

A large, industrial-grade Siemens SINAMICS GH180 drive unit is shown against a dark blue background with a digital grid and binary code. The unit is a tall, light-colored metal cabinet with multiple cooling fans and ventilation grilles. It has a control panel on the left side with various buttons and indicators. The background features a network of glowing blue lines and binary digits (0s and 1s) floating in the air, creating a high-tech, digital atmosphere.

SIEMENS

Ingenuity for life

SINAMICS GH180

новое поколение ВВ ПЧ GH180 Perfect Harmony
GenV

All rights reserved © Siemens AG 2019

<https://siemens.com/large-drives-applications>

SINAMICS Medium Voltage Drives Portfolio

Оптимальный привод для каждого применения



Multi-Cell Inverter (VSI)	Multi-Cell Inverter (VSI)	Voltage Source Inverter (VSI)	Voltage Source Inverter (VSI) AFE	Multi-Cell Inverter (VSI) AFE	Load Commutated Inverter (LCI)	Cyclo Converter (E.g. Star Circuit)
SINAMICS PERFECT HARMONY GH150	SINAMICS PERFECT HARMONY GH180	SINAMICS GM150	SINAMICS SM150	SINAMICS SH150	SINAMICS GL150	SINAMICS SL150

All rights reserved © Siemens AG 2019

Large Drives Applications

Siemens LDA

История создания Perfect Harmony первый прототип и изобретатель

SIEMENS
Ingenuity for life



*Peter Hammond,
father of the Perfect
Harmony topology*



All rights reserved © Siemens AG 2019

Large Drives Applications

Siemens LDA

История создания Perfect Harmony

патент от 01.03.1994



United States Patent [19] **Patent Number:** 5,625,545
Hammond [45] **Date of Patent:** Apr. 29, 1997

[54] **MEDIUM VOLTAGE PWM DRIVE AND METHOD**
[75] **Inventor:** Peter W. Hammond, Greensburg, Pa.
[73] **Assignee:** Halmar Robicon Group, New Kensington, Pa.
[21] **Appl. No.:** 203,803
[22] **Filed:** Mar. 1, 1994
[51] **Int. Cl.⁶** H02M 7/515
[52] **U.S. Cl.** 363/71; 363/65
[58] **Field of Search** 363/65, 67, 68, 363/69, 70, 71, 72

References Cited		
U.S. PATENT DOCUMENTS		
4,454,573	6/1984	Petsch et al. .
4,480,299	10/1984	Muto et al. .
4,491,768	1/1985	Slicker .
4,599,550	7/1986	Robertson, Jr. et al. .
4,617,675	10/1986	Ashikaga et al. .
4,674,024	6/1987	Paice et al. . 363/71
4,849,871	7/1989	Wallingford .
4,894,763	1/1990	Ngo .
4,965,504	10/1990	Ueda et al. .
4,975,822	12/1990	Lipman . 363/72
4,994,950	2/1991	Gritter .
5,008,797	4/1991	Patel et al. . 363/65
5,053,690	10/1991	Mutoh et al. .
5,070,292	12/1991	Goff .
5,079,687	1/1992	Sakisaka et al. .
5,099,409	3/1992	Bando et al. . 363/68
5,155,671	10/1992	Inaba et al. .
5,155,672	10/1992	Brown .

5,214,366 5/1993 Hollmann . 363/71
5,250,890 10/1993 Tanamachi et al. .

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

2-202324 8/1990 Japan .

OTHER PUBLICATIONS

Bose, Bimal K. "Power Electronics—A Technology Matter", Proceedings of the IEEE, vol. 80, No. 8, pp. 1303–1334 Aug. 1992.

Primary Examiner—Peter S. Wong
Assistant Examiner—Y. J. Han
Attorney, Agent, or Firm—Buchanan Ingersoll, P.C.

[57] ABSTRACT
An electric drive apparatus and method for controlling medium-voltage alternating current motors wherein a multi-phase power transformer having multiple secondary windings provides multi-phase power to multiple power cells, each of which have a single-phase output and are controllable by a modulation controller. The primary and secondary windings in the power transformer may be star- or mesh-connected; the secondary windings may be shifted in phase. Because the power cells are connected in series, the maximum output voltage for each cell may be less than the maximum line-to-line voltage. The power cells can have a tri-state output which can be controlled using pulse-width modulation techniques. AC input power is converted to DC output power for each output phase. Output power modulation can be produced by interdigitating a selected number of carrier signals so that harmonic components reflected back to the input are attenuated.

48 Claims, 11 Drawing Sheets

U.S. Patent Apr. 29, 1997 Sheet 1 of 11 5,625,545

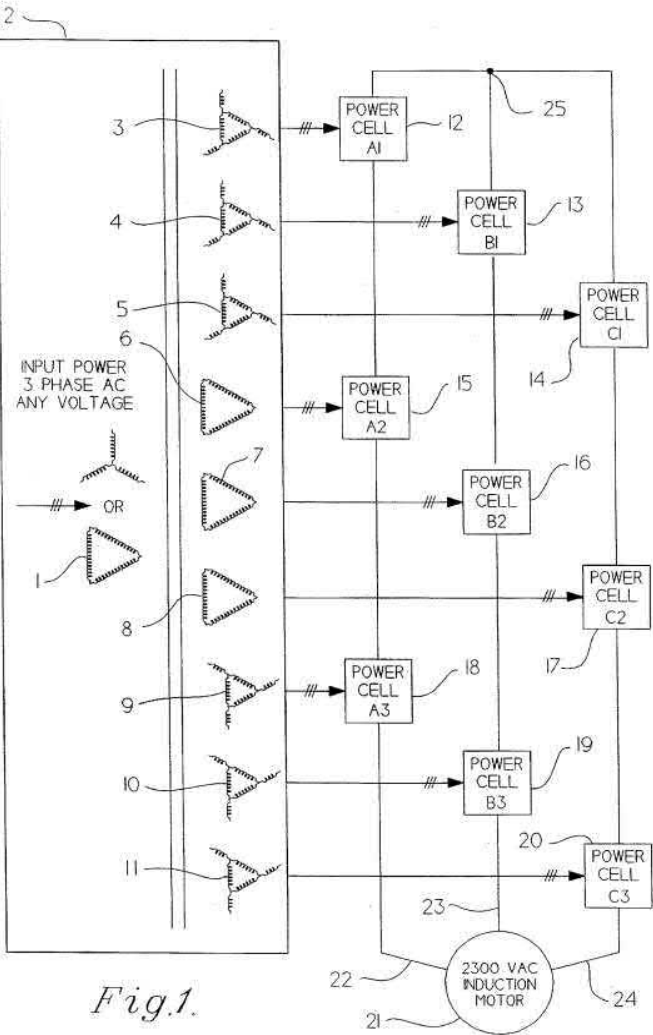
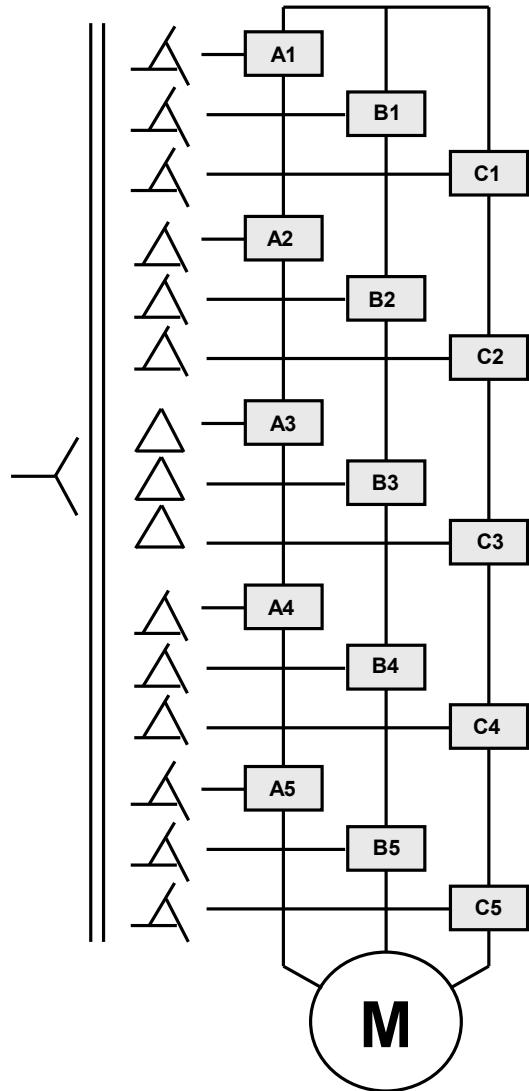


Fig. 1.

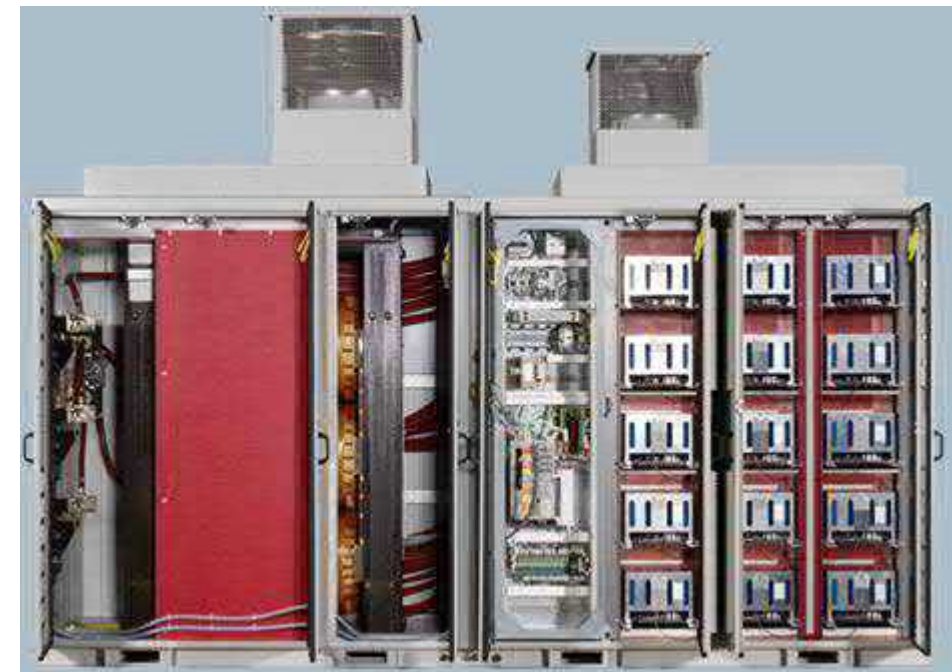
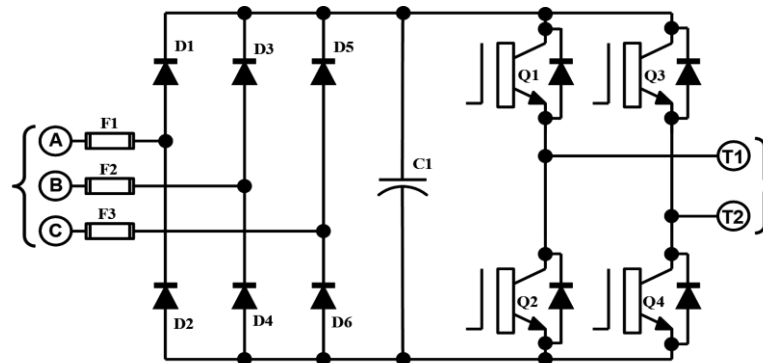
SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

ТОПОЛОГИЯ

SIEMENS
Ingenuity for life

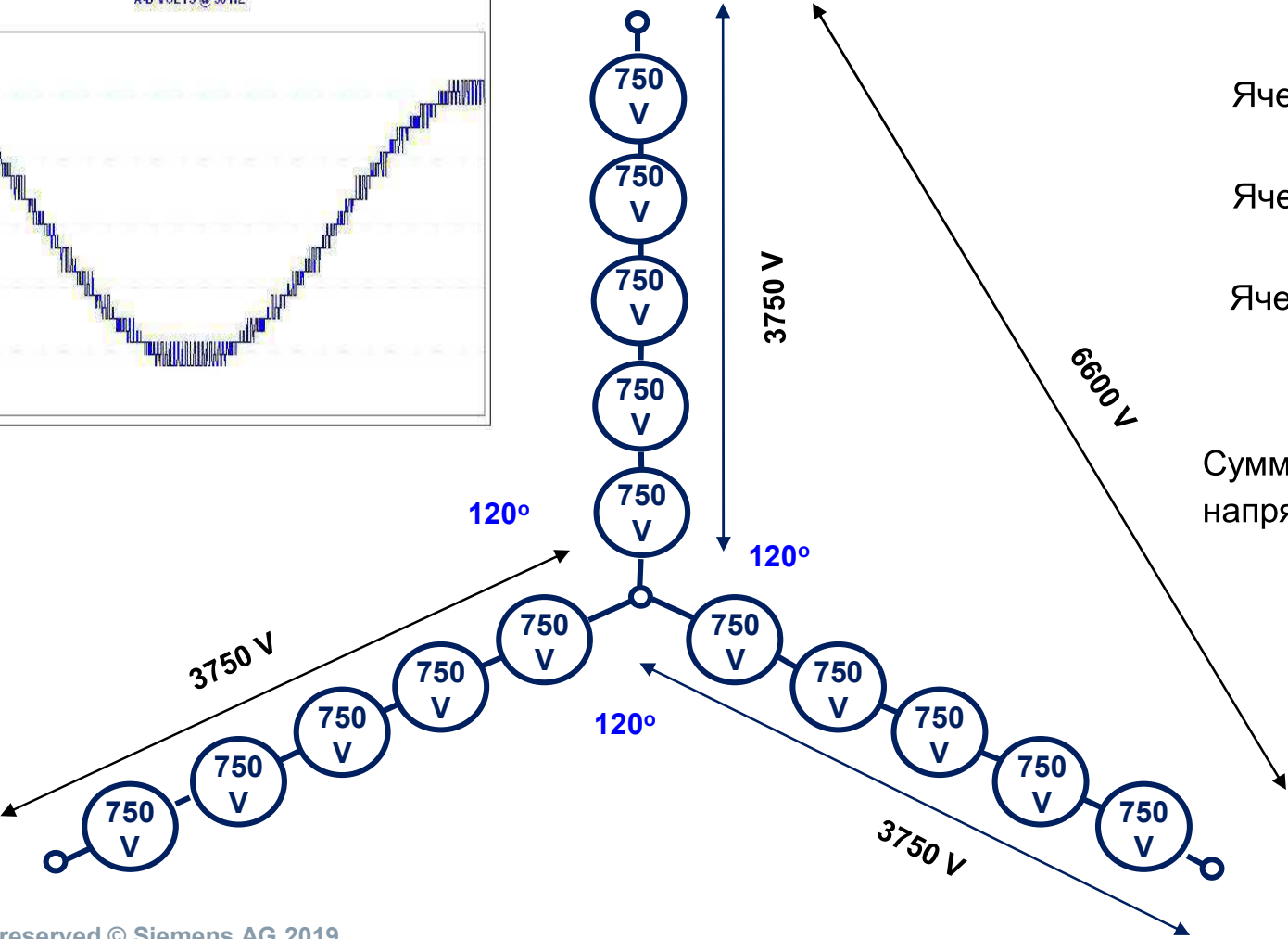
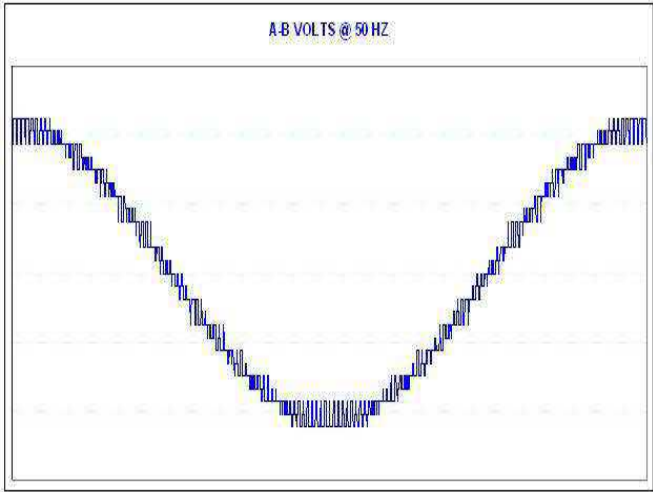


- SINAMICS Perfect Harmony GH180 формирует выходное высокое напряжение посредством последовательного включения низковольтных ячеек
- Силовая ячейка “Power Cells” состоит из 3-х фазного диодного выпрямителя, конденсаторов в звене постоянного тока и 2-х фазного инвертора
- Интегрированный трансформатор имеет одну ВВ трехфазную первичную обмотку и несколько вторичных НВ обмоток на каждую силовую ячейку
- GH означает **G**eneral purpose, **H**armony converter

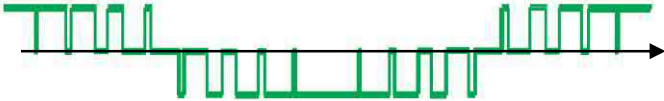


SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY Topology

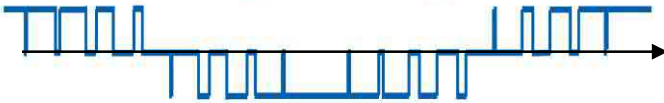
Принцип формирования выходного напряжения



Ячейка 1



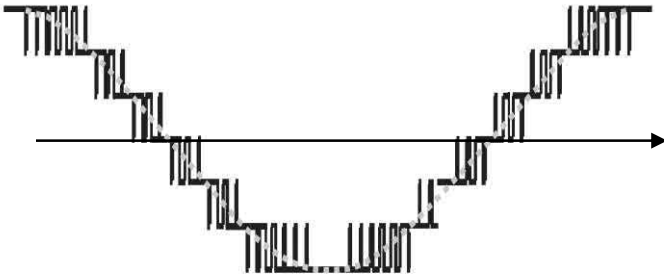
Ячейка 2



Ячейка 3



Суммарное
напряжение



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Особенности и преимущества

SIEMENS
Ingenuity for life

- Масштабируемая технология
- от 300 кВт до 15 МВт (без параллельного включения)
- Широкий выбор мощностей
- Широкий диапазон напряжений двигателя
- Низкий уровень гармоник на входе ПЧ
- Высокий КПД и коэф-т мощности
- Устойчивость к просадкам напряжения
- Работа с новыми и старыми двигателями
- Незначительные пульсации момента
- Высокая отказоустойчивость
- Длинные кабели от ПЧ до двигателя



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Особенности и преимущества - концепция



Требования к ВВ ПЧ	SINAMICS PERFECT HARMONY GH180
Разделительный трансформатор	Встроенный
Фильтр гармоник	Не требуется
Коррекция коф-та мощности	Не требуется
Преобразователь	Есть
Выходной (синусоидальный) фильтр	Не требуется

Простой инжиниринг. Цельная конструкция. Низкие затраты на влад в эксплуатацию.

SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Особенности и преимущества - ПЧ с воздушным охлаждением

SIEMENS

Ingenuity for life

- Вход: 3АС, 50/60Гц, 2.4 – 13.8 кВ
Выход: 300 кВт – 6 МВт, 2.3 – 7.2 кВ
- Выходная частота до 330 Гц
- Коэф-т мощности > 0.95
- КПД 98.5% (typical) *)

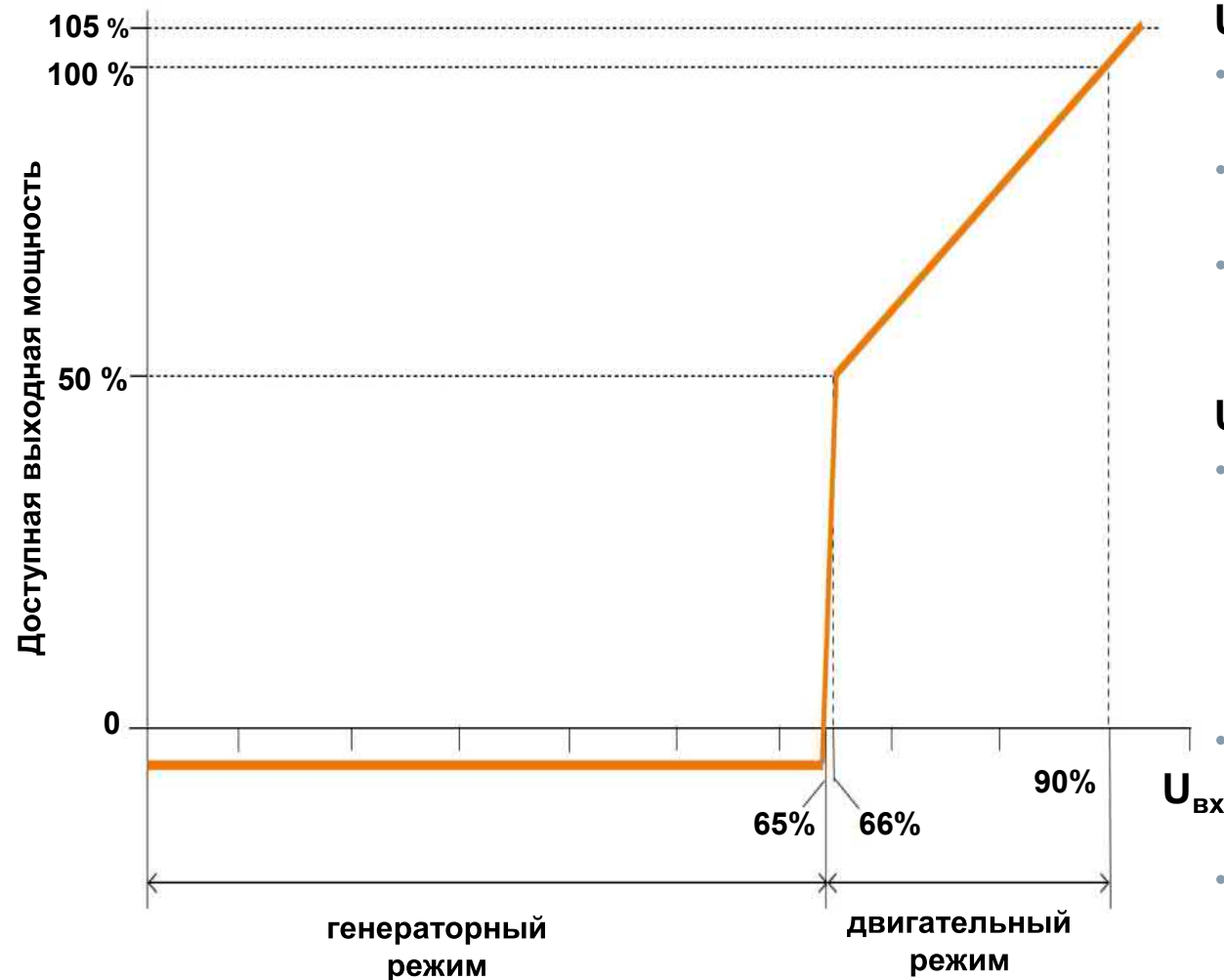


- SINAMICS PH GH180 с возд. охлаждением: самый компактный ВВ ПЧ на рынке
- Широкий диапазон мощностей и напряжений
- Работа с асинхронными и синхронными двигателями
- Превосходящая системная совместимость:
 - Встроенный разделительный трансформатор
 - Близкое к нулю гармоническое влияние на сеть
 - Близкое к идеальной синусоиде напряжение двигателя
- Высокая отказоустойчивость с опцией Advanced power cell bypass
- Стратегия управления **ProToPS®**
- Устойчивость к просадкам напряжения
- Опция резервного вентилятора охлаждения
- Простота эксплуатации:
 - Простой интерфейс панели оператора
 - ПО для коммуникации с ПЧ
 - Автонастройка
- IEC, ANSI, NEMA, UL, CSA, CE

*) без учета трансформатора

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180

реакция на снижение входного напряжения



$U_{вх}$ до 65% от $U_{вх ном}$

- преобразователь снижает линейно выходную мощность от 100% (при 90% от $U_{вх ном}$) до 50% (при 65% от $U_{вх ном}$)
- выходная мощность снижается за счет уменьшения развиваемого двигателем вращающего момента
- в данном режиме преобразователь обеспечивает непрерывную работу

$U_{вх}$ менее 65% от $U_{вх ном}$

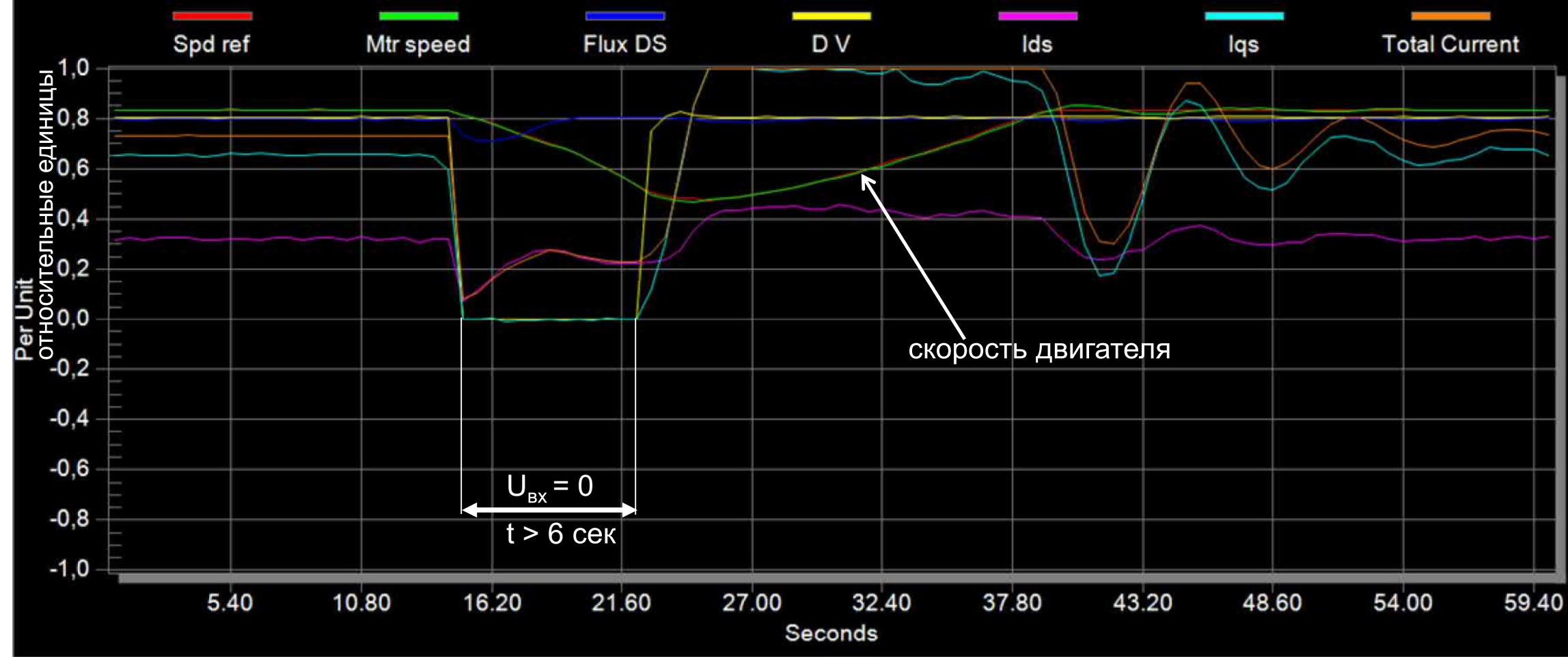
- преобразователь переходит в режим ожидания восстановления $U_{вх}$, при этом гарантированная длительность работы без отключения вводной ячейки составляет как минимум пять периодов входного напряжения (фактическая длительность зависит от инерционности системы и может значительно превышать пять периодов)
- в режиме ожидания двигатель не развивает вращающего момента и переходит в генераторный режим до восстановления $U_{вх}$
- если энергия конденсаторов силовых ячеек падает ниже порогового значения до восстановления $U_{вх}$, преобразователь отключает вводную ячейку

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180

отключение входного напряжения под нагрузкой



Насос. Двигатель 6 кВ 2 МВт 3000 об/мин. Отключение $U_{вх}$ на время более 6 секунд при 70% нагрузке.



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Шунтирование вышедших из строя ячеек (Advanced Cell Bypass)

SIEMENS

Ingenuity for life



All rights reserved © Siemens AG 2019

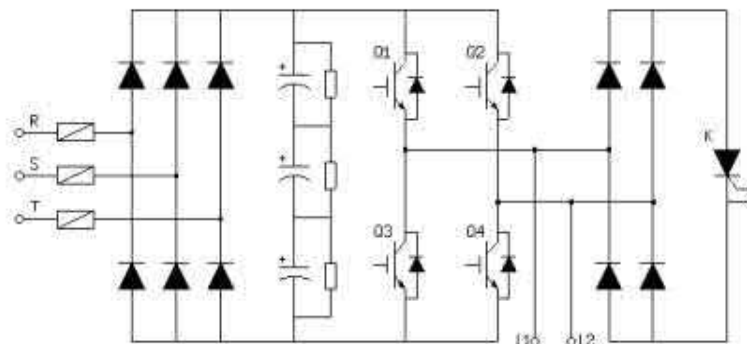
Large Drives Applications

Siemens LDA

SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Шунтирование вышедших из строя ячеек (Cell Bypass)

В изначальной конструкции, разработанной более 20ти лет назад, каждая силовая ячейка ПЧ, имела однофазный выпрямительный мост с тиристором в качестве байпасного ключа



Но это решение имело ряд недостатков:

- байпас является конструктивной частью ячейки и управляется через один и тот же опто-волоконный канал что и ячейка, при потере коммуникации, функция байпаса не может быть активирована
- выход из строя каких либо компонентов ячейки может привести к отказу байпаса
- в случае активации байпаса, ячейка не отключается от выходного каскада, а шунтируется ее выход
- для защиты ячейки от взрыва, схема байпаса содержала предохранитель, который должен был автоматически перегорать при активации байпаса и для возобновления нормальной работы ПЧ требовалась замена ячейки

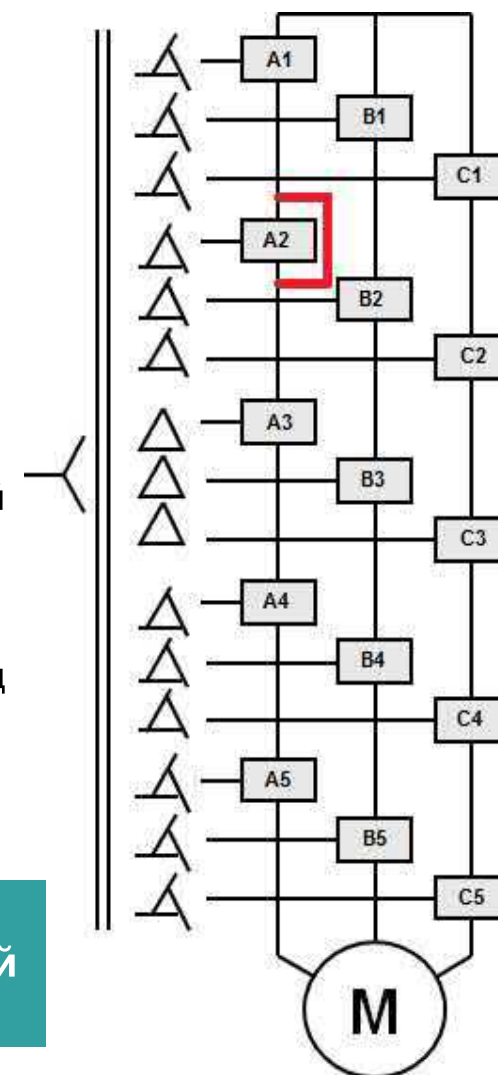
Для устранения указанных недостатков, с 2000г для реализации опции байпасса ячеек для ПЧ SINAMICS GH180 Perfect Harmony применяется внешний механический контактор - Advanced cell bypass

All rights reserved © Siemens AG 2019

Large Drives Applications

SIEMENS

Ingenuity for life

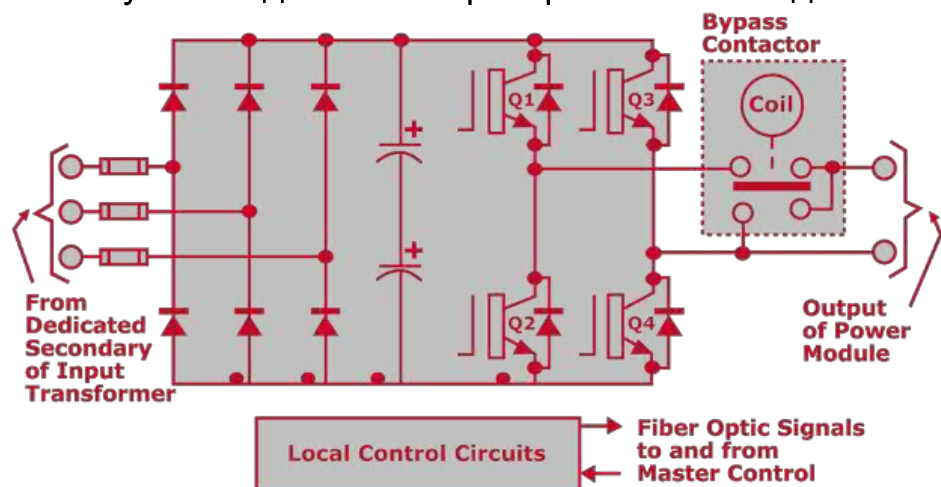


Siemens LDA

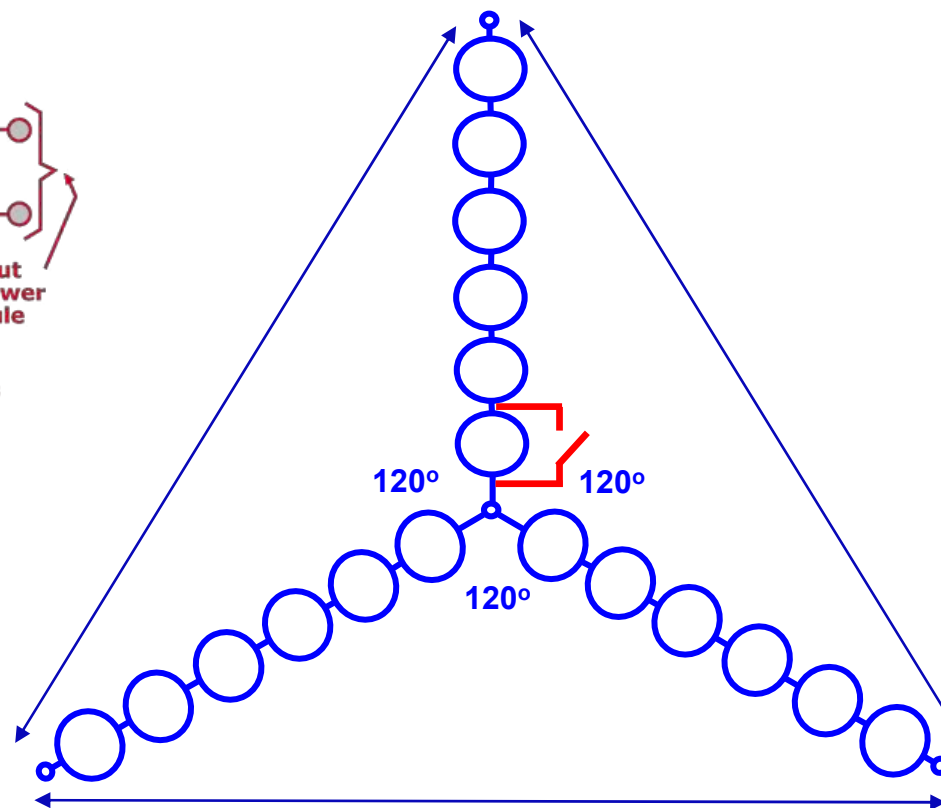
SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Шунтирование вышедших из строя ячеек (Advanced Cell Bypass)

- ПЧ продолжает работать со снижением выходных параметров, вышедшая из строя ячейка шунтируется в течении 250ms
- Вышедшие из строя и шунтированные ячейки могут быть заменены в ходе запланированного т.о.
- Могут быть добавлены резервные ячейки для полного сохранения выходных параметров ПЧ



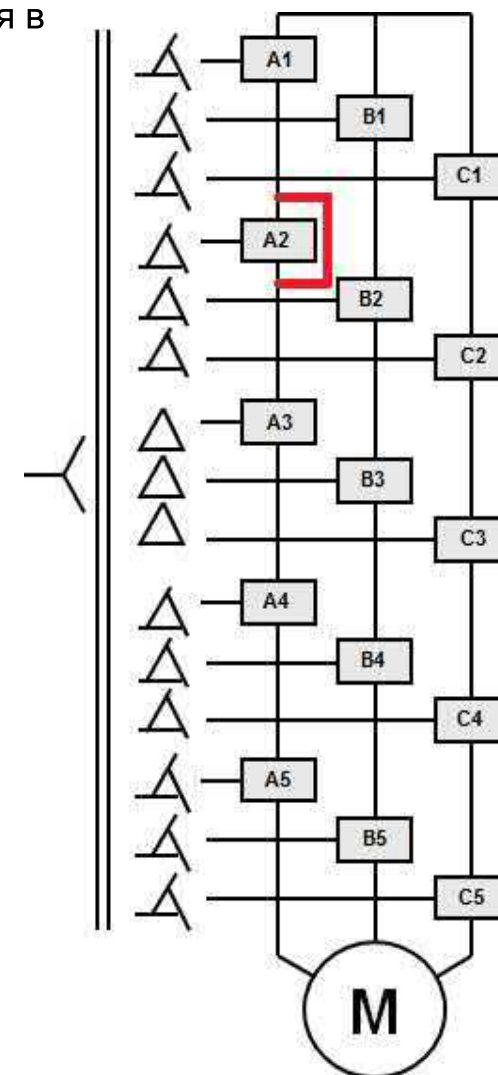
Байпасный контактор



Large Drives Applications

SIEMENS

Ingenuity for Life



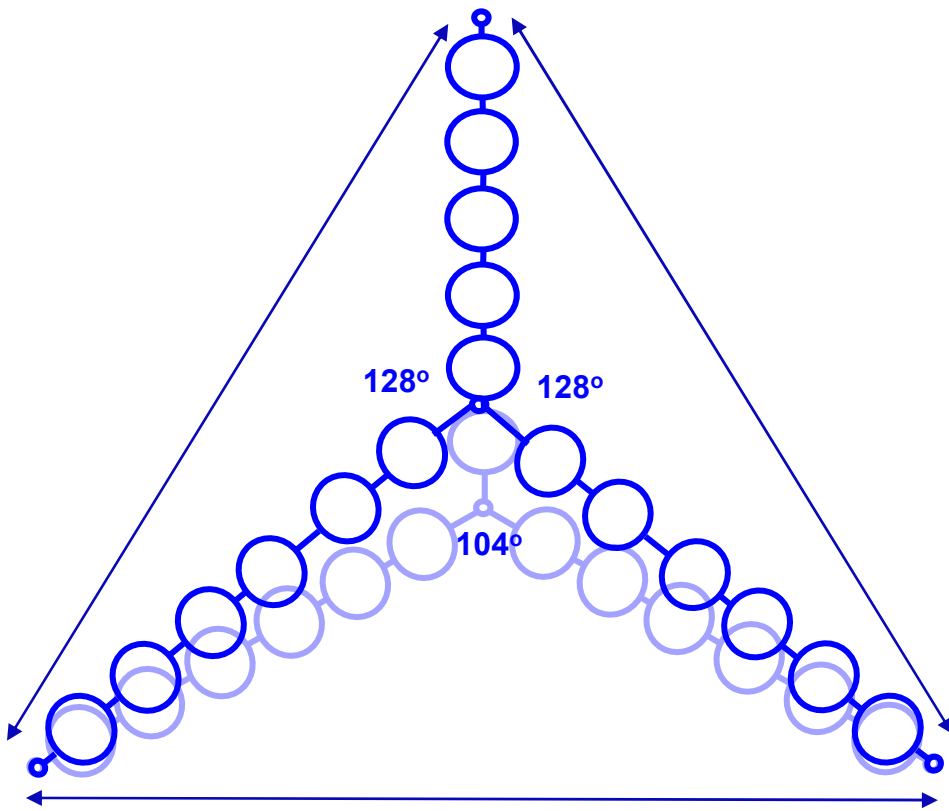
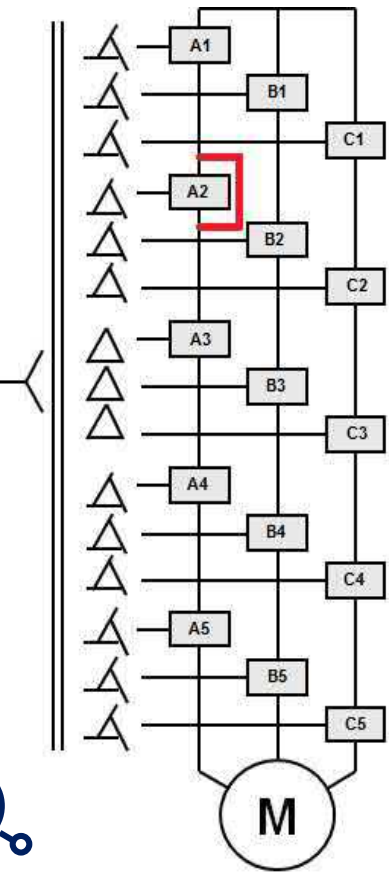
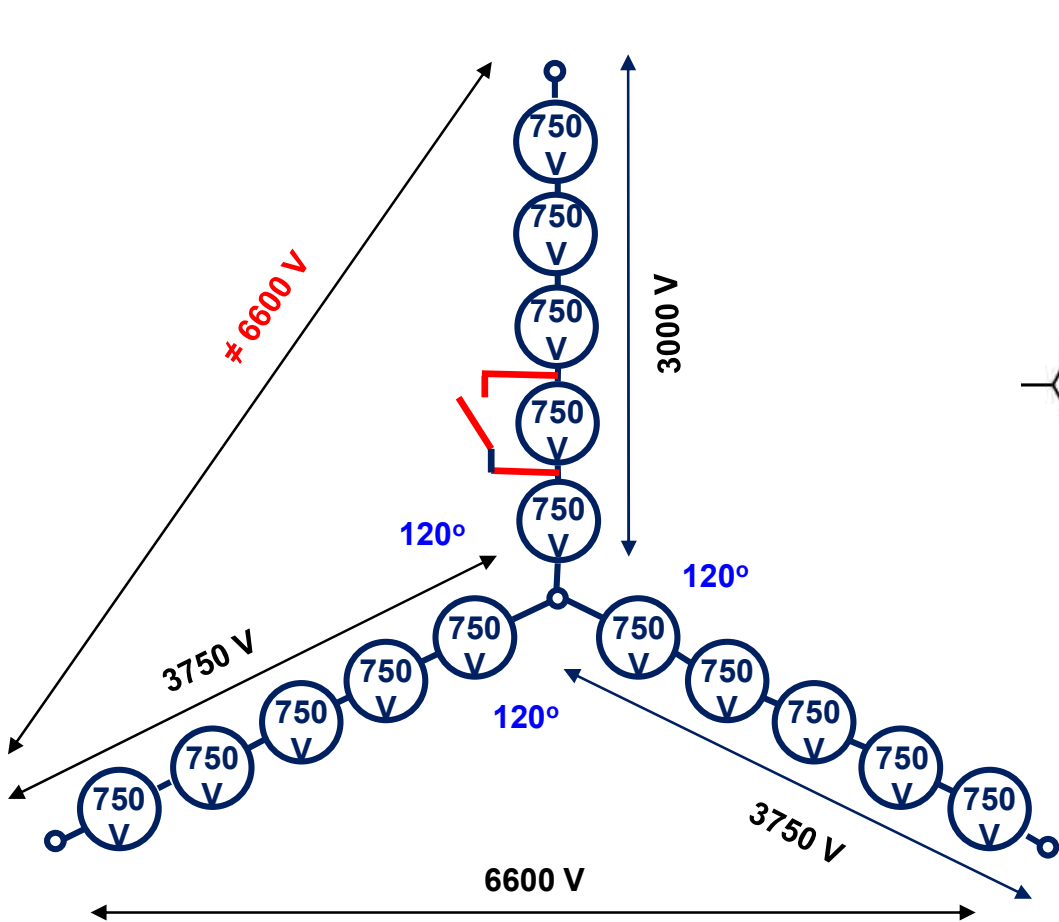
Siemens LDA

SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Neutral Point Shift



- Электрический сдвиг нейтральной точки для сохранения симметрии выходного напряжения

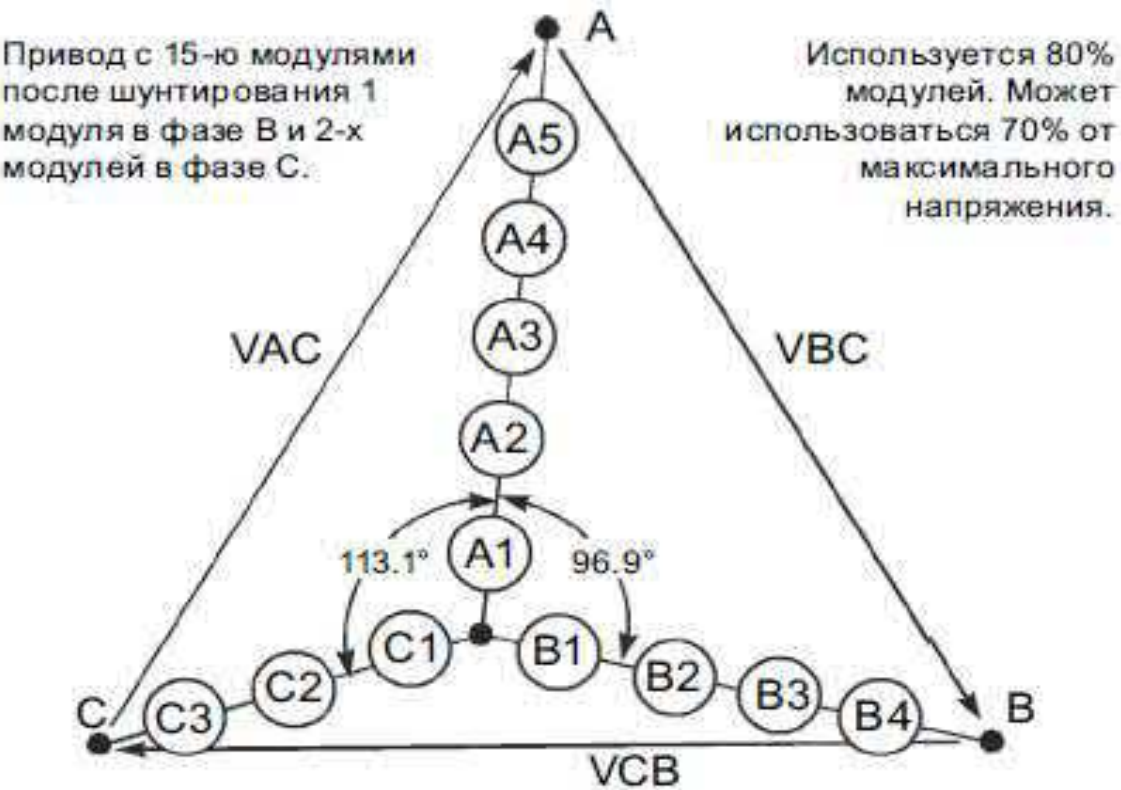
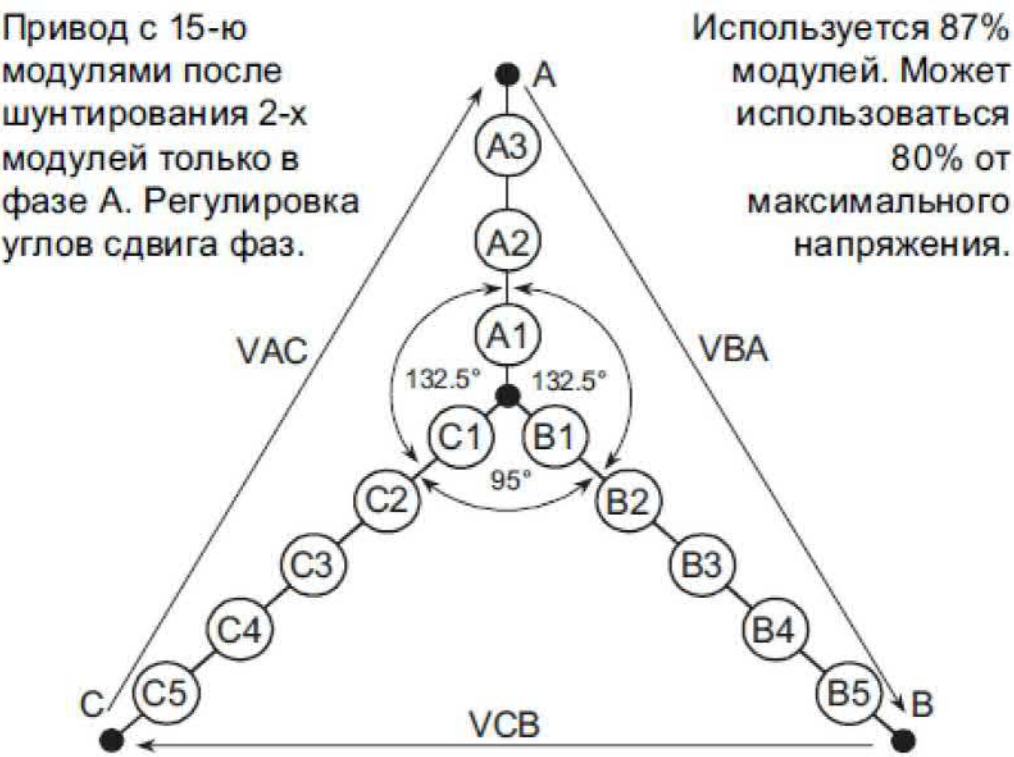


SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Neutral Point Shift



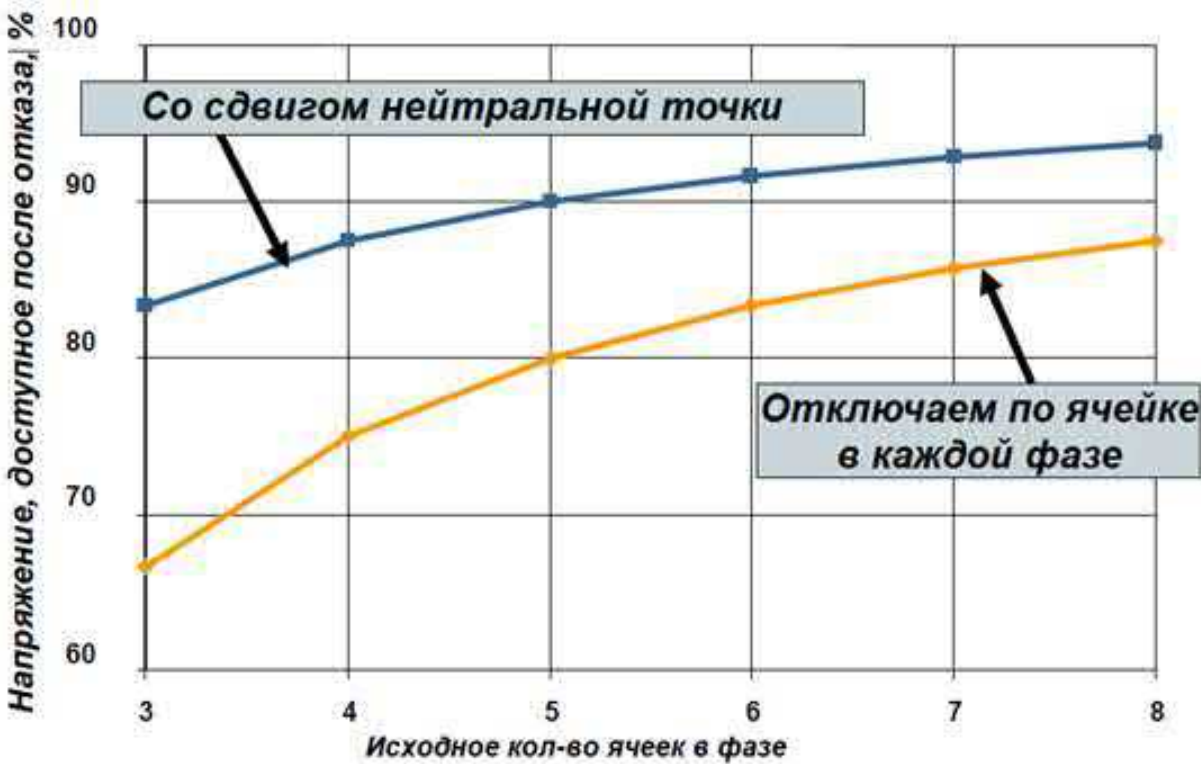
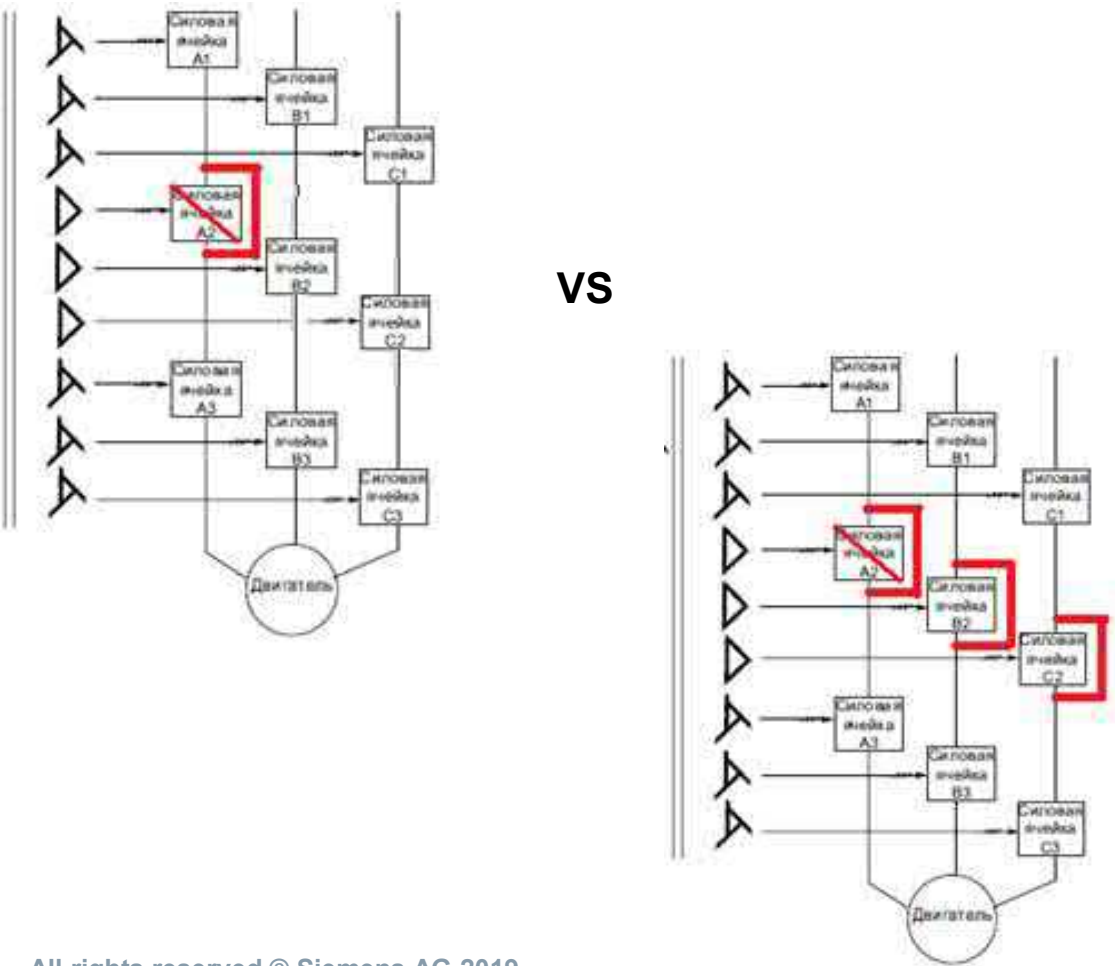
- Поддержание максимально возможного выходного напряжения



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

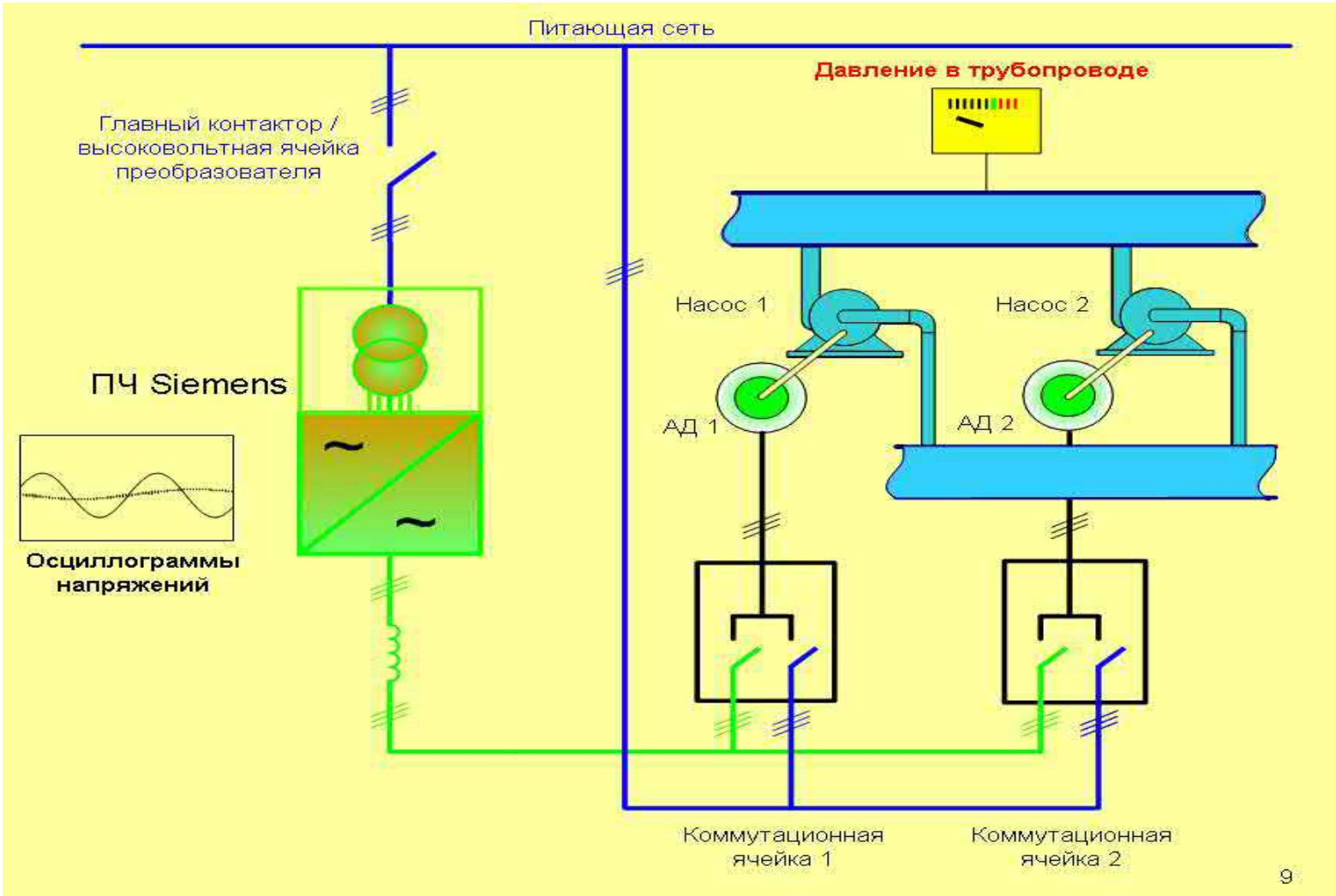
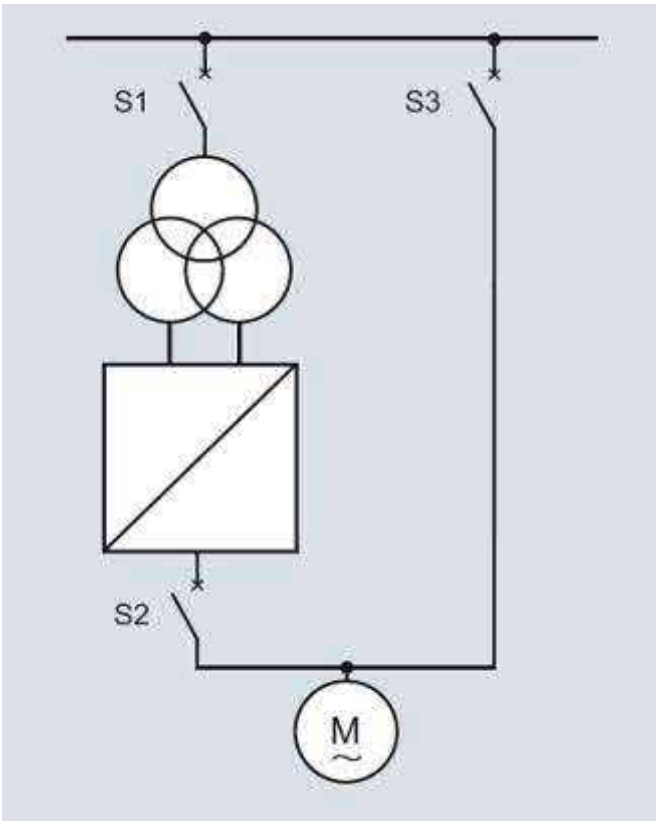
Neutral Point Shift

- Поддержание максимально возможного выходного напряжения



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью и каскадный пуск двигателей



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

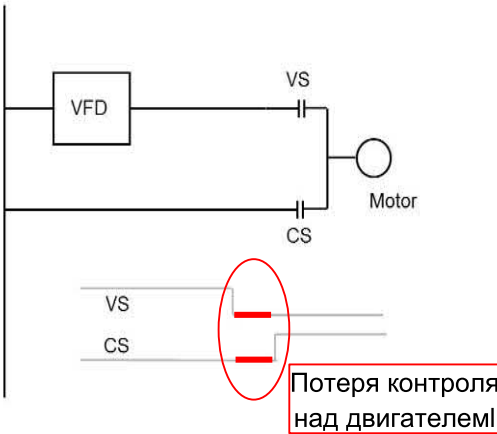
Синхронизация с сетью



Open Transfer Открытый переход

Harmful to Drive Train

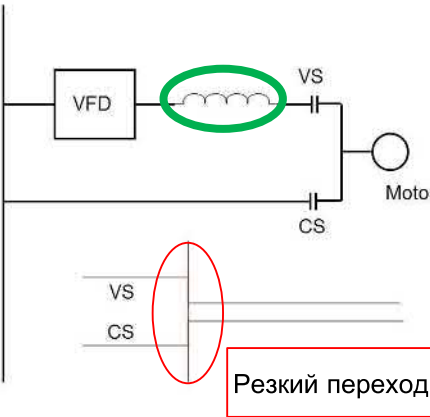
- Несоответствие фазы и частоты
- Потеря контроля над двигателем во время перехода
- Колебания момента во время перехода
- Броски тока во время перехода
- Переходные процессы пагубно влияют не только на двигатель, но и на приводной механизм, например муфту, вал насоса и т.д.



Closed Transfer Закрытый переход

Still Harmful to Drive Train

- Несоответствие фазы и частоты
- Колебания момента во время перехода
- Броски тока во время перехода
- Переходные процессы пагубно влияют не только на двигатель, но и на приводной механизм, например муфту, вал насоса и т.д.
- Реактор защищает преобразователь от бросков тока

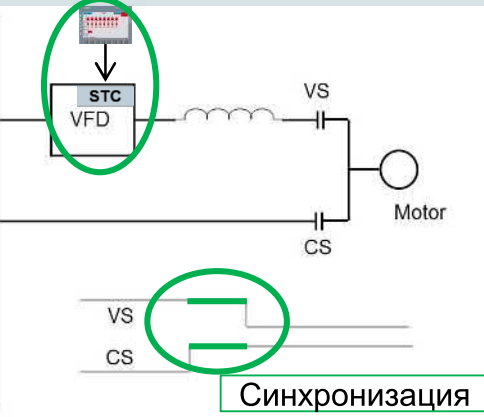


Large Drives Applications

Truly Bumpless Closed Transfer Безударный закрытый переход

Eliminates Harmful Transients

- Гарантированная синхронизация фазы и частоты
- Сохраняется контроль за двигателем во время перехода
- Контроль перехода программируется в соответствии с задачей
- Блокировка контроллера предотвращает нежелательные режимы
- Комбинация контроллер & реактор обеспечивают безударный переход



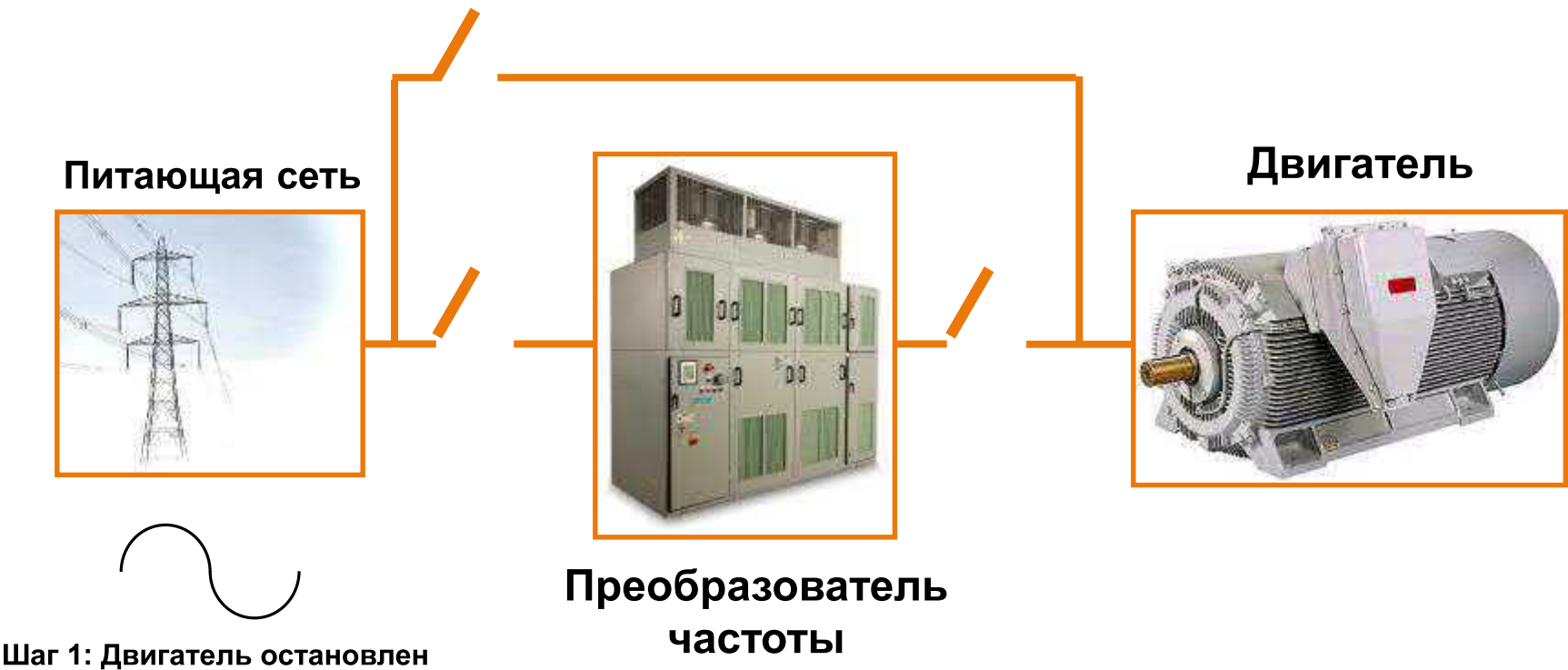
Siemens LDA

SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью



Передача двигателя от ПЧ на сеть

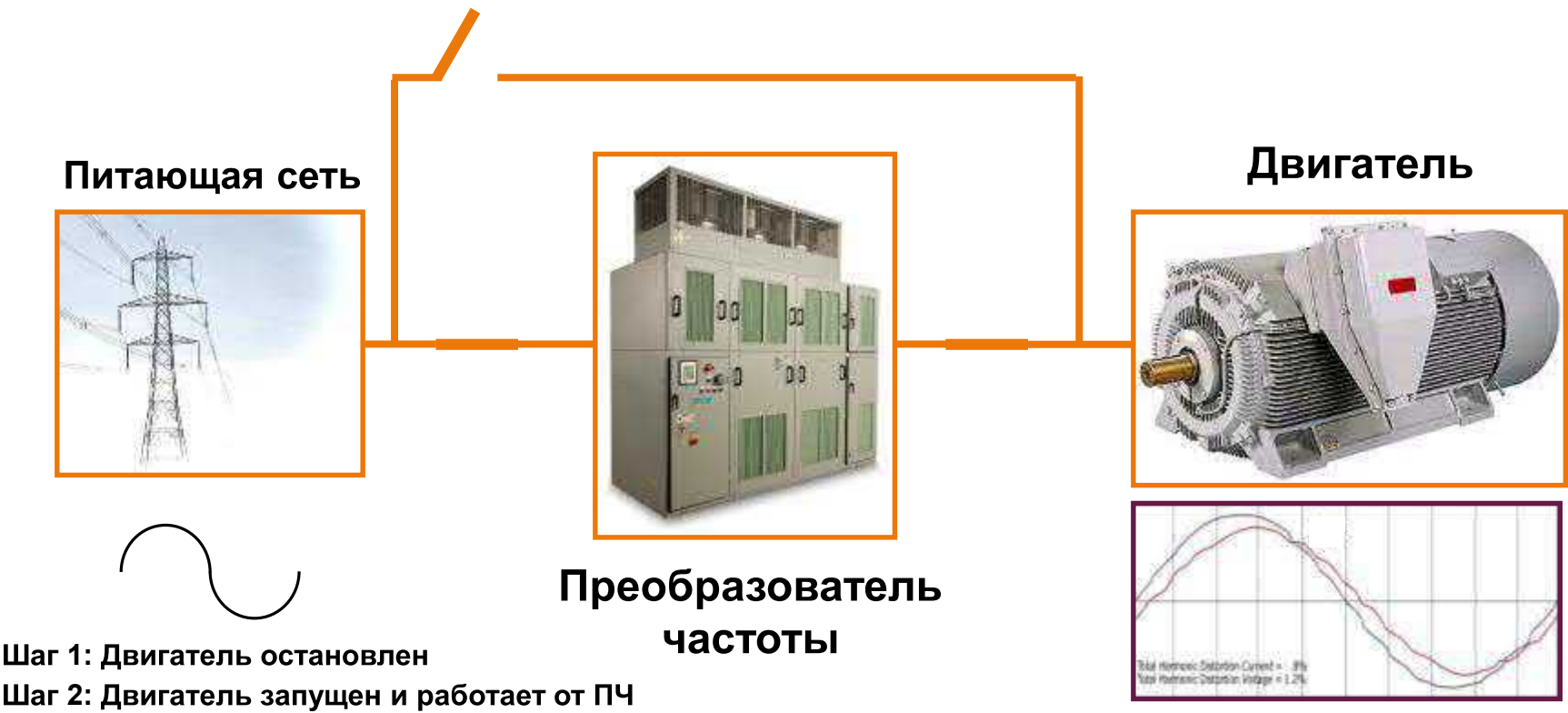


SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью



Передача двигателя от ПЧ на сеть

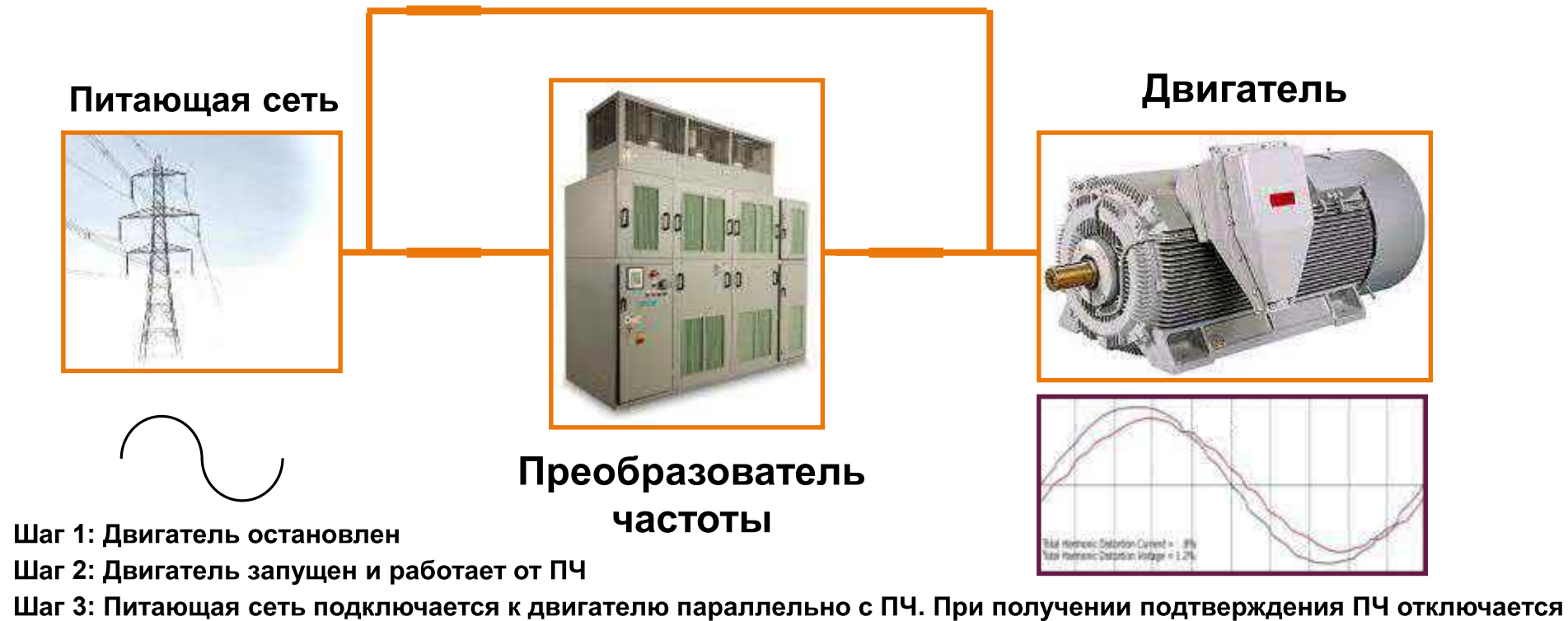


SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью



Передача двигателя от ПЧ на сеть



SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью



Передача двигателя от ПЧ на сеть

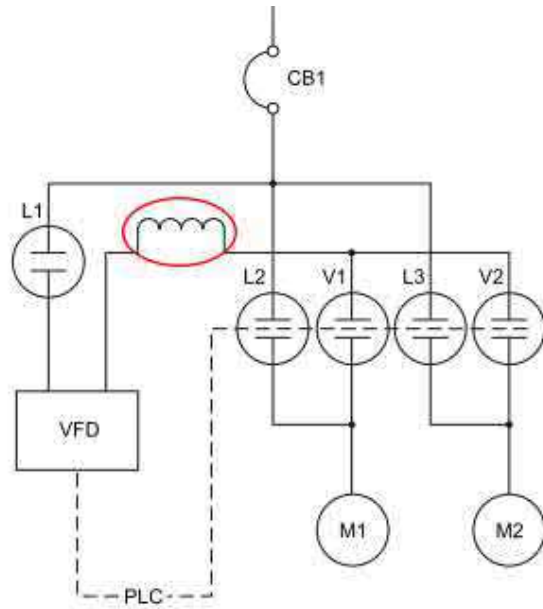


SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью

SIEMENS
Ingenuity for life

Реактор на выходе ПЧ – опция L09



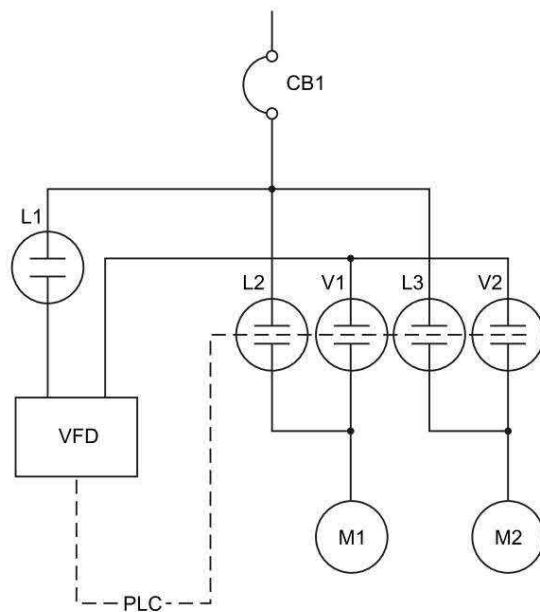
SINAMICS GH180 PERFECT HARMONY

Синхронизация с сетью без выходного реактора *Optimized Synchronous Transfer*

SIEMENS
Ingenuity for life

Синхронизация с сетью без реактора с декабря 2017

- Уменьшение стоимости
- Уменьшение занимаемой площади
- Увеличение КПД системы
- Снижение просадки выходного напряжения

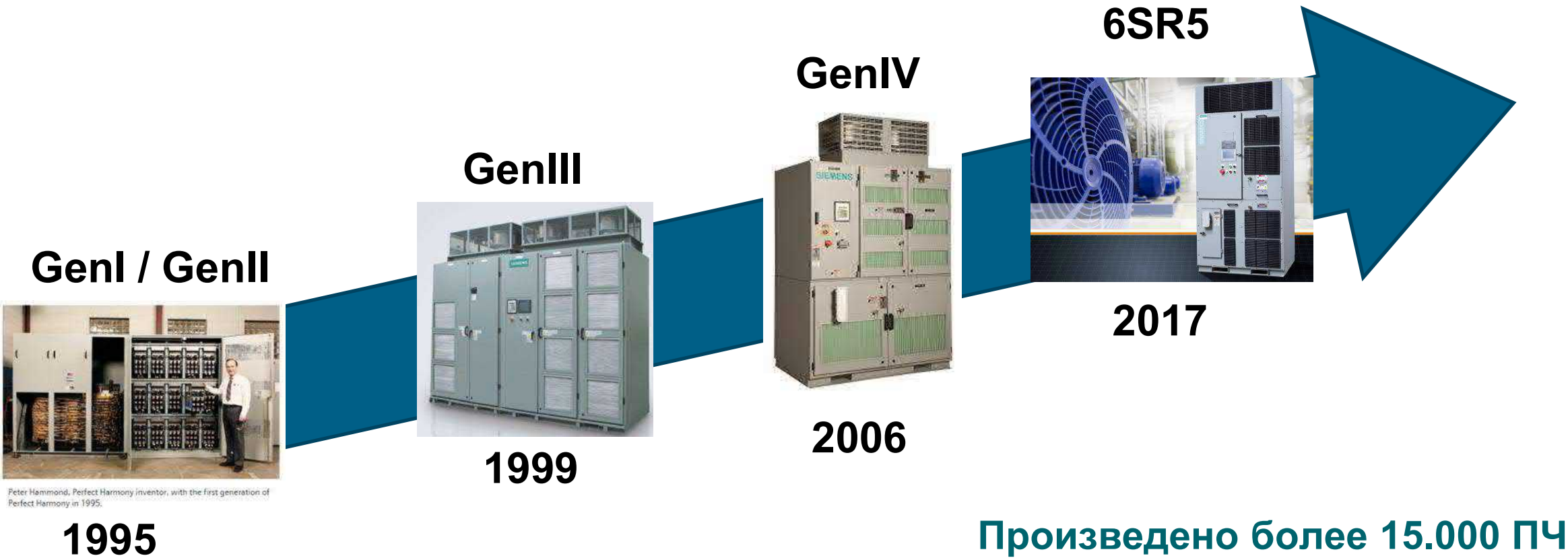


SINAMICS PERFECT HARMONY GH180

Развитие, смена поколений



На протяжении 20 лет, мы производим ВВ ПЧ компактные, проще, более надежные



SINAMICS PERFECT HARMONY GH180

Развитие, смена поколений



1234567-89101112-13141516

PERFECT HARMONY GH1806SR••••••••••••••••••

4th Digit: Generation Number

Generation 3

3

Generation 4

4

Generation 5

5

Manufacturing location

Nuremberg, Germany

1

Pittsburgh, PA, USA

2

Shanghai, China

5

Cooling

Air-cooled

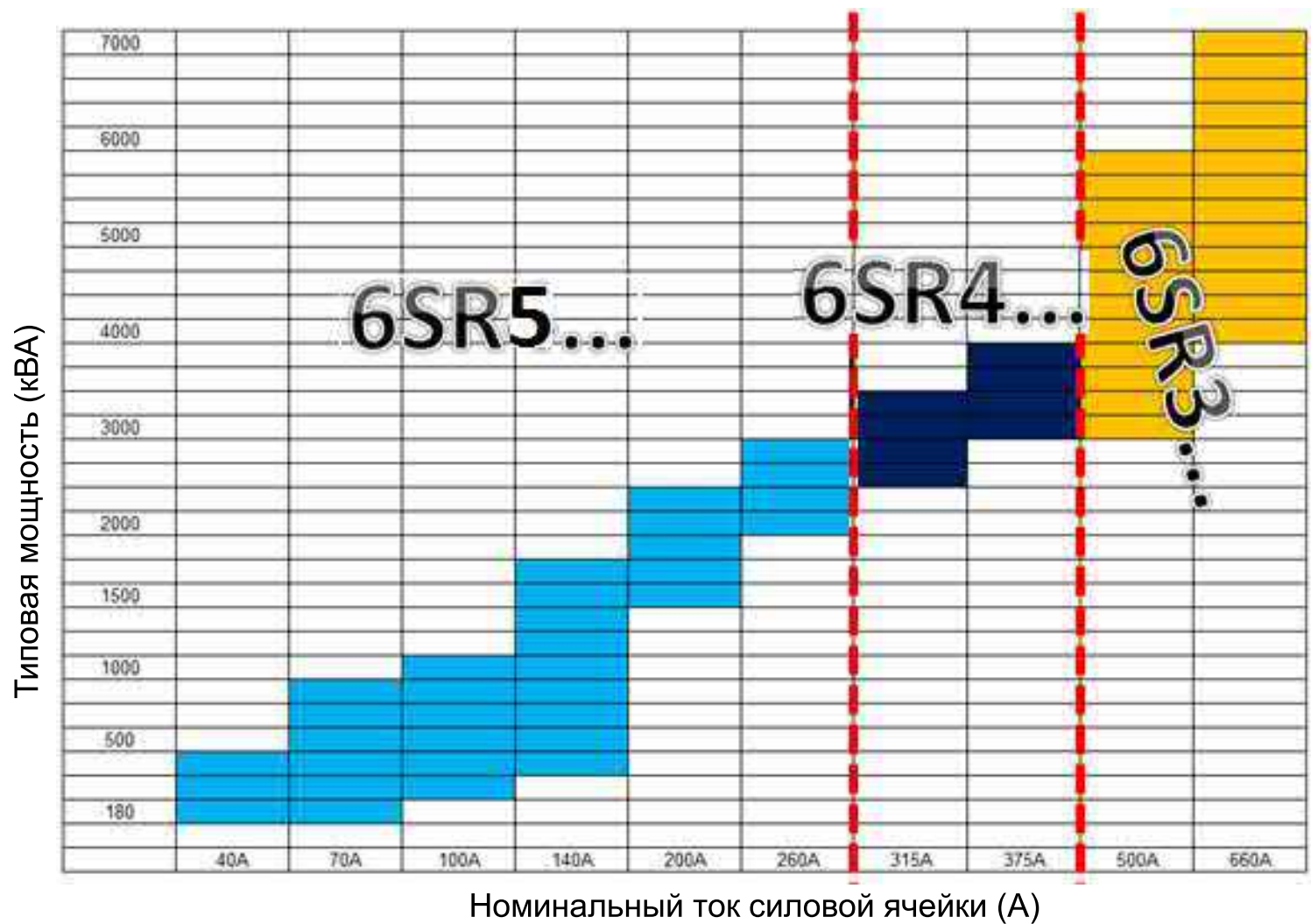
0

Water-cooled

7

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180

Развитие, смена поколений



6SR5 ■ 02 - 15 ячеек

Ячейки	750 В: 40, 70, 100, 140, 200, 260 А
Перегрузка	стандарт 110% (1 мин/10 мин) без дерейтинга
Мощность	223 .. 2240 кВт

6SR4 ■ 02 - 15 ячеек

Ячейки	750 В: 40, 70, 100, 140, 200, 260, 315, 375 А
Перегрузка	до 260А стандарт 150% (1 мин/10 мин) без дерейтинга; 315А-375А – 110%
Мощность	223 ... 3306 кВт

6SR3 ■ 02 - 15 ячеек

Ячейки	690 В: 500, 660 А
Перегрузка	стандарт 110% (1 мин/10 мин) без дерейтинга
Мощность	3730 ... 5554 кВт

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180

GenIIIe – 6SR3 & GenIV – 6SR4 компоновка

SIEMENS
Ingenuity for life



6SR3 ■ 02 - 15 ячеек, 6кВ



6SR4 ■ 02 - 15 ячеек, 6кВ

All rights reserved © Siemens AG 2019

Large Drives Applications

Siemens LDA

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

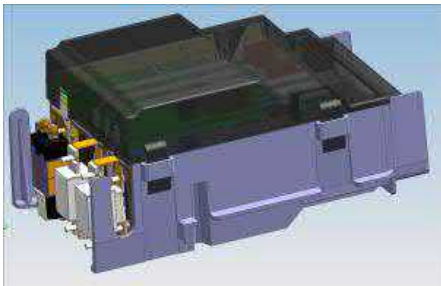
НОВЫЙ ДИЗАЙН СИЛОВЫХ ЯЧЕЕК



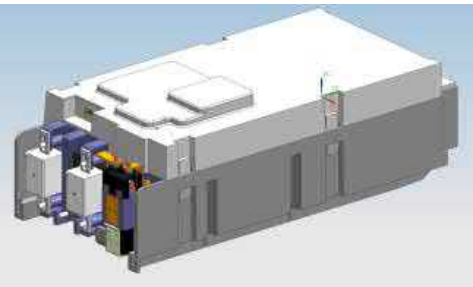
силовые ячейки 6SR4 и 6SR5 40-70A



40-70A
292мм / 11.5" (Ш)
482мм / 18.99" (Д)
241мм / 9.50" (В)

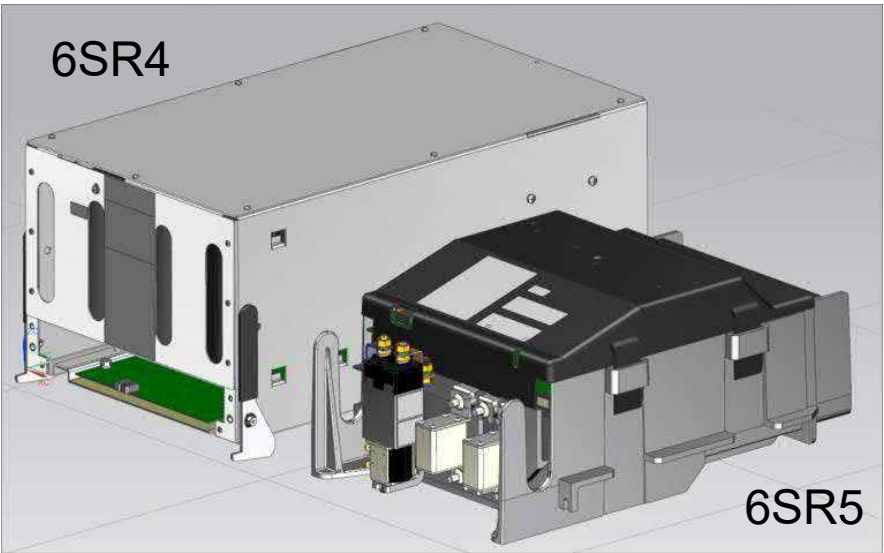


100-140A
292мм / 11.5" (Ш)
533мм / 20.99" (Д)
241мм / 9.50" (В)



200-260A
343мм / 13.5" (Ш)
756мм / 29.75" (Д)
248мм / 9.75" (В)

All rights reserved © Siemens AG 2019

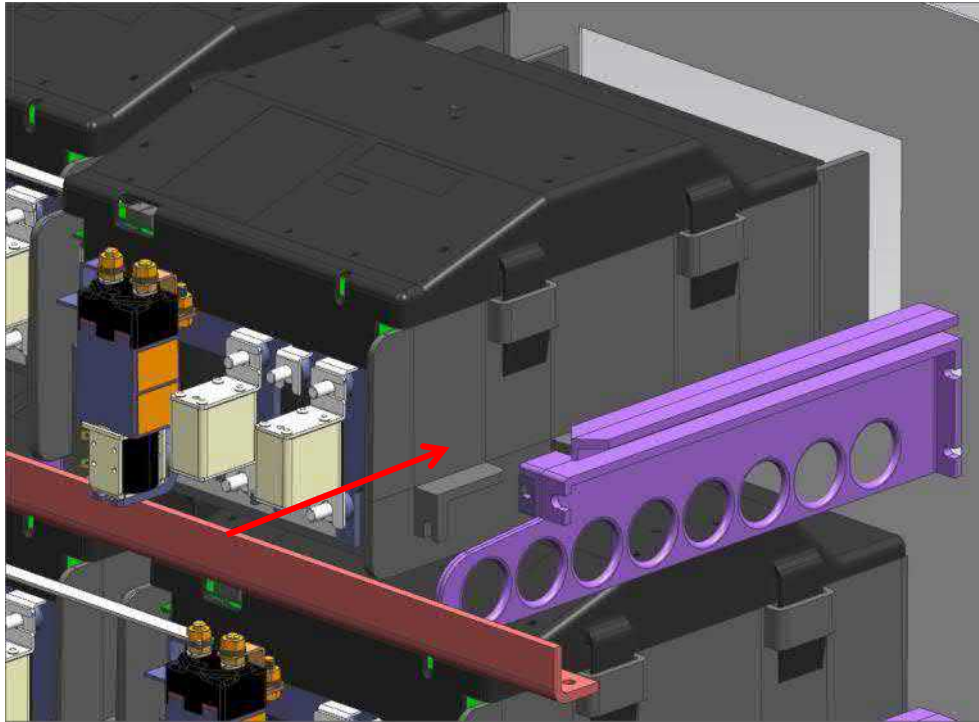


- уменьшено количество элементов и сборки до 70%
- используется последнее поколение IGBT
- малый вес: не более 16кг (35lbs)
- предохранители и контактор механического байпаса расположены с передней стороны ячейки
- подключения входа и выхода ячейки расположены с передней стороны
- пластиковое шасси

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

НОВЫЙ ДИЗАЙН СИЛОВЫХ ЯЧЕЕК

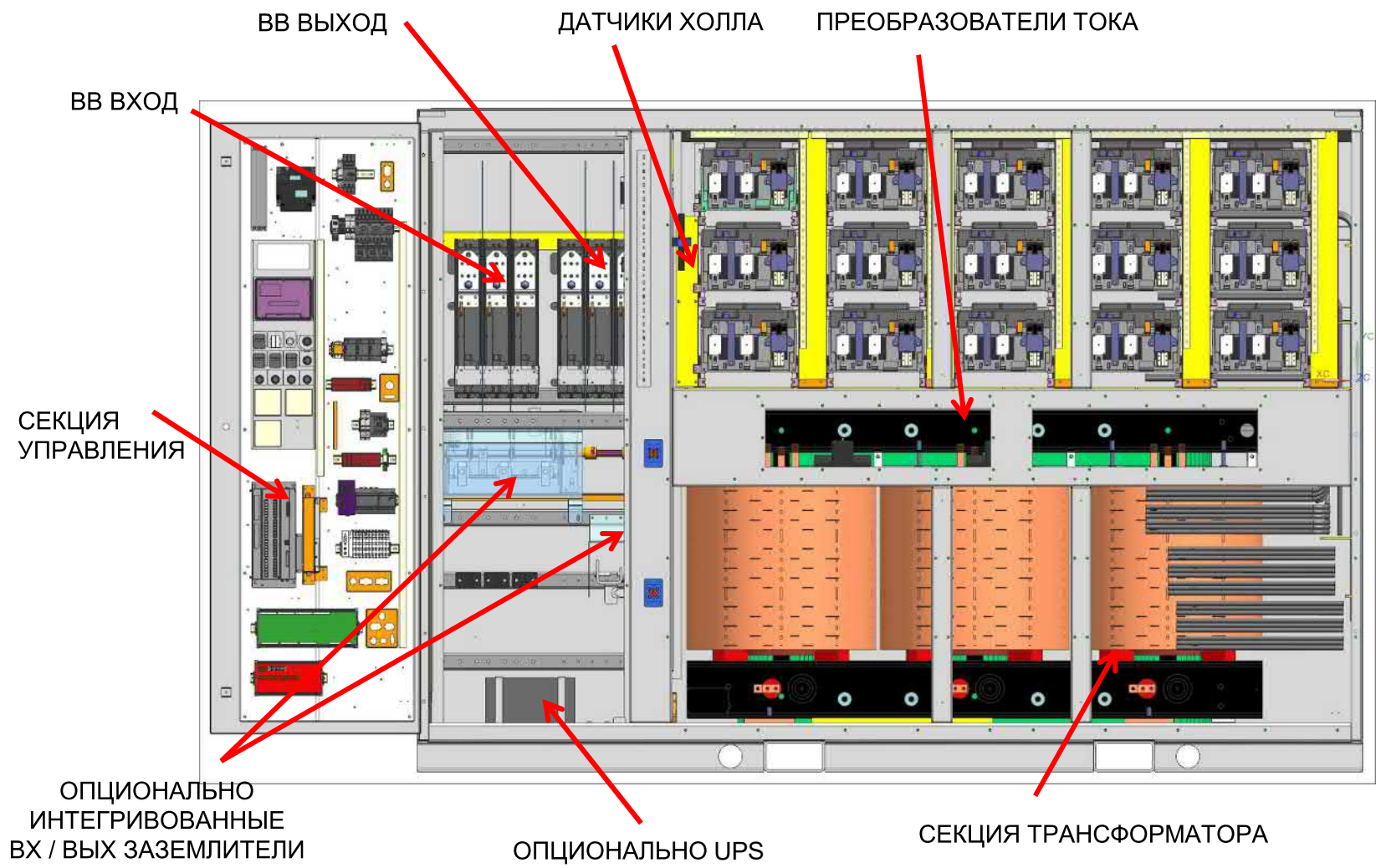
SIEMENS
Ingenuity for life



- Простой демонтаж и замена силовых ячеек и предохранителей
- По заказу доступно спец. приспособление для подъема/опускания ячеек

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

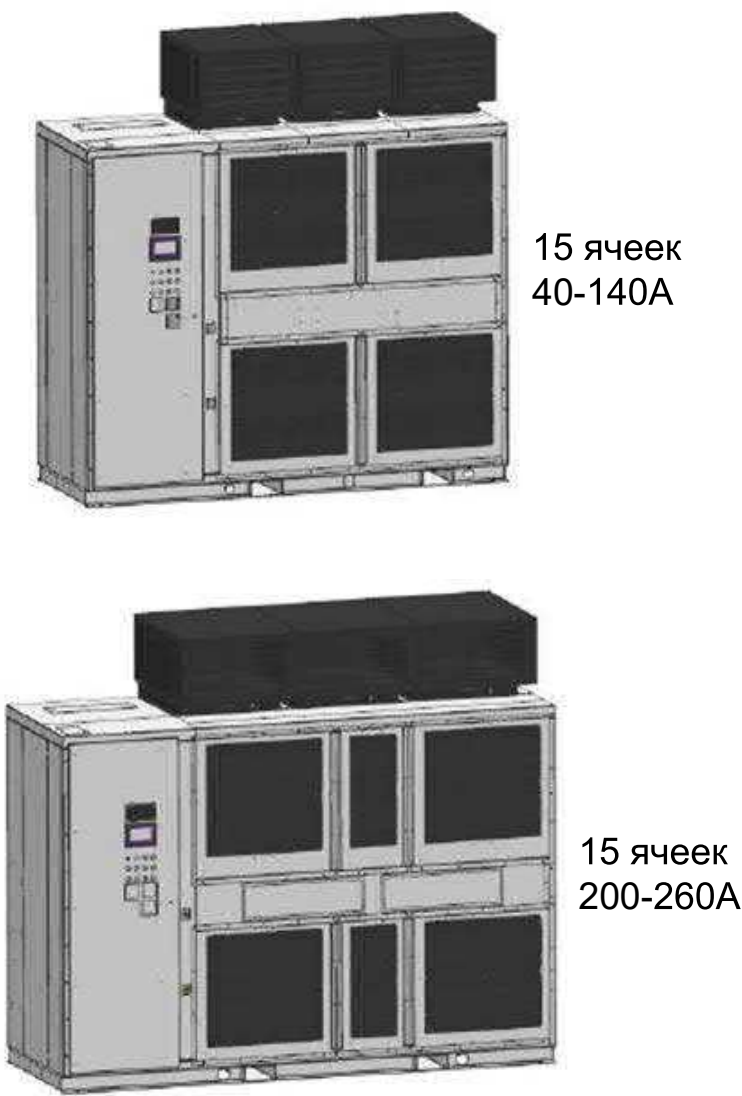
GenV – 6SR5 компоновка



All rights reserved © Siemens AG 2019

Large Drives Applications

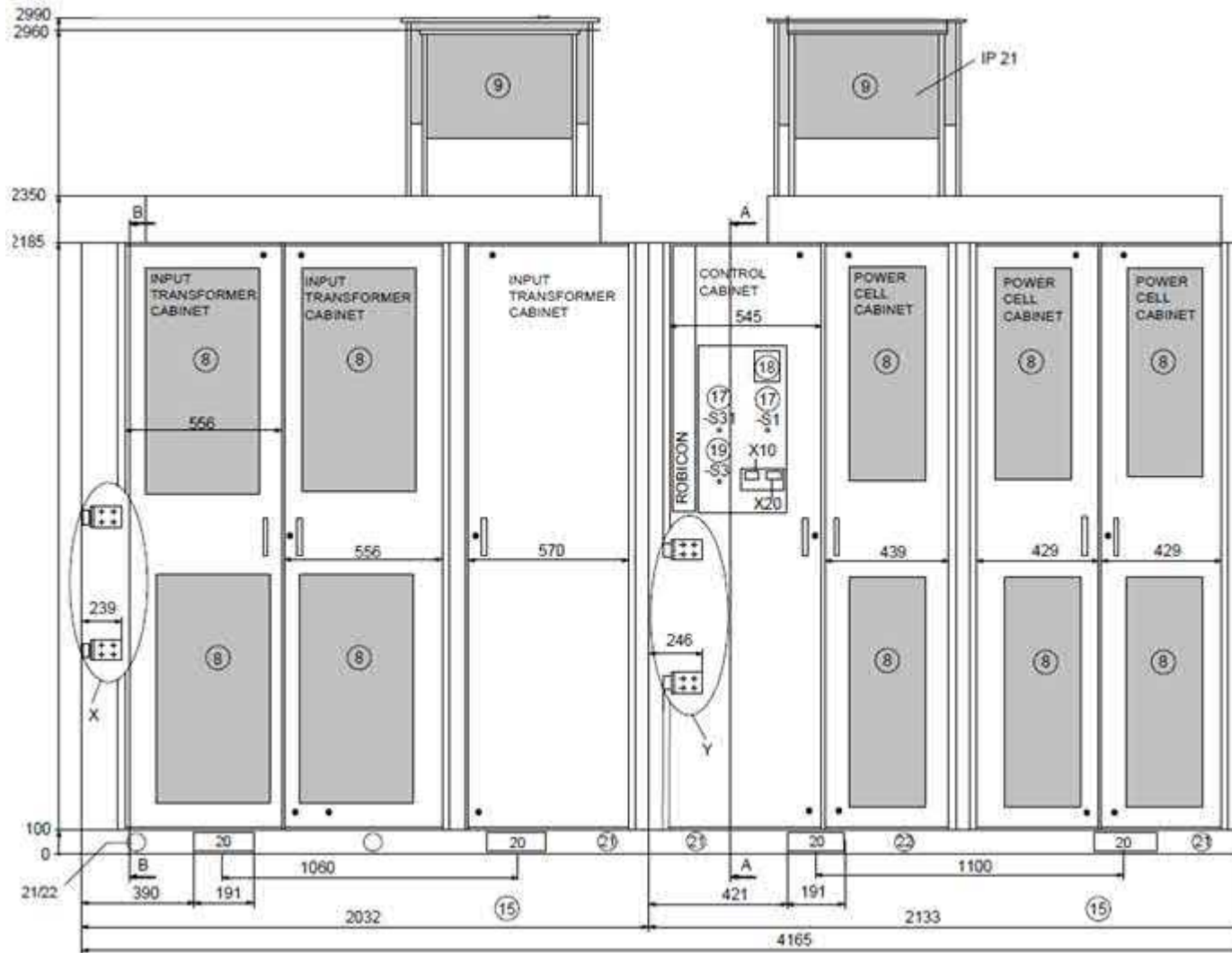
SIEMENS
Ingenuity for life



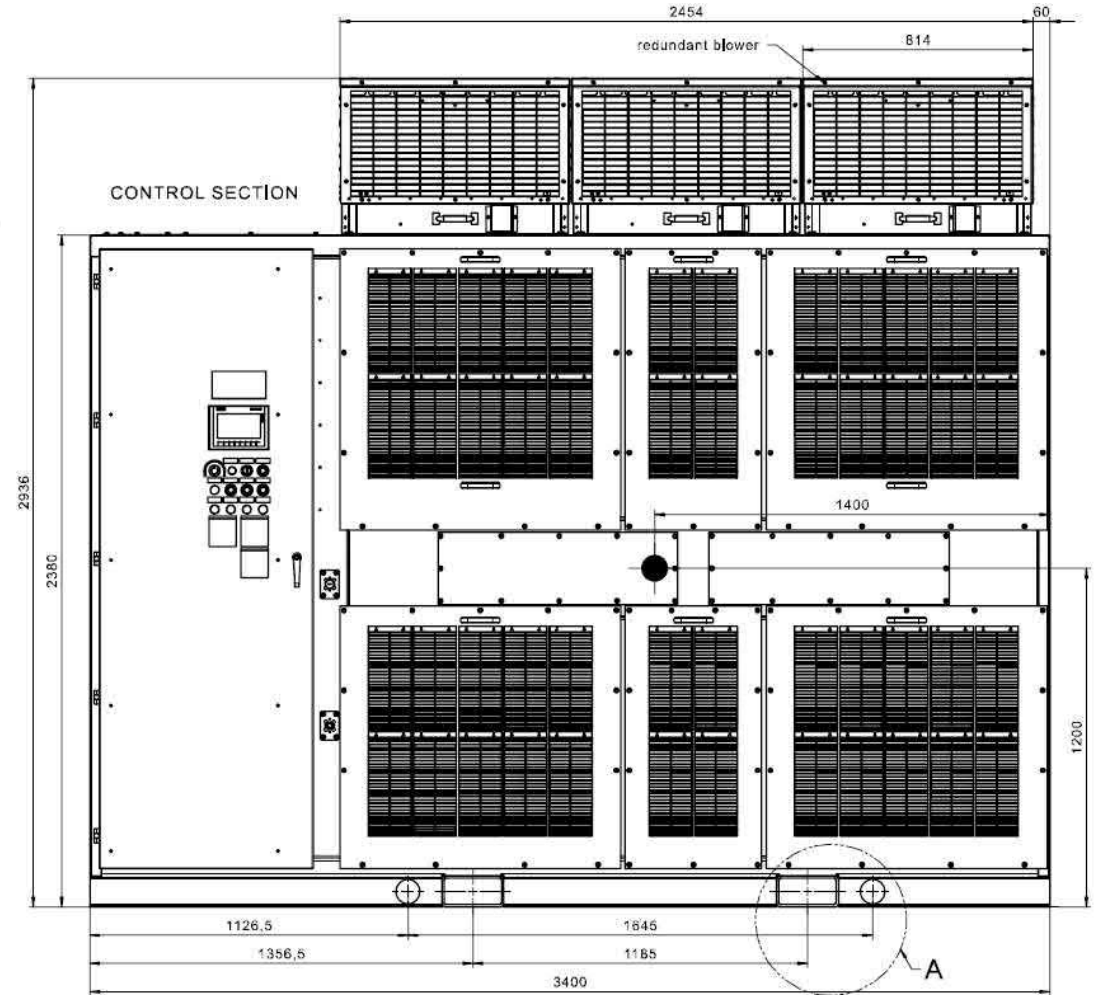
Siemens LDA

SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5 6SR4 & 6SR5 6кВ; ячейки 260А; ок. 2200кВт

SIEMENS
Ingenuity for life



All rights reserved © Siemens AG 2019



Large Drives Applications

Siemens LDA

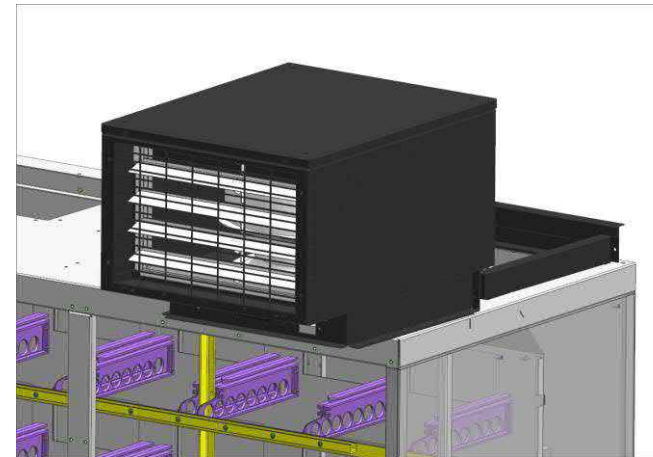
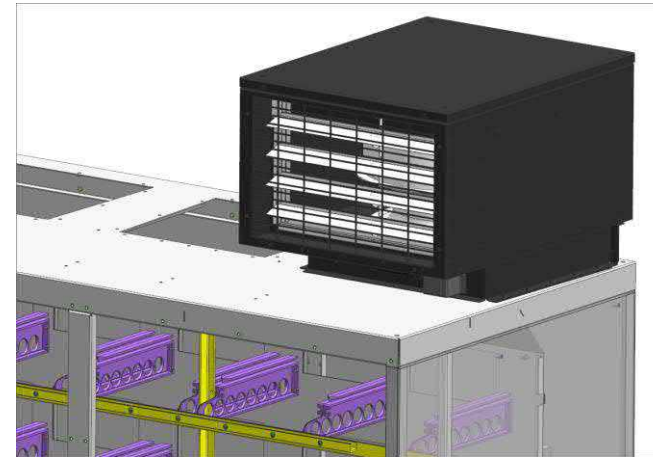
SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

НОВЫЙ ДИЗАЙН



Секция вентиляторов

- Отдельная съемная секция вентилятора, уменьшение высоты шкафа для транспортировки
- 2х вентилятора стандарт, 3х вентилятора для N+1 резервирования (опция M61)
- Конструкция секции вентилятора для удобства демонтажа вперед (не требуется пространство сверху)
- Защитная заслонка расположена в передней части секции
- Опционально возможно крепление на секции вентилятора для монтажа воздухопроводов, спереди или сзади
- Стандартное исполнение 6SR5 - IP42



SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

НОВЫЙ ДИЗАЙН



Панель оператора SIMATICS KTP700

- Последнее поколение 7inch Siemens SIMATICS KTP700 Touch Panel
- Специальное ПО для NXGpro
- Доступны 5 языков
- Доступна версия SIPLUS



SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

НОВЫЙ ДИЗАЙН

SIEMENS
Ingenuity for life

Жалюзи / Фильтры

- Стандартный Siemens дизайн жалюзей, используемый в НВ и ВВ ПЧ повсеместно
- Стандартное исполнение 6SR5 - IP42
- Простота обслуживания и замены



SINAMICS PERFECT HARMONY GH180 6SR5

новое поколение GenV

SIEMENS
Ingenuity for life

+ Самая маленькая площадь для инсталляции на рынке ВВ ПЧ (footprint)

+ Простота и удобство эксплуатации благодаря SIMATIC HMI, малому весу силовых ячеек, полностью фронтальному обслуживанию

+ Отдельная секция вентиляторов с фронтальным монтажом

+ Стандартное исполнение шкафов IP42 повышает надежность

Площадь инсталляции меньше на 40% чем для GenIV

+ Быстрый и простой ввод в эксплуатацию

+ Улучшенный дизайн силовых ячеек позволил уменьшить количество элементов и сборки до 70%, повышается надежность

+ Применение последнего поколения IGBTs повышает надежность и эффективность

+ Опционально интегрированные вх / вых заземлители

Спасибо за внимание!



Федор Чикалов

LDA Sales & Technical support

+38 068-325-99-28

fedor.chikalov@siemens.com

<https://siemens.com/large-drives-applications>