

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **020450**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2014.11.28**

(51) Int. Cl. **H02J 9/06** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201170523**

(22) Дата подачи заявки  
**2009.10.01**

---

(54) **УСТРОЙСТВО АВАРИЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ**

---

(31) **0818174.5**

(32) **2008.10.03**

(33) **GB**

(43) **2011.12.30**

(86) **PCT/IB2009/007118**

(87) **WO 2010/038152 2010.04.08**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЛЕАНЕКО АПС (DK)**

(72) Изобретатель:  
**Мот Клаус (DK)**

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

(56) US-A-5532525  
US-A-5939798  
EP-A2-0696831  
US-A1-2001011845  
US-A1-2005043859  
US-A1-2006226706  
US-A1-2006290205  
EP-A2-0575101

(57) Модульная архитектура (200) системы аварийного электропитания со множеством выходных линий электропитания для питания электроэнергией получателя, в которой рабочий статус каждой выходной линии электропитания является конфигурируемым. Архитектура содержит множество шин (208, 209) нагрузки, из которой электроэнергия подается на получатель. Шины (208, 209) нагрузки выборочно соединяются для отправки электроэнергии или получения электроэнергии от сети (202) электроснабжения и/или шины (210) постоянного тока через один или несколько модулей (212, 214) преобразования электроэнергии переменного тока в энергию постоянного тока. Шина (210) постоянного тока соединена для приема вторичного (например, аварийного) источника (218, 224) электропитания. Архитектура может обеспечивать избыточность и изменение конфигурации в процессе работы для дополнения изменений в физическом местоположении критических компонентов в получателе, например, вызванных посредством виртуализации, зонирования или ремонта. Архитектура является действующей в качестве автономного источника бесперебойного электропитания (ИБП) или в качестве генератора с увеличенным временем работы для существующего источника ИБП.

**B1**

**020450**

**020450**

**B1**

### Область техники

Изобретение относится к аварийным источникам электропитания, например к источникам бесперебойного электропитания (ИБП).

#### Предшествующий уровень техники

Чувствительное оборудование, такое как то, которое можно обнаружить в центрах IT данных (то есть, компьютерные сервера и т.п.), обычно включает в себя критические элементы, для которых является важным, чтобы во время работы не возникало никаких перерывов в электропитании. Некоторые критические структуры даже могут быть чувствительными к приемлемым в обычном случае колебаниям электроэнергии, подводимой от сети (например, электропитания от сети).

Традиционно на такое чувствительное оборудование подается электроэнергия с использованием источника бесперебойного питания (ИБП), который может гарантировать непрерывное электроснабжение даже во время отсутствия напряжения электропитания от сети (описываемого в настоящем документе как отсутствие напряжения в системе электроснабжения). Как правило, ИБП может перекрывать лишь ограниченный период времени отсутствия напряжения в системе электроснабжения. Промежуток времени может возникнуть, если аварийное питание ИБП поставляется из такого ограниченного накопителя электроэнергии как перезаряжаемые аккумуляторные батареи. Период времени, на который ИБП может преодолевать отсутствие напряжения в системе электроснабжения, называется временем работы ИБП.

Поскольку многие предприятия пришли к тому, чтобы полагаться на постоянную доступность их систем IT, то увеличивается необходимость в обеспечении возможности аварийного питания, которое может устранить значительную долю возможного отсутствия напряжения в системе электроснабжения в заданном местоположении. Другими словами, желательно повышение длительности времени работы ИБП таким образом, чтобы даже длительное отсутствие напряжения в системе электроснабжения (вероятность возникновения которого может быть очень низкой) может быть обработано без простоя системы.

В дополнение к критическим элементам, для которых требуется непрерывное электропитание, системы IT могут включать в себя и другие нагрузки (например, системы охлаждения или другие обслуживаемые устройства), которые должны работать для гарантии безопасного функционирования критических элементов. Эти менее критические, но, тем не менее, необходимые элементы (в настоящем документе называемые "существенными элементами") могут выдержать перерыв электропитания, но длительность данного перерыва должна удерживаться ниже определенного порогового значения. Если время работы ИБП превышает это пороговое значение, то тогда необходимо включить в функциональные возможности ИБП способность запитывания существенных элементов.

Для рассмотрения требования увеличенного времени работы обычные ИБП оснащаются либо аккумуляторной батареей с увеличенным временем работы, либо генератором (зачастую, дизельным генератором), который активизируется после определенной длительности отсутствия напряжения в системе электроснабжения и, таким образом, ограничивает максимальную длительность отсутствия напряжения в системе электроснабжения, которая устанавливается посредством ИБП.

Увеличение аккумуляторной батареи является простым решением, но оно имеет целый ряд недостатков. Во-первых, выше определенного уровня мощности физическое количество требуемых аккумуляторов может вырастать за рамки какого-либо практически осуществимого уровня, вследствие чего решение становится непрактичным, ненадежным и чрезмерно дорогим для обслуживания. Во-вторых, запитывание существенных элементов может быть сложным в связи с тем, что они (по определению) не соединены с критической линией электропитания.

Обеспечение наличия дизельного генератора является более сложным решением, которое имеет другие недостатки. Во-первых, дизельные двигатели подвергнуты проблемам, связанным с выбросами, шумом и вибрацией. Во-вторых, установка может быть сложной, что делает стоимость кВт/часа очень высокой, в особенности для небольших систем или низкой мощности.

На практике для аппаратуры низкой мощности (как правило, ниже 10 кВт) зачастую используется решение увеличения аккумуляторной батареи, а генератор используется для важной аппаратуры средней и высокой мощности (например 80 кВт и выше).

Фиг. 1-4 иллюстрируют системы аварийного электропитания, в которых реализуются традиционные принципы, обсуждаемые выше. На фиг. 1 ИБП 100 соединен с критической линией 102 электропитания между центром 106 данных и либо с электропитанием 108 от сети, либо с дизельным генератором 110, в зависимости от статуса устройства 104 автоматического включения резерва (ATS). Существенные нагрузки соединены с устройством 104 ATS посредством некритической линии 112 электропитания, обходящей ИБП 100.

Если возникает отсутствие напряжения в сети электроснабжения, то ИБП 100 выполнен с возможностью продолжать обеспечение запитывания критических нагрузок с использованием электроэнергии от аккумуляторной батареи 114 в качестве входной мощности. Устройство 104 ATS выполнено с возможностью осуществлять переключение с электропитания 108 от сети на генератор 110 после определенной длительности отсутствия напряжения. Если включена подача электроэнергии от генератора 110, то существенные нагрузки снова начнут принимать питание, а ИБП 100 может использовать в качестве источника электроэнергии генератор 110 со стороны его входа для запитывания критических нагрузок и

перезарядки аккумуляторной батареи 114.

Существенные нагрузки испытывают простой до тех пор, пока не активизируется генератор 110. Как правило, размеры аккумуляторной батареи 114 выбираются таким образом, чтобы было время справиться с большинством препятствий для запуска генератора 110, таким образом, чтобы источники питания для ИБП 100 не отказали даже если предпринимается несколько попыток запуска или даже если имеется необходимость в незначительном ремонте генератора.

Система, изображенная на фиг. 2, похожа на систему, изображенную на фиг. 1, и в ней соответствующие ссылочные номера используются для аналогичных компонентов. На фиг. 2 генератор реализован в качестве генератора переменного тока на топливных элементах, содержащего топливный элемент 116, соединенный через преобразователь 118 постоянного тока в переменный ток с устройством 114 ATS. Данная компоновка может обеспечить более быстрый и более надежный запуск генератора, так что аккумуляторная батарея 114 может быть меньше, чем система на фиг. 1.

Система, изображенная на фиг. 3, подобна изображенной на фиг. 2, и в ней соответствующие ссылочные номера используются для аналогичных компонентов. В этой системе, в ИБП 100 никогда не будет наблюдаться нехватки электроэнергии аккумуляторной батареи (то есть, она является компоновкой "бесконечной аккумуляторной батареи") в связи с тем, что топливный элемент 116 соединен через преобразователь 120 постоянного тока в постоянный ток с входом аккумуляторной батареи ИБП, параллельно с аккумуляторной батареей. Однако в этой системе существенные нагрузки не поддерживаются.

Система с фиг. 4 является отдельным вариантом компоновки с фиг. 3, которая полностью раскрывается в патенте США 2008/0067872. В этой конструкции ИБП 100 содержит двунаправленный преобразователь, который позволяет ИБП 100 подавать электроэнергию на существенные нагрузки во время отсутствия напряжения в системе электроснабжения посредством генератора на топливных элементах.

Фиг. 5 изображает типичный вариант реализации ИБП с двойным преобразованием, который подходит для использования в системах, изображенных на фиг. 1-3. ИБП 100 состоит из выпрямителя 122, который преобразует электроэнергию, подаваемую из устройства 104 ATS (например, от сети 108 или от генератора во время отключения электропитания от сети) в постоянный ток для подачи электроэнергии на шину 126 постоянного тока. Шина 126 постоянного тока соединена с линией 102 критической нагрузки через инвертор 124, который преобразует электроэнергию шины постоянного тока в электроэнергию переменного тока, имеющую правильное напряжение и частоту, которая не зависит от частоты, подаваемой из источника напряжения из электросети.

ИБП может быть распределен по целому ряду стоек в пределах центра данных. Каждая стойка может иметь связанный с ней модуль 130 ИБП, а каждый модуль 130 ИБП может содержать выпрямитель 122 и инвертор 124. Электропитание от сети (электроэнергия из устройства 114 ATS) распределяется по входам модулей источника ИБП через шинопровод 128 системы электроснабжения переменного тока, а выходы модулей ИБП вводятся в выходной шинопровод 132 системы электроснабжения переменного тока, который питает критическую линию 102 электропитания.

В такой модульной системе можно отдельно задавать размеры системы, чтобы соответствовать требованиям по энергопроизводительности и добавлять дополнительные модули источника ИБП сверх требуемого потребления полезной мощности для предоставления избыточности и, таким образом, увеличения доступности электроэнергии за счет отказоустойчивости.

Например, в системе, в которой требование полезной мощности составляет 30 кВт, полезная электроэнергия может покрываться посредством трех модулей ИБП по 10 кВт, но может быть добавлен и дополнительный модуль для обеспечения избыточности N+1 (совместное использование нагрузки модулями), с тем, чтобы предоставить возможность потери одного модуля вследствие ошибки без отказа подачи электроэнергии на критическую нагрузку в полном объеме.

#### **Краткое изложение существа изобретения**

В наиболее общем представлении, изобретение предлагает модульную архитектуру системы аварийного электропитания с множеством выходных линий электропитания для подачи питания к получателю, в которой рабочий статус каждой выходной линии электропитания является конфигурируемым. Изобретение может подходить для любой критической инфраструктуры, например, используемой посредством профессиональных интеллектуальных предприятий, но также может подходить и для бытовой аппаратуры или даже для транспортных средств, осуществляющих перевозку. Получатель может являться центром данных, в котором электроэнергия используется для различной аппаратуры ИТ.

В одном аспекте изобретение может обеспечивать устройство аварийного электропитания, содержащее множество шин нагрузки для передачи электроэнергии к получателю, блок переключателя для выборочного соединения каждой шины нагрузки с первичным источником электропитания, шину постоянного тока, выполненную с возможностью приема электроэнергии постоянного тока от вторичного источника электропитания, средство преобразования электроэнергии, подключенное между шиной постоянного тока и множеством шин нагрузки, и контроллер, связанный со средством преобразования электроэнергии для задания направления передачи электроэнергии между каждой шиной нагрузки и шиной постоянного тока, с тем, чтобы управлять рабочим состоянием каждой шины нагрузки.

Каждая шина нагрузки может представлять собой шинопровод, из которого могут получать элек-

троэнергию одна или несколько единиц аппаратуры (то есть нагрузок) в получателе. Каждая шина нагрузки может переключаться посредством контроллера между следующими рабочими состояниями:

питание шины постоянного тока, при которой, если первичный источник электропитания является активным, то его электроэнергия передается на шину постоянного тока через средство преобразования электроэнергии;

отведение переменного тока, при котором, если первичный источник электропитания является неактивным, то электроэнергия из шины постоянного тока передается на шину нагрузки для отведения ее из устройства;

критическое (беспереывное) питание переменным током, при котором непрерывная электроэнергия из шины постоянного тока всегда питает получатель; и

экстренное (с минимальным перерывом) питание переменного тока, при котором, если первичный источник электропитания является активным, то питание электроэнергией осуществляется непосредственно от него на получатель, а если первичный источник электропитания является неактивным, то электроэнергия подается из шины постоянного тока на получатель. Блок переключателя может быть выполнен с возможностью отсоединения первичного источника электропитания от всей шины нагрузки, если первичный источник электропитания является неактивным. Если бездействие является результатом "введения частичного затемнения", то есть, первичный источник электропитания работает за пределами окна его номинального напряжения или частоты, то блок переключателя может быть выполнен с возможностью соединяться с шиной нагрузки, которая принимает исключительно состояние питания шины постоянного тока, поскольку модули преобразования электроэнергии в состоянии выпрямителя все еще могут работать за первичный источник электропитания даже при том, что они могут не подавать электроэнергию в правильном режиме для запитывания аппаратуры в получателе. Данная компоновка может повышать время работы.

Описанные выше рабочие состояния получаются из сочетания статуса блока преобразования и статуса средства преобразования электроэнергии. Для первой шины нагрузки в состоянии экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, блок переключателя соединяет первую шину нагрузки с первичным источником электропитания таким образом, чтобы на этой шине нагрузки был доступен первичный источник электропитания, если он является активным. Если первая шина нагрузки соединена с аппаратурой в получателе, то эта аппаратура принимает электроэнергию непосредственно из первичного источника электропитания. Если имеет место отсутствие напряжения в сети электроснабжения, то эта аппаратура может испытывать перерыв в электроэнергии до тех пор, пока шина нагрузки не сможет получить электроэнергию из другого источника. Следовательно, первая шина нагрузки не соединена с критической аппаратурой.

Первичный источник электропитания может содержать множество независимых источников электропитания, например множество различных подводов электропитания от сети. Блок переключателя может содержать множество переключающих элементов, выполненных с возможностью обеспечивать соединение каждого независимого источника электропитания с каждой шиной нагрузки. При такой компоновке избыточность может быть встроена в блок переключателя.

Средство преобразования электроэнергии также может быть выполнено с возможностью передавать электроэнергию из первой шины нагрузки на шину постоянного тока, то есть, одна шина нагрузки, принимающая состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током также может одновременно быть выполнена с возможностью принимать состояние питания шины постоянного тока, если первичный источник электропитания является активным. Может существовать одна или несколько шин нагрузки, предназначенных для передачи электроэнергии на шину постоянного тока.

Средство преобразования электроэнергии или контроллер могут быть выполнены с возможностью детектировать отсутствие напряжения в системе электроснабжения и, в ответ на это, принимать меры к тому, чтобы шины нагрузки, принимающие состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, получали электроэнергию из шины постоянного тока. Энергия может передаваться из шины постоянного тока на шины нагрузки, принимающие состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, управляемым способом таким образом, чтобы электроэнергия передавалась, только если энергопроизводительность, подаваемая посредством вторичного источника электропитания, выше уровня порогового значения. Например, уровень порогового значения может быть достигнут, если запитан и активен рассчитанный на долгое время источник электропитания, например генератор на топливных элементах или подобный.

При определенных обстоятельствах шина нагрузки, принимающая состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, может переключаться от соединения с первичным источником электропитания и питаться из шины постоянного тока, даже если нет отсутствия напряжения в системе электроснабжения. Например, это может быть выполнено во время периодов, на которых стоимость электроэнергии из первичного источника электропитания является высокой.

При других обстоятельствах уровень электроэнергии, подаваемой из шины постоянного тока, может превышать потребность получателя в электроэнергии. Это может быть выполнено преднамеренно. Если это происходит, то средство преобразования электроэнергии может быть выполнено с возможно-

стью выводить электроэнергию из шины нагрузки в сеть, например, посредством соединения шины нагрузки, которая использует в качестве источника электроэнергии шину постоянного тока, с первичным источником электропитания (если он является активным или неактивным). Может существовать одна или несколько шин нагрузки, предназначенных для отведения электроэнергии.

Для второй шины нагрузки в состоянии критического (беспереывного) питания переменным током блок переключателя выполнен с возможностью изолировать вторую шину нагрузки от первичного источника электропитания, таким образом, чтобы первичный источник электропитания не был доступен на второй шине нагрузки, даже если он является активным. Средство преобразования электроэнергии выполнено с возможностью передавать электроэнергию из шины постоянного тока на вторую шину нагрузки. Следовательно, на второй шине нагрузки наблюдается только электроэнергия из шины постоянного тока, и не всегда ясно, откуда эта электроэнергия получается в конечном счете.

Если первичный источник электропитания является активным, то шина постоянного тока может принимать из него электроэнергию через шину нагрузки, принимающую состояние питания шины постоянного тока. Если первичный источник электропитания является неактивным или не имеется никаких шин нагрузки, принимающих состояние питания шины постоянного тока, то шина постоянного тока может получать электроэнергию из вторичного источника электропитания. Вторичный источник электропитания может включать в себя возобновляемый источник энергии, например фотогальванический элемент или подобный, выполненный с возможностью обеспечивать электроэнергию постоянного тока на шину постоянного тока при определенных условиях. Электроэнергия из шины постоянного тока может использоваться для добавления электроэнергии, получаемой из первичного источника электропитания, на шину нагрузки в состоянии экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током. Возобновляемые источники электроэнергии могут питать специализированную шину постоянного тока, для этой цели соединяемую с шинами нагрузки.

Получатель может подразделяться на множество зон. Каждая шина нагрузки может быть соединена с соответствующей зоной. Каждая шина нагрузки может быть соединена с множеством зон для обеспечения дополнительной гибкости. Изобретение может обеспечивать изменение рабочего статуса зоны без физического изменения компоновки аппаратных средств. Таким образом, в одном варианте осуществления, первая шина нагрузки, поставляющая электроэнергию на первую зону, может изменяться из состояния экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током к критическому (беспереывному) питанию переменным током без необходимости выключения электропитания или перерыва подачи электроэнергии на аппаратуру в первой зоне. Это может быть достигнуто посредством выполнения средства преобразования электроэнергии с возможностью обеспечить энергопроизводительность шины постоянного тока для поддержки первой шины нагрузки, а затем постепенно переключать обеспечение электроэнергии на первую шину нагрузки с первичного источника электропитания на шину постоянного тока.

Эта концепция может иметь конкретные преимущества, если в получателе содержится множество физических серверов, в которых используется создание виртуальной среды. Например, создание виртуальной среды может разрешить предпринимать все критические действия в ограниченном числе (например, в одной или двух) зон. Только эти зоны должны питаться посредством шины нагрузки, принимающей состояние критического (беспереывного) питания переменным током. Это может обеспечить оптимизацию емкости вторичного источника электропитания. Кроме того, изобретение может разрешить назначение критического статуса для различных зон в получателе (и, следовательно, для использования в создании виртуальной среды) без переконфигурации физических аппаратных средств в источнике электропитания. Таким образом, устройство электропитания обеспечивает гибкость для упрощения создания виртуальной среды в получателе.

Средство преобразования электроэнергии может содержать множество модулей преобразования электроэнергии, причем каждый модуль преобразования электроэнергии, подключаемый между шиной постоянного тока и каждой шиной нагрузки, и, при его действии, выполненный с возможностью своевременно принимать один рабочий режим в любой момент времени. Функция передачи электроэнергии средства преобразования электроэнергии может быть реализована посредством назначения режима работы для одного или нескольких модулей преобразования электроэнергии. Контроллер может быть выполнен с возможностью определять, какие (или сколько) модули преобразования электроэнергии должны быть активными, какая шина нагрузки должна быть соединена с каждым активным модулем преобразования электроэнергии, и какой рабочий режим должен принимать каждый активный модуль преобразования электроэнергии. Таким образом, контроллер может управлять рабочим состоянием каждой шины нагрузки посредством соответствующего конфигурирования модулей преобразования электроэнергии и блока переключателя.

Каждый активный модуль преобразования электроэнергии может быть выполнен с возможностью принимать один из следующих рабочих режимов:

выпрямительный режим, при котором модуль преобразования электроэнергии соединен с одной из шин нагрузки для передачи из него электроэнергии на шину постоянного тока; и

инверторный режим, при котором модуль преобразования электроэнергии соединен с одной из шин

нагрузки для передачи на нее электроэнергии из шины постоянного тока.

Множество модулей преобразования электроэнергии, принимающих тот же рабочий режим, может соединяться с общей шиной нагрузки. Контроллер может быть выполнен с возможностью определять, сколько модулей преобразования электроэнергии составляет множество. Определение может быть основано на желательной или необходимой энергопроизводительности для общей шины нагрузки. Более того, контроллер может быть выполнен с возможностью выбирать уровень избыточности для общей шины нагрузки через управление количеством множества модулей преобразования электроэнергии и их рабочими режимами.

В случае, если получатель включает в себя множество зон, каждая зона может соединяться с одной или несколькими шинами нагрузки, которые, в свою очередь, могут питаться посредством множества модулей преобразования электроэнергии. Энергоемкость и избыточность для каждой зоны могут являться управляемыми, например, выборочно регулируемыми. Управляемость может использоваться для поддержки отдельных параметров зонирования, таких, как сокращенная энергопроизводительность во время отсутствия напряжения в системе электроснабжения (отключения нагрузки), пониженное охлаждение во время отсутствия напряжения в системе электроснабжения, или в ответ на заданный порядок запуска (установку последовательности). Энергопотребление зоны или шины нагрузки может быть детектировано, например, посредством контроллера. Это может быть выгодным, когда энергосберегающие схемы выполнены в получателе, например, для концентрации активной аппаратуры в малом числе зон. Детектирование пониженного уровня электроэнергии в получателе может привести к бездействию одного или нескольких блоков питания в устройстве. Это может сохранить постоянные потери отключенных модулей преобразования электроэнергии.

Множество модулей преобразования электроэнергии, соединенных общей шиной нагрузки, может быть параллельно соединено с нагрузкой способом с разделением нагрузки, например, с использованием управления со стабилизацией по частоте или подобного. Каждый модуль преобразования электроэнергии может содержать двунаправленный преобразователь или выпрямительный элемент и инверторный элемент. При принятии выпрямительного режима каждый модуль преобразования электроэнергии может функционировать в качестве управляемого выходным напряжением выпрямителя. При принятии инверторного режима каждый модуль преобразования электроэнергии может функционировать либо в качестве управляемого выходным напряжением инвертора, либо в качестве управляемого выходным током инвертора. Если модуль преобразования электроэнергии соединен в инверторном режиме с шиной нагрузки, принимающей состояние отведения переменного тока, то модуль преобразования электроэнергии предпочтительно функционирует в качестве управляемого выходным током инвертора.

Контроллер может быть выполнен с возможностью синхронизировать сигналы переменного тока из множества модулей преобразования электроэнергии, соединенных в инверторном режиме с общей шиной нагрузки.

Шина нагрузки, с которой соединяется каждый модуль преобразования электроэнергии, и/или режим работы каждого модуля преобразования электроэнергии могут выборочно регулироваться, например, командами контроллера. Например, двунаправленный преобразователь может переводиться из выпрямительного режима в инверторный режим в зависимости от рабочего состояния шины нагрузки, с которой он соединен или с которой он должен соединяться. Двунаправленный преобразователь может являться ограничителем тока, выполненным с возможностью разряжать его выходную электроэнергию перед переключением режима. При подключении множества модулей преобразования электроэнергии к общей шине нагрузки способом с распределением нагрузки потери электроэнергии, вызванные посредством разрядки одного из модулей преобразования электроэнергии, могут компенсироваться посредством оставшихся модулей.

Устройство может быть выполнено с возможностью детектировать статус первичного источника электропитания и управлять рабочими состояниями шин нагрузки на основе детектированного статуса. В одном варианте осуществления блок переключателя может быть выполнен с возможностью детектировать статус первичного источника электропитания и связывать детектированный статус с модулем преобразования электропитания, соединенным с шиной нагрузки, которая соединена посредством блока переключателя с первичным источником электропитания, в результате чего рабочие режимы модулей преобразования электроэнергии выбираются на основе переданного детектированного статуса. Данная компоновка может обеспечивать активацию модулей преобразования электроэнергии, принимающих инверторный режим, соединенных с шиной нагрузки, принимающей состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, если первичный источник электропитания становится неактивным, например, не подает электроэнергию, или работает за пределами окна его номинального напряжения и частоты. Другими словами, средство преобразования электроэнергии управляется динамически для обеспечения необходимой передачи электроэнергии на шины нагрузки на основе их соответствующих рабочих состояний.

В одном варианте осуществления каждый модуль преобразования электроэнергии, соединенный с шиной нагрузки, принимающей экстренное (с минимальным перерывом) состояние, может быть выполнен с возможностью определять наличие электроэнергии из первичного источника электропитания в

шине нагрузки, и если электроэнергия из первичного источника электропитания не детектируется, то работать в инверторном режиме. Таким образом, модули преобразования электроэнергии могут автономно выбирать режим своей работы. Альтернативно, модуль преобразования электроэнергии может быть выполнен с возможностью отслеживать собственную подачу электроэнергии (в выпрямительном режиме) поскольку, это она стремится к нулю, если первичный источник электропитания становится неактивным.

Первичный источник электропитания может являться источником переменного тока, например, электропитанием от коммунальных электросетей. В одном варианте осуществления блок переключателя может применять сигнал детектирования к сигналу электроэнергии из первичного источника электропитания, а модули преобразования электроэнергии могут быть выполнены с возможностью распознавать сигнал детектирования для определения наличия электроэнергии из первичного источника электропитания в шине нагрузки. В другом варианте осуществления модули преобразования электроэнергии, соединенные с шиной нагрузки, принимающей экстренное (с минимальным перерывом) состояние, могут быть выполнены с возможностью работать в инверторном режиме для смещения частоты шины нагрузки выше частоты сигнала электроэнергии из первичного источника электропитания, а модули преобразования электроэнергии могут быть выполнены с возможностью детектировать частоту в шине нагрузки для определения наличия электроэнергии из первичного источника электропитания в шине нагрузки. Альтернативно, первичный источник электропитания может являться источником постоянного тока. В этом случае, шины нагрузки могут пропускать электроэнергию постоянного тока, а средство преобразования электроэнергии может быть выполнено с возможностью выполнять подходящее преобразование постоянного тока в постоянный ток между ними и шиной постоянного тока.

Вторичный источник электропитания может включать в себя либо внутренний, либо внешний генератор постоянного тока, такой как генератор на топливных элементах, или фотогальванический элемент, или микротурбину. Вторичный источник электропитания может включать в себя силовой мостовой модуль, выполненный с возможностью поддерживать напряжение шины постоянного тока в случае отсутствия напряжения системы электроснабжения в первичном источнике электропитания. Силовой мостовой модуль предпочтительно выполнен с возможностью поддерживать напряжение шины постоянного тока на таком уровне, чтобы в достаточной степени питать шины нагрузки, работающие в состоянии критического (беспереывного) питания переменным током на время, которое уходит на активацию другого (например, более стабильного) источника электропитания, например, генератора постоянного тока. Силовой мостовой модуль может включать в себя суперконденсатор или аккумуляторную батарею. Силовой мостовой модуль также может служить в качестве ограничителя динамики этапа нагрузки, обнаруживаемого посредством других (более медленных) модулей во вторичном источнике электропитания, например в топливном элементе, причем силовой мостовой модуль может перекрывать быстрые изменения потребности в электроэнергии. Силовой мостовой модуль может заряжаться от шины постоянного тока. Силовой мостовой модуль может заряжаться посредством других модулей во вторичном источнике электропитания, например через шину постоянного тока.

Электричество может обеспечиваться на шину постоянного тока DC из множества источников в соответствии с протоколом приоритета, например, под управлением контроллера. Протокол приоритета может быть выполнен с возможностью гарантировать то, что только один из источников обеспечивает, по существу, всю электроэнергию на шину постоянного тока, если напряжение шины постоянного тока находится в предварительно определенном (предпочтительно программируемом пользователем) диапазоне. Протокол приоритета может выполняться автоматически. Например, один или несколько модулей управления электроэнергией, работающих в выпрямительном режиме, генератор постоянного тока и силовой мостовой модуль могут располагаться таким образом, чтобы автономно обеспечивать электроэнергию на шину DC в соответствии с протоколами приоритета третьего уровня. Могут быть реализованы протоколы приоритета более чем трех уровней. В одном варианте осуществления подаваемое напряжение модулей управления электроэнергией устанавливается выше, чем подаваемое напряжение генератора постоянного тока, которое в свою очередь устанавливается выше подаваемого напряжения силового мостового модуля, в результате чего источник электропитания, передаваемого на шину постоянного тока, выбирается автоматически на основе напряжения шины постоянного тока. Внешний источник постоянного напряжения может быть соединен с шиной постоянного тока, например, через шину постоянного тока параллельного устройства. Если напряжение шины постоянного тока будет выше заданного выходного напряжения, установленного для питания модулей преобразования электроэнергии, то эти модули преобразования электроэнергии прекратят производить ток. Протокол приоритета может являться регулируемым в процессе работы. Это может быть полезно, если вторичный источник электропитания включает в себя возобновляемые источники энергии, на выходе которых электроэнергия может быть переменной. Если такие источники энергии являются активными, то может быть желательным, чтобы электропитание от них было преобладающим, а их приоритет может даже превышать приоритет первичного источника электропитания. Блок управления может заставлять возобновляемый источник энергии подавать большее выходное напряжение, чем полученное из первичного источника электропитания таким образом, чтобы на шине постоянного тока преобладала электроэнергия из возобновляемого источника

энергии.

Контроллер может быть выполнен с возможностью регулировать доступность электроэнергии на шине нагрузки, которая питается из шины постоянного тока. Контроллер может быть выполнен с возможностью измерять электроэнергию, полученную из каждой питаемой по шине постоянного тока шине нагрузки, и определять на основе полученной электроэнергии и текущей максимальной доступности электроэнергии для данной шины нагрузки (то есть, количества и доступности модулей преобразования электроэнергии, подключенных в инверторном режиме между шиной постоянного тока и шиной нагрузки), должно ли текущее число соединенных модулей преобразования электроэнергии быть увеличено или сокращено. В одном варианте осуществления контроллер выполнен с возможностью задавать границы доступности, связанные с диапазоном нагрузок. Границы доступности могут соответствовать диапазону уровней полученной электроэнергии. Если полученная электроэнергия превышает диапазон, то контроллер может повысить емкость для поддержания доступности. Если полученная электроэнергия меньше диапазона, то контроллер может сократить емкость для соответствия требуемой доступности в любом случае. Границы доступности для питаемой шиной постоянного тока шины нагрузки могут вычисляться посредством контроллера на основе текущего количества модулей преобразования электроэнергии, подающих электроэнергию на эту шину нагрузки.

Блок переключателя может быть выполнен с возможностью детектировать статус первичного источника электропитания и отсоединять шины нагрузки от первичного источника электропитания, если первичный источник электропитания является неактивным.

Конфигурируемость устройства в соответствии с изобретением позволяет ему выполнять функции как генератора с увеличенным временем работы (то есть, резервного источника электропитания для ИБП) так и, отдельно, ИБП. Кроме того, устройство может переключаться между двумя состояниями без потери мощности в получателе. Преимущество данного непрерывного изменения конфигурации состоит в том, что оно упрощает ремонт или замену компонентов ИБП. Также оно позволяет тестировать модуль преобразования электроэнергии после его установки на шине для экстренных нагрузок перед его подключением к шине для критических нагрузок.

Соответственно, в другом аспекте изобретение обеспечивает генератор с увеличенным временем работы для обеспечения резервной электроэнергии для обычного непрерывного электропитания для критических нагрузок в получателе, в случае отсутствия напряжения системы электроснабжения, причем генератор, содержащий описанное выше устройство, имеющее первую шину нагрузки, принимающую состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, соединенное с обычным источником бесперебойного электропитания (обычным ИБП). Таким образом, обычный ИБП принимает электроэнергию по этой шине электроэнергии. В случае отсутствия напряжения системы электроснабжения (то есть отсутствия электроэнергии из первичного источника электропитания), контроллер может быть выполнен с возможностью активировать вторичный источник электропитания в генераторе и конфигурировать средство преобразования электроэнергии для передачи электроэнергии из шины постоянного тока на первую шину нагрузки. В тоже время, блок переключателя может отсоединить первую шину нагрузки от первичного источника электропитания. Если подключен вторичный источник электропитания, то обычный ИБП снова может использовать в качестве источника электроэнергии первую шину нагрузки. Во время промежутка между отсутствием напряжения системы электроснабжения и обеспечением подключения вторичного источника электропитания, обычный ИБП может обеспечивать электроэнергию для получателя из встроенного силового мостового модуля. Если во вторичном источнике электропитания генератора с увеличенным временем работы имеется силовой мостовой модуль, например, суперконденсатор или подобное, то промежуток между отсутствием напряжения системы электроснабжения и обеспечением подключения вторичного источника электропитания может быть коротким, тем самым сохраняя резервную энергопроизводительность, необходимую в обычном ИБП.

Обычный ИБП может быть соединен с критичной аппаратурой в получателе. Генератор, содержащий в себе устройство в соответствии с изобретением, может иметь вторую шину нагрузки, принимающую состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, которое обходит бесперебойное электропитание для соединения непосредственно с экстренной (то есть важной, но не критической) нагрузкой в получателе. Если возникает отсутствие напряжения сети электроснабжения, то в получателе наблюдается перерыв подачи электроэнергии на экстренные нагрузки, которая находится на второй шине нагрузки. Однако, если подключен второй источник электропитания, то контроллер может быть выполнен с возможностью конфигурировать средство преобразования электроэнергии для передачи электроэнергии из шины постоянного тока на вторую шину нагрузки для обеспечения электроэнергии на экстренные нагрузки. Контроллер может быть выполнен с возможностью задерживать переключение электроэнергии из шины постоянного тока на вторую шину нагрузки, например, до тех пор, пока генератор постоянного тока во вторичном источнике электропитания не станет подключенным (то есть, работающим в полной мере).

Если обычному ИБП требуется ремонт, то генератор с увеличенным временем работы может в процессе работы изменить конфигурацию для работы в качестве ИБП. Таким образом, контроллер может быть выполнен с возможностью изменять конфигурацию средства преобразования электроэнергии, что-

бы заставить вторую шину нагрузки дополнительно принимать состояние питания шины постоянного тока, а затем первую шину нагрузки для принятия критического (бесперебойного) состояния, для обеспечения удаления или тестирования источника бесперебойного электропитания. Другими словами, вторая шина нагрузки выполнена с возможностью питать шину постоянного тока из первичного источника электропитания, а средство преобразования электроэнергии конфигурируется для подачи электроэнергии из шины постоянного тока на первую шину нагрузки. Если электроэнергия, передаваемая из шины постоянного тока, превышает предварительно определенный уровень (то есть, энергопроизводительность и доступность, переключаемые на первую шину нагрузки с шины постоянного тока, выше заданного порогового значения), то блок переключателя может отсоединить первую шину нагрузки от первичного источника электропитания таким образом, чтобы она получала электроэнергию исключительно из шины постоянного тока. Если имеется отсутствие напряжения сети электроснабжения, то отказ передачи электроэнергии из второй шины нагрузки на шину постоянного тока может вызвать активацию вторичного источника электропитания. Это может возникать при использовании протокола приоритета, раскрытого в общих чертах выше. Таким образом, напряжение шины постоянного тока может и не испытывать перемены в электропитании, и, следовательно, первая шина нагрузки может продолжать подавать электроэнергию без перерыва.

При отсутствии напряжения сети электроснабжения, части средства преобразования электроэнергии, которые ранее питали шину постоянного тока, в то время как имелась система электроснабжения, могут стать доступными для работы в инверторном режиме для питания второй шины нагрузки (как только вторичный источник электропитания будет готов для выполнения этой функции). Таким образом, устройство обеспечивает расширенное время работы электроэнергии для экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током шины нагрузки без дополнительных аппаратных средств.

Таким образом, устройство в соответствии с изобретением может быть включено в состав источника бесперебойного электропитания (ИБП) для обеспечения непрерывной подачи электроэнергии на критические нагрузки в получателе в случае отсутствия напряжения сети. ИБП может содержать описанное выше устройство, имеющее первую шину нагрузки, соединенную через блок переключателя с сетью и принимающую состояние питания шины постоянного тока, и вторую шину нагрузки, принимающую состояние критического (бесперебойного) питания переменным током, соединенную с критическими нагрузками.

Первая шина нагрузки или третья шина нагрузки могут быть соединены с экстренными нагрузками в получателе и сконфигурированы с возможностью принятия состояния экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током.

Другие аспекты изобретения могут включать в себя способ изменения конфигурации устройства, способ реализации протокола приоритета и компьютерные программные продукты, имеющие выполняемые в них команды, которые при выполнении их посредством компьютера выполняют эти способы.

#### **Краткое описание чертежей**

В дальнейшем изобретение поясняется описанием предпочтительных вариантов воплощения со ссылками на сопроводительные чертежи, на которых

фиг. 1 изображает схематический вид известной системы аварийного электропитания и обсуждается выше;

фиг. 2 - схематический вид другой известной системы аварийного электропитания и обсуждается выше;

фиг. 3 - схематический вид еще одной известной системы аварийного электропитания и обсуждается выше;

фиг. 4 - схематический вид еще одной известной системы аварийного электропитания и обсуждается выше;

фиг. 5 - схематический вид известного ИБП с двойным преобразованием;

фиг. 6 - схематический вид устройства аварийного электропитания, которое является вариантом осуществления изобретения;

фиг. 7 - схематический вид системы аварийного электропитания, имеющей генератор с увеличенным временем работы, который является вариантом осуществления изобретения в нормальной конфигурации;

фиг. 8 - схематический вид системы аварийного электропитания, изображенной на фиг. 7 в конфигурации при отсутствии напряжения системы электроснабжения;

фиг. 9 - схематический вид системы аварийного электропитания, имеющей источник бесперебойного электропитания, который является вариантом осуществления изобретения в нормальной конфигурации;

фиг. 10 - схематический вид аварийного электропитания, изображенной на фиг. 9, в конфигурации с отсутствием напряжения системы электроснабжения;

фиг. 11 - схему последовательности операций, изображающую этапы изменения конфигурации генератора с расширенным временем работы для работы в качестве источника бесперебойного электропитания;

фиг. 12 - схематическое представление модульной системы аварийного электропитания, которая является вариантом осуществления изобретения, выполненным с возможностью подавать электроэнергию на получатель, разделенный на зоны;

фиг. 13 - диаграмму, иллюстрирующую протокол приоритета для электропитания шины постоянного тока;

фиг. 14 - схематическое представление блока главного переключателя, соединяемого с больше чем с двумя шинами нагрузки; и

фиг. 15 - схематическое представление возможности подключения между шиной постоянного тока и больше чем с двумя шинами нагрузки.

#### **Описание предпочтительных вариантов воплощения изобретения**

Фиг. 6 изображает устройство 200 аварийного электропитания, которое является первым вариантом осуществления изобретения. Устройство содержит блок 204 главного переключателя, соединенный с первичным источником 202 электропитания, который может быть источником питания коммунальной электросети. В блоке переключателя имеется первый переключатель 206 для выборочного соединения первичного источника 202 электропитания с первой шиной 208 нагрузки (шиной 1 нагрузки) и второй переключатель, параллельно соединенный с первым переключателем 206 для выборочного соединения первичного источника 202 электропитания со второй шиной 209 нагрузки (шиной 2 нагрузки). Таким образом, шины 208, 209 нагрузки (в дальнейшем в этом документе, шины нагрузки) могут по отдельности соединяться или разъединяться с первичным источником электропитания посредством блока 204 переключателя. Блок 204 главного переключателя может быть частью специализированного устройства (например, сменного модуля), как обсуждается ниже в вариантах осуществления, или может быть включен в его состав в качестве части стойки или системы сборочной платы, в которой устанавливается устройство.

Каждая из шин 208, 209 нагрузки может быть соединена с одной или несколькими единицами аппаратуры, требующими электропитания в получателе (не показаны). Например, одна из шин нагрузки может быть подключена для подачи электроэнергии на "существенные" нагрузки, которые являются аппаратурой, которая должна работать в получателе для его правильного функционирования, но они могут подвергаться перерыву в электропитании. Другая шина нагрузки может быть подключена для подачи электроэнергии на "критические" нагрузки, которые являются аппаратурой, которая должна работать в получателе для его правильного функционирования, но они являются чувствительными и не могут подвергаться перерывам в электропитании.

Шины нагрузки, которые подают электроэнергию на существенные нагрузки, могут использовать в качестве источника электроэнергии непосредственно первичный источник электропитания, например через соответствующий переключатель в блоке переключателя. Например, если первая шина 208 нагрузки на фиг. 6 должна была поставлять электроэнергию на существенные нагрузки при активности первичного источника электропитания, то первый переключатель 206 будет замкнут. В отличие от этого шины нагрузки, которые поставляют электроэнергию на критические нагрузки, не используют в качестве источника электроэнергии непосредственно первичный источник электропитания для гарантии того, что на критических нагрузках не замечается никаких непредвиденных выключений, например, вследствие отсутствия напряжения системы электроснабжения. Следовательно, если вторая шина 209 нагрузки на фиг. 6 должна подавать электроэнергию на критические нагрузки при действии первичного источника электропитания, то первый переключатель 207 будет разомкнут.

Вместо приема электроэнергии непосредственно из первичного источника электропитания шина нагрузки, которая подает электроэнергию на одну или несколько критических нагрузок, использует в качестве источника электроэнергию из шины 210 постоянного тока, имеющую напряжение, которое удерживается выше уровня порогового значения посредством электроэнергии из других источников (что рассматривается ниже). Энергия, передаваемая из шины 210 постоянного тока на шину нагрузки посредством средства преобразования электроэнергии, которое в данном варианте осуществления включает в себя модуль 212 РСМ преобразования электроэнергии, работающий в качестве обратного преобразователя (выполняющего преобразование постоянного тока в переменный ток).

Средство преобразования электроэнергии на фиг. 6 включает в себя пару модулей 212, 214 РСМ. Каждый модуль 212, 214 РСМ является подключаемым к каждой из шин 208, 209 нагрузки либо в качестве выпрямителя, либо в качестве инвертора. В этом варианте осуществления эти функциональные возможности обеспечиваются посредством отдельного выпрямителя и инверторных компонентов 211, 213 в каждом модуле РСМ и сигнального канала с переключающими элементами 215 для выборочного соединения одного из выпрямителей или инверторных компонентов 211, 213 с одной из шин 208, 209 нагрузки.

Шина 210 постоянного тока может принимать электроэнергию из многих источников. Например, если первичный источник 202 электропитания является активным, то электроэнергия может являться передачей из шины нагрузки, которая использует в качестве источника электроэнергии первичный источник 202 электропитания посредством средства преобразования электроэнергии, которое, в этом примере, может включать в себя модуль 214 РСМ, работающий в качестве выпрямителя (выполняющего

преобразование переменного тока в постоянный ток). Для этой цели может быть предназначена шина нагрузки, питающая шину постоянного тока, то есть, ей также не требуется питать нагрузки в получателе. Это может быть полезно, например, для зарядки компонентов в модуле силового моста (см. ниже), или просто для удержания заданного напряжения на шине 210 постоянного тока при работе системы электроснабжения.

Что касается фиг. 6, если первичный источник 202 электропитания является активным, переключатель 206 замкнут, то в первой шине 208 нагрузки присутствует электроэнергия переменного тока из первичного источника электропитания. В этом случае выпрямитель 216 в модуле 214 РСМ может использоваться в качестве источника электроэнергии первую шину 208 нагрузки для обеспечения электроэнергии постоянного тока на шину 210 постоянного тока. Если первичный источник 202 электропитания не является активным или средство преобразования электроэнергии не выполнено с возможностью передавать электроэнергию с шины нагрузки на шину 210 постоянного тока, то шина постоянного тока может получать электроэнергию из вторичного источника электропитания, соединенного непосредственно с шиной постоянного тока. Вторичный источник электропитания может содержать множество элементов. Как показано на фиг. 6, он может включать в себя модуль 218 силового моста (ВРМ). Модуль ВРМ может являться дополнительным в компоновках, для которых не требуется шина нагрузки, принимающая состояние критической (беспрерывной) подачи переменного тока. Например, если устройство выполнено с возможностью работать в качестве генератора с увеличенным временем работы, то, возможно, у него нет необходимости в модуле ВРМ. Однако модуль ВРМ может быть полезен в режиме генератора с увеличенным временем работы, например, для перекрытия быстрых изменений требований по нагрузке на шине нагрузки постоянного тока. Модуль 218 ВРМ может являться краткосрочным источником электропитания, например, выполненным с возможностью удерживать уровень напряжения на секунды или минуты. В этом варианте осуществления модуль 218 ВРМ содержит суперконденсатор или аккумуляторную батарею 220 для вывода электроэнергии постоянного тока, а преобразователь 222 постоянного тока в постоянный ток для преобразования выходной электроэнергии постоянного тока на подходящий для шины 210 постоянного тока уровень. Вторичный источник электропитания также может включать в себя модуль 224 генератора на топливных элементах. Модуль 224 генератора на топливных элементах может являться долгосрочным источником электропитания, например, выполненным с возможностью поддерживать уровень напряжения на минуты, часы или даже дни. В этом варианте осуществления модуль 224 генератора на топливных элементах включает в себя топливный элемент 226 для вывода электроэнергии постоянного тока и преобразователь 228 постоянного тока в постоянный ток для преобразования выходной электроэнергии постоянного тока до подходящего для шины 210 постоянного тока уровня. Рабочий протокол для различных возможных источников электроэнергии для шины 210 постоянного тока обсуждается ниже со ссылкой на фиг. 13.

Как можно заметить на фиг. 6, рабочие состояния первой и второй шин 208, 209 нагрузки зависят от конфигурации блока 204 переключателя и средства преобразования электроэнергии (в этом варианте осуществления обеспеченного посредством модулей 212, 214 РСМ). Контроллер (не показан) может быть обеспечен для определения конфигурации устройства, например, посредством задания того, к каким шинам 208, 209 нагрузки подключать модули 212, 214 РСМ, и в каком направлении им передавать электроэнергию и посредством задания состояния переключателя блока 204 переключателя.

На фиг. 6 имеется два модуля РСМ. В других вариантах осуществления может быть более двух модулей РСМ, каждый из которых является соединяемым с шинами нагрузки посредством встроенного переключающего механизма. Каждый модуль РСМ может являться соединяемым с любой из шин нагрузки. На практике каждый модуль РСМ соединяется исключительно с одной шиной нагрузки в любой момент времени. Каждый активный модуль РСМ может быть способен принимать один из двух режимов работы для преобразования электроэнергии в одном из двух направлений соответственно. В инверторном режиме модуль РСМ может действовать в качестве инвертора (постоянного тока в переменный ток), в выпрямительном режиме модуль РСМ может действовать в качестве выпрямителя. Модуль РСМ содержит либо двунаправленный преобразователь, который может переключаться между режимами или двумя отдельными модулями, каждый из которых является однонаправленным, причем один из которых является инвертором, а второй выпрямителем, в котором только один отдельный модуль является работающим в любой момент времени, пока модуль РСМ является активным.

В случае если модуль РСМ содержит двунаправленный преобразователь, он также включает в себя переключающий механизм, работающий для переключения между выпрямительным режимом и инверторным режимом. Переключающий механизм может управляться только если преобразователь является "неактивным", то есть, обычно, не во время работы.

Несмотря на то, что на фиг. 6 иллюстрированы только две шины нагрузки и два модуля РСМ, следует принимать во внимание, что система является полностью масштабируемой, и может использоваться любое количество шин нагрузки. Для полных функциональных возможностей желательно наличие, по меньшей мере, одинакового количества модулей РСМ и шин нагрузки. Однако может быть предпочтительным наличие намного большего количества модулей РСМ, чем шин нагрузки для обеспечения гибкого определения конфигурации и обеспечения избыточности там, где она необходима. Это может дос-

тигаться посредством оснащения одной системы большим количеством модулей РСМ и/или установки нескольких систем параллельно. В частности, изобретение может позволить установку и инициализацию модуля РСМ посредством тестирования по одной из шин нагрузки, которая не содержит критическую нагрузку. На основе успешного тестирования они могут быть повторно назначены на шины критической нагрузки. Эта процедура может выполняться пока система является работающей и только с одной операцией по установке, то есть, не является физически необходимой повторная установка модуля РСМ, если она повторно назначена на другую шину нагрузки. Таким же образом, при полном управлении отдельные модули РСМ могут быть отключены и впоследствии заменены или отремонтированы без какого-либо изменения штатной системы. По существу, это сокращает вероятность отказов и ошибок вследствие человеческого фактора.

Модуль 224 генератора на топливных элементах, который питает шину 210 постоянного тока, фактически может являться любым видом генератора известной на данный момент времени технологии, обеспечивающим выходную электроэнергию постоянного тока.

У модуля 218 ВРМ имеется энергопроизводительность, которая способна преодолевать промежуток между потерей передачи системы электроснабжения и временем, когда генератор на топливных элементах готов поставить максимальный уровень электроэнергии, например, после последовательности запуска. Для удовлетворения требований энергопроизводительности и/или избыточности может применяться множество модулей ВРМ, способом, подобным запараллеливанию модулей РСМ. Модуль ВРМ может быть основан на перезаряжающихся аккумуляторных батареях или, более вероятно, на конденсаторах сверхвысокой мощности (для предоставления системы без аккумуляторных батарей) и может включать в себя преобразователь постоянного тока в постоянный ток для гарантии того, что выходная электроэнергия постоянного тока удовлетворяет протоколу мощности постоянного тока. Модуль ВРМ может быть заряжен электроэнергией из первичного источника 202 электропитания таким образом, чтобы он всегда был готов оказать помощь в поддержке напряжения шины постоянного тока. Например, модуль ВРМ может быть заряжен через специализированную шину нагрузки от блока 204 переключателя или через любую активную шину нагрузки.

Модуль 218 ВРМ активизируется, если выпрямитель 216 не в состоянии поддерживать шину 210 постоянного тока, но также он заменяется либо посредством генератора 224 на топливных элементах, как только он способен производить достаточное количество электроэнергии по завершении процедуры запуска, либо выпрямителя 216, если первичный источник 202 электропитания снова возвращается в прежнее состояние до того, как шина 210 постоянного тока получает электроэнергию из генератора 224 на топливных элементах.

Все обсуждаемые выше модули (параллельно соединенные на выходах постоянного или переменного тока), могут накладываться друг на друга посредством известных принципов управления с синхронизацией по частоте или управляющего воздействия по отклонению ("мягкой" вольт-амперной характеристики). Это позволяет модулям совместно использовать нагрузку на шине.

Устройство может включать в себя блок управления (не показан на фиг. 6), выполненный с возможностью определять конфигурацию устройства, например, управлять параметрами настройки блока 204 переключателя и активных модулей РСМ. Блок управления может установить рабочее состояние для каждой из шин нагрузки через управление блоком 204 переключателя и посредством установки режимов работы модулей РСМ. Пример, в котором блок управления изменяет функционирование системы с генератора с увеличенным временем работы на сочетание источника ИБП и генератора с увеличенным временем работы посредством управления только блоком переключателя и модулями РСМ, описывается ниже со ссылкой на фиг. 11. Для достижения этого изменения функционирования не требуется никакого физического изменения аппаратных средств.

Главной функцией блока управления является задание конфигурации системы. В общих чертах, это достигается посредством отключения модулей РСМ от их текущей шины нагрузки и соединения их с другим получателем. Таким образом, является возможным

изменение рабочего состояния одной или нескольких шин нагрузки, например, изменение всего функционирования или настройки устройства, например, в случае отсутствия напряжения системы электроснабжения;

смещение энергопроизводительности с одной шины нагрузки на другую линию (например, для увеличения или уменьшения числа модулей РСМ, питающих шину критической нагрузки или использующих в качестве источника шину существенной нагрузки), например, для перекрытия отказа модуля РСМ или обеспечения выключения электропитания и удаления модуля РСМ, например, для тестирования или ремонта;

изменение защиты избыточности для каждой шины нагрузки, например, восстановление избыточности на шине критической нагрузки в случае отказа модуля РСМ;

восстановление доступности системы для линии на критические нагрузки в случае отказов одного или нескольких модулей на этой линии электропитания (в одном примере, это может достигаться посредством ухудшения избыточности на менее важной шине нагрузки).

Блок управления может включать в себя пользовательский интерфейс, выполненный с возможно-

стью позволять пользователю вводить команды для изменения конфигурации. Для безопасности, если блок управления получает запрос на изменение конфигурации системы, например, от пользовательского интерфейса, он может быть выполнен с возможностью вычислять доступность системы в настоящий момент и оценивать последовательную доступность после изменения конфигурации, прежде чем позволить изменение конфигурации системы. Блок управления может проверять последовательную доступность в зависимости от набора правил для избыточности, установленных для системы посредством пользователя для проверки допустимости изменения конфигурации.

Одним важным эффектом гибкой способности к изменению конфигурации устройства в соответствии с изобретением является способность проверки модуля РСМ на шине нагрузки для "существенных" нагрузок перед его переключением на шину нагрузки для "критических" нагрузок. Такое тестирование может проходить под управлением блока управления.

Блок управления может изменять конфигурацию устройства по дополнительным причинам, включающим в себя любую одну или несколько из нижеследующих:

- отключение нагрузки, то есть, отвод электроэнергии от шин "существенной" нагрузки во время отсутствия напряжения системы электроснабжения для сохранения электроэнергии и, следовательно, получение еще более длительного времени работы;

- обрезание пиков, то есть, инициализация вторичного источника электропитания для предоставления локальной выработки электроэнергии в месте ее потребления всякий раз, когда высока стоимость электричества;

- экономия электроэнергии, то есть, сокращение энергопотребления в часы с традиционно малой нагрузкой на сеть;

- регулирование электроэнергии, то есть, автоматическая передача для внешнего изолирования (изоляции от первичного источника электропитания) или инициализации вторичного источника электропитания для предоставления локальной выработки электроэнергии в ответ на запрос системного оператора передающей сети (TSO) (например, для достижения эффекта компенсации системы электроснабжения).

В конфигурациях, в которых возникает локальная выработка энергии на месте ее потребления, например, во время отсутствия напряжения системы электроснабжения или во время обрезания пиков или регулирования электроэнергии, если генерируется лишняя электроэнергия, то шина нагрузки может быть соединена для отведения электроэнергии из устройства.

Устройство, изображенное на фиг. 6, может функционировать в качестве генератора с увеличенным временем работы или в качестве источника бесперебойного электропитания со встроенным генератором с увеличенным временем работы. Конфигурации устройства, выполняющие эти функции, описываются ниже со ссылкой на фиг. 7-10.

На фиг. 7 и 8 изображено схематическое представление системы 300 аварийного электропитания, имеющей генератор с увеличенным временем работы, обеспеченным посредством устройства, подобного устройству, изображенному на фиг. 6. На фиг. 7 система находится в первой конфигурации, соответствующей системе электроснабжения, находящейся в рабочем состоянии (то есть, активному первичному источнику электропитания). На фиг. 8 система находится во второй конфигурации, соответствующей отсутствию напряжения в системе электроснабжения (отсутствие электроэнергии из первичного источника электропитания). В этой системе устройство в соответствии с изобретением может работать в качестве замены традиционного резервного дизельного генератора, то есть, для подачи электрической энергии в центр данных через систему источников бесперебойного электропитания.

Система 300 включает в себя блок 304 переключателя, прикрепленный к первичному источнику 302 электропитания (например, электроэнергию переменного тока коммунальной электросети). Блок 304 переключателя разделяет электропитание от сети на две параллельные шины 308, 309 нагрузки, каждая из которых имеет соответствующий переключатель 306, 307 для выборочного соединения ее с сетью. В конфигурации с генератором с увеличенным временем работы с активной сетью обе шины 308, 309 нагрузки соединяются с первичным источником 302 электропитания.

Первая шина 308 нагрузки подключается для подачи электроэнергии на обычный ИБП 312, который, в свою очередь, питает критичные устройства, например, компьютерные серверы 310 в получателе. Вторая шина 309 нагрузки соединяется непосредственно с существенными (но не критическими) устройствами, например с системами 331 охлаждения в получателе.

В этом варианте осуществления пять модулей 314 РСМ преобразования электроэнергии, каждый из которых содержит двунаправленный преобразователь, обеспечивают функционирование средства преобразования электроэнергии. В каждом модуле 314 РСМ имеется первая сигнальная линия 316, которая соединяется через переключатель 320 с первой шиной 308 нагрузки, и вторая сигнальная линия 318, которая соединяется через переключатель 322 со второй шиной 309 нагрузки. Если имеются дополнительные шины нагрузки, то могут быть обеспечены модули 314 РСМ с дополнительными сигнальными линиями и переключателями соответственно. Переключатели выполнены таким образом, чтобы не более чем один переключатель был замкнут в любой момент времени, то есть таким образом, чтобы каждый модуль РСМ никогда не был соединен больше чем с одной шиной нагрузки.

На фиг. 7 все модули 314 РСМ являются неактивными, то есть, в режиме ожидания.

Каждый модуль 314 РСМ также соединен с шиной 321 постоянного тока посредством сигнальной линии 326 постоянного тока. Шина 324 постоянного тока соединена с вторичным источником 328 электропитания, который в этом варианте осуществления содержит комбинацию из трех элементов, соединенных параллельно: (i) множество суперконденсаторов 332, (ii) множество топливных элементов 330 и (iii) множество фотогальванических элементов 334. Топливные элементы 330 могут быть реализованы в качестве традиционного дизельного генератора, выполненного для вывода электроэнергии постоянного тока. Суперконденсаторы 332 являются примером силового мостового модуля (ВРМ), и они могут являться дополнительными в зависимости от того, как быстро вторичный источник электропитания должен быть подключен. Суперконденсаторы также могут служить для фильтрации на любых этапах с быстрой нагрузкой (то есть, быстрого повышения энергопотребления на шине постоянного тока), что может защитить топливные элементы от сильных изменений градиента. Основная функция модуля ВРМ состоит в сокращении длительности отсутствия напряжения для поддержания определенного уровня электроэнергии во время запуска топливных элементов. Это сократит длительность отсутствия напряжения и, таким образом, ограничит последствия отсутствия напряжения на второй шине нагрузки и сократит количество накопителей электроэнергии (как правило, аккумуляторных батарей), которые необходимы для внешнего ИБП.

Сокращение времени работы ИБП может позволить полностью устранить батареи свинцовых аккумуляторов из ИБП посредством замены их аккумуляторными батареями лучшей технологии или даже накопителями на суперконденсаторах.

Если система электроснабжения является активной (как система на фиг. 7), то не требуется никакой передачи электроэнергии на шину постоянного тока или с нее и, следовательно, все переключатели 320, 322 разомкнуты. Вторичный источник электропитания может быть неактивным в этой структуре.

Ключевая функция системы, изображенной на фиг. 7 и 8, состоит в ограничении длительности отсутствия напряжения системы электроснабжения, обнаруживаемой посредством ИБП, таким образом, чтобы ИБП мог справляться с любой длительностью отсутствия напряжения, несмотря на ограниченную емкость его аккумуляторной батареи. Она подобна структуре, обсуждаемой выше со ссылкой на фиг. 2.

Если имеется отсутствие напряжения сети электроснабжения, то блок управления (не показан) дает команду системе принять конфигурацию, изображенную на фиг. 8. Различие между фиг. 7 и 8 состоит в том, что переключатели 306, 307 в блоке переключателя 304 разомкнуты для изолирования шины 308, 309 нагрузки от первичного источника электропитания. Другими словами, система работает в состоянии внешнего изолирования. Кроме того, вторичный источник 328 электропитания активируется таким образом, чтобы электроэнергия постоянного тока (в этом примере, из суперконденсаторов 332 и топливных элементов 330) обеспечивалась на шину 324 постоянного тока. На практике, суперконденсаторы 332 выполнены с возможностью подавать электроэнергию постоянного тока сразу после отсутствия напряжения системы электроснабжения на период, во время которого инициализируются и становятся подключенными топливные элементы 330. Топливные элементы 330 могут быть выполнены с возможностью подавать электроэнергию постоянного тока на намного более долгое необходимое время, чем суперконденсаторы 332. Фотогальванические элементы 334 могут действовать в качестве дополнения либо к топливному элементу 330, либо к суперконденсаторам 332, либо к обоим. В некоторых вариантах осуществления приоритет фотогальванических элементов может регулироваться таким образом, чтобы в определенных обстоятельствах электроэнергия от них преобладала в шине постоянного тока. В таких случаях, электроэнергия из шины постоянного тока может использоваться для дополнения электроэнергии из первичного источника электропитания, например, посредством совместного использования нагрузки между модулями РСМ, подающими электроэнергию на шину постоянного тока.

В изображенном варианте осуществления все модули 314 РСМ активируются в инверторном режиме для преобразования и подачи электроэнергии из шины 324 постоянного тока либо на первую шину 308 нагрузки, либо на вторую шину 309 нагрузки. Переключатель 320 замыкается в модулях РСМ А, В и С для обеспечения ими электроэнергии переменного тока через сигнальную линию 316 на первую шину 308 нагрузки. Эта электроэнергия обнаруживается посредством ИБП 312. Переключатель 322 замыкается в модулях РСМ D и E для обеспечения ими электроэнергии переменного тока через сигнальную линию 318 на вторую шину 309 нагрузки. Эта электроэнергия обнаруживается посредством устройств 311 охлаждения. Блок управления может быть выполнен с возможностью задерживать замыкающиеся переключатели 322 на модулях РСМ 322 для фокусирования начальной электроэнергии, подаваемой на первую шину нагрузки, тем самым минимизируя (и даже возможно сокращая до нуля) перерыв электроснабжения, обнаруживаемый посредством ИБП 312, и, следовательно, позволяя сокращать внутреннюю емкость аккумуляторной батареи.

Несмотря на то, что на фиг. 8 все пять модулей РСМ являются активными, в действительности, модули РСМ С и E работают в качестве избыточных модулей РСМ на первой и второй шинах нагрузки соответственно (обозначенных посредством пунктирных стрелок).

Если система электроснабжения (первичный источник 302 электропитания) снова становится активной, то система может быть выполнена с возможностью переключаться обратно к конфигурации, изображенной на фиг. 7, например, посредством замыкания переключателей 306, 307 в блоке 304 пере-

ключателя и размыкания переключателей 320, 322 в случае необходимости. Перед восстановлением соединения модули РСМ могут быть синхронизированы с первичным источником электропитания (см. ниже).

Фиг. 9 и 10 изображают схематическое представление системы 340 аварийного электропитания, имеющей ИБП, предоставленный посредством устройства, подобного изображенному на фиг. 6. На фиг. 9 система находится в первой конфигурации, соответствующей случаю, когда система электроснабжения находится в рабочем состоянии (то есть, когда активен первичный источник электропитания). На фиг. 10 система находится во второй конфигурации, соответствующей случаю, когда отсутствует напряжение системы электроснабжения (отсутствует электроэнергия из первичного источника электропитания). В этой системе устройство в соответствии с изобретением может действовать в качестве замены традиционной системы бесперебойного электропитания со встроенным генератором с увеличенным временем работы. Даже во время отсутствия напряжения системы электроснабжения система предоставляет полную бесперебойную подачу для некоторых шин нагрузки (принимающих состояние критического (бесперебойного) питания и подающих электроэнергию на критические устройства) и короткий перерыв для других линий нагрузки (принимающих состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания и подающих электроэнергию на существенную аппаратуру).

Компонентам, иллюстрированным на фиг. 9 и 10, имеющим одинаковые функции, что и на фиг. 7 и 8 функции, даны одинаковые ссылочные номера.

Фиг. 9 изображает конфигурацию системы, в которой система электроснабжения (первичный источник 302 электропитания) является активной. Блок 304 переключателя сконфигурирован таким образом, чтобы переключатель 307 был разомкнут для изолирования первой шины 308 нагрузки от первичного источника 302 электропитания, а переключатель 306 замкнут таким образом, чтобы электроэнергия из первичного источника 302 электропитания присутствовала во второй шине 309 нагрузки.

Первая шина 308 нагрузки соединяется непосредственно с серверами 310, которые являются критическими устройствами в получателе. Соответственно, это первая шина 308 нагрузки должна принимать состояние критического (бесперебойного) питания переменным током. Это достигается посредством конфигурирования средства преобразования электроэнергии таким образом, чтобы первая шина 308 нагрузки всегда использовала в качестве источника электроэнергии шину 324 постоянного тока. Система сконфигурирована для гарантии обеспечения электроэнергии на шину 324 постоянного тока независимо от того, находится ли система электроснабжения в рабочем состоянии или нет, как описано ниже.

В этом варианте осуществления вторая шина 309 нагрузки выполняет две функции, если система электроснабжения находится в рабочем состоянии (то есть, если первичный источник 302 электропитания является активным). В других вариантах осуществления эти две функции могут выполняться независимо друг от друга посредством отдельных шин нагрузки. Первая функция должна передавать электроэнергию на шину 324 постоянного тока из системы электроснабжения. Это достигается посредством соответствующего конфигурирования средства преобразования электроэнергии. В этом варианте осуществления два модуля 314 РСМ (модули РСМ D и E на фиг. 9) активируются в выпрямительном режиме и соединяются со второй шиной 309 нагрузки через сигнальную линию 318 посредством замыкания переключателя 322. Вторая функция должна подавать электроэнергию непосредственно на устройства 311 охлаждения в получателе. Эти устройства важны для правильной работы получателя, но они могут справиться лишь с малым перерывом в электропитании: таким образом, они являются "существенной" аппаратурой. Следовательно, в этом варианте осуществления вторая шина 309 нагрузки 309 принимает как состояние питания шины постоянного тока, так и состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током.

Первая шина 308 нагрузки принимает электроэнергию из трех модулей 314 РСМ (РСМ A, B и C на фиг. 9), которые активируются в инверторном режиме для преобразования и подачи электроэнергии из шины 324 постоянного тока. В модулях РСМ A, B и C переключатель 320 замыкается для обеспечения электроэнергии переменного тока через сигнальную линию 316 на первую шину 308 нагрузки. Эта электроэнергия обнаруживается посредством устройств 310 сервера.

Аналогично фиг. 8, несмотря на то, что на фиг. 9 все пять модулей РСМ являются активными, фактически, модули РСМ C и E работают в качестве избыточных модулей РСМ на первой и второй шинах нагрузки соответственно (обозначенных посредством пунктирных стрелок).

Как изображено на фиг. 9, электроэнергия обеспечивается на шину 324 постоянного тока исключительно из второй шины 309 нагрузки, если первичный источник 302 электропитания является активным. Вторичный источник электропитания является неактивным. Однако при определенных обстоятельствах, например, для обеспечения обрезания пика, может быть активирован вторичный источник 328 электропитания, в то время как все еще активен первичный источник электропитания. Если вторичный источник 328 электропитания подключен, то электроэнергия на шину 324 постоянного тока может передаваться посредством выключения модулей 314 РСМ, работающих в выпрямительном режиме, например, посредством снижения их выходного напряжения таким образом, чтобы преобладало выходное напряжение из вторичного источника 328 электропитания. Таким образом, вторая шина нагрузки может прекратить работу в состоянии питания шины постоянного тока. Однако она продолжает работать в состоянии экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током. Если отсутствует напряжение сети

электроснабжения, то блок управления (не показан) дает системе команду на принятие конфигурации, изображенной на фиг. 10. Основным различием между фиг. 9 и 10 является то, что теперь шина 324 постоянного тока питается посредством вторичного источника 328 электропитания. На практике, будет детектировано понижение напряжения, обеспеченного из второй шины 309 нагрузки на шину 324 постоянного тока через модули 314 РСМ в выпрямительном режиме, которое вызовет активацию вторичного источника 328 электропитания. Модули 314 РСМ могут детектировать понижение напряжения и послать команду, например, через блок управления на вторичный источник 328 электропитания или блок управления может выполнить как этап детектирования, так и активации. Как упоминается выше, суперконденсаторы 332 выполнены с возможностью подавать электроэнергию постоянного тока немедленно после возникновения отсутствия напряжения системы электроснабжения на период, во время которого топливные элементы 330 инициализируются и становятся активными. Топливные элементы 330 могут быть выполнены с возможностью подачи электроэнергии постоянного тока на намного более долгое необходимое время, чем суперконденсаторы 332.

Фотогальванические элементы 334 могут действовать в качестве дополнения либо к топливным элементам 330, либо к суперконденсаторам 332, либо к обоим из них. Как указано выше, фотогальванические элементы могут располагаться таким образом, чтобы подача электроэнергии из них на шину постоянного тока преобладала, например, для дополнения к электроэнергии из первичного источника электропитания.

Между фиг. 9 и 10 конфигурация модулей 314 РСМ 314 (А, В и С), питающих первую шину 308 нагрузки, не изменяется. Фактически, первая шина 308 нагрузки не подвергается существенным потерям электроэнергии в связи с тем, что она использует в качестве источника электроэнергии шину 324 постоянного тока, напряжение которой поддерживается через активацию вторичного источника 328 электропитания 328, как было описано выше.

Тем временем, отсутствие напряжения сети электроснабжения вызывает потерю электроэнергии на второй шине 309 нагрузки. Эту потерю электроэнергии будут испытывать устройства 311 охлаждения. Однако, как только вторичный источник 328 электропитания полностью активен (например, после того, как вступают в работу топливные элементы 330), модули 314 РСМ (D и E), которые работали в выпрямительном режиме, переключаются для работы в инверторном режиме, в результате чего они передают электроэнергию из шины 324 постоянного тока на вторую шину 309 нагрузки, которая затем используется для запитывания устройств 211 охлаждения. Следовательно, перерыв в электроэнергии, испытываемый устройствами 211 охлаждения, например, продолжительность времени с возникновения отсутствия напряжения системы электроснабжения до вступления в работу топливных элементов 330, будет коротким. Как правило, он составляет несколько секунд.

Преимущество изобретения состоит в способности системы, изображенной на фиг. 7, превращаться в систему, изображенную на фиг. 9, или наоборот, без необходимости в значительном физическом регулировании или повторном соединении аппаратных средств или отключении питания получателя.

Этапы, включаемые в превращение одной системы в другую, изображены на фиг. 11. Таким образом, для режима 350 генератора с увеличенным временем работы, изображенного на фиг. 7, обе шины 308, 309 нагрузки (называемые АС1 и АС2 соответственно на фиг. 11) соединяются с первичным источником 302 электропитания (системой электроснабжения). Для начала превращения в режим ИБП блок управления выбирает и активирует один или несколько модулей 314 РСМ в выпрямительном режиме и замыкает переключатель 322 для этих модулей РСМ таким образом, чтобы они использовали в качестве источника электроэнергии вторую шину 309 нагрузки через сигнальную линию 318. Это вызывает принятие второй шиной 309 нагрузки состояния питания постоянным током в дополнение к его текущей функции питания существенных нагрузок. После завершения этого этапа шина 324 постоянного тока обеспечивается рабочим напряжением из второй шины 309 нагрузки. Следующий этап превращения в режим ИБП состоит в выборе блока управления и активации одного или нескольких модулей 314 РСМ в инверторном режиме и замыкании переключателя 320 для этих модулей РСМ таким образом, чтобы они подавали электроэнергию на первую шину 308 нагрузки из шины 324 постоянного тока через сигнальную линию 316. В заключение, первая шина 308 нагрузки отсоединяется от первичного источника электропитания посредством размыкания переключателя 307 в блоке 304 переключателя. Затем, первая шина 308 нагрузки использует в качестве источника электроэнергии только шину постоянного тока и, следовательно, принимает состояние критического (беспрерывного) питания переменным током. Тогда, система находится в режиме 360 ИБП.

Описанные выше модули 314 РСМ содержат двунаправленные преобразователи. В других вариантах осуществления они могут содержать пару инвертор-выпрямитель. Альтернативно, каждый модуль РСМ может быть являться однонаправленным. Однако при условии обеспечения достаточно большого количества модулей РСМ для разрешения конфигурируемой передачи электроэнергии в обоих направлениях к каждой шине нагрузки и шине постоянного тока или от них, система может предоставлять преимущества изобретения.

Обсуждаемые выше рабочие состояния шин 308, 309 нагрузки в двух режимах обобщаются в следующей таблице.

	Режим генератора с увеличенным временем работы (фиг.7 и 8)	Режим ИБП (фиг.9 и 10)
Первая шина (308) нагрузки	Экстренное (с минимальным перерывом) питание переменным током	Критическое (беспереывное) питание переменным током
Вторая шина (309) нагрузки	Экстренное (с минимальным перерывом) питание переменным током	Экстренное (с минимальным перерывом) питание переменным током Питание шины постоянного тока (при активной системе электроснабжения)

Шина нагрузки, принимающая состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, запитана как при нормальных условиях системы электроснабжения, так и при внешнем изолировании, но могут существовать короткие перерывы при повторном определении конфигурации системы после отсутствия напряжения системы электроснабжения. В режиме генератора с увеличенным временем работы важные устройства в получателе защищены посредством внешнего ИБП. Для существенной аппаратуры эти короткие перерывы могут быть приемлемыми. Длительность перерыва зависит от времени замены системы электроснабжения (либо использования силового мостового модуля (что занимает меньше секунды, например, несколько миллисекунд, для ввода в работу), либо генератора на топливных элементах (что может занимать от нескольких секунд до минут для его активации)).

Описанные выше системы являются симметричными, то есть роли первой шины нагрузки и второй шины нагрузки могут переключаться. Кроме того, описанные выше системы демонстрируют принципы, использующие одну линию для критической нагрузки и одну для существенной нагрузки. Фактически, изобретение может поддерживать несколько линий критической нагрузки и несколько линий существенной нагрузки.

Шины 308, 309 нагрузки могут быть либо однофазными, работающими на переменном токе, либо трехфазными, работающими на переменном токе. В другом варианте осуществления первичный источник электропитания может быть источником постоянного тока, а шина нагрузки может проводить постоянный ток. В этом варианте осуществления каждый модуль преобразования электроэнергии может являться двунаправленным преобразователем постоянного тока в постоянный.

Множество обсуждаемых выше систем могут использоваться в модульной архитектуре, в которой модули системы соединяются друг с другом либо параллельно, либо последовательно, либо в сочетании параллельной и последовательной связи. В частности может быть практичным, если центр данных разделяется на ряд зон. Каждая зона может иметь отдельные требования, например, для целевой оптимизации доступности и оптимизации платы за электроэнергию.

Модульная архитектура может разрешить управление над тем, как ресурсы системы могут распределяться между зонами, например, для передачи избыточности из одной зоны в другую, или обеспечения энергопроизводительности из одной зоны в другую. Дополнительное преимущество модульной архитектуры заключается в способности системы в процессе работы изменять свою конфигурацию в случае, например, неисправного модуля. Например, изменение конфигурации может происходить для восстановления избыточности или энергопроизводительности. В другом примере изменение конфигурации может происходить для ответа на динамично изменяющиеся нагрузки.

Фиг. 12 иллюстрирует пример принципов зонирования. На фиг. 12 три подсистемы 404, подобные обсуждаемым выше системам, соединены с электропитанием 400 от сети через линии 402 питания. Каждая из подсистем располагается таким образом, чтобы обеспечивать электроэнергию на двух конфигурируемых шинах 412, 414 нагрузки. Получатель 406 разделяется на три зоны 408, с каждой зоной, имеющей связанную с ней входную линию 410 питания. Каждая из входных линий 410 питания соединяется с двумя шинами нагрузки из различных подсистем.

Зонирование становится особенно эффективным в случаях, в которых серверы управляются посредством виртуальной серверной операционной системы, которая позволяет устанавливать приоритеты услуг/аппаратуры и размещать их в различных зонах (то есть, в определенных местоположениях аппаратных средств сервера). Это позволяет группировать аппаратуру в соответствии с приоритетом и размещать их в зонах, для которых может быть по отдельности задана оптимизация энергии и доступности. Эта возможность решительно поддерживает виртуализацию серверов, включая в себя использование

виртуализации для оптимизации платы за энергию в соответствии с нагрузкой услуг/потока информационного обмена на центр данных. Также оно позволяет задавать различные схемы и приоритеты для работы во время отсутствия напряжения системы электроснабжения (как отключение нагрузки).

Как упоминалось выше, системы в соответствии с изобретением могут предлагать вторичную функцию, которая может либо сокращать плату за электроэнергию, либо получать доход от предоставления производительности вторичного источника электропитания системе электроснабжения. Например, в течение промежутков времени, когда цена на электричество высока, система может быть принудительно переведена в состояние внешнего изолирования. Альтернативно, вторичный источник электропитания может быть активирован, даже если система электропитания также активна, например, посредством приема модулями генератора электропитания из выпрямителей. Это может выполняться посредством задания выходных значений напряжения генератора на более высокое напряжение, чем номинальное напряжение шины постоянного тока, заданное для выпрямителей таким образом, чтобы выпрямители прекратили использование внешних источников, или просто посредством отключения части выпрямителей таким образом, чтобы напряжение шины падало по мере того, как выпрямители не смогут выдерживать нагрузку на шине постоянного тока.

Если вторичный источник электропитания генерирует больше электроэнергии, чем потребляют нагрузки, направление некоторых выпрямителей может быть изменено таким образом, чтобы они могли отводить электроэнергию в систему электроснабжения.

Каждый из обсуждаемых выше модулей преобразования электроэнергии может быть обеспечен в качестве физически отдельного компонента, соединяемого с устройством. Каждый модуль может быть обеспечен одним или несколькими вилками соединителя, расположенными таким образом, чтобы состыковываться с соответствующими деталями на шине постоянного тока и/или каждой шине нагрузки. Модульная архитектура может поддерживать принцип автоматического конфигурирования аппаратных средств (PlugAndPlay) в полном объеме.

Другое преимущество устройства состоит в том, что переключатели должны быть откалиброваны исключительно для локального уровня электроэнергии, то есть, блок переключателя проводит исключительно электроэнергию из одной стойки, модуль РСМ проводит электроэнергию исключительно из одного модуля.

Фиг. 13 является схематическим представлением расположенной по приоритетам схемы выбора источника для шины постоянного тока, используемым в устройстве в соответствии с изобретением. В этом варианте осуществления схема выбора источника располагается таким образом, чтобы гарантировать обеспечение электроэнергии на шину постоянного тока из одного из следующих источников в следующем порядке предпочтений: (i) выпрямители, использующие в качестве источника первичный источник электропитания; (ii) топливные элементы; (iii) силовой мостовой модуль. Таким образом, вторичный источник электропитания выполнен с возможностью передавать электроэнергию на шину постоянного тока всякий раз, когда шина нуждается в большем количестве энергии, которая предлагается посредством выпрямителей (которая может равняться нулю в случае отсутствия напряжения). Модуль ВРМ деактивируется по мере того, как топливные элементы начинают производить номинальную электроэнергию, тем самым, поднимая напряжение до уровня, заданного для преобразователей постоянного тока в постоянный ток топливного элемента. Заданное выходное напряжение, которое обуславливает приоритет заданного источника, может являться отдельно программируемым для обеспечения регулирования схемы приоритета.

Схема выбора источника с установленными приоритетами реализуется посредством разделения напряжения шины постоянного тока на определенные диапазоны напряжения, как показано на фиг. 13, таким образом, чтобы выпрямители были установлены для подачи напряжения  $V_R$  на шину постоянного тока, топливные элементы были установлены для подачи напряжения  $V_{FC} < V_R$  на шину постоянного тока, а модуль ВРМ был установлен для подачи напряжения  $V_{BPM} < V_{FC}$  на шину постоянного тока. Таким образом, встроенный регулятор напряжения любого источника будет понижать его электроэнергию на выходе (электрический ток) до нуля всякий раз, когда напряжение шины выше, чем его собственное напряжение (в соответствии с его встроенными вольт-амперными характеристиками). Следовательно, блоки с наивысшим классом выходного напряжения будут брать на себя все электроснабжение.

В случае если источник не может удовлетворить всю потребность в электроэнергии, напряжение упадет до следующего класса уровня приоритета и элементы этого класса добавят величину электроэнергии, необходимую, чтобы справиться с потребностью (то есть, своего рода совместное использование нагрузки).

Плавные выводные вольт-амперные характеристики будут поддерживать запараллеливание нескольких выводов на шине постоянного тока (с использованием классического принципа управления с синхронизацией по частоте или управляющего воздействия по отклонению).

Схема выбора источника с установленными приоритетами может быть реализована и другими способами. Например, каждый источник может обеспечивать определенное выходное напряжение, а выходы могут питаться через последовательный диод, тем самым, создавая функцию монтажного ИЛИ, где источник с наиболее высоким заданным значением напряжения получает всю нагрузку. Альтернативно,

может быть предоставлена схема измерения напряжения, которая программирует ограничитель выходного тока каждого преобразователя в зависимости от напряжения шины постоянного тока. Дополнительной альтернативой может быть реализация схемы выбора источника с установленными приоритетами посредством централизованного управления модулями, например, через блок управления, для определения работы каждого модуля.

В соответствии со схемой выбора источника с установленными приоритетами выходная электроэнергия на основе фактического напряжения шины постоянного тока может управляться автономно. В частности, топливные элементы и модуль ВРМ могут работать автономно на основе фактического напряжения шины постоянного тока для запуска или остановки и для управления выходной электроэнергией во время работы.

Один аспект возможности управления в соответствии с изобретением может обеспечиваться посредством блока переключателя, который выборочно соединяет шины нагрузки с первичным источником электропитания. Блок переключателя может автоматически отслеживать статус первичного источника электропитания и отсоединять от него шины нагрузки в случае детектирования отсутствия напряжения системы электроснабжения (например, нулевое напряжение из первичного источника электропитания). Кроме того, блок переключателя может оказать помощь в синхронизации вывода сигналов переменного тока посредством модулей РСМ, работающих в качестве обратных преобразователей. Например, блок переключателя может отслеживать подачу переменного тока из первичного источника электропитания и генерировать в нем сигнал синхронизации. Если имеется отсутствие напряжения сети электроснабжения, то блок переключателя может независимо создавать главный сигнал синхронизации. Если система электроснабжения снова становится активной, то блок переключателей может настраивать главный сигнал синхронизации (например, посредством смещения его фазы), для подготовки повторного соединения с системой электроснабжения.

Для реализации вышеупомянутых функций могут использоваться обычные технические приемы синхронизации. Однако, возможно, что синхронизация не является существенной для работы изобретения.

Упомянутый выше блок управления может являться модулем с централизованной конфигурацией, выполненным с возможностью связывать направления к каждому модулю через шину сети локальных контроллеров или подобную. Модули РСМ могут быть выполнены с возможностью работать автономно в пределах заданного состояния, то есть, модуль конфигурации может дать команду на работу в выпрямительном режиме или в инверторном режиме и управлять тем, какая шина нагрузки используется или обслуживается в качестве источника, но активное управление модуля в этом состоянии управляется посредством отдельного блока управления.

Все модули могут связываться с модулем конфигурации для обеспечения информации о статусе и работе системы. Таким образом, модуль конфигурации может сохранять информацию о статусе доступности, диагностике системы и прогнозировании неисправностей.

Устройство может включать в себя пользовательский интерфейс, выполненный с возможностью разрешать ввод команд модуль конфигурации и извлечения информации из него. Пользовательский интерфейс может являться стандартной консолью, такой как РС, на которой модуль конфигурации является доступным в электронном виде, например, через сетевой интерфейс. Пользовательский интерфейс может предлагать такие функции, как

- отслеживание ключевых параметров;
- предупреждение в случае неисправности;
- статистика, хранение и представление данных журнала событий, анализ и т.д.;
- определение системы и задание определенных требований системы (как например инициализация различных зон и их доступности/приоритета);
- инициализация и подключение таких различных динамических функций, как изменение конфигурации в процессе работы, реакция на неисправность, функции, связанные с энергией (такие как обрезание пика или другие функции энергосбережения);
- выполнение тестов (тестирование модулей, тестовый запуск источников электропитания).

Модули РСМ могут самостоятельно детектировать, доступен ли на шинах нагрузки первичный источник электропитания или нет. Их отдельные блоки управления могут определять конфигурацию модуля из этого детектирования, например, на основе конфигурации системы, заданной посредством модуля конфигурации.

В одном варианте осуществления модули РСМ могут быть выполнены с возможностью детектировать, доступен ли на шине нагрузки первичный источник электропитания посредством соединения с этой шиной нагрузки в инверторном режиме, но с выходной частотой, заданной выше частоты первичного источника электропитания, тем самым модуль РСМ действует для смещения частоты выше частоты первичного источника электропитания. Если имеется первичный источник электропитания, то он будет принудительно задавать на шине нагрузки частоту, идентичную своей. Если его нет, то частота будет понижаться до значения за пределами диапазона нормальной частоты. Посредством детектирования частоты на шине нагрузки все модули могут детектировать из частоты наличие первичного источника электропи-

тания.

В другом варианте осуществления блок переключателя может детектировать, является ли активным первичный источник электропитания (например, имеется выше номинального состояния). Результат может обеспечиваться через шину передачи информации на все модули устройства. Результат также может включать в себя информацию о том, в каком состоянии находится блок переключателя.

В еще одном варианте осуществления сигнал переменного тока ("пилотный сигнал") на заданной частоте (с цифровым кодированием или без него для учета более низкой амплитуды и более надежного детектирования) может быть применен для вывода из первичного источника электропитания посредством блока переключателя. Модули внутри устройства могут распознавать пилотный сигнал и, таким образом, детектировать, соединена ли система электроснабжения с шиной нагрузки. Этот последний способ не детектирует, находится ли система электроснабжения выше номинального значения или нет, она лишь проверяет, соединена ли шина нагрузки с первичным источником электропитания или нет.

Фиг. 14 является схематическим представлением блока переключателя, выполненного с возможностью выборочно соединять более двух шин 504 нагрузки с первичным источником электропитания, в данном случае, система 500 электроснабжения. Блок переключателя содержит множество сигнальных линий 501a, 501b, 501c, 501d, каждая из которых соединяет систему 500 электроснабжения независимо от соответствующей шины 504 нагрузки через соответствующие переключатели 502a, 502b, 502c, 502d. Каждая из шин 504 нагрузки имеет выходные сигнальные линии 506 для соединения шин 504 нагрузки с получателем.

Фиг. 15 изображает возможность подключения между шиной 504 нагрузки и шиной 508 постоянного тока в компоновке, в которой имеется более двух шин нагрузки. Каждая шина 504 нагрузки является выборочно соединяемой с шиной 508 постоянного тока посредством соответствующей сигнальной линии 509a, 509b, 509c, 509d через один или несколько модулей 512a, 512b, 512c, 512d преобразования электроэнергии. Переключатель 510a, 510b, 510c, 510d обеспечен на каждой сигнальной линии между шиной 504 нагрузки и модулями 512a, 512b, 512c, 512d преобразования электроэнергии. Вторичный источник 514 электропитания соединяется с шиной 508 постоянного тока через отдельную сигнальную линию 516.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство (200) аварийного электропитания, содержащее множество шин (208, 209) нагрузки для передачи электроэнергии на нагрузку, причем множество шин (208, 209) нагрузки параллельно соединены с первичным источником (202) электропитания через блок (204) переключателя, выполненный с возможностью выборочного соединения одной или более из множества шин (208, 209) нагрузки с первичным источником (202) электропитания;

шину (210) постоянного тока, выполненную с возможностью принимать электроэнергию постоянного тока из вторичного источника (218, 224) электропитания;

множество модулей (212, 214) преобразования электроэнергии, причем каждый из модулей (212, 214) преобразования электроэнергии подключен между шиной (210) постоянного тока и соответствующей шиной (208, 209) нагрузки и выборочно сконфигурирован для использования, либо

для передачи электроэнергии из его шины нагрузки на шину постоянного тока; либо

для передачи электроэнергии из шины постоянного тока на его соответствующую шину нагрузки; и контроллер, связанный с модулями (212, 214) преобразования электроэнергии для задания направления передачи электроэнергии между каждой шиной (208, 209) нагрузки и шиной (210) постоянного тока, для управления рабочим состоянием каждой шины (208, 209) нагрузки.

2. Устройство по п.1, в котором множество модулей (212, 214) преобразования электроэнергии сконфигурированы посредством контроллера для переключения каждой шины нагрузки в одно из следующих рабочих состояний:

состояние питания от шины постоянного тока, в котором модуль (212, 214) преобразования электроэнергии выполнен с возможностью передачи электроэнергии от его соответствующей шины (208, 209) нагрузки на шину (210) постоянного тока, когда первичный источник (202) электропитания активен;

состояние отведения переменного тока, при котором модуль (212, 214) преобразования электроэнергии выполнен с возможностью передачи электроэнергии от шины (210) постоянного тока на его соответствующую шину (208, 209) нагрузки для отведения ее от устройства, когда первичный источник (202) электропитания неактивен;

состояние критического (беспереывного) питания переменным током, в котором модуль (212, 214) преобразования электроэнергии выполнен с возможностью передачи непрерывного электропитания от шины (210) постоянного тока на его соответствующую шину (208, 209) нагрузки в любой момент времени; и

состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током, в котором первичный источник (202) электропитания питает электроэнергией непосредственно шину (208, 209) нагрузки, которая соединена непосредственно с нагрузкой, когда первичный источник (202) электропитания активен, и модуль (212, 214) преобразования электроэнергии выполнен с возможностью передачи

электроэнергии на соответствующую шину (208, 209) нагрузки от шины (210) постоянного тока, когда первичный источник электропитания неактивен.

3. Устройство по п.1, в котором каждый модуль (212, 214) преобразования электроэнергии выполнен с возможностью быть активируемым для формирования соединения между шиной (210) постоянного тока и любой из множества шин (208, 209) нагрузки.

4. Устройство по п.3, в котором каждый активированный модуль (212, 214) преобразования электроэнергии выполнен с возможностью входить в

выпрямительный режим, в котором модуль (212, 214) преобразования электроэнергии соединен с одной из шин (208, 209) нагрузки для передачи из него электроэнергии на шину (210) постоянного тока; и

инверторный режим, в котором модуль (212, 214) преобразования электроэнергии соединен с одной из шин (208, 209) нагрузки для передачи на нее электроэнергии из шины (210) постоянного тока.

5. Устройство по п.4, в котором множество модулей (212, 214) преобразования электроэнергии соединено с общей шиной нагрузки из множества шин (208, 209) нагрузки и в котором каждый из активированных модулей (212, 214) преобразования электроэнергии соединен с этой общей шиной нагрузки, входящей в тот же самый рабочий режим.

6. Устройство по любому из пп.3-5, причем устройство выполнено с возможностью выбора шины (208, 209) нагрузки, с которой соединен каждый модуль (212, 214) преобразования электроэнергии, и/или рабочего режима каждого модуля (212, 214) преобразования электроэнергии.

7. Устройство по любому из пп.1-6, выполненное с возможностью детектировать статус активности первичного источника (202) электропитания, в котором рабочие состояния шин (208, 209) нагрузки являются управляемыми на основе детектированного статуса активности первичного источника (202) электропитания.

8. Устройство по п.7, в котором первичный источник электропитания является источником переменного тока, а также

блок (204) переключателя выполнен с возможностью применять сигнал детектирования к сигналу электроэнергии из первичного источника (202) электропитания, а модули (212, 214) преобразования электроэнергии выполнены с возможностью распознавать сигнал детектирования для определения того, присутствует ли электроэнергия из первичного источника (202) электропитания на шине (208, 209) нагрузки; или

модули (212, 214) преобразования электроэнергии, соединенные с шиной (208, 209) нагрузки, в состоянии экстренного (с минимальным перерывом) питания выполнены с возможностью работать в инверторном режиме для смещения частоты шины нагрузки выше частоты сигнала электроэнергии из первичного источника (202) электропитания, причем модули (212, 214) преобразования электроэнергии выполнены с возможностью детектировать частоту на шине (208, 209) нагрузки для определения того, присутствует ли на шине (208, 209) нагрузки электроэнергия из первичного источника (202) электропитания.

9. Устройство по п.4, в котором вторичный источник (218, 224) электропитания включает в себя генератор постоянного тока, такой как генератор на топливных элементах или фотогальванический элемент, а силовой мостовой модуль (218) выполнен с возможностью поддерживать напряжение шины (210) постоянного тока в случае отсутствия питания в первичном источнике (202) электропитания.

10. Устройство по п.9, в котором один или несколько модулей (212, 214) управления электроэнергией выполнены с возможностью работы в выпрямительном режиме, генератор постоянного тока и силовой мостовой модуль (218) выполнены с возможностью автономно обеспечивать электроэнергию на шину (210) постоянного тока в соответствии с протоколом приоритета.

11. Устройство по любому из пп.1-10, в котором нагрузка разделена на множество зон, а каждая шина (208, 209) нагрузки выполнена с возможностью соединения с каждой зоной, обеспечения выборочного управления энергопроизводительностью и/или доступностью каждой зоны.

12. Генератор с увеличенным временем работы, содержащий вторичный источник (218, 224) электропитания и

устройство (200) аварийного электропитания по п.2, в котором

шина (210) постоянного тока соединена для приема электроэнергии из вторичного источника (218, 224) электропитания и

первая шина (208, 209) нагрузки выполнена с возможностью вхождения в состояние экстренного (с минимальным перебоем) питания переменным током и в случае отсутствия напряжения сети электропитания - соединения посредством одного или нескольких модулей (212, 214) преобразования электроэнергии для передачи электроэнергии из шины (210) постоянного тока на источник бесперебойного электропитания.

13. Источник бесперебойного электропитания (ИБП), содержащий

вторичный источник (218, 224) электропитания и

устройство (200) аварийного электропитания по п.2, в котором

шина (210) постоянного тока соединена для приема электроэнергии из вторичного источника (218, 224) электропитания,

первая шина (208, 209) нагрузки соединена через блок (204) переключателя с сетью и соединена посредством одного или нескольких модулей (212, 214) преобразования электроэнергии для передачи электроэнергии на шину (210) постоянного тока и

вторая шина (208, 209) нагрузки соединена посредством одного или нескольких модулей (212, 214) преобразования электроэнергии для приема электроэнергии от шины (210) постоянного тока для запитывания критических нагрузок.

14. Способ тестирования и инициализации модуля (212, 214) преобразования электроэнергии в устройстве аварийного электропитания по п.4, содержащий этапы, на которых

подключают модуль преобразования электроэнергии между шиной (210) постоянного тока и первой шиной (208, 209) нагрузки, которая входит в состояние экстренного (с минимальным перерывом) питания переменным током;

активируют модуль (212, 214) преобразования электроэнергии в выпрямительном режиме для подачи электроэнергии с первой шины (208, 209) нагрузки на шину (210) постоянного тока;

проверяют, работает ли модуль преобразования электроэнергии в нормальном режиме; причем если работа происходит в нормальном режиме, то способ включает в себя этапы, на которых

деактивируют модуль (212, 214) преобразования электроэнергии;

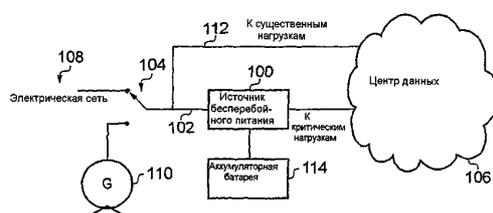
изменяют его конфигурацию для соединения шины (210) постоянного тока и второй шины (208, 209) нагрузки, которая входит в состояние критического (без перерыва) питания переменным током; и после изменения конфигурации активируют модуль (212, 214) преобразования электроэнергии в инверторном режиме для подачи электроэнергии из шины (210) постоянного тока на вторую шину (208, 209) нагрузки.

15. Способ изменения конфигурации устройства аварийного электропитания по п.1, содержащий этапы, на которых

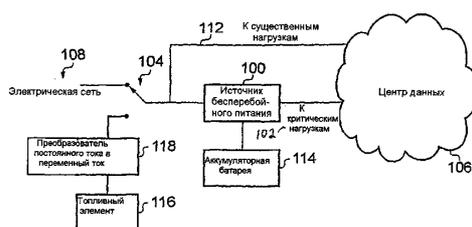
деактивируют активный модуль (212, 214) преобразования электроэнергии, подключенный между первой шиной (208, 209) нагрузки и шиной (210) постоянного тока;

после деактивации, отсоединяют модуль (212, 214) преобразования электроэнергии от первой шины (208, 209) нагрузки и соединяют его со второй шиной (208, 209) нагрузки;

активируют модуль (212, 214) преобразования электроэнергии в режиме, определенном на основе рабочего состояния второй шины (208, 209) нагрузки.



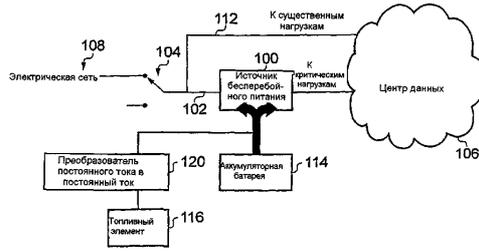
Фиг. 1



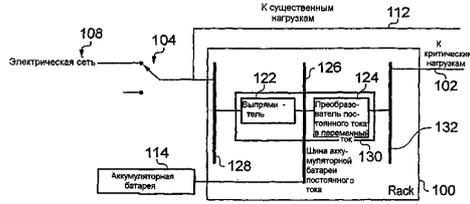
Фиг. 2



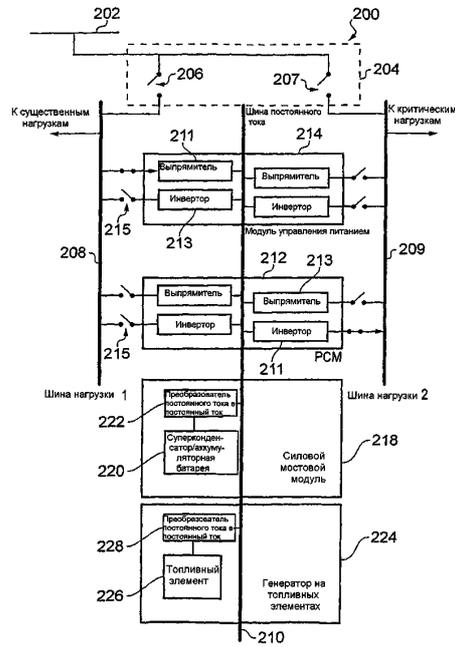
Фиг. 3



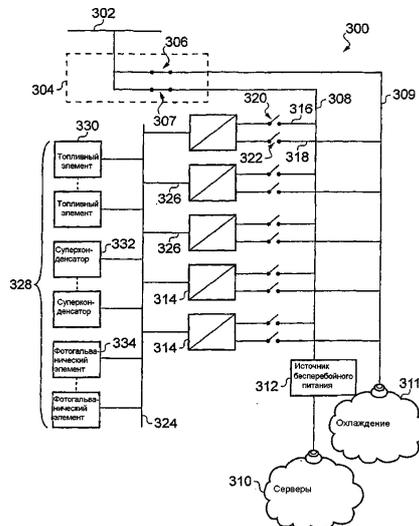
Фиг. 4



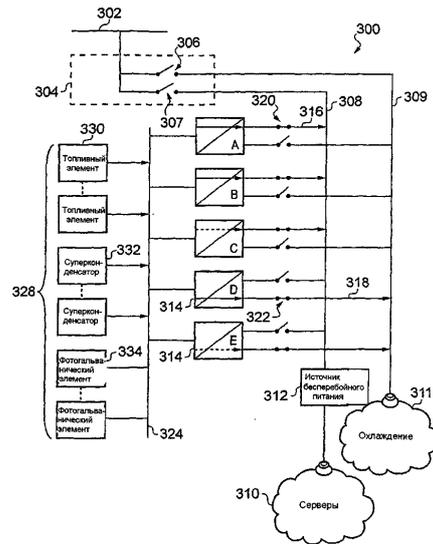
Фиг. 5



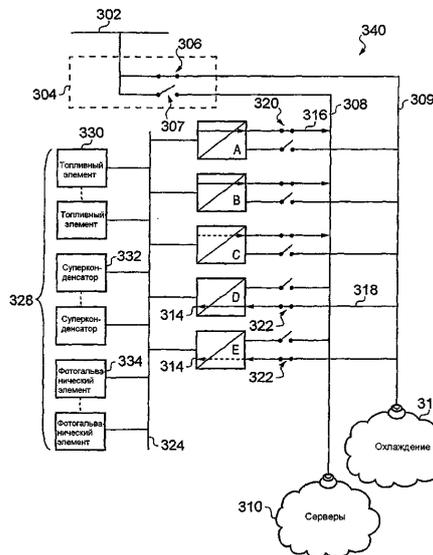
Фиг. 6



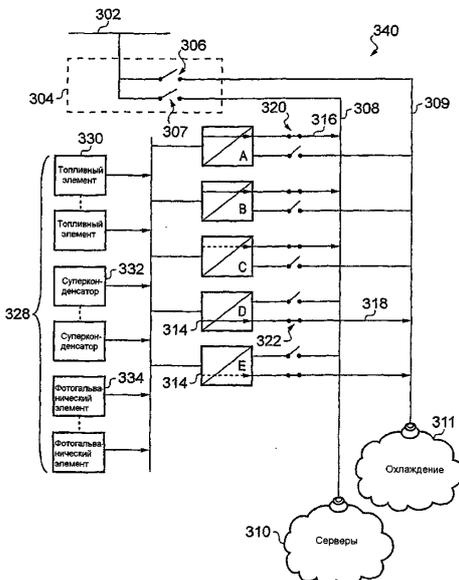
Фиг. 7



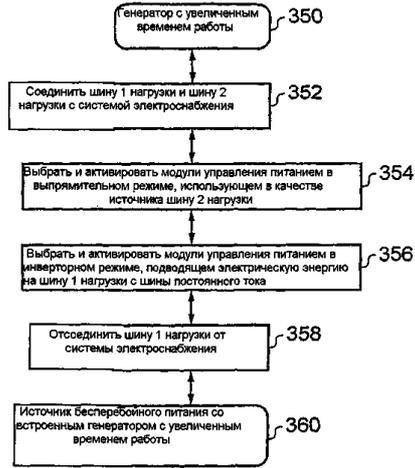
Фиг. 8



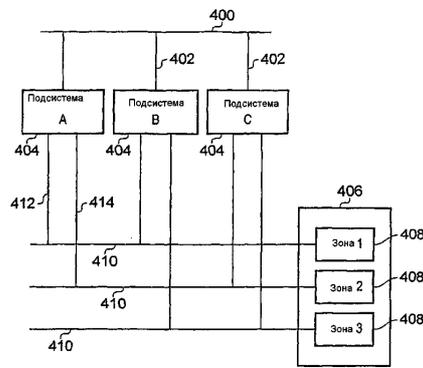
Фиг. 9



Фиг. 10



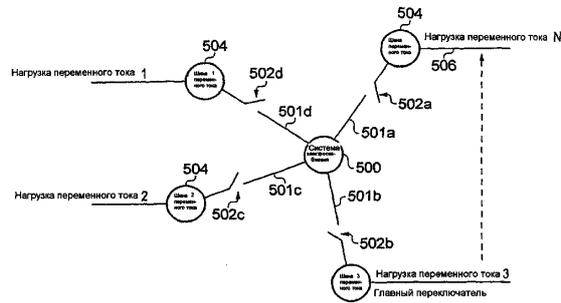
Фиг. 11



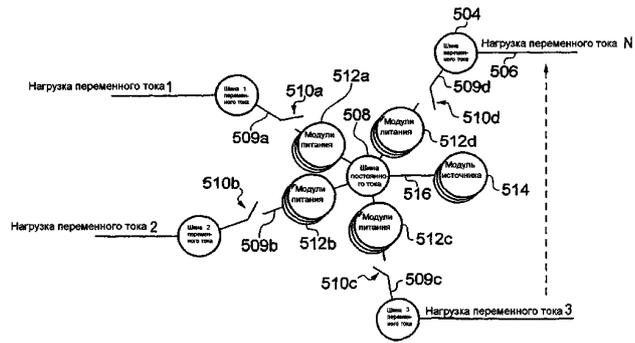
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15

