

Современные решения в
области компенсации
реактивной мощности и
подавлении гармонических
искажений.

Основные соотношения



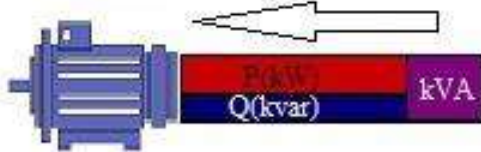
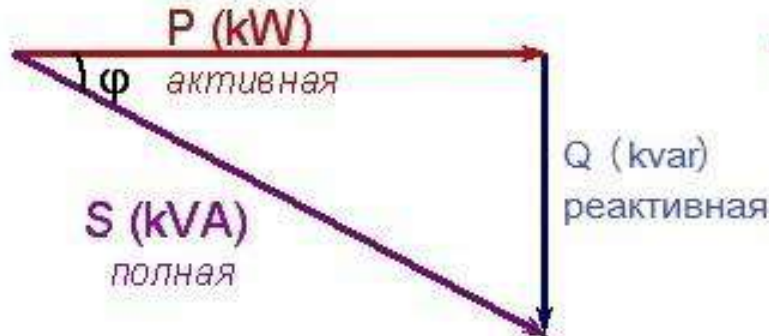
$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \text{ в трехфазной цепи}$$

$$S = U \cdot I \text{ в однофазной цепи}$$

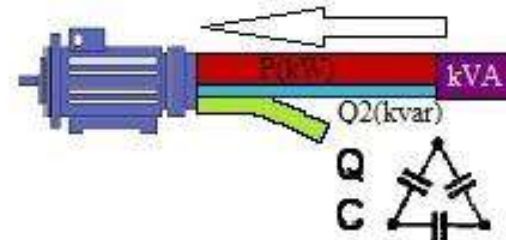
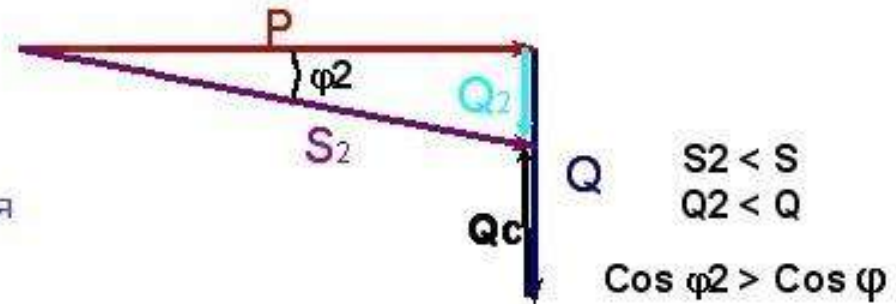
cos ϕ	1,0	0,99	0,97	0,95	0,94	0,92	0,9	0,87	0,85	0,8	0,7	0,5	0,3
tg ϕ	0	0,14	0,25	0,33	0,36	0,43	0,48	0,55	0,6	0,75	1,02	1,73	3,18
Q, %	0	14	25	33	36	43	48,4	55	60	75	102	173	318

Основные соотношения

До компенсации



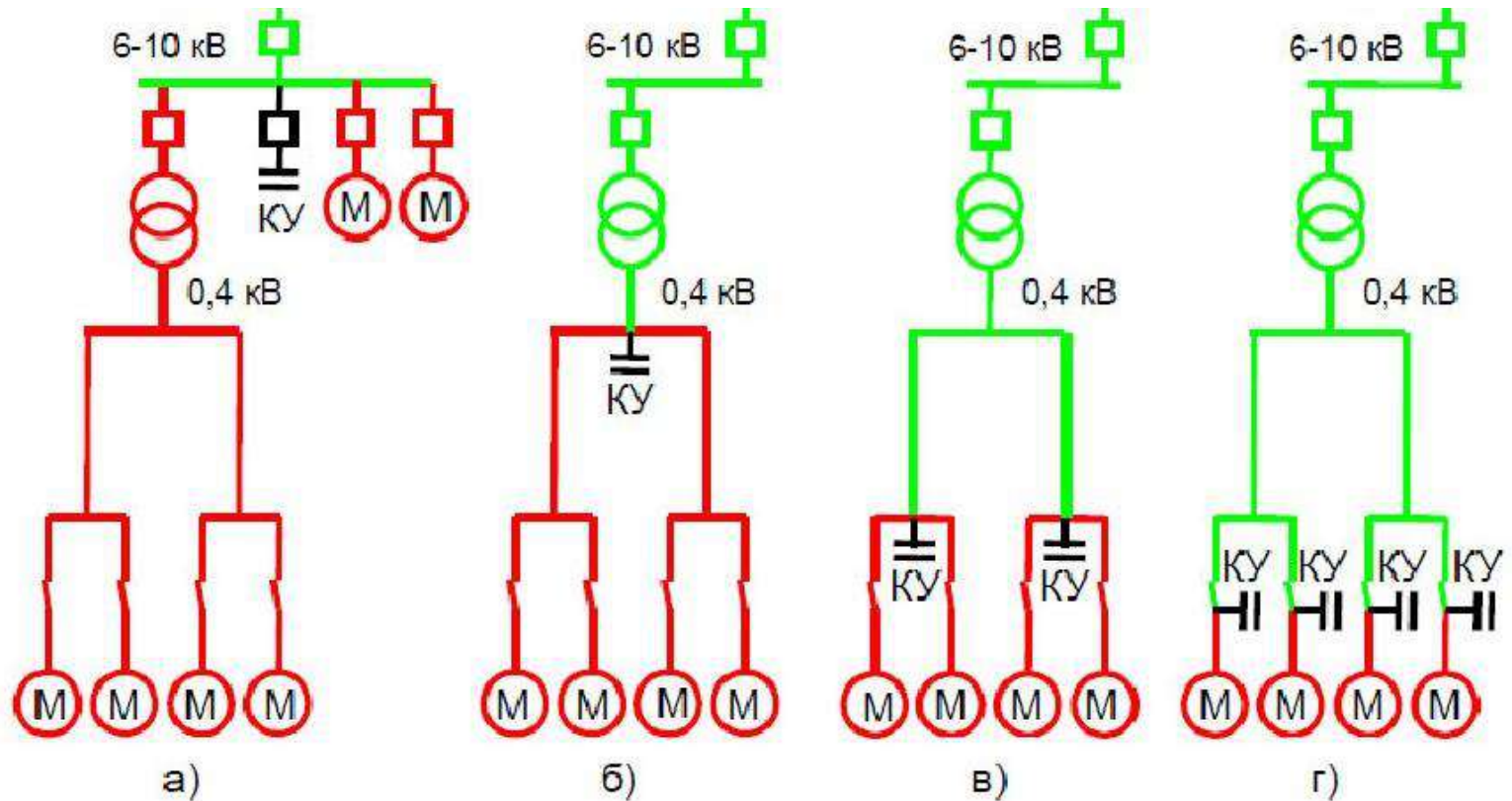
После компенсации



До компенсации
При $U=400\text{В}$, и $\cos\phi=0,7$
Ток нагрузки $I=618,5\text{ А}$
 $P=300\text{кВт}$
 $Q=306\text{квар}$

После компенсации
При $U=400\text{В}$, и $\cos\phi=0,97$
Ток нагрузки $I=446,4\text{ А}$
 $P=300\text{кВт}$
 $Q_2=75,2\text{квар}$
 $Q_c=230,8\text{квар}$

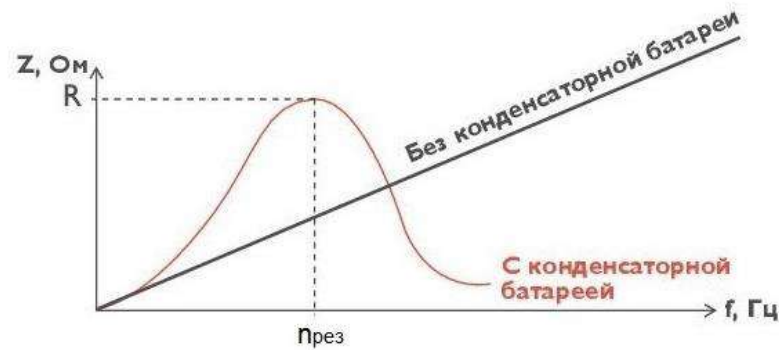
Основные соотношения



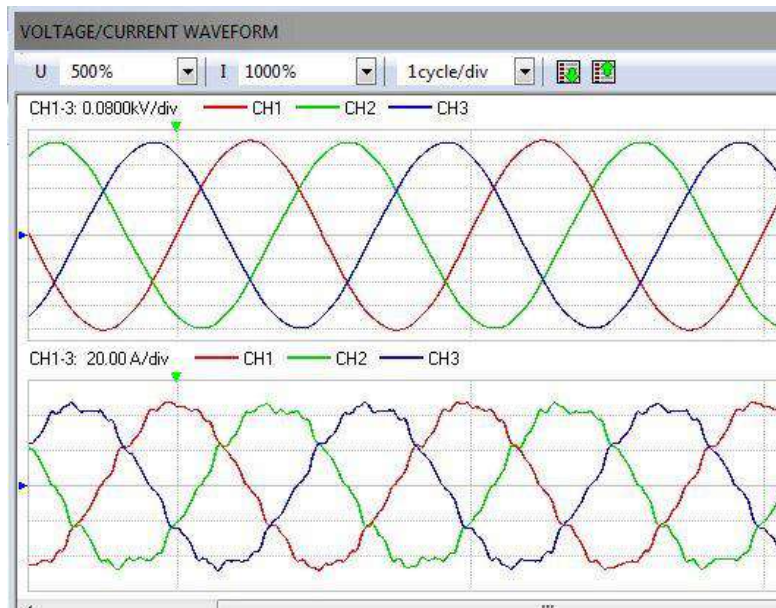
- а) централизованная на стороне высшего напряжения;
б) централизованная на стороне низшего напряжения;
в) групповая;
г) индивидуальная

— часть сети, загруженная потоками реактивной мощности потребителя;
— часть сети, разгруженная от потоков реактивной мощности потребителя.

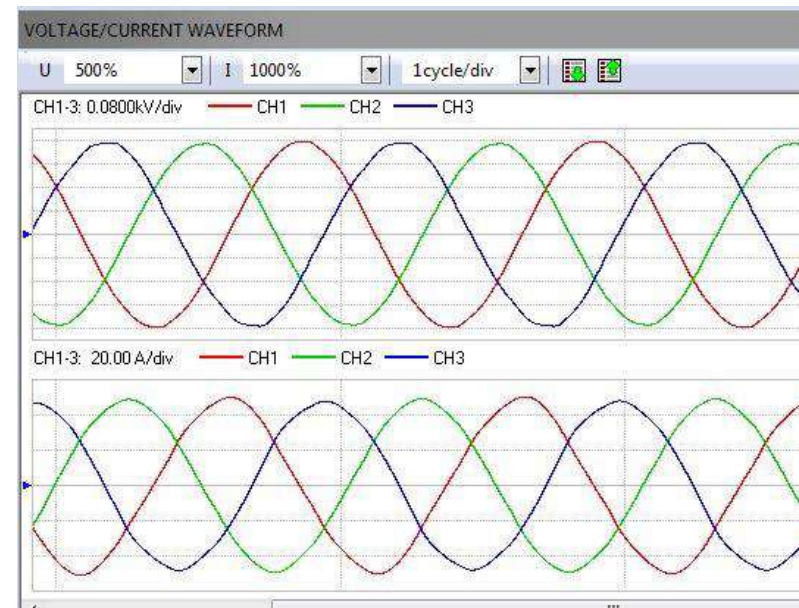
Основные соотношения



$$n_{рез.гарм} = \sqrt{\frac{S_{заб} [КВА]}{\eta_{кз} [\%] \times Q_{смун} [квар]}} \times 100$$



25 квар подключенные в сеть
без антирезонансного дросселя.



25 квар подключенные в сеть с
антирезонансным дросселем
189Гц.

Особенности подбора устройств компенсации

Помимо определения мощности устройства компенсации важной задачей является уточнение параметров сети и нагрузки при которых будет работать устройство компенсации реактивной мощности.

- Характер изменения потребления реактивной мощности в точке установки КРМ;
- Уровни гармонических искажений (THDU; THDI) в сети;
- Необходимость трехфазного регулирования при различных по фазам уровнях потребления реактивной мощности (перекос, неполнофазный режим и т.д.);
- Ограничения по габаритам и климатическое исполнение;
- Дополнительные требования и функционал.

Спектр работ и оборудования

- ❑ Квалифицированный подбор устройств компенсации реактивной мощности и рекомендации по выбору оборудования КРМ.
- ❑ Замеры ПКЭ сети с последующей выдачей отчета с полученными данными, рекомендациями по компенсации реактивной мощности и(или) снижению гармоник в сети.
- ❑ Собственное производство широкого спектра устройств для компенсации реактивной мощности.
- ❑ Поставка комплектующих для устройств компенсации реактивной мощности, а также готовых модулей.
- ❑ Производство сэндвич-контейнеров и блочно-модульных конструкций для размещения устройств компенсации реактивной мощности и другого оборудования.
- ❑ Подбор и поставка оборудования для активной фильтрации и подавления гармоник.

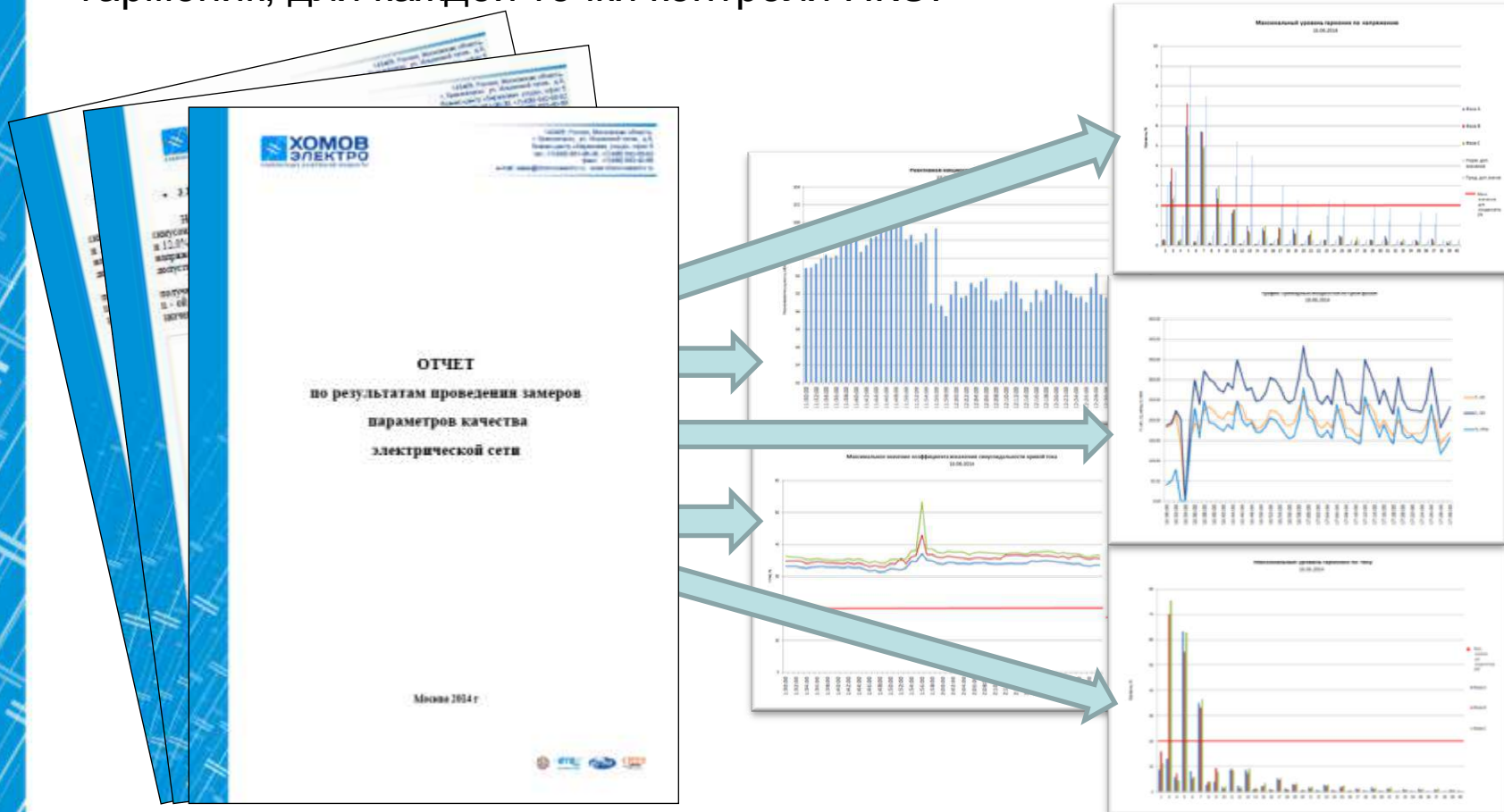
Замеры и отчет

Наша компания предоставляет услуги по замеру показателей качества электроэнергии на объекте заказчика. Измерения проводятся опытными инженерами с помощью сертифицированного японского анализатора качества электроэнергии **HIOKI PW3198**. По результатам замеров выполняется развернутый отчет по полученным данным.



Замеры и отчет

Специалисты компании подготовят подробный отчет по проведенным замерам со всеми необходимыми расчетами и выбором установки компенсации реактивной мощности и(или) фильтрации высших гармоник, для каждой точки контроля ПКЭ.



Большой комплект токоизмерительных датчиков (клеммы и петли Роговского) **HIOKI PW3198** и гибкая настройка параметров измерения позволяют выполнять замеры ПКЭ практически в любых по конфигурации точках контроля.



5 A

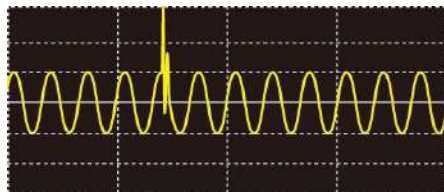


1000 A

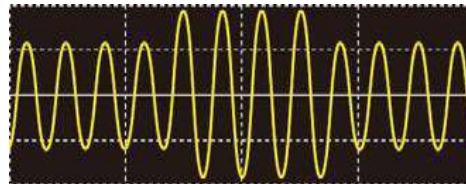


500 A, 5000 A

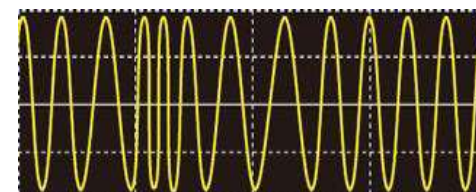
HIOKI PW3198 способен одновременно снимать осциллограммы и контролировать параметры гармоник, выявляя аварийные режимы.



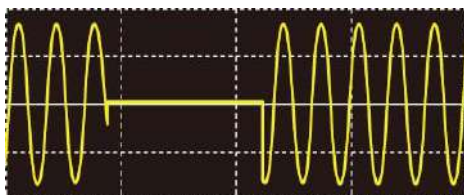
Перенапряжения
(в диапазоне до 600В и с
минимальной
длительностью до 1 мкс.)



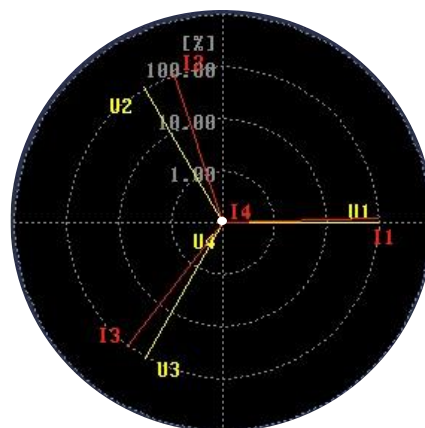
Выбросы напряжения



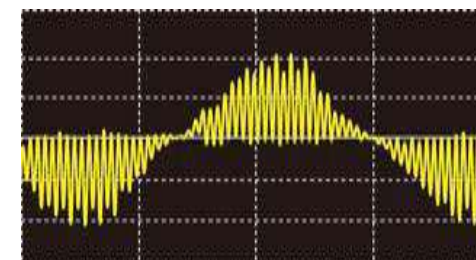
Флуктуации частоты



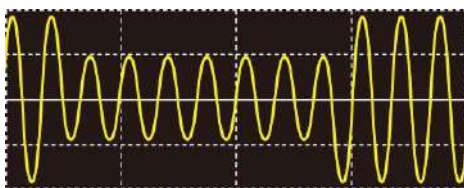
Прерывания
напряжения



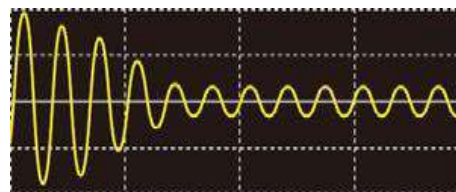
Несимметрия



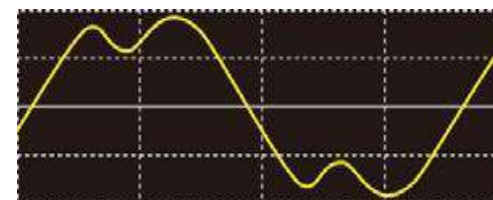
Высшие гармоники (вплоть
до 80 кГц)



Провалы напряжения

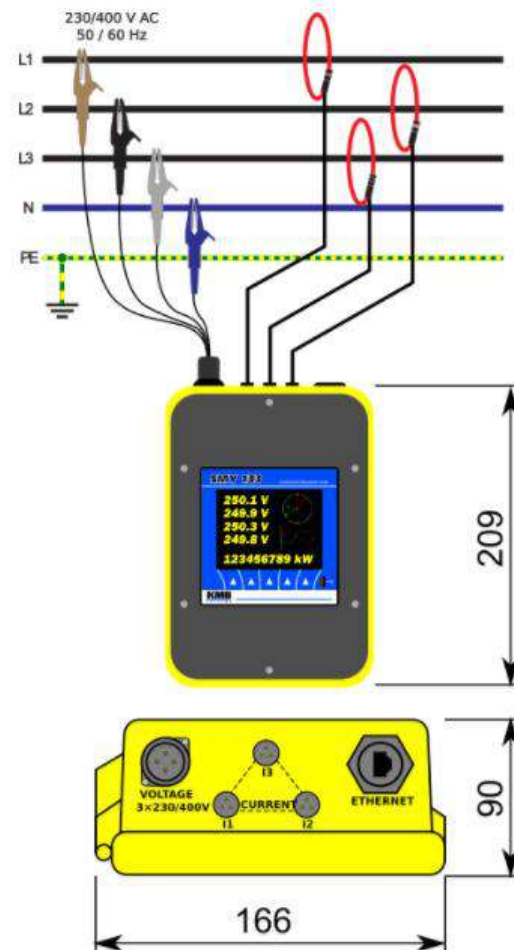


Броски тока



Гармоники и
интергармоники

Новый бюджетный переносной анализатор **SMY-CA** от компании KMB несколько проще профессиональных приборов, однако позволяет выполнять широкий спектр задач по измерениям параметров сети.



Стандартный комплект поставки **SMY-CA.**

- 1- измерительный прибор SMY 133 в пластиковом защитном корпусе;
- 2- четырех-проводной комплект для подключения измеряемого напряжения SMY-CU3 с встроенными предохранителями:
- 3- зажим типа «крокодил» ХКК-1001 – 4 штуки;
- 4- Ethernet – кабель ETN5m с резьбовым разъемом (IP65) длиной 5 метров;
- 5- гибкие датчики тока (петля Роговского) типа CA-JRF MOI 333M-115 xxxx (100A, 300A, 1000A, 2500A) – 3 штуки
- 6- разъемный трансформатор тока с первичным током 5А с кабелем и разъемом модели JC10F – 333(5) – 3 штуки;
Применяется для подключения без разрыва измеряемой цепи на вторичные цепи (5-амперные) трансформаторов тока низкого и высокого напряжения.
- 7- кабель для подключения питания 230В от розетки для настройки прибора в лаборатории.

Компенсация реактивной мощности в сетях НН (0,4кВ. 0,69кВ)

ЕвроКРМ(Ф)

Конструктивно КРМ(Ф) выполнена в модульном напольном исполнении с применением в качестве аппаратов защиты ступеней ШПВР (шинный выключатель - разъединитель с предохранителями).



Конденсаторные установки серии «Евро» разделяются на 2 типа комплектации: «Евро Премиум» и «Евро Стандарт». Данные модели конденсаторных установок разработаны по аналогии с конденсаторными установками ведущих импортных производителей и являются их более дешевой альтернативой на Российском рынке устройств компенсации РМ.



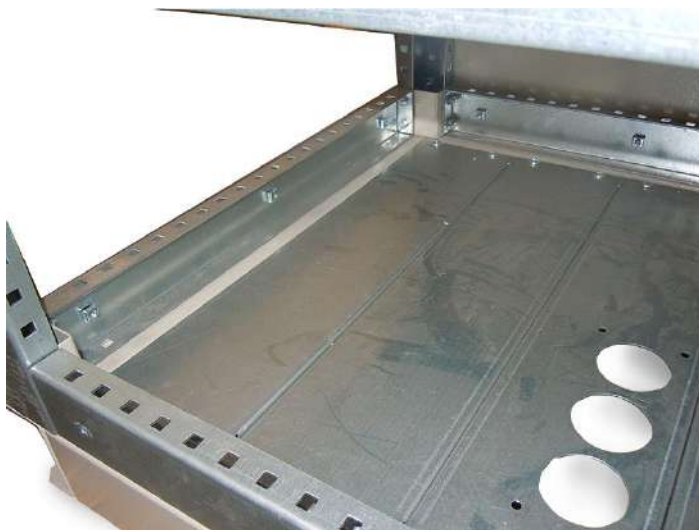
ЕвроКРМ(Ф)

Шкаф конденсаторной установки (КУ) имеет модульную конструкцию, что делает КУ более удобную в монтаже и обслуживании и дает возможность сократить время до минимума на проведение ремонтных и плановых работ.



ЕвроКРМ(Ф)

Несущий каркас выполнен профилями сложного сечения из оцинкованной стали толщиной минимум 2 мм.

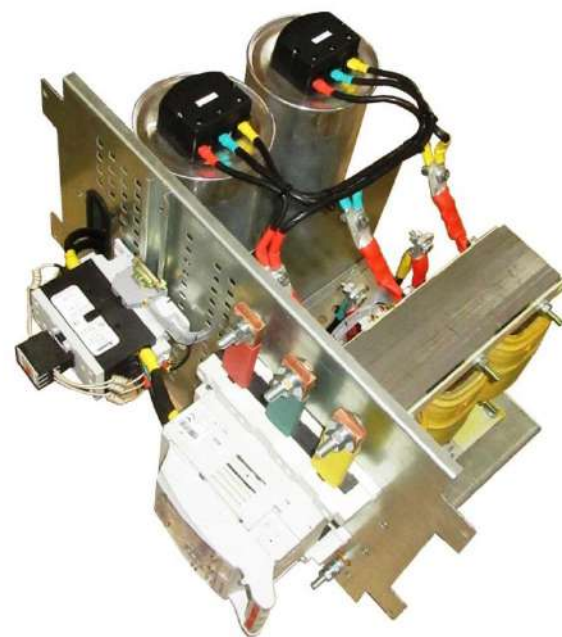


Наружная оболочка корпуса (крыша, стенки, дверь) выполнена из стального листа толщиной минимум 1,5мм с нанесением защитного полимерного покрытия по RAL7035 (возможно изготовить панели в другом цвете по дополнительному требованию).

Пол выполнен в виде наборных панелей, которые изготовлены из оцинкованной стали. Панели легко монтируются и демонтируются для удобного монтажа установки и подключения кабеля.

ЕвроКРМ(Ф)

Модули конденсаторной установки выполнены из оцинкованной стали толщиной минимум 2 мм., «косынки» модуля оснащены строповочными проушинами для удобства монтажа и демонтажа во время обслуживания с помощи ГПМ. По всей площади полки модуля располагаются вентиляционные отверстия для лучшего охлаждения установленных элементов.



ЕвроКРМ(Ф)

Модули имеют соединения посредством медной шины сечением 30x10. Для исключения случайных прикосновений шина оснащена защитным кожухом.



ЕвроКРМ(Ф)

На дверце шкафа расположены измерительные приборы (цифровой амперметр и регулятор реактивной мощности), на внутренней стороне имеется однолинейная схема устройства и карман для документации. Подводимые к приборам провода уложены в пластиковый короб и защищены от механических воздействий спиральной ПЭТ лентой



ЕвроКРМ(Ф)

В случае необходимости применения в устройстве компенсации антирезонансных дросселей (устройство типа КРМФ), в конструкцию шкафа добавляются отсеки с полками для установки дросселей, имеющие отдельные вытяжные вентиляторы. Также в некоторых случаях возможен монтаж дросселей непосредственно на модулях внутри единой оболочки (шкафа).



Компенсация реактивной мощности в сетях НН (0,4кВ. 0,69кВ)

КРМ(Ф) исполнение «404Ф»

Установка предназначена для повышения коэффициента мощности электроустановок промышленных предприятий и распределительных сетей напряжением 0,4 – 0,69 кВ, а также для автоматического ступенчатого или ручного регулирования реактивной мощности цепи частотой 50 – 60 Гц.



КРМ(Ф) исполнение «404Ф»

Данная модель шкафа не имеет отдельного модуля под вводной коммутационный аппарат.

Каждый модуль, располагающий на себе одну или две ступени. Каждая ступень имеет свой разъединитель со встроенной защитой от перегрузок и токов КЗ. Модули соединены между собой жесткой медной ошиновкой на вводе которой располагается один трансформатор тока (по дополнительному требованию возможна установка ТТ в каждую фазу)



КРМ(Ф) исполнение «404Ф»

Шинопровод ШПВР-ов закрыт пластиковыми кожухами и защищен от случайного прикосновения, доступ к кабельному вводу также ограничен посредством установленной «заградительной» панели в нижней части.



КРМ(Ф) исполнение «404Ф»

Дверь оснащена двумя прижимными замками и демпферами для смягчения удара и защиты ЛКП во время закрытия двери. Также по периметру двери установлена конструкция обеспечивающая жесткость панели при открывании, на внутренней части расположен карман для документации.



КРМ(Ф) исполнение «404Ф»

Корпус не имеет неразъемных соединений, а имеет сборную конструкцию, что дает возможность обслуживания установки со всех сторон. Категория размещения конденсаторной установки может быть двух типов У3 и У1. Степень защиты IP11 или IP54

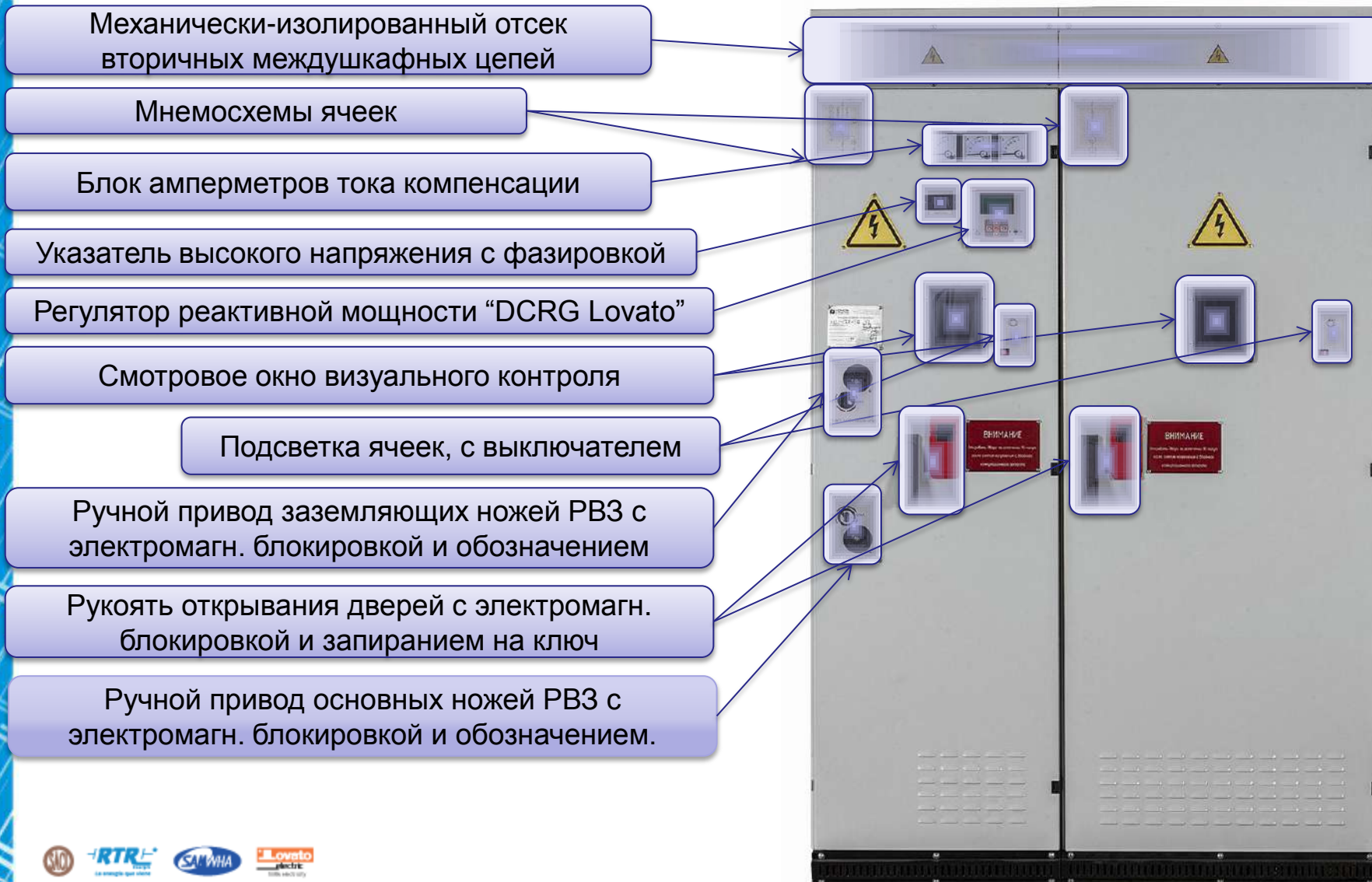


Устройства компенсации для сетей СН (6-10кВ) серия «Компакт 6(10)кВ»

Для соответствия требованиям одного из крупных заказчиков были глубоко модернизированы шкафы устройств компенсации на среднее напряжение (6-10кВ). В дальнейшем данные шкафы были запущены в серийное производство и в настоящее время успешно заменяют конструктивы шкафов на среднее напряжение прошлой серии, так как более удобны и безопасны с точки зрения эксплуатации.



Устройства компенсации для сетей СН (6-10кВ) серия «Компакт 6(10)кВ»



Устройства компенсации для сетей СН (6-10кВ) серия «Компакт 6(10)кВ»



Устройства компенсации для сетей СН (6-10кВ) серия «Компакт 6(10)кВ»



Устройства компенсации для сетей СН (6-10кВ) серия «Компакт 6(10)кВ»



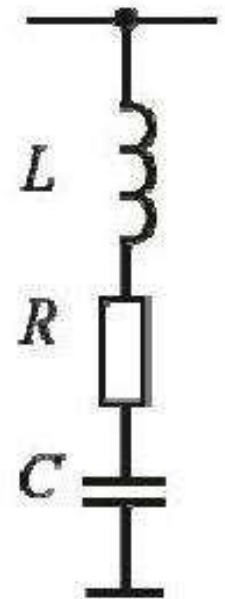
Устройства компенсации для сетей СН (6-10кВ) серия «Компакт 6(10)кВ»



Пассивные устройства подавления гармоник (пассивные фильтры гармоник)



Пассивные устройства подавления гармоник (пассивные фильтры гармоник)



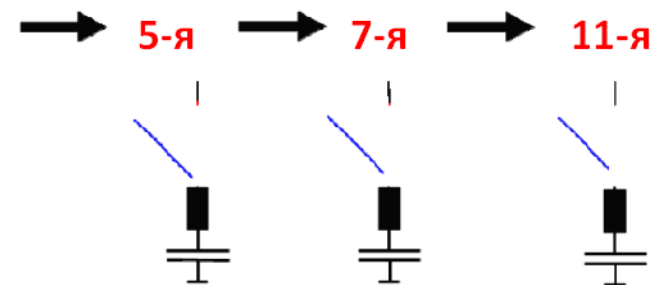
Пассивные устройства подавления гармоник (пассивные фильтры гармоник)

Главное преимущество пассивных резонансных фильтров перед активными – это стоимость,
а главный недостаток – это необходимость длительного тщательного анализа сети при проектировании для выбора правильного решения.

Составной фильтр, образованный несколькими контурами, представляет собой сложную резонансную систему, в которой необходимо учитывать взаимное влияние сопротивлений ветвей фильтра и внешней сети.

Еще одним минусом, а точнее особенностью многоконтурных пассивных фильтров является последовательность включения контуров фильтрации, по правилу «LIFO...последним вошел – первым вышел...»

Включение



Отключение



Пассивные устройства подавления гармоник (пассивные фильтры гармоник)

Пассивные фильтры широко используются во многих прикладных задачах. Однако, им присущи следующие недостатки:

- ✓ *Пассивные фильтры не адаптируются к изменяющимся условиям системы и остаются неизменными после их установки в системе. Типоразмер и резонансная частота не могут быть легко изменены.*
- ✓ *Изменение режима работы системы может привести к расстройке фильтра и вызвать увеличение искажений.*
- ✓ *На расчет пассивного фильтра оказывает влияние полное сопротивление источника питания. При грамотном расчете фильтра его полное сопротивление должно быть меньше сопротивления источника. Это может привести к большому типоразмеру фильтра в мощной системе с низким импедансом источника, что проявится в чрезмерной компенсации реактивной мощности. Эта излишняя компенсация может вызвать перенапряжение при включении и понижение напряжения при отключении пассивного фильтра.*

Пассивные устройства подавления гармоник (пассивные фильтры гармоник)

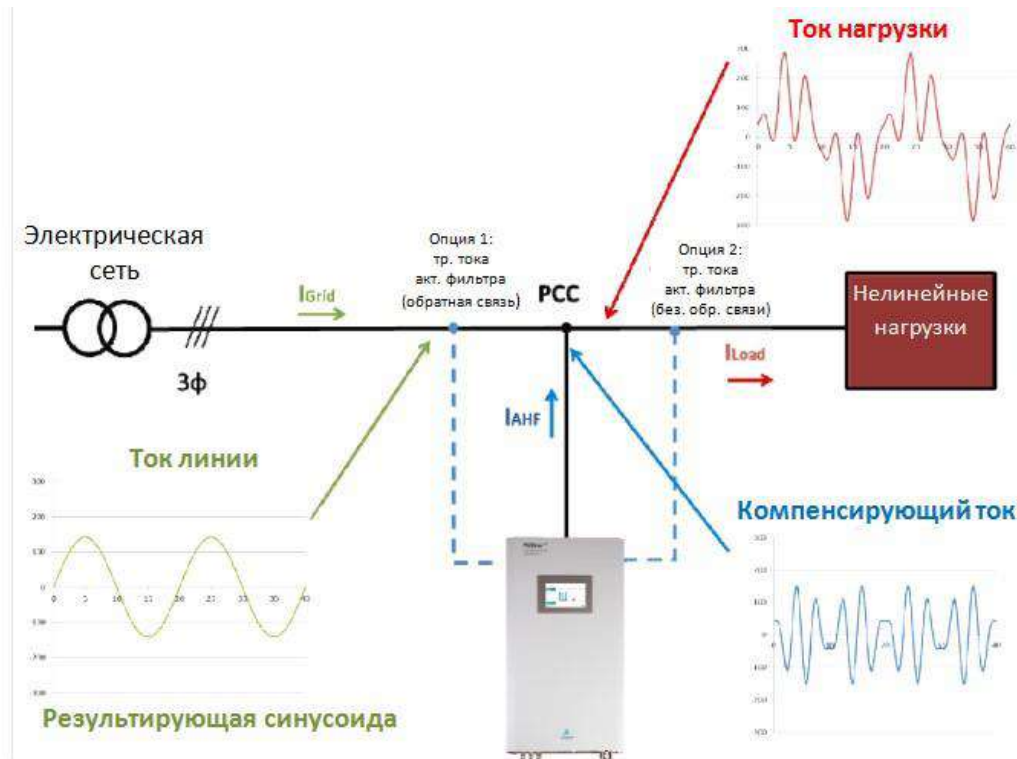
- ✓ *Конструкция пассивных фильтров содержит большое количество элементов, и выход из строя / повреждения некоторых элементов могут привести к изменению его резонансных частот. Это может стать причиной увеличения искажений в распределительной сети выше допустимых пределов.*
- ✓ *В мощных фильтрах могут возникать существенными потери из-за наличия резистивных элементов.*
- ✓ *Параллельный резонанс, обусловленный взаимодействием источника питания с фильтром, может вызвать усиление некоторых характеристических и нехарактеристических гармоник. Эти проблемы определяют ограничения для разработчика при выборе резонансной частоты для избежания таких резонансов.*
- ✓ *Типоразмер демпфированного фильтра становится большим при работе на частоте основной гармоники и гармонических частотах.*

Пассивные устройства подавления гармоник (пассивные фильтры гармоник)

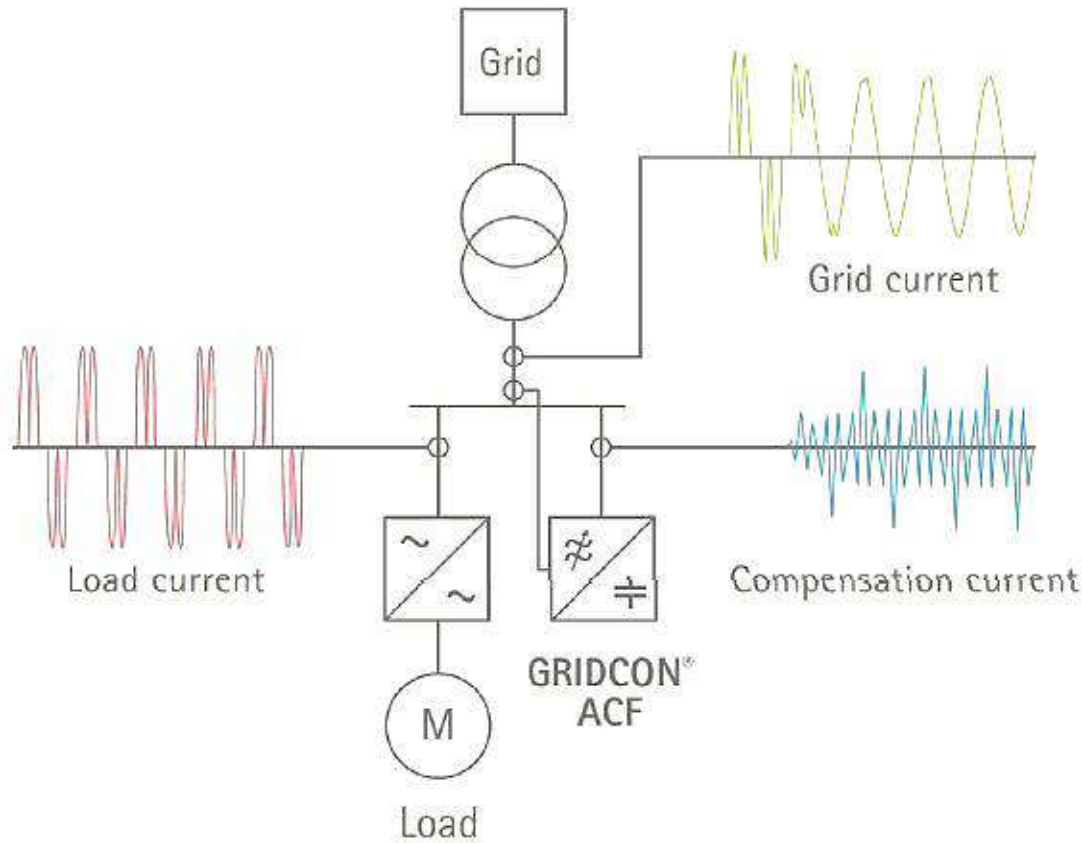
- ✓ *Влияние внешних условий, такие как окисление, износ, температура, приводят к расстройке фильтров случайным образом.*
- ✓ *В некоторых случаях наличие даже небольшой составляющей постоянного тока и гармонического тока может вызвать насыщение индуктивностей фильтра.*
- ✓ *Для подключения и отключения пассивных фильтров требуется специальное коммутирующее устройство, чтобы избежать коммутационных переходных процессов.*
- ✓ *В некоторых случаях заземленная нейтраль соединенных в звезду конденсаторных батарей может вызвать усиление токов третьей гармоники.*
- ✓ *В пассивных фильтрах требуются специальные защитные и контрольно-измерительные устройства.*

Активные фильтры гармоник (АФГ)

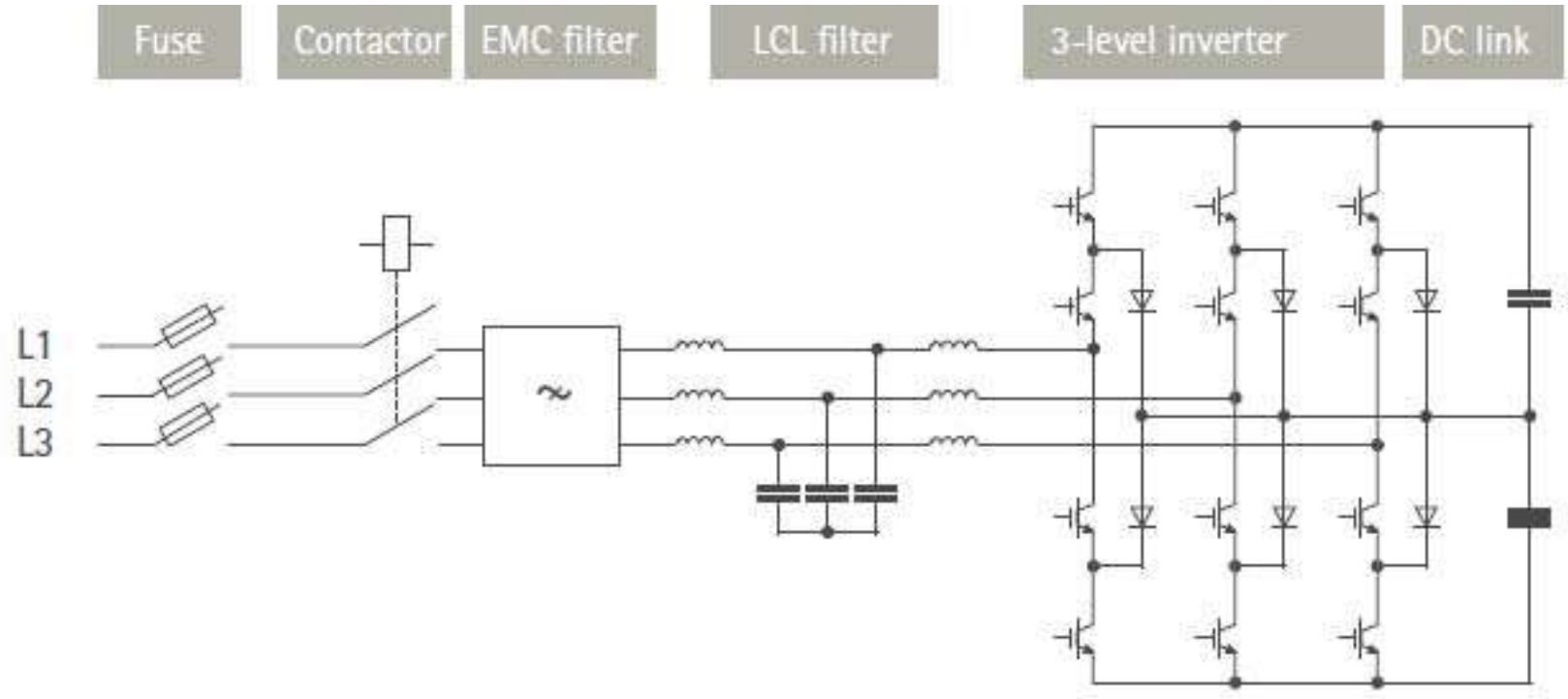
Активные устройства подавления гармоник (Активные фильтры гармоник АФГ) – это устройства на базе высокопроизводительного микропроцессора, анализирующего гармонический состав тока нагрузки и посредством силовых полупроводниковых модулей уменьшающие уровень искажений посредством активной инжекции гармонического сигнала в противофазу основным гармоникам нагрузки.



Активные фильтры гармоник (АФГ)



Активные фильтры гармоник (АФГ)



Активные фильтры гармоник (АФГ)

Основные исполнения устройств подавления гармоник GRIDCON ACF :



4x125
Ампер

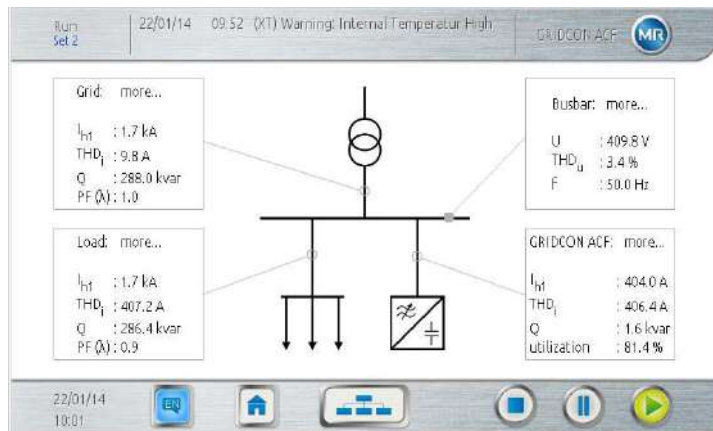


«Компакт»
5x60 Ампер

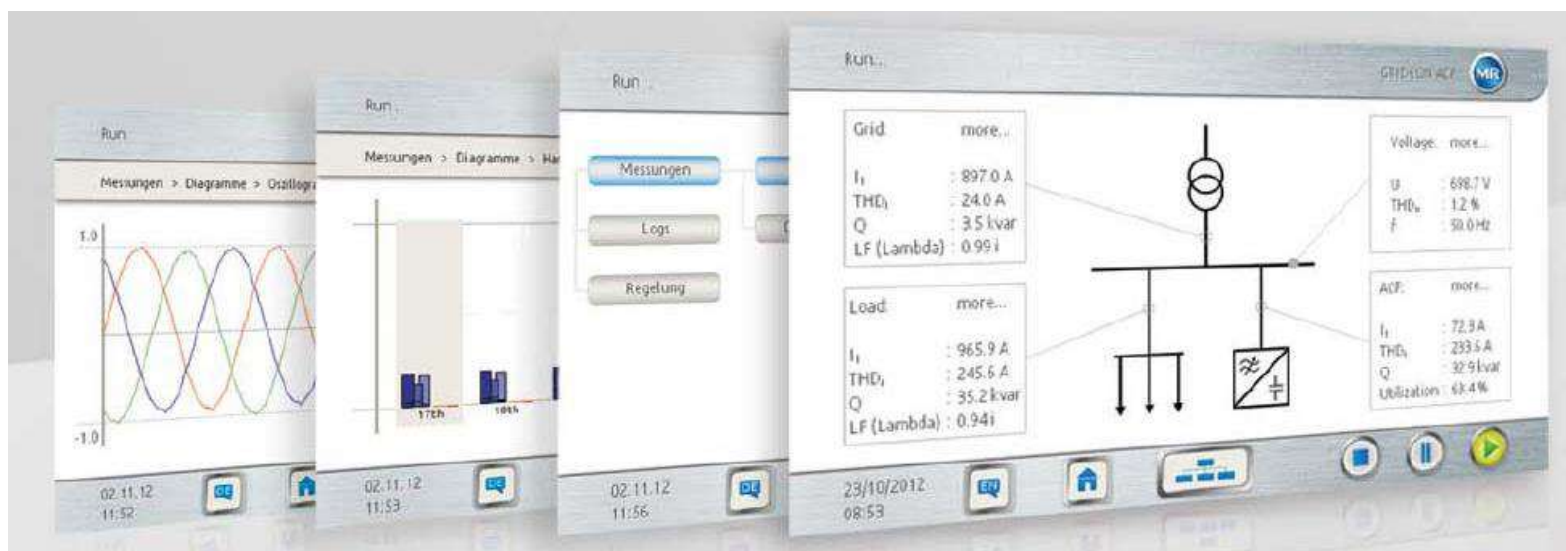


«Настенный»
1x60 Ампер

Активные фильтры гармоник (АФГ)

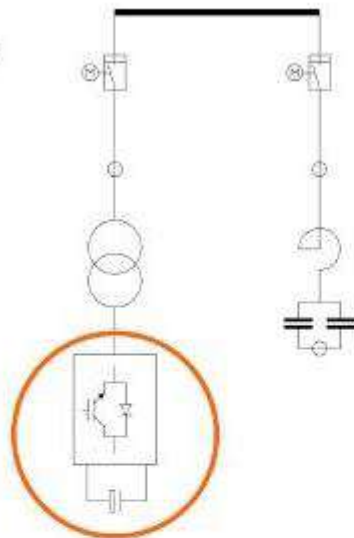


Панель управления позволяет просматривать основные параметры работы фильтра и измеряемые величины, а также настраивать необходимые функции.

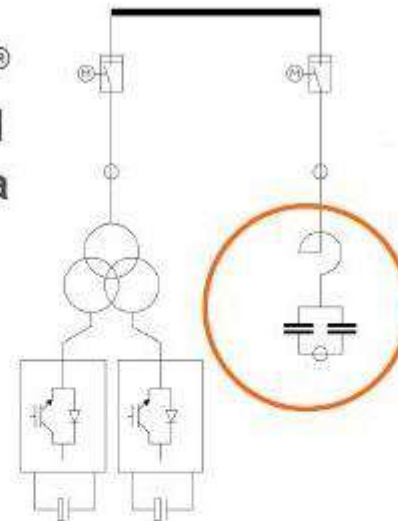


Активные фильтры гармоник в сети среднего напряжения (Статком)

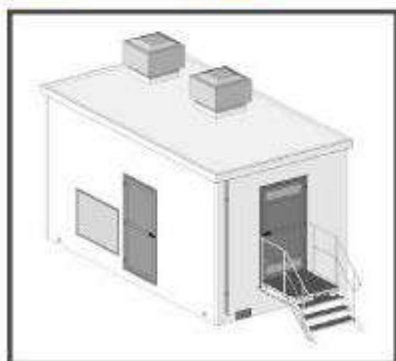
GRIDCON® AcF



GRIDCON®
STATCOM
 $Q < \pm 6 \text{ Mva}$



Специальный блок пассивного фильтра



Активные фильтры гармоник (АФГ)

Активный фильтр гармоник является универсальным адаптивным интеллектуальным устройством.

- ❖ Помимо компенсации токов гармоник устройства активного подавления гармоник (АФГ) могут выполнять функцию динамической пофазной компенсации реактивной мощности. Также при необходимости данные устройства способны частично устранить перекос тока нагрузки.*
- ❖ Для реализации вспомогательных функций (компенсации и устранения перекоса) необходимы дополнительные мощности устройства АФГ, рассчитываемые отдельно.*
- ❖ Устройство управления активного фильтра позволяет гибко настраивать и подстраивать параметры АФГ под требуемые задачи, распределяя ресурсы для наиболее эффективной работы.*
- ❖ Модульная конструкция позволяет оперативно наращивать мощность устройства, добавляя в «шкаф» доп. модули.*
- ❖ При необходимости можно исключать из массива модули нуждающиеся в обслуживании (или заменять) без остановки остальной части устройства.*

Наши клиенты



ТяжПромИнжиниринг



Спасибо за внимание!