

# Сверхбыстрые, без переходного процесса Системы Компенсации Реактивной Энергии

## ЭКВАЛАЙЗЕР

Система работающая без переходного процесса в масштабе реального времени.

Используется для компенсации реактивной энергии за один цикл электросети (за 5-20 мсек) для быстроменяющихся нагрузок.

## АКТИВАЕР

Система работающая без переходного процесса.

Используется для компенсации реактивной энергии любых нагрузок за 3-4 сек.

## Возможные конфигурации систем

- **Базисная система** включает реакторы (индукторы) для ограничения бросков тока.
- **Detuned (несогласованная) система** включает реакторы для избежания резонанса с трансформатором, а также для фильтрации до 50% от 5-ой гармоники.
- **Tuned (настроенная) система** индивидуально разработанная для полной фильтрации 5-ой и 7-ой гармоник.

## ОСОБЕННОСТИ

- Переключение конденсаторных групп без переходного процесса с использованием электронных элементов переключения.
- Фильтрация гармоник.
- Точный контроль за коэффициентом мощности, даже в присутствии гармоник.
- Понижение температурного режима конденсаторов и индукторов благодаря уникальной особенности включения конденсаторных батарей.
- Встроенный 3-х фазный анализатор сети, измеряющий все сетевые параметры, включая гармоники.
- Уникальные возможности автоматического контроля за работой системы и отчета о состоянии электросети.

## ПРЕИМУЩЕСТВА

- ü Сберегает Электроэнергию.
- ü Уменьшает расходы на эксплуатацию и содержание электросети.
- ü Не наносит ущерба чувствительному электронному оборудованию на предприятии.
- ü Резко увеличенная продолжительность жизни элементов переключения и конденсаторов.

Единственное различие между Эквалайзером . и Активаером - это разница во времени полного сбора данных: от **5 - 20 миллисекунд** для Эквалайзера. по сравнению с 3 - 4 секундами для Активаера. Поэтому Эквалайзер предлагает две дополнительные выгоды:

- моментальная компенсация реактивной энергии в сети;
- сглаживает падения напряжения или мигания в случае резко меняющихся нагрузок, например точечная сварка или запуск электродвигателей;

- повышенная производительность для таких локальных энергосистем как дизель генераторы и ветряные генераторы.

## **АКТИВАЕР**

**Активаер** – это современная электроннопереключающая система компенсации реактивной энергии, разработанная с целью замены электромеханического оборудования, используемого в системах коррекции коэффициента мощности.

Отключение и подключение конденсаторов к сети и от неё происходит в моменты когда ток равен нулю. Это гладкое подключение предотвращает переходные процессы, обычно создаваемые в системах коррекции коэффициента мощности с электромеханическим переключением.

Полная компенсация реактивной энергии происходит за 3-4 секунды, что гораздо быстрее обычных электромеханических систем.

Электронные переключатели не изнашиваются и не повреждаются в процессе переключения и конденсаторы не подвергаются вредному воздействию переходного процесса. Эти преимущества вносят свой вклад в продолжительность жизни элементов переключения и всей системы в целом по сравнению с системами с электромеханическими переключателями.

Коэффициент мощности точно контролируется системой с обратной связью и измерительным анализатором, который учитывает все три фазы и воздействие гармоник (от 1 к 63).

Активаер снабжен уникальной системой сканирования групп конденсаторов (равномерное использование всех групп конденсаторов) предотвращая конденсаторы от чрезмерной амортизации и продлевая срок их службы, ограничивая воздействие тока выше номинального и перегревания конденсаторов, как следствие действия гармоник в распределительной сети.

Элементы переключения могут выполнить неограниченное число переключений. Подключение одной группы конденсаторов происходит синхронно с отключением другой. Эта операция выполняется каждые несколько секунд и приводит в действие все группы конденсаторов поочередно, как результат - сокращается средняя величина тока на каждом конденсаторе.

Сканирование вместе с уникальным дизайном реакторов (включены последовательно к группам конденсаторов) уменьшают температурный режим системы и защищают шкаф от перегрева. В системах коррекции коэффициента мощности с электромеханическими переключателями происходит постоянное уменьшение ёмкости конденсаторов из-за повреждения прокладок конденсаторов при переходных процессах в момент подключения и отключения групп. Уменьшение ёмкости конденсаторов в несогласованных (Detuned) электромеханических системах может опасно повлиять на работу системы, где изменение в соотношении между ёмкостью конденсаторов и индуктивностью реакторов смещает резонансную частоту, что может привести к появлению резонанса между электромеханической системой компенсации и трансформатором. Активаер предотвращает условия возникновения резонанса.

### **Контролер –**

это полноценный измерительный прибор, с графическим жидкокристаллическим (LCD) дисплеем, который измеряет все параметры каждого цикла (20 мсек) сети.

### **Программное Обеспечение POWERIQ и Анализ (опция)**

POWER IQ отображает состояние системы, а также результаты измерений на многочисленных экранах в среде MS Windows.

## **ЭКВАЛАЙЗЕР**

**Эквалайзер** – это сверхбыстрая (работающая в реальном масштабе времени) система компенсации реактивной энергии. Используется для компенсации реактивной энергии за один цикл электросети (за 5-20 мсек) для быстроменяющихся нагрузок.

### **Правильная компенсация при использовании Эквалайзера**

Верхний график показывает, как Эквалайзер корректирует реактивный ток быстроменяющейся нагрузки за 14 циклов сети. Обычное время для полной компенсации реактивной энергии меньше одного цикла и общий ток значительно сокращается.

### **Неблагоприятные эффекты медленно реагирующих систем**

Нижний график показывает неправильную коррекцию, где время реакции на подключение одной группы – 3 цикла, а полное время, требуемое для подключения четырех групп – 12 циклов. Из-за задержки в компенсации ток частично уменьшается и из-за соответствующей задержки в отключении конденсаторов имеется лишний остаточный ток. Общий эффект медленной электромеханической системы на ток негативный, т.к. средняя величина тока сети увеличивается вместо уменьшения. Это усиливает мигание напряжения из-за неправильной компенсации.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Большие и быстрые изменения реактивной энергии обычно возникают в случаях точечной сварки и пуске двигателей. Эквалайзер уменьшает негативное воздействие этих нагрузок, в результате улучшая качество электроэнергии и емкость всей энергосистемы.

### **Точечная сварка**

Сварочные машины – это нагрузки, которые работают в режиме всплесков тока и генерируют большое количество реактивной энергии. В результате провалы напряжения ухудшают качество сварки и могут повлиять на продуктивность предприятия. А также эти нагрузки вызывают мигание напряжения, которое часто превышает диапазоны рекомендованные IEEE, и влияют на продолжительность срока эксплуатации других нагрузок на предприятии (осветительные лампы, электронное оборудование и т.д.)

Быстрые системы компенсации реактивной энергии имеют следующие преимущества:

- улучшают качество сварки,
- повышают продуктивность производственного процесса
- устраняют мигания напряжения,
- уменьшают капиталовложения в распределительную энергосеть путем лучшей утилизации существующих инфраструктур.

Верхний и средней графики демонстрируют, как Эквалайзер предотвращает падения напряжения и мигания, одновременно уменьшает общий ток и компенсирует реактивную энергию.

Нижний график показывает ток на электродах сварочного аппарата (автомобильная промышленность). Одно из условий качественной сварки - это устойчивый ток величиной, порядка 11,000 А. Без Эквалайзера колебания тока достигают +/-800А. С Эквалайзером изменения тока в пределах +/-200А, Стабильный ток существенно улучшает качество сварки. Большой ток может повредить электроды, так же, как и свариваемых частей. Недостаточный ток ухудшает качество сварки.

## **Централизованная компенсация пусковых токов мощных двигателей**

Мощные индуктивные двигатели, при прямом подключении в сеть потребляют большой ток в момент пуска (в шесть раз больше, чем при работе в установившемся режиме). Однако, если электросеть слабая, большой ток ведет к существенному падению напряжения, которое не только мешает другим потребителям, но и уменьшает начальный крутящий момент самого источника проблемы и увеличивает время его включения.

Эквалайзер отслеживает реактивный ток, компенсирует его за один цикл и обеспечивает следующее:

- защищает распределительную сеть от перегрузок и падений напряжения, вызванных большим мгновенным потреблением реактивной энергии,
- обеспечивает централизованный запуск всех нагрузок, избегая использование индивидуальных пусковых устройств, требующихся для защиты распределительной сети и от падений напряжения,
- позволяет прямое подключение двигателей к сети, чтобы приобрести максимальный крутящий момент при старте. Эта особенность уникальна для системы Эквалайзер, внедрение которой, уменьшают ток, потребляемый двигателем с пусковыми устройствами всех типов, уменьшая, таким образом, пусковые крутящие моменты..

## **КОНТРОЛЕР**

Контролер основан на быстром процессоре (DSP) и VLSI компоненте. Он включает графический жидкокристаллический (LCD) дисплей, аналоговую и цифровую плату, цепи управления электронных переключателей и цепи связи.

### **Спецификация**

Размер LCD дисплея: 94x76 мм

Разрешение LCD дисплея: графический, 160x128 пикселей

Тип LCD дисплея: FSTN, LED с подсветкой

Источник питания: 115 или 230V, 50/60Hz

Частота: 45 до 65Hz

Потребление мощности: 10VA

Температура работы: -20 до +55C

Девять аналоговых каналов: Три канала тока для сети  
Два канала тока для Эквалайзера  
Четыре канала напряжения

Интерфейс связи :RS 485/422

Протокол связи : ELCOM (протокол Elspec), ModBus/RTV

Сигнализация: без напряжения N.O./N.C. (нормально-открытые или закрытые контакты реле), макс 2A @250VAC

Класс защиты : IP 40

Размеры : 144x144x138 мм.

Вес : 1,4 кг.

Температура хранения : -25C до +70C

Электромагнитная совместимость: EN 50081-2, EN 50082-2, EN 55011, EN 61000-4-2/3/4/5, EN 50204, ENV 50141

Безопасность : EN 61010-1, EN 60439-1, UL 508

## **POWER IQ - ИЗМЕРЕНИЯ и АНАЛИЗ**

Это программное обеспечение отображает состояние системы, также как и результаты измерений на многочисленных экранах, работающее в среде MS Windows. Все параметры электросети, включая гармоники до 63-ей, могут быть записаны с предопределенными интервалами. Продолжительность записей ограничивается только размером жесткого диска компьютера. Программное обеспечение может быть установлено на запись измеряемых параметров электросети по предопределённым триггерам (измеряемый параметр принимает определенное значение, например падение напряжения ниже определённой величины и/или всплеск тока выше определённого значения). Система записывает событие с предопределённой частотой до и после срабатывания триггера на протяжении определённого интервала времени. Программное обеспечение имеет Intranet и Internet поддержку.

## **МОДУЛЬ КОНДЕНСАТОРОВ/РЕАКТОРОВ**

Эквалайзер включает реакторы, последовательно соединённые с конденсаторными группами,

### **Реакторы**

Используемые реакторы имеют высокую точность в соответствии с их указанной номинальной величиной. Реакторы собраны на многослойном железном сердечнике с низкими потерями на гистерезис, с точно контролируемыми воздушными зазорами и медной обмоткой, имеет изоляцию класса Н (180°С). Системы без реакторов (tuned-настроенных или detuned-несогласованных) оборудованы ограничительными реакторами, для ограничения бросков тока, которые могут появляться на конденсаторах в момент включения. Это позволяет избежать нанесения ущерба переключающим элементам, предохранителям и конденсаторам.

Detuned-несогласованные реакторы предотвращают резонанс путем смещения резонансной частоты конденсаторов ниже первой доминирующей гармоники (обычно 5-ая гармоника).

Tuned-согласованный реактор проектируется по заказу (для поглощения 5-ой и 7-ой гармоник).

### **Конденсаторы**

Используются конденсаторы с низкими потерями (0,25W/kVAr) типа МКР в цилиндрическом алюминиевом кожухе. МКР конденсатор – это конденсатор с металлизированной полипропиленовой прокладкой, самовосстанавливающийся и с предохранителем от перегрузок.

Конденсаторы для электросетей с напряжениями 400V и 480V имеют номинальное напряжение 440V +10% и 525V +10% соответственно, что позволяет выдержать гармоники и броски напряжения. Конденсаторы подключаются в момент, когда ток равен 0 и работают в режиме сканирования, чтобы уменьшить влияние перегрузок и температуру, а также продлить срок эксплуатации (статистически продолжительность эксплуатации более 10 лет).

### **Модуль переключения**

Модуль переключения включает в себя электронные элементы переключения, которые обеспечивают надежную, высокоскоростную, без переходных процессов работу. Каждый модуль может переключать до трёх групп конденсаторов, используя 2-х фазные электронные переключатели на каждую 3-х фазную группу конденсаторов.

# ТЕОРИЯ ГАРМОНИК

## Вступление

Электростанции генерируют почти абсолютно синусоидальное напряжение. Гармоники создаются нелинейными нагрузками, такими, как приводы изменения скорости для электродвигателей, мощными выпрямителями, преобразователями, которые имеют нелинейную форму потребления электроэнергии и изменяют синусоидальную форму напряжения.

Гармоники – это синусоидальные составляющие всей волны с частотами кратными (2,3,4,5 ...) основной (фундаментальной) составляющей.

Частоты гармоник генерируемых нагрузкой могут быть представлены следующим образом:

$$F_n = F_0 (P \times N \pm 1)$$

Где

$F_0$  - фундаментальная частота

$P$  - число выпрямительных/переключающих элементов

$N$  - целое число 1,2,3, ...

Например: для 6-ти импульсного выпрямителя ( $P=6$ ) -  $F_n = 5, 7, 11, 13, 17 \dots$

## Проблема

В случае, когда реактивная энергия в сети компенсируется с помощью конденсаторов, есть частота, на которой конденсаторы и часть распределительной сети со стороны трансформатора, попадают в параллельный резонанс (высокий импеданс контура).

Если резонансная частота контура конденсатор – трансформатор близка к гармонике вызванной одной из нагрузок, ток этой гармоники может циркулировать между трансформатором и конденсаторами. Это вызывает высокое напряжение в линии и ток на конденсаторе может превысить номинальное значение более чем в 2 или 3 раза от его величины.

## Решение

Резонанс может возникнуть на любой частоте, хотя в большинстве случаев источники синусоидального тока существуют на 5-ой, 7-ой, 11-ой и 13 гармониках.

Специально спроектированный реактор последовательно соединенный с конденсатором предотвращает резонанс путем смещения резонансной частоты контура конденсатор - трансформатор ниже 1-ой доминирующей гармоники (обычно 5-ая гармоника).

# СПЕЦИФИКАЦИЯ

## Дизайн

- стальной шкаф
- покрывающая оболочка: серое эпоксидное напыление (RAL 7032)
- внутренние части: нержавеющие, алюминиевые.
- номинальное напряжение: 400V/50Hz и 480V/60Hz. По желанию заказчика могут быть предложены другие напряжения
- выходная мощность: см. в таблице, другие мощности по заказу
- конденсаторы: с низкими потерями, самовостанавливающиеся - IEC 831-1/2
- температура окружающей среды : +40°C максимальная на короткое время
- +35°C средняя в 24 часа
- +20°C среднегодовая
- -10°C нижний предел
- класс защиты: IP 20

## Стандарты

Электромагнитная совместимость : EN50081-2, EN50082-2, EN 55011, EN 61000-4-4/3/4/5, EN 50204, ENV 50141

Стандарты безопасности : EN61010-1, EN50439-1, UL508

Стандартные системы без автоматического выключателя (рубильника)

Один шкаф 80x60x210см (ширина-глубина-высота) для 3-х групп конденсаторов

Один двух дверный шкаф 100x60x210см для 4-х групп конденсаторов

Два шкафа 160x60x210 см для 6-и групп конденсаторов

Три шкафа 240x60x210 см для 9-и групп конденсаторов

Четыре шкафа 320x60x210 см для 12-и групп конденсаторов

Нестандартные системы с автоматическим выключением или автоматическим прерывателем нагрузки или без подключения электрошин

Один шкаф

Один двух дверный шкаф

Механическая структура и габариты больших систем могут быть определены заказчиком