

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **034398**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.02.04

(21) Номер заявки
201790903

(22) Дата подачи заявки
2015.10.22

(51) Int. Cl. **H02J 3/18** (2006.01)
H02H 3/02 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)

(54) ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

(31) 14/521,971

(32) 2014.10.23

(33) US

(43) 2017.10.31

(86) PCT/CA2015/051069

(87) WO 2016/061687 2016.04.28

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
РОЗЕНДАЛЬ ГЛЕНН КЕНТОН (CA)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) US-B2-7804280

Pal, Yash, A. Swarup, and Bhim Singh. "A review of compensating type custom power devices for power quality improvement." Power System Technology and IEEE Power India Conference, 2008. POWERCON 2008. Joint International Conference on. IEEE, 2008; pages 4-5

Palensky et al., "Demand Side Management: Demand Response, Intelligent Energy Systems, and Smart Loads", IEEE transactions on industrial informatics, Vol. 7, No. 3, August 2011; page 384

Kanchev et al., "Energy Management and Operational Planning of a Microgrid With a PV-Based Active Generator for Smart Grid Applications", IEEE transactions on industrial electronics, Vol. 58, No. 10, October 2011; fig. 1, pages 4584-4585

(57) Улучшенное управление сетью передачи электрической мощности получают посредством предоставления в каждом из домовладений потребителей устройства управления нагрузкой, которое включает в себя систему корректировки мощности для применения емкостной нагрузки и/или коммутируемого реактора для корректировки напряжения по входному напряжению и систему датчиков, определенную парой измерительных устройств, одно на подаче и второе ниже по потоку от корректировки напряжения, для обнаружения изменений в коэффициенте мощности. Система управления функционирует, чтобы управлять системой корректировки мощности в ответ на изменения, обнаруженные посредством системы датчиков, и обмениваться данными между устройством управления нагрузкой и системой управления сетью с тем, чтобы обеспечивать двухстороннюю интерактивную систему.

B1

034398

034398 B1

Это изобретение относится к сети передачи электрической мощности, предназначенной, чтобы компенсировать коэффициент мощности, который возникает вследствие реактивных нагрузок на сеть, и к устройству управления нагрузкой, которое должно быть использовано в домовладении потребителя в сети.

Уровень техники

Наиболее сложными проблемами, с которыми системы энергоснабжения сталкиваются сегодня, являются: управление коэффициентом мощности, дисбаланс нагрузки трансформатора, нелинейные нагрузки в дополнение к дисбалансу трансформатора и введение разрушительных гармонических токов в систему. Все эти проблемы ослабляют эффективность и устойчивость системы подачи электрической мощности, в некоторых случаях свыше 40% мощности теряется на маршруте до потребителя.

Компенсация системы энергоснабжения в настоящее время выполняется сверху вниз, оборудование коррективы высокого напряжения и высокой мощности устанавливается в распределительных подстанциях. Это может включать в себя группы статических или переключаемых конденсаторов и/или коммутируемые реакторы для коррективы коэффициента мощности или напряжения, универсальные контроллеры потока мощности, чтобы балансировать нагрузки и управлять напряжениями на шине. Эти устройства могут устранять некоторые из проблем, но затраты являются значительными, а решения являются далекими от оптимальных. Они требуют больших инвестиций в проектирование, специальное оборудование, инфраструктуру для монтажа оборудования, имеют низкую отказоустойчивость и требуют технического обслуживания.

Сущность изобретения

Согласно изобретению предоставляется устройство управления нагрузкой для использования в сети передачи электрической мощности, включающей в себя множество домовладений потребителей для приема электрической мощности, каждое включает в себя множество пользовательских устройств в цепи электроснабжения, по меньшей мере, некоторые из которых вызывают колебания коэффициента мощности, когда работают, и линии передачи, подающие электрическую мощность, с каждым из домовладений потребителей, имеющим ответвление от одной из линий передачи к вводу электроснабжения, устройство управления нагрузкой размещено для соединения с соответствующим одним из вводов электроснабжения для управления мощностью, подаваемой от ввода электроснабжения к пользовательским устройствам по цепи электроснабжения, причем устройство управления нагрузкой содержит

систему датчиков для обнаружения изменений в коэффициенте мощности, вызванных пользовательскими устройствами;

систему коррективы мощности для приложения емкостной нагрузки к мощности, подаваемой посредством ответвления от распределительной линии к домовладению потребителя;

систему управления для управления системой коррективы мощности в ответ на обнаруженные изменения.

Предпочтительно система датчиков содержит измерительное устройство, формирующее данные, относящиеся к стандартным истинным среднеквадратичным значениям напряжения, тока и активной мощности. Эти значения могут затем быть использованы системой управления, чтобы вычислять коэффициент мощности, чтобы формировать значение требуемой емкостной нагрузки для улучшения коэффициента мощности.

Коэффициент мощности может, когда возможно, быть улучшен до максимального коэффициента мощности, равного единице, таким образом, что только активная мощность протекает в системе. Однако в некоторых случаях необходимо прикладывать нагрузку, которая обеспечивает улучшение без достижения теоретически оптимальной ситуации. Либо система находится при максимальной компенсации, либо система конфигурируется, чтобы улучшать дисбаланс трансформатора.

Дисбаланс трансформатора является результатом несимметричной нагрузки каждой фазы типичной трехфазной системы. Компенсируя емкостную нагрузку каждой фазы независимо, могут быть выполнены улучшения в дисбалансе трансформатора. В то время как менее оптимальное решение как для коэффициента мощности, так и для дисбаланса нагрузки будет приводить в результате к использованию только компенсации конденсатора, общая эффективность работы может быть лучшим решением с доступными ресурсами. Настоящее изобретение в своей простейшей форме является пассивной емкостной компенсацией только для одной фазы. Более значительное управление дисбалансом нагрузки может быть выполнено с помощью добавления компонентов реактивной компенсации и многофазной реализации управления, когда дисбалансы токов могут быть перенаправлены в пределах управления, чтобы балансировать фазные токи. Эти улучшения включают в себя сложность и затраты. Добавление распределенного солнечного/ветрового генерирования может помочь при проблемах дисбаланса, снабжая этой мощностью сильно нагруженные фазы.

В некоторых случаях система может быть использована, чтобы корректировать форму волны электроснабжения, чтобы устранять искажения, вызванные шумом, улучшая качество электрической мощности. Такой шум может возникать от многих различных пользовательских устройств, которые не обеспечивают линейное потребление электрической мощности. Для того, чтобы делать поправку на шум и, таким образом, лучше балансировать форму волны электроснабжения, система датчиков формирует данные, относящиеся к FFT-спектрам формы волны электроснабжения. Система управления затем исполь-

зует данные из FFT-анализа, чтобы предоставлять корректирующий сигнал с частотой, значительно больше частоты формы волны электроснабжения. Т.е. система датчиков может быть использована из этого анализа, чтобы формировать данные, относящиеся к суммарному коэффициенту гармонических искажений (THD).

Опорная форма волны тока является синфазной с волной напряжения и является синусоидальной. Сигнал ошибки формируется из результатов из FFT-спектров тока нагрузки. Фундаментальные частотные составляющие тока устраняются, поскольку компенсация не является необходимой. Все другие частотные составляющие уменьшают качество электрической мощности и формируют сигнал ошибки. Опорный сигнал минус сигнал ошибки предоставляет корректирующие импульсы системе управления коэффициентом активной мощности (APFC). APFC придает входящему току форму синусоидальных волн, устраняющих шум электрической мощности и улучшающих качество электрической мощности.

APFC формирует постоянный ток (DC), чтобы заряжать локальный конденсатор до высокого напряжения. Эта энергия может быть повторно инвертирована обратно в систему с помощью инвертирующего усилителя мощности, выпущена, или может быть другой источник энергии для локальных солнечных/ветровых генерирующих систем. Должно быть упомянуто, что эта система ничего не делает для качества электрической мощности в домовладениях. Качество электрической мощности улучшается, если смотреть со стороны системы, и ограничивает влияние шума на соседние домовладения. Настоящее изобретение может быть использовано, чтобы уменьшать шум проблемных нагрузок в домовладениях, таких как приводы с переменной скоростью в промышленных установках. Причем система управления устанавливается, чтобы наблюдать и компенсировать конкретную нагрузку или группу нагрузок.

Предпочтительно система датчиков содержит первое измерительное устройство, формирующее данные на ответвлении от распределительной линии, и второе измерительное устройство, формирующее данные ниже по потоку от системы корректировки мощности. Оба измерительных устройства предоставляют одинаковые параметры, полученные от электроснабжения, так что данные могут быть сравнены. Например, система управления может быть использована, чтобы сравнивать выходные данные от второго измерительного устройства с выходными данными от первого измерительного устройства, чтобы определять уровень улучшения в коэффициенте мощности, полученном посредством системы корректировки мощности. Это сравнение предоставляет функцию самоучета, когда уровень происходящего улучшения в коэффициенте мощности может наблюдаться. Это значение может быть использовано, если требуется, в вычислении возмещения потребителю за это улучшение и может быть использовано, чтобы наблюдать за множеством домовладений на конкретной линии передачи, где и как улучшения выполняются на уровне домовладений, которые могут быть сравнены с улучшениями, обнаруженными на макроуровне в соответствующем трансформаторе. Т.е. устройство управления нагрузкой выполняется с возможностью передавать с помощью системы связи данные, относящиеся к улучшению, системе управления сетью. Кроме того, устройство управления нагрузкой может быть выполнено с возможностью передавать данные, относящиеся к активной мощности, системе управления сетью. Оно предоставляет данные системе управления сетью о работе системы и домовладения, предоставляя возможность более хорошего управления сетью на конечном этапе подачи электрической мощности.

Типично система корректировки мощности содержит группы статических или переключаемых конденсаторов. Эти группы могут включаться и выключаться, когда требуется системой управления, чтобы предоставлять значение емкостной нагрузки, чтобы управлять коэффициентом мощности. Например, может быть применена бинарная система, использующая число n конденсаторов, каждый удваивает значение предыдущего, чтобы предоставлять вплоть до 2^n различных значений для точного управления емкостной нагрузкой. Более тонкое управление коэффициентом мощности может быть достигнуто с помощью коммутирующего реактора параллельно с группой конденсаторов. Регулируя угол насыщения на реакторе, идеальная разрешающая способность тока может быть достигнута от его максимального номинального тока до нуля. Это предоставляет возможность системе очень точно отслеживать коэффициент мощности.

В дополнение к управлению емкостной нагрузкой также возможно в некоторых случаях предусматривать в системе корректировки мощности систему управления коэффициентом активной мощности (APFC). Это известная конфигурация, которая может переключаться с высокой скоростью, чтобы отфильтровывать шум и полный коэффициент гармонических искажений, обнаруженные посредством FFT-анализа. Переключатель, который может быть задействован с высокой скоростью множество раз в каждом цикле, соединяет вход и выход цепи индуктора, который, следовательно, изменяет потребляемый ток на входе таким образом, чтобы сглаживать эффекты, создаваемые шумом от пользовательских устройств. Переключатель, таким образом, срабатывает в ответ на сигнал ошибки, полученный из FFT-анализа формы волны электроснабжения для корректировки тока. Эта система потребляет энергию из системы, которая может быть отведена с помощью резистора, быть другим источником энергии для локального солнечного/ветрового генерирования или быть источником для локального инвертора мощности. В идеальном случае она должна быть связана с локальным солнечным/ветровым генератором, поскольку эти системы уже имеют встроенный инвертор мощности, экономящий затраты на установку. Расходование этой энергии через отводящий резистор целесообразно, только если потери минимальны и

не служат основанием для дополнительных затрат инвертора мощности.

Кроме того, устройство управления нагрузкой может включать в себя систему для отсоединения от цепи электроснабжения в пользовательском домовладении некоторых из пользовательских устройств для снижения нагрузки. Это типично выполняется посредством включения одного или более ответвительных кабелей цепи, чтобы отсоединять объекты с высокой нагрузкой, такие как нагревательные и охлаждающие системы.

Система управления может также быть программируемой, чтобы изменять реакцию на изменения, обнаруживаемые системой датчиков. Т.е. система управления может использовать адаптивный интеллект, чтобы изменять выходной сигнал, управляющий системой корректировки мощности, в ответ на обнаруженные изменения в зависимости от различных обстоятельств. Такое изменение выходного сигнала может использовать время дня, или входное напряжение, или коэффициент мощности в качестве параметров в программировании. Система работает, чтобы поддерживать коэффициент мощности или напряжения в точке или взвешенной комбинации нескольких параметров, чтобы удовлетворять требуемому условию.

Кроме того, система управления может быть программируемой посредством данных, принимаемых посредством системы связи от системы управления сетью. Т.е. система управления сетью может связываться с отдельными системами управления устройств управления нагрузкой, инструкции которых зависят от состояния сети, которое обнаруживается в головном узле сети. Эта инструкция может быть управлением компонентами, в частности системой корректировки мощности, способом, отличным от способа, который будет использован системой в отсутствие информации от системы управления сетью. Таким образом, напряжения и снижение нагрузки могут управляться центральным образом посредством инструкций из сети. Таким образом, может быть установлена интерактивная система связи, где система связи функционирует двухсторонним образом, чтобы предоставлять информацию системе управления сетью и принимать инструкции, получаемые из сети либо в результате этой информации, либо из других данных, полученных традиционным способом из сети.

Типично протокол связи не настраивается, чтобы требовать высокоскоростную передачу сложных инструкций в реальном времени множеству потребительских домовладений, а вместо этого система типично будет адаптивной, чтобы формировать программирование по времени, которое изменяется в ответ на обнаруженные данные. Таким образом, центральная система управления сетью может сообщать программы устройствам управления нагрузкой со временем, которые реализуются на основе реального времени в зависимости от данных, обнаруженных локально. Однако технологии высокоскоростной связи могут быть использованы, чтобы управлять системой в реальном времени. Система связи может быть настроена, чтобы периодически предоставлять синхронизирующий импульс устройствам управления на периферии. Это предоставляет возможность системе делать глобальный моментальный снимок показателей по всей системе, предоставляющий возможность лучше отслеживать электропитание и достигать стабильности системы.

Как хорошо известно, напряжение на линии передачи может изменяться в зависимости от расстояния от головного узла, а также известно, что напряжение может управляться посредством реактивных нагрузок, в частности емкостных нагрузок, применяемых к линии передачи в различных позициях на линии.

Используя это знание, система управления во всех или некоторых из отдельных домовладений может быть задействована, чтобы изменять напряжение на соответствующем ответвлении от распределительной линии в ответ на данные, предоставляемые или сообщаемые системой управления сетью. Т.е. локальная система управления может быть использована, чтобы добавлять емкостную нагрузку или снижать нагрузки в ответ на данные от системы управления сетью. Таким образом, неустойчивость в сети может быть обнаружена рано посредством данных от локальных устройств управления нагрузкой и может лучше управляться посредством функционирования локальных устройств управления нагрузкой, чтобы предпринимать шаги для улучшения проблем устойчивости. Например, профиль напряжения на линии передачи может управляться таким образом. Система управления сетью может размещать системы управления индивидуальных домовладений, чтобы реагировать на системные события для того, чтобы поддерживать устойчивость. Подобно системе круиз-контроля настраивается напряжение и включаются или выключаются нагрузки, чтобы сохранять показатель напряжения постоянным. Этот способ имеет результирующий эффект выравнивания шкалы напряжения на линии передачи, так что суммарное падение напряжения между концами линии уменьшается.

Системы подачи электрической мощности начинают применять трансформаторы переменного напряжения, чтобы управлять суммарным использованием мощности систем во время пиковых периодов. Понижая напряжение системы, нагрузки получают меньше тока, что означает, что доставляется меньшая общая мощность, создающая большинство доступных ресурсов. КПД трансформаторов переменного напряжения увеличиваются посредством функциональной возможности конфигурации в данном документе минимизировать суммарное падение распределительной линии, таким образом, предоставляя возможность более значительных падений напряжения, в то же время все еще поддерживая допуски номинального напряжения в каждом домовладении.

Сеть в данном документе также может быть использована для управления системой электроснабжения, такой как солнечная энергия, накопленная в аккумуляторных батареях, в домовладении потребителя для добавления мощности к мощности в домовладении. Т.е. система управления может быть выполнена с возможностью управлять группами конденсаторов, снижением какой-либо нагрузки и какой-либо мощностью, добавляемой посредством системы электроснабжения в ответ на обнаруженные изменения. Локальные изменения могут быть использованы вместе с данными, сообщенными от системы управления сетью, чтобы управлять этими компонентами, чтобы лучше управлять сетью.

Согласно второму аспекту изобретения предоставляется устройство управления нагрузкой для использования в индивидуальном потребительском домовладении сети передачи электрической мощности, содержащей множество потребительских домовладений для приема электрической мощности, каждое включает в себя множество пользовательских устройств в цепи электроснабжения, по меньшей мере, некоторые из которых вызывают изменения коэффициента мощности, когда работают; линии передачи, подающие электрическую мощность; и систему управления сетью для управления подачей электрической мощности по линиям передачи, где каждое из потребительских домовладений имеет ответвление от одной из линий передачи к вводу электроснабжения;

устройство управления мощностью размещено для соединения с соответствующим одним из вводов электроснабжения для управления мощностью, подаваемой от ввода электроснабжения к пользовательским устройствам в цепи электроснабжения,

устройство управления нагрузкой содержит

систему датчиков для обнаружения изменений в коэффициенте мощности, вызванных пользовательскими устройствами;

систему корректировки мощности для приложения емкостной нагрузки к мощности, подаваемой посредством ответвления от распределительной линии к домовладению потребителя;

систему управления для управления системой корректировки мощности в ответ на обнаруженные изменения

и систему связи для связи между устройством управления нагрузкой и системой управления сетью.

Устройство управления нагрузкой может быть выполнено с возможностью предоставлять любой один или более из вышеизложенных отличительных признаков сети.

Конфигурация, которая описана в данном документе, следовательно, использует подход снизу-вверх к компенсации и наблюдению за системой подачи электрической мощности. Вместо одной большой установки многие тысячи небольших блоков распределяются по системе, идеально в индивидуальных потребителях электрической мощности или нагрузках. Точка компенсации нагрузки (PLC) - это оптимальное размещение, чтобы минимизировать потери и максимизировать устойчивость системы. Несколько конструктивных факторов способствуют резкому уменьшению затрат по сравнению с решениями сверху-вниз.

Проектирование компенсирующего оборудования для низковольтной стороны уменьшает стоимость компонентов, увеличивает надежность и доступность компонентов. Затраты на установку являются минимальными с помощью хорошо установившихся моделей из телекоммуникационной промышленности.

Типичные расстояния от подстанции до нагрузки равны многим километрам, и компенсация сверху-вниз имеет ограниченное воздействие на эти линии передачи. Установка компенсирующего оборудования ближе к нагрузкам и более тонкая разрешающая способность компенсации уменьшают потери даже более того и увеличивают устойчивость и гибкость системы.

Размещение этих устройств в точке нагрузки дает начало обычной сети связи, напряжениям системы подачи электрической мощности, токам и самим фазовым векторам. Глобальная сеть связи предусматривается для общего управления и синхронизации системы. Но в отсутствие глобальной связи отдельные блоки работают как рефлексивный тип управления, наблюдая за значениями линии системы подачи электрической мощности и реагируя на изменения с помощью лучших практик эксплуатации. Посредством предоставления гораздо более быстрой реакции на нарушения, чем у традиционной системы, устойчивость и доступность системы повышаются. Эта сеть мониторов и компенсаторов мощности предоставляет уникальное проникновение в суть обработок каждой установки. С помощью этой информации алгоритмы самоорганизации и обучения извлекают лучшие практики эксплуатации для каждой индивидуальной системы. Эта информация может помочь почти в каждом аспекте управления системой подачи электрической мощности, включая кражу электрической мощности. Текущие тренды подталкивают к распределенной модели выработки с приходом мелкомасштабной солнечной и ветровой генерации. Распределенная модель генерации представляет множество задач текущим системам диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) на основе идеологии централизованного управления. Настоящий блок может легко интегрировать модель распределенной выработки в систему и использовать ее в качестве активных элементов в выработке электрической мощности, управлении системой и компенсации.

Одна форма настоящего изобретения включает в себя две точки измерения: одна на стороне системы и одна на стороне нагрузки. Модули компенсации мощности устанавливаются между этими двумя точками измерения. Эта уникальная схема предоставляет возможность измерения и определения количе-

ства эффектов компенсации и формирует основу для учета энергосервисного контракта. Выходные данные измерительного устройства со стороны нагрузки (и/или стороны системы) могут быть использованы в качестве обратной связи активными модулями компенсации. Это предоставляет возможность модулям сводить к нулю или уменьшать шум, создаваемый от проблематичных SMPS, CFL, LED-освещения и аналогичных нелинейных нагрузок. Выходные данные от измерительного устройства на стороне системы показывают результаты таких попыток. Каждая точка измерения способна измерять стандартные истинные среднеквадратичные значения напряжения, тока, полезной мощности так же, как точно определяет коэффициент мощности, FFT-спектры, полный коэффициент гармонических искажений (THD) и много больше. Эти измерительные устройства являются обновляемыми в условиях эксплуатации, находятся под управлением программного обеспечения, так что они могут быть запрограммированы, настроены или сфокусированы на важных аспектах данных, чтобы помочь в задачах управления или наблюдения.

Структура с двойным измерительным устройством предоставляет возможность компенсации видимых нагрузок и условий, устраняющих какую-либо возможность избыточной компенсации. И, следовательно, какую-либо возможность неустойчивости, создаваемой действиями компенсации устройства. Устройство по своему существу является устойчивым посредством конструкции и может лишь обеспечивать компенсацию или действия, которые будут улучшать устойчивость системы. Это все выполняется без необходимости связи с каким-либо другим устройством, системой управления сетью подачи электрической мощности и т.д. Это оказывает сильное воздействие на безопасность сети. Причем нарушение сети подачи электрической мощности посредством командования (потенциально миллионами) устройствами, чтобы наносить системе ущерб, невозможен.

Использование инвертора тока в качестве компенсирующего элемента резко улучшает гибкость и устойчивость настоящего изобретения. Инвертор тока измеряет инжектируемый ток и напряжение системы в качестве обратной связи, чтобы управлять величиной инжектируемого тока и позицией этого тока относительно напряжения системы. С инвертором тока или универсальным компенсатором любой пассивный элемент или сочетание (конденсатора, резистора, индуктора и отрицательного резистора) могут быть реализованы с помощью программного обеспечения, использующего эту структуру. Управление с обратной связью инжекцией тока устраняет любое резонансное взаимодействие с внешними компонентами системы, выделяющими присущую им устойчивую характеристику. Структуры строятся из полумостов с шиной(ми) DC-звена согласования с системами переменного тока (AC) или возобновляемыми источниками энергии. Инверторы тока могут быть сконструированы с помощью полумостов для согласования с любым числом AC-фаз или возобновляемых источников энергии (как показано на фиг. 5). Как минимум только один полумост требуется для согласования с возобновляемым источником энергии, таким как солнечный, ветровой или аккумулятор с шиной DC-звена. Эта структура имеет естественную модульную конструктивную топологию, где добавления к компенсатору могут быть выполнены при необходимости. Множество полумостов может быть собрано параллельно потребителю, AC-фазе или источнику энергии, чтобы увеличивать способность переноса тока и уменьшать эксплуатационный шум посредством чередования технических приемов.

Компенсация с помощью инжекции тока использует структуру с двумя измерительными устройствами с компенсацией, инжектируемой между этими двумя точками измерительных устройств. Когда электрическая мощность течет от системы в сторону потребителя, компенсирующее действие определяется посредством измерительного устройства потребителя. Инжекция корректирующих токов предоставляет возможность всей стороне потребителя выглядеть со стороны систем как резистивная нагрузка ($PF=1$). Гармоническая очистка и корректировка коэффициента мощности имеет большую пользу для системы. Запас устойчивости резко увеличивается, и системы с более старым оборудованием релейной защиты получают пользу, устраняя необнаруживаемые гармоники. Когда локальные возобновляемые источники энергии добавляются к стороне потребителя, энергия будет протекать как к системе, так и к потребительским нагрузкам. С помощью настоящей структуры с двумя измерительными устройствами и инжектированием возобновляемой энергии снова между этими двумя точками измерения поток этой энергии может быть измерен и обусловлен с помощью инвертора для инжектирования тока, используемого для компенсации.

Система действует как универсальный компенсатор, в котором структура с двойным измерительным устройством особенно полезна в этом случае, чтобы предоставлять возможность обратного потока электрической мощности. Подключение возобновляемого источника, такого как солнечные панели, ветровые генераторы и аккумуляторы, в точке компенсации между структурой с двумя измерительными устройствами использует типовой полумост. Это предоставляет возможность инвертору не только компенсировать множество VAR, но инжектировать активную мощность от этих возобновляемых источников и добавлять требуемую VAR-компенсацию для этих источников, прежде чем они инжектируются в систему. Двойное устройство измерения предоставляет возможность отслеживания этой активной мощности, количества и того, куда она доставляется, либо системе, потребителю, либо обоим. Это важное отличие от текущих доступных систем, где доставляемая мощность измеряется, но без отслеживания и VAR-компенсации. И если VAR-компенсация предусматривается, сеть связи необходима, чтобы предоставлять предписания мощности и VAR. Однако в настоящем изобретении связь не требуется для того,

чтобы устройство обеспечивало VAR-компенсацию и поддерживало устойчивость системы.

Инвертор может быть сконфигурирован как однофазный, двухфазный, трехфазный дельта или Y-подключенный инвертор, или почти любая полифазная конфигурация может быть размещена. Если компенсируется более одной фазы, инвертор может также балансировать фазные токи как часть компенсации, без внешней связи. Чистым результатом многофазного компенсатора является то, что мощность уравнивается с помощью коэффициента мощности, равно единице, и гармоники уничтожаются в системе. Эта нагрузка теперь рассматривается со стороны распределительного трансформатора как идеально сбалансированная резистивная нагрузка.

Система обеспечивает распределенную компенсацию, в которой SMPS и CFL-устройства, особенно с малым потреблением мощности, имеют тенденцию намеренно концентрировать потребляемый ток в пиках напряжения. Выброс тока является очень узким и большим по величине, напоминающим импульсную функцию. Это создает большое число сильноточных гармоник, инжектируемых в систему. Дополнительно множество устройств функционирует, чтобы увеличивать эту пиковую амплитуду независимо от производителя, и является промышленной практикой проектирования для минимальных затрат. Эти типы нагрузок могут насыщать устройства компенсации. Распределенная компенсация, описываемая в данном документе, предоставляет возможность множеству блоков на пути проводки помогать в компенсации этих нагрузок.

Причем некоторые присоединенные устройства могут требовать больше компенсации, чем доступно в точке нагрузки. Теперь все устройства на пути проводки могут способствовать этой компенсации.

Распределенная компенсация для множества VAR, гармонического искажения и активной мощности, если возобновляемый источник энергии локально доступен, может принимать форму устройств, установленных на путях проводки, чтобы компенсировать жестко смонтированные нагрузки и возобновляемые источники энергии, присоединенные к этим устройствам. Компенсаторы, встроенные в штепсельные розетки, могут заменять стандартные штепсельные розетки с добавленными признаками для снижения нагрузки и управления электропотреблением со стороны потребителя для присоединенных нагрузок.

Обмены данными между этими устройствами предоставляют возможность управления временным прекращением электропотребления и восстановлением, причем приоритетные нагрузки восстанавливаются первыми, и когда больше источников подачи электрической мощности становятся доступными, больше нагрузок восстанавливаются. Приоритеты могут быть жестко заданы по месту или цифровым идентификационным меткам, назначенным подключаемым нагрузкам, таким как холодильники, чтобы устанавливать приоритет повсюду, где они включаются в розетку. Связь строго необязательна, чтобы выполнять функции компенсации, но требуется, чтобы реализовывать приоритизированное восстановление нагрузки.

Конфигурация, раскрытая в данном документе, предоставляет следующие уникальные признаки и преимущества.

1) Структура с двойным измерительным устройством предоставляет возможность реверсирования и учета потока мощности.

2) Распределенное размещение компенсации улучшает эксплуатационную характеристику и общую эффективность.

3) Она может быть использована, чтобы устранять необходимость в PFC-схеме, которая должна быть включена в потребительские устройства, экономить затраты на производство, окружающую среду, время нахождения рынка сбыта и потребителя. Инфраструктуры сети энергоснабжения рассчитываются, по меньшей мере, на десятилетия, если не на века. Тогда как потребительские продукты имеют средний срок службы 3-5 лет. Если текущая схема устройства строится в сети энергоснабжения, она становится адаптируемой и более гибкой, уменьшая или устраняя необходимость того, чтобы такая схема была включена в потребительские устройства. Это действие может иметь значительное воздействие на общество и окружающую среду.

4) Она предоставляет возможность предоставления более полезной мощности через отдельные схемы прерывателей без срабатывания прерывателей или нарушения электротехнических правил и норм. Это может быть очень важно в более старых районах, где электрическая распределительная сеть имеет более низкие функциональные возможности. Типичные дома в этих районах имеют параметры потребления в диапазоне 40-80 А. Это может не быть достаточным током, чтобы запускать современные электроприборы, такие как кондиционеры воздуха, которые имеют низкие коэффициенты мощности. При применении настоящих способов компенсации другие 20-30% мощности станут доступными, чтобы помогать удовлетворять эти дополнительные нагрузки. Это может быть выполнено без влияния на локальную распределительную сеть неблагоприятным образом, а в действительности улучшать ее работу, устойчивость и максимизировать сбыт электрической мощности для коммунальных услуг.

Конфигурация в данном документе может принимать множество форм, включающих в себя электроцит на абонентском вводе, как описано подробно далее в данном документе. Однако она может также быть предоставлена как блок управления на отдельных путях проводки. В этой форме она может быть использована, чтобы заменять штепсельные розетки или может быть отлита в кабелях электропитания.

Конфигурация в данном документе может быть использована с системой для двухфазных потребителей. В этом случае штепсельные розетки на путях проводки с обеими фазами могут теперь выбирать, какая фаза будет использована для источника нагрузок для того, чтобы улучшать баланс фаз естественным и прозрачным способом.

Дополнительно, если SMPS-нагрузка идентифицируется в качестве нагрузки и может работать более эффективно при 240 В в противоположность 120 В, она может быть предоставлена с 240 В снова естественным и прозрачным способом. Большинство адаптеров напряжения, доступных сегодня, имеют универсальную конструкцию напряжения, которое может быть предоставлено посредством 90-260 В переменного тока и является совместимым с мировыми рынками. Недостатком является более низкое напряжение источника, более низкая общая эффективность адаптера. Причем эта новая адаптация будет предоставлять возможность этим нагрузкам работать с пиковым проектным КПД даже в окружениях с 120 В переменного тока.

Одна из наибольших проблем, с которыми сталкиваются системы энергоснабжения сегодня, заключается в том, как размещать большое число распределенных возобновляемых источников энергии близко к центрам нагрузки. В некоторых областях эти распределенные источники являются более крупными, чем подключение объединяющей линии сети систем энергоснабжения. Проблема возникает, когда система испытывает прекращение энергоснабжения. Как вы восстановите без преувеличения тысячи генераторов (распределенных возобновляемых источников энергии) и тысячи нагрузок упорядоченным и устойчивым образом? Традиционно объединяющая линия энергосистемы является наиболее мощной или единственным источником после нарушения энергоснабжения. Система перезапускается, но запускается под нагрузкой какой-либо нагрузки, которая была включена перед прекращением подачи электроэнергии. Эта нагрузка может представлять собой значительный размер нагрузки. Одна из которых в ближайшем будущем выйдет за пределы функциональных возможностей объединяющих линий энергосистемы, и в этой ситуации текущие способы не будут работать. Предлагается решение, использующее настоящее изобретение. Обнаруживая неустойчивость энергосистемы и размыкая переключатель 17 питания на входе, локальная система может быть изолирована от энергосистемы. С помощью доступных возобновляемых источников энергии и устраняя какие-либо неприоритетные нагрузки, эта изолированная система может продолжать работать. После того как соединение по объединяющей линии энергосистемы повторно устанавливается и является устойчивым, локальная система может повторно синхронизироваться с энергосистемой и восстанавливать переключатель 17, соединяя локальную с более крупной энергосистемой еще раз. Управление электропотреблением со стороны потребителя является важной функцией современного проекта системы энергоснабжения и является неотъемлемой частью решения этой наиболее трудной проблемы управления системой энергоснабжения. Настоящее изобретение может выполнять управление электропотреблением со стороны потребителя с приоритетом нагрузки. Причем наиболее важные нагрузки обслуживаются первыми, и когда становится доступно больше мощности, дополнительные нагрузки повторно инициализируются. Управление подачей электрической мощности со стороны потребителя может помочь в уменьшении числа перебоев подачи электрической мощности или отключениях отдельных потребителей вследствие дефицита мощности, устраняя неприоритетные нагрузки, когда обнаруживаются признаки слабой энергосистемы (падение напряжения, падение частоты напряжения линии подачи электрической мощности и т.д.), или инструктируется посредством сети, чтобы выполнять это.

Упорядочивание и приоритезация присоединенных нагрузок - это оказывает сильное воздействие на текущие системы энергоснабжения во время восстановления после прекращения подачи электрической мощности. С все более высокими уровнями распределенных источников выработки, ожидаемыми в системах энергоснабжения, координирование и синхронизация этого множества источников становятся все более затруднительными. Особенно в системах с доминирующими распределенными источниками, где объединяющая линия энергосистемы является слабой и не может быть использована в качестве источника синхронизации. Причем в настоящей схеме нагрузки устраняются, оставляя только нагрузки с наивысшим приоритетом, это делает сторону нагрузки слабой и предоставляет возможность объединяющей линии энергосистемы функционировать в качестве источника синхронизации для распределенных источников. Когда больше ресурсов становятся доступными, больше нагрузок в структуре приоритетов могут быть восстановлены. Опять же, это обеспечивает естественный и прозрачный способ решения очень трудной проблемы сети подачи электрической мощности. И дальнейшее может быть выполнено с небольшой связью или без связи.

Краткое описание чертежей

Один вариант осуществления изобретения теперь будет описан вместе с сопровождающими чертежами.

Фиг. 1 - это схематичная иллюстрация сети подачи электрической мощности согласно настоящему изобретению.

Фиг. 2 - это схематичная иллюстрация схемы корректировки мощности на фиг. 1.

Фиг. 3 - это схематичная иллюстрация для сети подачи электрической мощности согласно настоящему изобретению, аналогичная схематичной иллюстрации на фиг. 1, но включает в себя дополнитель-

ные признаки.

Фиг. 4 - это схематичная иллюстрация схемы корректировки мощности на фиг. 3.

Фиг. 5 - это схематичная иллюстрация полумоста, который должен быть использован в конфигурации на фиг. 3 и 4.

Фиг. 6 - это схематичная иллюстрация сети подачи электрической мощности, аналогичная схематичной иллюстрации на фиг. 1, показывающая конфигурацию, где компенсаторы встроены в штепсельные розетки.

На чертежах одинаковые символы ссылок указывают соответствующие части на разных чертежах.

Подробное описание изобретения

Сеть 10 передачи электрической мощности включает в себя источник 11 электроснабжения, как правило, в трансформаторе, питающем одну или более линий 12 передачи и управляемом посредством системы 9 управления сетью с помощью множества систем для обнаружения параметров сети и для управления различными компонентами сети, чтобы поддерживать стабильность напряжения на линиях передачи.

На линии передачи существует множество потребительских домовладений 13 для приема электрической мощности, каждое включает в себя множество пользовательских устройств 14 в цепи 15 электроснабжения. Каждое из потребительских домовладений 13 имеет ответвление 16 от линии передачи к вводному щиту 17 электроснабжения, типично включающему в себя главный переключатель для управления вводом. Типично в ответвлении предусматривается измерительное устройство для измерения использования энергии. В настоящем изобретении измерительное устройство заменяется встроенным компонентом, определяющим устройство 18 управления нагрузкой, соединенное с вводом 17 электроснабжения для управления мощностью, подаваемой с ввода электроснабжения к пользовательским устройствам в цепи 15 электроснабжения.

Каждое устройство управления нагрузкой включает в себя систему 19 датчиков для обнаружения изменений в коэффициенте мощности, вызванных пользовательскими устройствами 14, систему 20 корректировки мощности для применения корректировок нагрузки к мощности, подаваемой посредством ответвления от распределительной линии к домовладению потребителя, и систему 21 управления для управления системой корректировки мощности в ответ на обнаруженные изменения. Система 21 управления соединяется с системой 9 связи для связи между устройством 19 управления нагрузкой и системой 9 управления сетью.

Система датчиков содержит первое измерительное устройство 22 и второе измерительное устройство 23, каждое в целом известной конструкции. Каждое действует, чтобы наблюдать за формой волны электроснабжения и формировать данные, относящиеся к стандартным истинным среднеквадратическим значениям напряжения и тока и относящиеся к активной мощности. Система датчиков может также иметь системы, которые формируют данные, относящиеся к FFT-спектрам формы волны электроснабжения, посредством анализа формы волны с помощью традиционных методов быстрого преобразования Фурье. Это может также быть использовано, чтобы формировать данные, относящиеся к полному коэффициенту гармонических искажений (THD).

Первое измерительное устройство располагается на ответвлении от распределительной линии, а второе измерительное устройство располагается ниже по потоку от системы корректировки мощности и системы 21 управления, которая принимает данные от обоих действий, чтобы сравнивать выходные данные от второго измерительного устройства с выходными данными от первого измерительного устройства, чтобы определять уровень улучшения в коэффициенте мощности, получаемом посредством системы 20 корректировки мощности.

Устройство управления нагрузкой выполнено с возможностью передавать данные, относящиеся к измеренному улучшению и к потребляемой активной мощности, системе 9 управления сетью. Это может быть выполнено в реальном времени, но типично является периодическим.

Как показано на фиг. 2, система 20 корректировки мощности содержит группы 24 переключаемых конденсаторов, включающих в себя переключатель 25, приводимый в действие системой 21 управления, который включает выбранные конденсаторы 26 в бинарной системе переключения. Система 20 дополнительно включает в себя схему 38 коммутирующего реактора для корректировки напряжения. Она включает в себя индуктор 28 и переключатель 29, соединяющий индуктор между шинами 30 и 31 электроснабжения. Переключатель 29 приводится в действие системой 21 управления в ответ на управление коэффициентом мощности, предоставляет большее управление для коэффициента мощности посредством изменения угла насыщения. Типично системы избыточно компенсируют коэффициент мощности с помощью конденсаторов и используют сочетание переключателя реактора для тонкой настройки коэффициента мощности до единицы. Система 20 дополнительно включает в себя схему 40 корректировки коэффициента мощности для корректировки шума и задания формы тока. Она состоит из выпрямителя 41 между шинами 30 и 31 подачи электрической мощности, ведущими в индуктор 42 с переключателем 43, соединенным с возвратным вводом выпрямителя, формируя цепь усиления. Вывод из цепи усиления питает диод 44 и запорный конденсатор 45. Переключатель 43 приводится в действие системой 21 управления в ответ на шум и FFT-анализ находящихся ниже по потоку нагрузок. Синусоидальная форма

волны основной частоты минус сумма FFT-форм волн минус основная гармоника используются в качестве входных данных для переключателя 43, модулированного на высокую частоту. Эта схема 40 придает току нагрузки форму синусоиды на основе измеренного шума от расположенных ниже по потоку нагрузок. Заряд, сохраняемый в конденсаторе 45, может быть отведен с помощью резистора (не показан), подан в локальную солнечную/ветровую систему заряда аккумуляторной батареи или повторно инвертирован обратно в шину подачи электрической мощности.

Устройство управления нагрузкой дополнительно включает в себя систему для отсоединения некоторых из пользовательских устройств для снижения нагрузки, обеспечиваемого посредством переключателя 33, приводимого в действие посредством системы 21 управления.

Система управления включает в себя процессор, который является программируемым из внешних входных данных от системы связи, или программируется, чтобы изменять реакцию на изменения, обнаруженные посредством системы датчиков, так что реакция отличается в различных обстоятельствах. Таким образом, вся система может быть интерактивной или может быть адаптивной, чтобы обеспечивать улучшенную реакцию для лучшего управления всей системой в зависимости от различных аспектов, таких как время дня и уровни напряжения локально или глобально в системе.

В частности, система управления управляется посредством ее программы, чтобы изменять напряжение на ответвлении от распределительной линии посредством изменения емкостной нагрузки в ответ на данные от системы управления сетью или другие факторы с тем, чтобы предоставлять другое инструментальное средство системе управления сетью для лучшего управления напряжениями и лучшего поддержания устойчивости.

Некоторые или все домовладения потребителей могут включать в себя систему электроснабжения в домовладениях потребителей для добавления мощности к мощности. Она может содержать любые из известных систем электроснабжения, такие как солнечные панели, генераторы и другие локальные системы. Например, источник электроснабжения, как показано, включает в себя солнечный генератор 35, соединенный с батареей 36 аккумуляторов, приводимой в действие посредством переключателя 37, управляемого системой 21 управления, чтобы брать мощность от ответвления 16 от распределительной линии или добавлять мощность в ответвление от распределительной линии в зависимости от данных или программных инструкций от системы 19 датчиков или от системы 9 управления сетью. Таким образом, система управления выполняется с возможностью управлять группами конденсаторов и мощностью, добавляемой посредством системы электроснабжения, в ответ на обнаруженные изменения.

Структура 22, 23 с двойным измерительным устройством предоставляет возможность компенсации видимых нагрузок и условий, устраняющих какую-либо возможность избыточной компенсации. И, следовательно, какую-либо возможность неустойчивости, создаваемой действиями компенсации устройства. Устройство по своему существу является устойчивым по проекту и может лишь обеспечивать компенсацию или действия, которые будут улучшать устойчивость системы. Это все выполняется без необходимости связи с каким-либо другим устройством, системой управления сетью подачи электрической мощности и т.д. Это оказывает сильное воздействие на безопасность сети. Причем нарушение сети подачи электрической мощности посредством командования (потенциально миллионами) устройствами, чтобы наносить системе ущерб, невозможен.

На фиг. 3 и 4 показана конфигурация для соединения солнечных панелей 351, ветровых генераторов 352, других источников 353 подачи электрической мощности и батарей 354 аккумуляторов со схемой 20 корректировки мощности. На фиг. 4 предоставляется конфигурация для соединения, которая включает в себя последовательность инверторов 355, 356 и 357 тока, размещенных в ряд вдоль пары проводников 358 и 359. Между этими проводниками также подключается пара дополнительных инверторов 361 и 362 тока. Конденсатор 363 также соединяется с проводниками 358, 359 и располагается между инверторами 361 и 362 тока.

Конструкция каждого инвертора тока показана на фиг. 5 и содержит верхний переключатель и обратный диод 364 и нижний переключатель и обратный диод 365, подключенные между проводниками 358, 359, где соответствующий ввод от источника подачи электрической мощности подключается в точке 366. При подключении к источнику ввода подачи электрической мощности, такому как солнечная панель, ветровой генератор или заряженный аккумулятор, инвертор действует аналогично импульсному повышающему регулятору. Типично напряжение DC-звена гораздо выше напряжения, предоставляемого подключенными возобновляемыми источниками подачи электрической мощности, следовательно, необходимо повышающее преобразование. Возвратный ввод или заземление возобновляемого источника(ов) энергии соединяется с точкой 359. Нижний переключатель включен до тех пор, пока желаемый ток "I", измеряемый с помощью 367, не будет создан через индуктор 368. Нижний переключатель 365 затем выключается. Индуктор имеет накопленный заряд, который теперь будет разряжаться через обратный диод верхнего переключателя 364, заряжая конденсатор 363 DC-звена, подключенный между точкой 358 и 359, и окончательно завершая цепь через возврат к подключенному источнику энергии. Таким образом, конденсатор 363 DC-звена заряжается энергиями, которые могут быть инвертированы обратно в AC-систему через инверторы 361 и 362, показанные на фиг. 4. Чтобы переворачивать этот процесс и заряжать аккумулятор, инвертор тока действует аналогично понижающему преобразователю, передающему

энергию от источника высокого DC-напряжения к более низкому напряжению. Опять же, отрицательная клемма аккумулятора подключается к точке 359. Для заряда аккумулятора, энергоснабжения от конденсатора 363 DC-звена и шин 358 и 359 верхний переключатель 364 включен до тех пор, пока не будет достигнуто напряжение на клемме 366, которое подходит для заряда присоединенного аккумулятора. Это также создает ток в индукторе 368 и является зарядным током для аккумулятора. Затем верхний переключатель выключается, этот ток продолжает заряжать аккумулятор через обратный диод нижнего переключателя 365, индуктор 368, пока напряжение/ток не упадет до точки, где снова верхний переключатель включается, повторяя цикл. Инвертор тока теперь функционирует как понижающий преобразователь, уменьшающий напряжение конденсатора DC-звена до уровня, необходимого для присоединенного аккумулятора. Оба цикла повышающего и понижающего преобразования хорошо известны в промышленности как способ передавать энергию между двумя DC-напряжениями, DC-преобразователями.

Использование инверторов тока в качестве компенсирующего элемента резко улучшает гибкость и устойчивость конфигурации. С инвертором тока или универсальным компенсатором любой пассивный элемент или сочетание (конденсатора, резистора, индуктора и отрицательного резистора) может быть реализовано с помощью программного обеспечения, использующего эту структуру. Управление с обратной связью инжекцией тока устраняет любое резонансное взаимодействие с внешними компонентами системы, выделяющими присущую им устойчивую характеристику. Структуры строятся из полумостов 364, 365, которые согласуют шины 358, 359 DC-звена с AC-системами или возобновляемыми источниками 351-354 энергии. Современные инверторы конструируются с полумостами для согласования с любым числом AC-фаз или возобновляемых источников энергии. Как минимум только один полумост требуется для согласования с возобновляемым источником энергии, таким как солнечный, ветровой или аккумулятор с шиной DC-звена. Эта структура имеет естественную модульную конструктивную топологию, где добавления к компенсатору могут быть выполнены при необходимости. Множество полумостов может быть собрано параллельно, как показано на фиг. 4, потребителю AC-фазы или источнику энергии, чтобы увеличивать способность передачи тока и уменьшать эксплуатационный шум посредством чередования технических приемов.

Как показано на фиг. 1 и 3, компенсация с инжекцией тока использует структуру 22, 23 с двумя измерительными устройствами с компенсацией, инжектируемой между этими двумя точками измерительных устройств. Когда мощность течет от системы в сторону потребителя, компенсирующее действие определяется посредством измерительного устройства 23 потребителя. Инжекция корректирующих токов предоставляет всей стороне потребителя выглядеть со стороны систем (измерительного устройства 22) как резистивная нагрузка ($PF=1$). Гармоническая очистка и корректировка коэффициента мощности имеет большую пользу для системы. Запас устойчивости резко увеличивается, и системы с более старым оборудованием релейной защиты получают пользу, устраняя необнаруживаемые гармоники. Когда локальные возобновляемые источники 351-354 энергии добавляются к стороне потребителя, энергия будет протекать как к системе, так и к потребительским нагрузкам 14. С настоящей структурой с двумя измерительными устройствами и инжектированием возобновляемой энергии снова между этими двумя точками измерения в схеме 20 корректировки мощности, как показано на фиг. 4, поток этой энергии может быть измерен и обусловлен с помощью инвертора для инжекции тока, используемого для компенсации.

Система действует как универсальный компенсатор, в котором структура с двойным измерительным устройством особенно полезна в этом случае, чтобы предоставлять возможность обратного потока мощности. Подключение возобновляемого источника, такого как солнечные панели, ветровые генераторы и аккумуляторы, в точке компенсации между структурой с двумя измерительными устройствами использует типовой полумост. Это предоставляет возможность инвертору не только компенсировать множество VAR, но инжектировать активную мощность от этих возобновляемых источников и добавлять требуемую VAR-компенсацию для этих источников, прежде чем они инжектируются в систему. Двойное устройство 22, 23 измерения предоставляет возможность отслеживания этой активной мощности, количества и того, куда она доставляется, либо системе, потребителю, либо обоим. Это важное отличие от текущих доступных систем, где доставляемая мощность измеряется, но без отслеживания и VAR-компенсации. И если VAR-компенсация предоставляется, сеть связи, которая предоставляется посредством системы 91 связи для сети 9, необходима для предоставления предписаний мощности и VAR. Однако в настоящем изобретении система 91 связи не требуется для того, чтобы устройство обеспечивало VAR-компенсацию и поддерживало устойчивость системы.

Настоящее изобретение может быть упаковано в локальные коробки штепсельных розеток, как показано на фиг. 6. Причем каждый прерыватель 600 щита начинает путь проводки с множеством розеточных компенсирующих модулей 601, подключенных вдоль пути проводки. Это формирует распределенную конфигурацию компенсации. Каждый модуль может содержать интерфейс 691 связи для связи с установленным в щите компенсатором через интерфейс 91 связи и/или с другими аналогичными модулями. Опять же, структура с двойным устройством измерения в каждом модуле предоставляет возможность измерения необходимости компенсации и результатов компенсации в каждом местоположении вдоль пути проводки. С помощью связи все модули могут совместно использовать эту информацию,

чтобы предоставлять возможность группе максимизировать эффективность распределенной компенсации. Без связи естественный механизм совместного использования этой информации предоставляется посредством размещения вдоль пути проводки. Если предполагается последовательный путь, тогда модуль, наиболее отдаленный от прерывателя, изолируется, причем этот модуль может видеть лишь нагрузки, присоединенные к его локальным штепсельным розеткам 602. Каждый модуль по сравнению с самым отдаленным может видеть действия и нагрузки каждого модуля дальше от щита, чем он сам. Это предоставляет возможность добавления компенсации к нагрузкам дальше вниз по цепи, которые не могут быть компенсированы посредством их локальных модулей. В то время как эффективность компенсации не будет настолько эффективной, как у модулей со связью, дополнительные расходы и сложность могут быть нежелательны. Эта конфигурация распределенной компенсации может увеличивать функциональные возможности прерывателя на щите и ассоциированной проводки, создавая VAR-требование к нагрузкам локально. Тогда прерывателю необходимо лишь нести активную мощность, необходимую для этих нагрузок. В отличие от предшествующего прерыватель должен нести активную и реактивную мощность, необходимые для каждой нагрузки. Это может быть важным, увеличивая передачу мощности на 20-30% или более. Все без нарушения установленных электротехнических правил и норм для допустимой нагрузки по току для проводки. Это может иметь значительное влияние на более старые установки и дома, где была установлена минимальная проводка, и более значительная необходимость в мощности была не предусмотрена. Теперь с установкой компенсирующих модулей в штепсельной розетке больше полезной мощности может быть передано посредством тех же старых кабелей, установленных много лет назад, вдыхая новую жизнь в более старые структуры.

Управление электропотреблением со стороны потребителя и приоритезация функций идентификации и управления нагрузкой требуют интерфейса 691 связи. Команды нагрузки на стороне потребления принимаются каждым модулем, и соответствующие нагрузки либо присоединяются, либо отсоединяются в зависимости от указания. С помощью коммуникационного соединения для системы управления сетью подачи электрической мощности, такой как 9, возможны более тонкие схемы управления электропотреблением системы подачи электрической мощности, где миллионы нагрузок могут быть идентифицированы по важности, классу (зарядные устройства, обогрев, охлаждение и т.д.), размеру, содержанию шума и т.д. Это предоставит возможность большего и более точного управления профилями нагрузки, чтобы соответствовать доступности мощности сети, времени дня и типам мощности, возобновляемой или сетевой, и т.д. При отключении подачи электрической мощности все неприоритетные нагрузки устраняются. С возвратом подачи электрической мощности нагрузки могут быть повторно инициализированы в порядке приоритета, чтобы соответствовать текущим критериям доступности мощности. Управление электропотреблением на стороне потребителя и задание последовательности нагрузки может создавать огромное различие в надежности и устойчивости системы, особенно в сетях подачи электрической мощности с высокой концентрацией возобновляемых источников энергии.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство управления нагрузкой для использования в сети передачи электрической мощности, причем сеть содержит

множество домовладений потребителей для приема электрической мощности, причем каждое включает в себя множество пользовательских устройств в цепи электроснабжения, по меньшей мере некоторые из которых вызывают изменения коэффициента мощности, когда работают;

линии передачи, подающие электрическую мощность, с каждым из домовладений потребителей, имеющим ответвление от одной из линий передачи к вводу электроснабжения;

причем устройство управления нагрузкой размещено для подключения к соответствующему одному из вводов электроснабжения для управления мощностью, подаваемой от ввода электроснабжения по меньшей мере к одному из пользовательских устройств по цепи электроснабжения,

причем устройство управления нагрузкой содержит

систему датчиков для обнаружения изменений в коэффициенте мощности, вызванных упомянутым по меньшей мере одним из пользовательских устройств;

систему корректировки мощности для применения компонентов реактивной компенсации к мощности, подаваемой посредством ответвления к домовладению потребителя;

систему управления для управления системой корректировки мощности в ответ на обнаруженные изменения;

причем система датчиков содержит первое измерительное устройство, формирующее данные на ответвлении, и второе измерительное устройство, формирующее данные ниже по потоку от системы корректировки мощности;

причем оба из первого и второго измерительных устройств (22, 23) формируют данные по одним и тем же параметрам, полученным из цепи (15) электроснабжения, и при этом первое и второе измерительные устройства формируют данные, относящиеся к активной мощности;

и при этом система управления выполнена с возможностью сравнивать данные от второго измери-

тельного устройства с данными от первого измерительного устройства, чтобы определять уровень улучшения в коэффициенте мощности, полученном посредством системы корректировки мощности.

2. Устройство управления нагрузкой по п.1, в котором упомянутые первое и второе измерительные устройства формируют данные, относящиеся к FFT-спектрам формы волны электроснабжения.

3. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, в котором упомянутые первое и второе измерительные устройства формируют данные, относящиеся к полному коэффициенту гармонических искажений (THD).

4. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, в котором компоненты реактивной компенсации содержат группы статических или переключаемых конденсаторов.

5. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом компоненты реактивной компенсации содержат коммутируемый реактор.

6. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом система корректировки мощности использует синусоидальный опорный сигнал минус сигнал ошибки, который предоставляет корректирующие импульсы для системы управления коэффициентом активной мощности, которая придает входящему току форму синусоидальных волн, устраняя шум мощности и улучшая качество мощности.

7. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом предоставляется система для отсоединения некоторых из пользовательских устройств для снижения нагрузки.

8. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом система управления является программируемой с возможностью изменения ответа на изменения, обнаруженные посредством системы датчиков.

9. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом система управления является программируемой посредством данных, принимаемых посредством системы связи от системы управления сетью.

10. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, включающее в себя по меньшей мере одну систему электроснабжения в домовладениях потребителей для добавления мощности к мощности из ответвления, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять компонентами реактивной компенсации и мощностью, добавляемой посредством упомянутой системы электроснабжения, в ответ на обнаруженные изменения.

11. Устройство управления нагрузкой по п.10, в котором упомянутый по меньшей мере один дополнительный источник мощности подключен между первым и вторым измерительными устройствами таким образом, что первое и второе измерительные устройства обеспечивают отслеживание мощности, добавляемой упомянутым по меньшей мере одним дополнительным источником мощности.

12. Устройство управления нагрузкой по п.11, при этом система управления также управляет снижением нагрузки.

13. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, в котором реактивная компенсация выполняется посредством инвертора тока.

14. Устройство управления нагрузкой по п.13, при этом инвертор тока содержит один или более полумостов.

15. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом система управления с обратной связью для инжекции тока выполнена с возможностью избегать какого-либо резонансного взаимодействия с внешними компонентами системы.

16. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом упомянутое устройство управления нагрузкой подключено вдоль проводки как отлитое тело на кабеле питания.

17. Устройство управления нагрузкой по любому из пп.1-16, при этом упомянутое устройство управления нагрузкой подключено в штепсельные розетки для подключения нагрузок к штепсельной розетке.

18. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом упомянутое устройство управления нагрузкой выполнено с возможностью после отключения мощности восстанавливать приоритетные нагрузки прежде других нагрузок.

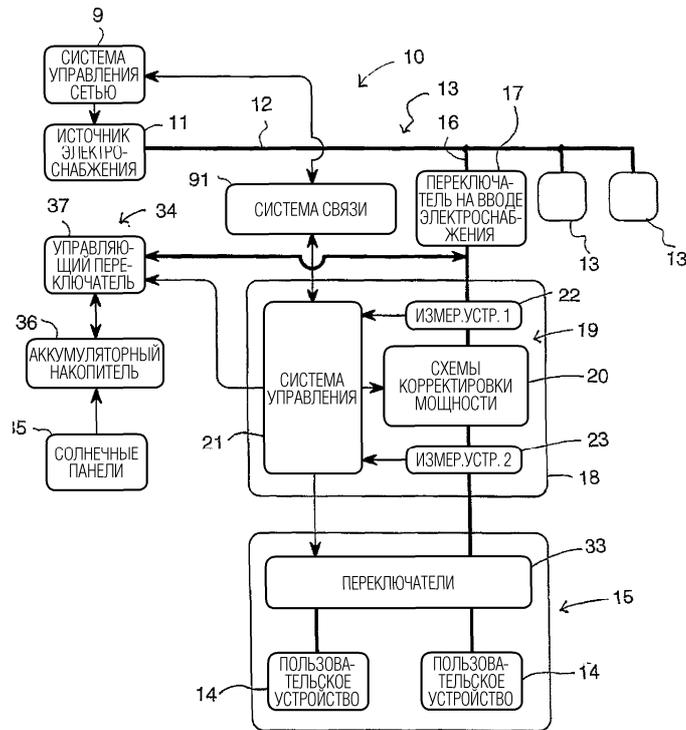
19. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом устройство управления нагрузкой выполнено с возможностью выбирать между одной или более фазами.

20. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом система корректировки мощности включает в себя переключатель, который приводится в действие множество раз за цикл, чтобы формировать форму волны в синусоидальные волны в фазе с волной напряжения.

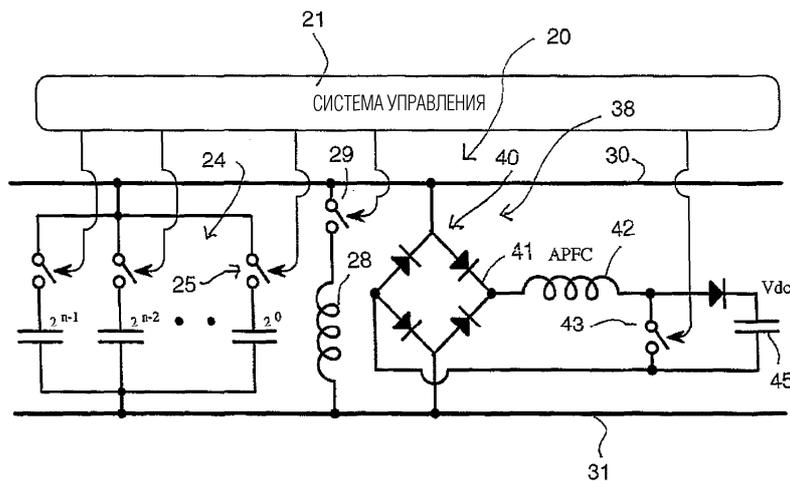
21. Устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту, при этом система корректировки мощности корректирует форму волны цепи электроснабжения для устранения ухудшений, возникающих от изменений коэффициента мощности упомянутого по меньшей мере одного из пользовательских устройств.

22. Сеть передачи электрической мощности, содержащая множество домовладений потребителей для приема электрической мощности, каждое включает в себя множество пользовательских устройств в цепи электроснабжения, по меньшей мере некоторые из

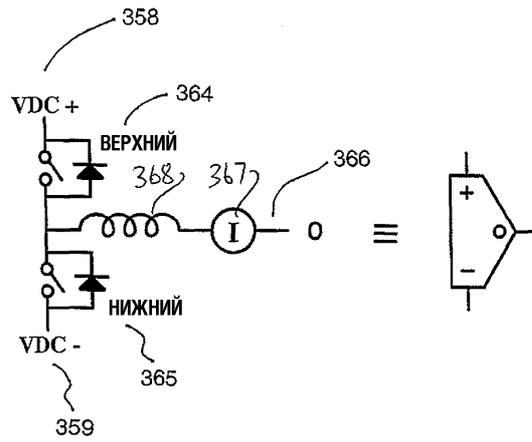
которых вызывают изменения коэффициента мощности, когда работают;
 линии передачи, подающие электрическую мощность;
 каждое из домовладений потребителей имеет ответвление от одной из линий передачи к вводу электроснабжения;
 систему управления сетью для управления подачей мощности по линиям передачи;
 множество устройств управления нагрузкой, каждое подключено к соответствующему одному из вводов электроснабжения, для управления мощностью, подаваемой от ввода электроснабжения к пользовательским устройствам по цепи электроснабжения,
 каждое устройство управления нагрузкой по любому предшествующему пункту.



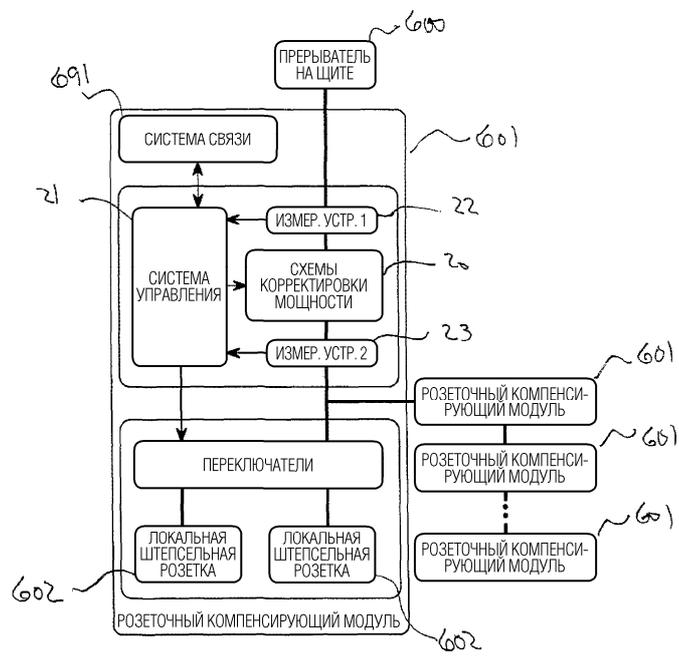
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 5



Фиг. 6