

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **041837**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.12.08**

(51) Int. Cl. **H02M 7/483** (2007.01)  
**H02M 1/08** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202092205**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.03.20**

---

(54) **ИНВЕРТОРНАЯ СИСТЕМА**

---

(31) **62/665,169**

(56) US-A-6014323  
JP-A-2016167916  
JP-A-09168205  
KR-A-1020080017031  
EP-A1-2290799

(32) **2018.05.01**

(33) **US**

(43) **2021.02.26**

(86) **PCT/US2019/023052**

(87) **WO 2019/212652 2019.11.07**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ТРАНСПОРТЕЙШН АйПи  
ХОЛДИНГС, ЛЛС (US)**

(72) Изобретатель:  
**Николов Эмиль Н. (US)**

(74) Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,  
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

---

(57) В изобретении предлагается инверторная система, содержащая ключи, переключаемые между замкнутым и разомкнутым состояниями для пропускания и блокировки пропускания соответственно электрического тока, проходящего через ключи, и контроллеры ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный выходными сигналами одинаковой фазы, поступающими от каждого ключа, с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием однофазного сигнала переменного тока. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами с целью питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием множества сигналов переменного тока с разными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз.

---

**041837**  
**B1**

**041837**  
**B1**

### **Перекрестная ссылка на родственные заявки**

По данной заявке испрашивается приоритет согласно предварительной заявке на патент США № 62/665,169, поданной 1 мая 2018 г., раскрытие которой включено в состав настоящего описания посредством ссылки.

### **Область техники**

Объект раскрываемого в данном описании изобретения в целом относится к инверторам.

### **Предпосылки создания изобретения**

Инверторы преобразуют один электрический сигнал в другой, например сигнал постоянного тока (DC, Direct Current) в сигнал переменного тока (AC, Alternating Current). Стандартные инверторы содержат множество полупроводниковых ключей (например, биполярных транзисторов с изолированным затвором, мощных MOSFET-транзисторов и т.п.), которые для формирования выходного сигнала переменного тока попеременно открываются и закрываются управляющей цепью. Некоторые силовые системы содержат различные инверторы, которые питают различные нагрузки этих систем. Например, некоторые транспортные средства могут содержать инверторы, подающие питание на тяговые электродвигатели, приводящие в движение транспортные средства, а также могут содержать другие инверторы, питающие вспомогательные системы и/или компоненты.

### **Краткое описание осуществления изобретения**

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения инверторная система содержит множество ключей, выполненных с возможностью переключения между замкнутым и разомкнутым состояниями для пропускания или блокировки пропускания соответственно электрического тока через ключи. Система содержит множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный выходными сигналами каждого ключа с одинаковой фазой, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием однофазного сигнала переменного тока. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами с целью питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием сигналов переменного тока с разными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения способ в первом рабочем режиме включает, с использованием множества контроллеров ключей, переключение множества ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока, подаваемого на ключи, в общий однофазный сигнал переменного тока из выходных сигналов каждого из ключей с одинаковой фазой. Способ в другом, втором, рабочем режиме также включает переключение ключей, с использованием множества контроллеров ключей, между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз. Общий однофазный сигнал переменного тока, генерируемый в первом рабочем режиме, подается на силовую систему для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью, а множество сигналов переменного тока с разными фазами, генерируемых во втором рабочем режиме, подаются на силовую систему для питания нагрузки с меньшим потреблением мощности.

Согласно варианту осуществления настоящего изобретения инверторная система транспортного средства содержит множество ключей, выполненных с возможностью переключения между замкнутым и разомкнутым состояниями для пропускания или блокировки пропускания соответственно электрического тока через ключи. Система содержит множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в общий однофазный сигнал переменного тока, подаваемый с одинаковой фазой из каждого ключа, с целью питания нагрузки, генерирующей тяговое усилие, в системе транспортного средства с использованием однофазного сигнала переменного тока. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами с целью питания нагрузки, не генерирующей тяговое усилие, в системе транспортного средства с использованием множества сигналов переменного тока с разными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз.

Согласно варианту осуществления изобретения инверторная система содержит множество ключей, которыми управляют для перехода между замкнутым и разомкнутым состояниями для пропускания или блокировки пропускания соответственно электрического тока через ключи, и множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования первого постоянного тока в общий однофазный первый выходной электрический сигнал, выводимый с одинаковой фазой из всех ключей, с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой

системе с использованием первого электрического сигнала. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования первого постоянного тока в множество вторых выходных электрических сигналов с целью питания одной или более нагрузок с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием вторых выходных электрических сигналов. Каждый из ключей выводит отличный от других сигнал из вторых выходных электрических сигналов, и вторые выходные электрические сигналы характеризуются различными уровнями напряжения или различными формами сигнала.

#### **Краткое описание чертежей**

Чтобы лучше разобраться в сути настоящего изобретения, описание вариантов его осуществления, не ограниченное приведенными ниже примерами, следует рассматривать со ссылками на приложенные чертежи, на которых:

на фиг. 1 показано схематическое представление инверторной системы, входящей в состав силовой системы, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 показана работа инверторной системы в первом режиме согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 3 показана работа инверторной системы во втором режиме согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 показано схематическое представление множества инверторных наборов, входящих в состав силовой системы, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5 показана работа множества инверторных наборов, изображенных на фиг. 4, в первом режиме;

на фиг. 6 показан алгоритм способа функционирования инверторной системы, входящей в состав силовой системы, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

#### **Подробное описание**

Предмет изобретения, описываемого ниже, заключается в реализации инверторной системы, которая может использоваться для питания одной или более нагрузок силовой системы. Инверторная система работает в различных режимах, с использованием одних и тех же аппаратных средств, для подачи питания на различные нагрузки силовой системы. Инверторная система содержит множество ключей и множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между разомкнутым и замкнутым состояниями. В первом рабочем режиме каждый ключ инверторной системы может преобразовывать постоянный ток источника питания в общий однофазный сигнал переменного тока с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе. В альтернативном варианте, во втором рабочем режиме, каждый из тех же ключей той же инверторной системы может преобразовывать постоянный ток в множество сигналов переменного тока с разными фазами с целью питания нагрузки с меньшей мощностью в силовой системе.

При ссылках на чертежи подобные ссылочные номера обозначают идентичные или соответствующие элементы на различных изображениях. Однако включение подобных элементов в различные изображения не означает, что в данном варианте осуществления обязательно используются такие элементы, или что эти элементы используются во всех вариантах осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 1 показано схематическое представление одного из вариантов осуществления силовой системы 10. Силовая система 10 содержит инверторную систему 100 и шину 120 линии DC. Согласно одному из вариантов осуществления силовая система 10 может представлять собой транспортное средство или систему питания транспортного средства (такого как автомобиль, горное транспортное оборудование, железнодорожный состав, плавучее морское средство или другое самоходное транспортное средство), и инверторная система 100 может использоваться для подачи питания на такие нагрузки как тяговые двигатели, вспомогательные системы или компоненты, другие нагрузки и т.п. В альтернативном варианте силовая система 10 может представлять собой стационарную систему генерирования электроэнергии. Инверторная система 100 содержит множество ключей 102, 104, 106, которые электрически связаны друг с другом. Согласно одному из вариантов осуществления ключи 102, 104, 106 могут быть электрически связаны друг с другом посредством параллельного или последовательного соединения.

В показанном варианте осуществления инверторная система 100 является многофазным инвертором, содержащим несколько блоков фазных модулей. Например, инверторная система 100 может представлять собой трехфазный инвертор, содержащий три блока фазных модулей. Опционально, инверторная система 100 может содержать любое количество блоков фазных модулей. Согласно одному или нескольким вариантам осуществления каждый ключ 102, 104, 106 может представлять собой биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT, Insulative Gate Bipolar Transistor) и встречно-параллельные диоды, интегрированные в корпус, или другой тип твердотельного полупроводникового устройства. Опционально, каждый ключ может представлять собой мощный полевой транзистор со структурой металл-оксид-полупроводник (MOSFET, Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor), тиристор и т.п. Согласно одному или нескольким вариантам осуществления инверторная система может содержать множество одинаковых ключей (например, только IGBT-устройства), множество уникальных ключей или любую их комбинацию. В других вариантах осуществления полупроводниковые устройства (ключи) могут

представлять собой карбидокремниевые (SiC, Silicon Carbide) устройства и/или нитрид-галлиевые (GaN, Gallium Nitride) устройства.

Шина 120 линии DC в рабочем режиме связана с источником 118 питания (например, с батареей и т.п.), подающим питание в виде постоянного тока (DC) на шину 120 линии DC 120. Каждый из ключей 102, 104, 106 инверторной системы 100 в рабочем режиме связан с шиной 120 посредством проводящих пластин, проводников, шин и т.п. По шине 120 линии DC подается постоянный ток на каждый из ключей 102, 104, 106, преобразующих постоянный ток в однофазный сигнал переменного тока. Опционально, шина 120 линии DC может также обеспечивать электрические соединения между инверторной системой 100 и одной или более системами, компонентами, источниками и т.п., внешними по отношению к силовой системе 10.

Каждый из ключей 102, 104, 106 в рабочем режиме связан с контроллером 112, 114, 116 ключей. Каждый из контроллеров 112, 114, 116 ключей управляет работой каждого из соответствующих ключей 102, 104, 106. Опционально, контроллеры 112, 114, 116 ключей могут содержать драйверы затворов или могут называться здесь таким термином. Контроллеры 112, 114, 116 ключей управляют переходом ключей 102, 104, 106 между разомкнутым и замкнутым состояниями. Например, в разомкнутом состоянии ключ разомкнут и блокирует прохождение электрического тока через ключ, а в замкнутом состоянии ключ замкнут, и электрический ток протекает через ключ.

Каждый из контроллеров 112, 114, 116 ключей в рабочем состоянии связан с главным контроллером 140. Главный контроллер 140 может содержать аппаратные средства, которые включают и/или соединены с одним или более процессорами (например, с одной или более программируемыми вентильными матрицами, одним или более микропроцессорами и/или одной или более микросхемами), которые выполняют операции, описываемые в отношении главного контроллера. Главный контроллер 140 управляет переходом каждого из контроллеров 112, 114, 116 ключей между разомкнутым или замкнутым состояниями. Например, главный контроллер 140 может передавать в один или более контроллеров 112, 114, 116 ключей управляющие сигналы, которые определяют, когда каждый ключ должен размыкаться или замыкаться. Главный контроллер 140 может управляться вручную оператором силовой системы 10 или может работать автономно с использованием одного или более процессоров, операционных систем и т.п. Опционально, инверторная система 100 может не содержать контроллеры 112, 114, 116 ключей, и главный контроллер 140 может управлять работой каждого из ключей 102, 104, 106. Опционально, инверторная система 100 может управляться одним или более дополнительными или альтернативными контроллерами.

Контроллеры 112, 114, 116 ключей управляют работой ключей 102, 104, 106 для работы инверторной системы 100 в различных режимах. Например, ключи 102, 104, 106 могут формировать множество сигналов переменного тока с разными фазами, общий однофазный сигнал переменного тока, множество сигналов постоянного тока с разными фазами, сигнал постоянного тока с одной общей фазой или комбинацию этих сигналов, для того чтобы подавать питание на одну или более нагрузок силовой системы 10. Ниже более подробно описываются выходные сигналы переменного или постоянного тока, выводимые каждым из ключей 102, 104, 106, в зависимости от рабочего режима инверторной системы 100.

Инверторная система 100 в рабочем режиме связана с главным ключом 110. Например, ключи 102, 104, 106 в рабочем режиме связаны с главным ключом 110 таким образом, что переменный или постоянный ток, производимый каждым ключом, протекает через главный ключ 110. Главный ключ 110 направляет переменный или постоянный ток, преобразованный каждым из ключей 102, 104, 106, в нагрузку 122 с повышенной потребляемой мощностью или в нагрузку 124 с меньшей потребляемой мощностью. Например, нагрузка 122 с повышенной потребляемой мощностью может требовать большую мощность для функционирования относительно нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью.

В зависимости от того, следует ли подавать питание на нагрузку 122 с повышенной потребляемой мощностью или на нагрузку 124 с меньшей потребляемой мощностью, инверторная система 100 может работать в различных режимах. В одном из вариантов осуществления настоящего изобретения при работе в первом режиме контроллеры 112, 114, 116 ключей могут управлять одним или более ключами 102, 104, 106 для их размыкания и/или замыкания с целью формирования переменного тока одним или более ключом 102, 104, 106 для питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью силовой системы 10. В альтернативном варианте при работе в другом, втором, режиме контроллеры 112, 114, 116 ключей могут управлять одним или более ключами 102, 104, 106 для их размыкания и/или замыкания с целью формирования переменного тока одним или более ключом 102, 104, 106 для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью силовой системы 10. Главный ключ 110 может направлять переменный ток из инверторной системы 100 в нагрузку 122 с повышенной потребляемой мощностью или в нагрузку 124 с меньшей потребляемой мощностью в зависимости от того, в каком режиме работает инверторная система 100, в первом или во втором.

В альтернативном варианте в одном из вариантов осуществления настоящего изобретения при работе в первом режиме контроллеры 112, 114, 116 ключей могут управлять одним или более ключами 102, 104, 106 для их размыкания и/или замыкания с целью формирования постоянного выходного тока с первым уровнем напряжения и первым уровнем мощности от одного или более ключей 102, 104, 106 для

питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе 10. В альтернативном варианте при работе в другом, втором, режиме контроллеры 112, 114, 166 ключей могут управлять одним или более ключами 102, 104, 106 для их размыкания и/или замыкания с целью формирования множества различных выходных сигналов постоянного тока от одного или более ключей 102, 104, 106 для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью силовой системы 10. Уровни напряжения и/или мощности множества выходных сигналов постоянного тока могут быть ниже первого уровня напряжения и первого уровня мощности выходного сигнала тока ключей 102, 104, 106, работающих в первом режиме.

Инверторная система 100 согласно варианту осуществления может быть сконфигурирована для работы в диапазоне напряжений от примерно 1,7 киловольт (кВ) до примерно 4,5 кВ и в диапазоне токов от примерно 300 ампер (А) до примерно 650 А. Опционально, в инверторной системе 100 могут использоваться другие уровни выходной мощности, например напряжение в диапазоне более 4,5 кВ и/или менее 1,7 кВ, и/или ток в диапазоне более 650 А и/или менее 300 А. Согласно одному или более вариантам осуществления множество инверторных систем могут быть связаны друг с другом для получения различных диапазонов мощности. Например, каждая из множества инверторных систем может быть сконфигурирована для получения напряжения примерно 1,7 кВ, и связанные инверторные системы способны получать выходной сигнал примерно на уровне 3,3 кВ и 1800 А. Согласно другому варианту осуществления инверторная система может быть сконфигурирована для генерации выходной мощности в диапазоне от около 500 кВт до около 1350 кВт при токе 300 А. В альтернативном варианте осуществления инверторная система может генерировать номинальную выходную мощность в диапазоне от около 1000 кВт до около 3000 кВт при токе 650 А. Опционально, одна или более инверторных систем могут вырабатывать другие выходные мощности и/или диапазоны выходной мощности.

На фиг. 2 показана работа инверторной системы 100 в первом режиме согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения. Инверторная система 100, работающая в первом режиме, вырабатывает один общий первый выходной электрический сигнал, подаваемой на нагрузку 122 с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе 10. Например, первый выходной электрический сигнал может представлять собой выходной сигнал постоянного тока или однофазный выходной сигнал переменного тока. В первом рабочем режиме контроллеры 112, 114, 116 ключей управляют работой ключей 102, 104, 106 для преобразования первого постоянного тока, протекающего по шине 120 линии DC, в общий однофазный первый выходной электрический сигнал с одинаковой фазой от каждого ключа 102, 104, 106 с целью питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью с использованием однофазного сигнала переменного тока. На графике А показан первый постоянный ток, подаваемый в инверторную систему 100. На графике В показан переменный ток, преобразованный первым ключом 102, на графике С показан переменный ток, преобразованный вторым ключом 104, и на графике D показан переменный ток, преобразованный третьим ключом 106. На каждом из графиков А-D по горизонтальной оси отложены значения времени, а по вертикальной оси - напряжения. Опционально, графики В-D могут иллюстрировать выходные значения постоянного тока, преобразованные первым вторым и третьим ключами соответственно.

На графике А показана по существу не зависящая от времени прямая линия мощности 220 шины, подаваемой в инверторную систему 100 по шине 120 линии DC, показанной на фиг. 1. На графиках В, С и D показана форма сигнала переменного тока, выводимого каждым из ключей 102, 104, 106. Как показано на графиках В, С и D, соответственно первый ключ 102 преобразует постоянный ток в выходной сигнал 202 первого ключа, второй ключ 104 преобразует постоянный ток в выходной сигнал 204 второго ключа, и третий ключ 106 преобразует постоянный ток в выходной сигнал 206 третьего ключа. Фазы выходных сигналов 202, 204, 206 совпадают друг с другом. Например, фаза переменного тока, выводимого из каждого ключа 102, 104, 106, может представлять собой одну и ту же фазу. Кроме того, амплитуды напряжения и периоды выходных сигналов первого, второго и третьего ключей совпадают (например, формы сигналов в зависимости от времени совпадают).

На графике Е показано сложение выходных сигналов 202, 204, 206 первого, второго и третьего ключей в общий однофазный сигнал 208 переменного тока. Например, выходные сигналы 202, 204, 206 складываются друг с другом для получения общего однофазного сигнала 208 переменного тока. Амплитуда напряжения общего однофазного сигнала 208 может в три раза превышать выходное напряжение выходных сигналов 202, 204, 206 каждого из трех отдельных ключей. Кроме того, фаза общего однофазного сигнала 208 совпадает с фазой каждого из выходных сигналов 202, 204, 206 ключей. Период общего однофазного сигнала 208 совпадает с периодами каждого из выходных сигналов 202, 204, 206 ключей. При работе в первом режиме для питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе 10 главный контроллер 140 управляет каждым из ключей для последовательного или параллельного совместного функционирования таким образом, чтобы ключи 102, 104, 106 преобразовывали постоянный ток в общий однофазный сигнал 208 переменного тока. Например, при работе в первом режиме инверторная система 100 вырабатывает уровень мощности, который больше уровня мощности, производимой каждым из отдельных ключей 102, 104, 106. Отдельные ключи пакетируются или подают мощность согласованно для обеспечения увеличенного тока по сравнению с уровнем тока инверторной системы, не работающей в первом режиме. В проиллюстрированном варианте осуществления инвертор-

ная система 100 содержит три ключа 102, 104, 106, которые преобразуют постоянный ток в общий однофазный сигнал 208 переменного тока для питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе 10. Опционально, инверторная система 100 может содержать любое количество ключей, которые могут преобразовывать постоянный ток в общий однофазный сигнал переменного тока с любой амплитудой напряжения.

На фиг. 3 показана работа инверторной системы 100 во втором режиме согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения. Инверторная система 100, с использованием тех же аппаратных средств, при работе во втором режиме вырабатывает множество выходных электрических сигналов для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе 10. Например, выходные электрические сигналы могут быть различными фазами трехфазного переменного тока для питания одной или более нагрузок 124 с меньшей потребляемой мощностью, или выходные электрические сигналы могут формироваться в виде выходных сигналов постоянного тока с уровнями напряжения и/или мощности, меньшими уровней напряжения и/или мощности выходного постоянного тока инверторной системы 100, работающей в первом режиме.

Во втором рабочем режиме контроллеры 112, 114, 116 ключей управляют работой ключей 102, 104, 106 для преобразования постоянного тока, поступающего по шине 120 линии DC, в множество сигналов переменного тока с разными фазами для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью с использованием множества сигналов переменного тока с разными фазами. На графике А показан постоянный ток, подаваемый в инверторную систему 100. На графике В показан переменный ток, преобразованный первым ключом 102, на графике С показан переменный ток, преобразованный вторым ключом 104, и на графике D показан переменный ток, преобразованный третьим ключом 106. На каждом из графиков А-D по горизонтальной оси отложены значения времени, а по вертикальной оси - напряжения. Опционально, графики В-D могут иллюстрировать выходные сигналы постоянного тока, преобразованные первым, вторым и третьим ключами соответственно.

График А, показанный на фиг. 3, соответствует графику А, изображенному на фиг. 2. На графике А показана по существу не зависящая от времени прямая линия мощности 220 шины постоянного тока, подаваемой в инверторную систему 100 по шине 120 линии DC. На графиках В, С и D показана форма сигнала переменного тока, выводимого каждым из ключей 102, 104, 106. Как показано на графиках В, С и D, соответственно первый ключ 102 преобразует постоянный ток в выходной сигнал 302 первого ключа, второй ключ 104 преобразует постоянный ток в выходной сигнал 304 второго ключа, и третий ключ 106 преобразует постоянный ток в выходной сигнал 306 третьего ключа. Амплитуды напряжения и периоды выходных сигналов 302, 304, 306 первого, второго и третьего ключей по существу совпадают, но их фазы различны. В показанном примере фазы выходных сигналов 302, 304, 306 сдвинуты на шестьдесят градусов по отношению друг к другу. Например, начальная фаза выходного сигнала 302 первого ключа соответствует моменту времени  $t=0$ , начальная фаза выходного сигнала 304 второго ключа соответствует моменту времени  $t_1$ , и начальная фаза выходного сигнала 306 третьего ключа соответствует моменту времени  $t_2$ . Опционально, первый, второй и третий выходные сигналы 302, 304, 306 могут иметь другие формы с разными амплитудами напряжения и/или разными периодами по сравнению с каждым из других выходных сигналов 302, 304, 306.

На графике Е показана комбинация выходных сигналов 302, 304, 306 первого, второго и третьего ключей в виде множества сигналов 308 переменного тока с разными фазами, используемых для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе 10. При работе во втором режиме для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе 10 главный контроллер 140 управляет каждым из ключей 102, 104, 106 для работы в качестве независимых ключей таким образом, чтобы каждый из ключей 102, 104, 106 преобразовывал постоянный ток в множество сигналов 308 переменного тока с разными фазами. Например, при работе во втором режиме инверторная система 100 фактически генерирует такой же уровень мощности, что и уровень мощности, генерируемый каждым отдельным ключом 102, 104, 106. В показанном варианте осуществления настоящего изобретения инверторная система 100 содержит три ключа 102, 104, 106, которые преобразуют постоянный ток в трехфазный сигнал 308 переменного тока для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе 10. Опционально, инверторная система 100 может содержать любое количество ключей, которые могут преобразовывать постоянный ток в любое количество сигналов переменного тока с разными фазами.

С помощью одних и тех же аппаратных средств инверторная система 100 может генерировать общий однофазный сигнал для питания нагрузок с повышенной потребляемой мощностью и множество сигналов с разными фазами для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью. Например, инверторная система 100 может работать в первом или втором режимах с использованием одних и тех же аппаратных средств в обоих режимах. Главный контроллер 140 управляет работой каждого из контроллеров 112, 114, 116 ключей для перехода ключей между разомкнутым и замкнутым состояниями для работы инверторной системы 100 в первом режиме (например, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе) или во втором режиме (например, для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе), используя одни и те же аппаратные средства.

Опционально, главный контроллер 140 может управлять контроллерами 112, 114, 116 ключей для работы инверторной системы 100 в любом количестве различных режимов.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения нагрузка 122 с повышенной потребляемой мощностью может представлять собой нагрузку, генерирующую тяговое усилие в силовой системе 10, которая приводит в движение транспортное средство силовой системы 10. Например, первый режим работы в этом описании также может называться режимом тягового инвертора. При работе в режиме тягового инвертора инверторная система 100 может генерировать общий однофазный сигнал переменного тока для питания силовой системы 10, приводящей в движение транспортное средство силовой системы 10.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения нагрузка 124 с меньшей потребляемой мощностью может представлять собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие в силовой системе 10. Например, второй режим работы в этом описании также может называться режимом вспомогательного инвертора. При работе в режиме вспомогательного инвертора инверторная система 100 может генерировать множество сигналов 308 переменного тока с разными фазами для подачи питания на силовую систему 10 для работы одной или более систем в силовой системе 10. Например, инверторная система 100 может в режиме вспомогательного инвертора генерировать мощность, уровень которой меньше уровня мощности, генерируемой в режиме тягового инвертора. Например, в рабочем режиме для нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью может потребоваться больший уровень мощности, генерируемой инверторной системой 100, чем уровень мощности, требуемый для работы нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью. Амплитуда выходного общего однофазного сигнала 208 инверторной системы 100, работающей в первом режиме (например, в режиме тягового инвертора) для питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью, больше амплитуды напряжения каждого из множества сигналов 308 с разными фазами инверторной системы 100, работающей во втором режиме (например, в режиме вспомогательного инвертора) для питания нагрузки 124 с меньшей потребляемой мощностью.

В одном или более варианте осуществления настоящего изобретения главный контроллер 140 или контроллеры 112, 114, 116 ключей могут управлять ключами 102, 104, 106 для работы в режиме, отличном от первого рабочего режима или второго рабочего режима. Например, инверторной системой 100 можно управлять для работы в третьем режиме таким образом, чтобы вторые ключи 102, 104 преобразовывали постоянный ток в однофазный выходной сигнал, а третий ключ 106 преобразовывал постоянный ток в выходной сигнал, отличный от однофазного выходного сигнала первого и второго ключей 102, 104. Опционально, один или более ключей 102, 104, 106 могут преобразовывать постоянный ток в переменный с использованием сигнала, фаза, период и/или амплитуда напряжения которого могут быть общими и/или уникальными относительно переменного тока, вырабатываемого одним или более другими ключами.

Согласно одному или более вариантам осуществления инверторная система 100 может содержать один или более ключей, управляемых контроллером ключей, и силовая система 10 может содержать множество различных инверторных систем, которые могут быть связаны друг с другом в виде конструктивных блоков. Например, каждая инверторная система может содержать один ключ и один контроллер ключа, который управляет работой ключа и может располагаться, крепиться или входить в состав корпуса или шасси (например, с помощью радиаторов, внешних разъемов и т.п.). Инверторная система может соединяться с одной или более дополнительных инверторных систем, и каждая из инверторных систем может работать согласованно с другими системами. Множество различных инверторных систем могут крепиться на общем держателе или в общей стойке или могут располагаться отдельно друг от друга.

На фиг. 4 показано схематическое представление множества инверторных наборов 400А, 400В, 400С, входящих в состав силовой системы 10, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения. Каждый из инверторных наборов 400А, 400В, 400С содержит множество ключей и множество контроллеров ключей. Например, первый инверторный набор 400А содержит ключи 102, 104, 106 и контроллеры 112, 114, 116 ключей, которые управляют каждым из ключей 102, 104, 106. Второй инверторный набор 400В содержит ключи 402, 404, 406 и контроллеры 412, 414, 416 ключей, которые управляют каждым из ключей 402, 404, 406. Третий инверторный набор 400С содержит ключи 502, 504, 506 и контроллеры 512, 514, 516 ключей, которые управляют каждым из ключей 502, 504, 506. В показанном варианте осуществления силовая система 10 также содержит главный контроллер 440, управляющий работой каждого контроллера ключа каждого инверторного набора 400А, 400В, 400С. Опционально, один или более инверторных наборов 400А, 400В, 400С могут управляться с использованием альтернативного контроллера, способа или системы. Главный контроллер 440 может управляться вручную оператором силовой системы 10 и/или управляться автономно с использованием аппаратного или программного обеспечения главного контроллера 440 посредством одного или более процессоров главного контроллера 440 и т.п.

При работе в первом режиме каждый из наборов 400А, 400В, 400С инверторов преобразует первый постоянный ток, поступающий из шины 120 линии DC, в общий однофазный сигнал переменного тока, который отличается по фазе от общего однофазного сигнала переменного тока, преобразованного каж-

дым из других инверторных наборов 400А, 400В, 400С. Опционально, каждый инверторный набор 400А, 400В, 400С может преобразовывать первый постоянный ток в выходной сигнал постоянного тока. На фиг. 5 показана работа в первом рабочем режиме каждого из множества инверторных наборов, изображенных на фиг. 4. Первый инверторный набор 400А преобразует постоянный ток в первый общий однофазный сигнал 502А переменного тока из сигналов каждого из ключей 102, 104, 106 первого инверторного набора 400А. Например, фаза переменного тока, выводимого из каждого ключа первого инверторного набора 400А, может представлять собой одну и ту же фазу. Выходные сигналы ключей 102, 104, 106 суммируются с получением первого общего однофазного сигнала 502А переменного тока. Кроме того, второй инверторный набор 400В преобразует первый постоянный ток во второй, другой, общий однофазный сигнал 502В переменного тока, полученный из сигналов каждого из ключей 402, 404, 406 второго инверторного набора 400В. Например, фаза переменного тока, выводимого из каждого ключа второго инверторного набора 400В, может представлять собой одну и ту же фазу. Выходные сигналы ключей 402, 404, 406 суммируются с получением второго общего однофазного сигнала 502В переменного тока.

Третий инверторный набор 400С преобразует первый постоянный ток в третий общий однофазный сигнал 502С переменного тока, полученный из сигналов каждого из ключей 502, 504, 506 третьего инверторного набора 400С. Третий общий однофазный сигнал 502С отличается по фазе от первого сигнала 502А и второго сигнала 502В. Выходные сигналы ключей 502, 504, 506 суммируются с получением третьего общего однофазного сигнала 502С. Например, фаза переменного тока, выводимого из каждого ключа третьего инверторного набора 400С, может представлять собой одну и ту же фазу. Каждый из общих однофазных сигналов 502А, 502В, 502С может использоваться для питания нагрузки 122 с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе 10 с использованием различных однофазных сигналов 502А, 502В, 502С переменного тока.

В показанном варианте осуществления настоящего изобретения каждый из инверторных наборов 400А, 400В, 400С содержит три ключа, которые преобразуют постоянный ток в общие однофазные сигналы 502А, 502В, 502С соответственно, амплитуда напряжения которых по существу одинакова. Например, напряжение каждого из однофазных общих сигналов 502А, 502В, 502С может в три раза превышать выходное напряжение каждого ключа каждого из инверторных наборов. Опционально, один или более инверторных наборов 400А, 400В, 400С может содержать менее или более трех ключей. Например, инверторный набор, который содержит два ключа, может преобразовывать постоянный ток в общий сигнал переменного тока, напряжение которого в два раза больше напряжения переменного тока каждого из ключей. Опционально, инверторный набор, который содержит четыре ключа, может преобразовывать постоянный ток в общий сигнал переменного тока, напряжение которого в четыре раза больше напряжения переменного тока каждого из ключей.

Кроме того, каждый инверторный набор 400А, 400В, 400С преобразует постоянный ток в переменный ток, имеющий фазу, отличную от других. В показанном варианте осуществления настоящего изобретения фазы выходных сигналов 502А, 502В, 502С сдвинуты на шестьдесят градусов по отношению друг к другу. Например, начальная фаза общего однофазного сигнала 502А первого инверторного набора 400А соответствует моменту времени  $t=0$ , второй инверторный набор 400В вырабатывает второй общий однофазный сигнал 502В с начальной фазой в момент времени  $t_1$ , и третий инверторный набор 400С вырабатывает третий общий однофазный сигнал 502С с начальной фазой в момент времени  $t_2$ . В показанном варианте осуществления амплитуды напряжения и периоды выходных сигналов каждого из инверторных наборов 400А, 400В, 400С по существу одинаковы, но их фазы различны. Опционально, первый, второй и третий инверторные наборы 400А, 400В, 400С могут содержать любое количество ключей в любой конфигурации, так что инверторные наборы могут выводить сигналы с общими или уникальными амплитудами напряжения, периодами и/или фазами по отношению друг к другу.

Каждый из инверторных наборов 400А, 400В, 400С в рабочем режиме также связан с главным ключом 450. Например, каждый из инверторных наборов 400А, 400В, 400С в рабочем режиме связан с главным ключом 450 таким образом, что переменный ток, вырабатываемый каждым ключом, направляется через главный ключ 450. Главный ключ 450 направляет различные однофазные сигналы АС, преобразованные каждым из инверторных наборов 400А, 400В, 400С, в одну или более различных нагрузок с повышенной потребляемой мощностью (не показаны) силовой системы 10.

Каждый из инверторных наборов 400А, 400В, 400С может работать с использованием одних и тех же аппаратных средств для генерации общего однофазного выходного электрического сигнала с целью подачи питания на нагрузки с повышенной потребляемой мощностью или для генерации множества электрических сигналов с разными фазами с целью подачи питания на нагрузки с меньшей потребляемой мощностью. Например, инверторные наборы 400А, 400В, 400С могут работать в первом или втором режимах с использованием одних и тех же аппаратных средств в обоих рабочих режимах. Главный контроллер может управлять работой каждого из контроллеров ключей каждого инверторного набора для перехода ключей между разомкнутым и замкнутым состояниями для работы каждого инверторного набора в первом режиме (например, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе) и/или во втором режиме (например, для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе), в то же время используя одни и те же аппаратные средства.

Согласно одному или более вариантам осуществления настоящего изобретения одна или более инверторных систем 100 в рабочем режиме может быть связана с двумя или более различными силовыми системами (не показаны). Например, первая инверторная система в рабочем режиме может быть связана с первым транспортным средством состава транспортных средств, а вторая инверторная система в рабочем режиме может быть связана со вторым транспортным средством состава транспортных средств. Первая инверторная система может работать в первом режиме, чтобы преобразовывать постоянный ток в общий однофазный выходной электрический сигнал (например, в переменный или постоянный ток) для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью (например, нагрузки, генерирующей тяговое усилие, которое может использоваться для приведения в движение транспортного средства) первого транспортного средства. Вторая инверторная система может работать во втором режиме, чтобы преобразовывать постоянный ток в множество выходных электрических сигналов разных фаз (например, в выходные сигналы переменного или постоянного тока) для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью (например, нагрузки, не генерирующей тяговое усилие, для питания вспомогательной системы транспортного средства) второго транспортного средства. Опционально, как первый, так и второй инверторные наборы могут функционировать в одинаковых рабочих режимах (первом или втором). Опционально, работа первого и второго инверторных наборов может управляться общим главным контроллером, или каждый инверторный набор может управляться различными главными контроллерами.

Кроме того, каждая инверторная система 100 может иметь одинаковую конфигурацию в отношении каждого инверторного набора. Например, каждая система может содержать корпус (не показан) одинаковой формы, размеров, выполненный из одного материала и т.п. Кроме того, каждая система может содержать одинаковое количество радиаторов одинакового типа, модели, с одинаковыми номинальными значениями, расположенных в одинаковых позициях и имеющих одинаковые размеры, форму и т.п. Например, инверторные системы могут быть взаимозаменяемыми для питания различных нагрузок силовой системы в зависимости от различных нагрузок, на которые требуется подавать питание.

На фиг. 6 показан алгоритм 600 способа функционирования инверторной системы, входящей в состав силовой системы, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения. На шаге 602 определяется, требуется ли подавать питание на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе. Нагрузка с повышенной потребляемой мощностью может представлять собой нагрузку, генерирующую тяговое усилие, которое может использоваться для приведения в движение транспортного средства силовой системы. Опционально, нагрузка с повышенной потребляемой мощностью может представлять собой другую нагрузку, которая может использоваться для работы одной или более систем транспортного средства или системы транспортных средств. Опционально, нагрузка с повышенной потребляемой мощностью может представлять собой иную нагрузку любой силовой системы. Если питание требуется подавать на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью, то осуществляется переход к шагу 604. В альтернативном варианте, если питание на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью подавать не требуется, осуществляется переход к шагу 608.

На шаге 604 множество ключей инверторной системы управляются множеством контроллеров ключей для работы инверторной системы в первом рабочем режиме. Опционально, первый рабочий режим может называться режимом тягового инвертора, в котором подается питание на нагрузку, генерирующую тяговое усилие силовой системы. Контроллеры ключей и/или главный контроллер управляют переходом каждого из ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования первого постоянного тока в общий однофазный первый выходной электрический сигнал, выводимый из всех ключей с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью с использованием этого первого выходного электрического сигнала. Первый выходной электрический сигнал может представлять собой однофазный переменный ток или выходной сигнал постоянного тока с первым уровнем мощности и первым уровнем напряжения. Например, при работе в первом режиме каждый из ключей выводит электрический сигнал, фаза которого совпадает с фазой выходного электрического сигнала каждого из других ключей. На шаге 606 все выходные сигналы ключей суммируют для получения общего однофазного сигнала инверторной системы с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе посредством общего однофазного выходного электрического сигнала.

На шаге 608 определяется, требуется ли подавать питание на нагрузку с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе. Нагрузка с меньшей потребляемой мощностью может представлять собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие силовой системы. Кроме того, нагрузка с меньшей потребляемой мощностью может представлять собой нагрузку силовой системы, для питания которой требуется меньший уровень мощности по сравнению с уровнем мощности, требуемым для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью. Если питание требуется подавать на нагрузку с меньшей потребляемой мощностью, то осуществляется переход к шагу 610. В противном случае, если питание на нагрузку с меньшей потребляемой мощностью подавать не требуется, осуществляется переход к шагу 612, и далее никакие операции не выполняются, и инверторная система не используется для питания нагрузки силовой системы.

На шаге 610 множество ключей инверторной системы управляются множеством контроллеров ключей для перевода инверторной системы во второй рабочий режим. Опционально, второй рабочий

режим может называться режимом вспомогательного инвертора, в котором подается питание на нагрузку, не генерирующую тяговое усилие в силовой системе. Контроллеры ключей и/или главный контроллер управляют переходом каждого из ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока в множество вторых выходных электрических сигналов. Вторые выходные электрические сигналы могут быть различными фазами трехфазного переменного тока или соответствующими выходными постоянными токами с уровнями напряжения и/или мощности, которые меньше уровней первого напряжения и первой мощности выходного постоянного тока первого выходного электрического сигнала. Например, при работе во втором рабочем режиме каждый из ключей выводит электрический сигнал, отличный по фазе от выходного сигнала каждого другого ключа. На шаге 612 множество различных выходных электрических сигналов (например, выходные сигналы переменного или постоянного тока) из каждого ключа используются для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе посредством множества сигналов переменного тока с разными фазами.

Опционально, множество ключей и множество контроллеров ключей могут входить в состав одного инверторного набора, а силовая система может содержать множество различных инверторных наборов. Каждый из различных инверторных наборов может содержать множество ключей и множество контроллеров ключей. Кроме того, каждый из различных инверторных наборов может преобразовывать постоянный ток в однофазные сигналы переменного тока или в выходной сигнал постоянного тока. Например, первый набор может преобразовывать постоянный ток в первый общий однофазный сигнал переменного тока, а второй набор может преобразовывать постоянный ток в другой, второй, общий однофазный сигнал переменного тока с фазой, которая отличается от фазы сигнала первого набора.

Согласно варианту осуществления изобретения инверторная система содержит множество ключей, выполненных с возможностью переключения между замкнутым и разомкнутым состояниями для соответственно пропуска или блокировки пропуска электрического тока через ключи. Система содержит множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в общий однофазный сигнал переменного тока на основе выходных сигналов одинаковой фазы, подаваемых из каждого ключа, с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием однофазного сигнала переменного тока. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами с целью питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием множества сигналов переменного тока с различными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз.

Опционально, множество ключей и множество контроллеров ключей включены в состав одного из множества инверторных наборов силовой системы. Каждый из инверторных наборов преобразует постоянный ток в однофазный сигнал переменного тока, отличный от сигнала каждого другого инверторного набора, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием различных однофазных сигналов переменного тока.

Опционально, первый инверторный набор из множества инверторных наборов преобразует постоянный ток в первый общий однофазный сигнал переменного тока от каждого ключа первого инверторного набора, а второй инверторный набор из множества инверторных наборов преобразует постоянный ток во второй общий однофазный сигнал переменного тока с другой фазой от каждого ключа второго инверторного набора.

Опционально, множество ключей электрически связаны друг с другом посредством параллельного или последовательного электрического соединения.

Опционально, нагрузка с повышенной потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, приводящую в движение транспортное средство силовой системы, а нагрузка с меньшей потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие.

Опционально, инверторная система работает в режиме тягового инвертора, если ключи преобразуют постоянный ток в общий однофазный сигнал переменного тока из выходных сигналов с одинаковой фазой от каждого из ключей.

Опционально, инверторная система работает в режиме вспомогательного инвертора, если ключи преобразуют постоянный ток в множество сигналов переменного тока с разными фазами.

Опционально, инверторная система также содержит главный контроллер для управления работой множества контроллеров ключей. Главный контроллер управляет множеством контроллеров ключей для управления переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

Опционально, однофазные выходные сигналы каждого из ключей суммируются друг с другом для получения общего однофазного сигнала для нагрузки с повышенной потребляемой мощностью.

Согласно варианту осуществления изобретения способ в первом рабочем режиме включает переключение множества ключей, с использованием множества контроллеров ключей, между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока, подаваемого на ключи, в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный из выходных сигналов с одинаковой фазой от каждого

ключа. Способ в другом, втором рабочем режиме, включает, с использованием множества контроллеров ключей, переключение ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз. Общий однофазный сигнал переменного тока, генерируемый в первом рабочем режиме, подается в силовую систему для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью, а множество сигналов переменного тока с разными фазами, генерируемых во втором рабочем режиме, подают в силовую систему для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью.

Опционально, множество ключей и множество контроллеров ключей включены в состав одного инверторного набора из множества инверторных наборов силовой системы. Каждый из инверторных наборов преобразует постоянный ток в однофазные сигналы переменного тока, отличные по фазе от каждого другого инверторного набора, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием однофазных сигналов переменного тока с различными фазами.

Опционально, первый инверторный набор из множества инверторных наборов преобразует постоянный ток в первый общий однофазный сигнал переменного тока от каждого ключа первого инверторного набора, а второй инверторный набор из множества инверторных наборов преобразует постоянный ток во второй общий однофазный сигнал переменного тока с другой фазой от каждого ключа второго инверторного набора.

Опционально, множество ключей электрически связаны друг с другом посредством параллельного или последовательного электрического соединения.

Опционально, нагрузка с повышенной потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, приводящую в движение транспортное средство силовой системы, а нагрузка с меньшей потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие.

Опционально, способ также включает работу в режиме тягового инвертора, когда ключи преобразуют постоянный ток в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный из выходных однофазных сигналов каждого из ключей.

Опционально, способ также включает работу в режиме вспомогательного инвертора, если ключи преобразуют постоянный ток в множество сигналов переменного тока с разными фазами.

Опционально, способ также включает управление работой контроллеров ключей с помощью главного контроллера. Главный контроллер управляет множеством контроллеров ключей для управления переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

Опционально, однофазные выходные сигналы каждого из ключей суммируют друг с другом для получения общего однофазного сигнала для нагрузки с повышенной потребляемой мощностью.

Согласно варианту осуществления изобретения инверторная система транспортного средства содержит множество ключей, выполненных с возможностью переключения между замкнутым и разомкнутым состояниями для соответственно пропускания или блокировки пропускания электрического тока через ключи. Система содержит множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный из однофазных выходных сигналов каждого из ключей, с целью питания нагрузки, генерирующей тяговое усилие в системе транспортного средства, с использованием общего однофазного сигнала переменного тока. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами с целью питания нагрузки, не генерирующей тягового усилия в системе транспортного средства, с использованием множества сигналов переменного тока с разными фазами. Каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз.

Опционально, однофазные выходные сигналы каждого из ключей суммируются друг с другом для получения общего однофазного сигнала для нагрузки с повышенной потребляемой мощностью.

Опционально, инверторная система транспортного средства также содержит главный контроллер для управления работой множества контроллеров ключей. Главный контроллер управляет множеством контроллеров ключей для управления переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

Согласно варианту осуществления изобретения инверторная система содержит множество ключей, которыми управляют для перехода между замкнутым и разомкнутым состояниями соответственно для пропускания или блокировки пропускания электрического тока через ключи, и множество контроллеров ключей, которые управляют переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями. В первом рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования первого постоянного тока в общий однофазный первый выходной электрический сигнал, выводимый из всех ключей, с целью питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием первого электрического сигнала. Во втором рабочем режиме контроллеры ключей управляют работой ключей для преобразования первого постоянного тока в множество вторых выходных электрических сигналов с целью питания одной или более нагрузок с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием вторых выходных электрических сигналов. Каждый из ключей выводит

отличный от других второй выходной электрический сигнал, и эти сигналы характеризуются различными уровнями напряжения или различными формами сигнала.

Опционально, первый выходной электрический сигнал представляет собой однофазный переменный ток, а вторые выходные электрические сигналы представляют собой сигналы с различными фазами трехфазного переменного тока для питания одной из одной или более нагрузок с меньшей потребляемой мощностью, или первый выходной электрический сигнал является выходным сигналом постоянного тока с первым уровнем напряжения и мощности, а вторые выходные электрические сигналы являются соответственно выходными сигналами постоянного тока с уровнями напряжения и мощности, меньшими первого уровня напряжения и первого уровня мощности выходного постоянного тока первого выходного электрического сигнала.

Опционально, один общий первый выходной электрический сигнал от всех ключей суммируется для подачи питания на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью.

Опционально, электрический ток, поступающий из всех ключей, суммируется для формирования одного общего первого выходного электрического сигнала для подачи питания на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе посредством первого электрического сигнала.

Опционально, главный контроллер конфигурируется для управления работой множества контроллеров ключей. Главный контроллер управляет множеством контроллеров ключей для управления переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

Опционально, нагрузка с повышенной потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, приводящую в движение силовую систему, а нагрузка с меньшей потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие.

Согласно варианту осуществления, силовая система, показанная на фиг. 1, представляет собой или содержит плавучее морское средство, которое включает инверторную систему 100 и шину 120 линии DC. Инверторная система 100 сконфигурирована для преобразования электроэнергии, подаваемой в или из шины 120 линии DC. Плавучее морское средство содержит одну или более нагрузок, сконфигурированных для приема электроэнергии (например, преобразованной электроэнергии) из шины и/или инверторной системы. Такие нагрузки могут включать вспомогательные двигатели. Такие нагрузки могут также включать один или более тяговых двигателей, под которыми понимаются (в контексте плавучего морского средства) двигатель или двигатели с достаточно высокой выходной мощностью, выполненные/соединенные, по отдельности или согласованно, с возможностью перемещения плавучего морского средства в заданном направлении. Например, один или более тяговых двигателей могут соединяться в рабочем режиме с системой привода винтов таким образом, чтобы после подачи на двигатель(и) требуемой электроэнергии (в терминах амплитуды и формы сигнала) винт начинал вращаться (например, непосредственно или с помощью системы вала/привода/передачи) для обеспечения движения плавучего морского средства. Другие нагрузки могут включать насосы, гидросилители и т.д.

Согласно варианту осуществления, силовая система, показанная на фиг. 1, представляет собой или содержит железнодорожное транспортное средство (например, локомотив), которое включает инверторную систему 100 и шину 120 линии DC. Инверторная система 100 сконфигурирована для преобразования электроэнергии, подаваемой в или из шины 120 линии DC. Железнодорожное транспортное средство содержит одну или более электрических нагрузок, сконфигурированных для приема электроэнергии (например, преобразованной электроэнергии) из шины и/или инверторной системы. Такие нагрузки могут включать вспомогательные двигатели. Такие нагрузки могут также включать один или более тяговых двигателей с достаточно высокой выходной мощностью, выполненные/соединенные, по отдельности или согласованно, с возможностью перемещения железнодорожного транспортного средства по заданному маршруту. Например, один или более тяговых двигателей могут соединяться в рабочем режиме с соответствующими колесными парами (например, через зубчатую передачу) таким образом, чтобы после подачи на двигатель(и) требуемой электроэнергии (в терминах амплитуды и формы сигнала) ось и колеса колесной пары начинали вращаться для движения транспортного средства по рельсам. Другие нагрузки могут включать насосы, гидросилители, компрессоры и т.д.

Следует понимать, что приведенное выше описание предназначено для пояснения возможностей реализации настоящего изобретения и не ограничивает его объем. Например, вышеописанные варианты осуществления настоящего изобретения (и/или его аспекты) могут использоваться в комбинации друг с другом. Кроме того, для адаптации к конкретной ситуации или имеющимся средствам может быть сделано множество изменений в вариантах осуществления настоящего изобретения в рамках его объема. Размеры и типы используемых средств, приведенные в этом описании, предназначены для определения параметров предмета изобретения, и они не являются ограничениями, а служат в качестве примеров осуществления настоящего изобретения. На основании приведенного выше описания специалисту в этой области техники должны быть очевидны и другие варианты осуществления этого изобретения. Таким образом, объем изобретения должен определяться со ссылкой на прилагаемые пункты формулы изобретения совместно с полным объемом эквивалентов, на которые дают право эти пункты формулы изобретения. В прилагаемых пунктах формулы изобретения термины "включающий" и "в котором" используются как эквиваленты терминов "содержащий" и "где" соответственно. Кроме того, в приведенных ниже

пунктах формулы изобретения термины "первый", "второй", "третий" и т.д. используются только в качестве обозначений и не предполагают каких-либо числовых требований в отношении обозначаемых объектов. Помимо этого, ограничения в последующих пунктах формулы изобретения не предполагают формата "средства + функция" и не должны интерпретироваться согласно разделу 35 §112 (f) Кодекса законов США, если такие пункты формулы изобретения явно не выражены с помощью фразы "средства для" с последующей формулировкой функции без дополнительного описания структуры.

В данном описании используются примеры для раскрытия нескольких вариантов осуществления настоящего изобретения, включая наилучший режим осуществления, которые также позволяют специалисту в этой области техники применять на практике варианты осуществления настоящего изобретения, включая производство и использование любых устройств или систем и выполнение любых встроенных способов. Объем настоящего изобретения определяется пунктами формулы изобретения и может включать другие примеры, очевидные специалисту в этой области техники. Такие другие примеры включены в объем формулы изобретения, если в них описываются структурные элементы, не противоречащие буквальному содержанию пунктов формулы изобретения, или если они содержат описание эквивалентных структурных элементов с несущественными отличиями от буквального содержания пунктов формулы изобретения.

В данном описании элемент или шаг, приведенный в единственном числе и сопровождающийся определением "один" или "отдельный", не должен исключать возможности своего применения во множественном числе, если на такое исключение явно не указано. Кроме того, ссылки на "один вариант осуществления" настоящего изобретения не должны интерпретироваться как исключающие возможность существования дополнительных вариантов осуществления изобретения, в рамках которых также реализуются описанные функции. Помимо этого, если явно не указано иное, варианты осуществления настоящего изобретения, "содержащие", "включающие" или "имеющие" элемент или множество элементов с определенными признаками, могут дополнительно включать подобные элементы, не обладающие указанным признаком.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Инверторная система, содержащая
  - ключи, выполненные с возможностью переключения между замкнутым и разомкнутым состояниями для пропуска или блокировки пропуска соответственно электрического тока через ключи; и
  - контроллеры ключей, сконфигурированные для управления переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями,
  - при этом в первом рабочем режиме контроллеры ключей сконфигурированы для управления работой ключей для преобразования постоянного тока в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный выходными сигналами с одинаковой фазой, подаваемыми из каждого ключа, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием однофазного сигнала переменного тока, и
  - во втором рабочем режиме контроллеры ключей также сконфигурированы для управления работой ключей для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием множества сигналов переменного тока с разными фазами, при этом каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз.
2. Инверторная система по п.1, отличающаяся тем, что упомянутые ключи и упомянутые контроллеры ключей включены в состав одного инверторного набора из множества инверторных наборов силовой системы, при этом каждый из инверторных наборов сконфигурирован для преобразования постоянного тока в однофазный сигнал переменного тока с фазой, отличной от фазы каждого другого инверторного набора, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием упомянутых однофазных сигналов переменного тока с разными фазами.
3. Инверторная система по п.2, отличающаяся тем, что первый инверторный набор из множества инверторных наборов сконфигурирован для преобразования постоянного тока в первый общий однофазный сигнал переменного тока от каждого ключа первого инверторного набора, а второй инверторный набор из множества инверторных наборов сконфигурирован для преобразования постоянного тока во второй общий однофазный сигнал переменного тока с другой фазой от каждого ключа второго инверторного набора.
4. Инверторная система по п.1, отличающаяся тем, что упомянутые ключи электрически соединены друг с другом посредством параллельного или последовательного электрического соединения.
5. Инверторная система по п.1, отличающаяся тем, что нагрузка с повышенной потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, генерирующую тяговое усилие, приводящее в движение транспортное средство силовой системы, а нагрузка с меньшей потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие.
6. Инверторная система по п.1, содержащая также главный контроллер, сконфигурированный для управления работой контроллеров ключей, при этом главный контроллер сконфигурирован для управления контроллерами ключей таким образом, чтобы они управляли переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

7. Инверторная система по п.1, отличающаяся тем, что однофазные выходные сигналы каждого ключа суммируются друг с другом для получения общего однофазного сигнала для нагрузки с повышенной потребляемой мощностью.

8. Способ управления инверторной системой, включающий

в первом рабочем режиме переключение ключей с использованием контроллеров ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока, подаваемого на ключи, в общий однофазный сигнал переменного тока, образованный выходными сигналами с одинаковой фазой от каждого из ключей; и

в другом, втором рабочем режиме переключение ключей с использованием контроллеров ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями для преобразования постоянного тока в множество сигналов переменного тока с разными фазами, при этом каждый из ключей выводит сигнал, имеющий фазу, отличную от других фаз из множества фаз;

причем общий однофазный сигнал переменного тока, генерируемый в первом рабочем режиме, подают на силовую систему для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью и

множество сигналов переменного тока с разными фазами, генерируемых во втором рабочем режиме, подают на силовую систему для питания нагрузки с меньшей потребляемой мощностью.

9. Способ по п.8, отличающийся тем, что ключи и контроллеры ключей включены в состав одного инверторного набора из множества инверторных наборов силовой системы, при этом каждый из инверторных наборов сконфигурирован для преобразования постоянного тока в однофазный сигнал переменного тока с фазой, отличной от фазы каждого другого инверторного набора, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием упомянутых однофазных сигналов переменного тока с разными фазами.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что первый инверторный набор из множества инверторных наборов сконфигурирован для преобразования постоянного тока в первый общий однофазный сигнал переменного тока от каждого ключа первого инверторного набора, а второй инверторный набор из множества инверторных наборов сконфигурирован для преобразования постоянного тока во второй общий однофазный сигнал переменного тока с другой фазой от каждого ключа второго инверторного набора.

11. Способ по п.8, отличающийся тем, что ключи сконфигурированы для электрической связи друг с другом посредством параллельного или последовательного электрического соединения.

12. Способ по п.8, отличающийся тем, что нагрузка с повышенной потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, генерирующую тяговое усилие, приводящее в движение транспортное средство силовой системы, а нагрузка с меньшей потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие.

13. Способ по п.8, включающий также управление с помощью главного контроллера работой контроллеров ключей, при этом главный контроллер сконфигурирован для управления контроллерами ключей таким образом, чтобы они управляли переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

14. Способ по п.8, отличающийся тем, что однофазные выходные сигналы от каждого ключа суммируются друг с другом для получения общего однофазного сигнала для нагрузки с повышенной потребляемой мощностью.

15. Инверторная система, содержащая

ключи, выполненные с возможностью переключения между замкнутым и разомкнутым состояниями для пропускания или блокировки пропускания соответственно электрического тока через ключи; и

контроллеры ключей, сконфигурированные для управления переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями,

при этом в первом рабочем режиме контроллеры ключей сконфигурированы для управления работой ключей для преобразования первого постоянного тока в общий однофазный первый выходной электрический сигнал, выводимый из всех ключей, для питания нагрузки с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием первого электрического сигнала; и

во втором рабочем режиме контроллеры ключей также сконфигурированы для управления работой ключей для преобразования первого постоянного тока в множество вторых выходных электрических сигналов для питания одной или более нагрузок с меньшей потребляемой мощностью в силовой системе с использованием вторых выходных электрических сигналов, при этом каждый из ключей выводит отличный от других второй выходной электрический сигнал, и вторые выходные электрические сигналы отличаются уровнями напряжения и/или формами сигнала от каждого другого второго выходного электрического сигнала.

16. Инверторная система по п.15, отличающаяся тем, что

первый выходной электрический сигнал представляет собой однофазный переменный ток, а вторые выходные электрические сигналы представляют собой сигналы различных фаз трехфазного переменного тока для питания одной из одной или более нагрузок с меньшей потребляемой мощностью; или

первый выходной электрический сигнал является выходным сигналом постоянного тока с первым уровнем напряжения и первым уровнем мощности, а вторые выходные электрические сигналы являются

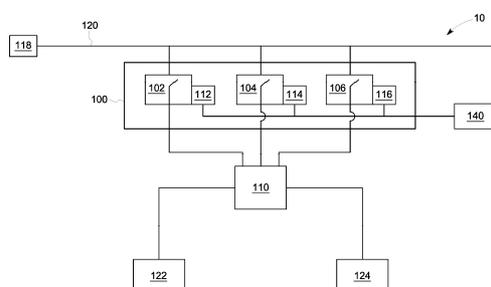
соответственно выходными сигналами постоянного тока с уровнями напряжения и мощности, меньшими первого уровня напряжения и первого уровня мощности выходного постоянного тока упомянутого первого выходного электрического сигнала.

17. Инверторная система по п.15, отличающаяся тем, что общие однофазные выходные электрические сигналы от всех ключей суммируются для подачи питания на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью.

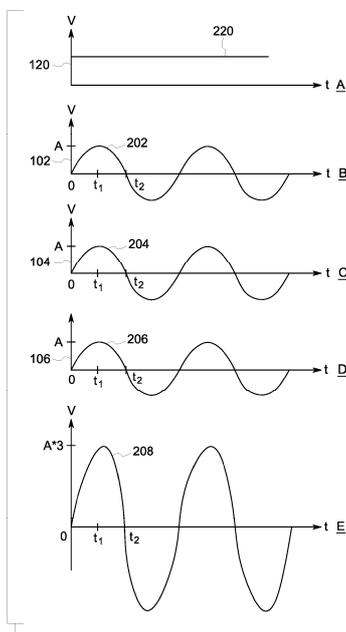
18. Инверторная система по п.15, отличающаяся тем, что электрический ток, поступающий от всех ключей, суммируется с получением общего однофазного первого выходного электрического сигнала для подачи питания на нагрузку с повышенной потребляемой мощностью в силовой системе с использованием первого электрического сигнала.

19. Инверторная система по п.15, содержащая также главный контроллер, сконфигурированный для управления работой контроллеров ключей, при этом главный контроллер сконфигурирован для управления контроллерами ключей таким образом, чтобы они управляли переходом ключей между замкнутым и разомкнутым состояниями.

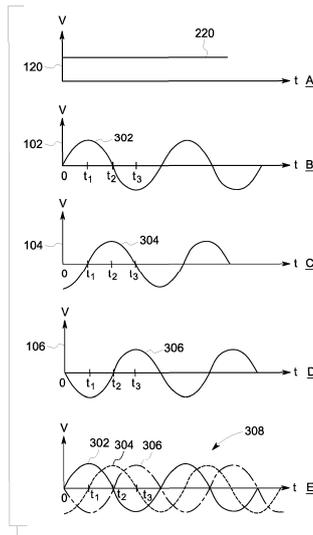
20. Инверторная система по п.15, отличающаяся тем, что нагрузка с повышенной потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, генерирующую тяговое усилие, приводящее в движение силовую систему, при этом нагрузка с меньшей потребляемой мощностью представляет собой нагрузку, не генерирующую тяговое усилие.



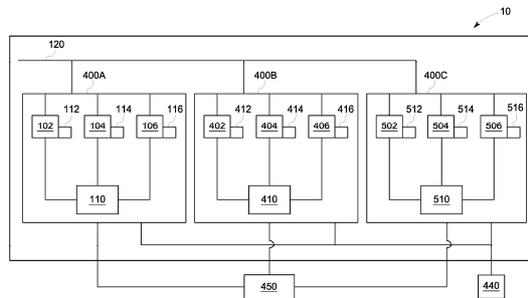
Фиг. 1



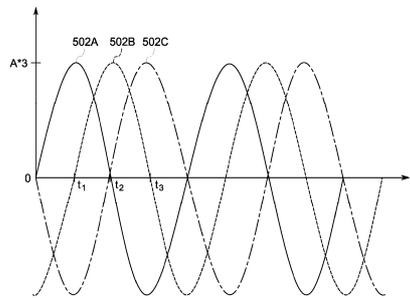
Фиг. 2



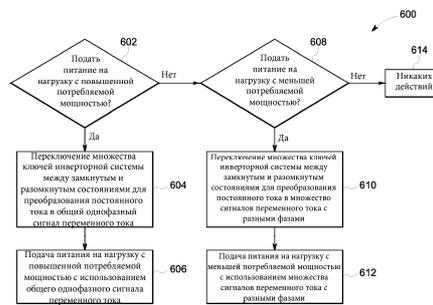
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6