграмм
- Поврежденные телеграммы отмечаются флагом и не используются системой защиты.
- Случайные единичные помехи не берутся в расчет, а постоянные помехи запускают блокировку затронутой защиты (дифференциальная защита) и функций управления
- Время прохождения сигналов измеряется и учитывается для корректной работы дифференциальной защиты
- Проводится мониторинг топологии защищаемой зоны. Повреждения соединений связи вызывают автоматическое переключение на другие каналы связи (кольцо на цепь или горячий резерв) или блокирование всей защищаемой зоны. Аналогичные последствия вызывает обнаружение отключения устройства в топологии.

Мониторинг GOOSE-сообщений МЭК 61850

- CRC-контроль с помощью циклического избыточного кода, мониторинг порядкового номера и времени повторения для обнаружения неверных или пропущенных телеграмм.
- Приложения учитывают состояние GOOSE-сообщений, которые повреждены или переданы в условиях испытаний, и переключаются на безопасный режим.



[dw_ueberw-analog-eingang-bei-ADU, 1, ru_RU]

Рисунок 3.8/2 Мониторинг цепей аналоговых входов на предмет неисправностей во время аналого-цифрового преобразования

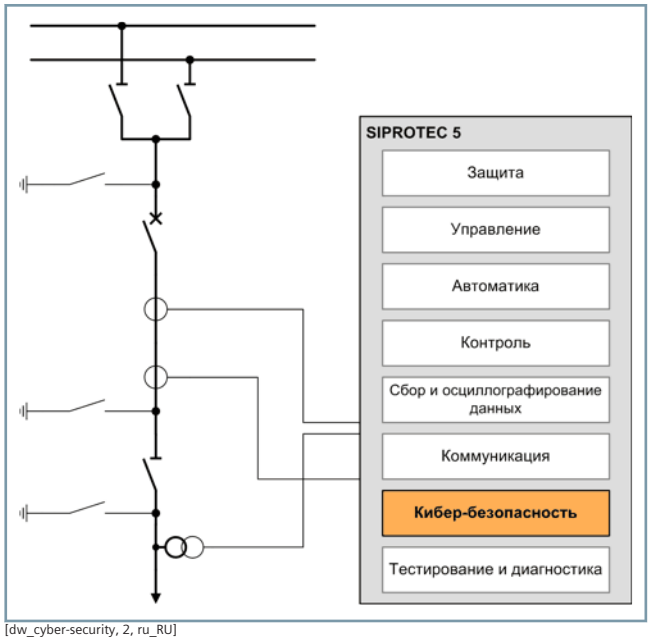
Управление загруженностью

Возможность свободной конфигурации функций защиты и функциональных схем (CFC) позволяет адаптировать их под огромное количество применений. При проектировании в DIGSI 5 итоговая нагруженность устройства рассчитывается по встроенной модели нагруженности. Это гарантирует загрузку в устройство только допустимых конфигураций.

Стандартизированное управление режимами устройства

Данные по режимам диагностики и состоянию информации передаются и обрабатываются по всей системе унифицировано и согласованно. Функции анализа учитывают режимы и гарантируют безопасную эксплуатацию. Это особенно важно при передаче данных защиты и управления через интерфейсы защиты и GOOSE-сообщения МЭК 61850. Но это также относится и к обработке сигналов в функциональных схемах (CFC).

Кибербезопасность



[dw_cyber-security, 2, ru_RU]

Рисунок 3.8/3 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — кибербезопасность

Учитывая все возрастающую интегрированность контроллеров присоединений в коммуникационные сети на базе Ethernet, связь должна быть защищена от внутренних помех и атак извне. Стандарты и директивы, такие как NERC CIP (North American Electric Reliability Corporation — Critical Infrastructure Protection — Североамериканская корпорация по обеспечению надежности электросистем — защита объектов жизнеобеспечения) и нормативный документ BDEW (требования к безопасности систем управления и телекоммуникаций Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. — Немецкая ассоциация энергетики и водной промышленности), содержат требования к безопасной работе устройств в коммуникационной инфраструктуре жизнеобеспечения и распространяются как на производителей, так и на операторов.

Кибербезопасность должна быть заложена в конструкцию устройств с самого начала. В случае серии SIPROTEC 5 это выполнялось на каждом этапе. Предусмотренные в аппаратном обеспечении меры гарантируют, что ключевые материалы для защиты связи и наборов данных в устройстве хранятся в абсолютной безопасности. Стеки связи, защищенные от кибератак, концепция многоуровневого доступа к операциям и постоянная регистрация всех санкционированных и несанкционированных попыток доступа и важных с точки зрения кибербезопасности действий — все это обеспечивает оператору высокую степень кибербезопасности при интеграции устройств в сеть оператора.

По умолчанию в устройстве разрешено только подключение DIGSI 5. Все прочие службы Ethernet и их порты по умолчанию выключены в устройстве и могут быть включены с помощью DIGSI 5. Например, если используется протокол резервного кольца RSTP, пользователь может включить его с помощью программы DIGSI 5 (*Рисунок 3.8/4*). Безопасная стандартная конфигурация не оставляет потенциальному взломщику системы открытых интерфейсов, и в сети активированы только те службы, которые фактически используются.

Аутентификация

Между устройством и DIGSI 5 выполняется безопасная аутентификация. Это не позволяет другой программе получать доступ к устройствам и считывать или записывать в них данные. С помощью данного защищенного протокола передачи обеспечивается целостность и конфиденциальность передаваемых данных. Это предотвращает манипуляции с данными и несанкционированный доступ к ним.

Установление соединения после проверки пароля

При желании можно установить в устройстве пароль для подключения. Удаленный доступ через Ethernet будет возможен только после ввода пароля пользователем. Пользователь получает доступ на чтение/запись данных устройства только после установления соединения. Данный пароль соответствует требованиям кибербезопасности к назначению паролей, определенным в NERC CIP. Пароль содержит от 8 до 30 символов, включающих строчные и заглавные буквы, цифры, а также специальные символы. С помощью данного защищенного протокола передачи обеспечивается целостность и конфиденциальность передаваемых данных. Это предотвращает манипуляции с данными и несанкционированный доступ к ним.

Большая безопасность за счет использования идентификаторов подтверждения

Для выполнения действий, влияющих на безопасность, например, изменения уставок, должны быть даны ответы на запросы безопасности, чтобы получить доступ к устройству в режиме записи. Эти запросы безопасности могут быть сконфигурированы пользователем и могут различаться для разных областей применения.

Регистрация событий системы безопасности

Неуспешные и несанкционированные попытки доступа также регистрируются, и может быть подан сигнал тревоги по независимому каналу телеуправления. Выполнение действий, критичных с точки зрения безопасности, регистрируется в журнале. Эти записи журнала защищены от удаления. Их можно передать в АСУ подстанции и заархивировать там.

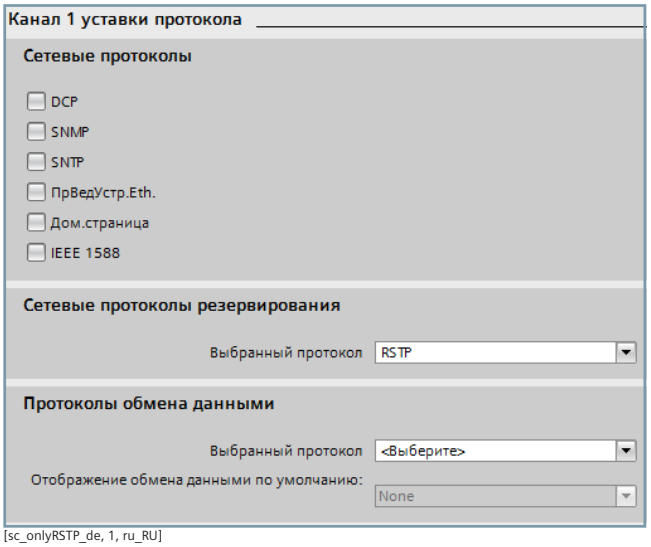
Защита целостности файлов

Все файлы, которые могут быть загружены в устройство через DIGSI 5, подписываются в цифровой форме. Таким образом, повреждение данных извне вирусами или троянами, например из злоумышленно измененных файлов микропрограммы, надежно обнаруживается.

Безопасная стандартная конфигурация

По умолчанию в устройстве разрешено только подключение DIGSI 5. Все прочие службы Ethernet и их порты по умолчанию выключены в устройстве и могут быть включены с помощью DIGSI 5. Например, если используется протокол резервного кольца RSTP, пользователь может включить его с помощью программы DIGSI 5 (*Рисунок 3.8/4*). Безопасная стандартная конфигурация не оставляет потенциальному взломщику системы открытых интерфейсов, и в сети активированы только те службы, которые фактически используются.

Зачастую ввод паролей для подключения и идентификаторов подтверждения на стадии настройки и диагностики нежелателен. Однако во время работы основное место занимает считывание данных. Всесторонний контроль доступа может быть деактивирован в устройстве до завершения его ввода в эксплуатацию, а затем включен для последующей эксплуатации.



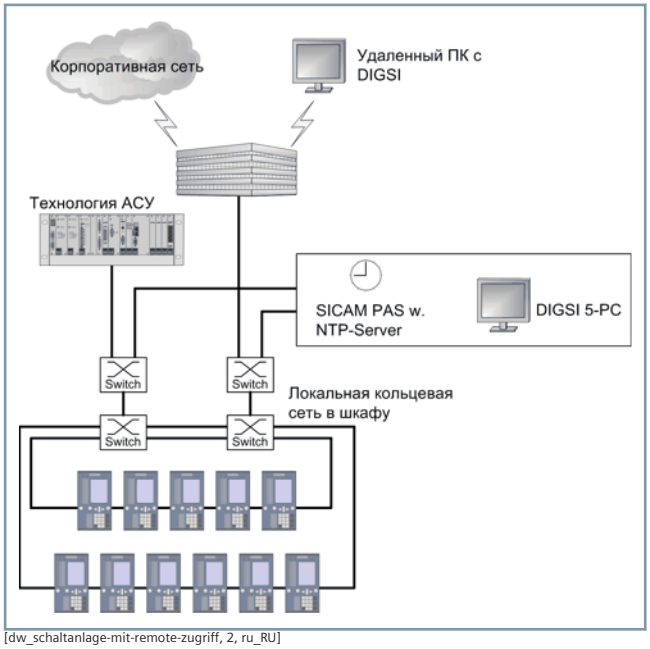
[sc_onlyRSTP_de, 1, ru_RU]

Рисунок 3.8/4 Отключаемые службы связи во время доступа по сети Ethernet

Программа безопасности продукции

Проект безопасности продукции совместно с «Указанием по применению SIP5-APP-009» для устройств серии SIPROTEC 5 предоставляет пользователю ценные советы по интеграции устройств в его сеть и их безопасной эксплуатации. Общая концепция безопасности должна быть разработана и утверждена в «Проекте общей безопасности». В данном документе должны быть закреплены типовые конфигурации сети, используемые службы и их порты. Также должно быть дано описание мер для обновления тех компонентов, которые имеют важное значение для кибербезопасности, ограничения доступа с помощью пароля и антивирусной защиты.

Рисунок 3.8/5 иллюстрирует рекомендации такого плана для защиты распределительного устройства. Устройства серии SIPROTEC 5 интегрируются в оптические кольца Ethernet через коммутаторы. В этих кольцах каждый протокол автоматизации подстанции на базе Ethernet, например, МЭК 61850 или DNP3, и управление системой функционируют без потери эффективности. Доступ из небезопасной внешней сети разрешен через шлюз, который призван обеспечить защиту сети. Сторона, запрашивающая доступ, аутентифицируется в шлюзе, например программой DIGSI 5, и затем выполняется шифрование связи через VPN. Данная функция полностью поддерживается службами связи DIGSI 5.



[dw_schaltanlage-mit-remote-zugriff, 2, ru_RU]

Рисунок 3.8/5 Безопасная работа устройств в распределительном устройстве с удаленным доступом из внешней сети

Также сети технологического управления и сети удаленного доступа могут быть полностью разделены путем соответствующего выбора независимого порта Ethernet для связи между устройством и программой DIGSI 5. Это относится к принципам обеспечения безопасности оператора. Благодаря концепции вставных модулей устройства позволяют воплощать решения по использованию отдельных сетей. В устройства серии SIPROTEC 5 и ПО DIGSI 5 интегрирован широкий набор функций кибербезопасности, они описаны в следующем разделе.

Защищенное управление внесения исправлений (обновления для системы безопасности) в DIGSI 5

В ответ на требования к защите электростанций в DIGSI 5 реализована функция управления внесения исправлений. Это означает, что регулярные обновления программных компонентов для системы безопасности от сторонних поставщиков интегрируются в DIGSI 5 или используются DIGSI 5 и тестируются на совместимость с DIGSI 5. Список доступных обновлений для системы безопасности и примечаний по совместимости доступен для загрузки в Интернете и обновляется ежемесячно.

«Защита и кибербезопасность» означает следующее:

- **Долговечное защищенное аппаратное обеспечение, имеющее превосходную устойчивость к ЭМ-помехам, а также к климатическим и механическим воздействиям**
- **Сложные алгоритмы самодиагностики надежно выявляют и немедленно сообщают о неисправностях устройства**
- **Соответствие строгим требованиям кибербезопасности согласно BDEW Whitepaper и NERC CIP**
- **Шифрование на всем сегменте связи между ПО DIGSI 5 и устройством**
- **Автоматическая регистрация попыток доступа и операций, имеющих значение для безопасности, на устройствах и системах**

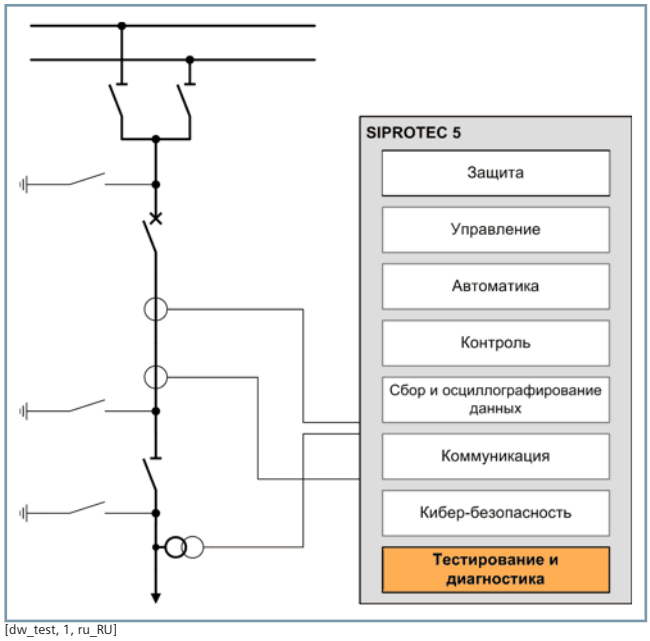
Устройства серии SIPROTEC 5 оснащены широким набором функций для испытаний и диагностики. Данные функции доступны пользователям устройств серии SIPROTEC 5 совместно с программой DIGSI 5 и значительно сокращают этап испытаний и ввода в эксплуатацию.

Испытательный комплекс (Test Suite) программы DIGSI 5 обеспечивает следующее:

- **Имитация дискретных сигналов и аналоговых последовательностей с помощью встроенного испытательного оборудования**
- **Проверка аппаратной части и монтажа**
- **Испытание функций защиты и других функций устройства**
- **Проверка работы выключателя и функций АПВ**
- **Проверка связи, включая проверку по шлейфу (loop-тест)**
- **Анализ логических схем**

Испытательный комплекс (Test Suite) DIGSI 5

В задачи расширенных функций испытаний и диагностики, доступных пользователю серии SIPROTEC 5 совместно с программой DIGSI 5, входит сокращение продолжительности испытаний и ввода в эксплуатацию. Все функции тестирования встроены в программу DIGSI 5. Таким образом, можно выполнить проектирование, включая испытания устройства, с помощью одного инструмента. Наиболее важные функции будут приведены в данном документе в качестве примера. Также в зависимости от типа устройств существуют и другие специальные функции тестирования.



[dw_test, 1, ru_RU]

Рисунок 3.9/1 SIPROTEC 5 — функциональная интеграция — испытания

Встроенный генератор последовательностей режимов

Встроенный в устройство генератор последовательностей обеспечивает проведение испытаний функций. Обычно устройство принимает аналоговые и дискретные сигналы от процесса или внешнего вторичного испытательного оборудования. Ранее функции защиты и связь проверялись только таким способом. В устройствах серии SIPROTEC 5 для проверки теперь можно брать величины из встроенного испытательного оборудования в режиме имитации. Для этого необходимо отключить аналоговые и дискретные входы от «физических» входных аналоговых и дискретных сигналов и подключить к встроенному генератору последовательностей режимов.

Тестер использует DIGSI 5 для создания последовательности режимов, например последовательности короткого замыкания, загружает ее в устройство и запускает в режиме имитации. Генератор последовательностей режимов в DIGSI 5 может объединять в одной последовательности испытаний до шести состояний. При загрузке в устройство эта последовательность состояний выполняется в режиме реального времени и моделирует работу функций устройства, как при реальном процессе на дискретных и аналоговых входах. Таким образом, можно в режиме реального времени испытать функции защиты, управления, логические функции и связь без использования вторичного испытательного оборудования.

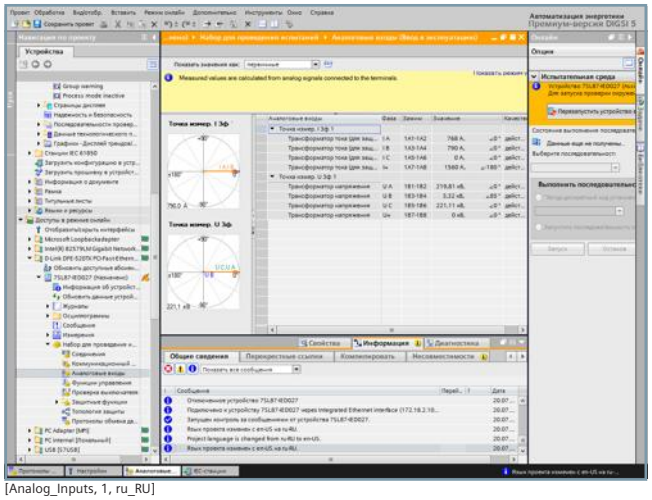
Последовательность режимов запускается вручную из программы DIGSI 5 или через дискретный вход. Также это позволяет проверить взаимодействие между несколькими устройствами.

Проверка аппаратной части и монтажа

При проверке аппаратной части состояние дискретных входов может быть считано программой DIGSI 5, а контакты и светодиоды могут переключаться или конфигурироваться через DIGSI 5 в испытательных целях.

Параметры, измеряемые на входах напряжения и токовых входах, представляются на векторных диаграммах с разделением в соответствии с амплитудой и фазой (*Рисунок 3.9/2*). Таким образом, легко обнаружить и проверить наличие ошибки в монтаже в испытуемом подключении, а также группу соединений или направление (угол) между током и напряжением. В устройствах, подключенных через интерфейсы защиты, даже аналоговые точки измерения на удаленных концах могут быть отображены в виде векторов. Это упрощает проверку дифференциальной защиты.

При проверке монтажа испытываются цепи вторичной коммутации между устройствами. Если устройства подключены к сети по Ethernet, такую проверку можно осуществить с беспрецедентной легкостью. Для этой цели контакт в устройстве замыкается посредством DIGSI 5. Этот контакт подключается к дискретному входу одного или нескольких устройств серии SIPROTEC 5 через проводное соединение. Они автоматически посылают в DIGSI 5 отчет о том, что дискретный вход был активирован замыканием контакта. Затем испытательный прибор может регистрировать ход испытания и выполнять проверку монтажа между устройствами.



[Analog_Inputs, 1, ru_RU]

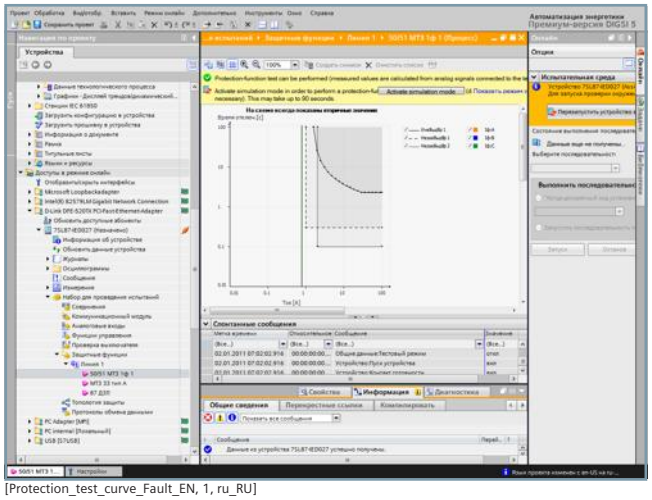
Рисунок 3.9/2 Отображение аналоговых точек измерения на векторных диаграммах

Испытание функций защиты и других функций устройства

Графическое изображение характеристических кривых или диаграмм функций защиты помогает не только тому специалисту, который настраивает параметры испытательных функций, но и тому, кто проводит испытания (*Рисунок 3.9/3*).

При такой проверке рабочая точка функции защиты представлена графически на диаграммах, например рассчитанное полное сопротивление дистанционной защиты на диаграмме расположения зон работы ДЗ. Кроме того, в журнал заносятся сообщения, которые относятся к функции защиты, например пуск и срабатывание.

Это испытание может быть выполнено с использованием сигналов от аналоговых входов или с помощью испытательного оборудования, встроенного в устройство.



[Protection_test_curve_Fault_EN, 1, ru_RU]

Рисунок 3.9/3 Проверка функции защиты с рабочей точкой на характеристической кривой

Проверка работы выключателя и функции АПВ

С помощью программы DIGSI 5 пользователь может инициировать последовательности переключений для проверки автоматического повторного включения (АПВ). Но это возможно, только если разрешено удаленное переключение с помощью ключа управления. Также необходимо ввести код безопасности (идентификатор подтверждения) для авторизации коммутации через DIGSI 5.

Для коммутации без взаимоблокировок существуют дополнительные запросы безопасности. Это обеспечивает защиту от несанкционированного использования или случайной активации во время работы. Проверку работы выключателя также можно активировать и деактивировать без проверки взаимных блокировок.

Проверка связи

Поскольку связь — это неотъемлемый компонент устройств и они взаимосвязаны либо непосредственно, либо через систему управления подстанцией, связь необходимо тщательно проверить при вводе в эксплуатацию и проводить постоянный мониторинг во время работы. Встроенные испытательные инструменты помогают пользователю удостовериться, что проверка и мониторинг маршрутов связи выполняются эффективно.

Проверка по шлейфу соединений связи

Эта проверка запускается из программы DIGSI 5 для выбранного модуля связи и интерфейса, если интерфейс защиты настроен на удаленном конце линии электропередачи. Она используется для обнаружения неисправностей в подсекциях при проверке физических каналов связи (*Рисунок 3.9/4*). Тестовые телеграммы посылаются от передающей стороны Tx интерфейса и измеряются вновь на принимающем интерфейсе Rx. Таким образом, пользователь получает возможность вставлять замкнутые контуры в различные точки сети связи и проверять соединение этих контуров. Количество отправленных, полученных и искаженных телеграмм постоянно отображается в DIGSI 5, так что можно постоянно отслеживать качество соединения.

[dw_loop-test, 2, ru_RU]

Рисунок 3.9/4 Проверка интерфейсов защиты с помощью loop-теста

Онлайн-мониторинг соединений связи

Поток данных в интерфейсах связи можно постоянно отслеживать. Для этой цели количество отправленных, полученных и искаженных телеграмм в единицу времени для последовательных соединений и интерфейсов Ethernet постоянно измеряется и отображается во время работы. В случае возникновения неисправности может быть подан сигнал тревоги. Система мониторинга и управления сети выполняет подробный мониторинг модулей Ethernet по протоколу SNMP.

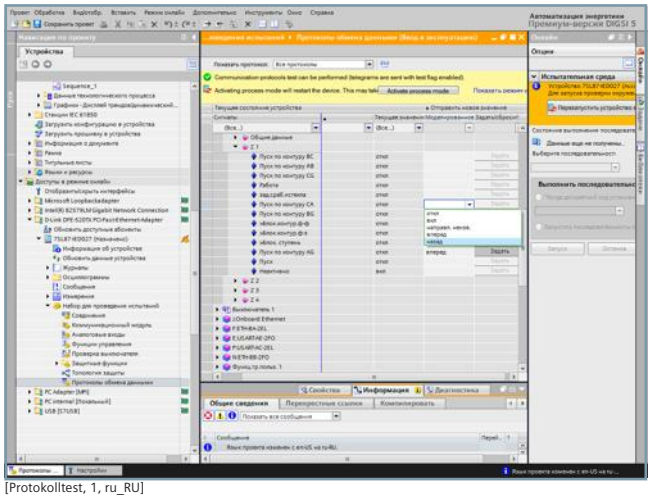
Также выполняется мониторинг времени задержки сигналов в интерфейсах защиты, оно рассчитывается при синхронизации с помощью высокоточного секундного импульса в направлениях передачи и приема. Кроме того,

постоянно осуществляется мониторинг топологии связи и выводится ее графическое представление в DIGSI 5. Соединения GOOSE можно постоянно контролировать на принимающей стороне во время работы. Это означает, что выход из строя будет обнаружен в течение нескольких секунд.

Проверка протокола

Для проверки протокола выполняются установка и сброс значений определенных сигналов с помощью DIGSI 5 (*Рисунок 3.9/5*). Сам режим диагностики можно настраивать. Устройство передает выбранное значение клиенту с использованием заданного протокола связи, например МЭК 61850. В этом случае составляется отчет или автоматически посылается GOOSE-сообщение, когда эта информация скоммутирована соответствующим образом.

Устройство можно применять для проверки информации управления системами для всех протоколов (например, МЭК 61850, МЭК 60870-5-103, последовательного DNP3, DNP3 IP) без необходимости выполнять процесс задания состояний сигналов с помощью испытательного оборудования. Также можно проверить сигналы, передаваемые через интерфейсы защиты.

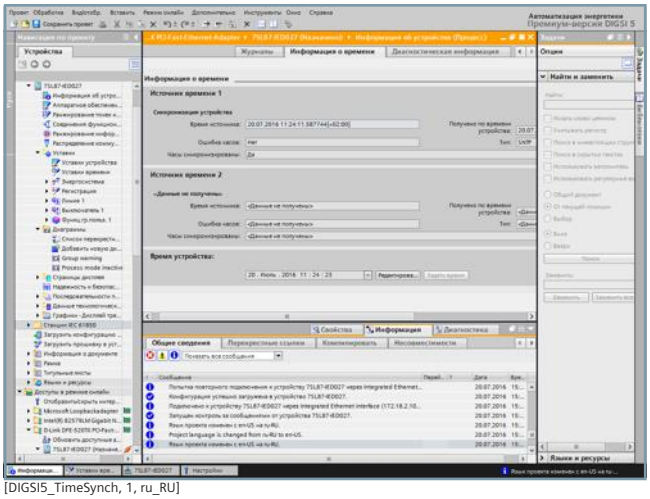


[ProtokollTest, 1, ru_RU]

Рисунок 3.9/5 Проверка протокола автоматизации подстанции или интерфейсов GOOSE и защиты

Проверка и отображение внешних устройств задания и синхронизации времени

Если системное время устройства устанавливается извне с помощью одного или двух устройств задания и синхронизации времени, то это время можно просматривать в устройстве или в программе DIGSI 5. Когда протокол времени передает это значение, он показывает, какое устройство устанавливает системное время и создает отчет о качестве источника времени. Таким образом, во время эксплуатации можно отслеживать и отображать процесс синхронизации от внешних устройств (*Рисунок 3.9/6*).

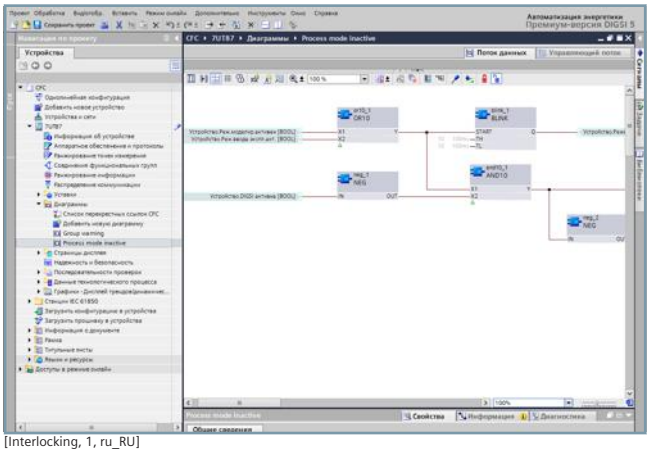


[DIGSI5_TimeSynch, 1, ru_RU]

Рисунок 3.9/6 Проверка внешних устройств задания и синхронизации времени

Анализ логических схем (отладка CFC)

Логические схемы, выполненные в виде функциональных схем (CFC), можно испытывать в оффлайн-режиме в DIGSI 5. Для этой цели в генераторе последовательностей состояний DIGSI 5 создаются последовательности испытаний, действующие на логические входы функциональной схемы или на аналоговые и дискретные входы устройства. Это позволяет испытывать не только функциональную схему, но и ее взаимодействие с вышестоящими и нижестоящими функциями. Во время испытания значения переменных отображаются, а их изменение во времени регистрируется в осциллограммах, которые затем могут быть проанализированы, например с помощью SIGRA. Это позволяет легко анализировать даже сложные временные зависимости. Таким образом, функциональные схемы (CFC) можно создать в оффлайн-режиме, находясь в офисе, и испытывать без использования устройства.



[Interlocking, 1, ru_RU]

Рисунок 3.9/7 Легкий анализ функциональных схем

Применение испытательного комплекса (Test Suite) DIGSI 5 означает следующее:

- **Значительное сокращение времени испытаний и ввода в эксплуатацию**
- **Больше не требуется вспомогательный персонал на соседней подстанции для ввода в эксплуатацию**
- **Все выполненные программы испытаний документируются**
- **В большинстве случаев возможно проведение испытаний без использования вспомогательного испытательного оборудования**

При разработке проекта с помощью SIPROTEC 5 пользователь получает полную поддержку, начиная от однолинейных схем первичной системы и заканчивая заказом, разработкой и заданием уставок, во время испытаний и ввода в эксплуатацию. Для клиента это означает меньшее количество ошибок, более высокое качество и производительность.

Для клиента единый рабочий процесс означает оптимальную интегрированную поддержку на всех стадиях проекта:

- **Техническое задание на проект**
- **Разработка устройств**
- **Разработка системы**
- **Ввод в эксплуатацию**
- **Эксплуатация и обслуживание**

Выбор изделий с помощью конфигуратора заказов

Конфигуратор заказов предназначен для помощи при выборе устройств серии SIPROTEC 5. Конфигуратор заказов — это веб-приложение, которое может работать с любым браузером. Конфигуратор устройств серии SIPROTEC 5 применяется для конфигурирования комплектных устройств или их отдельных компонентов, таких как модули связи или модули расширения.

По окончании процесса конфигурирования предоставляются код изделия и подробное представление полученного результата. Оно содержит полное описание изделия и служит кодом заказа.

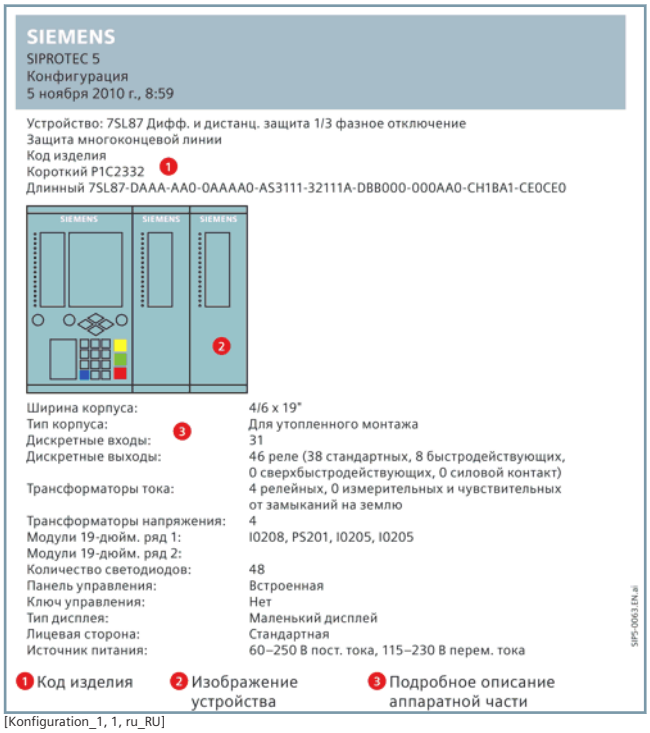
Все функции из библиотеки

В зависимости от типа устройства SIPROTEC 5 всегда имеют определенные базовые функции. Их можно гибко расширять с помощью любых необходимых функций из библиотеки. Стоимость дополнительных функций высчитывается из предварительно заказанного количества функциональных единиц. Калькулятор функциональных единиц позволяет определить стоимость дополнительных функций. Это гарантирует, что выбранное устройство обладает требуемой функциональностью.

В системе SIPROTEC 5 основная функция определяется выбором типа устройства, а объем дополнительных функций — единственным параметром — количеством функциональных единиц. Это значит, что во время выбора изделия нет необходимости подробно описывать функциональность устройства. На более поздних этапах проектирования можно добавить любые дополнительные функции из специализированной библиотеки функций. Клиенту нужно лишь проследить за тем, чтобы баланс заказанных функциональных единиц для устройства не был превышен. Дополнительные функциональные единицы можно просто дозаказать позже в любое время.

Четкое отображение полученного результата

Успешная конфигурация устройства отображается на четко структурированной странице результатов. Результат также можно сохранить в виде файла в формате .pdf (*Рисунок 3.10/2*). Затем определенный код изделия можно ввести непосредственно в информационную систему, систему подачи заказов или в программу DIGSI 5 (www.siemens.com/siprotec).



[Konfiguration_1, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/1 Отображение итоговой конфигурации (детальные параметры аппаратной части устройства)

SIEMENS
SIPROTEC 5
Конфигурация
5 ноября, 2010 г., 8:59

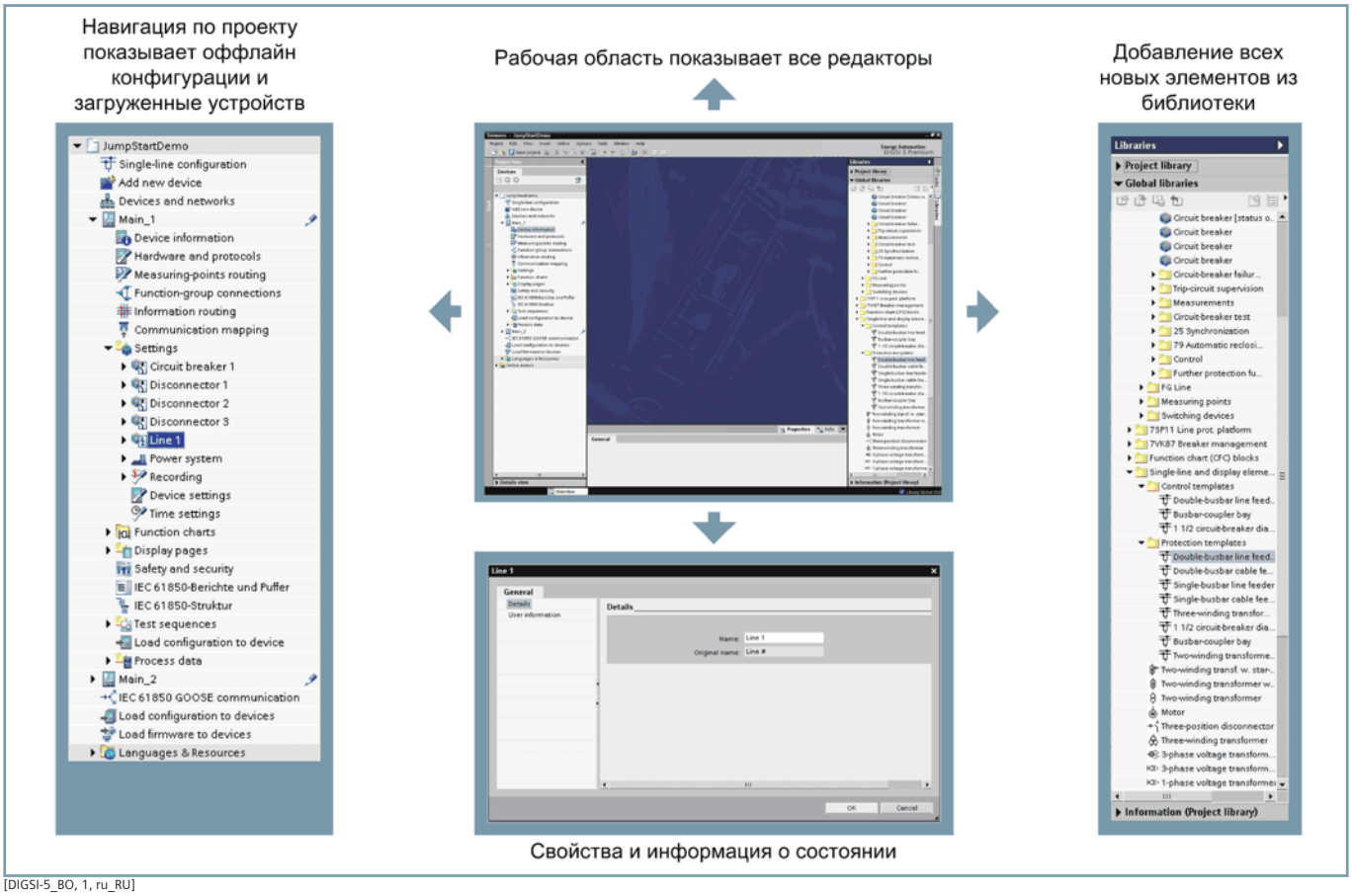
Объем функций 7SL87 Дифф. и дистанц. защита 1/3 фазное отключение:

ANSI (Американский национальный институт стандартов)	Функция	Аббр.	Всегда включено	Добавление выбранных свойств Кол-во x значение = Точки	Результат Кол-во
	Функция защиты – 3-фазное отключение	3-фазн.	✔		✔
	Функция защиты – 1-фазное отключение	1-фазн.	✔		✔
	Аппаратная часть – расширяемые входы/выходы	I/O (Ввод/вывод)	✔		✔
21, 21N	Дистанционная защита	Z<			✔
87L	Дифференциальная защита 2 концевой линии		✔		✔
87L	Дифференциальная защита 3–6 концевой линии		✔		✔
25	Проверка синхронизма, функция синхронизации			2 x 60 = 120	2x
27	Защита от понижения напряжения, 3-фазн.	V<		x 6 =	
27	Защита от понижения напряжения прямой последовательности	V1<		2 x 6 = 12	2x
27	Защита от понижения напряжения, универсальная, Vx	Vx<		x 6 =	
32, 37	Защита по мощности P/Q/Bap	P<>, Q<>		x 10 =	
46	Токовая направленная защита обратной последовательности	I2>, U2/I2		x 15 =	
49	Защита от тепловых перегрузок			x 10 =	
50	Защита при включении на КЗ	I>>>	✔		✔
50BF	УРОВ			2 x 25 = 50	2x
50/51	Максимальная токовая защита	I>	✔		✔
50N/51N	Максимальная токовая защита нулевой последовательности	3I0>	✔		✔
59	Защита от повышения напряжения, 3-фазн.	V>		x 6 =	
59	Защита от повышения напряжения прямой последовательности	V1>		2 x 6 = 12	2x
59	Защита от повышения напряжения, с расчетом величины напряжения на противоположном конце	V1comp>		x 6 =	
59	Защита от повышения напряжения обратной последовательности	V2>		x 6 =	
59N	Защита от повышения напряжения нулевой последовательности	V0>		x 6 =	
59	Защита от повышения напряжения, универсальная, Vx	Vx>		x 6 =	
67	Направленная токовая защита			x 40 =	
67N	Токовая направленная защита от замыканий на землю для заземленных сетей			x 30 =	

SIP5-0064.EN.ai

[Konfiguration_2, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/2 Отображение итоговой конфигурации (набор функций)



[DIGSI-5_BO, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/3 Структура интерфейса пользователя программы DIGSI 5

DIGSI 5

Код изделия, определенный в конфигураторе SIPROTEC 5, может быть использован непосредственно в программе DIGSI 5. Таким образом, пользователь может создавать свои устройства прямо в DIGSI 5. Поскольку все характеристики устройства однозначно определяются кодом изделия, работа с DIGSI 5 начинается без необходимости траты времени на повторный ввод характеристик устройства.

От планирования к проектированию и испытаниям – DIGSI 5

Инструмент проектирования DIGSI 5 помогает пользователю на всех этапах рабочего процесса от планирования до эксплуатации систем с устройствами серии SIPROTEC 5. DIGSI 5 дает пользователю полный контроль над работами по проектированию. Функциональность данного инструмента охватывает все задачи — от конфигурации устройства и его настройки до ввода в эксплуатацию и оценки информации о повреждении.

Вот как кратко выглядит современный эффективный процесс проектирования:

На этапе эскизного проектирования схема системы документируется с использованием САПР. Данная схема системы готовится в качестве основы для детального планирования в однолинейном редакторе. В зависимости от цели применения определяется необходимый объем функций (функции защиты, управления и объем автоматизации, а также вспомогательные функции) и выбирается устройство. Следующий шаг — присвоение устройству шаблона типового применения, подобранного под конкретную цель применения. После выбора шаблона типового применения функции можно изменить в любое время. Высокоэффективное копирование функций с проверками совместимости обеспечивает быструю разработку проекта. Затем должны быть выполнены конфигурирование системы (маршрутизация, реализация соответствующей логики в функциональных схемах (CFC-схемах)) и настройка параметров.

Новая структура программы DIGSI 5 предназначена для оптимальной поддержки на всех необходимых рабочих этапах при осуществлении проекта. Ориентированный на применение подход к проектированию гарантирует, что пользователь всегда будет иметь необходимую информацию по рабочему процессу. DIGSI 5 повышает производительность — от разработки и проектирования до монтажа, ввода в эксплуатацию и эксплуатации.

Вид проекта проходит сквозь весь рабочий процесс

В DIGSI 5 обработка и обслуживание всех компонентов устройств и соответствующих данных выполняется с учетом ориентированности на проект. Это значит, что топологические схемы, устройства, значения уставок, настройки связи, технологические данные и многое другое хранится в одном проекте.

Все устройства доступны в одном месте. Можно просто открыть устройство в дереве проекта и получить доступ ко всей информации по нему. Когда пользователь начинает работу с устройством, он может интуитивно и просто отредактировать все данные.

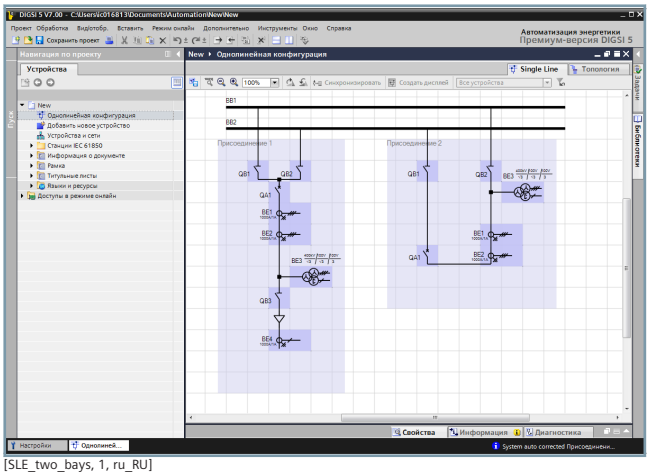
Интерфейс пользователя DIGSI 5 разделен на несколько зон (*Рисунок 3.10/3*). В дереве проекта (слева) отображается все, что касается проекта, например устройства и глобальные настройки. При двойном щелчке кнопкой мыши на том или ином элементе открывается редактор в основной панели окна. Это может быть, например, редактор для изменения уставок защиты, настройки отображений связей или для создания функциональных схем (CFC).

В нижней части экрана пользователю предоставлен быстрый и удобный доступ к свойствам всех элементов (например, с выключателями или сигналами). Также в этой зоне отображаются предупреждения и сообщения об ошибках.

Библиотеки в DIGSI 5 имеют особую важность. Они расположены справа и содержат все данные, используемые в редакторах. Здесь можно выбрать необходимый объем функций и вставить их в свой проект. При конфигурировании устройств пользователь может выбирать различные компоненты аппаратуры, например модули связи. С другой стороны, если пользователь работает с функциональными схемами (CFC), он выбирает соответствующие логические составные блоки и необходимые функции при настройке объемов защиты. Для этой цели пользователь должен переместить элементы в те места редактора, где они нужны.

Визуальное отображение первичной топологии в виде однолинейной схемы

Однолинейная схема описывает основную топологию системы (*Рисунок 3.10/4*). Для этого нужно просто выбрать правильный шаблон однолинейной схемы из библиотеки. Дальнейшая обработка, например расширение, не представляет проблем. DIGSI 5 содержит библиотеку элементов, знакомых пользователю по стандартам ANSI и ISO.



[SLE_two_bays, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/4 Графическое однолинейное изображение топологии подстанции

От применения к решению: шаблоны типового применения и их изменение

После определения топологии следующим шагом становится добавление нужного устройства. Пользователь просто использует код заказа из конфигуратора в DIGSI 5, и техническая спецификация устройства определяется автоматически. Затем выбирается шаблон типового применения, подходящий для заданной цели применения, и выполняется его редактирование согласно требованиям клиента (Можно удалить ненужные функции и добавить необходимые. Для этих целей библиотека предоставляет пользователю широчайший выбор функций. Совместимость конфигурации устройства непрерывно проверяется. Наконец, пользователь может графически соединить шаблон типового применения с первичным оборудованием на однолинейной схеме (трансформаторы тока и напряжения, а также выключатели). Таким образом создается топологическая ссылка. Значения параметров трансформаторов (первичные и вторичные номинальные значения, тип нейтрали трансформаторов тока) могут быть получены по однолинейной схеме.

Вид заданных пользователем экранов управления

С помощью редактора экранов можно создавать или изменять готовые заводские экраны, называемые экранами (дисплеями) управления. Редактор помогает выполнять типичный рабочий процесс. Пользователь должен просто решить, какие поля уже созданной однолинейной схемы должны быть использованы на страницах экранов управления — и все готово. Разумеется, могут быть созданы новые экраны с нуля, а также экраны могут быть импортированы. Для этого необходимо с помощью мышки перетащить сигнал из библиотеки к динамическому элементу на экране, и соединение будет создано. Кроме использования значков согласно стандартам МЭК и ANSI, пользователь может создавать свои собственные статические или динамические значки в редакторе значков.

Конфигурирование и ранжирование

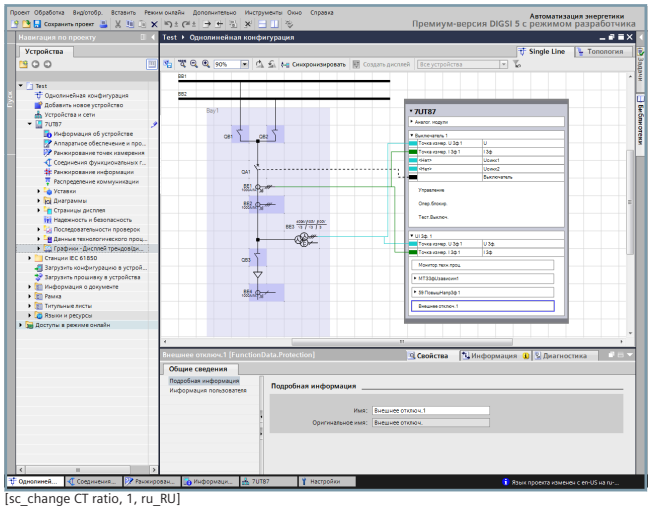
Матрица ранжирования — это одна из важнейших функций DIGSI 5. Она удобно распределена между 2 редакторами: «Маршрутизация информации» и «Отображения связей». Вид обоих редакторов разработан так, чтобы пользователь мог ранжировать информацию и конфигурировать связи. С помощью фильтров, предварительно установленных или определенных пользователем, можно свести объем отображаемой информации к необходимому минимуму. Как и в Excel, пользователь может выбрать, какая информация должна быть отображена в каждом столбце (*Рисунок 3.10/6*).

В матрице все сигналы сортируются по функциям и функциональным группам. Источники и приемники сигналов отображаются в виде столбцов. Объем данных представляется в разном виде — от сжатой формы отображения до подробного представления информации, в котором пользователь может просматривать и изменять каждый блок информации (маршрутизация на дискретные входы и выходы, светодиоды, журналы и т. д.) в разных столбцах. Таким образом, всю информацию можно конфигурировать очень просто.

Для отображения связей все необходимые настройки уже заполнены согласно выбранному протоколу. Их можно легко и быстро адаптировать к своим требованиям.

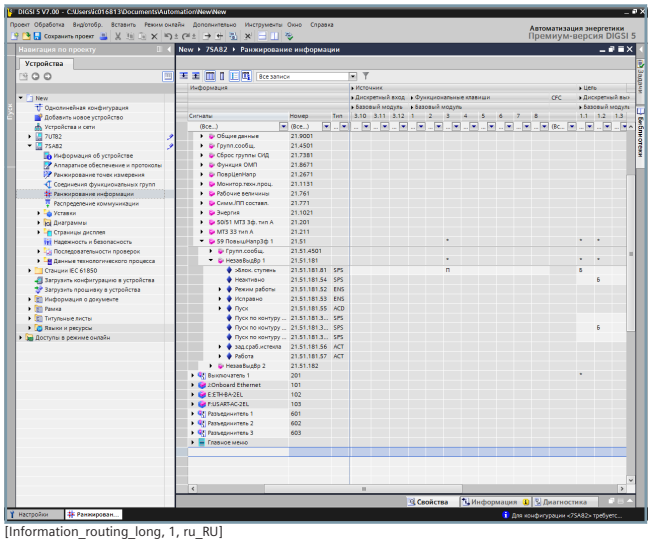
Благодаря большому выбору фильтров и возможности открывать и закрывать строки и столбцы пользователь может легко оставлять на экране только ту информацию, которая ему необходима.

Экономия времени – приоритетная задача DIGSI 5. Все экраны данных на основе таблиц предоставляют функцию заполнения соседних ячеек одним щелчком мыши так же, как в Excel.



[sc_change CT ratio, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/5 Графическое соотнесение первичного и вторичного оборудования



[Information_routing_long, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/6 Полная гибкость редактора маршрутизации информации

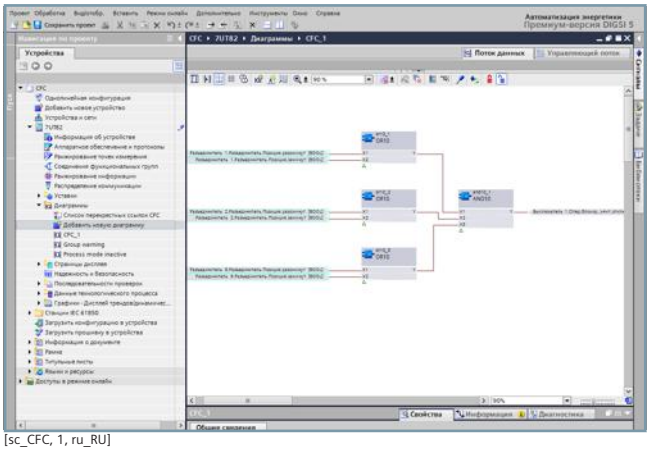
Улучшенная защита станции от недопустимых операций

В устройства серии SIPROTEC 5 встроен ПЛК (программируемый логический контроллер), в котором, например, могут выполняться стандартные взаимные блокировки. Для их изменения или подстройки нужно использовать редактор функциональных схем (CFC) — компонент программы DIGSI 5 Standard и Premium. Благодаря полностью графическому интерфейсу даже пользователи без знаний программирования могут максимально использовать все функциональные возможности и гибко настраивать функции устройства (*Рисунок 3.10/7*).

Для этой цели существует целая библиотека стандартных блоков, соответствующих МЭК 61131-3. В библиотеке содержатся простые логические операторы, такие как элемент «И», а также сложные функции, такие как реле времени, цепочки команд для организации последовательностей коммутаций и многое другое.

Применение редактора сейчас эффективно как никогда. Таким образом, пользователю требуется меньше стандартных блоков для достижения своих целей. Это существенно улучшает читаемость функциональных схем (CFC). Новые режимы экрана также дают более ясную картину. Новые режимы предоставляют возможность видеть информацию по стандартным блокам и точкам подключения в сжатом виде, т. е. без необходимости прокрутки.

Даже использование сигналов в функциональной схеме (CFC) было сделано более простым. Необходимо просто перетащить сигнал с помощью мышки из библиотеки сигналов к входу или выходу стандартного блока — и все готово. В DIGSI 5 созданные логические схемы могут быть проверены и без подключения устройств (в автономном режиме). Это обеспечивает требуемое качество при вводе устройств в эксплуатацию и дает клиенту преимущество во времени.



[sc_CFC, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/7 Простое создание систем автоматизации с помощью редактора CFC

Настройка параметров устройства

Все уставки параметров представляются одинаковым способом. Они расположены в редакторе уставок, отображающем все уставки функции. У пользователя есть выбор между различными способами отображения уставок. Уставки могут отображаться в первичных величинах, и пользователь может вводить непосредственно первичные значения уставок.

В этом случае не требуется перевод с использованием коэффициентов трансформации, который может приводить к ошибкам в задании уставок. То же самое относится к отображению уставок в относительных единицах, когда все уставки приводятся по отношению к номинальным значе-

ниям. Если пользователь делает выбор в пользу отображения уставок во вторичных величинах, все уставки будут преобразованы во вторичные величины.

Для настройки специальных характеристик защиты предпочтительно их графическое отображение. Все варианты характеристик функции представлены в редакторе уставок. Это позволяет пользователю сразу видеть в графической форме результат изменения уставок. Значения настроек различных групп параметров можно легко и быстро сравнить в одном общем окне, что позволяет легко найти различия (*Рисунок 3.10/8*).

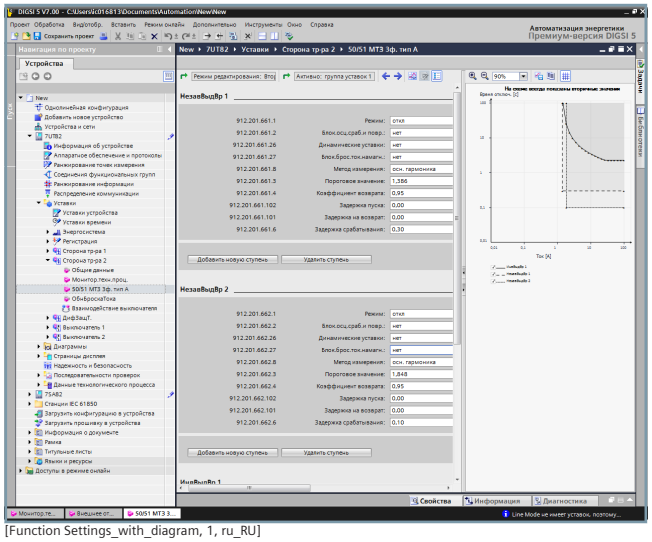

[Function Settings_with_diagram, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/8 Простая настройка параметров

Совместная работа в команде

Объединение в команды позволяет улучшить производительность труда при проектировании. Благодаря обширным функциям экспорта и импорта один член команды может определять параметры защиты и работать с настройками маршрутизации, тогда как другие устанавливают параметры интерфейсов системы. Собственную область можно в любое время обновлять новыми данными от коллег. Например, после того как член команды, занимающийся заданием параметров защиты, обновит свои данные, их можно ввести в проект.

Всеобъемлющие испытания при вводе в эксплуатацию и эксплуатации

Функции тестирования и диагностики помогают пользователю на этапе ввода в эксплуатацию. Таким образом, можно быстро и просто проверить правильность вторичного монтажа или отследить эффект, который вызывает передаваемое по системе сообщение на станции более высокого уровня. Сообщения об ошибках, регистрируемые в случае сбоев защищаемого объекта в реле, отображаются в DIGSI 5 и могут быть показаны, сохранены и распечатаны.

Новые возможности тестирования — это инновационные разработки. С помощью функции последовательностей могут быть заданы многоуровневые последовательности тестирования (даже для синхронных векторов). Последовательности испытаний загружаются в устройство с помощью DIGSI 5 и имитируют физические входы. Затем последовательности испытаний выполняются на устройстве с помощью встроенной функции генератора последовательностей режимов, который имитирует значения аналоговых технологических параметров. Таким образом, пользователь может определять и осуществлять сложные проверки для тестирования рабочих параметров проекта и логики на ранней стадии разработки.

При наличии функций тестирования и диагностики специальное испытательное оборудование больше не требуется либо испытания на нем сводятся к минимуму. Процессы, разработанные для тестирования специальных защит, например для дифференциальной защиты линий, описаны в соответствующем руководстве на устройство. Редактор функциональных схем (CFC) также предлагает новые функции анализа. Таким образом, DIGSI 5 позволяет осуществлять отладку логических схем в автономном режиме, а также отслеживание измеренных значений — как на логической схеме, так и в списках (Общий объем испытаний во время ввода в эксплуатацию при этом уменьшается. Результаты анализа функциональных схем (CFC) также могут быть представлены после завершения последовательности испытаний, например с помощью программы SIGRA. Можно легко проанализировать временную последовательность выполнения сложных логических схем.

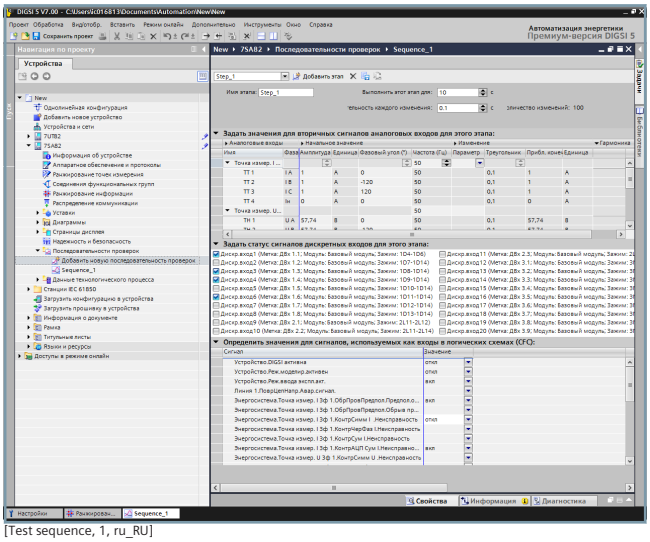
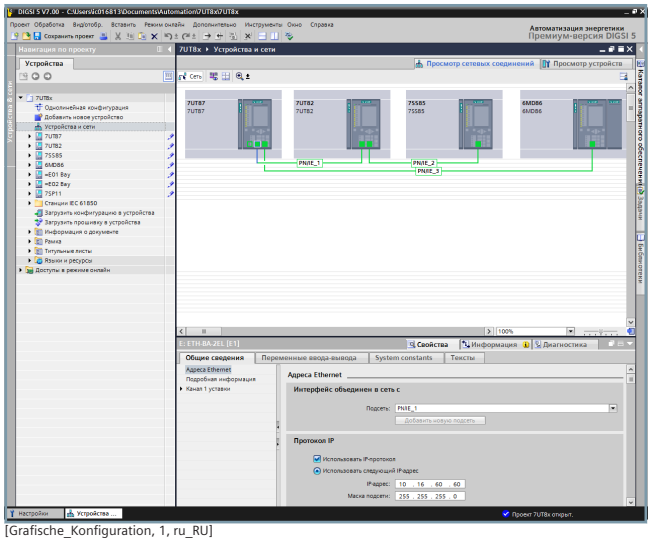

[Test sequence, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/9 Задание последовательностей режимов для комплексных испытаний конфигураций устройства



[Grafische_Konfiguration, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/10 Графическая конфигурация сетевых подключений между устройствами

Прямой онлайн-доступ ко всем доступным устройствам

DIGSI 5 также помогает клиенту в рабочем процессе, если устройства, разработанные в оффлайн-режиме, соединяются с устройствами его предприятия и системы. В DIGSI 5 все устройства, к которым есть доступ через интерфейсы связи, отображаются непосредственно после автономных устройств. Предпочтительный тип связи в сетях — это Ethernet. Разумеется, пользователь может получить отдельный доступ к устройствам через USB- интерфейс. Для работы с физическим устройством необходимо просто соединить онлайн-устройство и оффлайн-конфигурацию посредством функции «перетащить и отпустить» — и все готово.

Помимо передачи конфигурации устройства отдельным устройствам пользователь также может автоматически загрузить все конфигурации устройств в свои устройства.

Помимо онлайн-доступа в дополнение к считыванию записей о повреждениях и данных журналов сообщений пользователь может также просматривать измеренные значения и сообщения. Моментальные «снимки» измеренных значений и сообщений могут быть сохранены в архиве для последующего анализа или для документирования испытаний временного рабочего состояния или ввода в эксплуатацию.

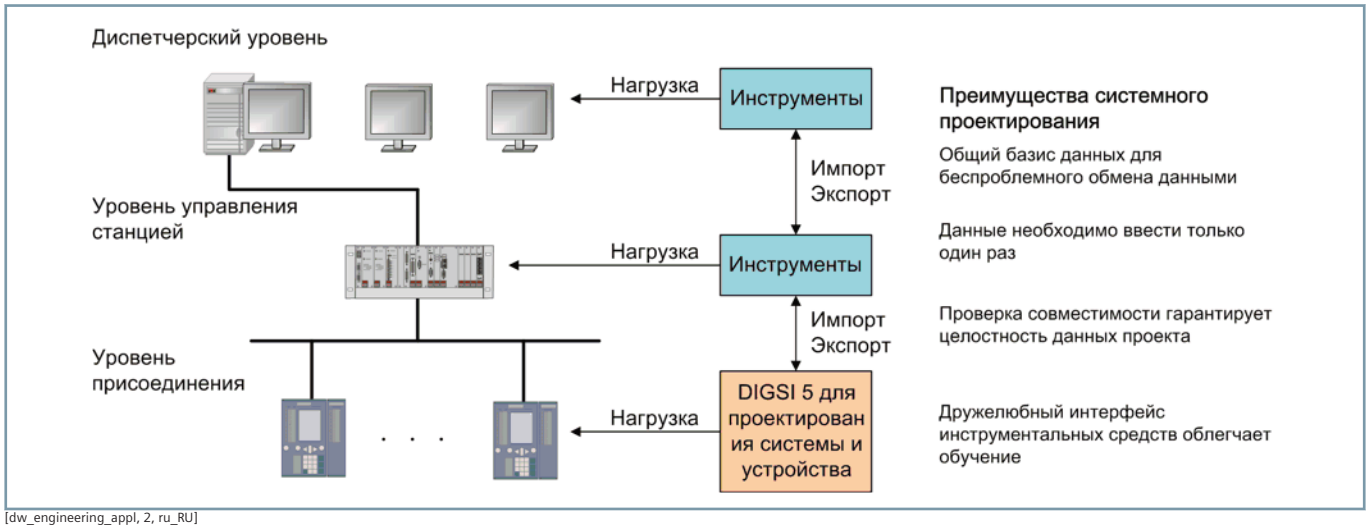
Открытость благодаря импорту и экспорту

DIGSI 5 предлагает широкий спектр форматов обмена данными. К ним относятся стандартные форматы МЭК 61850, а также унифицированный формат обмена данными TEAX из инструментов автоматизации энергетики компании «Сименс». Формат на базе XML лежит в основе всех сценариев экспорта/импорта и обеспечивает эффективность рабочих процессов при выполнении проектирования. Поскольку данные необходимо ввести лишь один раз, трудозатраты при проектировании уменьшаются, и клиент выигрывает от качества согласованных данных на всех уровнях автоматизации.

Помимо эффективного обмена данными, на уровнях автоматизации энергетики формат данных XML также поддерживает простой обмен данными с другими приложениями.

Пользователь может внести данные в DIGSI 5 из других приложений посредством интерфейса импорта. Таким образом, возможна внешняя разработка проектов устройств. Аналогично данные настроек можно экспортировать в другие приложения для дальнейшей обработки. Таким образом, можно легко производить обмен данными с другими приложениями распределения энергии, например, предназначенными для расчета сети, администрирования/оценки данных защиты, а также данными для тестирования функций защит.

Предлагая групповые решения ENEAS Generic Solutions, компания «Сименс» делает шаг вперед и представляет модульную систему с заданными шаблонами, которая состоит из точных определений и готовых решений в части проектирования и документирования для конфигураций, устройств SIPROTEC, блоков станций SICAM, оперативного управления для функций и связи. В результате все стадии проекта от планирования до ввода в эксплуатацию, а также обновления, расширения и техобслуживание становятся более эффективными.



[dw_engineering_appl, 2, ru_RU]

Рисунок 3.10/11 Открытые форматы обмена данными позволяют повторно использовать данные на всех уровнях

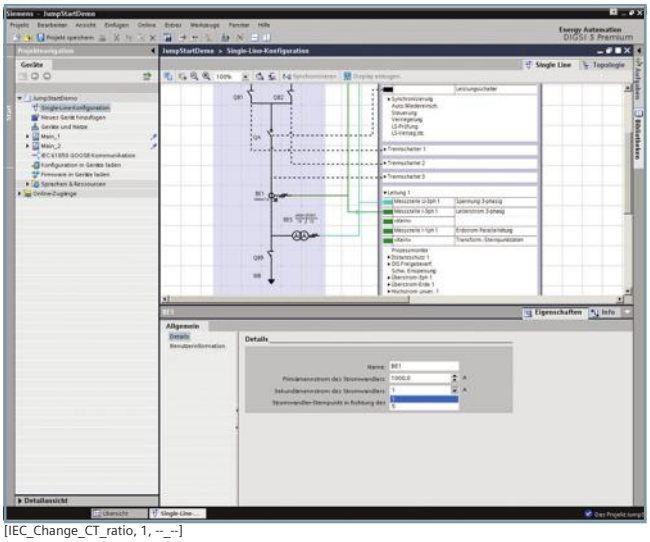
МЭК 61850 — протокол автоматизации подстанции на базе Ethernet

МЭК 61850 — это нечто большее, чем просто протокол автоматизации подстанции. В нем даны всесторонние определения типов данных, функций и связи в сетях станции. В издании 2 область применения стандарта расширена на большее количество секторов в электроэнергетической отрасли. Компания «Сименс» принимала активное участие в процессе адаптации издания 1 к изданию 2 в целях стандартизации структуры. В издании 2 заполнены некоторые пробелы и определены дополнительные приложения. Будучи мировым лидером на рынке устройств серии SIPROTEC 4, работающих по стандарту издания 1, мы решили вопросы взаимодействия, гибкости и совместимости между изданиями 1 и 2: совместное использование с устройствами, работающими по стандарту издания 1, не представляет трудностей.

МЭК 61850

- Преобразование сложных моделей данных из МЭК 61850 в знакомый пользователю язык.
- Интегрированная согласованная разработка системы и устройства (от однолинейной схемы до настройки параметров устройства на базе модели данных МЭК 61850).
- Гибкое моделирование объектов, свобода адресации объектов и гибкие службы связи обеспечивают максимальную степень взаимодействия и эффективность концепций обмена и расширения.
- Полная совместимость и взаимодействие с МЭК 61850, издания 1 и 2

Внутренняя структура устройств серии SIPROTEC 5 соответствует МЭК 61850. Окончательный результат заключается в том, что впервые стала возможна реализация интегрированной системы полного цикла и проектирования устройств — от однолинейных схем объектов до настройки параметров устройств — в соответствии с руководящими указаниями МЭК 61850.



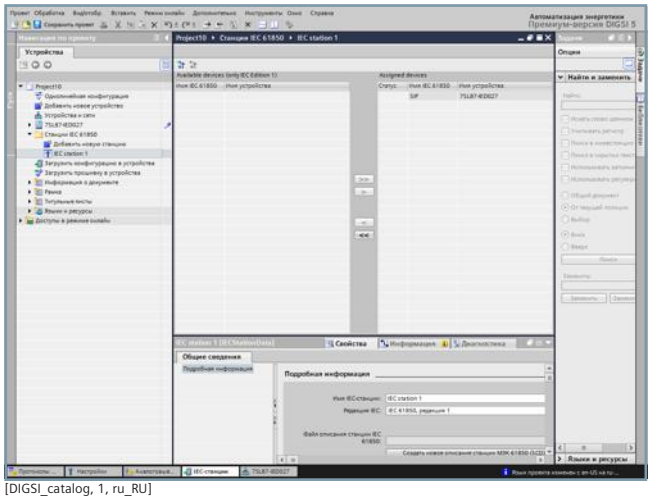
[IEC_Change_CT_ratio, 1, --_--]

Рисунок 3.10/12 Спецификация и конфигурация системы в DIGSI 5 — сложность МЭК 61850 не отражается негативно на интерфейсе

DIGSI 5 со встроенным проектированием по МЭК 61850 позволяет справиться со всеми сложными вопросами данного стандарта с помощью специального интерфейса пользователя. При проектировании согласно стандарту пользователю не потребуется вникать в подробности МЭК 61850; он может работать с программой на удобном языке.

На языке пользователя дистанционная защита — это дистанционная защита со ступенями и зависимыми функциями, а не набор логических узлов. Отчеты — это набор сообщений, в которых конфигурируется информация об управлении системами. В конфигураторе системы легко настраиваются подключения GOOSE в таблице с данными об источниках и приемниках сигналов. Пользователь работает на своем языке с функциями и сообщениями, которые относятся к устройству. При желании пользователь может просматривать размещенные объекты МЭК 61850 на языке

протокола МЭК 61850. Такой билингвизм поддерживается во всем интерфейсе пользователя программой DIGSI 5 и экспортируемыми файлами в системе управления подстанции. Пользователь может даже добавлять свои комментарии к пунктам данных, которые он определяет в своем языке, и затем экспортировать как данные в описания ICD и SCD.



[DIGSI_catalog, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/13 Создание станции МЭК 61850

Гибкое проектирование предоставляет специалистам по МЭК 61850 максимум свободы при разработке их собственной структуры МЭК 61850, включая функции и объекты, определяемые пользователем. Гибкое моделирование объектов, свобода адресации объектов и гибкие службы связи обеспечивают максимальную степень взаимодействия и эффективность концепций обмена и расширения.

Имя логического устройства (ldName) можно свободно редактировать. Например, стандартное название CTRL можно изменить на CONTROL. Также структурные изменения можно осуществить, изменив логическое устройство (LD), так что структуру интерфейса можно гибко подстраивать под требования пользователя. Жесткие условия, заданные производителем, остались в прошлом. Также существует возможность редактирования префикса и копии логического узла (LN).

В стандарте установлены длина и правила, проверяемые программой DIGSI 5 при их вводе.

Функциональные уровни устройства, которые стандарт связывает с логическими узлами (LN), можно удалять, копировать и расширять с помощью собственных объектов пользователя. Существует возможность добавления сообщений в объект коммутации, такой как LN XCBR, например сообщения мониторинга выключателя, которые не были определены в изначальном логическом узле (LN). Пользователь имеет возможность направлять все данные, относящиеся к заданному объекту коммутации, в логический узел (LN).

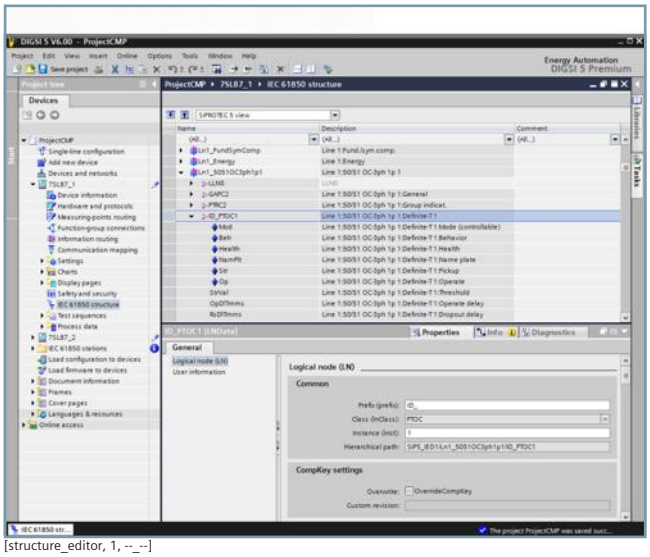
Логические узлы (LN) могут добавляться из библиотеки. Эти инструкции можно дополнить собственными объектами пользователя. Также пользователь может определять и создавать групповые узлы. Например, существуют логические узлы (LN), функциональность которых создается пользователем посредством логических функций. Эти пользовательские функции могут быть загружены в устройство и выполняться там. Можно создать и при необходимости расширить функции мониторинга.

В конфигурации сообщений и отчетов GOOSE предлагается высокая степень гибкости связи.

Пользователь может задавать адреса, названия наборов данных и т. д.

Гибкое проектирование обеспечивает максимум свободы при проектировании на многих уровнях, улучшая функциональную совместимость для более полной взаимозаменяемости связи. Это, в свою очередь, защищает инвестиции в модельные устройства в соответствии с МЭК 61850.

На однолинейной схеме пользователь может видеть топологию системы. Программа DIGSI 5 разработана таким образом, что дает возможность экспорта данной топологии системы в SSD-файл, соответствующий стандарту. Данное описание в качестве расширения файла SCD отображает первичную схему с целью представления технических данных. В будущем объекты устройства, контролирующие процессы первичной системы, можно гибко адаптировать под технические требования клиента. Гибкое проектирование — это ключ к приведению вида системы в соответствие со структурой устройства МЭК 61850.



[structure_editor, 1, --_--]

Рисунок 3.10/14 Редактор для адаптации структуры МЭК 61850 в представлении SIPROTEC 5

[One IEC 61850, 1, --_--]

Рисунок 3.10/15 Конфигуратор системы МЭК 61850 для всех устройств в станции

Конфигуратор системы МЭК 61850

Конфигуратор системы МЭК 61850 — это не зависящее от производителя решение для межоперационного проектирования изделий и систем МЭК 61850, которое поддерживает все устройства, соответствующие стандарту МЭК 61850, не только продукты «Сименс», такие как SIPROTEC 5, SIPROTEC 4, SIPROTEC Compact, Reyrolle, SICAM RTU и SICAM IO/AI/P85x/Q100, но и устройства из других отраслей (такие как SITRAS PRO) и сторонних производителей.

Инструмент поддерживает файлы конфигурации SCL (язык описания конфигурации подстанций) МЭК 61850-6 за счет импорта или экспорта всех форматов (ICD/IID/CID/SCD/SSD/SED). Таким образом, можно добавлять устройства МЭК 61850, и технология автоматизации подстанций применяется ко всей станции МЭК 61850.

Поддерживаются IED из стандарта МЭК 61850 издания 1 или издания 2. Поэтому возможные инженерные решения включают не только передачу посредством GOOSE и конфигурацию клиент/сервер через сообщения MMS, но и топологию системы, передачу по шине процесса с использованием SMV (выборочные измеренные значения) и адресов МЭК 60870-5-104 для шлюза с диспетчерским пунктом сети в соответствии с МЭК 61850-80-1.

Простое проектирование благодаря удобным для клиента рабочим процессам и универсальному отображению адресов МЭК 61850, а также описаний клиента. Пользователи с базовыми или экспертными знаниями МЭК 61850 найдут для себя необходимый уровень детализации. В целях документирования процесс проектирования может отображаться в веб-браузере в удобной для пользователя форме.

Унифицированные интерфейсы инструментов, таких как DIGSI 4 и DIGSI 5, еще больше уменьшают затраты на проектирование в среде «Сименс».

Эффективный анализ неисправностей с помощью SIGRA

После отключения от защиты в результате аварии в системе важно быстро и полностью проанализировать повреждение. Используя осциллограммы, сохраненные в устройствах серии SIPROTEC 5, можно разобраться и справиться даже с очень сложными случаями повреждений в сети. В этом поможет высокоэффективный инструмент SIGRA. Помимо обычного режима отображения записанных измеряемых величин в нем предусмотрено отображение векторных диаграмм, круговых диаграмм и гистограмм с тем, чтобы показать гармоники и таблицы данных. На основе измеренных значений, записанных в осциллограммах, в программе SIGRA рассчитываются дополнительные величины, например отсутствующие величины в 3-фазной токовой системе, полное сопротивление, симметричные составляющие и т. д. Исследование повреждений можно проводить удобно и просто с помощью 2 измерительных курсоров.

Кроме того, пользователь может провести в SIGRA оценку нескольких осциллограмм параллельно. Например, записи с противоположных концов дифференциальной защиты линии: их можно синхронизировать на базе единого

времени, затем обработать в обычном режиме и сохранить как новую запись (отображение на диаграмме). Таким образом, будет тщательно задокументировано развитие повреждения.

В SIGRA есть также подпрограмма для определения места повреждения в автономном оффлайн-режиме. Для этого проводится оценка осциллограмм по концам линии. Точное определение места повреждения экономит время, которое пользователь может использовать для расследования его причин на месте.

Программа SIGRA может использоваться для работы со всеми записями о повреждениях, представленными в форматах COMTRADE и SIPROTEC. Этот программный продукт может поставляться как дополнительный пакет к DIGSI 5 Standard, как отдельная программа и как базовый компонент пакета DIGSI 5 Premium.

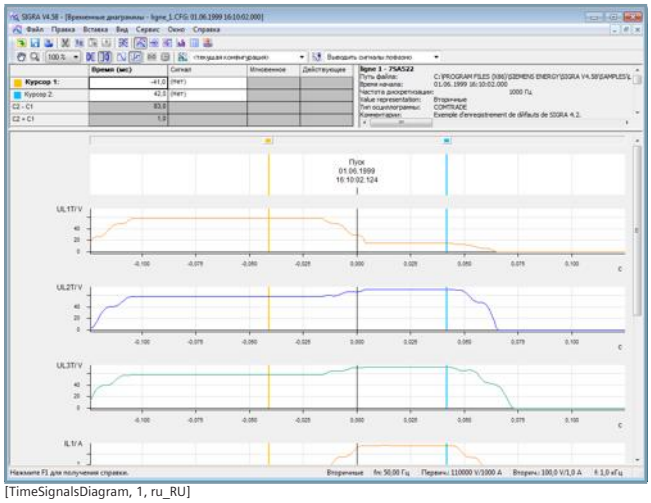

[TimeSignalsDiagram, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/16 Отображение осциллограмм в программе SIGRA

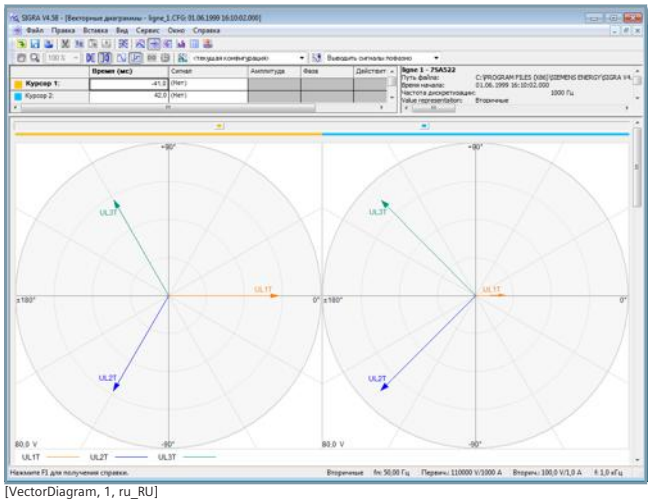

[VectorDiagram, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/17 Векторная диаграмма в программе SIGRA

Обзор функций

- 6 типов схем:
  – Отображение осциллограмм (стандартно)
  – Круговая диаграмма (например, для отображения активного и реактивного сопротивлений)
  – Векторная диаграмма (значения углов)
  – «Столбчатая» диаграмма (гистограмма) (например, для визуализации гармоник)
  – Таблица (отображение значений нескольких сигналов в один и тот же момент времени)
  – Определение места повреждения (отображение расстояния до повреждения)
- Расчет дополнительных значений, таких как сопротивление прямой последовательности, действующие значения, симметричные составляющие, вектора и т. д.
- 2 измерительных курсора, синхронизированных во всех видах
- Высокоэффективные функции панорамирования и увеличения изображения на экране (например, увеличение участка)
- Дружественное пользователю редактирование посредством функции «перетащить и отпустить»
- Инновационная маршрутизация сигналов в четко структурированной матрице
- Экономящие время профили пользователя, которые можно присвоить отдельным типам устройств или сериям
- Добавление новых осциллограмм и синхронизация нескольких осциллограмм на базе единого времени
- Простое документирование путем копирования диаграмм, например в программы MS Office
- Определение места повреждения в автономном оффлайн-режиме
- Комментарии к осциллограммам и комментарии к отдельным точкам измерения на осциллограммах, а также произвольное расположение этих комментариев на осциллограммах
- Применение математических операций к сигналам

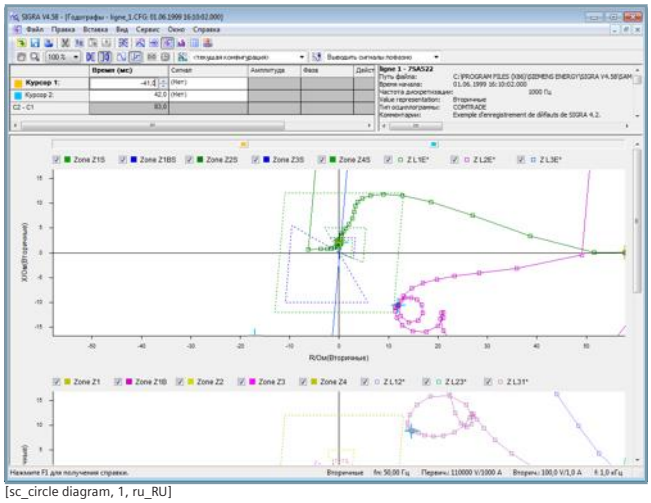
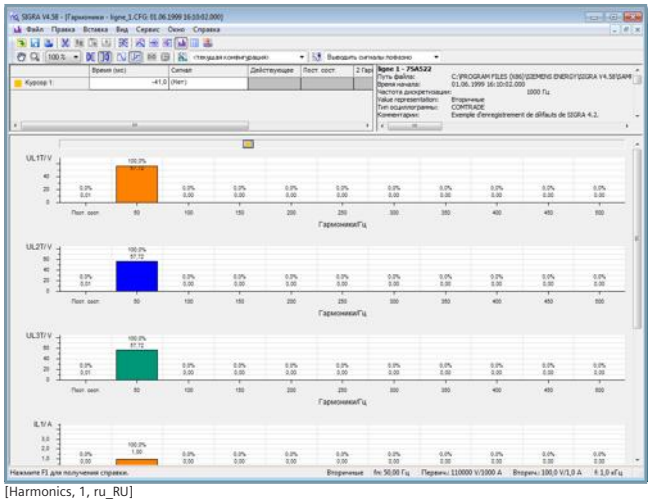

[sc_circle diagram, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/18 Отображение круговой диаграммы в программе SIGRA



[Harmonics, 1, ru_RU]

Рисунок 3.10/19 Отображение гармоник в программе SIGRA

DIGSI 5, МЭК 61850 и SIGRA обеспечивают оптимальную комплексную поддержку клиента для выполнения его проекта на базе устройств серии SIPROTEC 5

- **Мощный и эффективный анализ осциллограмм**
- **Интегрированное проектирование систем и устройств**
- **Графический интерфейс пользователя облегчает и ускоряет работы по проектированию**
- **Шаблоны типового применения и функциональные группы как представления первичного применения и первичного оборудования, такого как линия или выключатель, гарантируют методы работы, ориентированные на пользователя, и имеют большие перспективы**
- **Инструменты тестирования и имитации обеспечивают оптимальный уровень достоверности испытаний**

Стандартные модули аппаратного обеспечения серии SIPROTEC 5 позволяют свободно конфигурировать устройство. Клиент может выбирать: либо использовать устройство, структура которого уже предварительно сконфигурирована под его цели применения, либо скомпоновать устройство самому с помощью стандартных модулей расширения SIPROTEC 5 для более точного соответствия поставленным задачам.

Гибкая структура построения аппаратного обеспечения обеспечивает клиенту следующее:

- **Базовые модули и модули расширения, каждый с разными модулями ввода/вывода**
- **Различные местные панели управления**
- **Большое количество модулей связи и преобразования измеренных значений**

Стандартные аппаратные блоки — гибкие и модульные

При разработке серии SIPROTEC 5 компанией «Сименс» было сказано новое слово в области конструирования. Были усовершенствованы уже проверенные элементы, и воплощены в жизнь инновационные идеи. При взгляде на новые устройства обращает на себя внимание модульная структура. Таким образом, объем обрабатываемых данных можно гибко адаптировать к требованиям распределительного устройства. Клиент может выбирать: либо использовать устройство, структура которого уже предварительно сконфигурирована под его цели применения, либо скомпоновать устройство самому с помощью стандартных модулей SIPROTEC 5 для более точного соответствия поставленным задачам. При необходимости предварительно сконфигурированные устройства могут быть расширены или адаптированы.

В случае устройств SIPROTEC 7xx85, 7xx86 и 7xx87 пользователь может сочетать различные базовые модули и модули расширения, добавлять модули связи и выбирать вариант установки, подходящий с точки зрения свободного места для монтажа устройства. Устройства 7xx82 не допускают расширения с помощью модулей расширения.

Благодаря такому модульному принципу можно реализовать структуры любого размера по желанию клиента. Таким образом, можно осуществлять выбор устройств согласно конкретной цели их применения. *Рисунок 3.11/1* иллюстрирует модульное устройство, состоящее из базового модуля и 4 модулей расширения.

[SIP5 GD_SS_LED_LED_oLED_W3, 1, --_--]

Рисунок 3.11/1 Устройство SIPROTEC 5 с дополнитетельными модулями расширения

SIPROTEC 5 — использование стандартных аппаратных модулей

Стандартные аппаратные модули устройств серии SIPROTEC 5 отражают накопленный компанией «Сименс» опыт в области цифровых устройств защиты и контроллеров присоединений. Кроме того, в них реализованы передовые разработки для облегчения пользования ими, например регистратор аварийных событий и функции определения качества электроэнергии.

Стандартные аппаратные модули устройств серии SIPROTEC 5 обеспечивают следующее:

Долговечность и надежность

- Специализированные расширения аппаратного обеспечения
- Прочные корпуса
- Превосходное экранирование от электромагнитных помех согласно новейшим стандартам и МЭК 61000-4
- Расширенный диапазон температур: от –25 до +70 °C

Модульная методика построения устройств

- Свободно конфигурируемые и расширяемые устройства
- Большой диапазон обрабатываемых данных (до 40 аналоговых входов тока и напряжения для целей защиты, до 80 входов для защиты системы шин, а также более 200 входов и выходов при использовании в качестве регистратора аварийных процессов)
- Панель управления, выбираемая для всех типов устройств (например, большой или маленький дисплей, наличие/отсутствие ключей управления, отдельная панель управления)
- Одинаковое расположение клемм под разводку проводов корпусов для утопленного и поверхностного монтажа

Дружественная панель управления

- 9 функциональных клавиш, к которым можно привязать наиболее часто выполняемые действия, необходимые оператору
- Отдельные клавиши управления командами коммутации
- Контекстозависимые кнопки с ярлыками на дисплее

- Полная числовая клавиатура для легкого ввода значений уставок и простой навигации по меню
- До 80 светодиодов для сигнальной индикации, 16 из которых являются двухцветными

Дружественная с точки зрения использования конструкция

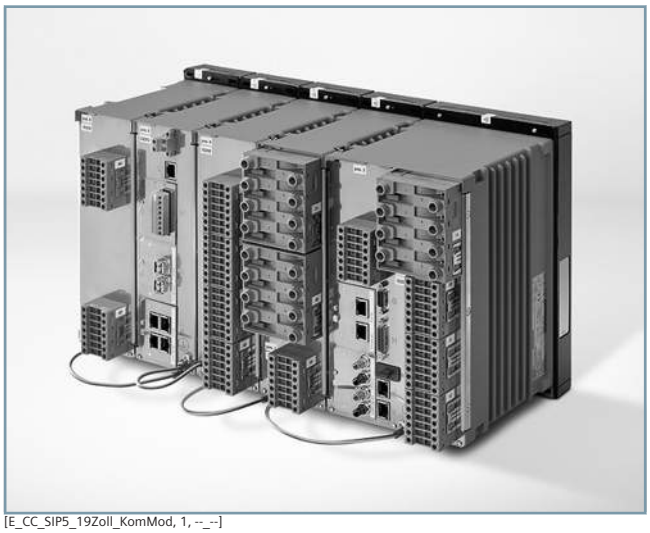
- Устройство не нужно открывать для установки и обслуживания
  - Батарейки легко заменить с обратной стороны устройства
  - Простая смена модулей связи с помощью технологии вставных модулей
  - Пороги дискретных входов задаются программно (без использования перемычек)
  - Номинальный ток (1 A/5 A) входов трансформатора тока задается программно
- Съемные блоки клемм
  - Возможна предварительная прокладка проводки для клемм
  - Простая замена аналоговых входов тока, например на чувствительные аналоговые входы тока замыкания на землю, если меняется метод заземления нейтрали
  - Улучшенная безопасность, т. к. отсутствуют разомкнутые цепи трансформаторов тока (встроенный в клеммы трансреактор цепей ТТ)

Базовые модули и модули расширения

Устройство серии SIPROTEC 5 может состоять из базового модуля, до 9 модулей расширения и модуля питания для опционального второго ряда. Базовые модули и модули расширения отличаются между собой, прежде всего, по ширине. Базовый модуль имеет ширину 1/3 × 19 дюймов. На задней панели располагаются технологические соединения и пространство для двух вставных модулей. Модули расширения и источник питания для второго ряда теперь имеют ширину 1/6 ×19 дюймов. Модули расширения могут обеспечивать или дополнительные технологические соединения, или соединения связи и доступны для устройств 7xx85, 7xx86, 7xx87 и 6MD8.

Рисунок 3.11/2 иллюстрирует заднюю панель устройства, состоящего из базового модуля, в котором постоянно установлены источник питания, плата ЦП и модуль ЦП ввода/вывода, а также имеются 4 модуля расширения для увеличения количества входов/выходов и модулей связи. В каждом модуле расширения имеется модуль ввода/вывода. Модули соединены с помощью штекеров шинных разъемов и механических фиксаторов.

Такое устройство можно заказать в предварительно собранном виде прямо с завода. У потребителя есть выбор: использовать стандартные варианты компании «Сименс» или скомпоновать устройства самостоятельно. Каждое устройство серии SIPROTEC 5 также можно переоборудовать или расширить по желанию пользователя. Модульная концепция дает полную гарантию того, что получившееся устройство соответствует всем стандартам, особенно в части ЭМС и климатических и механических воздействий.



[E_CC_SIP5_19Zoll_KomMod, 1, --_--]

Рисунок 3.11/2 Задняя панель базового модуля и 4 модулей расширения

Местная панель управления

Местная панель управления — это отдельный компонент в модульной системе SIPROTEC 5. Она позволяет пользователю комбинировать базовый модуль или модуль расширения с необходимой местной панелью управления согласно его требованиям. Модульная система предлагает на выбор 3 различных местных панели управления, как для базовых модулей, так и для модулей расширения.

Доступны следующие варианты для базовых модулей:

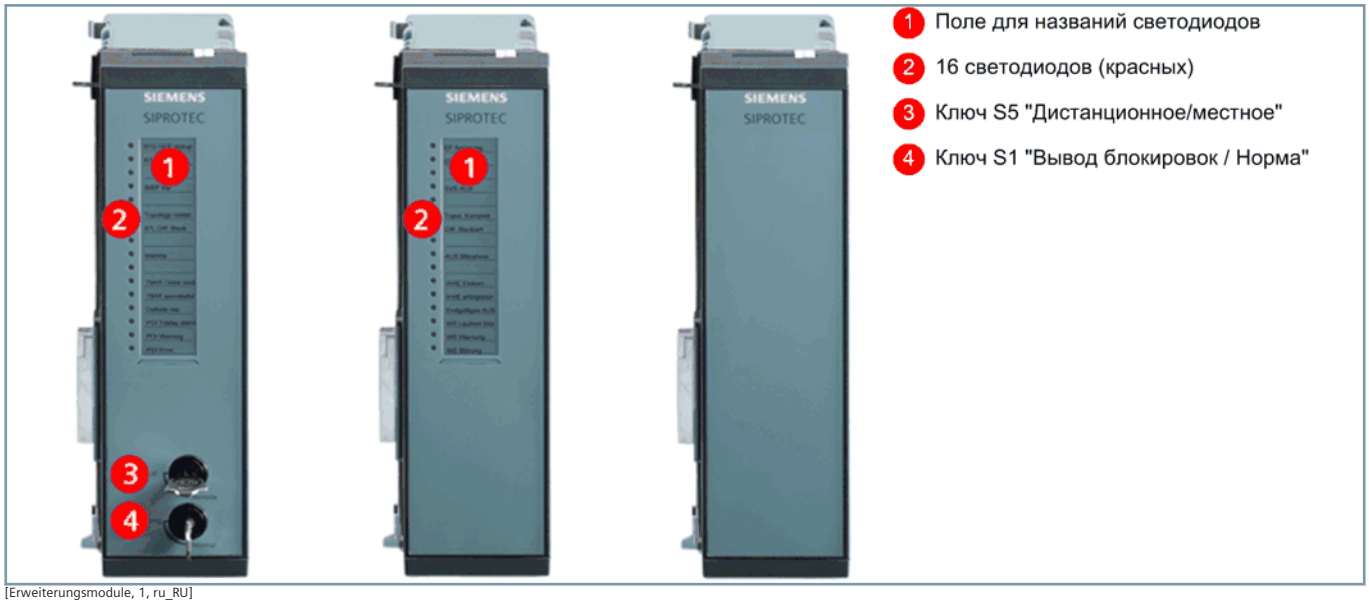
- С большим дисплеем, клавиатурой и 16 двухцветными светодиодами
- С маленьким дисплеем, клавиатурой и 16 двухцветными светодиодами
- С 16 двухцветными светодиодами

[Bedieneinheiten, 1, --_--]

Рисунок 3.11/3 Панели управления (слева направо) с большим и маленьким дисплеем и без дисплея

Доступны следующие варианты для модулей расширения:

- Без элементов управления или контроля
- С 16 светодиодами (одноцветными)
- С 16 светодиодами (одноцветными) и ключами управления



[Erweiterungsmodule, 1, ru_RU]

Рисунок 3.11/4 Конструкции модулей расширения

Модуль SIPROTEC 5 отличается гибкостью при выборе местной панели управления. Любой тип устройства можно заказать с большим графическим дисплеем или с маленьким экономичным стандартным дисплеем. Для применений, не предусматривающих управление устройством, разработана панель без дисплея. Панель управления с маленьким дисплеем содержит, например, семь строк для измеренных значений или строк меню и графическое представление, например, одиночной системы шин. Все рабочие клавиши и клавиши управления доступны пользователю, т. е. он может управлять коммутационными устройствами.

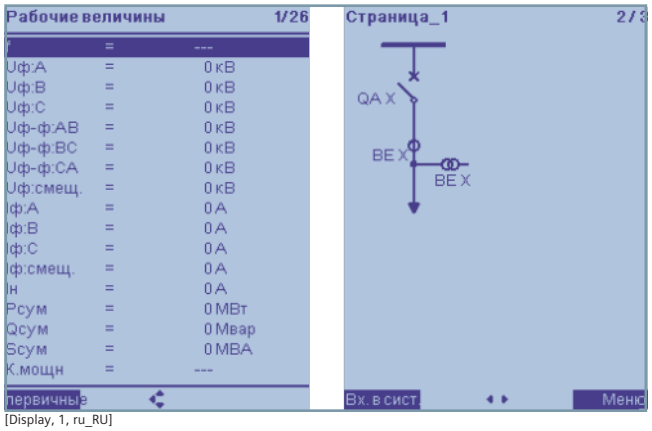
Элементы местных панелей управления

Рабочие элементы показаны на примере местной панели управления с большим дисплеем.

Центральный элемент — это большой графический дисплей для текста и графики. Благодаря своему высокому разрешению он имеет много места для отображения значков в графических представлениях.

Под дисплеем расположен 12-кнопочный блок. В сочетании с 4 кнопками навигации и 2 кнопками выбора он обеспечивает все необходимое для удобной и быстрой навигации по всем данным, отображаемым на дисплее. Два светодиода на верхней кромке панели управления сигнализируют о текущем состоянии устройства.

16 дополнительных светодиодов слева от клавиатуры обеспечивают быструю и целенаправленную технологическую обратную связь. Интерфейс USB позволяет осуществлять быструю передачу данных. К нему обеспечен легкий доступ с лицевой стороны, и он хорошо защищен пластиковой крышкой.



[Display, 1, ru_RU]

Рисунок 3.11/5 Изображения на дисплее — измеренное значение и экран управления

Панель управления с большим дисплеем также дает возможность отображения сложного экрана управления и, таким образом, обеспечивает больше места для отображения измеренных значений и списка событий. Поэтому такая панель управления — это наилучший выбор для контроллеров присоединений или комбинированных блоков защиты и электронного управления.

В качестве третьей возможности представлен вариант без клавиатуры и дисплея. Этот вариант подходит для устройств, которые используются оперативным персоналом редко или никогда не используются.

Также на панели управления имеются кнопки O и I (красная и зеленая) для непосредственного управления оборудованием, кнопка сброса светодиодов и кнопка CTRL для переключения на экран схемы системы.

Опциональные возможности

Любое устройство серии SIPROTEC 5 независимо от его индивидуальной конфигурации может быть заказано в 3 вариантах монтажа:

- Устройство для утопленного монтажа
- Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления
- Устройство для поверхностного монтажа с отдельной местной панелью управления

Конструкция устройств для утопленного монтажа ясна из предыдущих разделов. Далее коротко будут представлены два других варианта.

[Bedienfront, 1, ru_RU]

Рисунок 3.11/6 Панель управления устройств серии SIPROTEC 5

Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления

Устройства серии SIPROTEC 5 для настенного монтажа можно заказать в исполнении с корпусом для поверхностного монтажа. Благодаря применению новой концепции схемы подключения в них идентичны схемам в соответствующих устройствах для утопленного монтажа. Это достигается путем монтажа устройств по принципу «лицом к стене» и последующего подсоединения панелей управления со стороны клемм. Благодаря использованию распорных монтажных скоб остается достаточно места для подключений проводов, которые могут быть проложены и вверх, и вниз от устройства.

[Aufbaugehäuse, 1, --_--]

Рисунок 3.11/7 Устройство в корпусе для поверхностного монтажа со встроенной панелью управления

Устройство для поверхностного монтажа с отдельной местной панелью управления

Если панель управления необходимо установить отдельно от устройства, она может быть смонтирована как отдельная деталь и подключена к устройству соединительным кабелем длиной 2,5 или 5 м. Таким образом, устройство серии SIPROTEC 5 может быть смонтировано, например, в низковольтном отсеке, а панель управления может быть установлена на необходимой для удобной работы высоте на дверце шкафа. В этом случае устройство монтируется на поверхности стены шкафа, как устройство для поверхностного монтажа. В дверце шкафа должно быть предусмотрено отверстие для установки панели.

[abgesetztes_display, 1, --_--]

Рисунок 3.11/8 Устройство с отдельной местной панелью управления

	7xx82	7xx85, 86, 87, 6MD8
Расширяемость аппаратного обеспечения	Нет	Да
Дискретные входы	11/23	Гибкие
Двоичные выходы	9/16	Гибкие
Входы аналогового измерительного преобразователя (20 мА)	0–4	Гибкие, 0–12
Токовые входы	4/8	Гибкие
Входы напряжения	4/0	Гибкие
Корпус (× 19 дюймов)	1/3	1/3–2/1
Устройство для утопленного монтажа	Да	Да
Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления	Да, с рамкой для монтажа	Да
Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления	Нет	Да
Маленький дисплей (строки)	8	8
Большой дисплей (пиксели)	320 × 240	320 × 240
Функциональные клавиши	9	9
Ключ управления	Нет	Опция
СИД	16	Гибкие, 16–82
Электропитание	24–48 и 60–250 пост. тока/115–230 пер. тока	24–48 и 60–250 пост. тока/115–230 пер. тока

Таблица 3.11/1 Характеристики аппаратного обеспечения

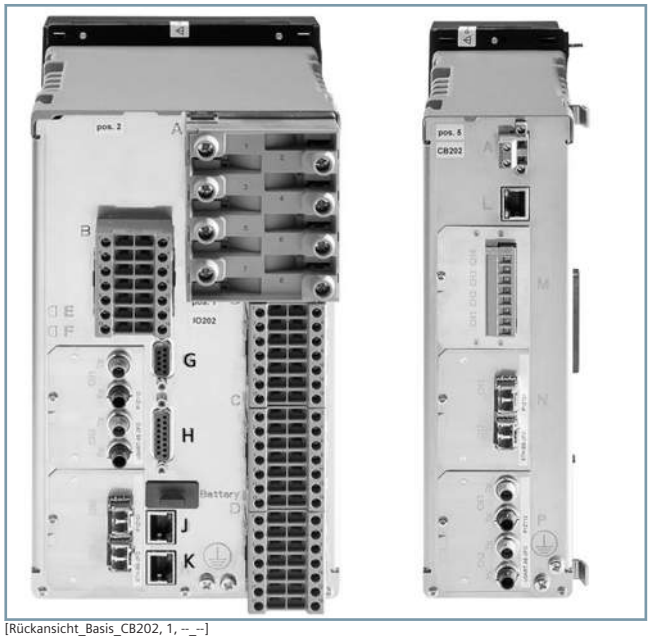
Встроенные интерфейсы

USB на передней панели

Доступ к устройству можно получить с помощью операционной программы DIGSI 5, подключив стандартный USB-кабель к разъему USB-B с передней стороны базового модуля. Все конфигурирование устройства и задание уставок выполняется через это соединение «точка-точка».

Встроенные интерфейсы на задней панели базового модуля

На задней панели базового модуля предусмотрены различные уже установленные интерфейсы. Для обеспечения еще большей гибкости имеются 2 разъема для вставных модулей. Схемы их подключения см. в приложении.



[Rückansicht_Basis_CB202, 1, --_--]

Рисунок 3.11/9 Вид сзади устройства со встроенными интерфейсами и разъемами для модулей (слева — базовый модуль, справа — CB202)

Встроенный интерфейс Ethernet (RJ45)

Электрический интерфейс RJ45 служит для подключения устройства к программе DIGSI 5 через локальную сеть Ethernet. Таким образом, из DIGSI 5 можно управлять несколькими устройствами через один внешний коммутатор («свитч»). DIGSI 5 обнаруживает устройства даже без IP-конфигурации в локальной сети и может присваивать им сетевые адреса.

По выбору можно активировать протокол МЭК 61850 данного интерфейса для подключения до 6 клиентов. При использовании устройств 7Sx82 и SIPROTEC 5 с CP300 для данного интерфейса также поддерживаются сообщения GOOSE.

Интерфейс синхронизации времени (порт G)

Время в устройстве может быть синхронизировано через 9-штырьковый разъем Sub-D (соединение, совместимое с SIPROTEC 4). Питание устройства приема телеграмм времени IRIG-B005 (007) ресивера GPS может осуществляться от 5, 12 или 24 В. Кроме того, поддерживается центральноевропейский формат DCF77 с переходом на зимнее и летнее время. Дополнительный второй импульсный вход обеспечивает синхронизацию устройства с высокоточным источником времени с точностью до микросекунды, например специальным приемником GPS. Такой уровень точности требуется для специальных задач защиты и измерения. Таким образом, устройства могут быть точно синхронизированы с точностью до микросекунды на надрегиональном уровне. Для этой цели компания «Сименс» предоставляет готовое комплексное решение с временным приемником, оптоволоконными преобразователями и соответствующими соединительными кабелями.

Подключение отдельной местной панели управления (порт H)

Отдельная панель управления, поставляемая с соединительным кабелем, может быть подключена к этому интерфейсу. Максимальное расстояние — 2,5 или 5 м.

Подключение модуля расширения CB202 (RJ45)

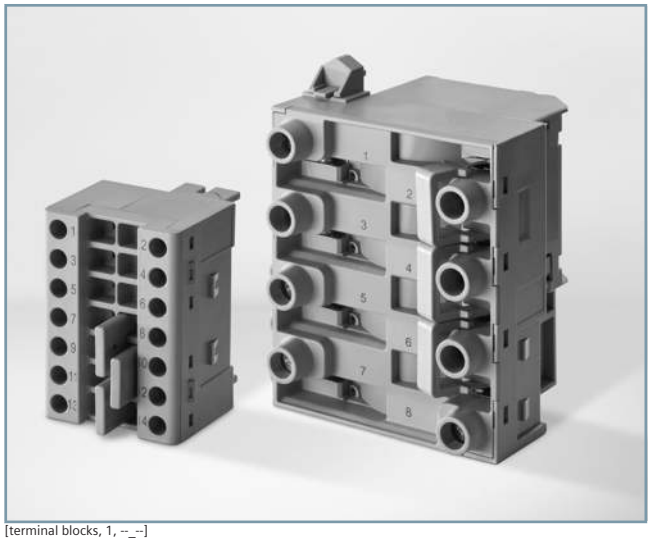
В базовом модуле предусмотрены разъемы под 2 вставных модуля. Если в дальнейшем потребуются дополнительные вставные модули, их можно будет подключить через специальный модуль расширения CB202. Этот модуль подсоединяется через порт RJ45. Модуль расширения поставляется с подходящим кабелем и подключается к порту RJ45 на базовом модуле. Модуль CB202 оснащен собственным блоком питания с широким диапазоном рабочих напряжений. Большое преимущество при этом заключается в том, что коммутатор, встроенный в модуль Ethernet, может выполнять свою функцию по передаче данных в смежные устройства, даже если источник питания базового устройства отключен, а CB202 включен. Таким образом, кольцо Ethernet остается замкнутым, когда работает одно устройство.

С помощью вставных модулей устройства можно расширить интерфейсами протоколов и аналоговыми входами. Устройства можно заказать с установленными модулями или можно установить модули в дальнейшем. В модуль расширения CB202 (фото справа на *Рисунок 3.11/9*) также могут быть установлены вставные модули. Модули легко обслуживать, и нет необходимости открывать устройство для установки модулей. В связи с тем, что модули оснащены собственным процессором, базовые функции устройства, например функции защиты и использование протоколов связи, являются в значительной степени независимыми.

Модули поставляются без сконфигурированных протоколов или приложений. В конфигураторе заказов предлагается один или несколько подходящих модулей, соответствующих требуемому протоколу, используемому в модуле. Производятся последовательные модули с 1 или 2 электрическими и оптическими интерфейсами. Через два интерфейса могут работать разные приложения, например синхронная связь дифференциальной защиты через один интерфейс и протокол МЭК 60870-5-103 — через другой. Электрические и оптические модули Ethernet также доступны. Например, протокол МЭК 61850 и вспомогательные службы могут выполняться для каждого модуля.

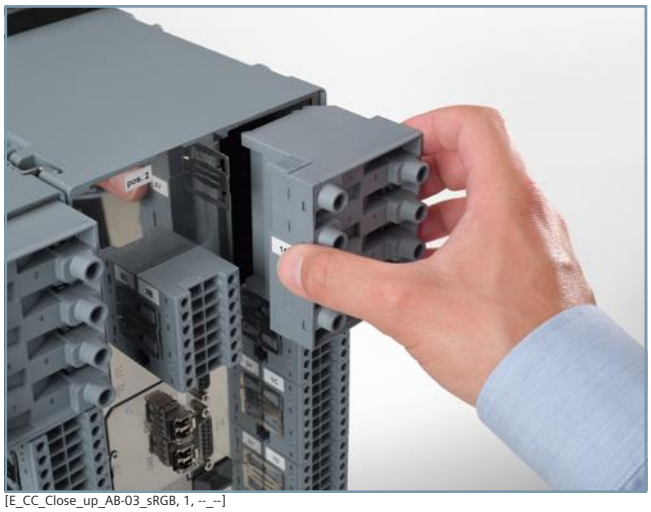
Клеммы устройств серии SIPROTEC 5

Для серии SIPROTEC 5 были разработаны инновационные клеммы. Все клеммы являются съемными (*Рисунок 3.11/11*). Это позволяет выполнять предварительное подключение проводов в системах, а также обеспечивает простую смену устройств без дорогостоящего повторного выполнения подключения проводов.



[terminal blocks, 1, --_--]

Рисунок 3.11/10 Блок токовых клемм и клемм напряжения с перемычками



[E_CC_Close_up_AB-03_sRGB, 1, --_--]

Рисунок 3.11/11 Съемный блок токовых клемм

Токовые клеммы

8-полюсные токовые клеммы с 4 встроенными трансформаторами тока доступны для заказа в трех исполнениях:

- 4 релейных аналоговых входа тока
- 3 релейных аналоговых входа тока + 1 чувствительный аналоговый вход
- 4 измерительных аналоговых входа

Конструкция клеммы обеспечивает следующие преимущества при подаче токов:

- Смена типа аналогового входа тока возможна на месте (например, в случае изменения схемы сети релейный аналоговый вход тока меняется на измерительный аналоговый вход тока, чувствительный — на трансформатор тока с нормальным заземлением)
- Дополнительная безопасность при испытаниях или замене устройств, т. к. вторичные цепи трансформатора тока всегда остаются замкнутыми

Клеммы напряжения

Трансформаторы напряжения и дискретные входные и выходные сигналы подключаются с помощью 14-полюсных клемм напряжения. Прокладка кабеля от устройства обеспечивает ясный электромонтаж клемм. Перемычки, точно соответствующие клеммам тока и напряжения, используются для соединения контактов с общим потенциалом (см. запасные части/принадлежности, глава «*Приложение*»).

Модули

Выбор модулей ввода/вывода

Какие технологические подключения и в каком количестве будут присутствовать в базовом модуле или модуле расширения, зависит от выбора конкретного модуля ввода/вывода. Концепция модульных стандартных блоков включает использование различных модулей ввода/вывода.

Модуль ввода/вывода IO202, например, используется как базовый измерительный модуль. Оснастив несколько блоков этим модулем, можно получить до 40 измерительных каналов на каждое устройство серии SIPROTEC 5.

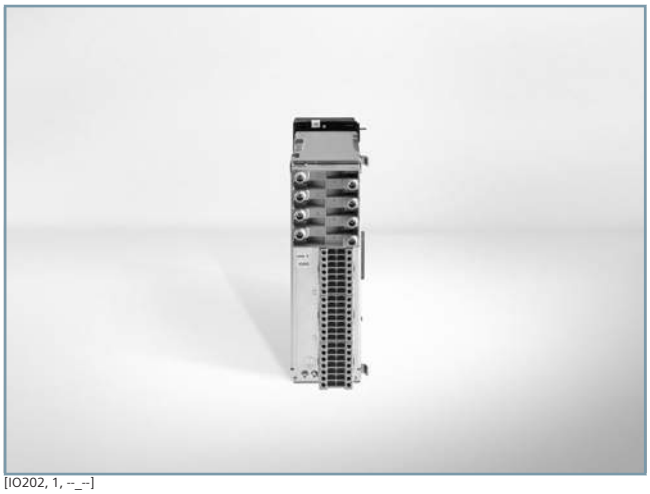
В модуле имеются следующие клеммы для подключения следующих устройств:

- 4 аналоговых входа напряжения
- 4 аналоговых токовых входа, на выбор: релейный трансформатора тока, чувствительный аналоговый вход тока или измерительный трансформатор тока
- 8 дискретных входов (ДВх)
- 6 дискретных выходов (ДВых) в виде 4 быстродействующих (тип F) замыкающих контактов и 2 быстродействующих переключающих контактов.

Подключения разделены между следующими блоками:

- 1 блок 8-полюсных токовых клемм
- 3 блока 14-полюсных клемм напряжения

Выбирая подходящие модули, клиент может создать устройство серии SIPROTEC 5 в точном соответствии со своими требованиями. Обзор доступных модулей и их структура приведены в *Таблица 3.11/3*.



[IO202, 1, --_--]

Рисунок 3.11/12 Обратная сторона модуля расширения IO202

Второй ряд устройств

Если структура устройства с 4 модулями расширения недостаточна, ее можно расширить с помощью второго ряда. Для этого в первой позиции второго ряда должен быть установлен источник питания PS203. В оставшиеся 5 позиций можно устанавливать модули расширения из числа стандартных блоков SIPROTEC 5. Исключение: CB202 всегда должен находиться в первом ряду и может использоваться только один раз на каждое устройство.

Модуль CB202

Модуль CB202 — это особый модуль. CB202 имеет 3 позиции для вставных модулей, которые позволяют устанавливать до 2 модулей связи или до 3 модулей измерительных преобразователей. Возможны и иные комбинации, например 2 модуля связи и один модуль измерительного преобразователя.

Источник питания является встроенным, поэтому питание модуля CB202 может осуществляться независимо от ведущего устройства. Связь с ведущим устройством осуществляется через разъем RJ45 и шин на передней стороне модуля.

[CB202, 1, --_--]

Рисунок 3.11/13 Модуль расширения CB202

Модуль шины процесса PB201

Модуль расширения PB201 SIPROTEC 5 позволяет легко расширять устройства SIPROTEC 5. Модуль расширения предоставляет 24 канала измеренных значений (выборочных измеренных значений) для передачи в соответствии с МЭК 61850-9-2 с помощью устройства сопряжения. Интегрированные средства изменения частоты дискретизации позволяют подключать устройства сопряжения с другими частотами дискретизации. Для обеспечения резервирования сети интегрированы протоколы резервирования PRP и HSR МЭК 62439. Кроме того, PB201 имеет интегрированный веб-сервер для выполнения расширенных функций диагностики.

Интерфейсы:

- A: 2 дуплексных LC-интерфейса, канал A
- B: 2 дуплексных LC-интерфейса, канал B
- C: 2 дуплексных LC-интерфейса, канал C
- Обслуживание: 1 дуплексный LC-интерфейс, порт обслуживания

[PB201, 1, --_--]

Рисунок 3.11/14 Блок шины процесса PB201

Диапазоны измерений для модулей трансформаторов тока

Диапазон измерений трансформаторов тока может быть программно задан на разные значения в зависимости от области применения. В любом случае пользователь может выбирать между релейным и измерительным трансформаторами тока. В связи с широким динамическим диапазоном для защиты системы шин следует использовать только релейные трансформаторы тока. Допустимые диапазоны измерений в зависимости от значения номинального тока приведены в *Таблица 3.11/2* «Диапазоны измерений в зависимости от номинального тока».

Использование в целях защиты сети требует большого динамического диапазона, чтобы токи короткого замыкания могли регистрироваться без искажений. Значение 100 × $I_{ном}$ оказалось оптимальным. Для трансформаторов 5 А это соответствует значению уставки номинального тока трансформатора 500 А и, следовательно, 100 А — для трансформаторов 1 А. Для применения в качестве защиты генераторов, несмотря на то что там присутствуют очень большие первичные токи, вполне достаточно динамического диапазона в 20 × $I_{ном}$. Таким образом, диапазон измерений 100 А устанавливается для значения уставки $I_{ном}$ = 5 А, а диапазон измерений 20 А — для $I_{ном}$ = 1 А.

Меньший динамический диапазон означает достижение большей точности измерений в диапазоне номинального тока. Поэтому динамический диапазон токов замыкания на землю для измерительных трансформаторов и чувствительных релейных трансформаторов чрезвычайно ограничен. В данном случае «ограничен» означает, что входной ток обрезается на аналоговой стороне. Разумеется, в этом случае входы защищены от перегрузки.

	Номинальный ток $I_{ном}$	Диапазон измерений	Диапазон измерений Устройства 7xx82
Релейные трансформаторы тока	5 A	500 A	250 A
	1 A	100 A	50 A
Измерительные трансформаторы	5 A	8 A	8 A
	1 A	1,6 A	1,6 A
Вход тока замыкания на землю чувствительной защиты	5 A	8 A	8 A
	1 A	1,6 A	1 A

Таблица 3.11/2 Диапазоны измерений в зависимости от номинального тока

Вставные модули

Вставные модули содержат коммуникационные или аналоговые входы и средства дуговой защиты. Описание модулей связи дано в главе «Связь».

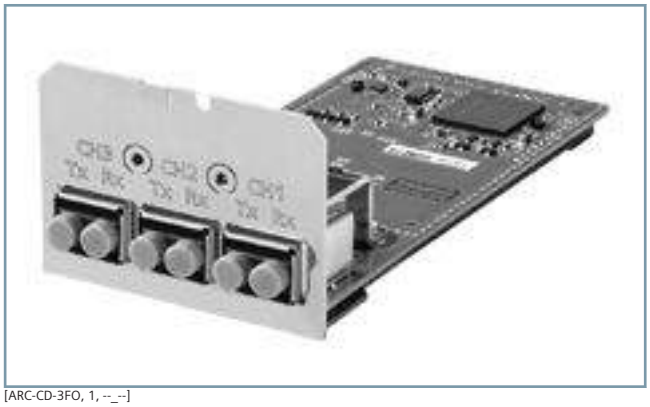
Модуль измерительного преобразователя ANAI-CA-4EL

Модуль измерительного преобразователя оснащен четырьмя входами на 20 мА. Он может быть вставлен в один из разъемов модулей PS201 или CB202. В каждом устройстве может использоваться несколько модулей измерительных преобразователей (по одному для каждого имеющегося разъема). Подключения выполняются с помощью 8-полюсного винтового блока клемм (*Рисунок 3.11/15*).

Технические данные модуля измерительного преобразователя представлены в приложении «Краткий обзор технических данных».

[ANAI-CA-4EL, 1, --_--]

Рисунок 3.11/15 Модуль измерительного преобразователя ANAI-CA-4EL



[ARC-CD-3FO, 1, --_--]

Рисунок 3.11/16 Модуль дуговой защиты ARC-CD-3FO

Модуль дуговой защиты ARC-CD-3FO

Возможно подключение до 3 оптических точечных датчиков на каждый вставной модуль дуговой защиты (*Рисунок 3.11/16*). Это дает максимум 15 датчиков для модульных устройств SIPROTEC 5. Точечные датчики доступны для заказа с соединительным кабелем длиной от 3 до 35 м.

Структура модулей ввода/вывода для устройств 7xx82

Описание	Описание	Вход V	I вх	ДВх (изолированный)	ДВх (подключенный к общему потенциалу)	ДВых, замыкающие контакты	ДВых, замыкающие контакты типа F*	ДВых, замыкающие контакты типа HS**	ДВых, переключающие контакты	ДВых, переключающие контакты типа F*	Быстродействующий измерительный преобразователь 20 мА/10 В	ДВых, реле мощности	Число разъемов для вставных модулей	Возможность монтажа в базовом модуле	Возможность монтажа в модуле расширения	Электропитание	Может использоваться в ряде модулей
PS101	Модуль питания для всех устройств 7xx82				3	1			2 [1)]				2	■		■	1
IO101	Базовый модуль для всех устройств 7xx82, требующих измерения тока		4	1	7	4			2					■	—		1
IO102	Базовый модуль для всех устройств 7xx82, требующих измерения напряжения и тока	4	4	1	7	4			2					■	—		1
IO110	Базовый модуль для обеспечения дополнительных дискретных входов и выходов для всех устройств 7xx82				12	7								■	—		1

* Тип F — быстродействующее реле с мониторингом (время отклика < 5 мс)/** Тип HS — сверхбыстродействующее реле (контакты с твердотельной перемычкой) с мониторингом (время отклика < 0,2 мс)

1) Из которых 1 контакт исправности

Схемы подключения отдельных модулей представлены в приложении

Таблица 3.11/3 Структура модулей ввода/вывода для устройств 7xx82

Структура модулей ввода/вывода для всех устройств 7xx85, 7xx86, 7xx87 и 6MD8

Описание	Описание	Вход V	I вх	ДВх (изолированный)	ДВх (подключенный к общему потенциалу)	ДВых, замыкающие контакты	ДВых, замыкающие контакты типа F*	ДВых, замыкающие контакты типа HS**	ДВых, переключающие контакты	ДВых, переключающие контакты типа F*	Быстродействующий измерительный преобразователь 20 мА/10 В	ДВых, реле мощности	Число разъемов для вставных модулей	Возможность монтажа в базовом модуле	Возможность монтажа в модуле расширения	Электропитание	Может использоваться в ряде модулей
PS201	Модуль питания для первого ряда модулей				3	1			2 [1)]				2	■		■	1
PS203	Модуль питания для второго ряда модулей														■	■	2
CB202	Модуль с 3-мя дополнительными разъемами для модулей и независимым источником питания												3		■	■	1
PB201	Модуль шины процесса														■		1
IO201	Базовый модуль для использования в целях защиты, не использующей напряжение		4	8			4			2				■	■		1, 2
IO202	Базовый модуль для всех устройств, требующих измерения напряжения и тока	4	4	8			4			2				■	■		1, 2
IO203	Модуль для устройств, требующих большого количества токовых входов		8	4			4							■	■		1, 2
IO204	Данный модуль содержит 4 реле мощности для непосредственного управления электродвигателями исполнительных механизмов заземлителей и разъединителей			10		4						4			■		1, 2
IO205	Для применений с дискретными входами и выходами			12		16									■		1, 2
IO206	Для применений с дискретными входами и выходами			6		7									■		1, 2
IO207	Приспособлен для контроллеров присоединений благодаря преобладающему количеству дискретных входов			16		8									■		1, 2
IO208	Типовой модуль для использования в целях защиты. В отличие от IO202, в нем больше релейных выходов	4	4	4		3	6			2				■	■		1, 2
IO209	Этот модуль применяется, когда требуются чрезвычайно быстрое отключение (4 замыкающих контакта, время срабатывания 0,2 мс), например в защите сверхвысокого напряжения			8				4							■		1, 2
IO211	Это модуль для устройств, требующих большого количества входов напряжения	8		8		8									■		1, 2

* Тип F — быстродействующее реле с мониторингом (время отклика < 5 мс)/** Тип HS — сверхбыстродействующее реле (контакты с твердотельной перемычкой) с мониторингом (время отклика < 0,2 мс)

1) Из которых 1 контакт исправности / 2) входы напряжения 10 В с RC-делителями с высоким полным сопротивлением

Схемы подключения отдельных модулей представлены в приложении

Описание	Описание	Вход V	I вх	ДВх (изолированный)	ДВх (подключенный к общему потенциалу)	ДВых, замыкающие контакты	ДВых, замыкающие контакты типа F*	ДВых, замыкающие контакты типа HS**	ДВых, переключающие контакты	ДВых, переключающие контакты типа F*	Быстродействующий измерительный преобразователь 20 мА/10 В	ДВых, реле мощности	Число разъемов для вставных модулей	Возможность монтажа в базовом модуле	Возможность монтажа в модуле расширения	Электропитание	Может использоваться в ряде модулей
IO212	Модуль для очень быстрого обнаружения сигналов измерительных преобразователей (20 мА или 10 В), основная область применения которого — регистрация сигналов помех и мониторинг			8							8						1, 2
IO214	Типовой модуль для использования в целях защиты. В отличие от IO202, в нем уменьшено количество аппаратных средств	4	4	2			4			4				■	■		1, 2
IO215	Специальный модуль для подключения специальных делителей напряжения с высоким сопротивлением через входы напряжения 10 В	4[2)]	4	8			4			2					■		1, 2
IO230	Модуль для приема больших объемов информации, например в контроллерах присоединений или защите системы шин. Технологическое соединение выполняется с помощью специальных клемм				48										■		1, 2
IO231	Модуль для приема и вывода больших объемов информации, например в контроллерах присоединений или защите системы шин. Технологическое соединение выполняется с помощью специальных клемм				24	24									■		1, 2

* Тип F — быстродействующее реле с мониторингом (время отклика < 5 мс)/** Тип HS — сверхбыстродействующее реле (контакты с твердотельной перемычкой) с мониторингом (время отклика < 0,2 мс)

1) Из которых 1 контакт исправности / 2) входы напряжения 10 В с RC-делителями с высоким полным сопротивлением

Схемы подключения отдельных модулей представлены в приложении

Таблица 3.11/4 Структура модулей ввода/вывода для всех устройств 7xx85, 7xx86, 7xx87 и 6MD8

Стандартные варианты

Для упрощения выбора устройств компания «Сименс» предлагает предварительно сконфигурированные устройства, которые называются «стандартные варианты». Данные комбинации базового модуля и одного или нескольких модулей расширения предназначены для конкретных целей применения. Таким образом, можно заказать необходимое устройство, используя единственный код заказа. Стандартные варианты могут быть легко и быстро модифицированы с помощью дополнительных модулей расширения.

Добавить модули так же просто, как и заменить одни на другие. Возможные стандартные варианты перечислены в конфигураторе заказов.

[SIP5_GD_SS_W3, 1, --_--]

Рисунок 3.11/17 Стандартный вариант для SIPROTEC 7SL87

Рисунок 3.11/17 иллюстрирует возможный стандартный вариант SIPROTEC 7SL87. В этом варианте описано устройство шириной 2/3 × 19 дюймов со следующим набором входов/выходов:

- 15 дискретных входов
- 20 дискретных выходов
- 8 токовых входов
- 8 входов напряжения

Использованные в устройстве модули можно увидеть на странице результатов конфигуратора устройств серии SIPROTEC 5 (подробную информацию см в главе «Проектирование»).

В данном примере используются следующие модули в позициях от 1 до 3:

- Позиция 1: IO208
- Позиция 2: PS201
- Позиция 3: IO202

Конкретные клеммы определяются местом установки модуля и обозначениями клемм модуля (см. приложение, «Варианты подключения»).

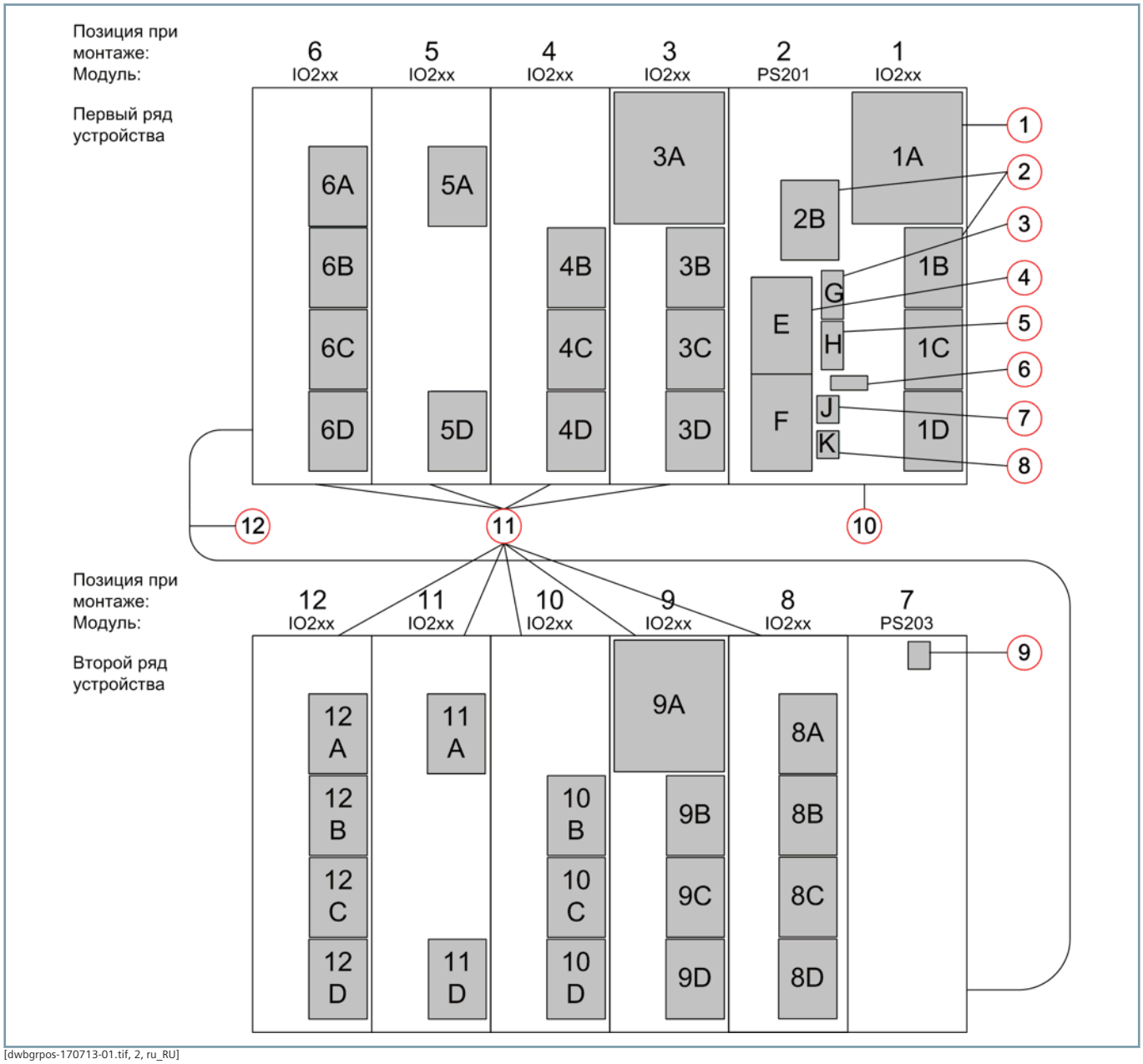
В качестве примера клеммы первых 4 токовых входов на IO208 в позиции 1 обозначаются следующим образом:

- I1: 1A1 и 1A2
- I2: 1A3 и 1A4
- I3: 1A5 и 1A6
- I4: 1A7 и 1A8.

4 дополнительных токовых входа находятся в позиции 3 модуля IO202 и обозначаются следующим образом:

- I1: 3A1 и 3A2
- I2: 3A3 и 3A4
- I3: 3A5 и 3A6
- I4: 3A7 и 3A8

Выбираете ли вы стандартный вариант или создаете свое устройство самостоятельно — в любом случае вы получаете полностью проверенное в заводских условиях законченное устройство.



[dwbgrpos-170713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 3.11/18 Обозначение клемм и метод подсчета

(1) Токовая клемма A
(2) Клеммы напряжения A, B, C, D
(3) Вывод синхронизации времени G
(4) Вставные модули E, F
(5) Вывод для подключения отдельной местной панели управления H
(6) Батарейный отсек
(7) Вывод для встроенного интерфейса Ethernet J
(8) Вывод для COM-link K
(9) 2-полюсный вывод для подключения источника питания
(10) Базовый модуль 1/3 × 19 дюймов
(11) Модуль расширения 1/6 × 19 дюймов
(12) Соединительный кабель между первым и вторым рядами устройств

Преимущества гибких аппаратных модулей:

- **С помощью гибких аппаратных модулей можно оптимально подобрать устройство для конкретных целей применения.**
- **Для многих целей применения соответствующие устройства уже собраны в стандартных вариантах.**
- **Конструкция устройств соответствует распределительному устройству клиента.**
- **Инновационные клеммы в устройствах серии SIPROTEC 5 со встроенными трансформаторами тока обеспечивают повышенную безопасность при проверках и эксплуатации и гибкость при смене типов трансформаторов**

DIGSI 5 — версии и системные требования

Описание

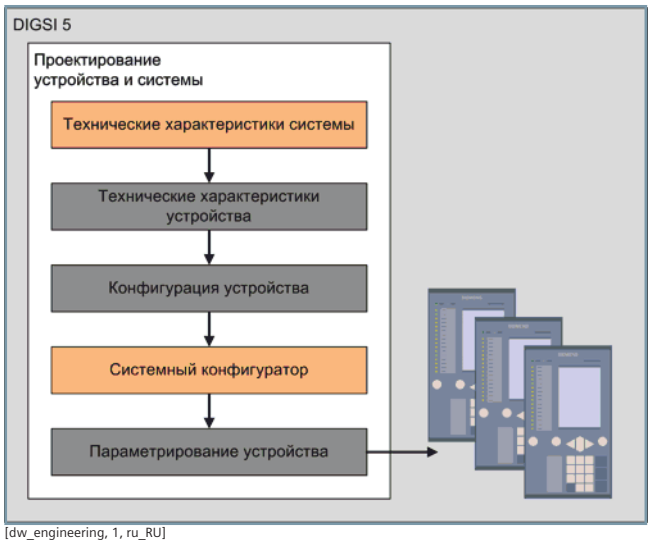
DIGSI 5 — это универсальный инструмент проектирования для определения параметров, ввода в эксплуатацию и эксплуатации всех устройств серии SIPROTEC 5. Инновационный интерфейс пользователя включает контекстозависимые инструкции для пользователя. Простое подключение к устройству через USB обеспечивает клиенту легкость и эффективность работы с устройством. Вся полнота возможностей программы DIGSI 5 раскрывается при ее подключении к сети устройств защиты: пользователь может работать со всеми устройствами подстанции в одном проекте.

DIGSI 5 предлагает высочайшую степень удобства пользования, она оптимизирована под рабочие процессы клиента. Отображаются только те данные, которые действительно нужны для выполнения тех или иных задач. Их объем можно сократить еще больше, применив расширенные фильтры. Согласованное применение современных стандартизованных механизмов в интерфейсе пользователя требует меньшего объема обучения.

Обзор функций

Программа DIGSI 5 специализирована под особые требования. Бесплатная версия ПО DIGSI 5 Compact включает все, что необходимо для работы с одним устройством. Версия DIGSI 5 Standard подходит для сложных сценариев с несколькими устройствами. В версии DIGSI 5 Premium представлены все функции, необходимые, чтобы поднять производительность на новый уровень. Все функции различных версий DIGSI 5 приведены в таблице «Обзор функций различных версий ПО DIGSI 5».

На поставляемом DVD-диске все компоненты представлены на английском, немецком, французском, португальском, испанском, турецком, русском и итальянском языках. В будущем будут добавлены и другие языки. В комплект поставки входят USB-кабель для прямого подключения к ПК и карта памяти с лицензиями на установку программы.



[dw_engineering, 1, ru_RU]

Рисунок 4.1/1 Структура процесса проектирования

Аппаратные требования

- Intel® Celeron® Dual Core 2,2 ГГц (Ivy/Sandy Bridge)
- 5 ГБ свободного места на жестком диске (рекомендуется твердотельный накопитель (SSD))
- ОЗУ 4 ГБ (рекомендуется 8 ГБ)
- Графический дисплей с поддержкой HD и разрешением 1280 × 1024 или 1376 × 768
- Дисковод DVD-ROM
- Клавиатура и мышь
- USB-порт

Требования к ПО

Поддерживаются следующие операционные системы:

- MS Windows 7
- MS Windows 8.1
- MS Windows Server 2012 R2
- Поддержка VMware для виртуальных машин, работающих с одной из вышеуказанных операционных систем

Полный список поддерживаемых операционных систем содержится в информации о программе DIGSI 5. Поставляемое оборудование включает шаблоны устройств и электронное руководство, включая сервисные услуги (скачивание обновлений через Интернет, круглосуточную службу техподдержки).

Данные для заказа необходимой версии ПО DIGSI 5

	Compact DIGSI 5	DIGSI 5 Standard		DIGSI 5 Premium с SIGRA
Описание	ПО для конфигурирования и эксплуатации отдельных устройств защиты серии SIPROTEC 5, включая считывание данных технологического процесса из устройства. Также прилагается редактор непрерывных функциональных схем (CFC). Проекты могут содержать только одно устройство.	Аналогично DIGSI 5 Compact, но без ограничения количества поддерживаемых устройств серии SIPROTEC 5, содержащихся в проекте. Включает конфигуратор системы для МЭК 61850. Также в пакет входят дополнительные графические редакторы однолинейных схем и страниц экранов устройств. Опционально доступна программа SIGRA 4 для профессионального анализа осциллограмм.		То же, что и для DIGSI 5 Standard, но со встроенными функциями испытаний и ввода в эксплуатацию, включая возможность создания последовательностей испытаний и их запуска на устройстве защиты без использования внешнего испытательного оборудования. МЭК 61850 также поддерживает гибкое проектирование и присвоение имен функциям.
Функции	Все функции указаны в таблице «Обзор функций различных версий ПО DIGSI 5».	Все функции указаны в таблице «Обзор функций различных версий ПО DIGSI 5».		Все функции указаны в таблице «Обзор функций различных версий ПО DIGSI 5».
Авторизация	Лицензионный ключ не требуется.	Нужна авторизация с использованием лицензионного ключа на USB-накопителе, по одной лицензии может использоваться на одном компьютере.		Нужна авторизация с использованием лицензионного ключа на USB-накопителе, по одной лицензии может использоваться на одном компьютере.
Возможные рабочие языки	Немецкий, английский, португальский, испанский, русский, итальянский, французский и турецкий (доступны для выбора)	Немецкий, английский, португальский, испанский, русский, итальянский, французский и турецкий (доступны для выбора)		Немецкий, английский, португальский, испанский, русский, итальянский, французский и турецкий (доступны для выбора)
Входит в комплект поставки	• Программа, драйвер устройства и онлайн-документация на DVD-диске • USB-накопитель, содержащий пробную лицензию на 30 дней для бесплатного тестирования версии DIGSI 5 Premium. • Информация о продукции • USB-кабель для подключения ПК/ ноутбука ко всем типам устройств серии SIPROTEC 5	• Программа, драйвер устройства и онлайн-документация на DVD-диске • USB-накопитель с заказанным количеством лицензий. Программа может использоваться в режиме «одна лицензия — один компьютер». • Пробная лицензия на 30 дней для бесплатного тестирования версии DIGSI 5 Premium • Информация о продукции • USB-кабель для подключения ПК/ ноутбука ко всем типам устройств серии SIPROTEC 5		• Программа, драйвер устройства и онлайн-документация на DVD-диске • USB-накопитель с заказанным количеством лицензий. Программа может использоваться в режиме «одна лицензия — один компьютер». • Информация о продукции • USB-кабель для подключения ПК/ ноутбука ко всем типам устройств серии SIPROTEC 5
Номер для заказа	P1V178	Без SIGRA	С SIGRA	P1V123 (1 лицензия)
		P1V24	P1V246 (1 лицензия)	P1V185 (5 лицензий)
		P1V48	P1V31 (5 лицензий)	P1V130 (10 лицензий)
		P1V376	P1V253 (10 лицензий)	Дополнительные номера заказа, например обновления и модификации, см. в конфигураторе заказов.
		Дополнительные номера заказа, например обновления и модификации, см. в конфигураторе заказов.		

DIGSI 5 — версии и системные требования

Обзор функций различных версий ПО DIGSI 5

	Compact	Standard	Premium
Процесс реализации проекта			
Максимальное количество устройств в проекте	1	Не ограничено	Не ограничено
Копирование и вставка	■	■	■
Поддержка нескольких языков	■	■	■
Однолинейные схемы и экраны устройств			
Редактор однолинейных схем со стандартными значками ANSI и МЭК	—	■	■
Редактор экранов устройств позволяет пользователю создавать свои экраны и символы	—	■	■
Задание уставок и конфигурирование			
Распределение данных, включая фильтры и сортировку	■	■	■
Графическая визуализация уставок защиты	—	■	■
Сравнение устройств (офлайн/офлайн — офлайн/онлайн)	—	■	■
Непрерывные функциональные схемы (CFC-логика)			
Наличие графического редактора функциональных схем (CFC)	■	■	■
Связь			
Назначение связей интерфейсу системы	■	■	■
Назначение связей различным протоколам	■	■	■
Графическое отображение сети устройств	—	■	■
Связь между устройствами	—	■	■
МЭК 61850			
Полностью поддерживается издание 2 МЭК 61850	—	■	■
МЭК 61850 — редактор структур для гибкого проектирования и присвоения имен функциям	—	—	■
Доступ и связь			
Через USB и Ethernet	■	■	■
Доступ к партнерам по связи через интерфейс системы	■	■	■
В режиме реального времени			
Измеренные величины (значения тока, минимальное, максимальное, среднее значения) и хранение в проекте в виде моментальных снимков	■	■	■
Сообщения (и хранение в проекте в виде моментальных снимков)	■	■	■
Журналы и записи	□ Только предопределенные	■	■
Отображение осциллограмм 1) SIGRA доступна опционально	■ COMTRADE Viewer	■ COMTRADE Viewer 1)	■ SIGRA
Загрузка уставок для выбранного устройства	■	■	■
Ввод в эксплуатацию и тестирование			
Создание и выполнение многоэтапных последовательностей испытаний без необходимости использования внешнего оборудования	—	—	■
Тестовые программы проверки конфигурации устройства	—	■	■
Анализ функциональной схемы (CFC) в автономном режиме (отладка)	—	—	■
Экспорт и импорт			
Форматы SCL (язык конфигурации системы) (форматы МЭК 61850)	—	■	■
Устройства (полностью и частично)	■	■	■
Топология, уставки, маршрутизация информации и назначения связи	■	■	■
Одиночные линии/топология	—	■ Экспорт только WMF	■
Дисплеи	—	■	■
Определение объекта проверки (XRIO)	■	■	■
Документация			
Печать и экспорт проектной документации	■	■	■
Создание пользовательских форматов данных для печати	■	■	■
Защита и безопасность			
Авторизация доступа к устройствам по паролю, соответствующему NERC CIP	■	■	■

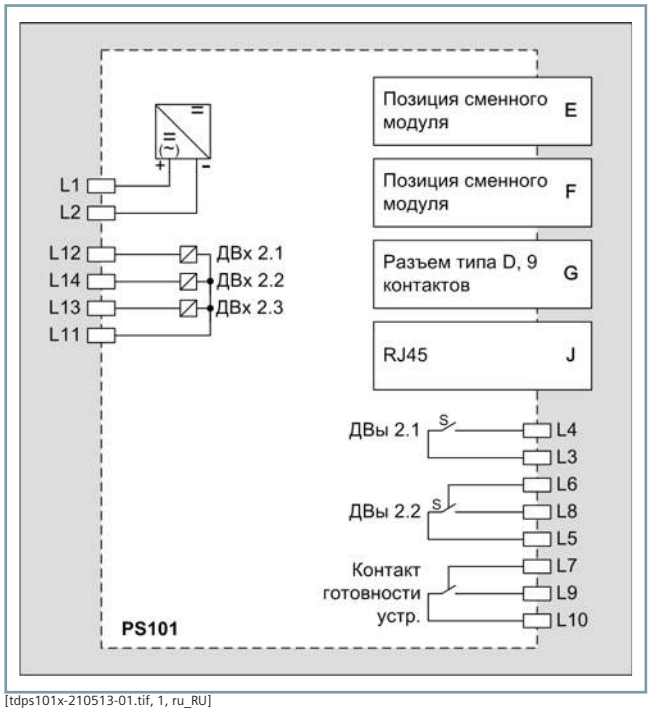
	Compact	Standard	Premium
Безопасное подключение к устройству	■	■	■
Защита данных конфигурации от изменений	■	■	■
Коды подтверждения для особо важных операций (например, коммутации)	■	■	■

Запасные части/принадлежности

Группа	Принадлежности	Число единиц в упаковке	Код заказа (короткое обозначение)
Клемма	Клемма напряжения, блок клемм, 14-полюсн.	8	P1Z499
Клемма	Вход напряжения (электропитание) Блок клемм, 2-полюсн.[1]	2	P1Z505
Клемма	Токовая клемма типа A, 4 × защита (для модульных устройств)	1	P1Z512
Клемма	Токовая клемма типа A, 3 × защита и 1 × измерение (для модульных устройств)	1	P1Z529
Клемма	Токовая клемма типа A, 4 × измерение (для модульных устройств)	1	P1Z536
Клемма	Токовая клемма типа B, 4 × защита (для немодульных устройств)	1	P1Z1869
Клемма	Токовая клемма типа B, 3 × защита и 1 × измерение (для немодульных устройств)	1	P1Z1647
Клемма	2-полюсный кросс-коннектор для токовой клеммы	3	P1Z543
Клемма	Пара модульных клемм IO110[2]	2	P1Z1656
Клемма	Набор клемм только для IO230/231[3]	1	P1Z1841
Клемма	2-полюсный кросс-коннектор для клеммы напряжения	6	P1Z550
Клемма	Крышка для блока токовых клемм	1	P1Z567
Клемма	Крышка для блока клемм напряжения	8	P1Z574
Принадлежности	Кабель, интегрированная панель управления, 0,43 м	1	P1Z666
Принадлежности	Кабель, отдельная панель управления, 2,50 м (для модернизации корпуса с поверхностным монтажом с интегрированной панелью управления: преобразование в корпус в поверхностным монтажом с отдельной панелью управления)	1	P1Z1878
Принадлежности	Кабель, отдельная панель управления, 5,00 м (для модернизации корпуса с поверхностным монтажом с интегрированной панелью управления: преобразование в корпус в поверхностным монтажом с отдельной панелью управления)	1	P1Z2132
Принадлежности	Набор кабелей COM-link	1	P1Z673
Принадлежности	Набор угловых кронштейнов	2	P1Z1850
Принадлежности	Маркировочные ярлычки для светодиодов/клавиатуры	10	P1Z697
Принадлежности	Набор деталей для монтажной скобы 1/2	2	P1Z703
Принадлежности	Набор деталей для монтажной скобы 2/3	2	P1Z710
Принадлежности	Набор деталей для монтажной скобы 5/6	2	P1Z727
Принадлежности	Набор деталей для монтажной скобы 1/1	2	P1Z734
Принадлежности	Винтовая крышка 1/3, тип C11	4	P1Z901
Принадлежности	Винтовая крышка 1/3, тип C12	4	
Принадлежности	Винтовая крышка 1/6, тип C21	4	P1Z1281
Принадлежности	Пластина окончания шины	2	P1Z1496
Принадлежности	Рамка для поверхностного монтажа на панели (для поверхностного монтажа устройства 7xx82 на панели)	1	P1X73
Принадлежности	Карта памяти SDHC для 7KE85	1	P1Z2530
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 3 м	1	P1X19
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 4 м	1	P1X28
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 5 м	1	P1X37
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 10 м	1	P1X46

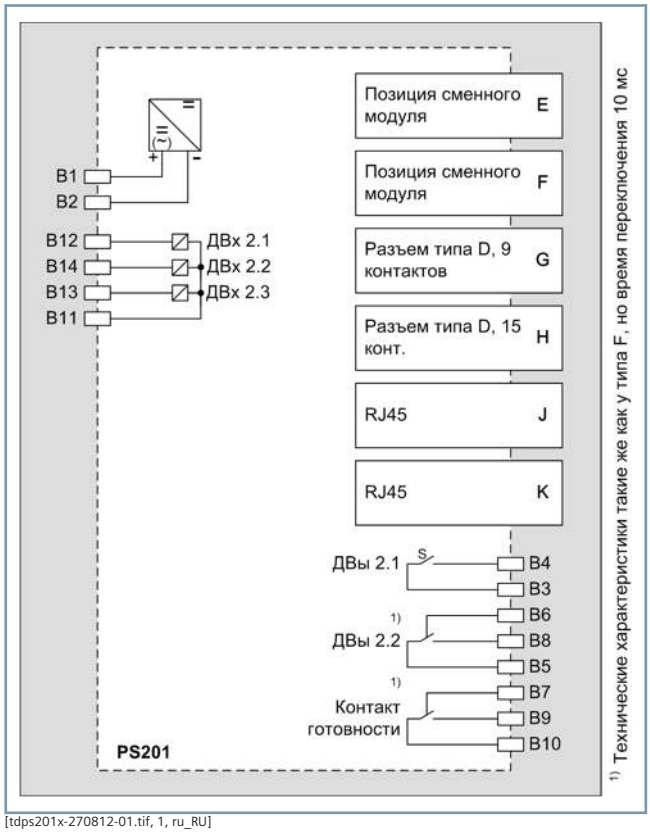
Группа	Принадлежности	Число единиц в упаковке	Код заказа (короткое обозначение)
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 15 м	1	P1X55
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 20 м	1	P1X64
Датчики для дуговой защиты	Точечный датчик с длиной линии 35 м	1	P1X82

Таблица 4.2/1 Принадлежности



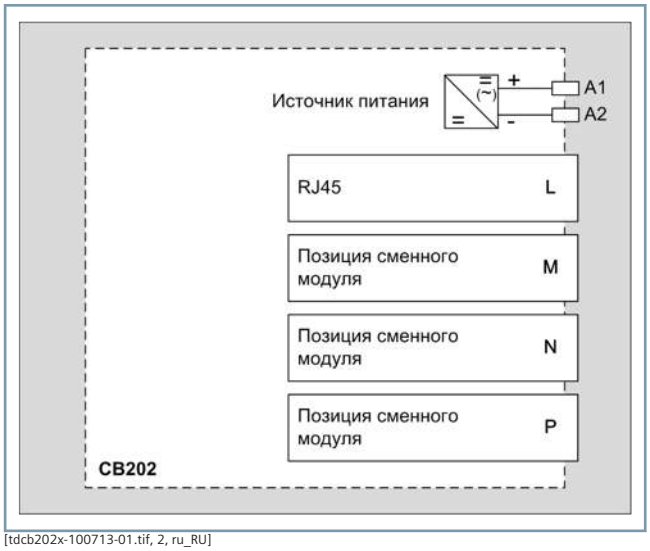
[tdps101x-210513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/1 Схема подключения модуля PS101



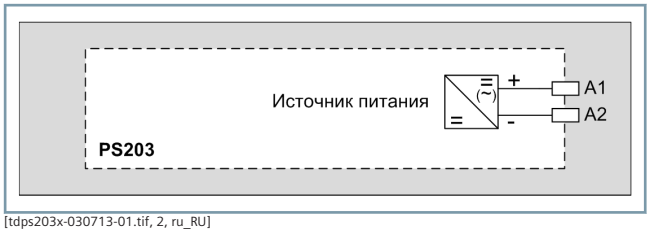
[tdps201x-270812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/2 Схема подключения модуля PS201



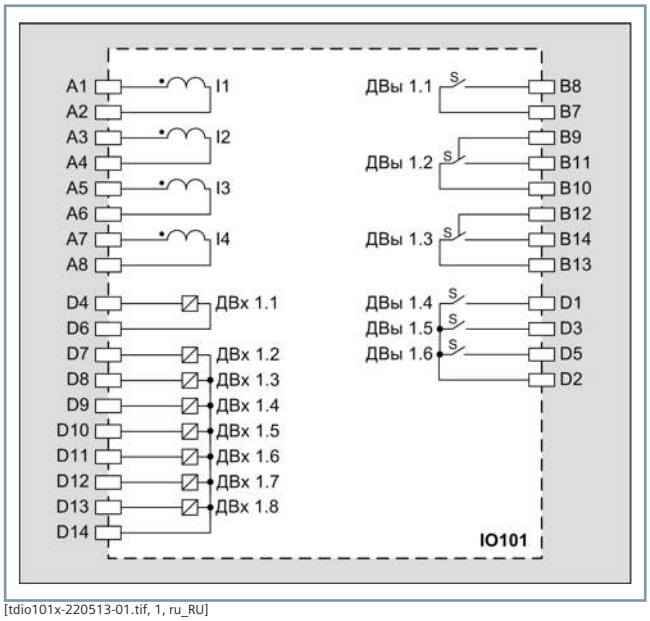
[tdcb202x-100713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 4.3/3 Схема подключения модуля CB202



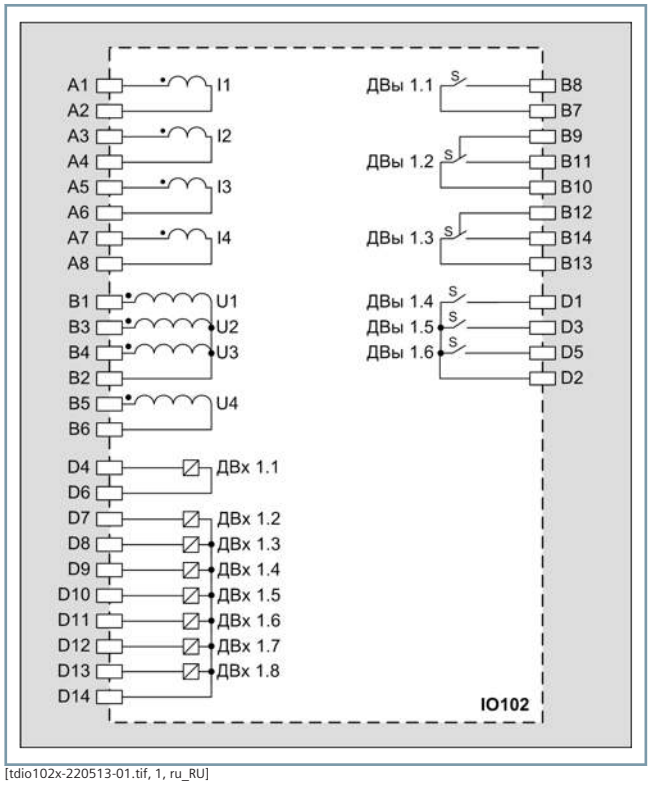
[tdps203x-030713-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 4.3/4 Схема подключения модуля PS203



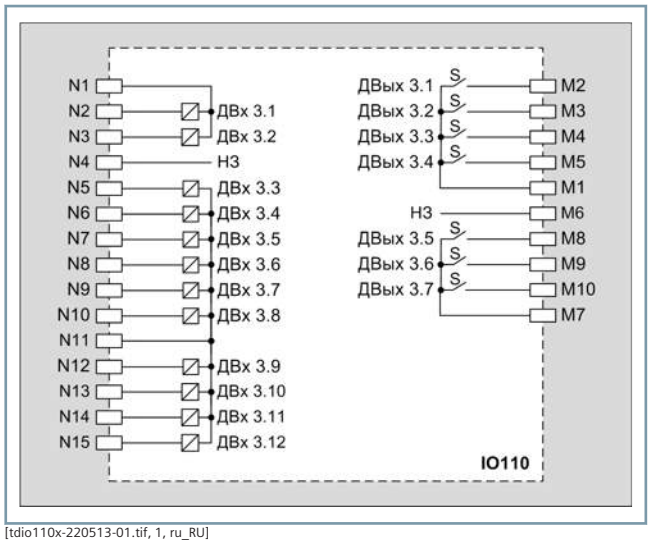
[tdio101x-220513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/5 Схема подключения модуля IO101



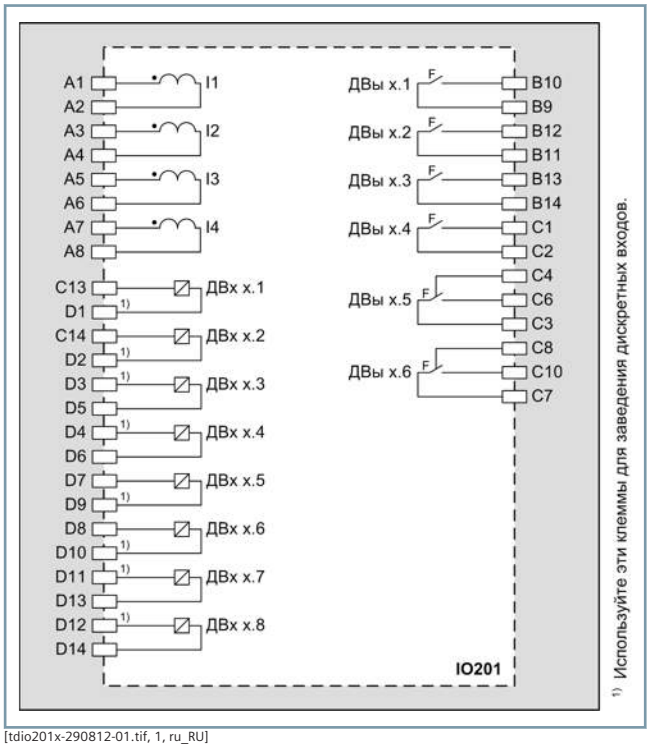
[tdio102x-220513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/6 Схема подключения модуля IO102



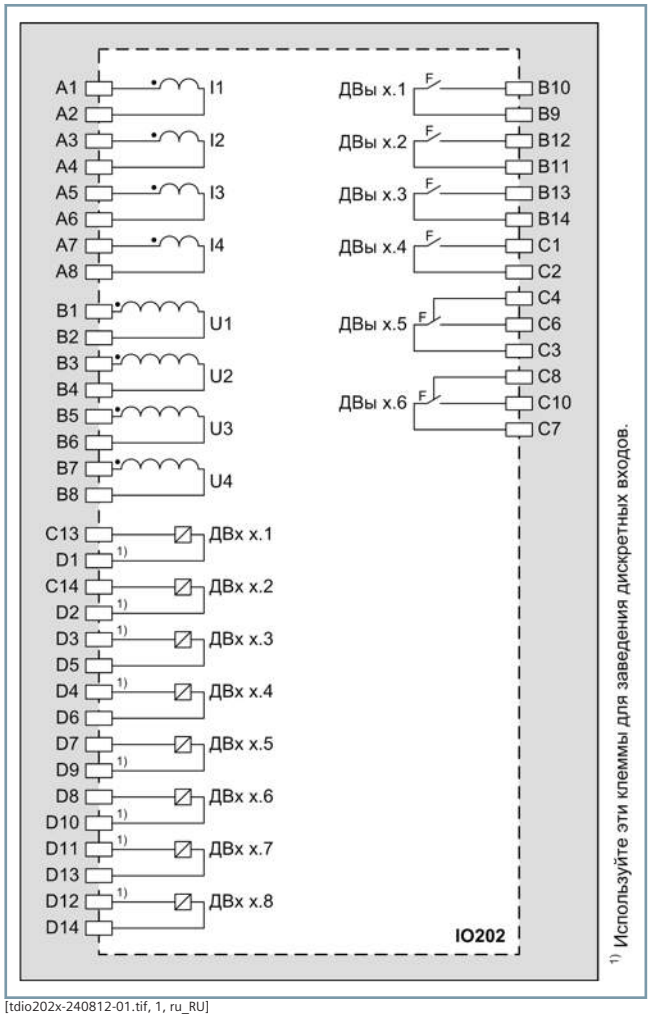
[tdio110x-220513-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/7 Схема подключения модуля IO110



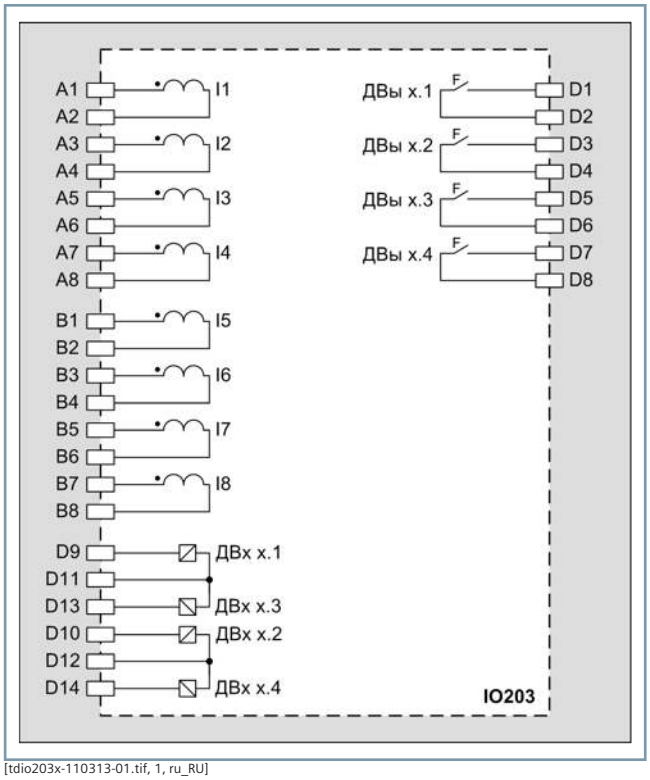
[tdio201x-290812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/8 Схема подключения модуля IO201



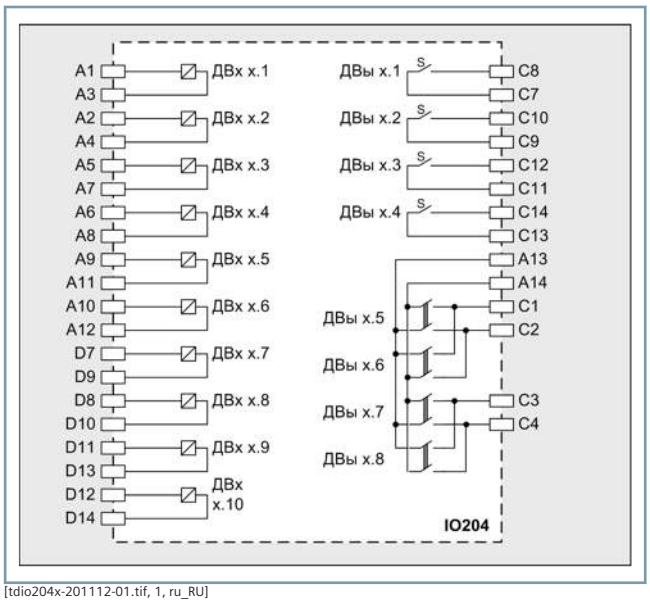
[tdio202x-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/9 Схема подключения модуля IO202



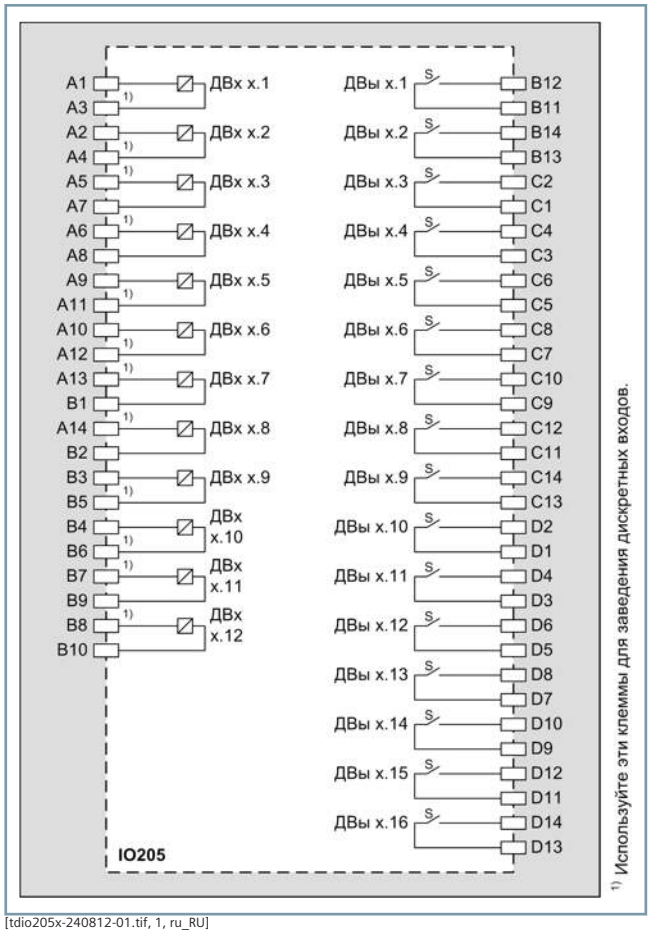
[tdio203x-110313-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/10 Схема подключения модуля IO203



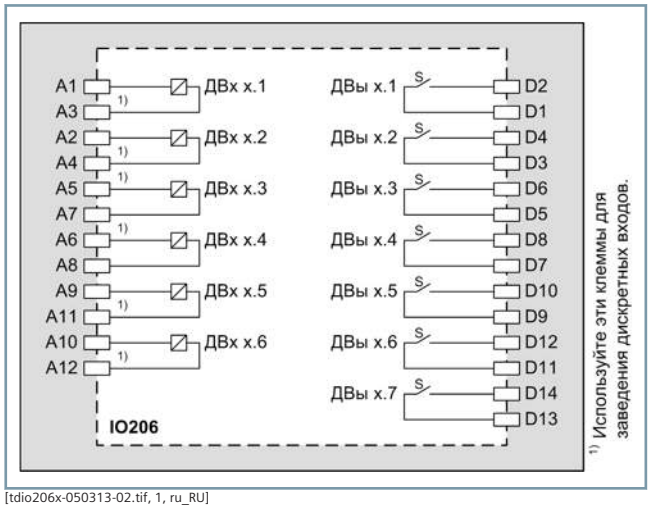
[tdio204x-201112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/11 Схема подключения модуля IO204



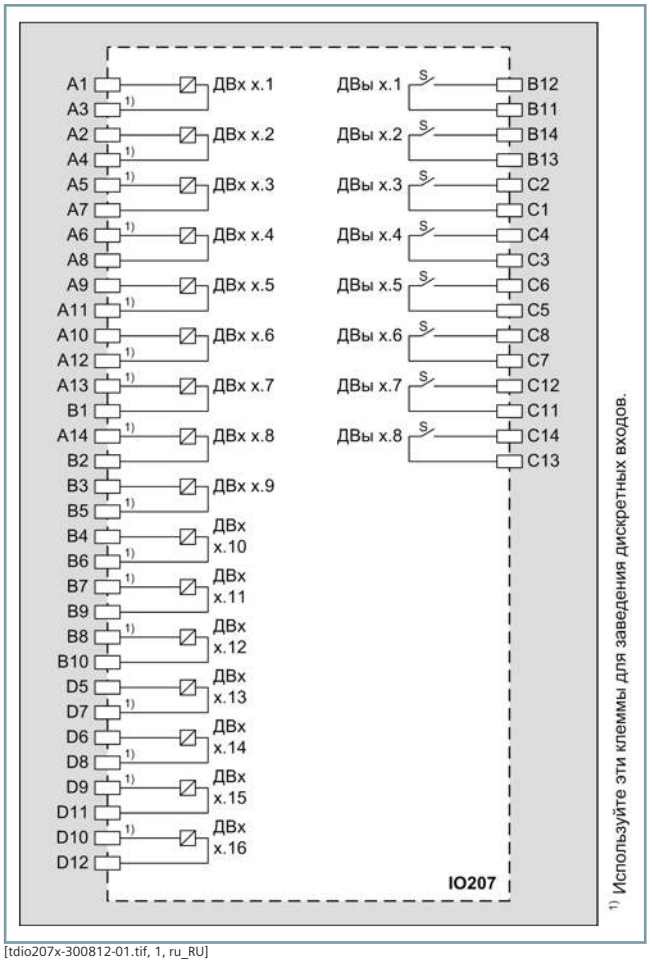
[tdio205x-240812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/12 Схема подключения модуля IO205



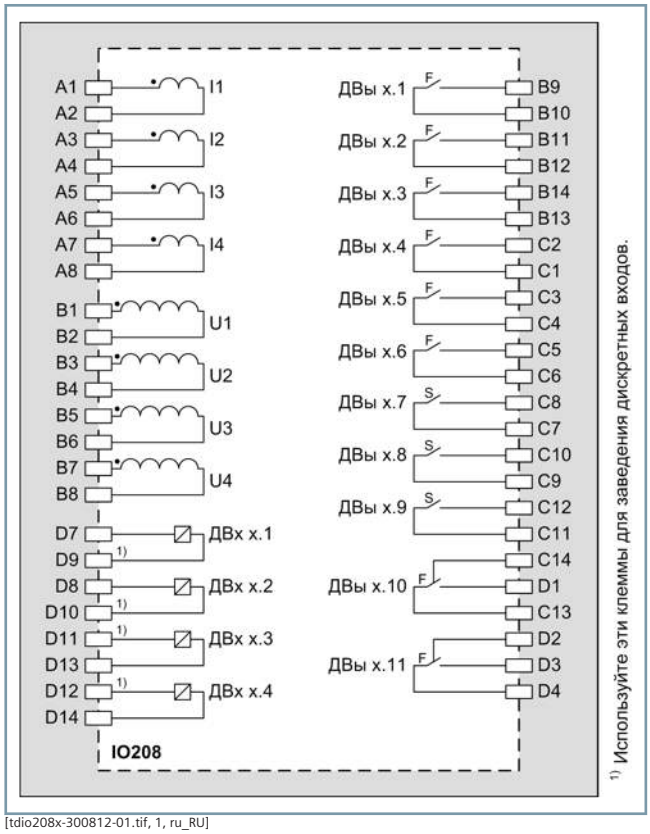
[tdio206x-050313-02.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/13 Схема подключения модуля IO206



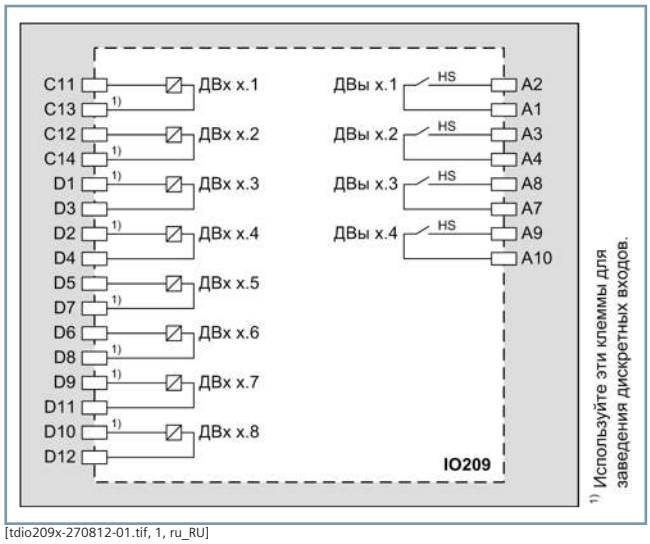
[tdio207x-300812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/14 Схема подключения модуля IO207



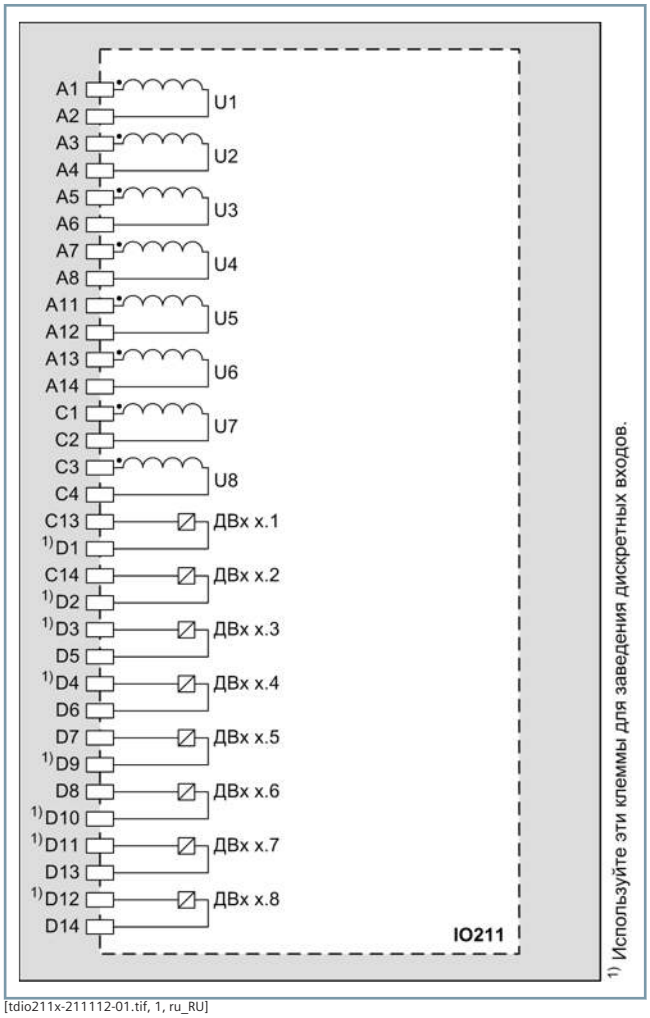
[tdio208x-300812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/15 Схема подключения модуля IO208



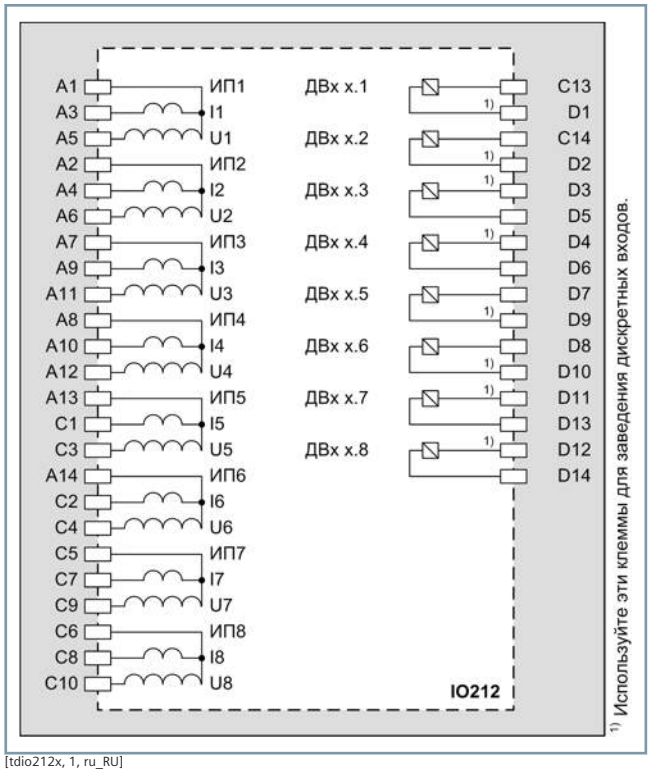
[tdio209x-270812-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/16 Схема подключения модуля IO209 (HS: сверхбыстродействующее реле)



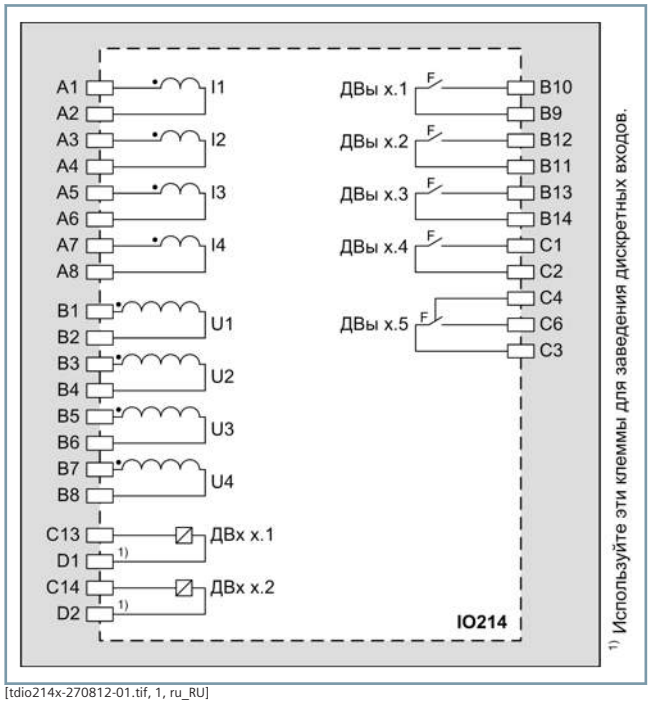
[tdio211x-211112-01.tif, 1, ru_RU]

Рисунок 4.3/17 Схема подключения модуля IO211



[tdio212x, 1, ru_RU]

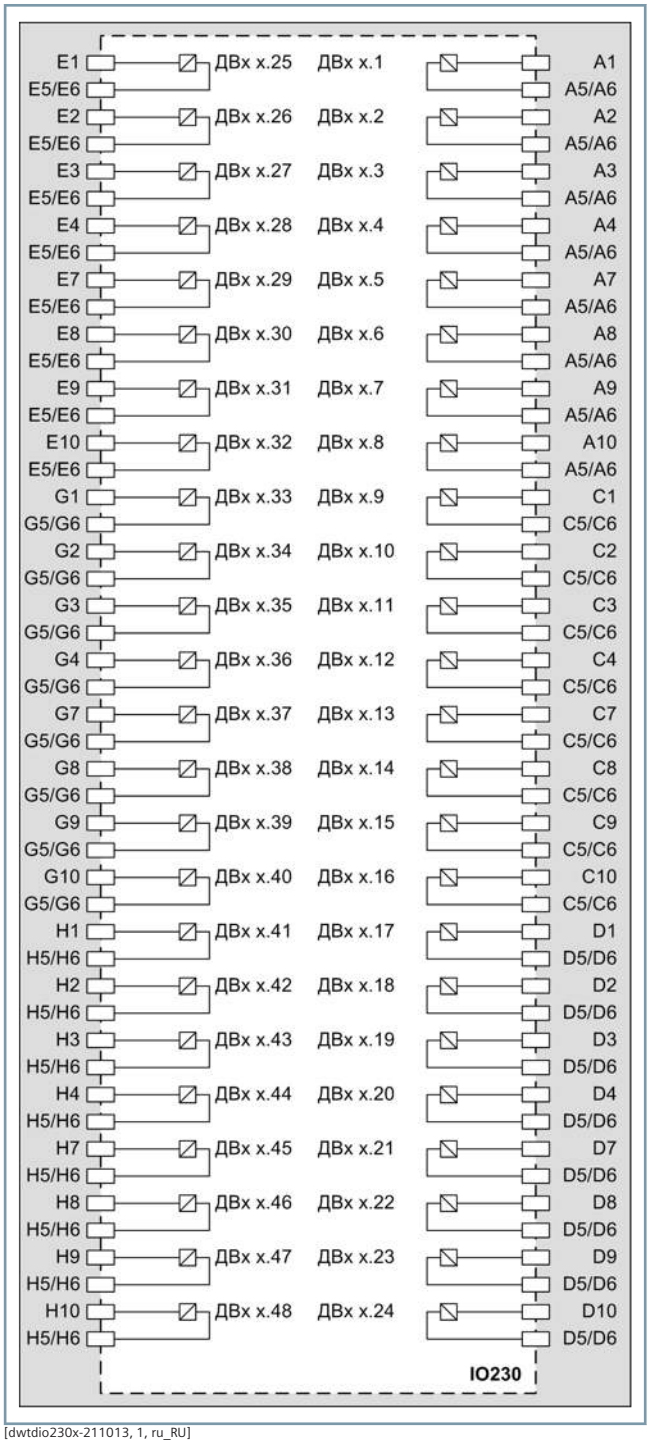
Рисунок 4.3/18 Схема подключения модуля IO212



[tdio214x-270812-01.tif, 1, ru_RU]

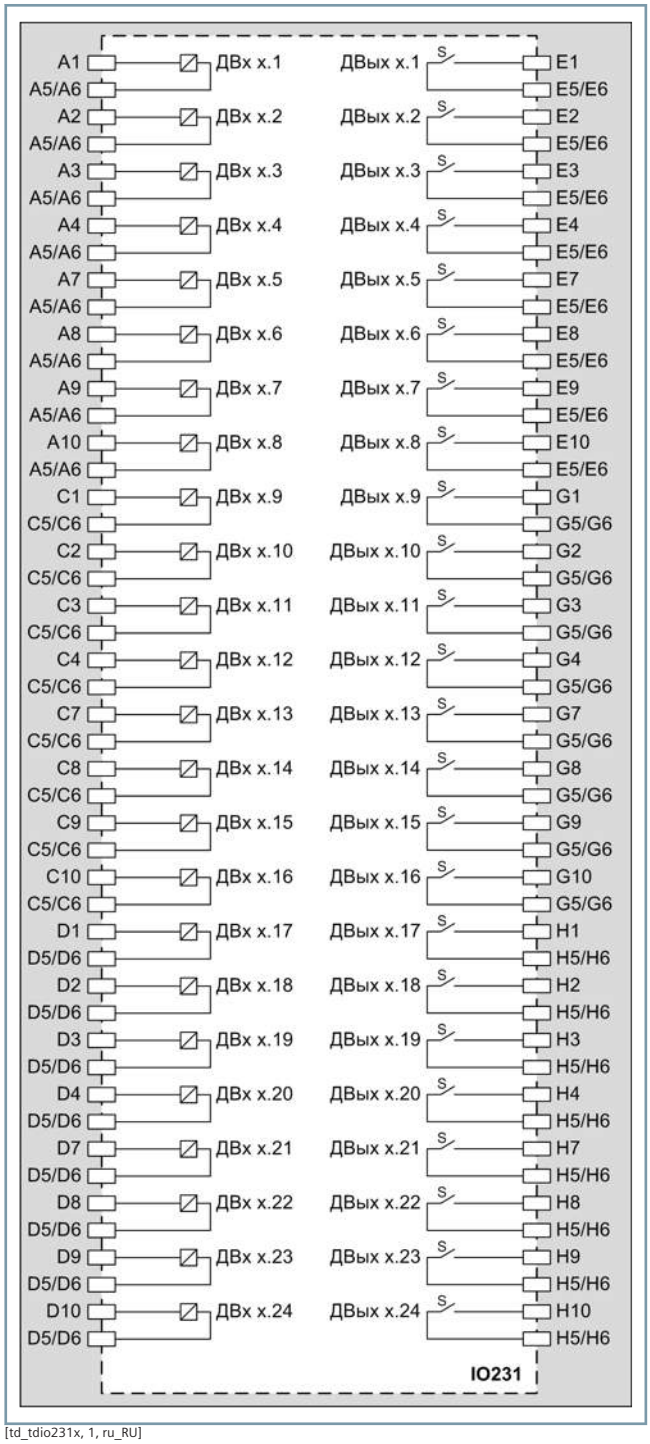
Рисунок 4.3/19 Схема подключения модуля IO214

Схема подключения такая же, как для модуля ввода и вывода IO202 в модуле расширения.



[dwtdio230x-211013, 1, ru_RU]

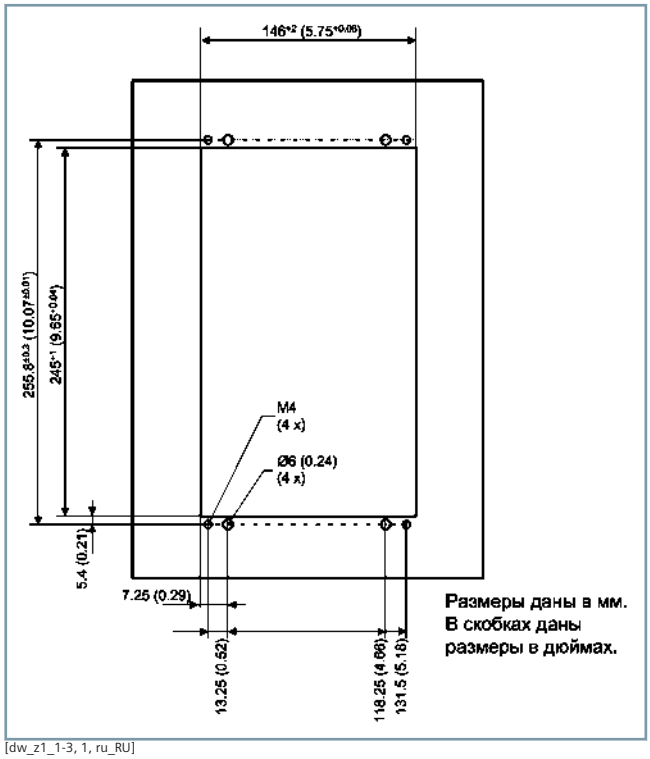
Рисунок 4.3/20 Схема подключения модуля IO230



[td_tdio231x, 1, ru_RU]

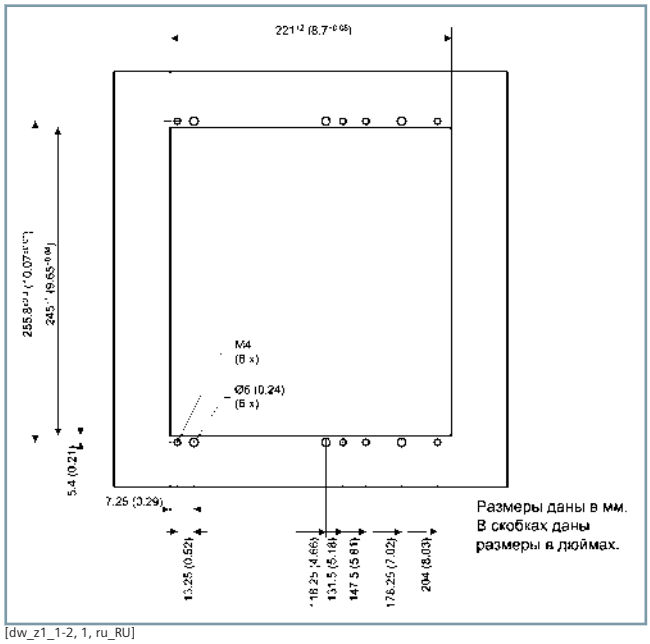
Рисунок 4.3/21 Схема подключения модуля IO231

Устройство для утопленного монтажа



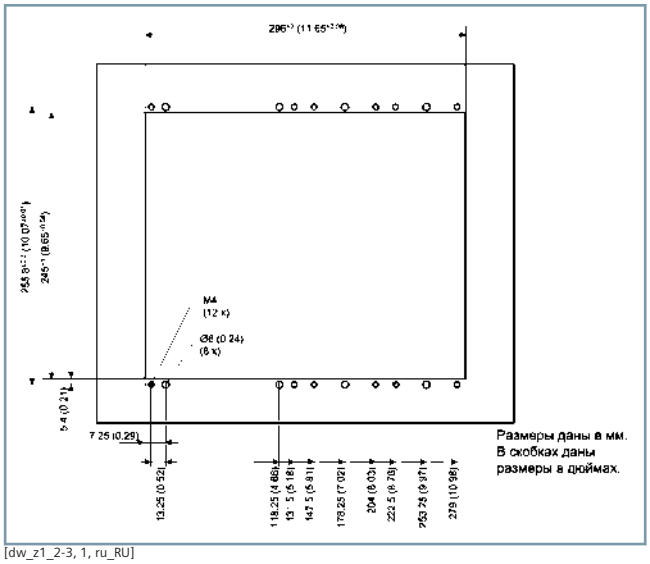
[dw_z1_1-3, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/1 Размеры выреза и схема сверления — устройство 1/3, первый ряд



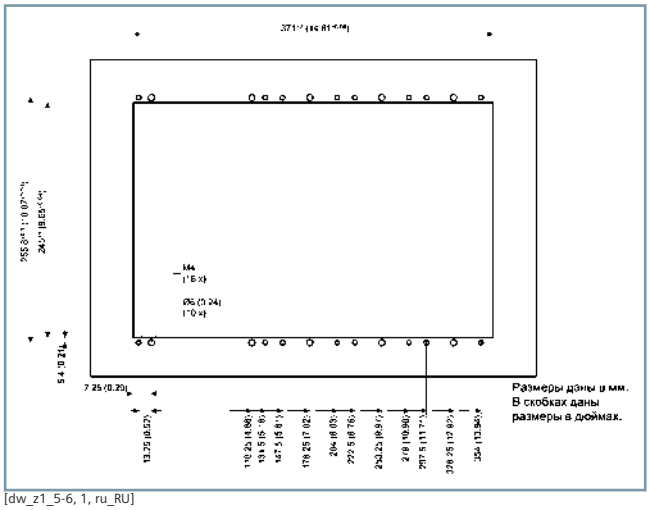
[dw_z1_1-2, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/2 Размеры выреза и схема сверления — устройство 1/2, первый ряд



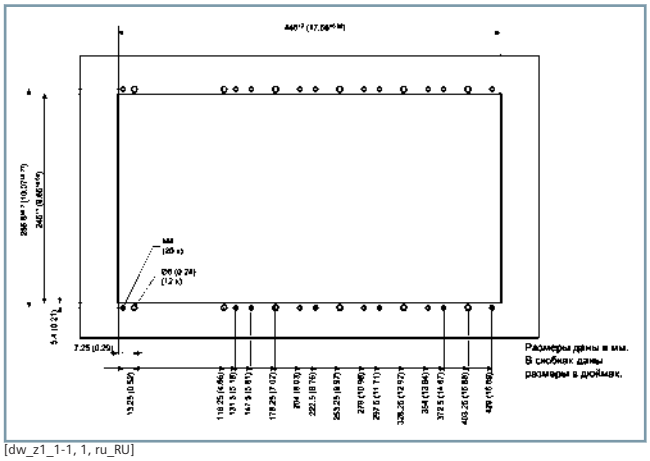
[dw_z1_2-3, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/3 Размеры выреза и схема сверления — устройство 2/3, первый ряд



[dw_z1_5-6, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/4 Размеры выреза и схема сверления — устройство 5/6, первый ряд

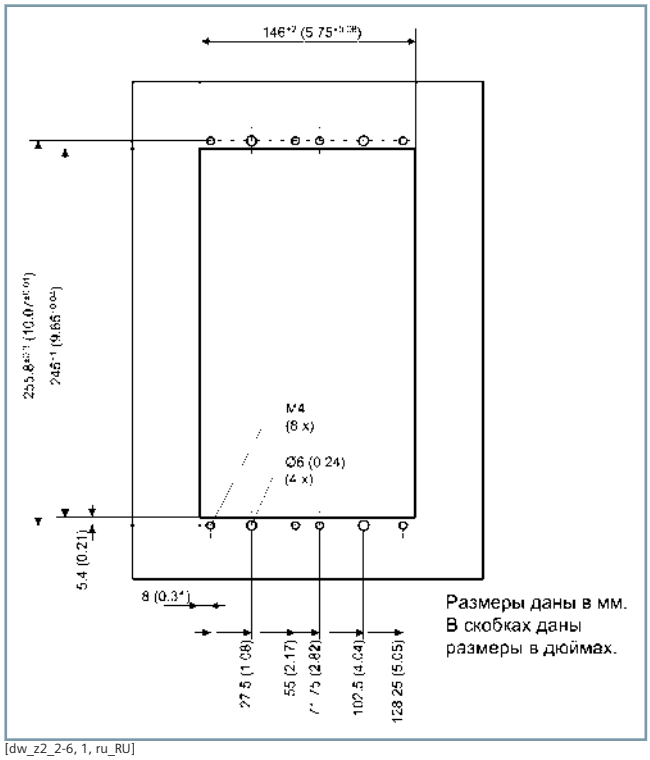


[dw_z1_1-1, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/5 Размеры выреза и схема сверления — устройство 1/1, первый ряд устройств

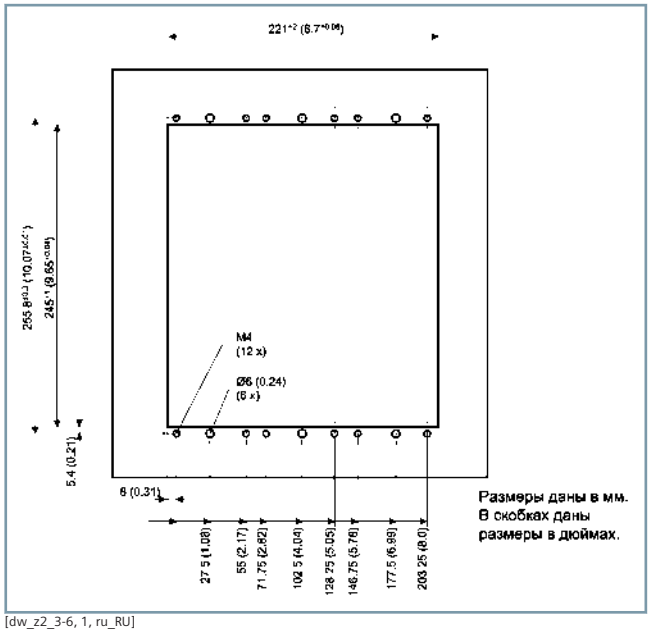
Чертежи с размерами

Все отверстия в области выреза конкретного устройства должны отвечать размерам на соответствующих рисунках.



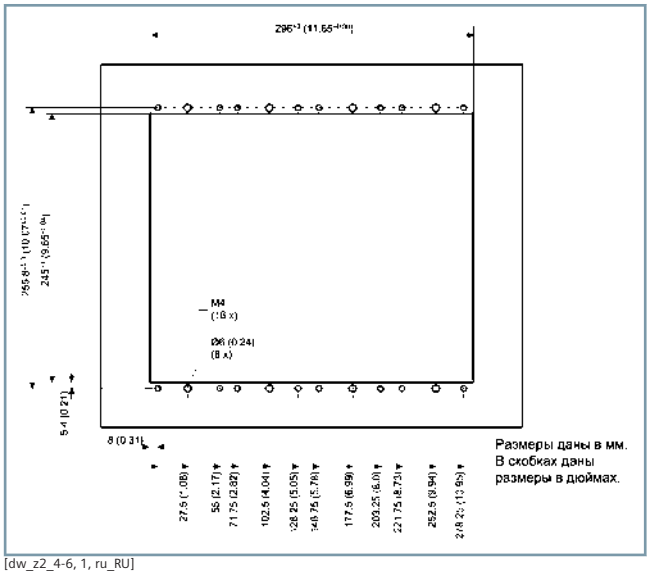
[dw_z2_2-6, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/6 Размеры выреза и схема сверления — устройство 1/3, второй ряд устройств



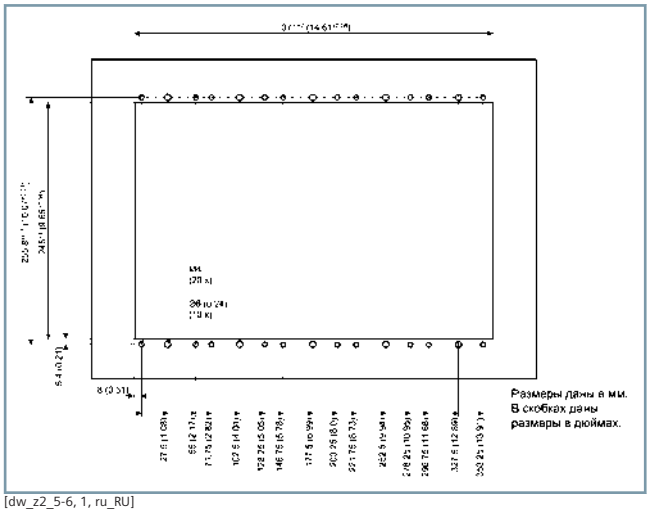
[dw_z2_3-6, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/7 Размеры выреза и схема сверления — устройство 1/2, второй ряд устройств



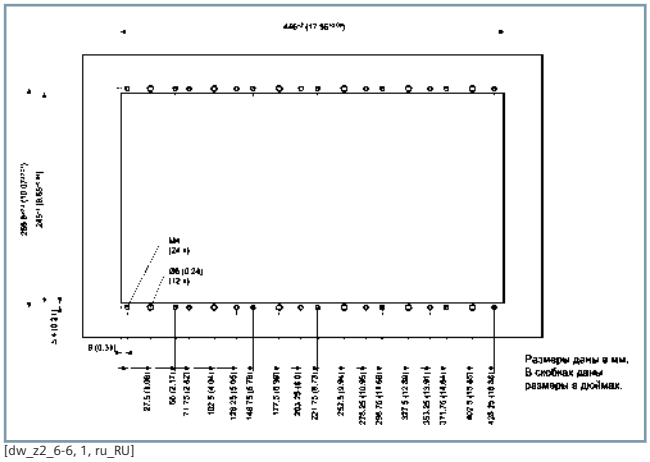
[dw_z2_4-6, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/8 Размеры выреза и схема сверления — устройство 2/3, второй ряд устройств



[dw_z2_5-6, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/9 Размеры выреза и схема сверления — устройство 5/6, второй ряд устройств



[dw_z2_6-6, 1, ru_RU]

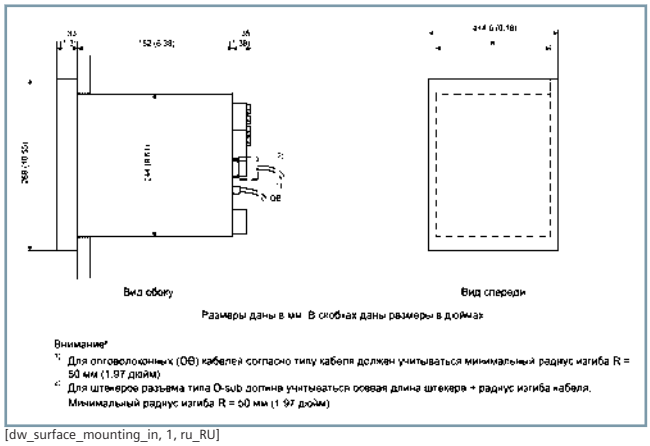
Рисунок 4.4/10 Размеры выреза и схема сверления — устройство 1/1, второй ряд устройств

	Ширина монтажного выреза в мм (дюймах)
Устройство 1/3 (базовый модуль)	146^{+2} мм ($5{,}75\ ^{+0{,}08}$)
Устройство 1/2 (базовый модуль с одним модулем расширения)	221^{+2} мм ($8{,}7\ ^{+0{,}08}$)
Устройство 2/3 (базовый модуль с 2 модулями расширения)	296^{+2} мм ($11{,}65\ ^{+0{,}08}$)
Устройство 5/6 (базовый модуль с 3 модулями расширения)	371^{+2} мм ($14{,}61\ ^{+0{,}08}$)
Устройство 1/1 (базовый модуль с 4 модулями расширения)	446^{+2} мм ($17{,}56\ ^{+0{,}08}$)

Таблица 4.4/1 Размеры выреза

	Размер a Ширина корпуса в мм (дюймах) (общая ширина: ширина корпуса + 4,6 мм (0,18 дюйма))
Устройство 1/3	145 (5,71)
Устройство 1/2	220 (8,66)
Устройство 2/3	295 (11,61)
Устройство 5/6	370 (14,57)
Устройство 1/1	445 (17,52)

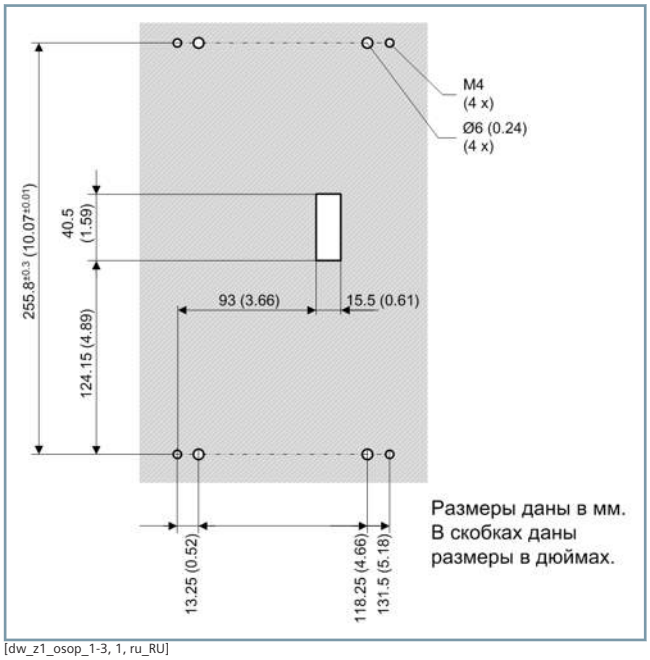
Таблица 4.4/2 Изменяемая ширина корпуса



[dw_surface_mounting_in, 1, ru_RU]

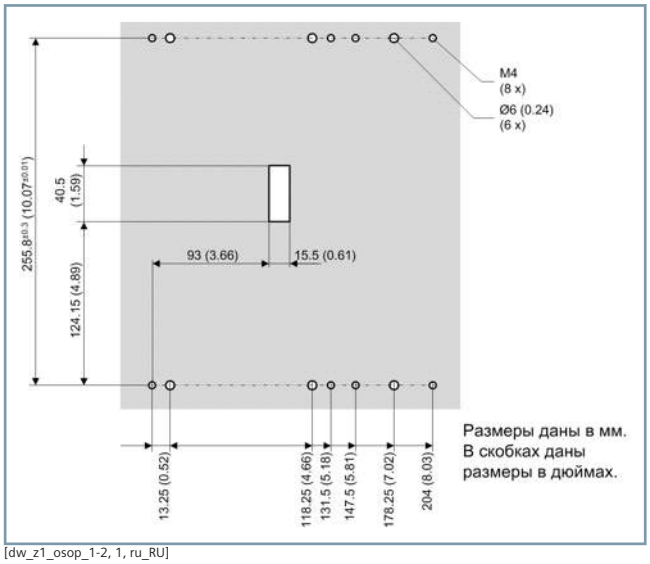
Рисунок 4.4/11 Устройства для утопленного монтажа, размеры сбоку и спереди

Устройства для поверхностного монтажа с отдельной местной панелью управления



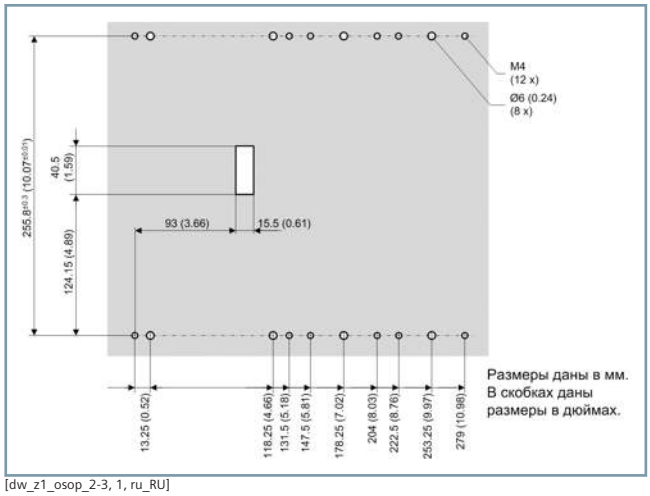
[dw_z1_osop_1-3, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/12 Схема сверления для местной панели управления устройства 1/3



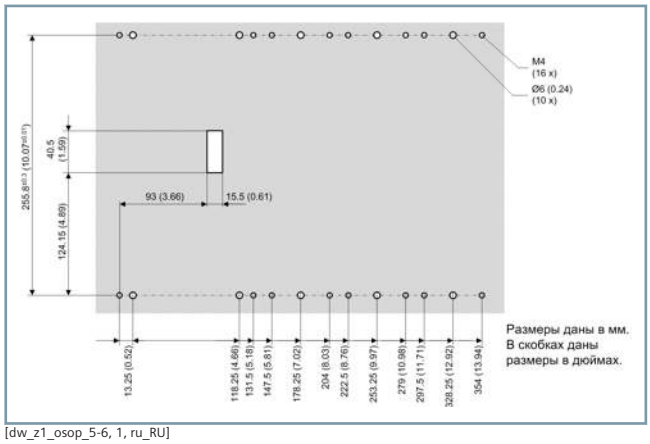
[dw_z1_osop_1-2, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/13 Схема сверления для местной панели управления устройства 1/2



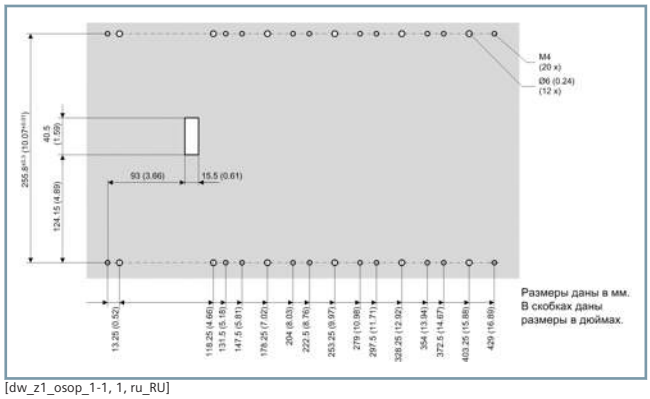
[dw_z1_osop_2-3, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/14 Схема сверления для местной панели управления устройства 2/3



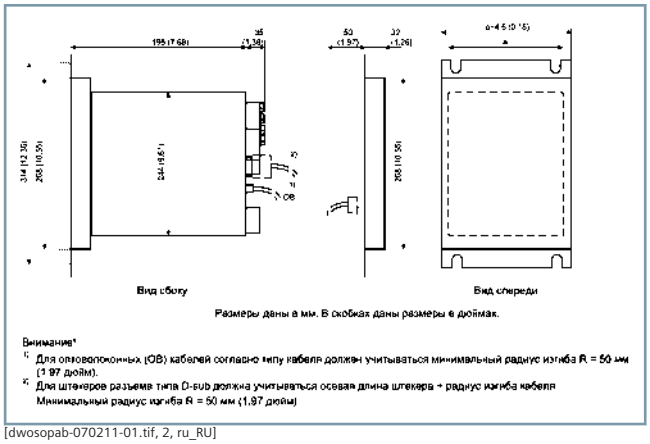
[dw_z1_osop_5-6, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/15 Схема сверления для местной панели управления устройства 5/6



[dw_z1_osop_1-1, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/16 Схема сверления для местной панели управления устройства 1/1



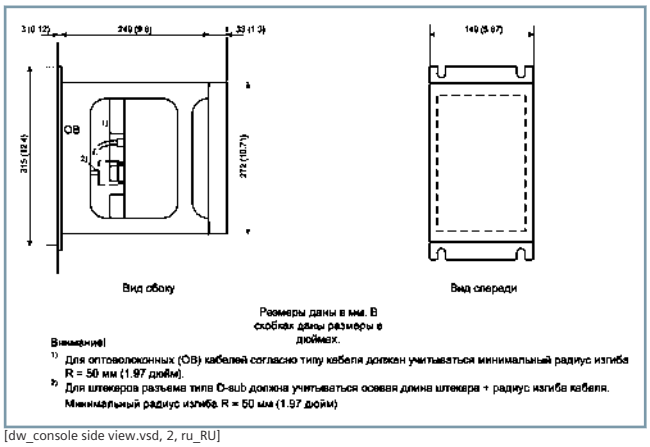
[dwosopab-070211-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 4.4/17 Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления, размеры сбоку и спереди

Схемы сверления соответствуют следующим рисункам — *Рисунок 4.4/29*.

Длина кабеля для отдельной панели управления составляет до 5 м (196,85 дюйма).

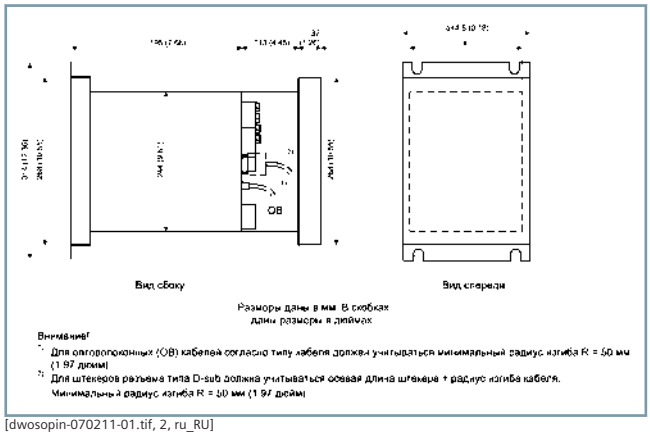
Устройства для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления (немодульное устройство)



[dw_console side view.vsd, 2, ru_RU]

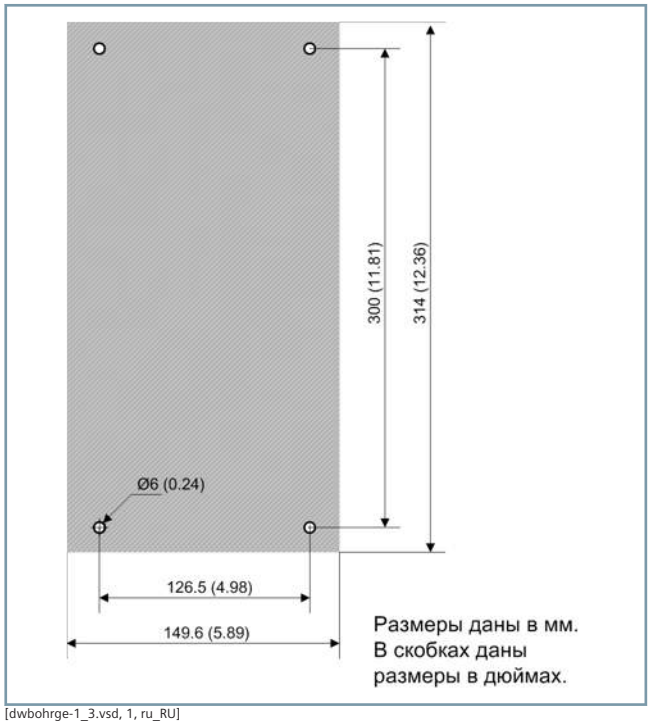
Рисунок 4.4/18 Немодульное устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления, размеры сбоку и спереди

Устройства для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления (модульное устройство)



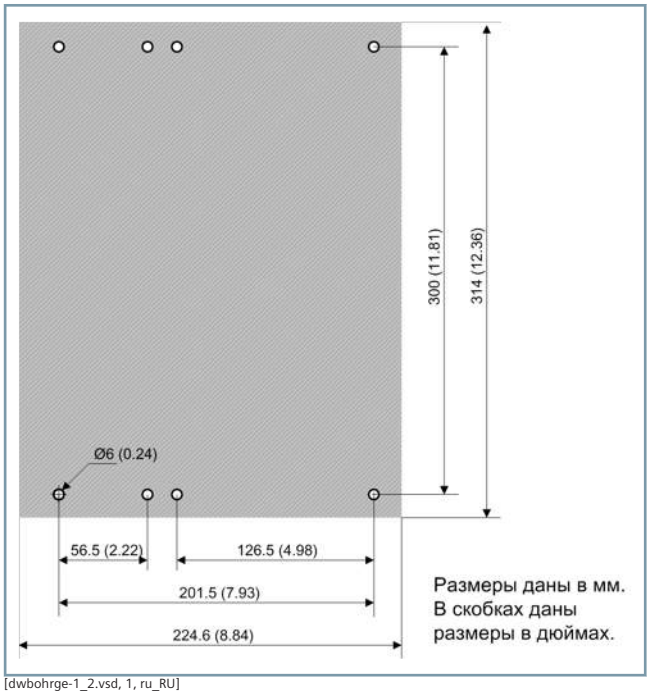
[dwosopin-070211-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 4.4/19 Устройство для поверхностного монтажа 1/3 со встроенной местной панелью управления, размеры сбоку и спереди



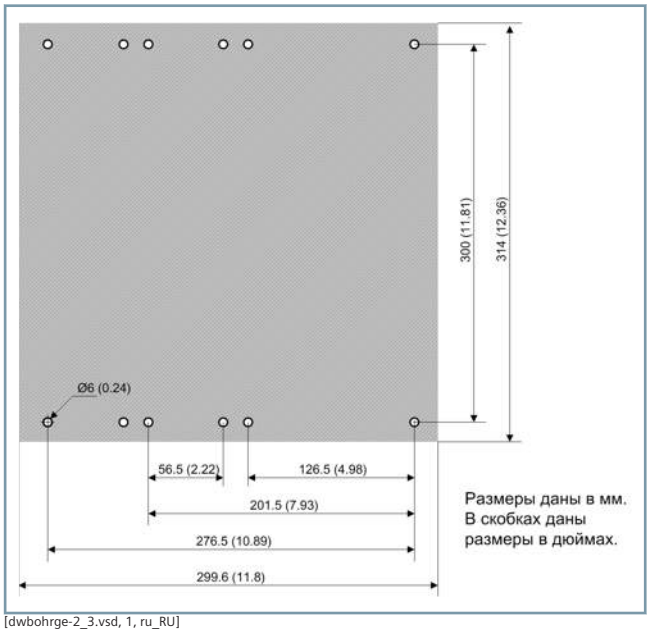
[dwbohrge-1_3.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/20 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 1/3 — первый ряд устройств



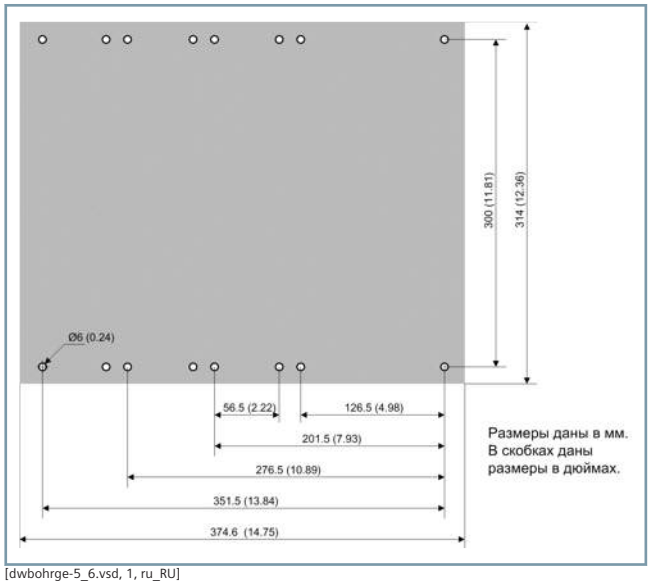
[dwbohrge-1_2.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/21 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 1/2 — первый ряд устройств



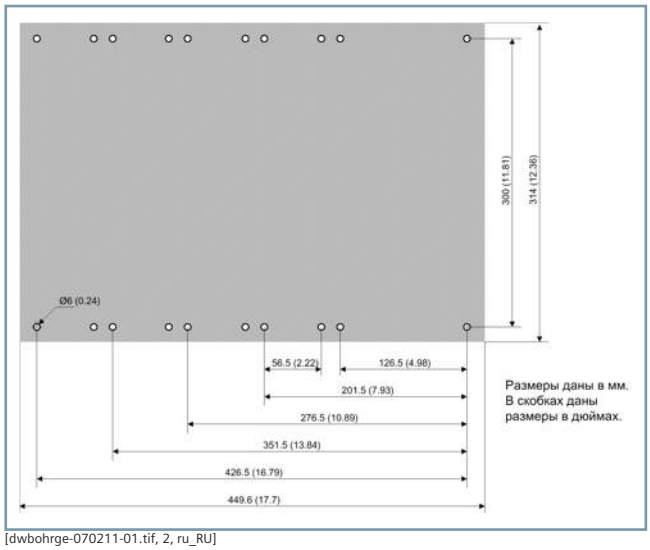
[dwbohrge-2_3.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/22 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 2/3 — первый ряд устройств



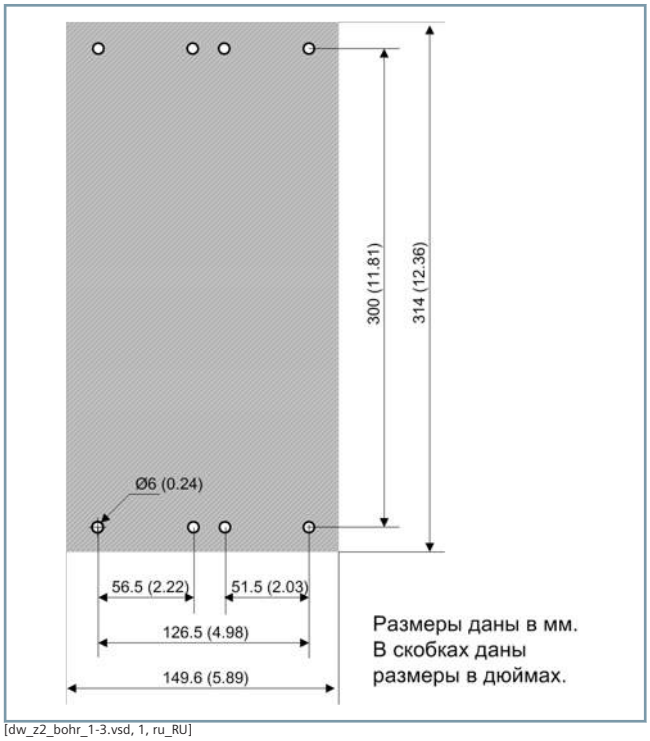
[dwbohrge-5_6.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/23 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 5/6 — первый ряд устройств



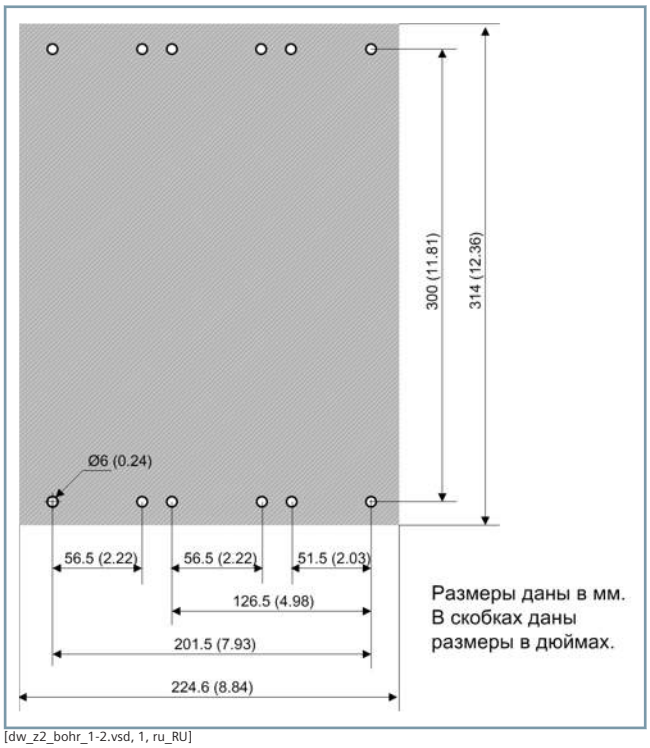
[dwbohrge-070211-01.tif, 2, ru_RU]

Рисунок 4.4/24 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 1/1 — первый ряд устройств



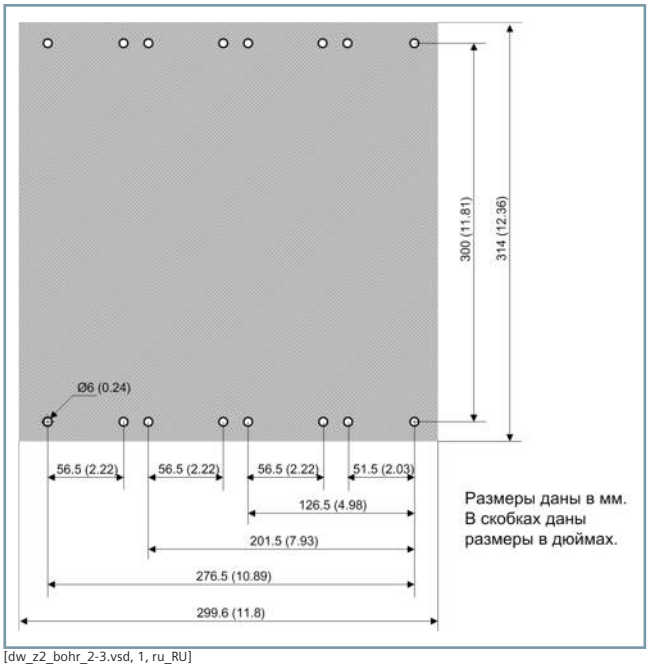
[dw_z2_bohr_1-3.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/25 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 1/3 — второй ряд устройств



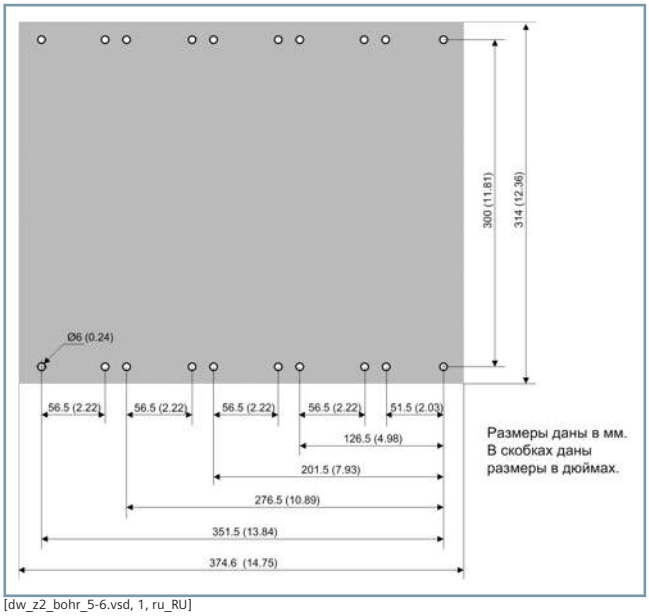
[dw_z2_bohr_1-2.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/26 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 1/2 — второй ряд устройств



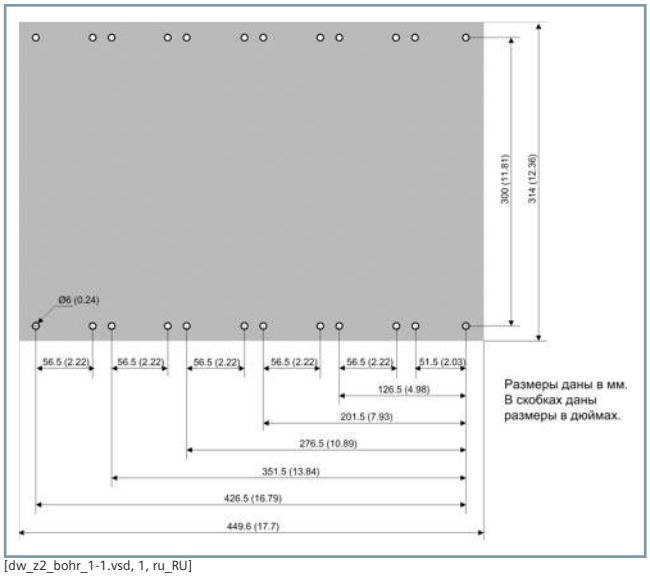
[dw_z2_bohr_2-3.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/27 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 2/3 — второй ряд устройств



[dw_z2_bohr_5-6.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/28 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 5/6 — второй ряд устройств



[dw_z2_bohr_1-1.vsd, 1, ru_RU]

Рисунок 4.4/29 Схема сверления для устройства для поверхностного монтажа 1/1 — второй ряд устройств

Группировка измеренных значений

Измеренное значение	Описание
Группировка основных измеренных значений	
Рабочие измеренные значения	Расчет действующего значения и расчет мощности в соответствии с определением Фазные токи I_A, I_B, I_C Ток замыкания на землю I_N, I_{NS} (чувствит.) Фазные напряжения V_A, V_B, V_C Междуфазные напряжения V_{12}, V_{23}, V_{31} Напряжение смещения V_{NG} Частота f Мощность P, Q, S (трехфазная, пофазная) Коэффициент мощности f
Основные и симметричные составляющие	Расчет переменных вектора на основе фильтра Фурье или по правилу преобразования Фазные токи $\underline{I}_A$, $\underline{I}_B$, $\underline{I}_C$ Ток замыкания на землю $\underline{I}_N$, $\underline{I}_{NS}$ (чувствит.) Фазные напряжения $\underline{V}_A$, $\underline{V}_B$, $\underline{V}_C$ Междуфазные напряжения $\underline{V}_{12}$, $\underline{V}_{23}$, V_{31} Напряжение смещения $\underline{V}_{NG}$ Симметричные составляющие $\underline{I}_0$, $\underline{I}_1$, I_2, $\underline{V}_0$, $\underline{V}_1$, $\underline{V}_2$
Измеренные значения с учетом определенной защиты	Измеренные значения, рассчитанные специально под конкретные функции защиты, такие как: Дистанционная защита (активные и реактивные сопротивления проводящих контуров) Дифференциальная защита (дифференциальный ток и ток торможения, зарядные токи на фазу) ...
Значения энергии	Измеряемые значения определяются для активной и реактивной энергии. Время восстановления, интервал восстановления и режим счета можно регулировать. Восстановление можно запустить через дискретный вход. Доступны следующие измеряемые значения: Активная энергия W_{p+} (вырабатываемая), W_{p-} (потребляемая) Реактивная энергия W_{q+} (вырабатываемая), W_{q-} (потребляемая)
Статистические значения	Формируются следующие статистические значения: Общее число инициированных отключений выключателя Число инициированных отключений выключателя отдельно для каждого полюса выключателя Общая сумма первичных токов отключения Сумма первичных токов отключения отдельно для каждого полюса выключателя
Группировка дополнительных измеренных значений	
Средние значения	Средние значения рассчитываются на основе рабочих измеренных значений и симметричных составляющих. Отрезок времени для расчета средних значений и интервал выдачи могут быть заданы пользователем.
Максимальные и минимальные значения	Максимальные/минимальные значения определяются на основе рабочих измеренных значений, симметричных составляющих и выборочных измеренных значений (например, по средним значениям). Отображение минимальных и максимальных значений содержит метку времени их появления. Расчеты стабилизированы относительно небольших колебаний токов и напряжений.

Токовые входы

Все значения тока, напряжения и мощности приведены в действующих величинах.			
Номинальная частота $f_{ном}$	50 Гц, 60 Гц 16,7 Гц (только для устройств защиты рейки)		
Релейные трансформаторы тока	Номинальный ток $I_{ном}$	Диапазон измерений для модульных устройств	Диапазон измерений для немодульных устройств
	5 А 1 А	0–500 А 0–100 А	0–250 А 0–50 А
Измерительные трансформаторы	5 А 1 А	0–8 А 0–1,6 А	0–8 А 0–1,6 А
Потребляемая мощность на токовую цепь при номинальном токе	Около 0,1 ВА		
Нагрузка по условиям нагрева (для релейных и измерительных трансформаторов)	500 А в течение 1 с		
	150 А в течение 10 с		
	20 А постоянно		
	25 А в течение 3 мин		
	30 А в течение 2 мин		
Способность выдерживать динамическую нагрузку	1250 А полпериода		

Входы измерительного преобразователя (через модуль ARC-CD-3FO)

Тип разъема	AVAGO AFBR-4526Z
Количество приемопередатчиков	3
Тип оптоволокна	Полимерное оптоволокно (POF) 1 мм
Приемник	
Максимум	–10 дБм ± 2 дБм
Минимум	–40 дБм ± 2 дБм
Спектр	400–1100 нм
Ослабление	В случае пластикового оптоволокна можно ожидать ослабление на трассе 0,2 дБ/м. Дополнительное ослабление обуславливается разъемом и головкой датчика.
Бюджет оптической мощности [1]	Минимум 25 дБ
Частота выборки аналогового сигнала	16 кГц
Тип АЦП	10-разрядная последовательная аппроксимация
Передатчик	
Тип	СИД
Длина волны	λ = 650 нм
Мощность передачи	Минимум 0 дБм Максимум 2 дБм
Числовая апертура	0,5 [2]
Скорость передачи сигнала теста соединения	1 импульс в секунду
Длительность импульса теста соединения	11 мкс
Комментарии: [1] Все значения приведены в сочетании с датчиками, одобренными «Сименс». [2] Числовая апертура (ЧА = sin θ (угол входа луча))	

Входы измерительного преобразователя (через модуль ANAI-CA-4EL)

Тип разъема	8-контактная многоклеммная колодка с зажимами
Дифференциальные каналы токовых входов	4
Диапазон измерений	От –24 мА до +24 мА пост. тока
Неисправность	< 0,5% от диапазона измерений
Входное сопротивление	140 Ом
Принцип преобразования	Дельта-сигма (16 бит)
Допустимая разность потенциалов между каналами	DC 20 В пост. тока
Гальваническая развязка от земли/корпуса	700 В пост. тока
Допустимая перегрузка	100 мА пост. тока постоянно
Повтор измерений	200 мс

Вход напряжения

Все значения тока, напряжения и мощности приведены в действующих величинах.		
Номинальная частота $f_{ном}$	50 Гц, 60 Гц 16,7 Гц (только для устройств защиты рейки)	
Модули ввода и вывода	IO202/IO208/IO211/IO214	IO215
Диапазон измерений	0–200 В	0–7,07 В
Входное сопротивление	200 кОм	7 кОм
Нагрузка по условиям нагрева	230 В постоянно	20 В постоянно

Встроенный источник питания		
Для модульных устройств источник питания имеют следующие узлы печатных плат: PS201 — источник питания базового модуля и первого ряда устройств PS203 — напряжение питания второго ряда устройств CB202 — вставной сборный модуль со встроенным источником питания, например для размещения модулей связи		
Допустимый диапазон напряжения (PS201, PS203, CB202)	От 19 до 60 В пост. тока	От 48 до 300 В пост. тока От 80 до 265 В пер. тока, 50/60 Гц

Технические данные

Встроенный источник питания			
Номинальное напряжение питания V_H (PS201, PS203, CB202)	24/48 В пост. тока	60/110/125/220/ 250 В пост. тока или 100/115/230 В пер. тока, 50/60 Гц	
Допустимые диапазоны напряжения (PS101)	От 19 до 60 В пост. тока	От 48 до 150 В пост. тока	От 88 до 300 В пост. тока От 80 до 265 В пер. тока, 50/60 Гц
Номинальное напряжение питания V_H (PS101)	24/48 В пост. тока	От 60 до 110 В пост. тока 125 В пост. тока	110/125 В пост. тока 220/250 В пост. тока или 100/115 В пер. тока 230 В пер. тока, 50/60 Гц
Наложенное переменное напряжение, размах, МЭК 60255-11		≤ 15 % от номинального вспомогательного напряжения питания постоянного тока (относится только к постоянному напряжению)	
Бросок тока при включении		≤ 18 A	
Рекомендуемая внешняя защита		Миниатюрный автоматический выключатель 6 A, 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	4 A откл., 250 В пер. тока, 150 В пост. тока, одобрен лабораторией UL SIBA, тип 179200, или Schurter, тип SPT 5, × 20	2 A с выдержкой времени, 250 В пер. тока, 300 В пост. тока, одобрен лабораторией UL SIBA, тип 179200, или Schurter, тип SPT 5, × 20	
PS201, PS203, CB202	2 A с выдержкой времени, 250 В пер. тока, 300 В пост. тока, одобрен лабораторией UL SIBA, тип 179200, или Schurter, тип SPT 5, × 20		
Потребляемая мощность (контакт «готовности» (исправности) замкнут)			
–	DC	230 В пер. тока/50 Гц	115 В пер. тока/50 Гц
Базовый модуль 1/3, немодульный Без вставных модулей	7,0 Вт	16 ВА	12,5 ВА
Базовый модуль 1/3, модульный Без вставных модулей	13 Вт	33 ВА	24 ВА

Встроенный источник питания			
Модуль расширения 1/6	3 Вт	6 ВА	6 ВА
Вставной сборный модуль 1/6 без вставных модулей (модули CB202)	3,5 Вт	14 ВА	7 ВА
Вставной модуль для базового модуля или вставного сборного модуля (например, модуль связи)	< 5 Вт	< 6 ВА	< 6 ВА
Допустимый перерыв питания при отключении или коротком замыкании вспомогательного напряжения питания, модульные устройства		Для V ≥ 24 пост. тока ≥ 50 мс Для V ≥ 110 пост. тока ≥ 50 мс Для V ≥ 115 пер. тока ≥ 50 мс	
Допустимый перерыв питания при отключении или коротком замыкании вспомогательного напряжения питания, немодульные устройства		Для V ≥ 24 пост. тока ≥ 20 мс Для V ≥ 60/110 В пост. тока ≥ 50 мс Для V ≥ 115 пер. тока ≥ 200 мс	

Диапазон номинального напряжения	От 24 до 250 В пост. тока Дискретные входы SIPROTEC 5 являются биполярными, кроме двоичных входов IO230 и IO231.	
Ток потребления в сработанном состоянии	Около 0,6–1,8 мА пост. тока (независимо от рабочего напряжения)	
Потребляемая мощность, макс.	0,6 ВА	
Время срабатывания	Около 3 мс	
Время возврата	Около 4 мс	
Пороги переключения	Настраиваются с помощью DIGSI 5	
	Диапазон 1 для 24 В, 48 В и 60 В Рабочее напряжение	$V_{низ}$ ≤ 10 В пост. тока $V_{выс}$ ≥ 19 В пост. тока
	Диапазон 2 для 110 В и 125 В Рабочее напряжение	$V_{низ}$ ≤ 44 В пост. тока $V_{выс}$ ≥ 88 В пост. тока
	Диапазон 3 для 220 В и 250 В Рабочее напряжение	$V_{низ}$ ≤ 88 В пост. тока $V_{выс}$ ≥ 176 В пост. тока
Максимальное допустимое напряжение	300 В пост. тока	
Дискретные входы снабжены помехоподавляющими конденсаторами Для обеспечения ЭМС используйте клеммы, показанные на схемах клемм/схемах соединений, чтобы соединить дискретные входы с общим потенциалом.		

Реле мощности (для непосредственного управления электромеханическими выключателями)

Коммутационная способность для постоянных или периодических операций		
250 В/4,0 А 220 В/4,5 А 110 В/5,0 А 60 В/5,0 А 48 В/5,0 А 24 В/5,0 А	1000 Вт 1000 Вт 550 Вт 300 Вт 240 Вт 120 Вт	Для предотвращения повреждений цепь внешней защиты должна отключать электродвигатель в случае торможения ротора.
Включение коммутируемой мощности на 30 с, время восстановления до следующего включения 15 минут. Для кратковременных коммутационных операций необходимо обеспечивать отношение импульса/паузы 3 %.		
110 В/9,0 А 60 В/10,0 А 48 В/10,0 А 24 В/10,0 А	1000 Вт 600 Вт 480 Вт 240 Вт	Непрерывная работа и работа в толчковом режиме не допускается. Для предотвращения повреждений цепь внешней защиты должна отключать электродвигатель в случае торможения ротора.
Напряжение постоянного и переменного тока между контактами		250 В
Допустимый длительный ток на контакт		5 А
Допустимый ток контакта (включение и удержание)		30 А в течение 1 с
Кратковременный ток через замкнутый контакт		250 А в течение 30 мс
Общий допустимый ток контактов, подсоединенных к общему потенциалу		5 А
Время коммутации ООТ (**О**время **О**управления **Т**выходом) Используется дополнительная задержка устройства вывода		≤ 16 мс
Номинальные данные выходных контактов в соответствии с сертификатом UL		300 В пост. тока, 10 А, резистивная нагрузка 250 В пост. тока, электродвигатель 1 л.с. — 30 с ВКЛ., 15 мин ВЫКЛ. 110 В пост. тока, электродвигатель 3/4 л.с. — 30 с ВКЛ., 15 мин ВЫКЛ. 60 В пост. тока, электродвигатель 1/2 л.с. — 30 с ВКЛ., 15 мин ВЫКЛ. 48 В пост. тока, электродвигатель 1/3 л.с. — 30 с ВКЛ., 15 мин ВЫКЛ. 24 В пост. тока, электродвигатель 1/6 л.с. — 30 с ВКЛ., 15 мин ВЫКЛ.
Помехоподавляющие конденсаторы параллельно контактам		4,7 нФ, ± 20 %, 250 В пер. тока
Реле мощности работают в режиме взаимной блокировки, то есть одновременно срабатывает только одно реле в коммутирующей паре; тем самым исключается короткое замыкание источника питания.		

Сверхбыстросрабатывающее реле со схемой электронного ускорения (тип HS)

Коммутационная способность	Вкл./выкл.: 1000 Вт/ВА
Напряжение контакта	200 В пер. тока, 250 В пост. тока
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А
Допустимый ток контакта (включение и удержание)	30 А в течение 1 с (замыкающий контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 А в течение 30 мс
Общий допустимый ток контактов, подсоединенных к общему потенциалу	5 А
Время коммутации ООТ (**О**время **О**управления **Т**выходом) Используется дополнительная задержка устройства вывода	Время замыкания, типичное: 0,2 мс Время размыкания, типичное: 6 мс Макс.: ≤ 9 мс
Номинальные данные выходных контактов в соответствии с сертификатом UL	B150 Q300

Быстродействующее реле (тип F)

Коммутационная способность	Вкл.: 1000 Вт/ВА Вкл./выкл.: 30 ВА, 40 Вт омич.; 30 Вт/ВА; при L/R ≤ 40 мс
Напряжение постоянного и переменного тока между контактами	250 В
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А
Допустимый ток контакта (включение и удержание)	30 А в течение 1 с (замыкающий контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 А в течение 30 мс
Общий допустимый ток контактов, подсоединенных к общему потенциалу	5 А
Время коммутации ООТ (**О**время **О**управления **Т**выходом) Используется дополнительная задержка устройства вывода	Время замыкания, типичное: 4 мс Время размыкания, типичное: 2 мс Макс.: ≤ 5 мс

Номинальные данные выходных контактов в соответствии с сертификатом UL	120 В пер. тока, 8,5 А, общего назначения 277 В пер. тока, 6 А, общего назначения 277 В пер. тока, 0,7 л.с. 347 В пер. тока, 4,5 А, общего назначения B300 R300
Помехоподавляющие конденсаторы параллельно контактам	4,7 нФ, ± 20 %, 250 В пер. тока
Контроль	2-канальная активация с циклическим испытанием (только для замыкающих контактов)

Стандартное реле (тип S)

Коммутационная способность	Вкл.: 1000 Вт/ВА Вкл./выкл.: 30 ВА, 40 Вт омич.; 30 Вт/ВА; при L/R ≤ 40 мс
Напряжение постоянного и переменного тока между контактами	250 В
Допустимый ток контакта (длительно)	5 А
Допустимый ток контакта (включение и удержание)	30 А в течение 1 с (замыкающий контакт)
Кратковременный ток через замкнутый контакт	250 А в течение 30 мс
Общий допустимый ток контактов, подсоединенных к общему потенциалу	5 А
Время коммутации OOT (**О**время **О**управления **Т**выходом) Используется дополнительная задержка устройства вывода	≤ 10 мс
Макс. номинальные данные выходных контактов в соответствии с сертификатом UL	24 В пост. тока, 8 А, общего назначения 48 В пост. тока, 0,8 А, общего назначения 240 В пост. тока, 0,1 А, общего назначения 240 В пер. тока, 5 А, общего назначения 120 В пер. тока, 1/3 л.с. 250 В пер. тока, 1/2 л.с. B300 R300
Помехоподавляющие конденсаторы параллельно контактам	4,7 нФ, ± 20 %, 250 В пер. тока

Модуль расширения

Состояние	Цвет	Количество
Маршрутизируемый	Красный	16 по выбору

Базовый модуль

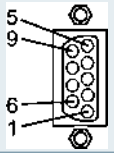
Состояние	Цвет	Количество
РАБОТА	Зеленый	1
ОШИБКА	Красный	1
Маршрутизируемый (настраивается с помощью DIGSI 5) При работе может использоваться только выбранный цвет.	2-цветный: красный или зеленый	16

Уровни сигналов/ нагрузки	Номинальное пост. входное напряжение сигнала		
	5 В	**12 V**	**24 V**
$V_{I\ выс}$	6,0 В	15,8 В	31,0 В
$V_{I\ низ}$	1,0 В при $I_{I\ низ}$ = 0,25 мА	1,4 В при $I_{I\ низ}$ = 0,25 мА	1,9 В при $I_{I\ низ}$ = 0,25 мА
$I_{I\ выс}$	4,5–9,4 мА	4,5–9,3 мА	4,5–8,7 мА
R_I	890 Ом при V_I = 4 В	1930 Ом при V_I = 8,7 В	3780 Ом при V_I = 17 В
	640 Ом при V_I = 6 В	1700 Ом при V_I = 15,8 В	3560 Ом при V_I = 31 В

Контакт	Сигнал	Описание сигнала
1	P24-TSIG	Вход 24 В пост. тока
2	P5-TSIG	Вход 5 В пост. тока
3	M-TSIG	Обратная линия Pxx-TSIG
4	M-TSYNC [4]	Обратная линия для P-TSYNC
5	Экран	Потенциал экрана
6	–	–
7	P12-TSIG	Вход 12 В пост. тока
8	P-TSYNC	Вход 24 В пост. тока
9	Экран	Потенциал экрана

Таблица 4.6/1 Синхронизация времени, подключение

Интерфейс синхронизации времени (порт G)

Синхронизация времени	Внешние источники синхронизации, например DCF77 Сигнал IRIG-B Внутренние часы реального времени
Подключение	Сзади D-sub 9 

Номинальные напряжения сигналов	5, 12 или 24 В пост. тока (по выбору)
Испытательное напряжение	500 В пер. тока при 50 Гц

Испытания электромагнитного излучения для ЭМС (типовые испытания, испытания в условиях монтажа)

Стандарты		МЭК 60255-26 (стандарт на продукцию) МЭК 61000-6-4 (групповой стандарт)
Кондуктивное излучение на линиях вспомогательного напряжения питания CISPR 22		150 кГц — 30 МГц, класс ограничений A
Излучение	CISPR 11	30 МГц — 1000 МГц, класс ограничений A
	CISPR 22	1 ГГц — 6 ГГц, класс ограничений A
Эффект нагружения в системах электроснабжения, гармоники Излучение, создаваемое гармоническими токами		Не применяется! (См. EN 61000-3-2, раздел 7, потребляемая мощность < 75 Вт)
Эффект нагружения в системах электроснабжения, колебания напряжения Фликер		Не применяется! (См. EN 61000-3-3, раздел 6, без существенных колебаний напряжения)

Испытания на устойчивость к воздействию электромагнитных помех (типовые испытания, испытания в условиях монтажа)

Стандарты	МЭК 60255-1 и -26 (стандарты на изделия) EN 61000-6-2 (групповой стандарт)
Испытание на электростатический разряд МЭК 61000-4-2	Контактный разряд: ● Внешние модульные и немодульные устройства 8 кВ ● Внутренние модульные устройства 8 кВ ● Внутренние немодульные устройства 6 кВ Воздушный разряд 15 кВ Обе полярности 150 пФ Ri = 330 Ом
Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю Качание частоты МЭК 61000-4-3	20 В/м; 80 МГц — 1 ГГц 10 В/м, 1 ГГц — 2,7 ГГц AM 80 % 1 кГц
Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю Фиксированные частоты МЭК 61000-4-3	20 В/м, 80 МГц/160 МГц/380 МГц/450 МГц/900 МГц 10 В/1,85 ГГц/2,15 ГГц AM 80 % 1 кГц Время задержки ≥ 10 с

электрический быстрый переходный процесс/ устойчивость к импульсам МЭК 61000-4-4	4 кВ 5 нс/50 нс 5 кГц Длительность импульса 15 мс Частота повторения 300 мс Обе полярности Ri = 50 Ом Длительность испытания ≥ 5 мин	
Броски напряжения высокой мощности МЭК 61000-4-5	Импульс: 1,2/50 мкс	
	Вспомогательное напряжение питания	Общий режим: 4 кВ, 12 Ом, 9 мкФ Дифференциальный режим: 1 кВ, 2 Ом, 18 мкФ
	Измерительные входы, дискретные входы и релейные выходы (без испытаний в дифференциальном режиме)	Общий режим: 4 кВ, 42 Ом, 0,5 мкФ Дифференциальный режим: 1 кВ, 42 Ом, 0,5 мкФ или варистор
Кондуктивное радиочастотное излучение, амплитудная модуляция МЭК 61000-4-6		10 В, 150 кГц — 80 МГц; AM 80 %; 1 кГц
Кондуктивное радиочастотное излучение, амплитудная модуляция МЭК 61000-4-6 Фиксированные частоты		27 МГц/68 МГц при 10 В, время задержки ≥ 10 с AM 80 %, 1 кГц
Испытание на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты МЭК 61000-4-8	100 А/м (длительно) 1000 А/м в течение 3 с	
Импульсное магнитное поле	МЭК 61000-4-9 1500 А/м, 6,4/16 мкс	
Стандарт на способность выдерживать импульсное перенапряжение (SWC) Стандарт IEEE C37.90.1	2,5 кВ (пиковое значение) 1 МГЦ τ = 15 мкс 400 импульсов/с Длительность испытания ≥ 10 с Ri = 200 Ом Испытания в общем и дифференциальном режиме	
Стандарт на устойчивость к колебательному перенапряжению Стандарт IEEE C37.90.1	4 кВ 5 нс/50 нс 5 кГц Длительность импульса 15 мс Частота повторения 300 мс Обе полярности Ri = 50 Ом Длительность испытания 60 с Испытания в общем и дифференциальном режиме	

Стандарт способности выдерживать излучаемые электромагнитные помехи от приемопередатчиков для релейных систем (испытание коммутацией) Стандарт IEEE C37.90.2	20 В/м 80 МГц — 1 ГГц Импульсная модуляция
Испытание на устойчивость к затухающим электромагнитным волнам МЭК 61000-4-18	1 МГц, 2,5 кВ (пиковое значение) 3 МГц, 10 МГц, 30 МГц 2 кВ (пиковое значение) Длительность испытания ≥ 60 с
Испытание помехами промышленной частоты МЭК 61000-4-16	Зона A 150 В (дифференциальный режим) 300 В (общий режим)

4.6

Испытания изоляции и безопасности

Стандарты	МЭК 60255-27
Испытание напряжением (плановое испытание), токовые измерительные входы, измерительные входы напряжения, релейные выходы	2,5 кВ пер. тока 50 Гц
Испытание напряжением (плановое испытание), вспомогательное напряжение питания, дискретные входы	3,5 кВ пост. тока
Испытание напряжением (плановое испытание), только изолированные интерфейсы связи и синхронизации времени и аналоговые входы (позиции E, F, M, N, и P для установки модулей)	700 В пост. тока
Проверка импульсным напряжением (типовые испытания), все цепи, кроме интерфейсов связи и синхронизации времени и аналоговых входов, класс III	5 кВ (пиковое значение) 1,2/50 мкс 0,5 Дж 3 положительных и 3 отрицательных импульса с интервалом в 1 с
Сопротивление изоляции	> 100 МОм при 500 В пост. тока
Резистор защитного уравнивания потенциалов	< 0,1 Ом при 12 В пост. тока, 30 А через 1 мин

Требования к изоляции

Категория перенапряжения	III
Степень загрязнения	2
Степень защиты	1

Стандарты

МЭК 60255 (стандарт на продукцию)

Стандарт IEEE C37.90

UL 508

Дополнительные стандарты указаны в конкретных испытаниях.

Вибрация и ударная нагрузка во время транспортировки

Стандарты	МЭК 60255-21 и МЭК 60068
Вибрационные испытания (синусоидальная нагрузка) МЭК 60255-21-1, класс 2 [1] и МЭК 60068-2-6	Синусоида 5–8 Гц: амплитуда ± 7,5 мм 8–150 Гц: 20 м/с^2 ускорение Скорость изменения частоты 1 октава/мин 20 циклов по 3 осям, перпендикулярным друг другу
Испытание на удар МЭК 60255-21-2, класс 1 и МЭК 60068-2-27	Полусинусоидальная нагрузка Ускорение 150 м/с^2 Длительность 11 мс 3 удара в обоих направлениях по 3 осям
Постоянная ударная нагрузка МЭК 60255-21-2, класс 1 и МЭК 60068-2-27	Полусинусоидальная нагрузка Ускорение 100 м/с^2 Длительность 16 мс 1000 ударов в обоих направлениях по 3 осям
Комментарии: [1] Немодульные устройства в рамке для монтажа отвечают классу 1.	

Ударные нагрузки и вибрации при стационарном использовании

Стандарты	МЭК 60255-21 и МЭК 60068
Вибрационные испытания (синусоидальная нагрузка) МЭК 60255-21-1, класс 2 [1] и МЭК 60068-2-6	Синусоида 10–60 Гц: амплитуда ± 0,075 мм 60–150 Гц: 10 м/с^2 ускорение Скорость изменения частоты 1 октава/мин 20 циклов по 3 осям, перпендикулярным друг другу
Испытание на удар МЭК 60255-21-2, класс 1	Полусинусоидальная нагрузка Ускорение 50 м/с^2 Длительность 11 мс 3 удара в обоих направлениях по 3 осям

Сейсмические испытания МЭК 60255-21-3, класс 2 и МЭК 60068-3-3	Синусоидальные 3 Гц [2] — 35 Гц: Скорость изменения частоты 1 октава/мин 1 цикл по 3 осям, перпендикулярным друг другу 3–8 Гц: амплитуда ± 7,5 мм (горизонтальные оси) 3–8 Гц: амплитуда ± 3,5 мм (вертикальные оси) 8–35 Гц: 20 м/с^2 ускорение (горизонтальные оси) 8–35 Гц: 10 м/с^2 Ускорение (вертикальная ось)
Комментарии: [1] Немодульные устройства в рамке для монтажа отвечают классу 1. [2] По техническим соображениям нижний предел диапазона частот увеличен с 1 до 3 Гц.	

Прочая информация по окружающей среде

Макс. высота установки над уровнем моря	2000 м (6561,68 фута)
Минимальное допустимое атмосферное давление	783,8 гПа

Влажность

Допустимая влажность (соответствует МЭК 60068-2-30)	≤ 75% относительной влажности — среднее годовое До 93 % относительной влажности от влажности воздуха в течение 56 дней в году
	Устройства, в которых образовывается конденсат, не могут эксплуатироваться! Устройства следует устанавливать так, чтобы избегать попадания прямых солнечных лучей или резких колебаний температуры. Это предотвратит образование конденсата в устройстве.
Постоянная влажная теплая среда, 56 дней	40 °C, относительная влажность 93 %
Циклическое воздействие влажной теплой среды	Циклы 12 часов + 12 часов 25 °C/55 °C/относительная влажность 95 %

Температуры

Типовое испытание, в процессе эксплуатации (в соответствии с МЭК 60068-2-1 и МЭК 60068-2-2, испытание Ad в течение 16 часов и испытание Bd в течение 16 часов)	От –25 до +85 °C
Временно допустимо во время эксплуатации (испытано в течение 96 часов)	От –20 до +70 °C Условия нагрузки для немодульных устройств: при температуре окружающего воздуха выше 55 °C одновременно могут быть активны не более 50 % двоичных входов и релейных выходов на узел. Читаемость дисплея может ухудшиться при температуре ниже –10 °C и выше +55 °C.
Рекомендуемые температуры для непрерывного режима работы (в соответствии с МЭК 60255-1)	От –10 до +55 °C
Температуры длительного хранения	От –25 до +55 °C
Типовые испытания, транспортировка и хранение в течение 96 часов	От –40 до +70 °C

Ограничения, связанные с нагревом, для дискретных входов модуля ввода IO230 (модульные устройства)			
Пороги переключения	До 40 °C	До 55 °C	До 70 °C
Диапазон 1 для 24 В, 48 В и 60 В рабочего напряжения	Все 48 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме	Все 48 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме	Все 48 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме
Диапазон 2 для 110 В и 125 В рабочего напряжения	Все 48 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме	Все 48 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме	36 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 3 в каждой группе из 4 одновременно)
Диапазон 3 для 220 В и 250 В рабочего напряжения	36 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 3 в каждой группе из 4 одновременно)	24 дискретных входа могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 2 в каждой группе из 4 одновременно)	12 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 1 в каждой группе из 4 одновременно)

ПРИМЕЧАНИЕ

При температуре окружающего воздуха от 55 до 70 °C макс. 36 реле в каждом ряду могут включаться одновременно.

Ограничения, связанные с нагревом, для дискретных входов модуля ввода IO231 (модульные устройства)			
Пороги переключения	До 40 °C	До 55 °C	До 70 °C
Диапазон 1 для 24 В, 48 В и 60 В рабочего напряжения	Все 24 дискретных входа могут использоваться в непрерывном режиме	Все 24 дискретных входа могут использоваться в непрерывном режиме	Все 24 дискретных входа могут использоваться в непрерывном режиме
Диапазон 2 для 110 В и 125 В рабочего напряжения	Все 24 дискретных входа могут использоваться в непрерывном режиме	Все 24 дискретных входа могут использоваться в непрерывном режиме	18 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 3 в каждой группе из 4 одновременно)
Диапазон 3 для 220 В и 250 В рабочего напряжения	18 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 3 в каждой группе из 4 одновременно)	12 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 2 в каждой группе из 4 одновременно)	6 дискретных входов могут использоваться в непрерывном режиме (макс. 1 в каждой группе из 4 одновременно)

4.6

Степень защиты согласно МЭК 60529

Для оборудования в корпусе для поверхностного монтажа	IP50
Для оборудования в корпусе для утопленного монтажа	Передняя панель — IP51 Задняя сторона модульных устройств — IP50 Задняя сторона немодульных устройств — IP40
Для защиты пользователя	IP2x для токовых клемм (установлено/снято) IP1X для клемм напряжения (снято/без крышки) IP2x для клемм напряжения (снято/с крышкой) IP2x для клемм напряжения (установлено)
Степень загрязнения согласно МЭК 60255-27	2
Макс. высота установки над уровнем моря	2000 м (6561,68 фута)

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)

Размеры вставного модуля

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина x высота x глубина (в дюймах)
USART-Ax-xEL, ETH-Bx-xEL	61 мм x 45 мм x 120,5 мм (2,4 x 1,77 x 4,74)
USART-Ax-xFO, ETH-Bx-xFO (без защитной крышки)	61 мм x 45 мм x 132,5 мм (2,4 x 1,77 x 5,22)
ANAI-CA-4EL	61 мм x 45 мм x 119,5 мм (2,4 x 1,77 x 4,7)
ARC-CD-3FO	61 мм x 45 мм x 120,5 мм (2,4 x 1,77 x 4,74)

Размеры модуля расширения

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина x высота x глубина [5] (дюймы)
Устройство для утопленного монтажа	75 мм x 268 мм x 229 мм (2,95 x 10,55 x 9,02)
Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления	75 мм x 314 мм x 337 мм (2,95 x 12,36 x 13,27)
Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления	75 мм x 314 мм x 230 мм (2,95 x 12,36 x 9,06)

Размеры рядов устройств

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина всех x высота всех x глубина [6](дюймы)				
Тип конструкции	1/3	1/2	2/3	5/6	1/1
Устройство для утопленного монтажа	150 мм x 268 мм x 229 мм (5,91 x 10,55 x 9,02)	225 мм x 268 мм x 229 мм (8,86 x 10,55 x 9,02)	300 мм x 268 мм x 229 мм (11,81 x 10,55 x 9,02)	375 мм x 268 мм x 229 мм (14,76 x 10,55 x 9,02)	450 мм x 268 мм x 229 мм (17,72 x 10,55 x 9,02)

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина всех x высота всех x глубина [6](дюймы)				
Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления	150 мм x 314 мм x 337 мм (5,91 x 12,36 x 13,27)	225 мм x 314 мм x 337 мм (8,86 x 12,36 x 13,27)	300 мм x 314 мм x 337 мм (11,81 x 12,36 x 13,27)	375 мм x 314 мм x 337 мм (14,76 x 12,36 x 13,27)	450 мм x 314 мм x 337 мм (17,72 x 12,36 x 13,27)
Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления	150 мм x 314 мм x 230 мм (5,91 x 12,36 x 9,06)	225 мм x 314 мм x 230 мм (8,86 x 12,36 x 9,06)	300 мм x 314 мм x 230 мм (11,81 x 12,36 x 9,06)	375 мм x 314 мм x 230 мм (14,76 x 12,36 x 9,06)	450 мм x 314 мм x 230 мм (17,72 x 12,36 x 9,06)

Размеры базового модуля и модулей 1/3

Тип конструкции (максимальные размеры)	Ширина всех x высота всех x глубина [7](дюймы)
Устройство для утопленного монтажа	150 мм x 268 мм x 229 мм (5,91 x 10,55 x 9,02)
Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления	150 мм x 314 мм x 337 мм (5,91 x 12,36 x 13,27)
Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления	150 мм x 314 мм x 230 мм (5,91 x 12,36 x 9,06)

Массы

	Размер устройства Масса модульных устройств				
Тип конструкции	1/3	1/2	2/3	5/6	1/1
Устройство для утопленного монтажа	4,8 кг	8,1 кг	11,4 кг	14,7 кг	18,0 кг
Устройство для поверхностного монтажа со встроенной местной панелью управления	7,8 кг	12,6 кг	17,4 кг	22,2 кг	27,0 кг
Устройство для поверхностного монтажа с отдельной панелью управления	5,1 кг	8,7 кг	12,3 кг	15,9 кг	19,5 кг

	Размеры	Масса
Отдельная местная панель управления	1/3	1,9 кг
Отдельная местная панель управления	1/6	1,1 кг

	Размер устройства Масса немодульных устройств 7xx82
Тип конструкции	1/3
Устройство для утопленного монтажа	3,7 кг
Кронштейн для немодульного варианта с поверхностным монтажом	1,9 кг

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.

Правовое уведомление

Отметка о соответствии

Настоящая продукция соответствует директиве Совета Европейских сообществ по согласованию законов стран-участников в области электромагнитной совместимости (Директива Совета по ЭМС 2004/108/EC) в отношении электрооборудования, используемого в определенных диапазонах напряжения (Директива по низковольтным устройствам 2006/95/EC).

Данное соответствие было подтверждено испытаниями, проведенными компанией «Сименс АГ» согласно Директиве Совета, по групповым стандартам EN 61000-6-2 и EN 61000-6-4 (для Директивы по ЭМС) и стандарту EN 60255-27 (для Директивы по низковольтным устройствам).

Устройство предназначено и изготовлено для применения в промышленности.

Продукция соответствует международным стандартам МЭК 60255 и немецкому стандарту VDE 0435.

Заявление об ограничении ответственности

Данный документ прошел тщательную техническую проверку перед публикацией. Регулярно проводится его пересмотр, и в следующие издания включаются все дополнения и изменения. Содержание данного документа было подготовлено только для информационных целей. Хотя компания «Сименс АГ» приложила максимум усилий для того, чтобы настоящий документ был точным и соответствующим современным требованиям, компания «Сименс АГ» не будет нести ответственность за дефекты и повреждения, возникшие вследствие использования изложенной здесь информации.

Информация, содержащаяся в данном документе, не является частью контракта или деловых отношений и не влияет на них. Все обязательства компании «Сименс АГ» указываются в соответствующих контрактах.

Компания «Сименс АГ» оставляет за собой право проводить пересмотр данного документа время от времени.

Версия документа: 04

Дата выпуска: 11.2017

Авторские права

Авторские права © Siemens AG 2017. Все права защищены.

Разглашение, копирование, распространение и редактирование настоящего документа или использование и передача его содержания запрещены без предварительного письменного разрешения. Все права, включая права, созданные при выдаче патента или регистрации полезной модели или конструкции, защищены.

Зарегистрированные торговые марки

SIPROTEC и DIGSI – это зарегистрированные торговые марки компании «Сименс АГ». Любое несанкционированное использование является незаконным. Любые другие обозначения в данном документе могут быть торговыми марками, использование которых третьими лицами для своих целей может нарушать права собственника.

ООО «Сименс»
Департамент «Управление электроэнергией»
Подразделение «Автоматизация в энергетике»

115093, г. Москва
ул. Дубининская, 96
Тел.: +7(495) 737 14 95
Факс.: +7(495) 737 23 85

Адрес для корреспонденции:

115184, г. Москва,
ул. Б. Татарская, 9
тел.: (495) 737-1-737
факс.: (495) 737-24-83

smart-grid.ru@siemens.com

© ООО «Сименс», 2017

www.siemens.ru

Информация, представленная в данной брошюре, содержит только общее описание или информацию по рабочим характеристикам, которая для конкретного оборудования не всегда применима в соответствии с описанием или может быть изменена в результате дальнейшей разработки предлагаемых продуктов. Обязательство предоставлять соответствующие характеристики имеет силу только в случае, если оно предварительно оговорено в условиях контракта. Все наименования продуктов могут являться торговыми марками либо названиями продуктов компании Siemens AG или ее субпоставщиков, использование этих наименований третьими сторонами в собственных целях может нарушать права владельцев.