

Описание блока
энергосбережения
и повышения
качества
электроэнергии
www.fiainter.com



Содержание

1	Введение	3
2	Описание блока энергосбережения и повышения качества электроэнергии	5
2.1	Корректировка коэффициента мощности	5
2.2	Балансировка фаз	6
2.3	Коэффициент гармонических искажений	7
2.4	Сглаживание последствий переходных процессов	8
2.5	Компенсация провалов напряжения (фликера)	9
2.6	Защита от молнии	10
2.7	Функциональные возможности БЭПК.....	11
2.8	Технический обзор	12
2.9	Блок - схема подключения БЭПК.....	13
2.10	Заземление	15
2.11	Гарантия.....	15
3	Технические характеристики	<u>16</u>

1 Введение

Качество электроэнергии является одним из ключевых показателей. В зависимости от типов нагрузки в системах и качества, обеспечиваемого поставщиком электроэнергии, пользователи сталкиваются с одной из перечисленных ниже проблем (или их комбинаций).

- **Гармонические искажения.** Даже при гарантированном качестве поставляемой энергии и отсутствии искажений, последние могут возникать в процессе потребления энергии и обусловлены характером нагрузки – импульсные источники питания (например, в персональных компьютерах), двигатели переменного тока и люминесцентное освещение. В последние годы данные устройства появились в большом количестве, как на предприятиях, так и жилых домах и коттеджах. Гармонические искажения могут явиться причиной перегрева в обмотках моторов, а также снижение к.п.д. систем. Кроме того, наличие гармоник снижает коэффициент мощности, что обусловлено повышением доли реактивной энергии, которая не может быть использована нагрузкой.
- **Неравномерная загрузка фаз.** В трехфазных системах сложно добиться равномерной загрузки всех фаз, поэтому зачастую одна (или две) фаза оказывается нагруженной больше остальных. Например, данная ситуация возникает при подключении однофазных розеток и осветительных приборов на одну из фаз трехфазной системы, вызывая повышенную загрузку данной фазы относительно остальных. Следствием является снижение общего к.п.д. системы.
- **Максимальный пусковой ток.** Для большинства электрических устройств пусковой ток (ток запуска) превышает номинальный. Хотя этот процесс является кратковременным, он может послужить причиной увеличения стоимости электроэнергии для предприятия. В зависимости от используемого тарифа предприятие энергоснабжения может взимать месячную плату не по номинальной, а по максимальной потребляемой мощности. Превышение может составить до 30% месячной стоимости электроэнергии.
- **Кратковременное падение напряжения.** В системах электропитания возможно снижение напряжения относительно номинального значения. Это приводит к тому, что моторы и другие устройства потребляют ток, превышающий номинальное значение, что может послужить причиной их выхода из строя и снижения к.п.д.
- **Снижение коэффициента мощности.** Коэффициент мощности представляет отношение активной мощности к полной. Наличие в системе нагрузок с реактивным характером (моторы, насосы, отопительные приборы, вентиляция и кондиционеры) приводит к увеличению реактивной мощности и снижению коэффициента мощности. Поскольку реактивная мощность нагрузкой не потребляется (происходит обмен энергией между источником и потребителем), происходит снижение эффективности системы.

В зависимости от конкретной системы устранение описанных выше проблем может сэкономить 10 – 40% энергии в зависимости от степени проявления каждого из негативных факторов. На практике разработано большое количество технических решений по борьбе с перечисленными проблемами, основным недостатком является то, что, как правило, каждое из устройств предназначено для решения одной из перечисленных проблем.

Блок энергосбережения и повышения качества электроэнергии (БЭПК) обеспечивает комплексное решение перечисленных выше проблем, одной из которых является корректировка коэффициента мощности. Настоящий документ содержит информацию о принципах функционирования БЭПК, при этом основное внимание уделяется экономии электроэнергии.

БЭПК прошел независимые испытания в университетах США (Wilkes University, Lehigh University) Московском государственном институте электронной техники (Национальный исследовательский университет РФ).

2 Описание блока энергосбережения и повышения качества электроэнергии

БЭПК сконструирован и разработан для снижения влияния перечисленных выше негативных факторов. БЭПК является уникальным решением, обеспечиваемая функциональность не имеет аналогов в индустрии.

БЭПК реализует 5 функций в едином блоке:

- Корректировка коэффициента мощности
- Фильтрация гармоник
- Балансировка фаз
- Ограничение максимального пускового тока
- Компенсация кратковременного падения напряжения
- Молниезащита

Улучшение качества электроэнергии с использованием БЭПК обеспечивают ряд преимуществ, в числе которых:

- Максимальное сокращение типичных потерь в системе
- Повышение коэффициента полезного действия энергетической системы
- Снижение расходов на техническое обслуживание оборудования
- Повышение надежности
- Обеспечение возможности наращивания количества питаемых устройств

2.1 *Корректировка коэффициента мощности*

В резистивных цепях (в которых отсутствуют индуктивности и емкости) ток и напряжение совпадают по фазе, и вся энергия, вырабатываемая источником, потребляется нагрузкой. Среднее за период значение энергии, передаваемой в нагрузку, называется активной мощностью (P).

При наличии в цепи индуктивностей или емкостей энергия ими не потребляется: энергия накапливается в магнитном (для индуктивности) или электрическом (для емкости) поле и возвращается в источник. Таким образом, происходит непрерывный обмен энергией между источником и нагрузкой. Активная мощность в этом случае равна нулю, источник характеризуется реактивной мощностью (Q). Индуктивности и емкости представляют собой реактивную нагрузку.

В цепях, содержащих активные и реактивные элементы, присутствует как активная, так и реактивная мощности. Полная мощность $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

Коэффициент мощности определяется как $P/S = P/\sqrt{P^2 + Q^2}$. Очевидно, что его значения лежат в интервале от 0 (чисто реактивная нагрузка) до 1 (чисто активная нагрузка). Физически этот параметр определяет, какая часть полной мощности потребляется нагрузкой.

Мощность пропорциональна квадрату тока, при этом полезная работа и передача энергии в нагрузку осуществляется за счет активной мощности. Наличие реактивной составляющей приводит к увеличению тока нагрузки и, как следствие, – снижению общего к.п.д. системы, перегреву обмоток электродвигателей, насыщению сердечников трансформаторов и прочим негативным последствиям.

Корректировка коэффициента мощности заключается в снижении реактивной составляющей и увеличении коэффициента до значений, близких к 1. Корректировка может осуществляться как с целью повышения качества электроэнергии (повышение к.п.д. системы, снижение токов нагрузки и т.п.) так и снижения стоимости потребляемой электроэнергии. Особое значения повышение коэффициента мощности имеет для систем передачи электроэнергии (снижение потерь).

БЭПК обеспечивает автоматическую компенсацию реактивной составляющей формированием дополнительной нагрузки противоположного характера (емкостного для активно-индуктивной нагрузки и индуктивного для активно-емкостной нагрузки) для линейных нагрузок, а также активную фильтрацию гармоник – для нелинейных нагрузок. Это обеспечивает корректировку коэффициента мощности и его повышения вплоть до 0,99.

Корректировка коэффициента мощности обеспечивает снижение дополнительных платежей за низкий коэффициент мощности, уменьшает бесполезно растрчиваемую энергию и увеличивает к.п.д.

2.2 Балансировка фаз

Трёхфазная система представляет собой совокупность трех электрических цепей переменного тока, в которых действуют три переменных напряжения одинаковой частоты, сдвинутых по фазе друг относительно друга на 120° . В зависимости от соединения обмоток генератора и нагрузки (треугольник / звезда) система содержит 3 или 4 провода. Нейтральный провод (при соединении звездой) соединяет нейтральные точки генератора и нагрузки, что позволяет уменьшить взаимное влияние режимов работы фаз и обеспечивает возможность подключения однофазной нагрузки. Поскольку к каждой фазе подключаются различные нагрузки (которые зачастую имеют динамический характер), нагрузку фаз никогда не удастся полностью сбалансировать, т.е. фазы будут нагружены не равномерно. При этом перекося фаз может быть значительным, достигая 50 (и более) %. Кроме того, степень разбалансировки может изменяться в зависимости от длины фидера.

Есть ряд причин, которые обуславливают необходимость балансировки фаз. Одной из них является повышение общего к.п.д. трехфазной системы. Выравнивание токов нагрузки и снижения тока наиболее загруженной фазы осуществляется за счет увеличения нагрузки менее загруженных фаз. Это позволяет увеличить общую нагрузку системы без увеличения согласованной установленной мощности и изменения конструкции фидера.

В качестве второго момента отметим, что улучшение балансировки снижает потери на фидере, поскольку уменьшение тока любой из перегруженных фаз снижает потери пропорционально квадрату тока. Например, при сопротивлении фидера в 1 Ом и исходных несбалансированных токах нагрузки 50А/100А/150А потери будут составлять 35 кВт. После балансировки токов 100А/100А/100А потери снизятся до 30 кВт. Еще более значительным этот эффект проявляется для реактивной мощности, поскольку отношение X/R (реактивного сопротивления к активному) для большинства фидеров превышает 1.

Балансировка фаз также улучшает питающие напряжения путем выравнивания напряжений по каждой фазе вдоль фидера. Это позволяет обеспечить резерв мощности для обеспечения дополнительных потребностей нагрузки (например, пусковых токов).

Обычно подключение нагрузки осуществляется таким образом, чтобы все фазы были нагружены равномерно. Теоретически можно предположить, что такая система является сбалансированной. Однако, на практике нагрузки зачастую носят динамический характер, но даже для статических нагрузок потребление электроэнергии носит неравномерный характер (по дням недели, месяцам). БЭПК обеспечивает динамическую балансировку при любом характере нагрузок в фазах за счет уникальных компонент – итеративного трансформатора и системы управления. Блок осуществляет постоянный мониторинг каждой из фаз нагрузки, автоматически выравнивая балансировку в соответствии с изменяющимся режимом работы нагрузки.

2.3 Коэффициент гармонических искажений

Гармонические искажения представляют собой отклонение временной зависимости питающего напряжения от идеальной синусоиды. Это может быть обусловлено подключением нагрузки (нелинейных, импульсных и т.п.) к питающей сети. Основными негативными эффектами являются:

- Повышение токов нагрузки, как результат – перегрев обмоток двигателей, насыщение сердечников трансформаторов и индуктивностей, увеличение потребляемой энергии и т.п.
- Перегрузка нейтрального провода
- Наличие высокочастотных составляющих

Например, импульсный источник питания, которые используются в компьютерах, телевизорах, ноутбуках, на первом этапе преобразует переменное напряжение в постоянное с помощью выпрямительного моста или другой аналогичной схемы. Выходное напряжение формируется из промежуточного постоянного напряжения. Проблема заключается в том, что выпрямитель представляет собой нелинейное устройство, поэтому входной ток будет содержать гармонические составляющие. Это представляет серьезную проблему для энергетических компаний, поскольку они не могут компенсировать гармоники путем добавления конденсаторов и катушек индуктивности.

Во многих странах установлены требования по предельно-допустимым значениям коэффициента мощности, начиная с определенного уровня потребляемой мощности. Стандартный подход к корректировке коэффициента мощности с помощью емкостных блоков усиливает эти гармоники до не приемлемых значений. Допустимый уровень гармоник определяется стандартами. Количественной мерой уровня гармоник является коэффициент гармоник, значение которого обычно составляет ~5%.

Используемые в БЭПК уникальные технологии корректировки коэффициента мощности и фильтрации гармоник позволяют снизить коэффициент искажений ниже уровня в 5% (как правило). Это обеспечивает снижение затрат на энергию, повышение общего к.п.д. системы, а также снижение температуры обмоток питаемых двигателей и оборудования, увеличить срок полезного использования машин и оборудования, снизить затраты на их обслуживание.

2.4 Сглаживание последствий переходных процессов

Переходные процессы, имеющие своим результатом кратковременные превышения (обычно, в течение несколько миллисекунд) напряжениями и токами своих номинальных значений, могут быть обусловлены внешними и/или внутренними причинами. В качестве таких причин могут выступать разряд молния, переключения на питающих подстанциях, переключения на нагрузках (близ лежащих производствах, двигателях с изменяющейся скоростью вращения и проч.). Изменения напряжения в результате переходных процессов могут достигать от нескольких вольт до десятков киловольт, при этом скачки тока могут достигать 10 кА. На практике до 80% изменений напряжения в результате переходных процессов обусловлены переключениями на нагрузке (т.е. оборудования, питаемого от электрической сети – включение и выключение копировальной техники, систем кондиционирования воздуха и т.п.). Это может иметь следующие негативные последствия:

- **Преждевременный выход оборудования из строя**
- **Потеря данных и перезагрузка системы**
- **Выход из строя контроллеров с программируемой логикой**
- **Потери в результате простоя, в том числе благоприятны возможностей**
- **Перегорание элементов на печатных платах**
- **Частое перегорание ламп освещения и стартеров люминесцентных ламп**
- **Замена обмоток двигателей вследствие пробоя изоляции**
- **Отказ источников бесперебойного питания**

В состав БЭПК включены элементы для подавления перенапряжений, которые в сочетании с передовой системой управления энергией эффективно компенсирует скачки напряжений и токов, обусловленных переходными процессами. Это обеспечивает защиту всех видов электротехнического оборудования, увеличить срок службы оборудования, обеспечивая экономию на его обслуживании и исключая потери, обусловленные простоями в результате неисправности оборудования, а также способствует повышению общей надежности системы электроснабжения.

2.5 Компенсация провалов напряжения (фликера)

Провалы напряжения обусловлены резким увеличением токов нагрузки (например, при коротком замыкании или неисправности двигателей включения электрических обогревателей) или резким увеличением внутреннего сопротивления источника (обычно вызвано плохим контактом). Как правило, провалы напряжения проявляются на коротком промежутке времени. Пики напряжений в большинстве случаев происходят из-за резкого уменьшения тока нагрузки в цепях с отсутствием или неисправным регулятором напряжения, альтернативный источник – отсутствие или повреждение нейтрального провода.

Провалы напряжения могут возникнуть вследствие проблем с питающей сетью, однако, в большинстве случаев они обусловлены причинами, связанными с нагрузкой. Например, характерной причиной в жилых помещениях является включение электромоторов холодильников и кондиционеров.

Провалы напряжения являются наиболее распространенными возмущениями в электрических сетях. В промышленном секторе возможно несколько провалов напряжения в год, обусловленных проблемами с питающими сетями, и гораздо чаще по причинам, связанным с функционированием питаемых устройств.

Различные типы электрических устройств по-разному реагируют на перепады питающего напряжения. Для некоторых из устройств это может оказаться критическим, для других – не сказывается вовсе или в незначительной степени. Например:

- Для резистивных нагрузок (лампы накаливания, отопительные приборы и т.п.) освещенность / количество выделяемого тепла зависят от питающего напряжения. Например, при снижении напряжения в лампах накаливания уменьшается эмиссия нити и освещенность падает. Однако, это не приводит к выходу лампы из строя. Напротив, перенапряжение приводит к возрастанию освещенности и может явиться причиной сокращения срока службы лампы.
- Для коммутируемых электродвигателей (также называемых универсальными двигателями) падение напряжения может привести к снижению скорости вращения. Это не причинит вреда двигателю непосредственно, но может отрицательно сказаться на нагрузке двигателя.

- Ток, протекающий в асинхронных двигателях переменного тока, может существенно возрасти в связи с падением напряжения, что может привести к перегреву и повреждению изоляции в обмотках двигателя.
- Для линейных источников питания (состоящих из трансформатора и диодов) результатом будет снижение выходного напряжения (напряжения питания для нагрузки). В телевизорах с ЭЛТ визуально это проявляется в том, что изображение на экране сокращается в размерах и становится тусклым и нечетким. В зависимости от конструкции падение напряжения может привести к увеличению тока и, как результат, к его перегреву.
- В зависимости от конструкции и наличия устройств компенсации провалы / пики напряжений могут незначительно влиять на источники питания. Однако в этом случае функционирование устройство существенно зависит от его конструкции, а при выходе напряжения за рамки рабочего диапазона может привести к полному выходу из строя основного устройства.

Падения напряжения могут не иметь столь критических последствий для питаемого оборудования как всплески напряжений, которые являются источниками большого числа потенциальных проблем. БЭПК использует систему управления энергией и управляемые ей емкостные накопители для компенсации падений напряжения, возникающих в конкретной системе.

2.6 Защита от молнии

От попадания молнии застраховаться невозможно, она может ударить в любом месте – будь то Северный и Южный полюса. Наиболее сильные грозы бывают в районах с высоким удельным сопротивлением земли, которое увеличивает возможность удара молнии. В отсутствие молниезащиты объектам, в которые попадает молния, а также функционирующем на нем оборудовании может быть причинен большой ущерб.

Каждый год тысячи строений и других объектов разрушаются или повреждаются в результате удара молнии. По России данные отсутствуют, в США материальный ущерб за год превышает четверть миллиарда долларов. Молния является одним из немногих явлений природы, последствия от которых можно предотвратить с помощью технических средств. В электрических системах почти 20% перенапряжений обусловлены внешними источниками (прямыми или косвенными), к числу которых относятся молнии. Перенапряжения, вызванных молнией, могут иметь следующие негативные последствия:

- Выход оборудования из строя
- Внезапное отключение оборудования
- Повреждение печатных плат
- Выход из строя ламп и стартеров люминесцентных ламп
- Замена обмоток двигателя
- Отказ источников бесперебойного питания
- Высокая стоимость замены и/или ремонта оборудования
- Прямые потери и упущенные возможности бизнеса в результате длительного нарушения функционирования оборудования

Молния является не только потенциальным источником проблем, но наносит значительный ущерб в жилом, коммерческом и промышленном секторах. БЭПК электрические системы эффективной защитой от катастрофических последствий. Обеспечивая эффективное сглаживание перенапряжений, являющихся следствием переходных процессов в системах, БЭПК направляет молнию в землю, препятствуя ее воздействию на нагрузку.

В состав БЭПК входят компоненты компенсации перенапряжений, которые в сочетании с уникальной системой управления энергией обеспечивают подавление высоких напряжений, обусловленных разрядом молнии. Это качество позволяет обеспечить эффективную защиту всего электрического оборудования и предотвращение экономических потерь в следствии простоев вышедшего из строя оборудования.

2.7 Функциональные возможности БЭПК

Существенное снижение энергопотребления обеспечивается совместной реализацией в рамках одного устройства совокупности указанных функций, а не каждой из функций по отдельности.

Табл. 1. Ключевые функции БЭПК

	Характеристика	Описание	Преимущества для потребителя
1.	Модуль управления с итеративным трансформатором ¹	Равномерно распределяет нагрузку, обеспечивает увеличение коэффициента мощности тем самым повышая процент используемой мощности питающей сети	Снижает потребление электроэнергии (минимум на 11%)
2.	Молниезащита / защита от перенапряжения	Обеспечивает защиту всего строения от молнии и ограничение перенапряжений	Отсутствует необходимость закупки устройств защиты для индивидуального оборудования
3.	Снижение гармонических искажений	Запатентованная технология активной фильтрации гармоник	Улучшает электромагнитную совместимость питающей сети и нагрузки
4.	Коррекция коэффициента мощности	Средства снижения реактивной мощности	Обеспечивает снижение реактивной мощности, увеличение процента используемой энергии и снижение тока нагрузки для обеспечения требуемой мощности
5.	Балансировка фаз	Обеспечивает равномерную загрузку по каждой из фаз	Обеспечивает экономию электроэнергии

¹ Патент США

БЭПК представляет собой электронное устройство без движущихся частей и микропроцессоров, управляющих его работой. Уникальные преимущества обеспечиваются итеративным управляющим трансформатором. Это устройство взаимодействует со всеми другими устройствами БЭПК, обеспечивая существенную экономию электроэнергии.

2.8 Технический обзор

Основное подключение БЭПК осуществляется к основному или вспомогательному щиту со стороны нагрузки через дополнительный предохранитель. Остальные соединения включают нейтральный провод и, по крайней мере, одну качественную систему заземления.

Между основной и нейтральной линиями включаются следующие компоненты:

- По крайней мере, один конденсатор на входе
- По крайней мере, одно дугогасительное устройство
- Ограничитель скачков напряжения для подавления нежелательных скачков мощности
- Индуктивность / трансформатор
- По крайней мере, один резистор с переменным сопротивлением (варистор) на основе окиси металла
- Второй каскад конденсаторов
- Третий каскад конденсаторов, соединенных звездой
- Ограничительная цепь
- Ограничитель скачков напряжения

Данные компоненты могут быть размещены для работы в качестве однофазного устройства. Можно сдублировать компоненты и создать два комплекта для подключения к двум фазам. Можно так же создать три подключаемых компонента для работы в качестве трехфазного устройства, которое включает, по крайней мере, один резистор с предопределенным сопротивлением.

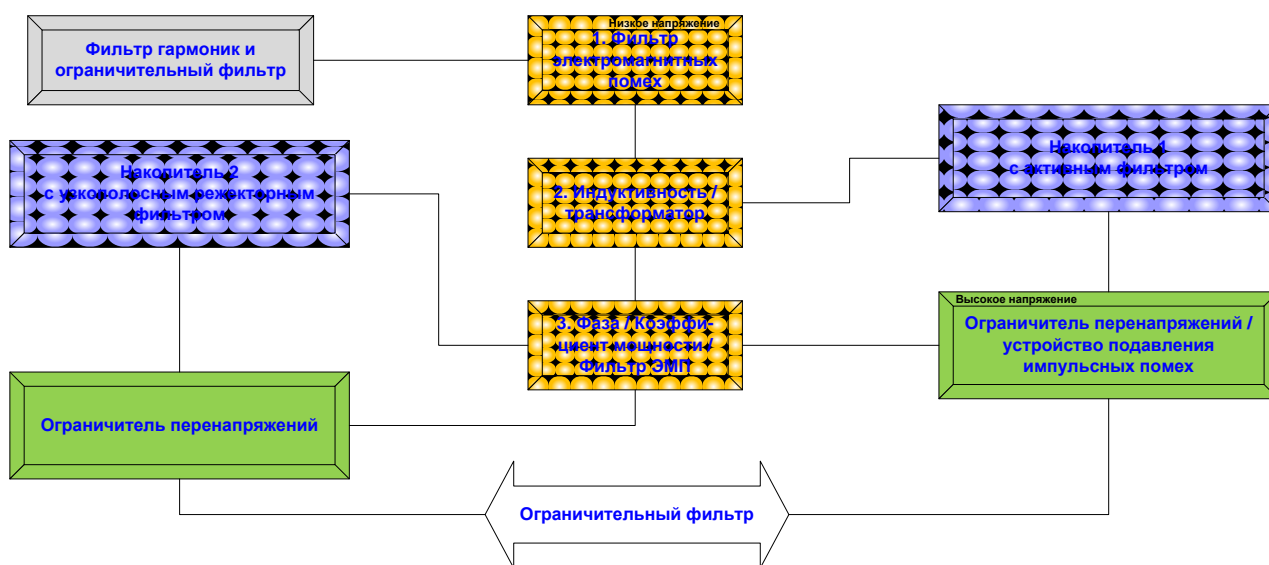
БЭПК также включает двойной итеративный трансформатор, который состоит из двух круглых магнитных сердечников со встречно намотанными обмотками. *Итеративный трансформатор* означает, что трансформатор действует как двойной дроссель или фиксатор и способен в течение миллисекунд одновременно решать несколько энергетических задач путем выполнения корректировок с последующими корректировками результатов, полученными при предыдущих корректировках. Другими словами, расположение указанных компонентов в БЭПК и специализированные трансформаторы обеспечивают средства и возможности для корректировки возникающих дефектов качества электроэнергии. Кроме того, предлагаемые системы, устройства и итеративные трансформаторы функционируют в широком диапазоне частот от 30 до 100 Гц. БЭПК может устанавливаться в различных вариантах с большим количеством различных типов нагрузки, при этом механизм взаимодействия будет зависеть от типа нагрузки.

2.9 Блок - схема подключения БЭПК

БЭПК подключается через дополнительный предохранитель со стороны нагрузки к основному или вспомогательному щиту. При таком подключении БЭПК размещается параллельно основной нагрузке. Если в пределах сооружения имеется несколько щитов или трансформаторов, требуется, чтобы БЭПК соответствующей мощности располагался на каждом щите или на выходе трансформатора со стороны нагрузки. БЭПК не подключается к нагрузке через трансформатор. БЭПК должен быть подключен к нейтральному проводу, а также к качественной системе заземления, предпочтительно иметь для этой цели выделенное заземление. Необходимо следовать национальным и региональным правилам и стандартам по эксплуатации электроустановок.

Основой функционирования БЭПК представляет собой наименьший резистивный элемент в электрической системе, для которой он устанавливается. В результате чего, вся активная мощность посредством БЭПК передается в нагрузку. Таким образом, устраняется необходимость подключения автономного БЭПК на каждую нагрузку в общей системе. Будучи подключенным к главному щиту или следом за трансформатором, БЭПК (в состав которого могут входить несколько модулей) способен обеспечить высокое качество электроэнергии для целого сооружения.

На следующем рисунке представлена блок-схема БЭПК.



Модули итеративных управляющих трансформаторов на рисунке представлены индуктивностью (2).

Данная индуктивность подключена к Накопителю 1, который представляет собой магазин конденсаторов небольшой емкости (C1). Накопитель 1 обеспечивает ограничение перенапряжения и фильтрацию гармоник.

Итеративный трансформатор также позволяет снизить реактивную мощность, а следовательно, и долю энергии, запасаемой в магнитном поле индуктивностей и электрическом поле конденсаторов и возвращаемых в питаемую сеть (данная энергия в нагрузку не передается). В результате увеличивается доля полезной энергии, передаваемой в нагрузку (в качестве дополнительного эффекта таким образом снижается значение тока нагрузки).

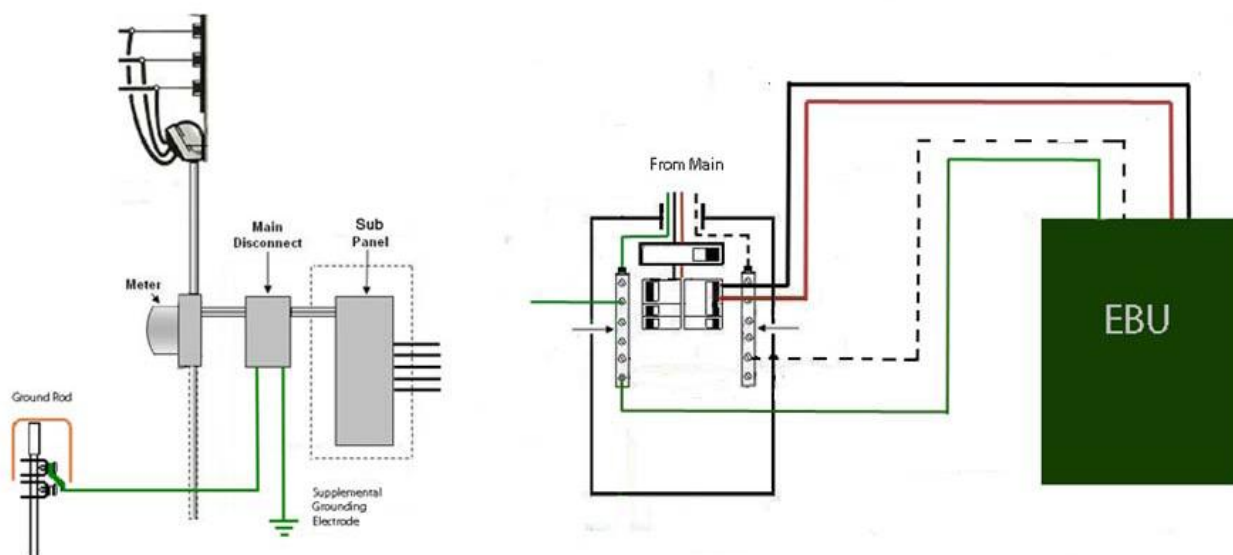
Итеративный управляющий трансформатор совместно с Накопителем 1 обеспечивают падение напряжения для Накопителя 2, который представляет собой магазин конденсаторов большей емкости (С2). Накопитель 2 действует как фильтр электромагнитных помех, однако, функцию сглаживания пиков напряжений в основном осуществляется настройкой узкополосного режекторного фильтра в блоке 2.

Последний блок (3) предназначен для корректировки коэффициента мощности во взаимосвязи с другими блоками. Снижение напряжения, обусловленное итеративным управляющим трансформатором, соединенного параллельно с Накопителем 1, позволяет уменьшить размер и количество конденсаторов, требуемых для корректировки коэффициента мощности для всего сооружения. Кроме того, это ограничивает гармоники и перенапряжения (являющиеся результатом переходных процессов), которые негативно могут сказаться на магазине конденсаторов большой емкости (Накопитель 2).

Итеративный управляющий трансформатор также действует в качестве схемы ограничения уровня при пусковых процессах. Например, если основной прерыватель будет выключен, после чего сразу же включен, все загрузки в пределах сооружения останутся в рабочем состоянии. БЭПК ограничит пик пускового тока в соответствии с требованиями нагрузками за счет использования энергии, запасенной в электрическом поле конденсаторов (блок 3).

2.10 Заземление

- Провода заземления должны быть изолированы. Длина должна составлять 2,5 метра. Материал – медь или другой коррозиестойкий материал или металлический стержень.
- Сечение проводов заземления должно быть не меньше 8,5 мм².
- Провода заземления должны быть как можно короче, по возможности прямыми и защищенными от физических повреждений.
- Производитель БЭПК в значительной мере зависит от правильного заземления!



2.11 Гарантия экономии электроэнергии

Производитель гарантирует, что БЭПК уменьшит потребление электроэнергии как минимум на 11%.

Конфигурация документа

Атрибут документа	Атрибут/Document field	Значение атрибута/Field value
Компания	Company	Green Energy
Клиент	Client	
Категория документа	Category	
Название документа:	Title	Блок энергосбережения и повышения качества электроэнергии
Предмет документа	Subject	Техническое описание
Автор документа	Author	Пожидаев А.А.
Документ проверил	Checked by	
Статус документа:	Status	В дополнении
Версия документа:	Version	1.2
Назначение документа	Purpose	Для представления Заказчику
Число страниц	Pages	15
Имя файла:	File name	Тех. описание СЭБ_ver 1.2.doc

www.fiainter.com

E-mail: fiausa@mail.ru