

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **016526**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2012.05.30

(51) Int. Cl. **H02M 7/68** (2006.01)

(21) Номер заявки
200970181

(22) Дата подачи заявки
2007.08.03

(54) **УПРАВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОМ ПИТАНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА МОЩНОСТИ**

(31) **0615562.6; 60/854,081**

(56) US-A-2002047309
WO-A-2005036684
US-A1-2002109406
WO-A-0221659
US-B1-6847127
US-B2-6951110

(32) **2006.08.04; 2006.10.25**

(33) **GB; US**

(43) **2009.08.28**

(86) **PCT/GB2007/002972**

(87) **WO 2008/015461 2008.02.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**СЕРЕС ИНТЕЛЛЕКЧУАЛ
ПРОПЕРТИ КОМПАНИ ЛИМИТЕД
(GB)**

(72) Изобретатель:
**Эллиотт Чарльз Ричард, Эванс
Кристофер Джон, Уоткинс Стефен
Джеймс (GB)**

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

(57) Раскрыта система (100) для соединения батареи топливных элементов с сетью переменного тока для ее снабжения мощностью, в которой обеспечена шина (110) постоянного тока с регулируемым напряжением, соединенная с батареей топливных элементов, двунаправленный (120) инвертер соединен с шиной (110) постоянного тока, и он связывает между собой шину (110) постоянного тока и сеть переменного тока. Обеспечена по меньшей мере одна вспомогательная (130) нагрузка батареи топливных элементов, соединенная с шиной (110) постоянного тока. Преобразователь (140) DC в DC обеспечен между батареей топливных элементов и шиной (110) постоянного тока.

**016526
B1**

**016526
B1**

Изобретение относится к генерированию мощности. В частности, настоящее изобретение относится к системам для управления соединением батареи топливных элементов и сети переменного тока.

Уровень техники

Топливные элементы могут представлять собой полезное, эффективное и благоприятное для окружающей среды решение для генерирования мощности. Они имеют немного движущихся частей и являются высокоэффективными при преобразовании энергии, содержащейся в топливе, в электричество, пригодное к употреблению, а в некоторых случаях - в используемое тепло. Топливные элементы генерируют постоянный ток (DC, direct current). Как правило, топливный элемент будет генерировать DC при напряжении порядка 1В, а при функционировании при нагрузке - при 0,3-0,8В. Напряжение изменяется в зависимости от рабочих параметров топливных элементов и переносимой нагрузке.

Как правило, мощности от одного топливного элемента бывает недостаточно для удовлетворения требованиям электрической нагрузки в применениях, для которых обеспечены топливные элементы. Таким образом, несколько топливных элементов соединяют друг с другом с образованием батареи топливных элементов, с преимущественным электрическим соединением топливных элементов в последовательном расположении. Батарея топливных элементов включает в себя дополнительные элементы, включая системы трубопроводов для воздуха и топлива, а также средства выведения мощности из батареи топливных элементов.

Система топливных элементов будет включать в себя по меньшей мере одну такую батарею топливных элементов, а также компоненты для работы с топливом и воздухом (такие как вентилятор, клапаны и фильтры), систему управления и силовую электронику для обеспечения того, чтобы мощность топливного элемента надлежащим образом преобразовывалась в мощность, требуемую для электрической нагрузки или нагрузок, с которой она соединена. Такие электрические нагрузки могут представлять собой нагрузки постоянного тока (DC нагрузки) или нагрузки переменного тока (AC (alternating current) нагрузки). Примеры таких нагрузок включают в себя батареи, насосы и вентиляторы, двигатели, локальные магистрали, локальные энергетические сети и общегосударственная энергетическая сеть.

Батареи топливных элементов можно использовать для подачи электричества к "сети" переменного тока (Alternating Current, AC) (такой как государственная энергетическая система в Великобритании). Альтернативные "сети" могут включать в себя генераторы или автономные инвертеры, соединенные с источником DC, а фактически - любая AC система. Такие системы топливных элементов, будучи соединенными с сетью, обеспечивают распределенную сеть генерирования мощности, и практически применяются для подачи дополнительной мощности к сети в моменты времени, когда требуется максимальная мощность, когда сеть находится под высокой нагрузкой. Из-за природы их эксплуатации, а также топлива и воздуха, требуемого для подачи к топливному элементу при правильных условиях и температурах, и в некоторых случаях - давлениях, системы топливных элементов не могут мгновенно начинать и прекращать генерировать электричество. Вместо этого они имеют периоды "повышения мощности" и "снижения мощности" - между состояниями полного отключения и их полной рабочей мощности. Кроме того, системы топливных элементов требуют наличия дополнительных устройств, которые облегчают эксплуатацию батарей топливных элементов. Примерами таких дополнительных устройств являются вентиляторы, которые поддерживают рабочую температуру на надлежащем уровне, и топливные насосы, которые подают топливо к батареям топливных элементов для облегчения генерирования ими мощности, и т.д. Поскольку батарея топливных элементов генерирует напряжение постоянного тока, а для сети требуется напряжение переменного тока, для системы топливных элементов при подаче мощности к сети требуется преобразование энергии постоянного тока. Из-за наличия времени нарастания мощности в батарее топливных элементов, существуют моменты, когда дополнительные нагрузочные элементы снабжаются электроэнергией, исходящей из сети, вследствие чего они всегда снабжаются рабочей мощностью, даже когда батарея топливных элементов не обеспечивает мощность.

Сущность изобретения

Изобретение рассматривается как преодолевающее или смягчающее по меньшей мере один из недостатков, связанных с известным уровнем техники.

Варианты воплощения изобретения обеспечивают шину постоянного тока, связывающую по меньшей мере один топливный элемент и сеть переменного тока. Варианты воплощения изобретения обеспечивают дополнительную нагрузку постоянного тока, которая может представлять собой паразитную нагрузку, по меньшей мере, одного топливного элемента, связанного с шиной постоянного тока и обеспечиваемого подаваемой с нее электроэнергией.

В вариантах воплощения изобретения преобразователь DC в DC обеспечен между по меньшей мере одним топливным элементом и шиной DC. Он может преобразовывать напряжение, генерируемое по меньшей мере одним топливным элементом, в напряжение, переносимое по шине DC. В варианте воплощения, преобразователь DC в DC преобразует напряжение из нерегулируемого выходного напряжения посредством по меньшей мере одного топливного элемента в регулируемое напряжение, переносимое по шине DC, которое выше выходного напряжения по меньшей мере одного топливного элемента. Преобразователь DC в DC может представлять собой высокочастотный трансформатор, например, имеющий частоту 20-100 кГц. Можно использовать различные типы преобразователей DC в DC, которые

включают в себя (но не ограничены) преобразователи типа полумоста, полного моста или двухтактный преобразователь. В одном варианте воплощения использован полный мост с разделительным трансформатором.

В вариантах воплощения изобретения шина DC имеет регулировку напряжения. В вариантах воплощения изобретения между шиной DC и сетью AC обеспечен двунаправленный инвертер. В вариантах воплощения изобретения двунаправленный инвертер может управлять напряжением на шине DC, а также может обеспечивать регулировку напряжения. В вариантах воплощения изобретения двунаправленный инвертер выполнен с возможностью регулирования напряжения на шине DC, когда система соединена с сетью AC, и может работать таким образом.

В вариантах воплощения изобретения вспомогательная нагрузка постоянного тока представляет собой паразитную нагрузку по меньшей мере одного топливного элемента, т.е., нагрузку, которая требуется, по меньшей мере, для эксплуатации одного топливного элемента. В вариантах воплощения изобретения, вспомогательная нагрузка постоянного тока включает в себя вентилятор, по меньшей мере, для одного топливного элемента. В вариантах воплощения, вспомогательная нагрузка включает в себя топливный насос, по меньшей мере, для одного топливного элемента.

В вариантах воплощения изобретения система включает в себя шину постоянного тока с регулируемым напряжением, подсоединенную между преобразователем DC в DC и двунаправленным инвертером, причем двунаправленный инвертер также соединен с сетью переменного тока, а преобразователь DC в DC также соединен по меньшей мере с одним топливным элементом, причем по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка постоянного тока, по меньшей мере, одного топливного элемента, соединена с шиной постоянного тока с регулируемым напряжением. Поэтому систему можно сделать значительно меньше и легче за счет небольших потерь в эффективности.

Путем обеспечения дополнительной нагрузки (нагрузок) DC по меньшей мере для одного топливного элемента на шине DC можно избежать преобразования генерированного тока из DC в AC и обратно в DC, по меньшей мере, для одного топливного элемента, предназначенного для снабжения электроэнергией вспомогательных нагрузок. Таким образом, для подачи мощности к DC нагрузке требуется только один каскад преобразования, независимо от того, подают ли ее по меньшей мере от одного топливного элемента, или от сети AC.

Кроме того, в ходе запуска, когда топливный элемент не генерирует еще никакой мощности, при подаче мощности к вспомогательным нагрузкам DC с нерегулируемого выхода по меньшей мере одного топливного элемента, а не с шины DC, для подачи мощности к нагрузкам, соединенным с топливным элементом, систему необходимо запускать обратным путем. В этом случае во избежание приложения напряжения к топливному элементу, что является нежелательным, может возникнуть необходимость в контакторе. Такие контакторы являются обычно большими, дорогими и шумными.

Нагрузки постоянного тока, помещенные в нерегулируемую энергосистему постоянного тока, как правило, проектируют для конкретного диапазона напряжений DC (например, 40-60 В), чтобы можно было справиться с условиями работы топливного элемента (элементов). Однако это означает, что при создании блока с несколько более высокой энергией, например, с большим количеством слоев, или блока с той же выходной мощностью, но с отличным соотношением напряжения и тока, может потребоваться модернизация нагрузки (нагрузок) постоянного тока.

Кроме того, для получения паразитных устройств с нерегулируемым напряжением постоянного тока с электроэнергией, поступающей из сети AC, стадия DC/DC должна быть двунаправленной. Это в значительной мере повышает стоимость и сложность системы. В вариантах воплощения настоящего изобретения, можно использовать однонаправленный преобразователь DC в DC.

В вариантах воплощения изобретения регулировка напряжения на шине DC производится на основе среднего напряжения, а не управления напряжением до достижения его постоянной точности. В варианте воплощения, где сеть AC имеет частоту 50 Гц, наложение на регулируемое напряжение приводит к пульсирующему току с частотой 100 Гц и напряжением 10 В. Это получается, поскольку однофазную мощность в настоящее время всегда подают при 100 Гц; шину постоянного тока используют для фильтрации этой частоты, для извлечения из топливного элемента чистого DC.

В вариантах воплощения изобретения по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка AC подключена со стороны AC сети двунаправленного инвертера. Вспомогательная нагрузка AC может представлять собой вспомогательную нагрузку батареи топливных элементов.

В вариантах воплощения изобретения устройство хранения электрической энергии соединено с шиной DC. Устройство хранения может быть соединено с шиной DC посредством регулируемого преобразователя DC:DC. По необходимости может быть обеспечено более одного устройства хранения.

В варианте воплощения изобретения вторая шина постоянного тока с регулируемым напряжением может быть обеспечена снаружи системы для соединения батареи топливных элементов с сетью AC. Внешняя шина DC может быть соединена с шиной DC с регулируемым напряжением системы. Одно или несколько устройств хранения могут быть соединены с этой дополнительной шиной DC через один или несколько преобразователей DC:DC. Кроме того, шина DC может иметь соединенную с ней дополнительную систему топливных элементов. Дополнительная система топливных элементов может быть от-

личной от батареи топливных элементов, описанной выше. В вариантах воплощения изобретения обеспечено как внутреннее, так и внешнее устройство хранения, причем в вариантах воплощения изобретения снаружи системы могут быть обеспечены несколько элементов хранения и/или батарей топливных элементов.

Устройство хранения может представлять собой любое одно или несколько из следующих устройств: батарей, конденсаторов, маховиков или других таких устройств хранения энергии.

При эксплуатации в вариантах воплощения изобретения система может функционировать при различных режимах. При первом режиме электропитание постоянного тока с регулируемым напряжением можно подавать по меньшей мере на одну вспомогательную нагрузку DC по меньшей мере одного топливного элемента из одной сети AC через DC шину с регулируемым напряжением. Во втором режиме электропитание постоянного тока с регулируемым напряжением можно подавать по меньшей мере на одну вспомогательную нагрузку DC по меньшей мере из одного топливного элемента через DC шину с регулируемым напряжением. В вариантах воплощения изобретения в первом подрежиме первого режима энергию подают по меньшей мере на одну вспомогательную нагрузку DC только с сети AC. В вариантах воплощения изобретения во втором подрежиме первого режима энергию подают, по меньшей мере на одну вспомогательную нагрузку DC как с сети AC, так и по меньшей мере с одного топливного элемента. Первый подрежим первого режима может иметь место, когда по меньшей мере один топливный элемент не вырабатывает никакой мощности. Второй подрежим первого режима может иметь место, когда по меньшей мере один топливный элемент вырабатывает меньшую мощность, чем берет на себя по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка DC. Когда система находится во втором режиме, мощность можно подавать на сеть AC по меньшей мере из одного топливного элемента. Второй режим может иметь место, когда по меньшей мере один топливный элемент вырабатывает большую мощность, чем берет на себя по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка DC. Система также может функционировать в третьем режиме, при котором система генерирования мощности топливного элемента изолирована от сети AC, а напряжение шины постоянного тока регулируется преобразователем DC в DC. Напряжение шины постоянного тока можно регулировать в диапазоне 300-500 В постоянного тока. Напряжение шины постоянного тока можно регулировать с достижением примерно 400 В постоянного тока. Запуск системы также можно обеспечивать за счет подачи энергии с одного или нескольких устройств хранения, если они имеются. При данном режиме при запуске батареи топливных элементов мощность можно подавать по меньшей мере на одну вспомогательную нагрузку DC с одного или нескольких устройств хранения, а не с сети переменного тока.

Поэтому согласно первой особенности изобретения обеспечена система для соединения батареи топливных элементов с сетью переменного тока для подачи мощности через нее согласно п.1 формулы изобретения. Согласно второй особенности настоящего изобретения обеспечен способ согласно п.14 формулы изобретения.

Краткое описание чертежей

Варианты воплощения изобретения далее будут разъяснены исключительно в виде примера, со ссылкой на прилагаемые чертежи, в которых

фиг. 1a иллюстрирует схематическую систему управления согласно первому варианту воплощения изобретения;

фиг. 1b иллюстрирует схематическую систему управления согласно разновидности первого варианта воплощения;

фиг. 2a иллюстрирует схематическую систему управления согласно второму варианту воплощения изобретения;

фиг. 2b и 2c иллюстрируют разновидности второго варианта воплощения;

фиг. 3 иллюстрирует принципиальную схему потока энергии в различных режимах эксплуатации системы согласно фиг. 2a и

фиг. 4 иллюстрирует принципиальную схему критерия переключения между различными режимами эксплуатации системы согласно фиг. 2a и 3.

Подробное описание вариантов воплощения изобретения

Фиг. 1a иллюстрирует принципиальную схему согласно варианту воплощения изобретения. Система 100 включает в себя шину 110 постоянного тока с регулируемым напряжением, подлежащую соединению с батареей топливных элементов (которая может содержать один или несколько топливных элементов), двунаправленный инвертер 120, соединенный с шиной 110 постоянного тока и подлежащий присоединению между шиной 110 постоянного тока и сетью AC, и по меньшей мере одну вспомогательную нагрузку 130 постоянного тока батареи топливных элементов, соединенную с шиной 110 постоянного тока. Между батареей топливных элементов и шиной постоянного тока обеспечен промежуточный DC в DC преобразователь 140. DC в DC-преобразователь 140 изолирует батарею топливных элементов от шины постоянного тока и трансформирует нерегулируемое напряжение на выходе из батареи топливных элементов в регулируемое напряжение на шине постоянного тока. Хотя здесь показана лишь одна вспомогательная нагрузка 130 постоянного тока, следует учитывать, что к шине 110 постоянного тока могут быть подключены и дополнительные вспомогательные нагрузки.

Вспомогательная нагрузка 130 постоянного тока берет на себя энергию от шины 110 постоянного тока. В зависимости от работы системы 100 мощность для вспомогательной нагрузки 130 можно подавать на шину постоянного тока, с последующей подачей на вспомогательную нагрузку 130 постоянного тока с батареи топливных элементов, сети переменного тока или сочетания того и другого. Двухнаправленный преобразователь 120 регулирует напряжение на шине 110 постоянного тока. В настоящем варианте воплощения регулирование напряжения на шине постоянного тока основано на среднем напряжении, а не на управлении напряжением, чтобы оно было строго постоянным. При наложении на регулируемое напряжение получается напряжение пульсирующего тока частотой 100 Гц, равное примерно 10В. Это получается благодаря однофазному электропитанию, подаваемому в настоящее время при 100 Гц причем шину постоянного тока используют для отфильтровывания этого напряжения, вследствие чего ток, подаваемый с топливного элемента, является чистым постоянным током.

Фиг. 1b иллюстрирует разновидность системы управления согласно первому варианту воплощения, и в данной разновидности одинаковые компоненты обозначены одинаковыми номерами ссылок. В данной разновидности, которая, с другой стороны, соответствует тому, что обсуждалось в отношении фиг. 1a, обеспечен дополнительный преобразователь 150 DC в DC, который соединен с шиной 110 постоянного тока с регулируемым напряжением. Устройство 160 хранения электрической энергии соединено с шиной 110 постоянного тока через дополнительный преобразователь 150 DC в DC. В настоящем варианте воплощения аккумулятор представляет собой систему батарей. Однако другие устройства хранения могут включать в себя конденсаторы, маховики или другие устройства, известные специалистам в данной области техники.

Фиг. 2a иллюстрирует второй вариант воплощения изобретения. Второй вариант воплощения аналогичен первому варианту воплощения и разделяет характеристики, показанные в первом варианте воплощения. Поэтому обеспечена шина 210 постоянного тока, напряжение которой регулируется двухнаправленным инвертером 220. В настоящем варианте воплощения двухнаправленный инвертер 220 показан упрощенно и содержит преобразователь AC в DC. К шине 210 постоянного тока подключена постоянная нагрузка 230 постоянного тока. Кроме того, как и в первом варианте воплощения, следует понимать, что к шине 210 постоянного тока также могут быть подключены дополнительные вспомогательные нагрузки. Например, на шине постоянного тока также может быть обеспечен топливный насос и/или другие вспомогательные нагрузки.

Преобразователь 240 DC в DC обеспечен между батареей 250 топливных элементов (которая может содержать один или несколько топливных элементов) и шину 210 постоянного тока, которая соединяет батарею 250 топливных элементов с шиной 210 постоянного тока. Преобразователь 240 DC в DC является однонаправленным, т.е. позволяет создавать поток мощности только от батареи 250 топливных элементов к шине 210 постоянного тока, не позволяя направлять мощность от шины 210 постоянного тока к батарее 250 топливных элементов. Подходящую батарею топливных элементов согласно настоящему изобретению используют для генерирования выходной мощности примерно до 10 кВт. Напряжение батареи топливных элементов изменяется в зависимости от факторов, обсуждаемых ниже, с точки зрения эксплуатации системы.

В данном варианте воплощения вспомогательная нагрузка 230 постоянного тока представляет собой бесщеточный двигатель постоянного тока, который показан как трехфазный мотор и который может, например, представлять собой вентилятор для батареи 250 топливных элементов. Дополнительно или в качестве альтернативы могут быть обеспечены вспомогательные нагрузки постоянного тока. Также обеспечена вспомогательная 270 нагрузка переменного тока, которая, хотя она и не показана как таковая в настоящем варианте воплощения, также может представлять собой паразитную нагрузку батареи 250 топливных элементов. Кроме того, могут быть обеспечены вспомогательные нагрузки переменного тока. Вспомогательная нагрузка 270 переменного тока соединена с сетью 280 переменного тока.

Обеспечен переключатель 285 для изоляции системы 200 от сети 280 переменного тока. В настоящем варианте воплощения вспомогательная нагрузка 270 переменного тока изолирована от сети 280 переменного тока, когда переключатель 285 открыт; вспомогательная нагрузка 270 переменного тока не расположена со стороны переключателя 285, которая обращена к сети переменного тока. В качестве альтернативы, переключатель 285 можно переставить (или обеспечен дополнительный переключатель) таким образом, чтобы вспомогательные нагрузки переменного тока не были изолированы от сети переменного тока, когда переключатель открыт, если желательно. Фильтр 290 обеспечен между сетью 280 переменного тока и двухнаправленным инвертером 220.

Обеспечен контроллер 300, который управляет батареей 250 топливных элементов, преобразователем 240 DC в DC, двухнаправленным инвертером 220 и фильтром 290. В варианте воплощения контроллер 300 разделен на два отличных управляющих элемента 300A и 300B. Первый элемент 300A управляет батареей 250 топливных элементов, нагрузкой (нагрузками) 230 постоянного тока и контроллером 240 DC в DC, с возможностью управления вспомогательной нагрузкой 270 переменного тока. Вторым элементом 300B управляет двухнаправленным инвертером 220 и переключателем 285 и т.д. Два элемента 300 контроллера могут быть отдельными и могут функционировать независимо друг от друга, в рамках полного управления системой 200. Управляющие элементы 300A, 300B могут сообщаться друг с другом.

Фиг. 2b и 2c иллюстрируют две разновидности второго варианта воплощения. Одинаковые компоненты на обеих фигурах обозначены одинаковыми номерами ссылок. Разновидность, показанная на фиг. 2b, соответствует разновидности, показанной на фиг. 2a, за исключением того, что преобразователь 310 DC в DC соединен с шиной 210 постоянного тока. Устройство 320 хранения электрической энергии соединено с шиной 210 постоянного тока через преобразователь 310 DC в DC. Преобразователь 310 DC в DC также включает в себя контроллер для управления переносом энергии между устройством 320 хранения и шиной 210 постоянного тока. Контроллер в преобразователе 310 DC в DC соединен с контроллером 300.

Фиг. 2c иллюстрирует разновидность второго варианта воплощения, в котором обеспечен преобразователь 310a DC в DC, соединенный с шиной 210 постоянного тока, а также соединенный с дополнительной шиной 410 постоянного тока, внешней по отношению к системе 200. Одно или несколько устройств 320a хранения постоянного тока соединены с дополнительной шиной 410 постоянного тока. Дополнительно, или в качестве альтернативы, одну или несколько дополнительных систем топливных элементов можно соединять с дополнительной шиной 410 постоянного тока.

Фиг. 3 иллюстрирует схематический чертеж потока энергии в системе согласно фиг. 2a в различных режимах работы. Стрелки на фигуре показывают направление движения тока в каждом режиме. Обсуждение относится к элементам системы 200, показанной на фиг. 2a, обозначенным их номерами ссылок.

Согласно первому режиму показано движение тока и функционирование системы 200 согласно фиг. 2a, когда батарея 250 топливных элементов производит меньше энергии, чем требуется для функционирования вспомогательной нагрузки 230 (нагрузок) постоянного тока. Такая ситуация, как правило, может возникнуть, например, в ходе запуска или отключения батареи 250 топливных элементов. В этом случае, любая мощность, генерируемая батареей 250 топливных элементов (которой может не быть, если батарея не функционирует в первом подрежиме первого режима) поступает на шину 210 постоянного тока через преобразователь 240 DC в DC. Первый элемент 300A контроллера 300 является ведущим и управляет течением тока, исходя из требований запуска/отключения топливного элемента. Первый элемент 300A контроллера 300 управляет преобразователем 240 DC в DC, берущим на себя требуемое количество тока с батареи 250 топливных элементов, откуда (согласно второму подрежиму первого режима) некоторое количество энергии поступает на шину 210 постоянного тока, обеспечивая, таким образом, чтобы никакая энергия постоянного тока не перекачивалась из сети 280 переменного тока в батарею 250 топливных элементов.

Оставшуюся энергию, требуемую для вспомогательных нагрузок 230 постоянного тока, подают из сети 280 переменного тока на шину 210 постоянного тока через двунаправленный инвертер 220. В данном варианте воплощения второй элемент 300B управляет двунаправленным инвертером 220, доводя напряжение на шине 210 постоянного тока до 400В, путем изменения входного переменного тока, поступающего из сети 280 (причем обеспечена система, функционирующая в соответствии с режимом управления током, с компенсацией коэффициента мощности, обсуждаемым ниже). Вспомогательная нагрузка 270 (нагрузки) постоянного тока снабжается электроэнергией непосредственно из сети 280 переменного тока.

Согласно второму режиму на фиг. 2 показано течение тока и функционирование системы 200, когда батарея 250 топливных элементов генерирует больше мощности, чем требуется для вспомогательных нагрузок 230 постоянного тока. Такая ситуация обычно может возникнуть при нормальном функционировании батареи 250 топливных элементов. В данном случае, первый элемент 300A контроллера 300 управляет батареей 250 топливных элементов, управляющую ток, генерируемым батареей 250 топливных элементов, например, исходя из запросов пользователя, времени суток, других ожидаемых резких увеличений запросов, и т.д. Контроллер 300 регулирует, соответственно, расход топлива, расход воздуха и выполнение других требований. Контроллер 240 DC в DC регулирует перенос тока из топливного элемента на шину 210 постоянного тока. Во втором режиме инвертер снова находится в режиме управления током, сеть переменного тока задает напряжение и частоту, а двунаправленный инвертер пропускает ток по сети АС синфазно.

Двунаправленный инвертер 220 управляется контроллером 300, доводящим напряжение на шине 210 постоянного тока до 400В путем изменения выходного переменного тока. Система сконфигурирована таким образом, что она не оставляет следов колебаний промышленной частоты $2 \times (100 \text{ Гц в Великобритании})$, которые присутствуют на шине 210 постоянного тока. Часть выходной мощности, выходящей из двунаправленного конвертера 220, используют для подачи мощности на вспомогательные нагрузки 270 переменного тока, а остаток подают на сеть 280 переменного тока.

В третьем режиме система 200 фиг. 2a отделена от сети переключателем 285, размыкающим изоляцию. Систему 200 теперь запускают как локальную область, отсоединенную от сети 280 переменного тока. Двунаправленный инвертер 220 теперь запускают в режиме регулирования напряжения, в котором оно управляется контроллером 300, с образованием локальной "сети" за счет определения напряжения и частоты, и снабжения электроэнергией вспомогательной нагрузки 270 переменного тока. Преобразователь 240 DC в DC теперь используют для настройки напряжения шины 210 постоянного тока до 400В, и управляют им для обеспечения того, чтобы на вспомогательную нагрузку 230 постоянного тока поступа-

ла требуемая мощность. Первый элемент 300А контроллера 300 теперь является ведомым и реагирует на ток DC в DC-преобразователя, соответственно, путем изменения расхода топлива, расхода воздуха и других параметров системы.

В четвертом режиме система выключена. В данном режиме нагрузки 230 и 270, соответственно, постоянного тока и переменного тока отключены. Из батареи 250 топливных элементов не поступает никакая мощность. Шина 210 постоянного тока является нерегулируемой, инвертер 220 отключен, а вспомогательные источники электроснабжения (не показаны) активны, и контроллер 300 снабжается электроэнергией.

Обычно система бывает сконфигурирована таким образом, чтобы наименьшая точка осцилляции на шине с регулируемым напряжением была больше, чем максимум напряжения сети переменного тока. Этот максимум может представлять собой заданную точку, или его можно регулировать, а также настраивать напряжение таким образом, чтобы оно было не больше мгновенного максимума напряжения сети.

Фиг. 4 иллюстрирует принципиальную схему критерия переключения между различными режимами функционирования системы фиг. 2а и 3. Когда система 200 находится в первом режиме, а мощность, поступающая из батареи 250 топливных элементов, становится больше, чем мощность, которую берет на себя вспомогательная нагрузка 230 постоянного тока, например, в ходе запуска батареи 250 топливных элементов, система будет переключаться не второй режим, как только батарея 250 топливных элементов начнет подавать больше энергии, чем требуется для вспомогательных нагрузок 230 постоянного тока. Когда система 200 находится во втором режиме, и, например, как происходит в ходе отключения батареи 250 топливных элементов, мощность, обеспечиваемая батареей 250 топливных элементов, падает ниже мощности, требуемой вспомогательной нагрузкой 230 постоянного тока, и система 200 переключается на первый режим. Для предохранения системы 200 от "вибраций" между первым и вторым режимами, в систему включен некоторый гистерезис для обеспечения сдвига по времени между обнаружением изменения распределения мощности и переключением между режимами. "Вибрацию" также можно избежать, например, позволяя только один переход на цикл электрической сети.

Кроме того, при функционировании системы 200 во втором режиме, если обнаруживается, что сеть 280 переменного тока была неработающей, а система 200 стала изолированной, то система 200 переключается со второго режима на третий режим. Наоборот, когда обнаруживается восстановление сети 280 переменного тока, система 200 переключается назад от третьего режима ко второму режиму.

Система, если потребуется, может смещаться к четвертому, отключенному режиму с любого другого режима.

Теперь обратимся снова к фиг. 2а, из которой видно, что компоненты системы 200 согласно фиг. 2а функционируют следующим образом. При функционировании системы 200 во втором режиме двунаправленный инвертер 220, который обеспечен в качестве преобразователя AC в DC, регулирует для подачи синусоидального тока синфазно с напряжением сети 280 переменного тока. Двунаправленный инвертер 220 задает форму путем изменения рабочего цикла сигнала широтно-импульсной модуляции (pulse width modulated, (PWM) signal). Фильтр 290 обеспечен для сглаживания выходного сигнала из двунаправленного инвертора 220, что позволяет устранить высокочастотную компоненту сигнала PWM из базовой синусоиды выходного сигнала из сети 280 переменного тока.

Мгновенная мощность, подаваемая на сеть 280 переменного тока, является произведением напряжения и тока, оба из которых являются переменными при заданной промышленной частоте (50 Гц в Великобритании). Поэтому результирующая мощность представляет собой волну \sin^2 , которая является синусоидальной волной при удвоенной частоте сети, осциллирующей между нулевой и удвоенной средней мощностью. Мощность, а следовательно и ток, поступающий из батареи 250 топливных элементов, является чистым постоянным током, т.е. он не подвергается никакому воздействию частоты переменного тока, независимо от того, является ли это частотой сети или частотой тока, для достижения того, чтобы данным простым преобразователем 240 DC в DC можно было управлять как источником тока, и чтобы он плавно подавал мощность от батареи 250 топливных элементов на шину 210 постоянного тока. Преобразователь DC в DC трансформирует напряжение батареи 250 топливных элементов в напряжение более высокого уровня, которое выше, чем максимальное напряжение сети 280 переменного тока. Как обсуждалось выше, данное максимальное напряжение сети можно определять множеством способов. В настоящем варианте воплощения преобразователь 240 DC в DC функционирует, преобразуя постоянный ток, поступающий из батареи 250 топливных элементов, в высокочастотный переменный ток, пропуская его через трансформатор для получения нового напряжения, а затем преобразуя его снова в постоянный ток. Поэтому преобразователь 240 DC в DC обеспечивает постоянное напряжение на шине 210 постоянного тока, даже если напряжение на выходе батареи 250 топливных элементов изменяется, а следовательно является нерегулируемым.

Для достижения энергетического баланса на шине 210 постоянного тока используют конденсаторную батарею или другое такое устройство или систему хранения энергии (которую можно размещать внутри преобразователя 230 AC в DC), которая принимает и испускает ток на шину 210 постоянного тока, обеспечивая, таким образом, выходную мощность с удвоенной частотой системы, требуемую на вы-

ходе. Напряжение на шине 210 постоянного тока при удвоенном напряжении сети будет колебаться в зависимости от мощности, испускаемой и поглощаемой конденсаторами, и, как правило, она составляет 390-410В. Среднее напряжение на шине 210 постоянного тока поддерживают, уравнивая мощность, извлекаемую из батареи 250 топливных элементов, и среднюю мощность, подаваемую на сеть 280 переменного тока.

В настоящем варианте воплощения вспомогательная 230 нагрузка постоянного тока представляет собой бесщеточный двигатель постоянного тока, обмотка которого рассчитана на высокое напряжение. При использовании системы согласно варианту воплощения настоящего изобретения, можно избежать использования дополнительного трансформатора и дополнительных этапов преобразования для генерирования низкого напряжения, обычно используемого для подачи на бесщеточные двигатели постоянного тока, составляющего обычно 24В или 48В, или использования высоковольтного постоянного или переменного тока, что снижает потери преобразования мощности, а также количество компонентов, стоимость и размеры системы 200, и повышает эффективность.

При функционировании системы 200 в первом режиме по меньшей мере часть мощности для вспомогательных нагрузок 230 должна исходить из сети 280 переменного тока. Если это было сделано путем обеспечения закороченного выпрямителя для преобразования питающей сети в сеть постоянного тока, и сглаживающего конденсатора, из сети 280 переменного тока может быть выпущен сигнал тока искаженной формы волны, что может потребовать наличия активной цепи для его выправления. В такой цепи можно использовать вольтодобавочное устройство между выходом мостовым выпрямителем и сглаживающим конденсатором для интенсивного формирования синусоидального тока. Такая дополнительная компоновка схемы увеличивает размер и стоимость системы. В настоящем варианте воплощения инвертер 220 и фильтр 290 можно использовать в обратном направлении. В первом режиме переключателями инвертеров 220 управляют таким образом, чтобы ток, текущий из сети 280 переменного тока, был синусоидальным, и чтобы была обеспечена коррекция действующего коэффициента мощности для вспомогательной нагрузки 230 постоянного тока, что предохраняет инвертер 220 от индуцирования гармоник назад по сети 280 переменного тока. В настоящее время используют индукторы в фильтрах 290 (которые во втором режиме сглаживают выходной сигнал для удаления PWM-сигнала) в сочетании с переключателем в инвертере 220 для обеспечения роста напряжения. Еще раз, батарея конденсаторов в инвертере 220 поглощает и испускает удвоенную частотную составляющую мощности сети переменного тока. Поэтому вспомогательная нагрузка 230 переменного тока к шине 210 постоянного тока может нормально функционировать. Поэтому вспомогательная 230 нагрузка постоянного тока является "экраном", независимо от того, работает ли система 200 в первом или во втором режиме, т.е. принимает ли шина постоянного тока мощность от батареи 250 топливных элементов, сети 280 переменного тока или их сочетания.

В системах, показанных на фиг. 2b и 2c, устройство хранения электрической энергии можно использовать вместо или в сочетании с сетью переменного тока в ходе включения и выключения батареи топливных элементов.

Варианты воплощения настоящего изобретения здесь были описаны в неограничивающей форме, в качестве примера, и следует учитывать, что многие альтернативы, опускания, замещения и дополнения будут представлены специалистам в данной области техники, причем такие альтернативы, опускания, замещения и дополнения находятся в пределах сущности и объема изобретения. Следует учитывать, что варианты воплощения изобретения можно использовать и включать в распространенные применения электрогенераторов, микроваттных генераторов, мелкомасштабных электрогенераторах или в более крупных применениях, таких как энергетические установки или электростанции. Кроме того, как обсуждалось выше, сеть переменного тока может быть национальной или региональной электрической сетью, или может быть локальной сетью, а также может являться генератором или автономным инвертером, соединенным с источником постоянного тока, т.е. являться любой системой, переносящей переменный ток.

До тех пор пока из контекста явно не будет следовать иное, слова "содержит", "содержащий (включающий в себя)" и т.п. используются здесь для обозначения включения в себя, а не исключения или исключения, то есть в форме "включает в себя, но не ограничен".

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для соединения батареи топливных элементов с сетью переменного тока (AC) для снабжения ее мощностью, содержащая преобразователь постоянного тока (DC) в постоянный ток DC, подлежащий присоединению к батарее топливных элементов; шину постоянного тока с регулируемым напряжением, соединенную с преобразователем DC в DC; двунаправленный инвертер, соединенный с шиной постоянного тока и присоединяемый между шиной постоянного тока и сетью переменного тока (AC); и по меньшей мере одну вспомогательную нагрузку постоянного тока батареи топливных элементов, соединенной с шиной постоянного тока (DC),

причем по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка постоянного тока батареи топливных элементов включает в себя нагрузку, которая требуется для эксплуатации батареи топливных элементов, при этом преобразователь DC в DC является однонаправленным, для того чтобы обеспечивать мощность от батареи топливных элементов к шине постоянного тока, и

причем шина постоянного тока с регулируемым напряжением подсоединена между преобразователем DC в DC и двунаправленным инвертером.

2. Система по п.1, в которой двунаправленный инвертер содержит преобразователь AC в DC.

3. Система по п.1 или 2, в которой двунаправленный инвертер выполнен с возможностью регулировки напряжения на шине постоянного тока.

4. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой двунаправленный инвертер выполнен с возможностью регулировки напряжения на шине постоянного тока, когда система соединена с сетью переменного тока.

5. Система по любому из предыдущих пунктов, в которой преобразователь DC в DC выполнен с возможностью регулировки напряжения на шине постоянного тока.

6. Система по п.5, в которой преобразователь DC в DC выполнен с возможностью регулировки напряжения на шине постоянного тока, когда система не соединена с сетью переменного тока.

7. Система по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая по меньшей мере одну вспомогательную нагрузку переменного тока, соединенную на стороне сети переменного тока двунаправленного инвертера.

8. Система по п.7, в которой вспомогательная нагрузка переменного тока является вспомогательной нагрузкой батареи топливных элементов.

9. Система по любому из предыдущих пунктов, причем система выполнена с возможностью обеспечения мощности постоянного тока по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока через шину постоянного тока, по меньшей мере частично, из сети переменного тока, когда батарея топливных элементов не обеспечивает достаточной мощности по меньшей мере для одной вспомогательной нагрузки постоянного тока.

10. Система по п.9, в которой двунаправленный инвертер выполнен с возможностью обеспечения коррекции действующего коэффициента мощности для вспомогательной нагрузки постоянного тока, когда на вспомогательную нагрузку постоянного тока подают мощность, по меньшей мере частично, из сети переменного тока.

11. Система по любому из предыдущих пунктов, причем система выполнена с возможностью обеспечения мощности по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока через шину постоянного тока из батареи топливных элементов, когда батарея топливных элементов обеспечивает достаточную мощность по меньшей мере для одной вспомогательной нагрузки постоянного тока.

12. Система по любому из предыдущих пунктов, дополнительно содержащая по меньшей мере одно устройство хранения электрической энергии, соединенное с шиной постоянного тока.

13. Система по п.12, дополнительно содержащая преобразователь DC в DC, присоединенный между шиной постоянного тока и устройством хранения электрической энергии.

14. Способ управления системой генерирования мощности, включающей в себя батарею топливных элементов, снабжающую сеть переменного тока (AC), причем способ включает в себя обеспечение мощности шине постоянного тока (DC) с регулируемым напряжением и по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока батареи топливных элементов, соединенной с шиной постоянного тока, причем

по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка постоянного тока батареи топливных элементов включает в себя нагрузку, которая требуется для эксплуатации батареи топливных элементов,

в первом режиме мощность постоянного тока с регулируемым напряжением обеспечивают по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока из сети переменного тока (AC) через шину постоянного тока с регулируемым напряжением; и

во втором режиме мощность постоянного тока с регулируемым напряжением обеспечивают по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока из батареи топливных элементов через шину постоянного тока с регулируемым напряжением,

причем преобразователь DC в DC присоединен к батарее топливных элементов и шине постоянного тока с регулируемым напряжением и при этом преобразователь DC в DC является однонаправленным, для того чтобы обеспечивать мощность от батареи топливных элементов к шине постоянного тока, и

при этом шина постоянного тока с регулируемым напряжением подсоединена между преобразователем DC в DC и двунаправленным инвертером.

15. Способ по п.14, в котором согласно первому подрежиму первого режима мощность обеспечивают по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока только из сети переменного тока.

16. Способ по п.15, в котором согласно второму подрежиму первого режима мощность обеспечивают по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке постоянного тока, как от сети переменного тока, так и от батареи топливных элементов.

17. Способ по п.15 или 16, в котором первый подрежим первого режима возникает, когда батарея топливных элементов не вырабатывает никакой мощности.

18. Способ по п.16, в котором второй подрежим первого режима возникает, когда батарея топливных элементов вырабатывает меньше энергии, чем отбирает по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка постоянного тока.

19. Способ по любому из пп.14-18, в котором в первом режиме напряжение шины постоянного тока регулируется преобразователем AC в DC между сетью переменного тока и шиной постоянного тока.

20. Способ по любому из пп.14-19, в котором во втором режиме напряжение шины постоянного тока регулируется преобразователем AC в DC между сетью переменного тока и шиной постоянного тока.

21. Способ по любому из пп.14-20, в котором во втором режиме мощность обеспечивают сети переменного тока из батареи топливных элементов.

22. Способ по любому из пп.14-18, в котором второй режим возникает, когда батарея топливных элементов вырабатывает больше мощности, чем отбирает по меньшей мере одна вспомогательная нагрузка постоянного тока.

23. Способ по любому из пп.14-22, дополнительно включающий в себя третий режим, в котором система генерирования мощности изолирована от сети переменного тока, а напряжение шины постоянного тока регулируют преобразователем DC в DC.

24. Способ по п.23, в котором в третьем режиме локальная сеть переменного тока обеспечена преобразователем AC в DC между локальной сетью переменного тока и шиной постоянного тока.

25. Способ по любому из пп.14-24, дополнительно включающий в себя четвертый режим, в котором из батареи топливных элементов не отбирается никакая электроэнергия и никакие вспомогательные нагрузки не питаются, а мощность обеспечивается на контроллер системы.

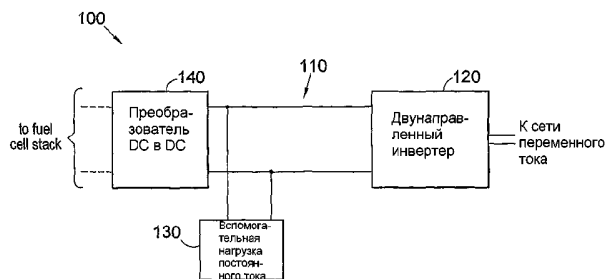
26. Способ по п.25, в котором в четвертом режиме мощность также обеспечивают по меньшей мере одной вспомогательной нагрузке переменного тока системы.

27. Способ по любому из пп.14-26, в котором напряжение шины постоянного тока составляет 300-500 В постоянного тока.

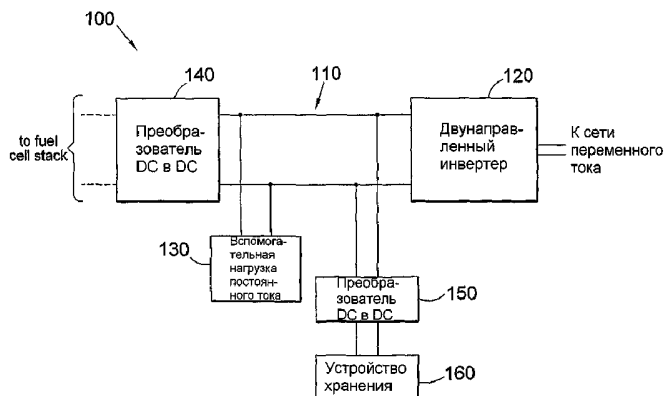
28. Способ по п.27, в котором напряжение шины постоянного тока составляет приблизительно 400 В постоянного тока.

29. Устройство для генерирования мощности, содержащее систему по любому из пп.1-13.

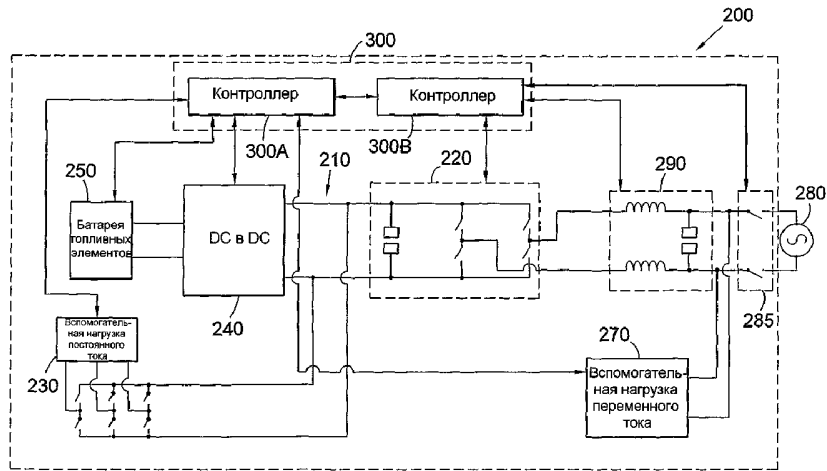
30. Устройство для генерирования мощности по п.29, причем устройство выполнено с возможностью выработки пригодного к использованию тепла.



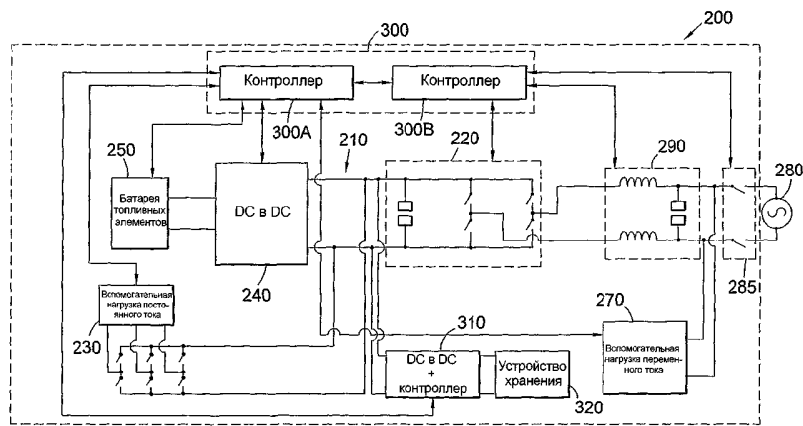
Фиг. 1а



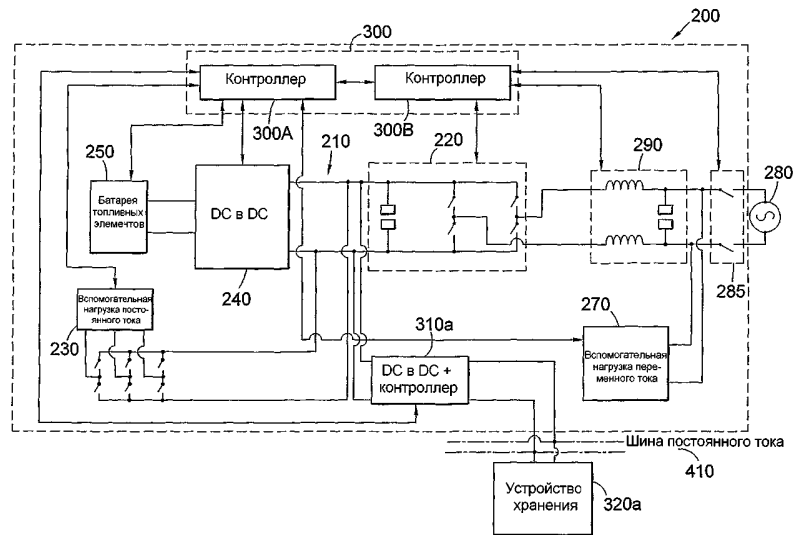
Фиг. 1б



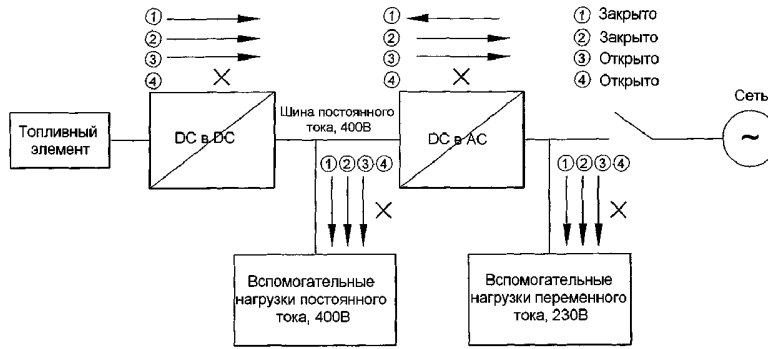
Фиг. 2а



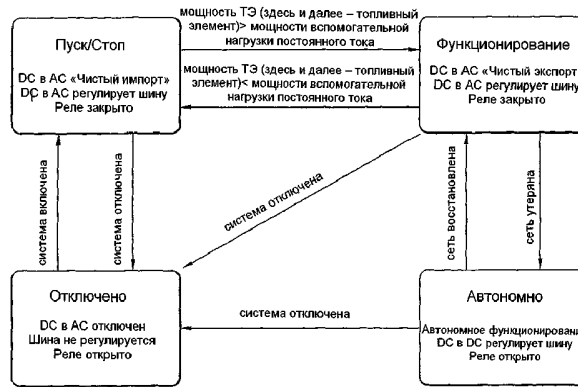
Фиг. 2b



Фиг. 2с



Фиг. 3



Фиг. 4