

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202390747 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.04

(22) Дата подачи заявки
2021.04.13

(51) Int. Cl. *B60L 53/10* (2019.01)
H02M 1/42 (2007.01)
H02M 7/219 (2006.01)
H02M 7/66 (2006.01)
H02M 7/68 (2006.01)
H02M 7/86 (2006.01)

(54) СИСТЕМЫ, УСТРОЙСТВА И СПОСОБЫ ДЛЯ ЗАРЯДКИ И РАЗРЯДКИ МОДУЛЬНЫХ КАСКАДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(31) 63/009,996; 63/043,731; 63/069,369;
63/084,300

(32) 2020.04.14; 2020.06.24; 2020.08.24;
2020.09.28

(33) US

(86) PCT/US2021/027154

(87) WO 2021/211630 2021.10.21

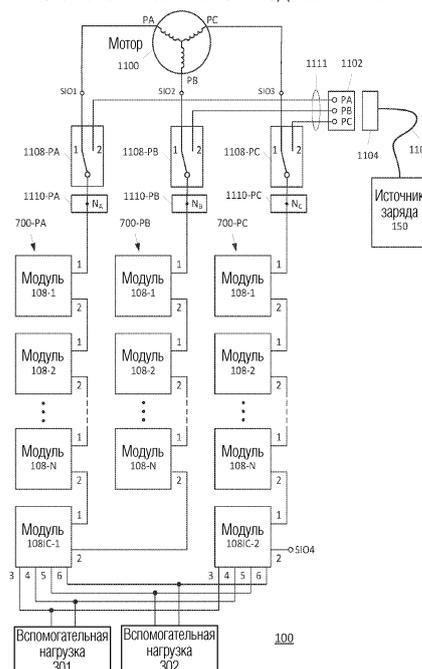
(88) 2021.12.02

(71) Заявитель:
ТАЭ ТЕКНОЛОДЖИЗ, ИНК. (US)

(72) Изобретатель:
Слепченков Михаил, Надери Рузбех,
Бхакта Милан, Кадри Роми С. (US)

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

(57) Представляются примерные варианты осуществления систем, устройств и способов для зарядки и разрядки энергетических систем, имеющих несколько модулей, размещаемых каскадным способом для формирования и накопления мощности. Каждый модуль может включать в себя источник энергии и схему переключения, которая избирательно соединяет источник энергии с другими модулями в системе для выработки мощности или для приема и накопления мощности из источника заряда. Энергетические системы могут размещаться в однофазных или многофазных топологиях с несколькими последовательными или взаимосоединенными матрицами. Варианты осуществления допускают заряд сигналами заряда многофазного переменного тока, сигналом заряда однофазного переменного тока и/или сигналом заряда постоянного тока. Также раскрываются варианты осуществления, реализующие модульную энергетическую систему в источнике заряда для выполнения зарядки электрических транспортных средств многофазным, однофазным переменным током или постоянным током. Также раскрываются многомоторные варианты осуществления и варианты осуществления с возможностью снабжать мощностью системы активной подвески и активного рулевого управления.



A1

202390747

202390747

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-577360EA/23

СИСТЕМЫ, УСТРОЙСТВА И СПОСОБЫ ДЛЯ ЗАРЯДКИ И РАЗРЯДКИ МОДУЛЬНЫХ КАСКАДНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Перекрестная ссылка на родственные заявки

[0001] Данная заявка испрашивает приоритет предварительной заявки на патент США номер 63/009,996, поданной 14 апреля 2020 года, предварительной заявки на патент США номер 63/043,731, поданной 24 июня 2020 года, предварительной заявки на патент США номер 63/069,369, поданной 24 августа 2020 года, и предварительной заявки на патент США номер 63/084,300, поданной 28 сентября 2020 года, все из которых содержатся по ссылке в данном документе полностью и для всех целей.

Область техники, к которой относится изобретение

[0002] Предмет изобретения, описанный в данном документе, в общем, относится к системам, устройствам и способам для зарядки и разрядки модульных каскадных энергетических систем, применимых в мобильных и стационарных вариантах применения.

Уровень техники

[0003] Энергетические системы, имеющие несколько источников или поглотителей энергии, являются общепринятыми во многих отраслях промышленности. Один пример представляет собой автомобильную отрасль. Сегодняшние автомобильные технологии, усовершенствованные за предыдущий век, характеризуются, в числе многих вещей, взаимодействием моторов, механических элементов и электронных схем. Они представляют собой ключевые компоненты, которые оказывают влияние на рабочие характеристики транспортного средства и опыт водителя. Моторы работают на основе сгорания или электричества, и почти во всех случаях вращательная энергия из мотора доставляется через набор очень сложных механических элементов, таких как муфты, трансмиссии, дифференциалы, ведущие валы, трубы с передачей крутящего момента, сцепки и т.д. Эти части управляют в значительной степени преобразованием крутящего момента и распределением мощности на колеса и задают рабочие характеристики автомобиля и управляемость на дороге.

[0004] Электрическое транспортное средство (EV) включает в себя различные электрические системы, которые связаны с приводной передачей, включающие в себя, в числе прочего, аккумуляторный блок, зарядное устройство и контроллер мотора. Аккумуляторные блоки высокого напряжения типично организуются в последовательной цепочке аккумуляторных модулей с более низким напряжением. Каждый такой модуль дополнительно включает в себя набор последовательно соединенных отдельных гальванических элементов и простую встроенную систему управления аккумулятором (BMS) для того, чтобы регулировать базовые связанные с гальваническим элементом характеристики, такие как состояние заряда и напряжение. Электронные схемы с более сложными характеристиками или некоторой формой интеллектуальной

взаимосоединяемости отсутствуют. Как следствие, любая функция мониторинга или управления обрабатывается посредством отдельной системы, которая, если вообще присутствует где-либо в автомобиле, не имеет возможности отслеживать работоспособность, состояние заряда, температуру и другие влияющие на рабочие характеристики показатели отдельного гальванического элемента. Также отсутствует возможность значительно регулировать потребляемую мощность в расчете на отдельный гальванический элемент в любой форме. Некоторые существенные последствия являются следующими: (1) самый слабый гальванический элемент ограничивает совокупные рабочие характеристики всего аккумуляторного блока, (2) сбой любого гальванического элемента или модуля приводит к необходимости замены всего блока, (3) надежность и безопасность аккумулятора значительно уменьшается, (4) время работы от аккумулятора ограничено, (5) терморегулирование является затруднительным, (6) аккумуляторные блоки всегда работают ниже максимальных характеристик, (7) внезапный бросок извлекаемой за счет рекуперативного торможения электрической мощности не может легко накапливаться в аккумуляторах и требует рассеяния через разгрузочный резистор.

[0005] Зарядные схемы для EV типично реализуются в отдельных бортовых системах. Они разделяют мощность, поступающую из-за пределов EV, в форме сигнала переменного тока или сигнала постоянного тока, преобразуют его в постоянный ток и подают его в аккумуляторный блок. Зарядные системы отслеживают напряжение и ток и типично подают устойчивое постоянное питание. С учетом конструкции аккумуляторных блоков и типичных зарядных схем, практически отсутствует возможность приспособливать потоки зарядки к отдельным аккумуляторным модулям на основе работоспособности, рабочих характеристик, температуры гальванического элемента и т.д. Циклы зарядки также типично являются длительными, поскольку зарядные системы и аккумуляторные блоки не имеют схемы, которая обеспечивает возможность импульсной зарядки, либо других технологий, которые должны оптимизировать перенос заряда или достижимый полный заряд.

[0006] Традиционные средства управления содержат стадии преобразования постоянного тока в постоянный, чтобы регулировать уровни напряжения аккумуляторного блока до напряжения на шине электрической системы EV. Моторы, в свою очередь, затем приводятся в действие посредством простых двухуровневых многофазных преобразователей, которые предоставляют требуемый сигнал(ы) переменного тока в электромотор. Каждый мотор традиционно управляется посредством отдельного контроллера, который приводит в действие мотор в трехфазном конструктивном решении. Двухмоторные EV требуют двух контроллеров, тогда как EV с использованием четырех встроенных в колесо электромоторов требуют четырех отдельных контроллеров. Традиционная конструкция контроллеров также не имеет возможности приводить в действие моторы следующего поколения, к примеру, коммутируемые реактивные электромоторы (SRM), характеризующиеся посредством более высоких чисел полюсных наконечников. Адаптация требует более многофазных

конструктивных решений, что усложняет системы и в конечном счете не позволяет разрешать проблемы, связанные с электрическим шумом и рабочими характеристиками приведения в действие, такие как высокая пульсация крутящего момента и акустический шум.

[0007] Многие из этих недостатков относятся не только к автомобилям, но и к другим моторным транспортным средствам, а также к стационарным вариантам применения в значительной степени. По этим и другим причинам, существуют потребности в усовершенствованных системах, устройствах и способах для энергетических систем для мобильных и стационарных вариантов применения.

Сущность изобретения

[0008] В данном документе предоставляются примерные варианты осуществления систем, устройств и способов для зарядки и разрядки энергетических систем, имеющих несколько модулей, размещаемых каскадным способом для формирования и накопления мощности. Каждый модуль может включать в себя источник энергии и схему переключения, которая избирательно соединяет источник энергии с другими модулями в системе для выработки мощности или для приема и накопления мощности из источника заряда. Энергетические системы могут размещаться в однофазных или многофазных топологиях с несколькими последовательными или взаимосоединенными матрицами. Энергетические системы могут размещаться с несколькими подсистемами для подачи мощности в один или более моторов. Варианты осуществления допускают заряд сигналами заряда многофазного переменного тока, сигналом заряда однофазного переменного тока и/или сигналом заряда постоянного тока.

[0009] Модули могут выводить информацию состояния в систему управления, которая может использовать информацию состояния для того, чтобы заряжать модули при поддержании или стремлении к сбалансированному состоянию по одной или более рабочим характеристикам модулей, таким как состояние заряда и/или температура. Система управления также может управлять зарядкой таким способом, который ограничивает смещение и искажение в системе. В некоторых вариантах осуществления, зарядка происходит при обходе нагрузки или мотора, тогда как в других вариантах осуществления, зарядка происходит через нагрузку или мотор. Зарядка через мотор может выполняться таким образом, чтобы подавлять компонентные потоки мотора.

[0010] Варианты осуществления могут иметь множество топологий, включающих в себя однофазные, многофазные (например, трехфазные и шестифазные) топологии с линейными матрицами или матрицами в дельта- и последовательной компоновке, топологии, имеющие несколько нагрузок и требований по напряжению, и топологии, имеющие один или более модулей межсоединения для выполнения межматричной или межфазной балансировки и/или для предоставления мощности в одну или более вспомогательных нагрузок, в качестве нескольких примеров. Также предусмотрены варианты осуществления, реализующие модульную энергетическую систему в источнике заряда для выполнения зарядки электрических транспортных средств многофазным,

однофазным переменным током или постоянным током.

[0011] Также предоставляются примерные варианты осуществления для конфигураций с несколькими подсистемами, в которых каждая подсистема может предоставлять различные напряжения и/или использовать источники энергии различных типов. Предоставляются примерные варианты осуществления для размещения модулей энергетической системы во внутреннем пространстве ходовой части EV. Дополнительно предоставляются примерные варианты осуществления для снабжения мощностью автоматизированных систем подвески и/или рулевого управления, включающие в себя дополнительные варианты осуществления модулей и топологий для них.

[0012] Другие системы, способы, признаки и преимущества изобретения должны становиться очевидными специалистам в данной области техники после изучения прилагаемых чертежей и подробного описания. Подразумевается, что все такие дополнительные системы, способы, признаки и преимущества включены в рамки этого описания, находятся в пределах объема предмета изобретения, описанного в данном документе, и защищаются посредством прилагаемой формулы изобретения. никоим образом признаки примерных вариантов осуществления не должны истолковываться в качестве ограничения прилагаемой формулы изобретения, при отсутствии специального перечисления этих признаков в формуле изобретения.

Краткое описание чертежей

[0013] Подробности предмета изобретения, изложенного в данном документе, как в отношении его структуры, так и в отношении его работы, могут быть очевидными посредством исследования прилагаемых чертежей, на которых аналогичные ссылки с номерами означают аналогичные части. Компоненты на чертежах не обязательно должны быть нарисованы в масштабе, причем акцент вместо этого ставится на иллюстрации принципов изобретения. Более того, все иллюстрации предназначены для того, чтобы передавать общие идеи, при этом относительные размеры, формы и другие подробные атрибуты могут иллюстрироваться схематично, а не буквально или точно.

[0014] Фиг. 1A-1C являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульной энергетической системы.

[0015] Фиг. 1D-1E являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления устройств управления для энергетической системы.

[0016] Фиг. 1F-1G являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульных энергетических систем, соединенных с нагрузкой и источником заряда.

[0017] Фиг. 2A-2B являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модуля и системы управления в энергетической системе.

[0018] Фиг. 2C является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления физической конфигурации модуля.

[0019] Фиг. 2D является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления физической конфигурации модульной энергетической системы.

[0020] Фиг. 3А-3С являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модулей, имеющих различные электрические конфигурации.

[0021] Фиг. 4А-4F являются схематичными видами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления источников энергии.

[0022] Фиг. 5А-5С являются схематичными видами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления энергетических буферов.

[0023] Фиг. 6А-6С являются схематичными видами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления преобразователей.

[0024] Фиг. 7А-7Е являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульных энергетических систем, имеющих различные топологии.

[0025] Фиг. 8А является графиком, иллюстрирующим примерное выходное напряжение модуля.

[0026] Фиг. 8В является графиком, иллюстрирующим примерное многоуровневое выходное напряжение матрицы модулей.

[0027] Фиг. 8С является графиком, иллюстрирующим примерный опорный сигнал и несущие сигналы, применимые в технологии управления с широтно-импульсной модуляцией.

[0028] Фиг. 8D является графиком, иллюстрирующим примерные опорные сигналы и несущие сигналы, применимые в технологии управления с широтно-импульсной модуляцией.

[0029] Фиг. 8Е является графиком, иллюстрирующим примерные переключающие сигналы, сформированные согласно технологии управления с широтно-импульсной модуляцией.

[0030] Фиг. 8F является графиком, иллюстрирующим примерное многоуровневое выходное напряжение, сформированное посредством наложения выходных напряжений из матрицы модулей согласно технологии управления с широтно-импульсной модуляцией.

[0031] Фиг. 9А-9В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления контроллеров для модульной энергетической системы.

[0032] Фиг. 10А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления многофазной модульной энергетической системы, имеющей модуль межсоединения.

[0033] Фиг. 10В является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля межсоединения в многофазном варианте осуществления по фиг. 10А.

[0034] Фиг. 10С является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, имеющей две подсистемы, соединенные между собой посредством модулей межсоединения.

[0035] Фиг. 10D является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант

осуществления трехфазной модульной энергетической системы, имеющей модули межсоединения, подающие мощность во вспомогательные нагрузки.

[0036] Фиг. 10Е является схематичным видом, иллюстрирующим примерный вариант осуществления модулей межсоединения в многофазном варианте осуществления по фиг. 10D.

[0037] Фиг. 10F является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления трехфазной модульной энергетической системы, имеющей модули межсоединения, подающие мощность во вспомогательные нагрузки.

[0038] Фиг. 11А-11В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью многофазной зарядки.

[0039] Фиг. 11С является блок-схемой последовательности операций способа, иллюстрирующей примерный вариант осуществления зарядки модульной энергетической системы.

[0040] Фиг. 11D является графиком, иллюстрирующим пример трехфазного сигнала зарядки.

[0041] Фиг. 12А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью зарядки постоянным током и многофазным переменным током.

[0042] Фиг. 12В является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления схемы маршрутизации.

[0043] Фиг. 12С является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0044] Фиг. 12D является принципиальной схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления схемы маршрутизации.

[0045] Фиг. 13А и 13D являются блок-схемами, иллюстрирующими примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0046] Фиг. 13В-13С и 13Е-13Н являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления схемы маршрутизации.

[0047] Фиг. 14 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0048] Фиг. 15А-15В и 15Е являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульной энергетической системы, имеющей две подсистемы, выполненные с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным

током и многофазным переменным током.

[0049] Фиг. 15С-15D и 15F-15K являются принципиальными схемами, иллюстрирующими дополнительные примерные варианты осуществления схемы маршрутизации.

[0050] Фиг. 16А-16С являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульной энергетической системы, имеющей три подсистемы, выполненные с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0051] Фиг. 17 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, имеющей четыре подсистемы, выполненные с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0052] Фиг. 18А-18В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, имеющей шесть подсистем, выполненных с возможностью зарядки постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0053] Фиг. 19А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью параллельной зарядки матриц многофазным переменным током.

[0054] Фиг. 19В является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью параллельной зарядки матриц постоянным током, однофазным переменным током и многофазным переменным током.

[0055] Фиг. 20 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью зарядки постоянным током и/или однофазным переменным током через нагрузку и многофазной зарядки с обходом нагрузки.

[0056] Фиг. 21А-21В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульной энергетической системы в дельта- и последовательной компоновке, выполненной с возможностью зарядки постоянным током, зарядки однофазным переменным током и многофазной зарядки.

[0057] Фиг. 22 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, имеющей несколько подсистем, выполненных с возможностью зарядки нагрузки постоянным током, зарядки однофазным переменным током и многофазной зарядки.

[0058] Фиг. 23А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы в зарядной станции и модульной энергетической системы в EV.

[0059] Фиг. 23В является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы в зарядной станции,

выполненной с возможностью зарядки нескольких EV постоянным током, зарядки однофазным переменным током и многофазной зарядки.

[0060] Фиг. 24 является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы во внутренней области ходовой части EV.

[0061] Фиг. 25А-25В являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульных энергетических систем во внутренней области ходовой части EV, выполненных с возможностью подавать мощность для двух моторов.

[0062] Фиг. 26 является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы во внутренней области ходовой части EV, выполненной с возможностью подавать мощность для трех моторов.

[0063] Фиг. 27А-27В являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульных энергетических систем во внутренней области ходовой части EV, выполненных с возможностью подавать мощность для моторов.

[0064] Фиг. 28А-28С являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модульных энергетических систем во внутренних областях первой и второй ходовой части EV, выполненных с возможностью подавать мощность для шести моторов.

[0065] Фиг. 29А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы, выполненной с возможностью подавать мощность для электромотора механизма активной подвески или активного рулевого управления.

[0066] Фиг. 29В является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля для использования в модульной энергетической системе.

[0067] Фиг. 29С-29D являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модулей для использования в модульной энергетической системе.

Подробное описание изобретения

[0068] До того, как настоящий предмет изобретения подробно описывается, следует понимать, что это раскрытие сущности не ограничено конкретными описанными вариантами осуществления, поскольку они, конечно, могут варьироваться. Терминология, используемая в данном документе, служит только для целей описания конкретных вариантов осуществления и не имеет намерение быть ограничивающей, поскольку объем настоящего раскрытия сущности должен быть ограничен только посредством прилагаемой формулы изобретения.

[0069] Перед описанием примерных вариантов осуществления, связанных с зарядкой и разрядкой модульных энергетических систем, целесообразно сначала подробнее описывать эти базовые системы. Со ссылкой на фиг. 1А-10F, следующие

разделы описывают различные варианты применения, в которых могут реализовываться варианты осуществления модульных энергетических систем, варианты осуществления систем или устройств управления для модульных энергетических систем, конфигурации вариантов осуществления модульных энергетических систем относительно источников зарядки и нагрузок, варианты осуществления отдельных модулей, варианты осуществления топологий для компоновки модулей в системах, варианты осуществления технологий управления, варианты осуществления балансировки рабочих характеристик модулей в системах и варианты осуществления использования модулей межсоединения.

Примеры вариантов применения

[0070] Стационарные варианты применения представляют собой варианты применения, в которых модульная энергетическая система расположена в фиксированном местоположении во время использования, хотя она может допускать транспортировку в альтернативные местоположения при неиспользовании. Модульная энергетическая система постоянно размещается в статическом местоположении при предоставлении электрической энергии для потребления посредством одного или более других объектов либо при накоплении или буферизации энергии для последующего потребления. Примеры стационарных вариантов применения, в которых могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только: энергетические системы для использования посредством либо в рамках одного или более жилых зданий и сооружений или местностей, энергетические системы для использования посредством либо в рамках одного или более промышленных сооружений или местностей, энергетические системы для использования посредством либо в рамках одного или более коммерческих сооружений или местностей, энергетические системы для использования посредством либо в рамках одного или более государственных учреждений или местностей (включающих в себя военные и невоенные варианты использования), энергетические системы для зарядки мобильных вариантов применения, описанных ниже (например, источник заряда или зарядную станцию), и системы, которые преобразуют солнечную энергию, ветер, геотермальную энергию, ископаемое топливо или ядерные реакции в электричество для накопления. Стационарные варианты применения зачастую подают мощность в такие нагрузки, как энергосети и микроэнергосети, моторы и центры обработки и хранения данных. Стационарная энергетическая система может использоваться в роли для накопления или не для накопления.

[0071] Мобильные варианты применения, иногда называемые "вариантами применения на основе тяги", в общем, представляют собой варианты применения, в которых модульная энергетическая система расположена на или в объекте и накапливает и предоставляет электрическую энергию для преобразования в двигательную силу посредством мотора, чтобы перемещаться или помогать в перемещении этого объекта. Примеры мобильных объектов, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, электрические и/или гибридные объекты, которые перемещаются над или под материком,

над или под водой, выше и без контакта с сушей или водой (например, полет или зависание в воздухе) либо через внешнее пространство. Примеры мобильных объектов, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, транспортные средства, поезда, трамваи, корабли, суда, самолеты и космические аппараты. Примеры мобильных транспортных средств, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, транспортные средства, которые имеют только одно колесо или гусеницу, транспортные средства, которые имеют только два колеса или гусеницы, которые имеют только три колеса или гусеницы, транспортные средства, которые имеют только четыре колеса или гусеницы, и транспортные средства, которые имеют пять или более колес или гусениц. Примеры мобильных объектов, с которыми могут использоваться варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя, но не только, автомобиль, автобус, грузовик, мотоцикл, скутер, транспортное средство промышленного назначения, горнодобывающий аппарат, летательный аппарат (например, самолет, вертолет, беспилотный аппарат и т.д.), морское судно (например, торговые танкеры, корабли, яхты, лодки или другие плавучие средства), подводную лодку, локомотив или рельсовое транспортное средство (например, поезд, трамвай и т.д.), транспортное средство военного назначения, космический аппарат и спутник.

[0072] В описании вариантов осуществления в данном документе, упоминается конкретный стационарный вариант применения (например, энергосеть, микроэнергосеть, центры обработки и хранения данных, облачные вычислительные окружения) или мобильный вариант применения (например, электромобиль). Такие упоминания приводятся для простоты пояснения и не означают то, что конкретный вариант осуществления ограничен для использования только этим конкретным мобильным или стационарным вариантом применения. Варианты осуществления систем, предоставляющих мощность в мотор, могут использоваться в мобильных и в стационарных вариантах применения. Хотя определенные конфигурации могут быть более подходящими для некоторых вариантов применения по сравнению с другими, все примерные варианты осуществления, раскрытые в данном документе, допускают использование как в мобильных, так и в стационарных вариантах применения, если не указано иное.

Примеры модульных энергетических систем

[0073] Фиг. 1А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модульной энергетической системы 100. Здесь, система 100 включает в себя схему 102 управления, соединенную с возможностью связи с N модулями 108-1 - 108-N преобразователя/источника, по трактам или линиям 106-1 - 106-N связи, соответственно. Модули 108 выполнены с возможностью накапливать энергию и выводить энергию по мере необходимости в нагрузку 101 (или в другие модули 108). В этих вариантах осуществления, любое число из двух или более модулей 108 может

использоваться (например, N больше или равно двум). Модули 108 могут соединяться между собой множеством способов, как подробнее описано относительно фиг. 7А-7Е. Для простоты иллюстрации, на фиг. 1А-1С, модули 108 показаны соединенными последовательно или в качестве одномерной матрицы, в которой N -ый модуль соединяется с нагрузкой 101.

[0074] Система 100 выполнена с возможностью подавать мощность в нагрузку 101. Нагрузка 101 может представлять собой любой тип нагрузки, такой как мотор или энергосеть. Система 100 также выполнена с возможностью накапливать мощность, принимаемую из источника заряда. Фиг. 1F является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100 с интерфейсом 151 ввода мощности для приема мощности из источника 150 заряда и интерфейсом вывода мощности для вывода мощности в нагрузку 101. В этом варианте осуществления, система 100 может принимать и накапливать мощность по интерфейсу 151 одновременно с выводом мощности по интерфейсу 152. Фиг. 1G является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления системы 100 с переключаемым интерфейсом 154. В этом варианте осуществления, система 100 может выбирать, или ей может инструктироваться выбирать между приемом мощности из источника 150 заряда и выводом мощности в нагрузку 101. Система 100 может быть выполнена с возможностью подавать мощность в несколько нагрузок 101, включающих в себя первичные и вспомогательные нагрузки, и/или принимать мощность из нескольких источников 150 заряда (например, из коммунальной электросети и местного возобновляемого источника энергии (например, солнечного)).

[0075] Фиг. 1В иллюстрирует другой примерный вариант осуществления системы 100. Здесь, схема 102 управления реализуется как ведущее устройство 112 управления (MCD), соединенное с возможностью связи с N различных локальных устройств 114-1 - 114- N управления (LCD) по трактам или линиям 115-1 - 115- N связи, соответственно. Каждое LCD 114-1 - 114- N соединяется с возможностью связи с одним модулем 108-1 - 108- N по трактам или линиям 116-1 - 116- N связи, соответственно, так что возникает взаимосвязь 1:1 между LCD 114 и модулями 108.

[0076] Фиг. 1С иллюстрирует другой примерный вариант осуществления системы 100. Здесь, MCD 112 соединяется с возможностью связи с M различных LCD 114-1 - 114- M по трактам или линиям 115-1 - 115- M связи, соответственно. Каждое LCD 114 может соединяться с и управлять двумя или более модулей 108. В примере, показанном здесь, каждое LCD 114 соединяется с возможностью связи с двумя модулями 108, так что M LCD 114-1 - 114- M соединяются с $2M$ модулей 108-1 - 108- $2M$ по трактам или линиям 116-1 - 116- $2M$ связи, соответственно.

[0077] Система 102 управления может быть сконфигурирована как одно устройство (например, фиг. 1А) для всей системы 100 либо может распределяться по или реализовываться как несколько устройств (например, фиг. 1В-1С). В некоторых вариантах осуществления, система 102 управления может распределяться между LCD 114, ассоциированными с модулями 108, так что MCD 112 не требуется и может опускаться из

системы 100.

[0078] Система 102 управления может быть выполнена с возможностью выполнять управление с использованием программного обеспечения (инструкций, сохраненных в запоминающем устройстве, которые выполняются посредством схемы обработки), аппаратных средств либо комбинации вышеозначенного. Одно или более устройств системы 102 управления могут включать в себя схему 120 обработки и запоминающее устройство 122, как показано здесь. Ниже подробнее описываются примерные реализации схемы обработки и запоминающего устройства.

[0079] Система 102 управления может иметь интерфейс связи для обмена данными с устройствами 104, внешними для системы 100, по тракту или линии 105 связи. Например, система 102 управления (например, MCD 112) может выводить данные или информацию относительно системы 100 в другое устройство 104 управления (например, в электронный блок управления (ECU) или в блок управления мотором (MCU) транспортного средства в мобильном варианте применения, в контроллер энергосети в стационарном варианте применения и т.д.).

[0080] Тракты или линии 105, 106, 115, 116 и 118 связи (фиг. 2B) могут представлять собой тракты проводной (например, электрической, оптической) или беспроводной связи, которые обмениваются данными или информацией двунаправленным, параллельным или последовательным способом. Данные могут передаваться в стандартизированном (например, IEEE, ANSI) или заказном (например, собственном) формате. В автомобильных вариантах применения, тракты 115 связи могут быть выполнены с возможностью обмениваться данными согласно FlexRay- или CAN-протоколам. Тракты 106, 115, 116 и 118 связи также могут предоставлять проводную мощность, чтобы непосредственно подавать рабочую мощность для системы 102 из одного или более модулей 108. Например, рабочая мощность для каждого LCD 114 может подаваться только посредством одного или более модулей 108, с которыми соединяется то LCD 114, и рабочая мощность для MCD 112 может подаваться косвенно из одного или более модулей 108 (например, через сеть подачи мощности вагона).

[0081] Система 102 управления выполнена с возможностью управлять одним или более модулей 108 на основе информации состояния, принимаемой из идентичных или различных одного или более модулей 108. Управление также может быть основано на одном или более других факторов, таких как требования нагрузки 101. Управляемые аспекты включают в себя, но не только, одно или более из напряжения, тока, фазы и/или выходной мощности каждого модуля 108.

[0082] Информация состояния каждого модуля 108 в системе 100 может передаваться в систему 102 управления, которая может независимо управлять каждым модулем 108-1, ..., 108-N. Другие варьирования являются возможными. Например, конкретный модуль 108 (или поднабор модулей 108) может управляться на основе информации состояния этого конкретного модуля 108 (или поднабора), на основе информации состояния другого модуля 108, который не представляет собой этот

конкретный модуль 108 (или поднабор), на основе информации состояния всех модулей 108, отличных от этого конкретного модуля 108 (или поднабора), на основе информации состояния этого конкретного модуля 108 (или поднабора) и информации состояния, по меньшей мере, еще одного модуля 108, который не представляет собой этот конкретный модуль 108 (или поднабор), либо на основе информации состояния всех модулей 108 в системе 100.

[0083] Информация состояния может представлять собой информацию относительно одного или более аспектов, характеристик или параметров каждого модуля 108. Типы информации состояния включают в себя, но не только, следующие аспекты модуля 108 либо одного или более его компонентов (например, источника энергии, энергетического буфера, преобразователя, схемы мониторинга): состояние заряда (SOC) (например, уровень заряда источника энергии относительно его емкости, к примеру, часть или процент) одного или более источников энергии модуля, состояние работоспособности (SOH) (например, показатель качества для состояния источника энергии по сравнению с его идеальными условиями) одного или более источников энергии модуля, температура одного или более источников энергии или других компонентов модуля, емкость одного или более источников энергии модуля, напряжение одного или более источников энергии и/или других компонентов модуля, ток одного или более источников энергии и/или других компонентов модуля и/или присутствие/отсутствие неисправности в любых одном или более компонентах модуля.

[0084] LCD 114 могут быть выполнены с возможностью принимать информацию состояния из каждого модуля 108 или определять информацию состояния из отслеживаемых сигналов или данных, принимаемых из или в каждом модуле 108, и передавать эту информацию в MCD 112. В некоторых вариантах осуществления, каждое LCD 114 может передавать собранные необработанные данные в MCD 112, которое затем алгоритмически определяет информацию состояния на основе этих необработанных данных. MCD 112 затем может использовать информацию состояния модулей 108 для того, чтобы выполнять определения при управлении соответствующим образом. Определения могут принимать форму инструкций, команд или другой информации (такой как индекс модуляции, описанный в данном документе), которая может использоваться посредством LCD 114 для того, чтобы поддерживать или регулировать работу каждого модуля 108.

[0085] Например, MCD 112 может принимать информацию состояния и оценивать эту информацию для того, чтобы определять разность, по меньшей мере, между одним модулем 108 (например, его компонентом) и, по меньшей мере, одним или более других модулей 108 (например, их сравнимых компонентов). Например, MCD 112 может определять то, что конкретный модуль 108 работает с одним из следующих условий по сравнению с одним или более других модулей 108: с относительно более низким или более высоким SOC, с относительно более низким или более высоким SOH, с относительно меньшей или большей емкостью, с относительно меньшим или большим

напряжением, с относительно меньшим или большим током, с относительно более низкой или более высокой температурой либо с или без неисправности. В таких примерах, MCD 112 может выводить управляющую информацию, которая инструктирует релевантному аспекту (например, выходному напряжению, току, мощности, температуре) этого конкретного модуля 108 уменьшаться или увеличиваться (в зависимости от условия). Таким образом, объем использования выбросового модуля 108 (например, работающего с относительно более низким SOC или более высокой температурой) может уменьшаться таким образом, чтобы инструктировать релевантному параметру этого модуля 108 (например, SOC или температуре) сходиться к релевантному параметру одного или более других модулей 108.

[0086] Определение того, следует или нет регулировать работу конкретного модуля 108, может выполняться посредством сравнения информации состояния с предварительно определенными пороговыми значениями, пределами или условиями и не обязательно посредством сравнения с состояниями других модулей 108. Предварительно определенные пороговые значения, пределы или условия могут представлять собой статические пороговые значения, пределы или условия, к примеру, пороговые значения, пределы или условия, заданные посредством изготовителя, которые не изменяются во время использования. Предварительно определенные пороговые значения, пределы или условия могут представлять собой динамические пороговые значения, пределы или условия, которым разрешается изменяться или которые фактически изменяются во время использования. Например, MCD 112 может регулировать работу модуля 108, если информация состояния для этого модуля 108 указывает то, что он работает с нарушением (например, выше или ниже) предварительно определенного порогового значения или предела либо за пределами предварительно определенного диапазона приемлемых рабочих условий. Аналогично, MCD 112 может регулировать работу модуля 108, если информация состояния для этого модуля 108 указывает присутствие фактической или потенциальной неисправности (например, аварийный сигнал или предупреждение) либо указывает отсутствие или устранение фактической или потенциальной неисправности. Примеры неисправности включают в себя, но не только, фактический сбой компонента, потенциальный сбой компонента, короткозамкнутую схему или другое состояние чрезмерного тока, разомкнутую схему, состояние чрезмерного напряжения, сбой при приеме связи, прием поврежденных данных и т.п. В зависимости от типа и серьезности неисправности, объем использования неисправного модуля может снижаться, чтобы не допускать повреждения модуля, либо объем использования модуля вообще может уменьшаться до нуля.

[0087] MCD 112 может управлять модулями 108 в системе 100 таким образом, чтобы достигать или сходить к требуемой цели. Цель, например, может представлять собой работу всех модулей 108 на идентичных или аналогичных уровнях относительно друг друга либо в пределах предварительно определенных пороговых значений или условий. Этот процесс также называется "балансировкой" или поиском баланса при

работе или в рабочих характеристиках модулей 108. Термин "баланс" при использовании в данном документе не требует абсолютного равенства между модулями 108 или их компонентами, а вместо этого используется в широком смысле для того, чтобы сообщать то, что работа системы 100 может использоваться для того, чтобы активно уменьшать диспаратности в работе между модулями 108, которые в противном случае существуют.

[0088] MCD 112 может передавать управляющую информацию в LCD 114 для целей управления модулями 108, ассоциированными с LCD 114. Управляющая информация, например, может представлять собой индекс модуляции и опорный сигнал, как описано в данном документе, модулированный опорный сигнал и т.п. Каждое LCD 114 может использовать (например, принимать и обрабатывать) управляющую информацию для того, чтобы формировать переключающие сигналы, которые управляют работой одного или более компонентов (например, преобразователя) в ассоциированном модуле(ях) 108. В некоторых вариантах осуществления, MCD 112 формирует переключающие сигналы непосредственно и выводит их в LCD 114, которое ретранслирует переключающие сигналы в намеченный модульный компонент.

[0089] Вся или часть системы 102 управления может комбинироваться с внешним устройством 104 управления системы, которое управляет одним или более других аспектов мобильного или стационарного варианта применения. При интегрировании в этом совместно используемом либо общем устройстве (или подсистеме) управления, управление системой 100 может реализовываться любым требуемым способом, к примеру, как одно или более программных приложений, выполняемых посредством схемы обработки совместно используемого устройства, с помощью аппаратных средств совместно используемого устройства либо как комбинация вышеозначенного. Неисчерпывающие примеры внешних устройств 104 управления включают в себя: ECU или MCU транспортного средства, имеющий возможности управления для одной или более других функций транспортного средства (например, для управления мотором, управления интерфейсом водителя, регулирования тяги и т.д.); контроллер энергосети или микроэнергосети, отвечающий за одну или более других функций управления мощностью (например, связь с помощью интерфейса с нагрузкой, предсказание требований по мощности в нагрузке, передачу и переключение, интерфейс с источниками заряда (например, дизельными, солнечными, ветровыми), предсказание мощности источников заряда, мониторинг резервных источников, диспетчеризацию активов и т.д.); и подсистему управления центра обработки и хранения данных (например, управление состоянием окружающей среды, управление сетью, управление резервированием и т.д.).

[0090] Фиг. 1D и 1E являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления совместно используемого либо общего устройства 132 (или системы) управления, в котором может реализовываться система 102 управления. На фиг. 1D, общее устройство 132 управления включает в себя ведущее устройство 112 управления и внешнее устройство 104 управления. Ведущее устройство 112 управления включает в себя интерфейс 141 для связи с LCD 114 по тракту 115, а также интерфейс 142

для связи с внешним устройством 104 управления по внутренней шине 136 связи. Внешнее устройство 104 управления включает в себя интерфейс 143 для связи с ведущим устройством 112 управления по шине 136 и интерфейс 144 для связи с другими объектами (например, с компонентами транспортного средства или энергосети) полного варианта применения по тракту 136 связи. В некоторых вариантах осуществления, общее устройство 132 управления может интегрироваться в качестве общего кожуха или корпуса с устройствами 112 и 104, реализованными в качестве дискретных микросхем или корпусов с интегральными схемами (ИС), содержащихся в нем.

[0091] На фиг. 1Е, внешнее устройство 104 управления выступает в качестве общего устройства 132 управления с функциональностью ведущего устройства управления, реализованной в качестве компонента 112 в устройстве 104. Этот компонент 112 может представлять собой или включать в себя программное обеспечение либо другие программные инструкции, сохраненные и/или жестко закодированные в запоминающем устройстве устройства 104 и выполняемые посредством его схемы обработки. Компонент также может содержать специализированные аппаратные средства. Компонент может представлять собой автономный модуль или ядро, с одним или более внутренних аппаратных и/или программных интерфейсов (например, с интерфейсом прикладного программирования (API)) для связи с системным программным обеспечением внешнего устройства 104 управления. Внешнее устройство 104 управления может управлять связью с LCD 114 по интерфейсу 141 и с другими устройствами по интерфейсу 144. В различных вариантах осуществления, устройство 104/132 может интегрироваться в качестве одной ИС-микросхемы, может интегрироваться в несколько ИС-микросхем в одном корпусе либо интегрироваться в качестве нескольких полупроводниковых корпусов в общем кожухе.

[0092] В вариантах осуществления по фиг. 1D и 1Е, функциональность ведущего устройства управления системы 102 совместно используется в общем устройстве 132; тем не менее, другие разделения совместного управления разрешаются. Например, часть функциональности ведущего устройства управления может распределяться между общим устройством 132 и выделенным MCD 112. В другом примере, как функциональность ведущего устройства управления, так и, по меньшей мере, часть функциональности локального устройства управления может реализовываться в общем устройстве 132 (например, с оставшейся функциональностью локального устройства управления, реализованной в LCD 114). В некоторых вариантах осуществления, вся система 102 управления реализуется в общем устройстве 132 (или подсистеме). В некоторых вариантах осуществления, функциональность локального устройства управления реализуется в устройстве, совместно используемом с другим компонентом каждого модуля 108, таким как система управления аккумулятором (BMS).

Примеры модулей в каскадных энергетических системах

[0093] Модуль 108 может включать в себя один или более источников энергии и преобразователь для электронных схем подачи мощности и, при необходимости, энергетический буфер. Фиг. 2А-2В являются блок-схемами, иллюстрирующими

дополнительные примерные варианты осуществления системы 100 с модулем 108, имеющим преобразователь мощности 202, энергетический буфер 204 и источник 206 энергии. Преобразователь 202 может представлять собой преобразователь напряжения или преобразователь тока. Варианты осуществления описываются в данном документе со ссылкой на преобразователи напряжения, хотя варианты осуществления не ограничены этим. Преобразователь 202 может быть выполнен с возможностью преобразовывать сигнал постоянного тока из источника 204 энергии в сигнал переменного тока и выводить его по соединению 110 для подачи мощности (например, по инвертору). Преобразователь 202 также может принимать сигнал переменного тока или постоянного тока по соединению 110 и прикладывать его к источнику 204 энергии с любой полярностью в непрерывной или импульсной форме. Преобразователь 202 может представлять собой или включать в себя компоновку переключателей (например, силовых транзисторов), таких как полумост полного моста (H-мост). В некоторых вариантах осуществления преобразователь 202 включает в себя только переключатели, и преобразователь (и модуль в целом) не включает в себя трансформатор.

[0094] Преобразователь 202 также (или альтернативно) может быть выполнен с возможностью выполнять преобразование переменного тока в постоянный (например, выпрямитель), к примеру, чтобы заряжать источник энергии постоянного тока из источника переменного тока, преобразование постоянного тока в постоянный и/или преобразование переменного тока в переменный (например, в комбинации с преобразователем переменного тока в постоянный). В некоторых вариантах осуществления, к примеру, для того, чтобы выполнять преобразование переменного тока в переменный, преобразователь 202 может включать в себя трансформатор, отдельно или в комбинации с одним или более силовых полупроводников (например, переключателей, диодов, тиристоров и т.п.). В других вариантах осуществления, к примеру, в вариантах осуществления, в которых вес и затраты представляют собой значимый фактор, преобразователь 202 может быть выполнен с возможностью выполнять преобразования только с помощью переключателей мощности, силовых диодов или других полупроводниковых устройств и без трансформатора.

[0095] Источник 206 энергии предпочтительно представляет собой надежное устройство накопления энергии, допускающее вывод постоянного тока и имеющее плотность энергии, подходящую для вариантов применения для накопления энергии для устройств с электроприводом. Топливный гальванический элемент может представлять собой один топливный гальванический элемент, несколько топливных гальванических элементов, соединенных последовательно или параллельно, либо модуль на топливных гальванических элементах. Два или более источников энергии могут включаться в каждый модуль, и два или более источников могут включать в себя два аккумулятора идентичного или различного типа, два конденсатора идентичного или различного типа, два топливных гальванических элемента идентичного или различного типа, один или более аккумуляторов, комбинированных с одним или более конденсаторов и/или топливных

гальванических элементов, и один или более конденсаторов, комбинированных с одним или более топливных гальванических элементов.

[0096] Источник 206 энергии может представлять собой электрохимический аккумулятор, к примеру, один аккумуляторный гальванический элемент или несколько аккумуляторных гальванических элементов, соединенных между собой в аккумуляторном модуле или в матрице, либо любую комбинацию вышеозначенного. Фиг. 4А-4D являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления источника 206 энергии, сконфигурированного в качестве одного аккумуляторного гальванического элемента 402 (фиг. 4А), аккумуляторного модуля с последовательным соединением нескольких (например, четырех) гальванических элементов 402 (фиг. 4В), аккумуляторного модуля с параллельным соединением единичных гальванических элементов 402 (фиг. 4С) и аккумуляторного модуля с параллельным соединением с плечами, имеющими по несколько (например, по два) гальванических элементов 402 (фиг. 4D). Примеры типов аккумуляторов описываются в другом месте в данном документе.

[0097] Источник 206 энергии также может представлять собой конденсатор с высокой плотностью энергии (НED), к примеру, ультраконденсатор или суперконденсатор. НED-конденсатор может быть сконфигурирован как двухслойный конденсатор (накопление электростатического заряда), псевдоконденсатор (накопление электрохимического заряда), гибридный конденсатор (электростатический и электрохимический) и т.п., в противоположность твердому диэлектрическому типу типичного электролитического конденсатора. НED-конденсатор может иметь плотность энергии, в 10-100 раз (или более) превышающую плотность энергии электролитического конденсатора, в дополнение к большей емкости. Например, НED-конденсаторы могут иметь удельную энергию, большую 1,0 ватт-час на килограмм (ватт-ч/кг), и емкость, большую 10-100 фарад (Ф). Аналогично аккумуляторам, описанным относительно фиг. 4А-4D, источник 206 энергии может быть сконфигурирован как один НED-конденсатор или как несколько НED-конденсаторов, соединенных между собой в матрице (например, последовательно, параллельно либо как комбинация вышеозначенного).

[0098] Источник 206 энергии также может представлять собой топливный гальванический элемент. Примеры топливных гальванических элементов включают в себя топливные гальванические элементы с протообменной мембраной (PEMFC), фосфорнокислые топливные гальванические элементы (PAFC), твердокислотные топливные гальванические элементы, щелочные топливные гальванические элементы, высокотемпературные топливные гальванические элементы, твердооксидные топливные гальванические элементы, топливные гальванические элементы с расплавленным электролитом и т.п. Аналогично аккумуляторам, описанным относительно фиг. 4А-4D, источник 206 энергии может быть сконфигурирован как один топливный гальванический элемент или как несколько топливных гальванических элементов, соединенных между собой в матрице (например, последовательно, параллельно либо как комбинация вышеозначенного). Вышеуказанные примеры аккумуляторов, конденсаторов и топливных

гальванических элементов не имеют намерение формировать полный список, и специалисты в данной области техники должны признавать другие разновидности, которые попадают в пределы объема настоящего предмета изобретения.

[0099] Энергетический буфер 204 может ослаблять или фильтровать флуктуации в токе через линию или звено постоянного тока (например, $+V_{DCL}$ и $-V_{DCL}$, как описано ниже), чтобы помогать в поддержании стабильности в напряжении звена постоянного тока. Эти флуктуации могут представлять собой относительно низкие (например, в килогерц) или высокие (например, в мегагерц) флуктуации частоты или гармоник, вызываемые посредством переключения преобразователя 202 или других переходных процессов. Эти флуктуации могут поглощаться посредством буфера 204 вместо прохождения в источник 206 либо в порты IO3 и IO4 преобразователя 202.

[00100] Соединение 110 для подачи мощности представляет собой соединение для переноса энергии или мощности в, из и через модуль 108. Модуль 108 может выводить энергию из источника 206 энергии в соединение 110 для подачи мощности, в котором она может переноситься в другие модули системы или в нагрузку. Модуль 108 также может принимать энергию из других модулей 108 или из источника зарядки (из зарядного устройства постоянного тока, однофазного зарядного устройства, многофазного зарядного устройства). Сигналы также могут пропускаться через модуль 108 с обходом источника 206 энергии. Маршрутизация энергии или мощности в/из модуля 108 выполняется посредством преобразователя 202 под управлением LCD 114 (или другого объекта системы 102).

[00101] В варианте осуществления по фиг. 2A, LCD 114 реализуется как компонент, отдельный от модуля 108 (например, не в совместно используемом модульном кожухе), и соединяется и допускает связь с преобразователем 202 через тракт 116 связи. В варианте осуществления по фиг. 2B, LCD 114 включается в качестве компонента модуля 108 и соединяется и допускает связь с преобразователем 202 через внутренний тракт 118 связи (например, совместно используемую шину или дискретные соединения). LCD 114 также может допускать прием сигналов из и передачу сигналов в энергетический буфер 204 и/или источник 206 энергии по трактам 116 или 118.

[00102] Модуль 108 также может включать в себя схему 208 мониторинга, выполненную с возможностью отслеживать (например, собирать, считывать, измерять и/или определять) один или более аспектов модуля 108 и/или его компонентов, таких как напряжение, ток, температура или другие рабочие параметры, которые составляют информацию состояния (либо могут использоваться для того, чтобы определять информацию состояния, например, посредством LCD 114). Основная функция информации состояния заключается в том, чтобы описывать состояние одного или более источников 206 энергии модуля 108, чтобы обеспечивать определения в отношении того, насколько следует использовать источник энергии по сравнению с другими источниками в системе 100, хотя информация состояния, описывающая состояние других компонентов (например, напряжение, температура и/или присутствие неисправности в буфере 204,

температура и/или присутствие неисправности в преобразователе 202, присутствие неисправности в другом месте в модуле 108 и т.д.), также может использоваться при определении объема использования. Схема 208 мониторинга может включать в себя один или более датчиков, шунтов, делителей, детекторов неисправностей, кулоновых счетчиков, контроллеров или другие аппаратные средства и/или программное обеспечение, выполненное с возможностью отслеживать такие аспекты. Схема 208 мониторинга может быть отдельной от различных компонентов 202, 204 и 206 или может интегрироваться с каждым компонентом 202, 204 и 206 (как показано на фиг. 2А-2В) либо осуществляться как любая комбинация вышеозначенного. В некоторых вариантах осуществления, схема 208 мониторинга может представлять собой часть либо совместно использоваться с системой управления аккумулятором (BMS) для аккумуляторного источника 204 энергии. Дискретная схема не требуется для того, чтобы отслеживать каждый тип информации состояния, поскольку более одного типа информации состояния может отслеживаться с помощью одной схемы или устройства либо алгоритмически определяться иным образом без необходимости в дополнительных схемах.

[00103] LCD 114 может принимать информацию состояния (или необработанные данные) относительно модульных компонентов по трактам 116, 118 связи. LCD 114 также может передавать информацию в модульные компоненты по трактам 116, 118. Тракты 116 и 118 могут включать в себя линии диагностических, измерительных, защитных и управляющих сигналов. Передаваемая информация может представлять собой управляющие сигналы для одного или более модульных компонентов. Управляющие сигналы могут представлять собой переключающие сигналы для преобразователя 202 и/или один или более сигналов, которые запрашивают информацию состояния из модульных компонентов. Например, LCD 114 может инструктировать информации состояния передаваться по трактам 116, 118 посредством запроса информации состояния непосредственно или посредством приложения управляющего воздействия (например, напряжения), с тем чтобы инструктировать информации состояния формироваться, в некоторых случаях в комбинации с переключающими сигналами, которые переводят преобразователь 202 в конкретное состояние.

[00104] Физическая конфигурация или схема размещения модуля 108 может принимать различные формы. В некоторых вариантах осуществления, модуль 108 может включать в себя общий кожух, в котором размещаются все модульные компоненты, например, преобразователь 202, буфер 204 и источник 206, наряду с другими необязательными компонентами, к примеру, с интегрированным LCD 114. В других вариантах осуществления, различные компоненты могут разделяться в дискретных кожухах, которые закрепляются между собой. Фиг. 2С является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108, имеющего первый кожух 220, который удерживает источник 206 энергии модульных электронных схем и сопутствующие электронные схемы, к примеру, схему 208 мониторинга (не показана), второй кожух 222, который удерживает модульные электронные схемы, такие как

преобразователь 202, энергетический буфер 204 и другие сопутствующие электронные схемы, к примеру, схему мониторинга (не показана), и третий кожух 224, который удерживает LCD 114 (не показано) для модуля 108. Электрические соединения между различными модульными компонентами могут проходить через кожухи 220, 222, 224 и могут быть открытыми для доступа на любых из наружных частей кожухов для соединения с другими устройствами, к примеру, с другими модулями 108 или MCD 112.

[00105] Модули 108 системы 100 могут физически размещаться относительно друг друга в различных конфигурациях, которые зависят от потребностей варианта применения и числа нагрузок. Например, в стационарном варианте применения, в котором система 100 предоставляет мощность для микроэнергосети, модули 108 могут быть размещены на одной или более стоек или других каркасов. Такие конфигурации также могут быть подходящими для более крупных мобильных вариантов применения, к примеру, для морских судов. Альтернативно, модули 108 могут закрепляться между собой и располагаться в общем кожухе, называемом "блоком". Стойка или блок может иметь собственную выделенную систему охлаждения, совместно используемую во всех модулях. Блочные конфигурации являются полезными для менее крупных мобильных вариантов применения, к примеру, для электромобилей. Система 100 может реализовываться с одной или более стоек (например, для параллельной подачи мощности в микроэнергосеть) либо с одним или более блоков (например, обслуживающих различные моторы транспортного средства), либо с комбинацией вышеозначенного. Фиг. 2D является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, сконфигурированной в качестве блока с девятью модулями 108, электрически и физически соединенными между собой в общем кожухе 230.

[00106] Примеры этих и дополнительных конфигураций описываются в международной заявке номер PCT/US20/25366, поданной 27 марта 2020 года и озаглавленной "Module-Based Energy Systems Capable of Cascaded and Interconnected Configurations and Methods Related Thereto", которая полностью содержится в данном документе по ссылке для всех целей.

[00107] Фиг. 3A-3C являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления модулей 108, имеющих различные электрические конфигурации. Эти варианты осуществления описываются как имеющие одно LCD 114 в расчете на модуль 108, при этом LCD 114 размещается в ассоциированном модуле, но могут быть сконфигурированы иным образом, как описано в данном документе. Фиг. 3A иллюстрирует первую примерную конфигурацию модуля 108A в системе 100. Модуль 108A включает в себя источник 206 энергии, энергетический буфер 204 и преобразователь 202A. Каждый компонент имеет порты соединения для подачи мощности (например, контактные выводы, разъемы), в которые может вводиться мощность, и/или из которых может выводиться мощность, называемые в данном документе "портами ввода-вывода". Такие порты также могут называться "портами ввода" или "портами вывода" в зависимости от контекста.

[00108] Источник 206 энергии может быть сконфигурирован как любой из типов источника энергии, описанных в данном документе (например, как аккумулятор, как описано относительно фиг. 4A-4D, НED-конденсатор, топливный гальванический элемент и т.п.). Порты Ю1 и Ю2 источника 206 энергии могут соединяться с портами Ю1 и Ю2, соответственно, энергетического буфера 204. Энергетический буфер 204 может быть выполнен с возможностью буферизовать или фильтровать высоко- и низкочастотные пульсации энергии, поступающие в буфер 204 через преобразователь 202, которые в противном случае могут ухудшать рабочие характеристики модуля 108. Топология и компоненты для буфера 204 выбираются таким образом, чтобы приспособлять максимальную допустимую амплитуду этих высокочастотных пульсаций напряжения. Несколько (неисчерпывающих) примерных вариантов осуществления энергетического буфера 204 проиллюстрированы на принципиальных схемах по фиг. 5A-5C. На фиг. 5A, буфер 204 представляет собой электролитический и/или пленочный конденсатор C_{EB} , на фиг. 5B, буфер 204 представляет собой сеть 710 Z-источников, сформированную посредством двух индукторов L_{EB1} и L_{EB2} и двух электролитических и/или пленочных конденсаторов C_{EB1} и C_{EB2} , и на фиг. 5C, буфер 204 представляет собой квазисеть 720 Z-источников, сформированную посредством двух индукторов L_{EB1} и L_{EB2} , двух электролитических и/или пленочных конденсаторов C_{EB1} и C_{EB2} и диода D_{EB} .

[00109] Порты Ю3 и Ю4 энергетического буфера 204 могут соединяться с портами Ю1 и Ю2, соответственно, преобразователя 202A, который может быть сконфигурирован как любой из типов преобразователей мощности, описанных в данном документе. Фиг. 6A является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления преобразователя 202A, сконфигурированного как преобразователь постоянного тока в переменный, который может принимать постоянное напряжение на портах Ю1 и Ю2 и переключаться для того, чтобы формировать импульсы на портах Ю3 и Ю4. Преобразователь 202A может включать в себя несколько переключателей, и здесь преобразователь 202A включает в себя четыре переключателя S3, S4, S5, S6, размещаемые в полномостовой конфигурации. Система 102 управления или LCD 114 может независимо управлять каждым переключателем через входные управляющие линии 118-3 в каждый затвор.

[00110] Переключатели могут представлять собой любой подходящий тип переключателей, к примеру, силовые полупроводники, такие как полевые транзисторы со структурой "металл-оксид-полупроводник" (MOSFET-транзисторы), показанные здесь, биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT) или нитрид-галлиевые (GaN) транзисторы. Полупроводниковые переключатели могут работать на относительно высоких частотах переключения, в силу этого разрешая преобразователю 202 работать в режиме широтно-импульсной модуляции (PWM) при необходимости и отвечать на команды управления в течение относительно короткого интервала времени. Это может предоставлять высокий допуск для регулирования выходного напряжения и быстрое динамическое поведение в переходных режимах.

[00111] В этом варианте осуществления, постоянное линейное напряжение V_{DCL} может прикладываться к преобразователю 202 между портами IO1 и IO2. Посредством соединения V_{DCL} с портами IO3 и IO4 посредством различных комбинаций переключателей S3, S4, S5, S6, преобразователь 202 может формировать три различных выходных напряжения на портах IO3 и IO4: $+V_{DCL}$, 0 и $-V_{DCL}$. Переключающий сигнал, предоставленный в каждый переключатель, управляет тем, переключатель включен (замкнут) или выключен (разомкнут). Чтобы получать $+V_{DCL}$, переключатели S3 и S6 включаются, в то время как S4 и S5 выключаются, тогда как $-V_{DCL}$ может получаться посредством включения переключателей S4 и S5 и выключения S3 и S6. Выходное напряжение может задаваться равным нулю (в том числе около нуля) или опорному напряжению посредством включения S3 и S5 при отключенных S4 и S6 либо посредством включения S4 и S6 при отключенных S3 и S5. Эти напряжения могут выводиться из модуля 108 по соединению 110 для подачи мощности. Порты IO3 и IO4 преобразователя 202 могут соединяться с (или формировать) модульные порты 1 и 2 ввода-вывода соединения 110 для подачи мощности таким образом, чтобы формировать выходное напряжение для использования с выходными напряжениями из других модулей 108.

[00112] Управляющие или переключающие сигналы для вариантов осуществления преобразователя 202, описанного в данном документе, могут формироваться различными способами в зависимости от технологии управления, используемой посредством системы 100, чтобы формировать выходное напряжение преобразователя 202. В некоторых вариантах осуществления, технология управления представляет собой PWM-технология, к примеру, пространственно-векторную широтно-импульсную модуляцию (SVPWM) или синусоидальную широтно-импульсную модуляцию (SPWM) либо варьирования означенного. Фиг. 8А является графиком напряжения в зависимости от времени, иллюстрирующим пример формы 802 сигнала выходного напряжения преобразователя 202. Для простоты описания, варианты осуществления в данном документе описываются в контексте технологии PWM-управления, хотя варианты осуществления не ограничены этим. Другие классы технологий могут использоваться. Один альтернативный класс основан на гистерезисе, примеры которого описываются в международных публикациях номер WO 2018/231810A1, WO 2018/232403A1 и WO 2019/183553A1, которые содержатся по ссылке в данном документе для всех целей.

[00113] Каждый модуль 108 может быть сконфигурирован с несколькими источниками 206 энергии (например, с двумя, тремя, четырьмя или более). Каждый источник 206 энергии модуля 108 может быть управляемым (переключаемым) с возможностью подавать мощность в соединение 110 (или принимать мощность из источника заряда) независимо от других источников 206 модуля. Например, все источники 206 могут выводить мощность в соединение 110 (или заряжаться) одновременно, либо только один (или поднабор) источников 206 может подавать мощность (или заряжаться) в любой момент. В некоторых вариантах осуществления, источники 206 модуля могут обмениваться энергией между собой, например, один

источник 206 может заряжать другой источник 206. Каждый из источников 206 может быть сконфигурирован как любой источник энергии, описанный в данном документе (например, как аккумулятор, HED-конденсатор, топливный гальванический элемент). Каждый из источников 206 может представлять собой идентичный тип (например, каждый может представлять собой аккумулятор) или различный тип (например, первый источник может представлять собой аккумулятор, и второй источник может представлять собой HED-конденсатор, или первый источник может представлять собой аккумулятор, имеющий первый тип (например, NMC), и второй источник может представлять собой аккумулятор, имеющий второй тип (например, LFP)).

[00114] Фиг. 3В является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108В в конфигурации с двумя источниками энергии с первичным источником 206А энергии и вторичным источником 206В энергии. Порты IO1 и IO2 первичного источника 202А могут соединяться с портами IO1 и IO2 энергетического буфера 204. Модуль 108В включает в себя преобразователь 202В, имеющий дополнительный порт ввода-вывода. Порты IO3 и IO4 буфера 204 могут соединяться с портами IO1 и IO2, соответственно, преобразователя 202В. Порты IO1 и IO2 вторичного источника 206В могут соединяться с портами IO5 и IO2, соответственно, преобразователя 202В (также соединяться с портом IO4 буфера 204).

[00115] В этом примерном варианте осуществления модуля 108В, первичный источник энергии 202А, наряду с другими модулями 108 системы 100, подает среднюю мощность, необходимую посредством нагрузки. Вторичный источник 202В может выполнять функцию помощи источнику 202 энергии за счет предоставления дополнительной мощности при пиках мощности в нагрузке либо поглощения избыточной мощности и т.п.

[00116] Как упомянуто, как первичный источник 206А, так и вторичный источник 206В могут использоваться одновременно или в разные моменты времени в зависимости от состояния переключателя преобразователя 202В. Если используются одновременно, электролитический и/или пленочный конденсатор (CES) может быть размещен параллельно с источником 206В, как проиллюстрировано на фиг. 4Е, так что он выступает в качестве энергетического буфера для источника 206В, либо источник 206В энергии может быть выполнен с возможностью использовать HED-конденсатор параллельно с другим источником энергии (например, с аккумулятором или топливным гальваническим элементом), как проиллюстрировано на фиг. 4F.

[00117] Фиг. 6В и 6С являются схематическими видами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления преобразователей 202В и 202С, соответственно. Преобразователь 202В включает в себя части 601 и 602А схемы переключения. Часть 601 включает в себя переключатели S3-S6, сконфигурированные в качестве полного моста аналогично преобразователю 202А, и выполнена с возможностью избирательно соединять IO1 и IO2 с любым из IO3 и IO4, за счет этого изменяя выходные напряжения модуля 108В. Часть 602А включает в себя переключатели S1 и S2, сконфигурированные в

качестве полумоста и соединенные между портами IO1 и IO2. Соединительный индуктор L_C соединяется между портом IO5 и узлом 1, присутствующим между переключателями S1 и S2, так что часть 602A переключения представляет собой двунаправленный преобразователь, который может регулировать (повышать или понижать) напряжение (или обратный ток). Часть 602A переключения может формировать два различных напряжения в узле 1, которые составляют $+V_{DCL2}$ и 0, задаваемое в качестве опорного уровня для порта IO2, который может иметь виртуальный нулевой потенциал. Ток, потребляемый из или вводимый в источник 202В энергии, может управляться посредством регулирования напряжения на соединительном индукторе L_C , с использованием, например, технологии широтно-импульсной модуляции или способа управления гистерезисом для коммутации переключателей S1 и S2. Другие технологии также могут использоваться.

[00118] Преобразователь 202С отличается от преобразователя 202В, поскольку часть 602В переключения включает в себя переключатели S1 и S2, сконфигурированные в качестве полумоста и соединенные между портами IO5 и IO2. Соединительный индуктор L_C соединяется между портом IO1 и узлом 1, присутствующим между переключателями S1 и S2, так что часть 602В переключения выполнена с возможностью регулировать напряжение.

[00119] Система 102 управления или LCD 114 может независимо управлять каждым переключателем преобразователей 202В и 202С через входные управляющие линии 118-3 в каждый затвор. В этих вариантах осуществления и в варианте осуществления по фиг. 6А, LCD 114 (а не MCD 112) формирует переключающие сигналы для переключателей преобразователя. Альтернативно, MCD 112 может формировать переключающие сигналы, которые могут передаваться непосредственно в переключатели или ретранслироваться посредством LCD 114.

[00120] В вариантах осуществления, в которых модуль 108 включает в себя три или более источников 206 энергии, преобразователи 202В и 202С могут масштабироваться, соответственно, так что каждый дополнительный источник 206В энергии соединяется с дополнительным портом ввода-вывода, что приводит к дополнительной части 602А или 602В схемы переключения, в зависимости от потребностей конкретного источника. Например, преобразователь 202 двух источников может включать в себя обе части 202А и 202В переключения.

[00121] Модули 108 с несколькими источниками 206 энергии допускают выполнение дополнительных функций, таких как совместное использование энергии источниками 206, захват энергии изнутри варианта применения (например, при рекуперативном торможении), зарядка первичного источника посредством вторичного источника даже в то время, когда общая система находится в состоянии разряда, и активная фильтрация вывода модуля. Функция активной фильтрации также может выполняться посредством модулей, имеющих типичный электролитический конденсатор вместо вторичного источника энергии. Примеры этих функций подробнее описываются в

международной заявке номер PCT/US20/25366, поданной 27 марта 2020 года и озаглавленной "Module-Based Energy Systems Capable of Cascaded and Interconnected Configurations and Methods Related Thereto", и в международной публикации номер WO 2019/183553, поданной 22 марта 2019 года и озаглавленной "Systems and Methods for Power Management and Control", обе из которых полностью содержатся по ссылке в данном документе для всех целей.

[00122] Каждый модуль 108 может быть выполнен с возможностью подавать мощность в одну или более вспомогательных нагрузок с помощью одного или более источников 206 энергии. Вспомогательные нагрузки представляют собой нагрузки, которые требуют меньших напряжений, чем первичная нагрузка 101. Примеры вспомогательных нагрузок, например, могут представлять собой бортовую электрическую сеть электрического транспортного средства или HVAC-систему электрического транспортного средства. Нагрузка системы 100, например, может представлять собой одну из фаз мотора транспортного средства или электрической сети. Этот вариант осуществления может обеспечивать возможность полного развязывания между электрическими характеристиками (напряжением и током на контактных выводах) источника энергии и электрическими характеристиками нагрузок.

[00123] Фиг. 3С является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108С, выполненного с возможностью подавать мощность в первую вспомогательную нагрузку 301 и вторую вспомогательную нагрузку 302, причем модуль 108С включает в себя источник 206 энергии, энергетический буфер 204 и преобразователь 202В, соединенные между собой способом, аналогичным способу по фиг. 3В. Первая вспомогательная нагрузка 301 требует напряжения, эквивалентного напряжению, подаваемому из источника 206. Нагрузка 301 соединяется с портами 3 и 4 ввода-вывода модуля 108С, которые, в свою очередь, соединяются с портами IO1 и IO2 источника 206. Источник 206 может выводить мощность как в соединение 110 для подачи мощности, так и в нагрузку 301. Вторая вспомогательная нагрузка 302 требует неизменяющегося постоянного напряжения, ниже напряжения источника 206. Нагрузка 302 соединяется с портами 5 и 6 ввода-вывода модуля 108С, которые соединяются с портами IO5 и IO2, соответственно, преобразователя 202В. Преобразователь 202В может включать в себя часть 602 переключения, имеющую соединительный индуктор LC, соединенный с портом IO5 (фиг. 6В). Энергия, подаваемая посредством источника 206, может подаваться в нагрузку 302 через часть 602 переключения преобразователя 202В. Предполагается, что нагрузка 302 имеет входной конденсатор (конденсатор может добавляться в модуль 108С, если отсутствует), так что переключатели S1 и S2 могут коммутироваться для того, чтобы регулировать напряжение на и ток через соединительный индуктор LC и в силу этого формировать стабильное неизменяющееся постоянное напряжение для нагрузки 302. Это регулирование может понижать напряжение источника 206 до напряжения с более низкой абсолютной величиной, требуемого посредством нагрузки 302.

[00124] Модуль 108С в силу этого может быть выполнен с возможностью подавать

мощность в одну или более первых вспомогательных нагрузок способом, описанным относительно нагрузки 301, при этом одна или более первых нагрузок соединяются с портами 3 и 4 ввода-вывода. Модуль 108С также может быть выполнен с возможностью подавать мощность в одну или более вторых вспомогательных нагрузок способом, описанным относительно нагрузки 302. Если несколько вторых вспомогательных нагрузок 302 присутствуют, то для каждой дополнительной нагрузки 302 модуль 108С может масштабироваться с дополнительными выделенными модульными портами вывода (такими как 5 и 6), дополнительной выделенной частью 602 переключения и дополнительным портом ввода-вывода преобразователя, соединенным с дополнительной частью 602.

[00125] Источник 206 энергии в силу этого может подавать мощность для любого числа вспомогательных нагрузок (например, 301 и 302), а также соответствующую часть выходной мощности системы, необходимую посредством первичной нагрузки 101. Поток мощности из источника 206 в различные нагрузки может регулироваться требуемым образом.

[00126] Модуль 108 может конфигурироваться по мере необходимости с двумя или более источников 206 энергии (фиг. 3В) и подавать мощность в первую и/или вторую вспомогательные нагрузки (фиг. 3С) через добавление части 602 переключения и порта Ю5 преобразователя для каждого дополнительного источника 206В или второй вспомогательной нагрузки 302. Дополнительные модульные порты ввода-вывода (например, 3, 4, 5, 6) могут добавляться по мере необходимости. Модуль 108 также может быть сконфигурирован как модуль межсоединения, чтобы обмениваться энергией (например, для балансировки) между двумя или более матриц, двумя или более блоков либо двумя или более систем 100, как подробнее описано в данном документе. Эта функциональность межсоединения может аналогично комбинироваться с возможностями с несколькими источниками и/или с подачей мощности в несколько вспомогательных нагрузок.

[00127] Система 102 управления может выполнять различные функции относительно компонентов модулей 108А, 108В и 108С. Эти функции могут включать в себя управление объемом использования (величиной использования) каждого источника 206 энергии, защиту энергетического буфера 204 от состояний сверхтока, перенапряжения и высокой температуры, а также управление и защиту преобразователя 202.

[00128] Например, для того, чтобы управлять (например, регулировать посредством увеличения, снижения или поддержания) объемом использования каждого источника 206 энергии, LCD 114 может принимать одно или более отслеживаемых напряжений, температур и токов из каждого источника 206 энергии (или схемы мониторинга). Отслеживаемые напряжения могут представлять собой, по меньшей мере, одно из, предпочтительно всех, напряжений каждого элементарного компонента, независимо от других компонентов (например, каждого отдельного аккумуляторного гальванического элемента, НED-конденсатора и/или топливного гальванического

элемента) источника 206, либо напряжений групп элементарных компонентов в целом (например, напряжения аккумуляторной матрицы, матрицы HED-конденсаторов и/или матрицы топливных гальванических элементов). Аналогично, отслеживаемые температуры и токи могут представлять собой, по меньшей мере, одно из, предпочтительно всех, температур и токов каждого элементарного компонента, независимо от других компонентов источника 206, либо температур и токов групп элементарных компонентов в целом, либо любую комбинацию вышеозначенного. Отслеживаемые сигналы могут представлять собой информацию состояния, с помощью которой LCD 114 может выполнять одно или более из следующего: вычисление или определение реальной емкости, фактического состояния заряда (SOC) и/или состояния работоспособности (SOH) элементарных компонентов или групп элементарных компонентов; задание или вывод предупреждающего или аварийного индикатора на основе отслеживаемой и/или вычисленной информации состояния; и/или передача информации состояния в MCD 112. LCD 114 может принимать управляющую информацию (например, индекс модуляции, сигнал синхронизации) из MCD 112 и использовать эту управляющую информацию для того, чтобы формировать переключающие сигналы для преобразователя 202, которые управляют объемом использования источника 206.

[00129] Чтобы защищать энергетический буфер 204, LCD 114 может принимать одно или более отслеживаемых напряжений, температур и токов из энергетического буфера 204 (или схемы мониторинга). Отслеживаемые напряжения могут представлять собой, по меньшей мере, одно из, предпочтительно всех, напряжений каждого элементарного компонента буфера 204 (например, C_{EB} , C_{EB1} , C_{EB2} , L_{EB1} , L_{EB2} , D_{EB}), независимо от других компонентов, либо напряжений групп элементарных компонентов или буфера 204 в целом (например, между IO1 и IO2 или между IO3 и IO4). Аналогично, отслеживаемые температуры и токи могут представлять собой, по меньшей мере, одно из, предпочтительно всех, температур и токов каждого элементарного компонента буфера 204, независимо от других компонентов, либо температур и токов групп элементарных компонентов или буфера 204 в целом, либо любую комбинацию вышеозначенного. Отслеживаемые сигналы могут представлять собой информацию состояния, с помощью которой LCD 114 может выполнять одно или более из следующего: задание или вывод предупреждающего или аварийного индикатора; передача информации состояния в MCD 112; или управление преобразователем 202 таким образом, чтобы регулировать (увеличивать или уменьшать) объем использования источника 206 и модуля 108 в целом для буферной защиты.

[00130] Чтобы управлять и защищать преобразователь 202, LCD 114 может принимать управляющую информацию из MCD 112 (например, модулированный опорный сигнал или опорный сигнал и индекс модуляции), которая может использоваться с PWM-технологией в LCD 114 для того, чтобы формировать управляющие сигналы для каждого переключателя (например, S1-S6). LCD 114 может принимать сигнал обратной связи по

току из датчика тока преобразователя 202, который может использоваться для защиты от сверхтока вместе с одним или более сигналов состояния неисправности из схем формирователей сигналов управления (не показаны) переключателей преобразователя, которые могут переносить информацию относительно состояний неисправности (например, режимов сбоя с короткозамкнутой схемой или разомкнутой схемой) всех переключателей преобразователя 202. На основе этих данных, LCD 114 может принимать решение по тому, какая комбинация переключающих сигналов должна прикладываться для того, чтобы управлять объемом использования модуля 108 и потенциально обходить или отсоединять преобразователь 202 (и весь модуль 108) от системы 100.

[00131] При управлении модулем 108С, который подает мощность во вторую вспомогательную нагрузку 302, LCD 114 может принимать одно или более отслеживаемых напряжений (например, напряжение между портами 5 и 6 ввода-вывода) и один или более отслеживаемых токов (например, ток в соединительном индукторе L_C , который представляет собой ток нагрузки 302) в модуле 108С. На основе этих сигналов, LCD 114 может регулировать циклы переключения (например, посредством регулирования индекса модуляции или формы опорного сигнала) S1 и S2 для того, чтобы управлять (и стабилизировать) напряжением для нагрузки 302.

Примеры топологий каскадных энергетических систем

[00132] Два или более модулей 108 могут соединяться между собой в каскадной матрице, которая выводит сигнал напряжения, сформированный посредством наложения дискретных напряжений, сформированных посредством каждого модуля 108 в матрице. Фиг. 7А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления топологии для системы 100, в котором N модулей 108-1, 108-2, ..., 108-N соединяются между собой последовательно для того, чтобы формировать последовательную матрицу 700. В этом и во всех вариантах осуществления, описанных в данном документе, N может быть любым целым числом, большим единицы. Матрица 700 включает в себя первый системный порт SIO1 ввода-вывода и второй системный порт SIO2 ввода-вывода, на которых формируется выходное напряжение матрицы. Матрица 700 может использоваться в качестве источника энергии постоянного тока или однофазного переменного тока для однофазных нагрузок постоянного тока или переменного тока, которые могут соединяться с SIO1 и SIO2 матрицы 700. Фиг. 8А является графиком напряжения в зависимости от времени, иллюстрирующим примерный выходной сигнал, сформированный посредством одного модуля 108, имеющего 48-вольтовый источник энергии. Фиг. 8В является графиком напряжения в зависимости от времени, иллюстрирующим примерный выходной сигнал однофазного переменного тока, сформированный посредством матрицы 700, имеющей шесть 48-вольтовых модулей 108, соединенных последовательно.

[00133] Система 100 может размещаться в широком спектре различных топологий, с тем чтобы удовлетворять варьирующиеся потребности вариантов применения. Система 100 может предоставлять многофазную мощность (например, двухфазную, трехфазную,

четырёхфазную, пятифазную, шестифазную и т.д.) в нагрузку посредством использования нескольких матриц 700, причем каждая матрица может формировать выходной сигнал переменного тока, имеющий различный фазовый угол.

[00134] Фиг. 7В является блок-схемой, иллюстрирующей систему 100 с двумя матрицами 700-РА и 700-РВ, соединенными между собой. Каждая матрица 700 является одномерной, формируется посредством последовательного соединения N модулей 108. Две матрицы 700-РА и 700-РВ могут формировать сигнал однофазного переменного тока, причем два сигнала переменного тока имеют различные фазовые углы РА и РВ (например, с разнесением в 180 градусов). Порт 1 ввода-вывода модуля 108-1 каждой матрицы 700-РА и 700-РВ может формировать или соединяться с системными портами SIO1 и SIO2 ввода-вывода, соответственно, которые, в свою очередь, могут служить в качестве первого вывода каждой матрицы, которая может предоставлять двухфазную мощность в нагрузку (не показана). Либо альтернативно, порты SIO1 и SIO2 могут соединяться с возможностью предоставлять однофазную мощность из двух параллельных матриц. Порт 2 ввода-вывода модуля 108-N каждой матрицы 700-РА и 700-РВ может служить в качестве второго вывода для каждой матрицы 700-РА и 700-РВ на противоположном конце матрицы от системных портов SIO1 и SIO2 ввода-вывода и может соединяться между собой в общем узле и необязательно использоваться для дополнительного системного порта SIO3 ввода-вывода, если требуется, который может служить в качестве нейтрали. Этот общий узел может называться "рельсом", и порт 2 ввода-вывода модулей 108-N каждой матрицы 700 может называться "находящимся на прирельсовой стороне матриц".

[00135] Фиг. 7С является блок-схемой, иллюстрирующей систему 100 с тремя матрицами 700-РА, 700-РВ и 700-РС, соединенными между собой. Каждая матрица 700 является одномерной, формируется посредством последовательного соединения N модулей 108. Три матрицы 700-1 и 700-2 могут формировать сигнал однофазного переменного тока, причем три сигнала переменного тока имеют различные фазовые углы РА, РВ, РС (например, с разнесением в 120 градусов). Порт 1 ввода-вывода модуля 108-1 каждой матрицы 700-РА, 700-РВ и 700-РС может формировать или соединяться с системными портами SIO1, SIO2 и SIO3 ввода-вывода, соответственно, которые, в свою очередь, могут предоставлять трехфазную мощность в нагрузку (не показана). Порт 2 ввода-вывода модуля 108-N каждой матрицы 700-РА, 700-РВ и 700-РС может соединяться между собой в общем узле и необязательно использоваться для дополнительного системного порта SIO4 ввода-вывода, если требуется, который может служить в качестве нейтрали.

[00136] Понятия, описанные относительно двухфазных и трехфазных вариантов осуществления по фиг. 7В и 7С, могут расширяться на системы 100, формирующие еще больше фаз мощности. Например, неполный список дополнительных примеров включает в себя: систему 100, имеющую четыре матрицы 700, каждая из которых выполнена с возможностью формировать сигнал однофазного переменного тока, имеющий различный

фазовый угол (например, с разнесением в 90 градусов); систему 100, имеющую пять матриц 700, каждая из которых выполнена с возможностью формировать сигнал однофазного переменного тока, имеющий различный фазовый угол (например, с разнесением в 72 градуса); и систему 100, имеющую шесть матриц 700, причем каждая матрица выполнена с возможностью формировать сигнал однофазного переменного тока, имеющий различный фазовый угол (например, с разнесением в 60 градусов).

[00137] Система 100 может иметь такую конфигурацию, в которой матрицы 700 взаимно соединяются в электрических узлах между модулями 108 в каждой матрице. Фиг. 7D является блок-схемой, иллюстрирующей систему 100 с тремя матрицами 700-РА, 700-РВ и 700-РС, соединенными между собой в комбинированной последовательной и дельта-компоновке. Каждая матрица 700 включает в себя первое последовательное соединение М модулей 108, где М равно двум или больше, соединенное со вторым последовательным соединением N модулей 108, где N равно двум или больше. Дельта-конфигурация формируется посредством взаимных соединений между матрицами, которые могут быть размещены в любом требуемом местоположении. В этом варианте осуществления, порт 2 ввода-вывода модуля 108-(М+N) матрицы 700-РС соединяется с портом 2 ввода-вывода модуля 108-М и портом 1 ввода-вывода модуля 108-(М+1) матрицы 700-РА, порт 2 ввода-вывода модуля 108-(М+N) матрицы 700-РВ соединяется с портом 2 ввода-вывода модуля 108-М и портом 1 ввода-вывода модуля 108-(М+1) матрицы 700-РС, и порт 2 ввода-вывода модуля 108-(М+N) матрицы 700-РА соединяется с портом 2 ввода-вывода модуля 108-М и портом 1 ввода-вывода модуля 108-(М+1) матрицы 700-РВ.

[00138] Фиг. 7E является блок-схемой, иллюстрирующей систему 100 с тремя матрицами 700-РА, 700-РВ и 700-РС, соединенными между собой в комбинированной последовательной и дельта-компоновке. Этот вариант осуществления является аналогичным варианту осуществления по фиг. 7D, за исключением различных кросс-соединений. В этом варианте осуществления, порт 2 ввода-вывода модуля 108-М матрицы 700-РС соединяется с портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РА, порт 2 ввода-вывода модуля 108-М матрицы 700-РВ соединяется с портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РС, и порт 2 ввода-вывода модуля 108-М матрицы 700-РА соединяется с портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РВ. Компоновки по фиг. 7D и 7E могут реализовываться всего с двумя модулями в каждой матрице 700. Комбинированные дельта- и последовательные конфигурации обеспечивают эффективный обмен энергией между всеми модулями 108 системы (межфазную балансировку) и фазами электросети или нагрузки, а также предоставляют возможность уменьшения общего числа модулей 108 в матрице 700, с тем чтобы получать требуемые выходные напряжения.

[00139] В вариантах осуществления, описанных в данном документе, хотя преимущественно, если число модулей 108 является идентичным в каждой матрице 700 в системе 100, это не является обязательным, и различные матрицы 700 могут иметь отличающиеся числа модулей 108. Дополнительно, каждая матрица 700 может иметь модули 108, которые имеют идентичную конфигурацию (например, все модули

представляют собой 108А, все модули представляют собой 108В, все модули представляют собой 108С и т.д.) либо различные конфигурации (например, один или более модулей представляют собой 108А, один или более представляют собой 108В, и один или более представляют собой 108С и т.п.). В связи с этим, объем топологий системы 100, охватываемый в данном документе, является широким.

Примерные варианты осуществления технологий управления

[00140] Как упомянуто выше, управление системой 100 может выполняться согласно различным технологиям, таким как гистерезис или PWM. Несколько примеров PWM включают в себя пространственно-векторную модуляцию и синусоидальную широтно-импульсную модуляцию, при которых переключающие сигналы для преобразователя 202 формируются с помощью технологии на основе несущих со сдвигом фаз, которая непрерывно чередует объем использования каждого модуля 108, чтобы одинаково распределять мощность между ними.

[00141] Фиг. 8С-8F являются графиками, иллюстрирующими примерный вариант осуществления технологии PWM-управления со сдвигом фаз, которая может формировать многоуровневую выходную форму PWM-сигнала с использованием двухуровневых форм сигнала с инкрементным сдвигом. X-уровневая форма PWM-сигнала может создаваться посредством суммирования $(X-1)/2$ двухуровневых форм PWM-сигнала. Эти двухуровневые формы сигнала могут формироваться посредством сравнения формы V_{ref} опорного сигнала с несущими с инкрементным сдвигом на $360^\circ/(X-1)$. Несущие являются треугольными, но варианты осуществления не ограничены этим. Девятиуровневый пример показывается на фиг. 8С (с использованием четырех модулей 108). Несущие имеют инкрементный сдвиг на $360^\circ/(9-1)=45^\circ$ и сравниваются с V_{ref} . Результирующие двухуровневые формы PWM-сигнала показаны на фиг. 8Е. Эти двухуровневые формы сигнала могут использоваться в качестве переключающих сигналов для полупроводниковых переключателей (например, S1-S6) преобразователей 202. В качестве примера со ссылкой на фиг. 8Е, для одномерной матрицы 700, включающей в себя четыре модуля 108, каждый из которых имеет преобразователь 202, сигнал на 0° служит для управления S3, а сигнал на 180° для S6 первого модуля 108-1, сигнал на 45° служит для S3, а сигнал на 225° для S6 второго модуля 108-2, сигнал на 90° служит для S3, а сигнал на 270° служит для S6 третьего модуля 108-3, и сигнал на 135° служит для S3, а сигнал на 315° служит для S6 четвертого модуля 108-4. Сигнал для S3 является комплементарным S4, и сигнал для S5 является комплементарным S6, с достаточным мертвым временем для того, чтобы не допускать сквозного прохождения каждого полумоста. Фиг. 8F иллюстрирует примерную форму сигнала однофазного переменного тока, сформированную посредством наложения (суммирования) выходных напряжений из четырех модулей 108.

[00142] Альтернатива заключается в том, чтобы использовать положительный и отрицательный опорный сигнал с первыми $(N-1)/2$ несущих. Девятиуровневый пример показывается на фиг. 8D. В этом примере, переключающие сигналы 0° - 135° (фиг. 8Е) формируются посредством сравнения $+V_{ref}$ с несущими в 0° - 135° по фиг. 8D, и

переключающие сигналы 180° - 315° формируются посредством сравнения $-V_{ref}$ с несущими в 0° - 135° по фиг. 8D. Тем не менее, логика сравнения во втором случае изменяется на противоположную. Другие технологии, такие как декодер с машиной состояний, также могут использоваться для того, чтобы формировать стробирующие сигналы для переключателей преобразователя 202.

[00143] В многофазных вариантах осуществления системы, идентичные несущие могут использоваться для каждой фазы, или набор несущих может сдвигаться в целом для каждой фазы. Например, в трехфазной системе с одним опорным напряжением (V_{ref}), каждая матрица 700 может использовать идентичное число несущих с идентичными относительными смещениями, как показано на фиг. 8C и 8D, но несущие второй фазы сдвигаются на 120 градусов по сравнению с несущими первой фазы, и несущие третьей фазы сдвигаются на 240 градусов по сравнению с несущими первой фазы. Если различное опорное напряжение доступно для каждой фазы, то информация фазы может переноситься в опорном напряжении, и идентичные несущие могут использоваться для каждой фазы. Во многих случаях, несущие частоты должны быть фиксированными, но в некоторых примерных вариантах осуществления, несущие частоты могут регулироваться, что позволяет помогать уменьшать потери в моторах EV в сильноточных условиях.

[00144] Соответствующие переключающие сигналы могут предоставляться в каждый модуль посредством системы 102 управления. Например, MCD 112 может предоставлять V_{ref} и соответствующие несущие сигналы в каждое LCD 114 в зависимости от модуля или модулей 108, которыми управляет LCD 114, и LCD 114 затем может формировать переключающие сигналы. Либо, все LCD 114 в матрице могут содержать все несущие сигналы, и LCD может выбирать соответствующие несущие сигналы.

[00145] Относительные объемы использования каждого модуля 108 могут регулироваться на основе информации состояния таким образом, чтобы выполнять балансировку одного или более параметров, как описано в данном документе. Балансировка параметров может заключать в себе регулирование объема использования таким образом, чтобы минимизировать расходимость параметров во времени по сравнению с системой, в которой регулирование объема использования отдельных модулей не выполняется. Объем использования может представлять собой относительное количество времени, в течение которого модуль 108 разряжается, когда система 100 находится в состоянии разряда, либо относительное количество времени, в течение которого модуль 108 заряжается, когда система 100 находится в состоянии заряда.

[00146] Как описано в данном документе, модули 108 могут балансироваться относительно других модулей в матрице 700, что может называться "внутриматричной или внутрифазной балансировкой", и различные матрицы 700 могут балансироваться относительно друг друга, что может называться "межматричной или межфазной балансировкой". Матрицы 700 различных подсистем также могут балансироваться относительно друг друга. Система 102 управления может одновременно выполнять любую комбинацию внутрифазной балансировки, межфазной балансировки, объема

использования нескольких источников энергии в модуле, активной фильтрации и подачи мощности во вспомогательные нагрузки.

[00147] Фиг. 9А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления матричного контроллера 900 системы 102 управления для матрицы однофазного переменного тока или постоянного тока. Матричный контроллер 900 может включать в себя детектор 902 пиков, делитель 904 и внутрифазный (или внутриматричный) балансирующий контроллер 906. Матричный контроллер 900 может принимать форму (V_r) сигнала опорного напряжения и информацию состояния относительно каждого из N модулей 108 в матрице (например, состояние (SOC_i) заряда, температуру (T_i), емкость (Q_i) и напряжение (V_i)) в качестве вводов и формировать нормализованную форму (V_{rn}) сигнала опорного напряжения и индексы (M_i) модуляции в качестве выводов. Детектор 902 пиков определяет пик (V_{pk}) V_r , который может быть конкретным для фазы, с которой контроллер 900 работает и/или выполняет балансировку. Делитель 904 формирует V_{rn} посредством деления V_r на его определенное V_{pk} . Внутрифазный балансирующий контроллер 906 использует V_{pk} наряду с информацией состояния (например, SOC_i , T_i , Q_i , V_i и т.д.) для того, чтобы формировать индексы M_i модуляции для каждого управляемого модуля 108 внутри матрицы 700.

[00148] Индексы модуляции и V_{rn} могут использоваться для того, чтобы формировать переключающие сигналы для каждого преобразователя 202. Индекс модуляции может составлять число между нулем и единицей (охватывающее нуль и один). Для конкретного модуля 108, нормализованный опорный уровень V_{rn} может модулироваться или масштабироваться посредством M_i , и этот модулированный опорный сигнал (V_{rnm}) может использоваться в качестве V_{ref} (или $-V_{ref}$) согласно PWM-технологии, описанной относительно фиг. 8C-8F, либо согласно другим технологиям. Таким образом, индекс модуляции может использоваться для того, чтобы управлять переключающими PWM-сигналами, предоставляемыми в переключающую схему преобразователя (например, S3-S6 или S1-S6), и в силу этого регулировать работу каждого модуля 108. Например, модуль 108, управляемый таким образом, чтобы поддерживать нормальный или полнофункциональный режим работы, может принимать M_i в единицу, тогда как модуль 108, управляемый для менее чем нормального или полнофункционального режима работы, может принимать M_i менее чем в единицу, и модуль 108, управляемый таким образом, чтобы прекращать вывод мощности, может принимать M_i в нуль. Эта операция может выполняться различными способами посредством системы 102 управления, к примеру, посредством MCD 112, выводящего V_{rn} и M_i в соответствующие LCD 114 для модуляции и формирования переключающих сигналов, посредством MCD 112, выполняющего модуляцию и выводящего модулированный V_{rnm} в соответствующие LCD 114 для формирования переключающих сигналов, либо посредством MCD 112, выполняющего модуляцию и формирование переключающих сигналов и выводящего переключающие сигналы в LCD или преобразователи 202 каждого модуля 108 непосредственно. V_{rn} может управляться

постоянно с M_i , отправленным с регулярными интервалами, к примеру, один раз для каждого периода V_{in} либо один раз в минуту и т.д.

[00149] Контроллер 906 может формировать M_i для каждого модуля 108 с использованием любого типа либо комбинации типов информации состояния (например, SOC, температуры (T), Q, SOH, напряжения, тока), описанных в данном документе. Например, при использовании SOC и T, модуль 108 может иметь относительно высокий M_i , если SOC является относительно высоким, и температура является относительно низкой по сравнению с другими модулями 108 в матрице 700. Если либо SOC является относительно низким, либо T является относительно высокой, то этот модуль 108 может иметь относительно низкий M_i , что приводит к меньшему объему использования, чем другие модули 108 в матрице 700. Контроллер 906 может определять M_i таким образом, что сумма напряжений модуля не превышает V_{pk} . Например, V_{pk} может представлять собой сумму произведений напряжения источника 206 каждого модуля и M_i для этого модуля (например, $V_{pk} = M_1 V_1 + M_2 V_2 + M_3 V_3 \dots + M_N V_N$ и т.д.). Другая комбинация индексов модуляции и в силу этого соответствующих вносимых долей по напряжению посредством модулей может использоваться, но полное сформированное напряжение должно оставаться идентичным.

[00150] Дополнительно, контроллер 900 может управлять работой в той степени, в которой это не предотвращает достижение требований по выходной мощности системы в любой момент (например, во время максимального ускорения EV), так что SOC источника(ов) энергии в каждом модуле 108 остается сбалансированным или сходится к сбалансированному состоянию, если они являются несбалансированными, и/или так что температура источника(ов) энергии или другого компонента (например, энергетического буфера) в каждом модуле остается сбалансированной или сходится к сбалансированному состоянию, если они являются несбалансированными. Поток мощности в/из модулей может регулироваться таким образом, что разность емкости между источниками не вызывает SOC-отклонение. Балансировка SOC и температуры может косвенно вызывать некоторую балансировку SOH. Напряжение и ток могут непосредственно балансироваться, если требуется, но во многих вариантах осуществления главная цель системы состоит в том, чтобы балансировать SOC и температуру, и балансировка SOC может приводить к балансу напряжения и тока в высокосимметричных системах, в которых модули имеют аналогичную емкость и импеданс.

[00151] Поскольку балансировка всех параметров может не быть возможной одновременно (например, балансировка одного параметра дополнительно может разбалансировать другой параметр), комбинация балансировки любых двух или более параметров (SOC, T, Q, SOH, V, I) может применяться с приоритетом, отданным любому из них в зависимости от требований варианта применения. Приоритет в балансировке может отдаваться для SOC по сравнению с другими параметрами (T, Q, SOH, V, I), с исключениями для случая, если один из других параметров (T, Q, SOH, V, I) достигает серьезного несбалансированного состояния за пределами порогового значения.

[00152] Балансировка между матрицами 700 различных фаз (или матрицами идентичной фазы, например, если используются параллельные матрицы) может выполняться параллельно с внутрифазной балансировкой. Фиг. 9В иллюстрирует примерный вариант осуществления Ω -фазного (или Ω -матричного) контроллера 950, выполненного с возможностью работы в Ω -фазной системе 100, имеющего, по меньшей мере, Ω матриц 700, где Ω является любым целым числом, большим единицы. Контроллер 950 может включать в себя один межфазный (или межматричный) контроллер 910 и Ω внутрифазных балансирующих контроллеров 906-PA...906-P Ω для фаз PA-P Ω , а также детектор 902 пиков и делитель 904 (фиг. 9А) для формирования нормализованных опорных уровней V_{rnPA} - $V_{rnP\Omega}$ из каждого конкретного для фазы опорного уровня V_{rPA} - $V_{rP\Omega}$. Внутрифазные контроллеры 906 могут формировать M_i для каждого модуля 108 каждой матрицы 700, как описано относительно фиг. 9А. Межфазный балансирующий контроллер 910 конфигурируется или программируется с возможностью балансировать аспекты модулей 108 во всей многомерной системе, например, между матрицами различных фаз. Это может достигаться через инжекцию общего режима в фазы (например, через сдвиг нейтральной точки) либо через использование модулей межсоединения (описанных в данном документе), либо через оба из означенного. Инжекция общего режима включает в себе введение сдвига фаз и амплитуд в опорные сигналы V_{rPA} - $V_{rP\Omega}$, чтобы формировать нормализованные формы V_{rnPA} - $V_{rnP\Omega}$ сигнала, чтобы компенсировать дисбаланс в одной или более матриц, и подробнее описывается в международной заявке номер PCT/US20/25366, включенной в данный документ.

[00153] Контроллеры 900 и 950 (а также балансирующие контроллеры 906 и 910) могут реализовываться в аппаратных средствах, в программном обеспечении либо в комбинации вышеозначенного в системе 102 управления. Контроллеры 900 и 950 могут реализовываться в MCD 112, распределенном частично или полностью между LCD 114, или могут реализовываться как дискретные контроллеры, независимые от MCD 112 и LCD 114.

Примерные варианты осуществления модулей межсоединения (IC)

[00154] Модули 108 могут соединяться между модулями различных матриц 700 для целей обмена энергией между матрицами, выступления в качестве источника для вспомогательной нагрузки либо и для того, и для другого. Такие модули называются в данном документе "модулями межсоединения (IC) 108IC". IC-модуль 108IC может реализовываться в любой из уже описанных модульных конфигураций (108А, 108В, 108С) и в других, которые описываются в данном документе. IC-модули 108IC могут включать в себя любое число для одного или более источников энергии, необязательный энергетический буфер, схему переключения для подачи энергии в одну или более матриц и/или для подачи мощности в одну или более вспомогательных нагрузок, схему управления (например, локальное устройство управления) и схему мониторинга для сбора информации состояния относительно самого IC-модуля или его различных нагрузок (например, SOC источника энергии, температуры источника энергии или энергетического

буфера, емкости источника энергии, SOH источника энергии, измерений напряжения и/или тока, связанных с IC-модулем, измерений напряжения и/или тока, связанных со вспомогательной нагрузкой(ками), и т.д.).

[00155] Фиг. 10А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, допускающей формирование Ω -фазной мощности с Ω матриц 700-РА - 700-Р Ω , где Ω может быть любым целым числом, большим единицы. В этом и в других вариантах осуществления, IC-модуль 108IC может быть расположен на прирельсовой стороне матриц 700, так что матрицы 700, с которыми соединяется модуль 108IC (матрицы 700-РА - 700-Р Ω в этом варианте осуществления), электрически соединяются между модулем 108IC и выводами (например, SIO1 и SIO Ω) в нагрузку. Здесь, модуль 108IC имеет Ω портов ввода-вывода для соединения с портом 2 ввода-вывода каждого модуля 108-N матриц 700-РА - 700-Р Ω . В конфигурации, проиллюстрированной здесь, модуль 108IC может выполнять межфазную балансировку посредством избирательного соединения одного или более источников энергии модуля 108IC с одной или более матриц 700-РА - 700-Р Ω (либо ни с одним из выводов, либо одинаково со всеми выводами, если межфазная балансировка не требуется). Система 100 может управляться посредством системы 102 управления (не показана, см. фиг. 1А).

[00156] Фиг. 10В является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108IC. В этом варианте осуществления, модуль 108IC включает в себя источник 206 энергии, соединенный с энергетическим буфером 204, который, в свою очередь, соединяется со схемой 603 переключения. Схема 603 переключения может включать в себя блоки 604-РА - 604-Р Ω схемы переключения для независимого соединения источника 206 энергии с каждой из матриц 700-РА - 700-Р Ω , соответственно. Различные конфигурации переключателей могут использоваться для каждого блока 604, который в этом варианте осуществления сконфигурирован как полумост с двумя полупроводниковыми переключателями S7 и S8. Каждый полумост управляется посредством линий 118-3 управления из LCD 114. Эта конфигурация является аналогичной модулю 108А, описанному относительно фиг. 3А. Как описано относительно преобразователя 202, схема 603 переключения может быть сконфигурирована в любой компоновке и с любыми типами переключателей (например, MOSFET-, IGBT-, кремниевых, GaN- и т.д.), подходящих для требований варианта применения.

[00157] Блоки 604 схемы переключения соединяются между положительными и отрицательными контактными выводами источника 206 энергии и имеют вывод, который соединяется с портом ввода-вывода модуля 108IC. Блоки 604-РА - 604-Р Ω могут управляться посредством системы 102 управления таким образом, чтобы избирательно соединять напряжение $+V_{IC}$ или $-V_{IC}$ с соответствующими модульными портами 1- Ω ввода-вывода. Система 102 управления может управлять схемой 603 переключения согласно любой требуемой технологии управления, включающей в себя технологии PWM и гистерезиса, упомянутые в данном документе. Здесь, схема 102 управления реализуется

как LCD 114 и MCD 112 (не показаны). LCD 114 может принимать данные мониторинга или информацию состояния из схемы мониторинга модуля 108IC. Эти данные мониторинга и/или другая информация состояния, извлекаемая из этих данных мониторинга, могут выводиться в MCD 112 для использования в управлении системой, как описано в данном документе. LCD 114 также может принимать информацию временной синхронизации (не показана) для целей синхронизации модулей 108 системы 100 и один или более несущих сигналов (не показаны), к примеру, пилообразных сигналов, используемых в PWM (фиг. 8C-8D).

[00158] Для межфазной балансировки, пропорционально больше энергии из источника 206 может подаваться в любые одну или более матриц 700-PA - 700-PQ, которые имеют относительно низкий заряд по сравнению с другими матрицами 700. Подача этой вспомогательной энергии в конкретную матрицу 700 обеспечивает возможность уменьшения выходной энергии этих каскадных модулей 108-1 - 108-N в этой матрице 700 относительно фазовых матриц без подачи мощности.

[00159] Например, в некоторых примерных вариантах осуществления с применением PWM, LCD 114 может быть выполнено с возможностью принимать нормализованный сигнал (V_{rn}) опорного напряжения (из MCD 112) для каждой из одной или более матриц 700, с которыми соединяется модуль 108IC, например, V_{rnPA} - V_{rnPQ} . LCD 114 также может принимать индексы $MiPA$ - $MiPQ$ модуляции для блоков 604-PA - 604-PQ переключения для каждой матрицы 700, соответственно, из MCD 112. LCD 114 может модулировать (например, умножать) каждый соответствующий V_{rn} с индексом модуляции для секции переключения, соединенной непосредственно с этой матрицей (например, V_{rnA} , умноженный на MiA), и затем использовать несущий сигнал для того, чтобы формировать управляющий сигнал(ы) для каждого блока 604 переключения. В других вариантах осуществления, MCD 112 может выполнять модуляцию и выводить модулированные формы сигнала опорного напряжения для каждого блока 604 непосредственно в LCD 114 модуля 108IC. В еще других вариантах осуществления, вся обработка и модуляция может осуществляться посредством одного управляющего объекта, который может выводить управляющие сигналы непосредственно в каждый блок 604.

[00160] Это переключение может модулироваться таким образом, что мощность из источника 206 энергии подается в матрицу(ы) 700 с соответствующими интервалами и длительностями. Такая технология может реализовываться различными способами.

[00161] На основе собранной информации состояния для системы 100, к примеру, текущей емкости (Q) и SOC каждого источника энергии в каждой матрице, MCD 112 может определять агрегированный заряд для каждой матрицы 700 (например, агрегированный заряд для матрицы может определяться в качестве суммы емкости, умноженной на SOC для каждого модуля этой матрицы). MCD 112 может определять то, существует либо нет сбалансированное или несбалансированное состояние (например, с помощью пороговых значений относительной разности и других показателей, описанных

в данном документе), и формировать индексы $MiPA-MiP\Omega$ модуляции, соответственно, для каждого блока 604-PA - 604-P Ω переключения.

[00162] Во время сбалансированной работы, Mi для каждого блока 604 переключения может задаваться равным значению, которое инструктирует идентичной или аналогичной величине чистой энергии во времени, которая должна подаваться посредством источника 206 энергии и/или энергетического буфера 204 в каждую матрицу 700. Например, Mi для каждого блока 604 переключения может быть идентичным или аналогичным и может задаваться равным уровню или значению, которое инструктирует модулю 108IC выполнять чистый или средний по времени разряд энергии в одну или более матриц 700-PA - 700-P Ω во время сбалансированной работы, с тем чтобы обеспечивать сток модуля 108IC с темпом, идентичным темпу других модулей 108 в системе 100. В некоторых вариантах осуществления, Mi для каждого блока 604 может задаваться равным уровню или значению, которое не вызывает чистый или средний по времени разряд энергии во время сбалансированной работы (вызывает чистый разряд энергии в нуль). Это может быть полезным, если модуль 108IC имеет более низкий агрегированный заряд, чем другие модули в системе.

[00163] Когда несбалансированное состояние возникает между матрицами 700, то индексы модуляции системы 100 могут регулироваться, с тем чтобы вызывать сходимость к сбалансированному состоянию или минимизировать дополнительную расходимость. Например, система 102 управления может инструктировать модулю 108IC разряжаться больше в матрицу 700 с низким зарядом, чем в другие, и также может инструктировать модулям 108-1 - 108-N этой низкой матрицы 700 разряжаться относительно меньше (например, на основе среднего по времени). Относительная чистая энергия, внесенная посредством модуля 108IC, увеличивается по сравнению с модулями 108-1 - 108-N матрицы 700, для которой выполняется помощь, а также по сравнению с величиной чистой энергии, которую модуль 108IC вносит в другие матрицы. Это может достигаться посредством увеличения Mi для блока 604 переключения, подающего мощность в эту низкую матрицу 700, и посредством снижения индексов модуляции модулей 108-1 - 108-N низкой матрицы 700 таким способом, который поддерживает V_{out} для этой низкой матрицы на соответствующих или требуемых уровнях, и поддержания индексов модуляции для других блоков 604 переключения, подающих мощность в другие более высокие матрицы, относительно неизменными (либо их снижения).

[00164] Конфигурация модуля 108IC на фиг. 10A-10B может использоваться отдельно для того, чтобы предоставлять межфазную или межматричную балансировку для одной системы, либо может использоваться в комбинации с одним или более других модулей 108IC, имеющих источник энергии и одну или более частей 604 переключения, соединенных с одной или более матриц. Например, модуль 108IC с Ω частей 604 переключения, соединенных с Ω различных матриц 700, может комбинироваться со вторым модулем 108IC, имеющим одну часть 604 переключения, соединенную с одной матрицей 700 таким образом, что два модуля комбинируются для того, чтобы

обслуживать систему 100, имеющую $\Omega+1$ матриц 700. Любое число модулей 108IC может комбинироваться таким способом, причем каждый из них соединяется с одной или более матриц 700 системы 100.

[00165] Кроме того, IC-модули могут быть выполнены с возможностью обмениваться энергией между двумя или более подсистем системы 100. Фиг. 10С является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100 с первой подсистемой 1000-1 и второй подсистемой 1000-2, взаимно соединенными посредством IC-модулей. В частности, подсистема 1000-1 выполнена с возможностью подавать трехфазную мощность PA, PB и PC в первую нагрузку (не показана) посредством системных портов SIO1, SIO2 и SIO3 ввода-вывода, в то время как подсистема 1000-2 выполнена с возможностью подавать трехфазную мощность PD, PE и PF во вторую нагрузку (не показана) посредством системных портов SIO4, SIO5 и SIO6 ввода-вывода, соответственно. Например, подсистемы 1000-1 и 1000-2 могут быть сконфигурированы как различные блоки, подающие мощность для различных моторов EV, либо как различные стойки, подающие мощность для различных микроэнергосетей.

[00166] В этом варианте осуществления, каждый модуль 108IC соединяется с первой матрицей подсистемы 1000-1 (через порт 1 ввода-вывода) и первой матрицей подсистемы 1000-2 (через порт 2 ввода-вывода), и каждый модуль 108IC может электрически соединяться с каждым другим модулем 108IC посредством портов 3 и 4 ввода-вывода, которые соединяются с источником 206 энергии каждого модуля 108IC, как описано относительно модуля 108C по фиг. 3С. Это соединение размещает источники 206 модулей 108IC-1, 108IC-2 и 108IC-3 параллельно, и в силу этого энергия, накопленная и подаваемая посредством модулей 108IC, объединяется в пул за счет этой параллельной компоновки. Другие компоновки, к примеру, последовательные соединения также могут использоваться. Модули 108IC размещаются в общей оболочке подсистемы 1000-1; тем не менее, модули межсоединения могут быть внешними для общей оболочки и физически располагаться в качестве независимых объектов между общими оболочками обеих подсистем 1000.

[00167] Каждый модуль 108IC имеет блок 604-1 переключения, соединенный с портом 1 ввода-вывода, и блок 604-2 переключения, соединенный с портом 2 ввода-вывода, как описано относительно фиг. 10В. Таким образом, для балансировки между подсистемами 1000 (например, межблочной или межстоечной балансировки), конкретный модуль 108IC может подавать относительно больше энергии в любую одну либо в обе из двух матриц, с которыми он соединяется (например, модуль 108IC-1 может подавать мощность в матрицу 700-PA и/или в матрицу 700-PD). Схема управления может отслеживать относительные параметры (например, SOC и температуру) матриц различных подсистем и регулировать выходную энергию IC-модулей таким образом, чтобы компенсировать дисбалансы между матрицами или фазами различных подсистем идентичным способом, описанным в данном документе в качестве компенсации дисбалансов между матрицами или фазами идентичной стойки или блока. Поскольку все

три модуля 108IC расположены параллельно, энергией можно эффективно обмениваться между всеми без исключения матрицами системы 100. В этом варианте осуществления, каждый модуль 108IC подает мощность в две матрицы 700, но могут использоваться другие конфигурации, включающие в себя один IC-модуль для всех матриц системы 100, и конфигурации с одним выделенным IC-модулем для каждой матрицы 700 (например, с шестью IC-модулями для шести матриц, при этом каждый IC-модуль имеет один блок 604 переключения). Во всех случаях с несколькими IC-модулями, источники энергии могут соединяться между собой параллельно, с тем чтобы совместно использовать энергию, как описано в данном документе.

[00168] В системах с IC-модулями между фазами, межфазная балансировка также может выполняться посредством сдвига нейтральной точки (или инъекции общего режима), как описано выше. Такая комбинация предоставляет возможность более надежной и гибкой балансировки в более широком диапазоне рабочих условий. Система 100 может определять соответствующие обстоятельства, при которых следует выполнять межфазную балансировку только со сдвигом нейтральной точки, только с инъекцией межфазной энергии либо с комбинацией означенного одновременно.

[00169] IC-модули также могут быть выполнены с возможностью подавать мощность в одну или более вспомогательных нагрузок 301 (при идентичном напряжении с источником 206) и/или одну или более вспомогательных нагрузок 302 (при напряжениях, пониженных относительно источника 302). Фиг. 10D является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления трехфазной системы 100A с двумя модулями 108IC, соединенными с возможностью выполнять межфазную балансировку и подавать мощность во вспомогательные нагрузки 301 и 302. Фиг. 10E является принципиальной схемой, иллюстрирующей этот примерный вариант осуществления системы 100 с акцентом на модули 108IC-1 и 108IC-2. Здесь, схема 102 управления снова реализуется как LCD 114 и MCD 112 (не показаны). LCD 114 могут принимать данные мониторинга из модулей 108IC (например, SOC ES1, температуру ES1, Q ES1, напряжение вспомогательных нагрузок 301 и 302 и т.д.) и могут выводить эти и/или другие данные мониторинга в MCD 112 для использования в управлении системой, как описано в данном документе. Каждый модуль 108IC может включать в себя часть 602A переключения (или 602B, описанную относительно фиг. 6C) для каждой нагрузки 302, в которую подается мощность посредством этого модуля, и каждая часть 602 переключения может управляться таким образом, чтобы поддерживать требуемый уровень напряжения для нагрузки 302 посредством LCD 114 независимо или на основе управляющего ввода из MCD 112. В этом варианте осуществления, каждый модуль 108IC включает в себя часть 602A переключения, соединенную между собой с возможностью подавать мощность в одну нагрузку 302, хотя это не является обязательным.

[00170] Фиг. 10F является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления трехфазной системы, выполненной с возможностью подавать мощность в одну или более вспомогательных нагрузок 301 и 302 с модулями 108IC-1,

108IC-2 и 108IC-3. В этом варианте осуществления, модули 108IC-1 и 108IC-2 имеют конфигурацию, идентичную конфигурации, описанной относительно фиг. 10D-10E. Модуль 108IC-3 сконфигурирован чисто во вспомогательной роли и активно не инжектирует напряжение или ток ни в одну из матриц 700 системы 100. В этом варианте осуществления, модуль 108IC-3 может быть сконфигурирован аналогично модулю 108C по фиг. 3B, имеющему преобразователь 202B, C (фиг. 6B-6C) с одной или более вспомогательных частей 602A переключения, но с опусканием части 601 переключения. В связи с этим, один или более источников 206 энергии модуля 108IC-3 взаимно соединяются параллельно с источниками 206 энергии модулей 108IC-1 и 108IC-2, и в силу этого данный вариант осуществления системы 100 сконфигурирован с дополнительной энергией для подачи мощности во вспомогательные нагрузки 301 и 302 и для поддержания заряда в источниках 206A модулей 108IC-1 и 108IC-2 посредством параллельного соединения с источником 206 модуля 108IC-3.

[00171] Источник 206 энергии каждого IC-модуля может иметь идентичное напряжение и емкость с источниками 206 других модулей 108-1 - 108-N системы, хотя это не является обязательным. Например, относительно большая емкость может требоваться в варианте осуществления, в котором один модуль 108IC прикладывает энергию к нескольким матрицам 700 (фиг. 10A), чтобы обеспечивать возможность IC-модулю разряжаться с темпом, идентичным темпу модулей самих фазовых матриц. Если модуль 108IC также подает мощность во вспомогательную нагрузку, то еще большая емкость может требоваться, с тем чтобы разрешать IC-модулю как подавать мощность во вспомогательную нагрузку, так и разряжаться с темпом, относительно идентичным темпу других модулей.

Примерные варианты осуществления зарядки и разрядки

[00172] Ниже описываются примерные варианты осуществления, связанные с зарядкой модульных энергетических систем 100, со ссылкой на фиг. 11A-23B. Эти варианты осуществления могут реализовываться со всеми аспектами системы 100, описанной относительно фиг. 1A-10F, если иное не указано или не является логически неправдоподобным. В связи с этим, множество варьирований, предполагаемых в данном документе, не должны повторяться относительно каждого из следующих вариантов осуществления зарядки.

[00173] В дальнейшем описываются варианты осуществления зарядки со ссылкой на тип и количество сигналов, доступных из источника заряда, чтобы подавать заряд в различные модули системы 100. Эти варианты осуществления распадаются на три основных типа: зарядка постоянным током, при котором источник заряда подает сигнал заряда постоянного тока высокого напряжения; зарядка однофазным переменным током, при котором источник заряда подает один сигнал заряда переменного тока высокого напряжения; и зарядка многофазным переменным током, при котором источник заряда подает два или более сигналов заряда переменного тока высокого напряжения, имеющих различные фазовые углы. Для простоты, в дальнейшем варианты осуществления

многофазной зарядки описываются относительно системы 100, имеющей три фазы и в некоторых случаях шесть фаз, хотя предмет изобретения является применимым к любой системе 100, имеющей две или более матриц, которые заряжаются и разряжаются с двумя или более различных фаз. Источник заряда может иметь различные конфигурации в зависимости от конкретного варианта применения. Для стационарных вариантов применения, источник заряда может представлять собой электросеть, снабжаемую мощностью посредством коммунальной организации или другого поставщика электроэнергии независимо от типа источника энергии. Источник заряда также может представлять собой возобновляемый источник энергии, такой как матрица солнечных панелей, ветряных турбин и т.п. Для мобильных вариантов применения, источник заряда также может представлять собой энергосеть или возобновляемый источник энергии, которая во многих случаях обеспечивает подачу мощности в электрическое транспортное средство посредством зарядной станции, которая подает мощность постоянного тока, однофазного переменного тока или многофазного переменного тока.

[00174] Фиг. 11А и 11В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления трехфазной системы 100, выполненной с возможностью использования в мобильном варианте применения для того, чтобы подавать трехфазную мощность для мотора 1100, и имеющей модули 108IC-1 и 108IC-2 межсоединения, выполненные с возможностью подавать мощность во вспомогательные нагрузки 301 и 302. Система 100 включает в себя переключатель 1108-РА, расположенный между SIO1 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РА, переключатель 1108-РВ, расположенный между SIO2 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РВ, и переключатель 1108-РС, расположенный между SIO3 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РС. Каждый из переключателей 1108 является независимо управляемым посредством управляющего сигнала, применяемого по линиям управления посредством системы 102 управления (например, MCD 112) (например, фиг. 1А-1С) или внешнего устройства 104 управления (например, фиг. 1А, 1В, 1D, 1Е).

[00175] В этом и в других вариантах осуществления, описанных в данном документе, мотор 1100 может представлять собой электромотор, такой как электромотор с постоянными магнитами (PM), индукционный электромотор или коммутируемый реактивный электромотор (SRM). Хотя система 100 здесь и во многих нижеприведенных вариантах осуществления представляет собой трехфазную систему, имеющую IC-модули и вспомогательные нагрузки, предмет изобретения для заряда может аналогично применяться к вариантам осуществления, имеющим одну или более фаз с или без IC-модулей и вспомогательных нагрузок.

[00176] Переключатели 1108-РА, 1108-РВ и 1108-РС переключаемо соединяют трехфазные сигналы заряда из портов трехфазного зарядного разъема 1102 по линиям 1111 с их соответствующими фазовыми модульными матрицами (700-РА, 700-РВ и 700-РС). Зарядный разъем 1102 может соединяться с источником 150 заряда посредством зарядного разъема 1104 и кабеля 1106 источника заряда. Нейтральное соединение не

требуется для трехфазной зарядки. Переключатели 1108 предпочтительно представляют собой электромеханические переключатели, но также могут использоваться твердотельные реле (SSR). Электромеханические переключатели демонстрируют высокую надежность в поддержании катушек или обмоток мотора соединенными с модульными источниками энергии в случае, если мощность потеряна.

[00177] Система 100 также включает в себя схемы 1110-PA, 1110-PB и 1110-PC мониторинга, соединенные между переключателями 1108-PA, 1108-PB и 1108-PC и матрицами 700-PA, 700-PB и 700-PC, соответственно. Схемы 1110-PA, 1110-PB и 1110-PC мониторинга могут измерять любое одно или более из тока, напряжения и фазы сигналов, проходящих через узлы NPA, NPB и NPC, соответственно, и выводить эти измерения по линиям передачи данных (не показаны) в систему 102 управления для использования при управлении модулями 108 в ходе заряда и разряда.

[00178] На фиг. 11A, переключатели 1108 представляют собой двойные проводящие позиционные переключатели (например, однополюсный переключатель на два направления (SPDT)). Когда переключатели 1108 находятся в позиции 1, матрицы 700 соединяются с мотором 1100, и разъем 1102 отсоединяется и не снабжается питанием. Переключатели 1108 устанавливаются по умолчанию в позицию 1 в качестве нормальной позиции и предполагают эту позицию, когда управляющий сигнал не применяется. В случае потерь мощности или происшествия, в котором переключатели 1108 отсоединяются от управляющего сигнала, они могут возвращаться в позицию 1, с тем чтобы не оставлять катушки мотора несоединенными. Если управляющий сигнал (например, общий сигнал) применяется, то переключатели 1108 перемещаются в позицию 2 и соединяют разъем 1102 с матрицами 700. В позиции 2, система 100 может заряжаться через разъем 1102. Применение управляющего сигнала может происходить автоматически, когда система 100 обнаруживает физическое соединение разъема 1104 источника заряда с системным разъемом 1102 определения или обнаруживает присутствие многофазного напряжения в разьеме 1102. Применение управляющего сигнала также может преобразовываться и согласовываться при выключении мотора. Удаление управляющего сигнала, к примеру, после обнаружения разъединения разъема 1104 или отсутствия многофазного зарядного напряжения в разьеме 1102, инструктирует переключателям 1108 возвращаться в позицию 1.

[00179] В варианте осуществления по фиг. 11B, переключатели 1108 представляют собой двухпозиционные переключатели (например, переключатели, имеющие разомкнутое состояние и замкнутое состояние, такие как однополюсный переключатель на одно направление (SPST)), которые снова являются управляемыми посредством применения управляющего сигнала (не показан). Матрицы 700 постоянно соединяются с разъемом 1102 и в силу этого всегда снабжаются питанием, так что разъем 1102 имеет такую конфигурацию, в которой его внутренние проводники развязываются от пользовательского контакта. Например, проводники могут размещаться глубоко внутри зарядной розетки разъема 1102. Конструктивное решение разъема 1102 предпочтительно

является достаточным для того, чтобы предотвращать пользовательский контакт (например, удар или короткое замыкание) таким образом, что разъем 1102 может снабжаться питанием, даже когда мотор 1100 работает. Замкнутая позиция представляет собой позицию по умолчанию переключателей 1108 в этом варианте осуществления, чтобы поддерживать систему 100 соединенной с мотором 1102, поскольку повреждение мотора и/или преобразователей 202 может возникать, если переключатели 1108 размыкаются в ходе работы электромотора 1100. Применение управляющего сигнала инструктирует переключателям 1108 размыкаться, что отсоединяет модули 108 от мотора 1100 и разрешает зарядку через разъем 1102. Хотя три SPST-переключателя 1108 показаны здесь в вариантах осуществления с мотором 1100 с замкнутыми катушками, один из SPST-переключателей 1108 может опускаться, например, только два из трех SPST-переключателей 1108 могут присутствовать (для любых двух из фаз PA, PB, PC), поскольку ток не должен проходить через мотор 1100, когда две из трех катушек электрически отсоединяются. Третья катушка может оставаться электрически соединенной с системой 100 в ходе зарядки.

[00180] Фиг. 11С является блок-схемой последовательности операций способа, иллюстрирующей примерный вариант осуществления 1150 для зарядки, который является применимым к вариантам осуществления по фиг. 11А-11В, а также к другим вариантам осуществления, описанным в данном документе. На 1152, система 100 обнаруживает соединение источника 150 заряда с разъемом 1102. Как указано в данном документе, это может возникать в силу обнаружения, посредством системы 102 управления, физического контакта разъема 1104 источника заряда с системным разъемом 1102 определения или в силу считывания, посредством системы 100, напряжения сигнала заряда с помощью датчиков в разьеме 1102. На 1154, после обнаружения соединения источника 150 заряда, переключатели 1108 могут переключаться с позиций разряда на позиции заряда (например, на позицию 2 относительно фиг. 11А или на разомкнутое состояние относительно фиг. 11В).

[00181] На 1156, сигналы заряда, подаваемые посредством источника 150 заряда, отслеживаются посредством схемы 1110 мониторинга, и эта информация выводится в систему 102 управления. Фиг. 11D является графиком, иллюстрирующим трехфазные сигналы 1112-РА, 1112-РВ и 1112-РС заряда. На 1158, система 102 управления выводит управляющие сигналы в каждый модуль 108 системы 100, которые предписывают преобразователям 202 каждого модуля 108 переключаться на надлежащий заряд. Этапы 1156 и 1158 выполняются параллельно, чтобы предоставлять системе 102 управления непрерывную оценку напряжения, тока и/или фазы сигналов заряда при регулировании схемы переключения для каждого модуля 108, соответственно.

[00182] При переключении модулей 108 на этапе 1158, система 102 управления (например, MCD 112, LCD 114) формирует переключающие сигналы для каждого преобразователя 202 каждого модуля 108, как описано в другом месте в данном документе. Каждый преобразователь 202 может переключаться между первым

состоянием, которое представляет $+V_{DCL}$ в модульных портах 1 и 2 ввода-вывода, вторым состоянием, которое представляет $-V_{DCL}$ на портах 1 и 2, и третьим состоянием, в котором модуль обходится (закорачивается) и представляет нулевое напряжение на портах 1 и 2. Переключение может управляться таким образом, что каждый источник 206 энергии каждого модуля 108 может заряжаться на основе направления тока через каждую матрицу 700.

[00183] Система 102 управления может программироваться с возможностью управлять переключением каждого модуля 108, чтобы минимизировать искажение и смещение в матрице(ах) 700 каждой фазы. Это может достигаться посредством целеполагания касательно коэффициента мощности (PF) как равного или около единицы (единичного), согласно (1):

$$PF = \left(\frac{I_{1rms}}{I_{rms}} \right) \cos \theta ,$$

[00184] где I_{1rms} является среднеквадратическим значением фундаментального компонента тока в матрице 700 конкретной фазы (например, в матрице 700-PA), I_{rms} является среднеквадратическим значением суммы всех значительных гармоник тока ($I_1+I_2+I_3...$) конкретной фазы, и θ является фазовым углом между напряжением и током конкретной фазы. Чтобы достигать PF, равного или около единицы, система 102 управления может управлять переключением таким образом, что сумма токов каждой фазы (например, измеренная в NPA, NPВ, NPC) является равной нулю или близкой к нулю (например, в пределах порогового значения) в любой момент времени, и смещение (θ) между током и напряжением каждой фазы является равным нулю или близким к нулю (например, в пределах порогового значения) в любой момент времени.

[00185] Каждый модуль 108 может заряжаться одинаково до тех пор, пока предел или пороговое значение не достигается для этого отдельного модуля 108. Например, все модули 108 могут заряжаться одинаково (например, принимать идентичный агрегированный ток во времени) до тех пор, пока отдельный модуль 108 не достигает порогового значения заряда (например, 80% или 90% емкости), причем в это время зарядка этого модуля 108 замедляется до тех пор, пока все модули 108 не достигают сбалансированного или практически сбалансированного SOC-состояния, причем в это время модули 108 заряжаются одинаково до полного или надлежащего заряда.

[00186] Альтернативно, модули 108 с относительно меньшими уровнями SOC могут принимать относительно больший заряд в начале до тех пор, пока система 100 не достигает относительно сбалансированного SOC-состояния, причем в это время все модули 108 могут заряжаться таким образом, что система имеет относительно сбалансированное SOC-состояние в любой момент времени (например, все полностью функциональные модули 108 составляют в пределах 1% относительно других с точки зрения SOC). Этот подход имеет такое преимущество, что если зарядка прекращается до достижения емкости системы 100, то система 100 должна выходить из процесса заряда в относительно сбалансированном состоянии.

[00187] Возвращаясь к фиг. 11С, процесс 1150 заряда может продолжаться до 1160, когда модули 108 полностью (или надлежащим образом) заряжаются, или система 100 обнаруживает отсоединение источника 150 заряда, причем в этот момент переключатели 1108 могут переходить из своих позиций заряда обратно в позиции по умолчанию состояния разряда (например, в позицию один относительно фиг. 11А и в замкнутую позицию относительно фиг. 11В).

[00188] В вариантах осуществления, описанных в данном документе, система 102 управления может управлять переключением посредством формирования переключающих сигналов для каждого модуля 108 согласно PWM-технологии, к примеру, переключающих сигналов, описанных в данном документе, с использованием входящего сигнала заряда переменного тока (либо его представления) для каждой фазы в качестве формы опорного сигнала для соответствующей матрицы 700 или другого опорного уровня в случае зарядки постоянным током. Индексы модуляции для переключающей схемы каждого модуля 108 могут регулироваться таким образом, чтобы поддерживать коэффициент мощности равным или около единицы посредством избирательной зарядки и разрядки каждого модуля в течение различных продолжительностей. Зарядка также может выполняться при поддержании или целеполагании касательно сбалансированного состояния в одной или более рабочих характеристиках системы 100, как описано выше в данном документе. Индексы (M_i) модуляции также могут регулироваться таким образом, чтобы выполнять зарядку при целеполагании касательно относительно сбалансированной температуры для всех модулей и при акценте на зарядке для источников 206 энергии, имеющих относительно наименьшее SOC, посредством назначения этим модулям 108 относительно наибольших индексов модуляции.

[00189] Кроме того, для электрохимических аккумуляторных источников 206, длина импульсов заряда, прикладываемых к источникам 206 посредством преобразователя 202, может поддерживаться таким образом, что она имеет определенную длину, например, менее 5 миллисекунд, чтобы стимулировать возникновение реакции электрохимического накопления в гальванических элементах без возникновения значительных побочных реакций, которые могут приводить к ухудшению характеристик. Такие импульсы могут применяться с высокими значениями C-rate (мера заряда или разряда аккумуляторной батареи относительно её полной электрической ёмкости) (например, в 5C-15C и более), с тем чтобы обеспечивать быструю зарядку источников 206. Примеры таких технологий, которые могут использоваться со всеми вариантами осуществления, описанными в данном документе, описываются в международной заявке номер PCT/US20/35437, озаглавленной "Advanced Battery Charging on Modular Levels of Energy Storage Systems", которая содержится по ссылке в данном документе для всех целей.

[00190] В примерах по фиг. 11А-11В, модули 108IC-1 и 108IC-2 соединяются между собой, а также взаимно соединяются между матрицами 700 различных фаз. В ходе зарядки, части 604 переключения (например, см. фиг. 10Е) модулей 108IC могут

постоянно переключаться таким образом, что ток протекает либо через S7, либо через S8 при скважности импульсов 50-50. Источники 206 энергии модулей 108IC могут заряжаться посредством регулирования скважности импульсов каждой части 604 переключения в состояние, в котором агрегированный ток во времени через каждую часть 604 инструктирует источникам 206 этих модулей 108IC заряжаться. Альтернативно, части 604 переключения модулей 108IC могут переключаться только по мере необходимости для направления тока через модуль 108IC, например, чтобы управлять током при зарядке источника 206 модуля 108IC или управлять током без зарядки источника 206. Переключение модулей 108IC также может использоваться для того, чтобы минимизировать искажение и смещение в каждой матрице 700. Для всех вариантов осуществления, имеющих вспомогательные нагрузки, в ходе зарядки, система 102 управления может продолжать регулировать напряжение для вспомогательной нагрузки 302 через части 602A переключения (фиг. 10E), и в силу этого мощность может поддерживаться для вспомогательных систем при необходимости. В контексте электромобиля, это позволяет поддерживать мощность в бортовую сеть, дисплей и HVAC и т.д.

[00191] Хотя зарядка описывается со ссылкой на технологию PWM-управления, в альтернативных вариантах осуществления, может использоваться технология гистерезиса. Другие заказные технологии на основе PWM или гистерезиса также могут использоваться.

Примерные варианты осуществления зарядки постоянным током и однофазной зарядки с обходом мотора

[00192] Многофазные конфигурации системы 100 также могут заряжаться источником заряда постоянного тока или однофазного переменного тока. Фиг. 12A является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления трехфазной системы 100, сконфигурированной аналогично варианту осуществления по фиг. 11A, но со схемой 1200 маршрутизации, которая разрешает способность к зарядке постоянным током и/или однофазным переменным током в дополнение к способности к зарядке многофазным переменным током, при которой весь заряд может возникать таким способом, который обходит мотор 1100. Схема 1200 маршрутизации может соединяться между многофазным зарядным разъемом 1102 и трехфазными линиями 1111 заряда. Схема 1200 маршрутизации может иметь, по меньшей мере, один разъем 1202, который может принимать сигналы зарядки постоянным током (DC+ и DC-) и/или сигналы зарядки переменным током (линии переменного тока (L) и нейтрали (N)). Эти соединения могут совместно использоваться, как показано на фиг. 12A, либо могут быть отдельными, так что различные проводники используются для постоянного тока и однофазного переменного тока. Всевозможные конфигурации и типы схемы могут использоваться для схемы 1200 маршрутизации в зависимости от типа маршрутизируемого сигнала зарядки (постоянного тока или однофазного переменного тока) и того, предусматривает или нет вариант осуществления избирательное отсоединение зарядных разъемов 1102 и 1202 от системы 100. Примерные варианты осуществления схемы 1200 маршрутизации подробнее

описываются на фиг. 12В-21В.

[00193] Переключатели 1108 могут представлять собой часть одного узла 1250 переключения, который выполнен с возможностью проводить высокие токи, требуемые в течение фаз заряда и разряда. Узел может быть сконфигурирован как дискретное одно устройство или кожух. Узел 1250 может иметь один или более вводов для того, чтобы принимать сигналы управления переключением из системы 102 управления. В некоторых вариантах осуществления, схемы 1110 мониторинга могут интегрироваться в узле 1250, и управляющие сигналы в схемы 1110, а также выходы данных из схем 1110, могут маршрутизироваться через порты ввода-вывода узла 1250 в систему 102 управления.

[00194] Фиг. 12В является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления схемы 1200 маршрутизации, сконфигурированной с твердотельными (или полупроводниковыми) реле (SSR) с возможностью предоставлять способность к зарядке постоянным током посредством трехфазных линий 1111. Схема 1200 маршрутизации имеет порты 1201-1 и 1201-2 ввода-вывода, соединенные с разъемом 1202, порты 1204-РА, 1204-РВ и 1204-РС ввода-вывода, которые могут соединяться с линиями 1111 заряда для каждой фазы РА, РВ, РС. Схема 1200 маршрутизации может управляться таким образом, чтобы избирательно выводить каждый из сигналов DC+ и DC- на вводах 1201 в один или более из трех различных выводов 1204. Схема 1200 также включает в себя один или более портов 1206-1-1206-4 ввода-вывода для управляющих сигналов CS1-CS4, соответственно, которые управляют маршрутизацией каждого ввода 1201 в каждый вывод 1204. Управляющие сигналы CS1-CS4 могут формироваться и предоставляться посредством системы 102 управления (не показана).

[00195] Использование SSR развязывает систему 100 и EV от зарядного устройства постоянного тока, что обеспечивает вообще исключение или опускание дополнительной развязывающей схемы (например, высокочастотного трансформатора и инверторов) в зарядном устройстве постоянного тока. Это может упрощать реализацию зарядного устройства постоянного тока и существенно уменьшать затраты. В этом варианте осуществления, SSR-схема включает в себя четыре тиристора T1, T2, T3 и T4. Каждый тиристор может избирательно переводиться в проводящее (замкнутое) состояние однонаправленного тока или в непроводящее (разомкнутое) состояние посредством применения управляющего сигнала (CS1, CS2, CS3, CS4, соответственно) из системы 102 управления.

[00196] В течение фазы заряда, каждый из переключателей 1108 может переходить в позицию 2 заряда, либо, альтернативно, только переключатели 1108 заряжаемых матриц 700 могут переключаться в позицию 2, при этом переключатель 1108 любой не заряжаемой матрицы 700 остается в позиции 1. Таким образом, некоторая коммутация переключателей 1108 в течение фазы заряда может быть необходимой.

[00197] Чтобы заряжать модули 108 матриц 700-РА и 700-РВ (включающие в себя модули 108IC-1 и 108IC-2, которые соединяются параллельно), система 102 управления может переводить T1 и T3 в проводящие состояния посредством применения

управляющих сигналов CS1 и CS3, соответственно, и переводить T2 и T4 в непроводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS2 и CS4, соответственно. Ток проходит из порта 1201-1 DC+ через T1 в порт 1204-PA ввода-вывода, который соединяется с PA-линией 1111 из трехфазного зарядного разъема 1102. Ток обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-PA и через матрицу 700-PA. Каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PA может избирательно заряжаться, как описано в данном документе. Ток проходит через модуль 108IC-1 (например, переключатели S7 частей 604-PA и 604-PB или переключатели S8 частей 604-PA и 604-PB, как описано относительно фиг. 10E) и через матрицу 700-PB, и каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PB может избирательно заряжаться с учетом противоположного направления тока. Ток проходит через переключатель 1108-PB, в схему 1200 маршрутизации через порт 1204-PB ввода-вывода, затем через T3 и наружу через порт 1201-2 DC-.

[00198] Чтобы заряжать модули 108 матриц 700-PB и 700-PC (включающие в себя модули 108IC-1 и 108IC-2), система 102 управления может переводить T2 и T4 в проводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS2 и CS4, соответственно, и переводить T1 и T3 в непроводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS1 и CS3, соответственно. Ток проходит из порта 1201-1 DC+ через T2 в порт 1204-PB ввода-вывода, который соединяется с PB-линией 1111 из трехфазного зарядного разъема 1102. Ток обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-PB и через матрицу 700-PB. Каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PB может избирательно заряжаться, как описано в данном документе. Ток проходит через модуль 108IC-1, после этого через модуль 108IC-2 (например, с использованием переключателей S7 вместе или S8 вместе для частей 604-PB и 604-PC по фиг. 10E) и через матрицу 700-PC, и каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PC также может избирательно заряжаться с учетом противоположного направления тока. Ток проходит через переключатель 1108-PC и в схему 1200 маршрутизации через порт 1204-PC ввода-вывода, затем через T4 и выходит через порт 1201-2 DC-.

[00199] Чтобы заряжать модули 108 матриц 700-PA и 700-PC (включающие в себя модули 108IC-1 и 108IC-2), система 102 управления может переводить T1 и T4 в проводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS1 и CS4, соответственно, и переводить T2 и T3 в непроводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS2 и CS3, соответственно. Ток проходит из порта 1201-1 DC+ через T1 в порт 1204-PA ввода-вывода. Ток обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-PA и через матрицу 700-PA. Каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PA может избирательно заряжаться, как описано в данном документе. Ток проходит через модуль 108IC-1, затем модуль 108IC-2 (например, с использованием переключателей S7 вместе или S8 вместе для частей 604-PA и 604-PC по фиг. 10E) и через матрицу 700-PC, и каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PC также может избирательно заряжаться с учетом противоположного направления тока. Ток проходит через переключатель 1108-PC и в схему 1200 маршрутизации через порт 1204-PC ввода-

вывода, затем через T4 и выходит через порт 1201-2 DC-.

[00200] В каждом из вышеуказанных примеров, модуль 108IC-1 и взаимно соединенный модуль 108IC-2 могут заряжать свой источник(и) 206 энергии посредством маршрутизации входящего тока через источник(и) 206 посредством соответствующих комбинаций переключателей в частях 604-PA, 604-PB и 604-PC до вывода тока из модулей 108IC.

[00201] Фиг. 12C является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления схемы 1200 маршрутизации, сконфигурированной с твердотельными реле (SSR) с возможностью разрешать зарядку постоянным током и однофазным переменным током через разъем 1202. Разъем 1202 может либо соединяться с однофазным зарядным кабелем, в свою очередь соединенным с однофазным источником заряда, или либо он может соединяться с кабелем заряда постоянного тока, в свою очередь соединенным с источником заряда постоянного тока. В этом варианте осуществления, SSR-схема включает в себя четыре симистора TR1, TR2, TR3 и TR4. Каждый симистор может избирательно переводиться в проводящее (замкнутое) состояние двунаправленного тока или в непроводящее (разомкнутое) состояние посредством применения управляющего сигнала (CS1, CS2, CS3, CS4, соответственно) из системы 102 управления.

[00202] Для зарядки однофазным переменным током, схема 1200 маршрутизации может избирательно выводить каждый из AC(L)- и AC(N)-сигналов на портах 1201-1 и 1201-2 ввода-вывода, соответственно, в один или более из трех различных портов 1204-PA, 1204-PB и 1204-PC ввода-вывода, каждый из которых соединяется с различными линиями 1111 из трехфазного зарядного разъема 1102, которые, в свою очередь, соединяются с матрицами 700-PA, 700-PB и 700-PC. Для зарядки постоянным током, схема 1200 маршрутизации может аналогично избирательно выводить каждый из сигналов DC+ и DC- во вводах 1201 в один или более из трех портов 1204 ввода-вывода для предоставления в матрицы 700. Избирательная маршрутизация управляется посредством управляющих сигналов CS1-CS4, подаваемых посредством системы 102 управления и применяемых к одному или более управляющих вводов 1206-1-1206-4.

[00203] Симисторы могут допускать идентичные состояния при зарядке однофазным переменным током с тиристорами при зарядке постоянным током при зарядке идентичных пар матриц 700. Использование двунаправленных симисторов (или других двунаправленных SSR-устройств) позволяет направленности электрического тока изменяться, когда сигнал зарядки однофазным переменным током переходит между положительной и отрицательной полярностями. Независимо от того, представляет он собой зарядку постоянным током или однофазным переменным током в то время, когда сигнал является положительным, зарядка может выполняться способом, аналогичным способу по фиг. 12A-12B, за исключением симисторов TR1-TR4 вместо тиристоров T1-T4. Ток протекает в противоположном направлении, когда сигнал заряда однофазного переменного тока находится в отрицательной половине цикла, может выполняться следующим образом.

[00204] Чтобы заряжать модули 108 матриц 700-PA и 700-PB (включающие в себя модули 108IC-1 и 108IC-2), когда сигнал переменного тока является отрицательным, система 102 управления может переводить TR1 и TR3 в проводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS1 и CS3, соответственно, и переводить TR2 и TR4 в непроводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS2 и CS4, соответственно. Ток проходит из порта 1201-2 нейтрали (N) переменного тока через TR3 в порт 1204-PB ввода-вывода и из него обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-PB и через матрицу 700-PB. Каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PB может избирательно заряжаться, как описано в данном документе. Ток проходит через модуль 108IC-1 (например, с использованием переключателей S7 вместе или S8 вместе для частей 604-PA и 604-PB по фиг. 10E) и через матрицу 700-PA, и каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PA может избирательно заряжаться с учетом противоположного направления тока. Ток проходит через переключатель 1108-PA, в схему 1200 маршрутизации через порт 1204-PA ввода-вывода, затем через TR1 и наружу через порт 1201-1 линии переменного тока (L).

[00205] Чтобы заряжать модули 108 матриц 700-PB и 700-PC (включающие в себя модули 108IC-1 и 108IC-2), когда сигнал переменного тока является отрицательным, система 102 управления может переводить TR2 и TR4 в проводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS2 и CS4, соответственно, и переводить TR1 и TR3 в непроводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS1 и CS3, соответственно. Ток проходит из AC(N)-порта 1201-2 через TR4 в порт 1204-PC ввода-вывода, обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-PC и через матрицу 700-PC. Каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PC может избирательно заряжаться, как описано в данном документе. Ток проходит через модуль 108IC-2, и затем модуль 108IC-2 (например, с использованием переключателей S7 вместе или S8 вместе для частей 604-PB и 604-PC по фиг. 10E) и через матрицу 700-PB, и каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PB также может избирательно заряжаться с учетом противоположного направления тока. Ток проходит через переключатель 1108-PB и в схему 1200 маршрутизации через порт 1204-PB ввода-вывода, затем через TR2 и выходит через AC(L)-порт 1201-1.

[00206] Чтобы заряжать модули 108 матриц 700-PA и 700-PC (включающие в себя модули 108IC-1 и 108IC-2), когда сигнал переменного тока является отрицательным, система 102 управления может переводить TR1 и TR4 в проводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS1 и CS4, соответственно, и переводить TR2 и TR3 в непроводящие состояния посредством применения управляющих сигналов CS2 и CS3, соответственно. Ток проходит из AC(N)-порта 1201-2 через TR4 в порт 1204-PC ввода-вывода. Ток обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-PC и через матрицу 700-PA. Каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PC может избирательно заряжаться, как описано в данном документе. Ток проходит через модуль 108IC-2, и затем модуль 108IC-1 (например, с использованием переключателей S7 вместе

или S8 вместе для частей 604-PA и 604-PC по фиг. 10E) и через матрицу 700-PA, и каждый модуль 108-1 - 108-N матрицы 700-PA также может избирательно заряжаться с учетом противоположного направления тока. Ток проходит через переключатель 1108-PA и в схему 1200 маршрутизации через порт 1204-PA ввода-вывода, затем через TR1 и выходит через AC(L)-порт 1201-1.

[00207] Фиг. 12D является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления схемы 1200 маршрутизации, выполненной с возможностью разрешать зарядку постоянным током и однофазным переменным током с использованием комбинации тиристоров и диодов. Зарядка постоянным током обеспечивается посредством разъема 1202-1, соединенного с вводом 1201-1 DC+ и вводом 1201-2 DC-, причем эти сигналы маршрутизируются в трехфазные линии 1111 посредством секции 1241, имеющей тиристоры T1-T4, способом, аналогичным способу по фиг. 12B. (управляющие вводы 1206 не показаны). Зарядка однофазным переменным током обеспечивается посредством разъема 1202-2, соединенного с AC(L)-вводом 1201-3 и AC(N)-вводом 1201-4, причем эти сигналы маршрутизируются в линии 1111 посредством секции 1242, имеющей диоды D1-D4. Когда сигнал заряда переменного тока является положительным, диоды D2 и D4 включены, и D1 и D3 выключены, а когда сигнал переменного тока является отрицательным, диоды D1 и D3 включены, и D2 и D4 выключены. Сигнал переменного тока, представленный в секцию 1241, затем может маршрутизироваться требуемым образом в линии 1111. Диоды D1-D4 представляют собой диоды высокого напряжения, соответствующие напряжению, прикладываемому к портам 1201-1 и 1201-2 постоянного тока. Вариант осуществления по фиг. 12D обеспечивает снижение затрат посредством использования диодов D1-D4 в противоположность симисторам.

[00208] Использование конфигурации SPDT-переключателей по фиг. 11A и 12A приводит к автоматическому отсоединению и развязке зарядных разъемов 1102 и 1202, когда переключатели 1108 находятся в позиции 1 разряда. Аналогично, мотор 1100 автоматически отсоединяется и развязывается, когда переключатели 1108 находятся в позиции 2 заряда. При использовании SPST-переключателей 1108, например, в варианте осуществления по фиг. 11B, мотор 1100 отсоединяется в состоянии заряда. Тем не менее, зарядные разъемы остаются соединенными, когда переключатели 1108 замыкаются, и мотор 1100 соединяется для состояния разряда. Фиг. 13A-13D иллюстрируют примерные варианты осуществления с использованием SPST-переключателей 1108, имеющие возможность избирательно отсоединять зарядные разъемы в то время, когда мотор 1100 соединяется, и система 100 находится в состоянии разряда.

[00209] Фиг. 13A является блок-схемой, иллюстрирующей систему 100, сконфигурированную с SPST-переключателями 1108, аналогичными переключателям по фиг. 11B, но со схемой 1200 маршрутизации, которая разрешает зарядку постоянным током и/или однофазным переменным током в дополнение к зарядке многофазным переменным током при обходе мотора 1100. Аналогично фиг. 12A, в этом варианте

осуществления переключатели 1108 могут быть размещены в унифицированном устройстве-узле 1250 переключения. Фиг. 13В и 13С являются принципиальными схемами, иллюстрирующими дополнительные примерные варианты осуществления схемы 1200 маршрутизации, имеющей переключатели 1331-РА, 1331-РВ и 1331-РС, выполненные с возможностью избирательно отсоединять линии 1111-РА, 1111-РВ и 1111-РС, соединенные между матрицами 700-РА, 700-РВ и 700-РС и разъемом 1102. Переключатели 1331 в этом варианте осуществления сконфигурированы как электромеханические реле. Каждый из переключателей 1331 может управляться с помощью управляющих сигналов, принимаемых на портах 1206 ввода-вывода (управляющие соединения не показаны). Система 102 управления может формировать вывод управляющих сигналов в переключатели 1331. Хотя SPST-переключатели 1108 выполнены с возможностью устанавливаться по умолчанию в замкнутую позицию, чтобы поддерживать мотор 1100 соединенным с системой 100, переключатели 1331 выполнены с возможностью устанавливаться по умолчанию в разомкнутую позицию, чтобы поддерживать зарядные разъемы 1102 и 1202 отсоединенными от системы 100. Вариант осуществления по фиг. 13В в иных отношениях выполнен с возможностью работать аналогично варианту осуществления по фиг. 12С, при этом вариант осуществления по фиг. 13С в иных отношениях выполнен с возможностью работать аналогично варианту осуществления по фиг. 12D. Вариант осуществления по фиг. 12В также может использоваться, если переключатели 1331 включаются в схему 1200.

[00210] Фиг. 13D является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления, аналогичный варианту осуществления по фиг. 13А, но с переключателями 1331, перемещенными из схемы 1200 маршрутизации в узел 1250 переключения. В этом варианте осуществления, схема 1200 маршрутизации может быть сконфигурирована аналогично схеме 1200 маршрутизации по фиг. 12В, 12С или 12D.

[00211] Фиг. 13Е-13Н являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления схемы 1200 маршрутизации для использования с вариантом осуществления по фиг. 13А, в котором переключатели 1331 сконфигурированы как симисторы, имеющие относительно меньшие затраты и более высокую скорость переключения, чем электромеханические реле. Хотя эти варианты осуществления иллюстрируют использование симисторов, другие SSR-типы могут использоваться. В каждом из этих вариантов осуществления, управляемые симисторы и тиристоры могут управляться посредством управляющих сигналов, сформированных и предоставленных посредством системы 102 управления. Для простоты иллюстрации, линии управления и порты управления для маршрутизации этих управляющих сигналов в каждый из управляемых тиристоров и симисторов не показаны. На фиг. 13Е, переключатели 1331 в форме симисторов TR1-TR3 позиционируются между тиристорной секцией 1241 и трехфазным разъемом 1102. В другом варианте осуществления, симисторы TR1-TR3 могут позиционироваться на противоположной стороне (матриц) соединений секции 1241. В еще одном другом варианте осуществления, симисторы TR1-TR3 могут

позиционироваться в узле 1250 переключения, аналогично варианту осуществления по фиг. 13D (и использоваться со схемой 1200 маршрутизации по фиг. 12B-12D).

[00212] Фиг. 13F иллюстрирует другой примерный вариант осуществления, в котором число компонентов из варианта осуществления по фиг. 13E уменьшено посредством консолидации и переконфигурирования, при поддержании идентичной функциональности. Здесь, секция 1242, в общем, остается идентичной и соединяется с линиями 1111-РА и 1111-РС между секцией 1334 и разъемом 1102. Сигналы заряда постоянного тока вводятся в многофазный зарядный разъем 1102, с вводом сигнала DC+ в контактный РА-вывод и вводом сигнала DC- в контактный РС-вывод. Секция 1334 включает в себя симистор на каждой из линий 1111 с тиристором T1, соединенным между сторонами матриц симисторов TR1 и TR2, и тиристором T2, соединенным между сторонами матриц симисторов TR2 и TR3. Чтобы заряжать матрицы 700-РА и РВ, симисторы TR1 и TR3 и тиристор T2 размыкаются, и симистор TR2 и тиристор T1 замыкаются. Чтобы заряжать матрицы 700-РВ и РС, симисторы TR1 и TR3 и тиристор T1 размыкаются, и симистор TR2 и тиристор T2 замыкаются. Чтобы заряжать матрицы 700-РА и РС, симисторы TR1 и TR3 размыкаются, и симистор TR2 и тиристоры T1 и T2 замыкаются.

[00213] Фиг. 13G иллюстрирует вариант осуществления, в котором конфигурация с двумя симисторами (постоянного тока и однофазного переменного тока) по фиг. 12C соединяется с линиями 1111, и переключатели 1331 в форме симисторов TR1-TR3 позиционируются между этими соединениями и разъемом 1102. Фиг. 13H иллюстрирует другой примерный вариант осуществления, в котором число компонентов из варианта осуществления по фиг. 13G уменьшено посредством консолидации и переконфигурирования, при поддержании идентичной функциональности. Здесь, симистор TR4 соединяется между сторонами матриц симисторов TR1 и TR2, и симистор TR5 соединяется между сторонами матриц симисторов TR2 и TR3. Чтобы заряжать матрицы 700-РА и РВ, симисторы TR1, TR3 и TR5 размыкаются, и симисторы TR2 и TR4 замыкаются. Чтобы заряжать матрицы 700-РВ и РС, симисторы TR1, TR3 и TR4 размыкаются, и симисторы TR2 и TR5 замыкаются. Чтобы заряжать матрицы 700-РА и РС, симисторы TR1 и TR3 размыкаются, и симисторы TR2, TR4 и TR5 замыкаются.

[00214] В вариантах осуществления, описанных в данном документе, разъем 1202, независимо от того, сконфигурирован он только для постоянного тока, только для однофазного переменного тока, либо и для того, и для другого, может представлять собой отдельный и дискретный разъем по отношению к разъему трехфазного зарядного разъема 1102, либо разъемы 1102 и 1202 могут комбинироваться в одном местоположении на EV.

[00215] Различные подходы могут использоваться для того, чтобы заряжать каждую пару матриц 700. В одном примерном варианте осуществления, при зарядке матриц 700-РА и РВ, зарядка может выполняться до тех пор, пока обе матрицы 700 не достигают требуемого уровня или порогового значения (например, 50%). После этого, при зарядке матриц 700-РВ и РС, зарядка может выполняться до тех пор, пока матрица 700-РВ

не достигает 100%, и матрица 700-РС не достигает 50%. После этого, при зарядке матриц 700-РА и РС, зарядка может выполняться до тех пор, пока обе матрицы 700 не достигают 100%. В другом примерном варианте осуществления, схема 1200 маршрутизации, переключатели 1108 и модули 108 каждой матрицы 700 могут управляться и циклически повторяться, чтобы дозаряжать все матрицы 700 относительно в унисон (например, модули матрицы 700-РА заряжаются на один или более процентов, и затем модули матрицы 700-РВ заряжаются на один или более процентов, после этого модули матрицы 700-РС заряжаются на один или более процентов, и процесс может повторяться до тех пор, пока все модули не заряжены полностью). В зарядке однофазным переменным током, переключение может возникать быстро таким образом, что каждая матрица 700-РА - 700-РС заряжается один или более раз в течение положительной половины цикла и заряжается снова один или более раз в течение отрицательной половины цикла.

Примерные варианты осуществления параллельной зарядки матриц с обходом мотора

[00216] В некоторых вариантах осуществления может быть желательным заряжать матрицы 700 параллельно, например, в вариантах осуществления, в которых параллельные матрицы используются для того, чтобы формировать большие токи, либо в вариантах осуществления, имеющих больше присутствующих фазовых матриц 700, чем сигналов зарядки переменным током. Фиг. 14 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, имеющей две подсистемы 1000-1 и 1000-2, размещенные аналогично варианту осуществления по фиг. 10С. Переключатели 1108 сконфигурированы как SPDT-переключатели. Здесь, каждая подсистема 1000-1 и 1000-2 снабжает мощностью различный мотор 1100-1 и 1100-2. Система 100 может быть выполнена с возможностью заряжаться сигналами заряда постоянного тока, сигналами заряда однофазного переменного тока и/или многофазными сигналами заряда в зависимости от конфигурации схемы 1200 маршрутизации (либо ее отсутствия). Схема 1200 соединяется с многофазными линиями 1111, которые разбиваются с возможностью соединиться с узлами 1250-1 и 1250-2 переключения таким образом, что подсистемы 1000-1 и 1000-2 заряжаются параллельно. Например, ток, вводимый в матрицы 700-РА и 700-РD, может заряжать эти модули параллельно с комбинированием тока в модуле 108IC-1, и это может возникать для матриц 700-РВ и 700-РЕ и модуля 108IC-2, а также для матриц 700-РС и 700-РF и модуля 108IC-3. Схема маршрутизации в этом варианте осуществления может быть сконфигурирована в соответствии с вариантами осуществления по фиг. 12В-12D или иным образом.

[00217] Фиг. 15А является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления системы 100 с двумя подсистемами 1000 для подачи мощности в два мотора 1100. Здесь, переключатели 1108 сконфигурированы как SPST-переключатели в узлах 1250-1 и 1250-2 переключения, которые также включают в себя переключатели 1331-1 и 1331-2, соответственно. Переключатели 1331-1 и 1331-2 сконфигурированы как электромеханические реле и замыкаются в ходе зарядки и размыкаются снова в ходе

работы. Схема 1200 маршрутизации может быть сконфигурирована в соответствии с вариантами осуществления по фиг. 12В-12D или иным образом.

[00218] Фиг. 15В является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления системы 100 с двумя подсистемами 1000 для подачи мощности в два мотора 1100. Переключатели 1108 снова конфигурируются в качестве SPST-переключателей в узлах 1250-1 и 1250-2 переключения, но переключатели 1331-1 и 1331-2 позиционируются внутри схемы 1200 маршрутизации, как описано относительно фиг. 15С-15D. Фиг. 15С и 15D являются принципиальными схемами, иллюстрирующими схему 1200 маршрутизации, сконфигурированную аналогично фиг. 13В и 13С, соответственно, но с трехфазными линиями 1111, разбитыми с возможностью питать отдельные группы переключателей 1331-1 и 1331-2. Схема 1200 маршрутизации справа от разбиения также может быть сконфигурирована в соответствии с вариантом осуществления по фиг. 12В для зарядки постоянным током и многофазной зарядки.

[00219] Варианты осуществления по фиг. 15А-15В также могут реализовываться с переключателями 1331, сконфигурированными в качестве SSR-устройств, такими как симисторы или другие. Фиг. 15Е является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления, аналогичный варианту осуществления по фиг. 15А, но с переключателями 1331-1 и 1331-2, сконфигурированными в качестве симисторов. Схема 1200 маршрутизации может быть сконфигурирована в соответствии с вариантами осуществления по фиг. 12В-12D или иным образом. В вариантах осуществления по фиг. 15А, 15В и 15Е, схема 1200 маршрутизации и разъем 1202 могут опускаться, если желательно иметь возможность только многофазного заряда.

[00220] Фиг. 15F является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления, аналогичный варианту осуществления по фиг. 15В, но с переключателями 1331-1 и 1331-2, сконфигурированными в качестве симисторов. Фиг. 15G и 15H являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления схемы 1200 маршрутизации для работы с вариантом осуществления по фиг. 15F. Варианты осуществления по фиг. 15G и 15H являются аналогичными вариантам осуществления по фиг. 15С и 15D, соответственно, но с отдельными группами переключателей 1331-1 и 1331-2, реализованными в качестве симисторов. Схема 1200 маршрутизации справа от разбиения также может быть сконфигурирована в соответствии с вариантом осуществления по фиг. 12В для зарядки постоянным током и многофазной зарядки.

[00221] Фиг. 15H-15I являются принципиальными схемами, иллюстрирующими дополнительные примерные варианты осуществления схемы 1200 маршрутизации, выполненной с возможностью использования с вариантом осуществления по фиг. 15В. На фиг. 15H, компоновка симисторов по фиг. 12С соединяется с трехфазными линиями 1111 в узлах X, Y и Z. Три симистора TR5, TR6 и TR7 позиционируются на линиях 1111-PA, 1111-PB и 1111-PC между узлами X, Y, Z и разъемом 1102. Линии 1111 разбиваются с возможностью формировать вторую группу линий 1111-PD, 1111-PE и 1111-PF, имеющих

симисторы TR8, TR9, TR10, позиционированные на них. В ходе работы мотора либо зарядки постоянным током или однофазным переменным током, разъем 1102 может развязываться посредством размыкания симисторов TR5-TR7. В ходе работы мотора, две группы линий 1111 могут отсоединяться посредством размыкания симисторов TR8-TR10. В ходе многофазной зарядки, симисторы TR5-TR10 замыкаются, и симисторы TR1-TR4 размыкаются. В ходе зарядки постоянным током и однофазным переменным током, симисторы TR8-TR10 замыкаются.

[00222] Фиг. 15I иллюстрирует другой примерный вариант осуществления, в котором число компонентов из варианта осуществления по фиг. 15H уменьшено посредством консолидации и переконфигурирования, при поддержании аналогичной функциональности. Этот вариант осуществления имеет SSR-конфигурацию 1510, аналогичную SSR-конфигурации по фиг. 13H. Аналогично варианту осуществления по фиг. 15H, линии 1111-PD, 1111-PE и 1111-PF имеют симисторы TR8-TR10, чтобы отсоединять параллельные соединения в ходе работы мотора.

[00223] Фиг. 15J-15K являются принципиальными схемами, иллюстрирующими дополнительные примерные варианты осуществления схемы 1200 маршрутизации, выполненной с возможностью использования с вариантом осуществления по фиг. 15B. На фиг. 15J, компоновка симисторов по фиг. 12D соединяется с трехфазными линиями 1111 в узлах X, Y и Z. Три симистора TR5, TR6 и TR7 позиционируются на линиях 1111-PA, 1111-PB и 1111-PC между узлами X, Y, Z и разъемом 1102. Линии 1111 разбиваются с возможностью формировать вторую группу линий 1111-PD, 1111-PE и 1111-PF, имеющих симисторы TR8, TR9, TR10, позиционированные на них. В ходе работы мотора либо зарядки постоянным током или однофазным переменным током, разъем 1102 может развязываться посредством размыкания симисторов TR5-TR7. В ходе работы мотора, две группы линий 1111 могут отсоединяться посредством размыкания симисторов TR8-TR10. В ходе многофазной зарядки, симисторы TR5-TR10 замыкаются, и тиристоры T1-T4 размыкаются. В ходе зарядки постоянным током и однофазным переменным током, симисторы TR8-TR10 замыкаются.

[00224] Фиг. 15K иллюстрирует другой примерный вариант осуществления, в котором число компонентов из варианта осуществления по фиг. 15J уменьшено посредством консолидации и переконфигурирования, при поддержании аналогичной функциональности. Этот вариант осуществления имеет SSR-конфигурацию 1334 по фиг. 13F. Диодная конфигурация 1242 соединяется между конфигурацией 1334 и разъемом 1102, который выступает в качестве многофазного зарядного разъема и зарядного разъема постоянного тока. Аналогично варианту осуществления по фиг. 15H, линии 1111-PD, 1111-PE и 1111-PF имеют симисторы TR8-TR10, чтобы отсоединять параллельные соединения в ходе работы мотора. В ходе работы мотора, разъемы 1102 и 1202 могут развязываться посредством размыкания симисторов TR1-TR3. В ходе работы мотора, две группы линий 1111 могут отсоединяться посредством размыкания симисторов TR8-TR10. В ходе многофазной зарядки, симисторы TR1-TR3 и TR8-TR10 замыкаются, и тиристоры

T1-T2 размыкаются. В ходе зарядки постоянным током и однофазным переменным током, симисторы TR8-TR10 замыкаются, и конфигурация 1334 работает аналогично конфигурации, описанной относительно фиг. 13F.

[00225] Система 100 имеет высокомасштабируемую и адаптируемую конфигурацию, которая обеспечивает множество различных реализаций для того, чтобы снабжать мощностью варианты применения, имеющие широкий охват требований по напряжению и количества нагрузок. Требования по напряжению могут варьироваться от вариантов применения с использованием низкого напряжения (например, электрических скутеров и т.д.) порядка сотен Вт до промышленных вариантов применения высокого напряжения (например, электросетей, исследований в области термоядерного синтеза и т.д.) порядка мегаватт и выше. Число нагрузок может варьироваться, и эти нагрузки могут снабжаться мощностью посредством подсистем 1000, которые взаимно соединяются посредством одного или более модулей 108IC и под управлением общей системы 102 управления. Альтернативно, каждая подсистема 1000 может находиться под управлением отдельной системы 102 управления, причем каждая система 102 управления сопрягается непосредственно с контроллером для мотора. Масштабируемость и адаптируемость системы 100 применяется как к стационарным вариантам применения, так и к мобильным вариантам применения. В качестве упрощения иллюстрации, многие нижеприведенные варианты осуществления снова описываются относительно мобильных вариантов применения, в частности, различных вариантов осуществления автомобильных EV, хотя и не ограничены ими.

[00226] Примерные варианты осуществления могут использоваться с традиционными автомобильными EV, имеющими один мотор и одну или более ассоциированных подсистем 1000 (например, аккумуляторных блоков). Примерные варианты осуществления также могут использоваться с автомобильными EV, имеющими два или более моторов, ассоциированных с одной подсистемой 1000, либо два или более моторов, каждый из которых имеет одну или более подсистем 1000, ассоциированных с ним. Моторы могут представлять собой традиционные моторы, смонтированные в кузове транспортного средства, которые переносят мощность в колеса посредством силовой передачи или приводной передачи. Моторы альтернативно могут представлять собой встроенные в колесо электромоторы, которые снабжают мощностью движение колес непосредственно без силовой передачи (или приводной передачи). EV может иметь встроенный в колесо электромотор для каждого колеса на транспортном средстве (например, 2, 3, 4, 5, 6 или больше) или может иметь встроенные в колесо электромоторы для только некоторых колес на транспортном средстве. Если несколько моторов присутствуют, может использоваться комбинация подходов, например, встроенные в колесо электромоторы для передних колес EV и традиционный встроенный в кузов мотор и силовая передача для задних колес или наоборот.

[00227] Настоящий предмет изобретения обеспечивает возможность для различных подсистем 1000 предоставлять мощность для моторов, имеющих различные требования по

напряжению. Например, одно четырехколесное EV может иметь первый мотор для снабжения мощностью передних колес и второй мотор для снабжения мощностью задних колес. Первый мотор может работать с другим напряжением по сравнению с задним мотором. Альтернативно, EV может иметь один мотор для каждого переднего колеса и один мотор для обоих задних колес, причем моторы для передних колес имеют другие требования по напряжению по сравнению с мотором для задних колес. Альтернативно, EV может иметь один мотор для передних колес и два мотора для задних колес, при этом моторы для задних колес имеют другие требования по напряжению по сравнению с мотором для передних колес. Еще дополнительно, каждое колесо может иметь собственный мотор, при этом моторы для передних колес имеют требование по напряжению, которое отличается от требования по напряжению моторов для задних колес. Такие переменные комбинации также применяются к многомоторным EV, имеющим два, три, пять, шесть или более колес.

[00228] Мотор, имеющий относительно низкое требование по напряжению, например, номинальное межлинейное пиковое напряжение в 300-400 В, может иметь подсистему 1000 с относительно меньшим количеством модулей, чем вариант применения с использованием более высокого напряжения. Альтернативно или помимо этого, каждый модуль может иметь более низкое номинальное напряжение, чем модули для варианта применения с использованием более высокого напряжения. Например, мотор, имеющий относительно умеренное требование по напряжению, которое выше низкого требования по напряжению, например, номинальное межлинейное пиковое напряжение в 400-700 В, может иметь подсистему 1000 с относительно большим количеством модулей в расчете на матрицу, чем подсистема 1000 с использованием низкого напряжения, и/или эти модули могут иметь идентичное или более высокое номинальное напряжение, чем модули для варианта применения с использованием низкого напряжения. В качестве дополнительного примера, мотор, имеющий относительно высокое требование по напряжению, превышающее низкие и/или умеренные требования по напряжению, например, номинальное межлинейное пиковое напряжение в 700-800 В, может иметь подсистему 1000 с относительно большим количеством модулей в расчете на матрицу, чем подсистемы 1000 с использованием низкого напряжения и умеренного напряжения, и/или номинальные напряжения этих модулей могут быть относительно выше напряжений подсистем 1000 с использованием низкого напряжения или умеренного напряжения. Конечно, все подсистемы 1000 могут быть сконфигурированы с идентичным числом модулей, и только номинальное напряжение модулей может варьироваться, или все подсистемы 1000 могут быть сконфигурированы с модулями, имеющими идентичное номинальное напряжение, но с различными числами модулей в расчете на матрицу.

[00229] Настоящий предмет изобретения также предоставляет возможность использовать источники энергии, имеющие различные типы (например, различный электрохимический состав, различную физическую структуру и т.д.). Например, одна или более первых подсистем 1000 в многомоторном EV могут иметь модули 108 с

аккумуляторами первого типа, и одна или более вторых подсистем 1000 в многомоторном EV могут иметь модули 108 с аккумуляторами второго типа. Если модули 108IC межсоединения присутствуют, то эти модули 108IC могут иметь аккумуляторы третьего типа, отличающегося от первого и второго типов. Если одна или более подсистем имеют модули 108B с несколькими источниками энергии в расчете на модуль, то еще дополнительные комбинации могут осуществляться на практике, к примеру, комбинации, в которых (a) одна или более первых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, и одна или более вторых подсистем имеют только один источник энергии в расчете на модуль, (b) одна или более первых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, включающих в себя первичный источник энергии первого типа и вторичный источник энергии второго типа, и одна или более вторых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, включающих в себя первичный источник энергии идентичного первого типа и вторичный источник энергии третьего типа, отличающегося от первого и второго типов, (c) одна или более первых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, включающих в себя первичный источник энергии первого типа и вторичный источник энергии второго типа, и одна или более вторых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, включающих в себя первичный источник энергии третьего типа, отличающегося от первого и второго типов, и вторичный источник энергии идентичного второго типа, либо (d) одна или более первых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, и одна или более вторых подсистем имеют несколько источников энергии в расчете на модуль, и типы источников энергии в одной или более первых подсистем отличаются от типов источников энергии в одной или более вторых подсистем.

[00230] Источники энергии, имеющие различные типы, могут проявляться с точки зрения рабочих характеристик этих источников энергии. Например, аккумуляторные источники энергии различных типов могут иметь различные номинальные напряжения, различные значения C-rate, различные плотности энергии, различные емкости, каждая из которых может варьироваться по температуре, состоянию заряда или использованию (например, числу циклов). Примеры типов аккумуляторов включают в себя твердотельные аккумуляторы, жидкие гальваностереотипные аккумуляторы, жидкофазные аккумуляторы, а также проточные аккумуляторы, к примеру, литий-металлические аккумуляторы, литий-ионные аккумуляторы, литий-воздушные аккумуляторы, натрий-ионные аккумуляторы, калий-ионные аккумуляторы, магний-ионные аккумуляторы, щелочные аккумуляторы, никель-металлогидридные аккумуляторы, никель-сульфатные аккумуляторы, свинцово-кислотные аккумуляторы, цинк-воздушные аккумуляторы и т.п. Некоторые примеры типов литий-ионных аккумуляторов включают в себя оксид лития и кобальта (LCO), оксид лития и марганца (LMO), оксид лития, никеля, марганца и кобальта (NMC), фосфат лития и железа (LFP), оксид лития, никеля, алюминия и кобальта (NCA) и титанат лития (LTO).

[00231] Настоящий предмет изобретения предоставляет возможность для различных модулей 108, подсистем 1000 и систем 100 иметь источники энергии различных типов, в частности, различные типы аккумуляторов. Одна или более первых подсистем в EV могут включать в себя модули, имеющие источник энергии первого типа, и одна или более вторых подсистем в EV могут включать в себя модули, имеющие источник энергии второго типа, отличающегося от первого типа, причем два типа отличаются относительно, по меньшей мере, двух рабочих характеристик. Аккумулятор первого типа может иметь первую рабочую характеристику (например, номинальное напряжение, C-rate, плотность энергии или емкость), которая относительно превышает идентичную первую рабочую характеристику аккумулятора другого второго типа, и аккумулятор второго типа может иметь другую вторую рабочую характеристику (например, номинальное напряжение, C-rate, плотность энергии или емкость), которая относительно превышает идентичную вторую рабочую характеристику аккумулятора первого типа. Например, EV может иметь источники энергии первого типа и источники энергии второго типа, причем первый тип (например, LFP) предоставляет относительно высокое значение C-rate и относительно низкую плотность энергии (или емкость), что обеспечивает его большую пригодность для рабочих характеристик ускорения, тогда как второй тип (например, NMC) предоставляет относительно низкое значение C-rate и относительно высокую плотность энергии (или емкость), что обеспечивает его большую пригодность для вождения на шоссе.

[00232] Таким образом, типы аккумуляторов могут смешиваться, чтобы достигать превосходной производительности относительно различных рабочих характеристик. Объем использования различных типов может реализовываться в одном модуле (например, в первичном источнике 206А первого типа и во вторичном источнике 206В второго типа), между различными модулями идентичной одной подсистемы 1000 или системы 100 (например, между одним или более модулей 108, имеющих источник 206 энергии первого типа, и одним или более модулей 108, имеющих источник 206 энергии второго типа) и/или между подсистемами 1000 или системами 100 (например, между первой подсистемой, имеющей модули, которые имеют источник энергии первого типа, и второй подсистемой, имеющей модули, которые имеют источник энергии второго типа).

[00233] Эти варьирования допустимой нагрузки по напряжению (например, низкая, умеренная, высокая) и типа источника энергии могут применяться ко всем вариантам осуществления, описанным в данном документе. Эти варьирования, в частности, являются применимыми к вариантам осуществления, имеющим две или более отдельных подсистемы 1000, чтобы снабжать мощностью несколько моторов 1100, к примеру, электромоторы, описанные относительно фиг. 10С, 14, 15А, 15В, 15Е и 16А-18В. При зарядке подсистем, имеющих различную допустимую нагрузку по напряжению, каждая подсистема может заряжаться независимо посредством выделенного порта заряда и зарядного кабеля (из выделенного источника заряда или совместно используемого источника заряда), или подсистемы могут заряжаться параллельно из идентичного

зарядного кабеля и разъема, к примеру, в параллельных конфигурациях, описанных относительно фиг. 14, 15А, 15В и 15Е (и в другом месте). При зарядке по любому из вариантов осуществления, описанных в данном документе, при необходимости сохранять достаточный допустимый запас для того, чтобы выполнять балансировку во время процесса заряда, предпочтительно, если доступное напряжение источника заряда (например, пиковое межлинейное напряжение для зарядки переменным током) меньше общей суммы текущих напряжений источников 206, заряжаемых в любой данный момент времени.

[00234] Фиг. 16А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, имеющей три подсистемы 1000-1, 1000-2, 1000-3 для снабжения мощностью трех моторов 1100-1, 1100-2 и 1100-3, соответственно. В этом примере, моторы 1100-1 и 1100-2 ассоциируются с различными передними колесами четырехколесного EV и имеют умеренные требования по напряжению, тогда как мотор 1100-3 ассоциирован с двумя задними колесами EV и имеет относительно более высокое требование по напряжению, чем моторы 1100-1 и 1100-2. Матрицы 700 подсистем 1000-1 и 1000-2 могут иметь N модулей 108, как показано, и значение N для двух подсистем предпочтительно является идентичным. Матрицы 700 подсистемы 1000-3 могут иметь M модулей 108, что может составлять любое целое число в два или более. Матрицы 700 подсистемы 1000-3 выполнены с возможностью формировать относительно большее напряжение, чем матрицы 700 подсистем 1000-1 и 1000-2, и в силу этого подсистема 1000-3 во многих случаях должна иметь большее количество модулей 108, чем подсистемы 1000-1 и 1000-2. В конкретных других вариантах осуществления, число модулей может быть согласованным между подсистемами, например, если каждый модуль 108 подсистемы 1000-3 допускает формирование большего напряжения, чем модули 108 подсистем 1000-1 и 1000-2, к примеру, посредством использования типа аккумулятора, имеющего большее номинальное напряжение, либо посредством включения нескольких источников 206 энергии внутри каждого модуля 108 подсистемы 1000-3.

[00235] Три модуля 108IC-1, 108IC-2 и 108IC-3 межсоединения присутствуют, и каждый из них включает в себя три части 604 переключения для соединения с тремя различными матрицами 700. Каждый модуль 108IC соединяется с тремя матрицами 700 одной подсистемы, причем модуль 108IC-1 соединяется с матрицами 700-PA, PB, PC подсистемы 1000-1, модуль 108IC-2 соединяется с матрицами 700-PD, PE, PF подсистемы 1000-2, и модуль 108IC-3 соединяется с матрицами 700-PG, PH, PI подсистемы 1000-3. В этом варианте осуществления, каждая подсистема 1000 может находиться под управлением отдельной системы 102 управления, которая сопрягается с ассоциированным мотором 1100 этой подсистемы. Модули 108IC взаимно соединяются, чтобы предоставлять мощность для вспомогательных нагрузок 301 и 302.

[00236] В альтернативном варианте осуществления, каждый модуль 108IC может соединяться, по меньшей мере, с двумя различными подсистемами 1000. Например, модуль 108IC-1 может соединяться с матрицами 700-PA и 700-PB подсистемы 1000-1 и

матрицей 700-PG подсистемы 1000-3. Модуль 108IC-2 может соединяться с матрицей 700-PC подсистемы 1000-1, матрицей 700-PD подсистемы 1000-2 и матрицей 700-PH подсистемы 1000-3. Модуль 108IC-3 может соединяться с матрицами 700-PE и 700-PF подсистемы 1000-2 и матрицей 700-PI подсистемы 1000-3. В этом альтернативном варианте осуществления, подсистемы 1000 могут находиться под управлением общей системы 102 управления, которая сопрягается с контроллерами для всех трех моторов 1100, а также собирает информацию состояния каждой подсистемы 1000 и выполнена с возможностью выполнять межматричную балансировку между подсистемами 1000.

[00237] На фиг. 16А, линии 1111-1 соединяются с переключателями 1108 в узле 1250-1 переключения. Дополнительный набор переключателей 1602 включается в линии 1111-1 между подсистемами 1000-1 и 1000-2. Эти переключатели 1602 могут представлять собой SPST-переключатели (либо электромеханические реле, либо SSR), установленные по умолчанию в разомкнутое состояние таким образом, что моторы 1100-1 и 1100-2 отсоединяются в ходе работы. Переключатели 1602 могут замыкаться для зарядки под управлением релевантной системы 102. Линии управления не показаны. Переключатели 1108 представляют собой SPDT-переключатели, и подход на основе параллельной зарядки, описанный относительно фиг. 14, может использоваться для того, чтобы заряжать эти варианты осуществления.

[00238] Фиг. 16В является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления трехмоторной топологии, в котором моторы 1100-1 и 1100-2 выполнены с возможностью многофазной зарядки из первого зарядного разъема 1102-1, и мотор 1100-3 выполнен с возможностью многофазной зарядки из второго зарядного разъема 1102-2. В этом варианте осуществления, различные многофазные зарядные напряжения могут прикладываться к каждому разъему таким образом, что подсистема 1000-3 с использованием относительно высокого напряжения может заряжаться сигналом заряда более высокого напряжения, чем подсистемы 1000-1 и 1000-2 с использованием относительно меньшего напряжения.

[00239] Фиг. 16С является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления, в котором разъем 1102 единичного заряда может использоваться, и многофазный сигнал заряда высокого напряжения может передаваться непосредственно в подсистему 1000-3 по линиям 1604, и сигналы заряда переменного тока меньшего напряжения могут формироваться посредством трехфазного трансформатора 1610 и подаваться в подсистемы 1000-1 и 1000-2 через линии 1606.

[00240] Каждый из вариантов осуществления по фиг. 16А-16С может быть сконфигурирован как четырехмоторная система 100. Фиг. 17 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, имеющей четыре мотора 1100 каждый из которых имеет ассоциированную подсистему 1000. В этом варианте осуществления, подсистема 1000-1 имеет три IC-модуля 108IC-1-108IC-3, и подсистема 1000-2 имеет три IC-модуля 108IC-4-108IC-6. Каждый модуль 108IC-1-108IC-3 имеет две части 604 переключения (не показаны) для соединения с матрицей 700

подсистемы 1000-1 и матрицей 700 подсистемы 1000-3, и каждый модуль 108IC-4 через 108IC-6 имеет две части 604 переключения (не показаны) для соединения с матрицей 700 подсистемы 1000-2 и матрицей 700 подсистемы 1000-4. Этот вариант осуществления может реализовываться под управлением одной системы 102 управления (не показана), выполненной с возможностью выполнять балансировку между и в подсистемах 1000. Альтернативно, этот четырехмоторный вариант осуществления может реализовываться с одним (как вариант осуществления по фиг. 16А), двумя или тремя IC-модулями 108IC в расчете на подсистему 1000, чтобы выполнять межфазную балансировку в каждой подсистеме. Подсистемы 1000 показаны как имеющие N модулей, но число модулей в расчете на подсистему может отличаться. Два переключателя 1108 используются в расчете на мотор 1100.

[00241] Конфигурация зарядки для этого варианта осуществления является аналогичной конфигурации зарядки трехмоторных вариантов осуществления, но с дополнительным набором переключателей 1602-2, расположенных между подсистемами 1000-3 и 1000-4. Эти переключатели 1602-2 могут представлять собой SPST-переключатели (например, электромеханические реле либо SSR), которые устанавливаются по умолчанию в разомкнутую позицию и замыкаются в ходе заряда под управлением подсистемы управления 102.

[00242] Фиг. 18А-18В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерный вариант осуществления системы 100, выполненной с возможностью подавать трехфазную мощность в EV, имеющее шесть моторов. Шестимоторная конфигурация может использоваться с EV, имеющим одну ходовую часть или несколько ходовых частей, соединенных между собой с возможностью перемещения. Например, передняя ходовая часть может иметь два мотора, и задняя ходовая часть может иметь четыре мотора, либо передняя ходовая часть может иметь четыре мотора, и задняя ходовая часть может иметь два мотора. При электрической конфигурации, проиллюстрированной здесь, моторы 1100-1 и 1100-2 могут представлять собой моторы для передних колес, при этом моторы 1100-3 и 1100-4 - моторы для средних колес, и моторы 1100-5 и 1100-6 - мотор для задних колес. Альтернативно, моторы 1100-1 и 1100-3 могут представлять собой моторы для передних колес, моторы 1100-2 и 1100-4 могут представлять собой моторы для средних колес, и моторы 1100-5 и 1100-6 - моторы для задних колес.

[00243] Конфигурация зарядки для этого варианта осуществления является аналогичной конфигурации зарядки четырехмоторных вариантов осуществления, но с дополнительным разбиением в линиях 1111 таким образом, что третий набор линий 1111-3 переносит многофазные сигналы заряда в моторы 1100-5 и 1100-6. Дополнительный узел 1250-3 переключения может иметь два дополнительных набора переключателей 1602-3 и 1602-4, расположенных между подсистемами 1000-5 и 1000-6. Эти переключатели 1602-3 и 1602-4 могут представлять собой SPST-переключатели (например, электромеханические реле либо SSR), которые устанавливаются по умолчанию в разомкнутую позицию и замыкаются в ходе зарядки под управлением

подсистемы управления 102. Переключатели 1602-3 и 1602-4 могут отсоединять систему 1000-5 от системы 1000-6, а также предоставлять развязку от зарядных разъемов 1102 и 1202. Если развязка от зарядных разъемов предоставляется в схеме 1200 маршрутизации, то переключатели 1602-3 и 1602-4 могут консолидироваться в качестве одного набора переключателей.

[00244] В вариантах осуществления по фиг. 16А-16С, 17 и 18, переключатели 1108 альтернативно могут быть сконфигурированы как SPST-переключатели, как описано в данном документе, и подходы на основе параллельной зарядки, описанные относительно фиг. 15А-15К, могут использоваться для зарядки. Разбиение в линиях 1111 может возникать за пределами схемы 1200 маршрутизации, как показано в этих вариантах осуществления, либо внутри схемы 1200 маршрутизации, аналогично варианту осуществления по фиг. 15В-15D и 15F-15К. Аналогично вариантам осуществления по фиг. 14-15К, варианты осуществления по фиг. 16А-16С, 17 и 18 могут быть выполнены с возможностью только многофазной зарядки, только однофазной зарядки, только зарядки постоянным током, всех трех типов заряда либо любой комбинации вышеозначенного. Матрицы 700 могут заряжаться параллельно в ходе всех трех типов зарядки.

[00245] Система 100 также может быть выполнена с возможностью заряжать матрицы 700 параллельно в конфигурации, снабжающей мощностью только один мотор. Фиг. 19А-19В являются блок-схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления шестифазной системы 100, выполненной с возможностью подавать мощность в шестифазный мотор 1900. Система 100 включает в себя матрицу 700, соответствующую каждой из шести фаз РА, РВ, РС, РА', РВ' и РС'. Трехфазный зарядный разъем 1102 соединяется с системой 100 таким образом, что матрицы 700-РА и 700-РА' могут заряжаться параллельно, матрицы 700-РВ и 700-РВ' могут заряжаться параллельно, и матрицы 700-РС и 700-РС' могут заряжаться параллельно. Линии из разъема 1102 разветвляются на первый набор линий 1911 и второй набор линий 1912. РА-линия разъема 1102 соединяется с портом РА мотора 1900 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РА через одну из линий 1911, и РА-линия разъема 1102 соединяется с РА'-портом мотора 1900 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РА' через одну из линий 1912. РВ-линия разъема 1102 соединяется с портом РВ мотора 1900 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РВ через другую линию 1911, и РВ-линия разъема 1102 соединяется с РВ'-портом мотора 1900 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РВ' через другую линию 1912. РС-линия разъема 1102 соединяется с РС-портом мотора 1900 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РС через другую линию 1911, и РС-линия разъема 1102 соединяется с РС'-портом мотора 1900 и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РС' через конечную линию 1912.

[00246] Переключатели 1908-1, 1908-2 и 1908-3 последовательно соединяются в линиях 1912, чтобы избирательно соединять и отсоединять соединения, установленные посредством линий 1912. Переключатели 1908 предпочтительно устанавливаются по умолчанию в разомкнутую позицию для работы мотора 1900 в то время, когда система

100 находится в состоянии разряда. Когда система 100 входит в состояние заряда, переключатели 1908 замыкаются, чтобы обходить мотор 1900 и разрешать параллельную зарядку различных матриц 700. Переключатели 1908 могут быть сконфигурированы как электромеханические или твердотельные переключатели, как описано в другом месте в данном документе. Альтернативно, шесть переключателей могут быть размещены в каждом из шести портов (РА-РС') мотора 1900, чтобы обходить мотор 1900 в ходе зарядки.

[00247] Вариант осуществления по фиг. 19А может заряжаться трехфазным сигналом заряда через трехфазный разъем 1902 способом, аналогичным способу, описанному относительно фиг. 11А-11В, но с каждой парой матриц, заряжаемой параллельно. Ток может маршрутизироваться через модули 108IC и использоваться для того, чтобы заряжать источники модулей 108IC, как описано в данном документе. Процесс зарядки может возникать в то время, когда напряжение по-прежнему подается во вспомогательные нагрузки 301 и 302. Напряжение, ток и/или фаза может измеряться посредством устройств 1310 мониторинга, и различные модули 108 могут переключаться, чтобы целенаправленно касательно коэффициента мощности в единицу либо в рамках порогового значения относительно единицы (например, 1%, 2%, 5%), как описано в данном документе.

[00248] Вариант осуществления по фиг. 19В включает в себя схему 1200 маршрутизации, как описано относительно фиг. 12С-12D, и может заряжаться тремя типами зарядки: постоянным током, однофазным переменным током или трехфазным переменным током. Конфигурации схемы 1200 маршрутизации, которые применяют развязку от зарядных разъемов для параллельной зарядки или зарядки, например, как описано относительно фиг. 15С, 15D и 15F-15K, могут аналогично адаптироваться для использования в этом варианте осуществления, имеющем шестифазный мотор. Переключатели 1908 замыкаются в ходе всех трех типов зарядки и размыкаются в нормальном режиме работы системы 100 в состоянии разряда для снабжения мощностью мотора 1900. Матрицы 700 снова заряжаются параллельно в ходе всех трех типов зарядки.

Примерные варианты осуществления зарядки матриц через мотор

[00249] Система 100 также может быть выполнена с возможностью заряжать матрицы 700 через мотор таким образом, что схема 1200 адаптивной маршрутизации не требуется. Фиг. 20 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, аналогичный варианту осуществления по фиг. 11А, но со сдвоенным зарядным разъемом 2002 постоянного тока и однофазного переменного тока, который может интегрироваться с трехфазным зарядным разъемом 1102 в одном доступном для пользователя местоположении либо может быть отдельным от него и в другом местоположении на EV. Сдвоенный разъем 2002 соединяется с первой линией 2004-1, которая в свою очередь, соединяется с фазовым портом мотора 1100, который в этом варианте осуществления представляет собой РС, и с переключателем 1108-РС. Разъем 2002 соединяется со второй линией 2004-2, которая может соединяться с

системным портом SIO4 вывода системы 100. Системный порт SIO4 вывода может представлять собой модульный порт 2 вывода модуля 108IC-2 межсоединения, соединенного с матрицей 700,-PC либо порт 2 вывода модуля 108-N матрицы 700-PC, если IC-модуль не присутствуют. Разъем 2002 может соединяться с положительным и отрицательным выводами постоянного тока для зарядки постоянным током или линии переменного тока и выводами нейтрали переменного тока для зарядки однофазным переменным током, которые в этом примере соединяются с линиями 2004-1 и 2004-2, соответственно. Другие соединения могут реализовываться.

[00250] Зарядка постоянным током может выполняться таким образом, что одна, две или все три матрицы 700 заряжаются одновременно. Кроме того, зарядка однофазным переменным током может выполняться таким образом, что одна, две или все три матрицы 700 заряжаются одновременно. Зарядка постоянным током и переменным током может выполняться таким способом, который нацелен на балансировку перепад температур между модулями 108, как описано в данном документе, и на достижение сбалансированного SOC для всех модулей 108, как описано в данном документе. Зарядка переменным током выполняется для того, чтобы поддерживать коэффициент мощности равным или около единицы. Во всех случаях, если измеримый ток проходит через катушки или обмотки мотора, и потоки формируются, то датчики системы 100 должны обнаруживать этот ток, и система 102 управления должна управлять переключением каждого модуля 108 таким образом, что абсолютная величина и фаза всех потоков посредством всех обмоток подавляют или нейтрализуют друг друга либо практически подавляют или нейтрализуют друг друга, так что любое варьирование потоков меньше порогового значения и является недостаточным для того, чтобы заставлять мотор проворачиваться.

Последовательная зарядка постоянным током каждой матрицы

[00251] Чтобы заряжать матрицу 700-PA, переключатель 1108-PA размещается в позиции 1, чтобы соединять матрицу 700-PA с мотором 1100. Переключатели 1108-PB и 1108-PC размещаются или поддерживаются в позиции 2. При приложении зарядного напряжения постоянного тока, ток входит в порт DC+ разъема 2002, проходит через линию 2004-1 в мотор 1100, при этом он проходит через PC- и PA-обмотки электромотора. Ток выходит из мотора 1100, проходит через переключатель 1108-PA и схему 1110-PA мониторинга и через матрицу 700-PA, при этом каждый модуль 108-1 - 108-N может отдельно заряжаться посредством переключения соответствующих преобразователей 202 согласно технологиям, описанным в данном документе. Зарядный ток для модулей 108IC-1 и 108IC-2 может проходить через S7 части 604-PA переключения, источники 206 заряда модулей 108IC-1 и 108IC-2 (параллельно, как показано на фиг. 10E) и выходить из модуля 108IC-2 через модульный порт 2 ввода-вывода, который может быть размещен вдоль рельса (узла порта 6 ввода-вывода), как показано на фиг. 10E, либо между S7 и S8 дополнительной части 604 переключения. Ток затем выходит из системы 100 через порт DC- разъема 2002.

[00252] Чтобы заряжать матрицу 700-РВ, переключатель 1108-РВ размещается в позиции 1, чтобы соединять матрицу 700-РВ с мотором 1100. Переключатели 1108-РА и 1108-РС размещаются или поддерживаются в позиции 2. Ток проходит из порта DC-разъема 2002, через линию 2004-1 в мотор 1100, затем через РС- и РВ-обмотки мотора. Ток затем проходит через переключатель 1108-РВ и схему 1110-РВ мониторинга и через матрицу 700-РВ, при этом каждый модуль 108-1 - 108-N может отдельно заряжаться посредством переключения соответствующих преобразователей 202 согласно технологиям, описанным в данном документе. Зарядный ток для модулей 108IC-1 и 108IC-2 может проходить через S7 части 604-РВ переключения, источники 206 заряда модулей 108IC-1 и 108IC-2 (параллельно, как показано на фиг. 10Е) и выходить из модуля 108IC-2 через модульный порт 2 ввода-вывода, выходя из системы 100 через порт DC-разъема 2002.

[00253] Чтобы заряжать матрицу 700-РС, переключатель 1108-РС размещается в позиции 1, чтобы соединять матрицу 700-РС с линией 2004-1. Переключатели 1108-РА и 1108-РВ размещаются или поддерживаются в позиции 2. Ток проходит из порта DC-разъема 2002 через линию 2004-1, обходит мотор 1100, проходит через переключатель 1108-РС и схему 1110-РС мониторинга и через матрицу 700-РС, при этом каждый модуль 108-1 - 108-N может отдельно заряжаться посредством переключения соответствующих преобразователей 202 согласно технологиям, описанным в данном документе. Зарядный ток для модулей 108IC-1 и 108IC-2 может проходить через S7 части 604-РС переключения, источники 206 заряда модулей 108IC-1 и 108IC-2 (параллельно, как показано на фиг. 10Е) и выходить из модуля 108IC-2 через модульный порт 2 ввода-вывода, выходя из системы 100 через порт DC-разъема 2002. Чтобы прекращать зарядку источников 206 модулей 108IC, S8 релевантной части 604 переключения может активироваться, чтобы направлять ток непосредственно в порт 2 модуля 108IC-2.

Параллельная зарядка постоянным током двух или более матриц

[00254] Чтобы заряжать две или более из матриц 700 одновременно сигналом заряда постоянного тока, предоставленным в разъеме 2002, далее переключатели 1108, соединенные с матрицами 700, которые должны заряжаться, размещаются или поддерживаются в позиции 1, и переключатели 1108, соединенные с любой не заряжаемой матрицей 700, размещаются или поддерживаются в позиции 2. Чтобы прекращать зарядку источников 206 модулей 108IC, далее S8 каждой части 604 переключения заряженной матрицы 700 может активироваться, или части 604 переключения заряжаемых матриц 700 могут модулироваться при скажностях импульсов 50-50. Ток через заряжаемые матрицы 700 регулируется посредством модулей 108, чтобы поддерживать подавление потоков через мотор 1100, а также заряжать источники 206 энергии модулей при балансировке модулей (например, температуры и SOC).

Параллельная зарядка однофазным переменным током всех матриц

[00255] Чтобы заряжать все матрицы 700 одновременно сигналом однофазного переменного тока, предоставленным в разъеме 2002, далее переключатели 1108

размещаются или поддерживаются в позиции 1. Ток из линии 2004-1 подается в матрицу 700-РА через РС- и РА-обмотки мотора 1100, подается в матрицу 700-РВ через РС- и РВ-обмотки мотора 1100 и подается в матрицу 700-РС непосредственно из линии 2004-1 (с обходом мотора 1100). Ток затем проходит через каждую из матриц 700-РА, 700-РВ и 700-РС и модулей 108IC-1 и 108-IC2, выходя через порт 2 ввода-вывода модуля 108IC-2. Ток через матрицы 700 регулируется посредством модулей 108, чтобы поддерживать подавление потоков через мотор 1100, к примеру, посредством принудительного задания тока через РА- и РВ-обмотки равным току через РС-обмотку, при этом все токи имеют идентичную фазу, за счет этого нейтрализуя потоки. Источники 206 энергии модулей 108 могут заряжаться при балансировке одной или более рабочих характеристик модулей 108 (например, температуры и SOC) согласно технологиям, описанным в данном документе.

Параллельная зарядка однофазным переменным током каждой матрицы или поднабора матриц

[00256] Для одной или поднабора матриц 700 одновременно сигналом однофазного переменного тока, предоставленным в разъеме 2002, далее переключатели 1108, соответствующие заряжаемым матрицам 700, размещаются или поддерживаются в позиции 1, и другие переключатели размещаются или поддерживаются в позиции 2. Ток из линии 2004-1 подается в заряжаемую матрицу(ы) 700, либо через обмотки мотора 1100, либо с огибанием мотора 1100, если матрица 700-РС заряжается. Ток затем проходит через заряжаемую матрицу(ы) 700 и модули 108IC-1 и 108-IC2, выходя через порт 2 ввода-вывода модуля 108IC-2. Ток через заряжаемую матрицу(ы) 700 регулируется посредством модулей 108, чтобы поддерживать подавление потоков через мотор 1100, что является относительно простым, если только две обмотки используются (РС и РА или РС и РВ). Источники 206 энергии модулей 108 могут заряжаться при балансировке одной или более рабочих характеристик модулей 108 (например, температуры и SOC) согласно технологиям, описанным в данном документе.

[00257] В вышеуказанных вариантах осуществления зарядной системы 100, при обходе мотора 1100 и при зарядке через мотор 1100, переключатели 1108 переключаются в позиции, которые разрешают электрический ток через одну или более заряжаемых матриц и предотвращают электрический ток через любую не заряжаемую матрицу. Альтернативно, все переключатели 1108 могут быть размещены в позиции, которая разрешает зарядку, и электрический ток через не заряжаемую матрицу может регулироваться или предотвращаться с использованием модулей 108 этой матрицы 700 и любого модуля 108IC, соединенного с этой матрицей 700. Некоторый электрический ток через не заряжаемую матрицу 700 может требоваться, чтобы помогать в нейтрализации потоков в моторе.

Зарядка дельта- и последовательных топологий

[00258] Предмет изобретения для зарядки, описанный в данном документе, может использоваться с топологиями, имеющими дельта- и последовательные компоновки модулей 108, аналогичные компоновкам, описанным относительно фиг. 7D и 7E. Фиг. 21A

является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100 с дельта- и последовательной компоновкой, аналогичный варианту осуществления по фиг. 7Е, но с добавлением модулей 108IC-1 и 108IC-2 межсоединения, подающих мощность во вспомогательные нагрузки 301 и 302. Этот вариант осуществления выполнен с возможностью трехфазной зарядки через разъем 1102 либо с возможностью зарядки постоянным током или однофазным переменным током через разъем 2002. Трехфазная зарядка может возникать непосредственно из трехфазного зарядного разъема 1102. Для зарядки постоянным током и однофазным переменным током, поскольку матрицы 700-РА, 700-РВ и 700-РС взаимно соединяются посредством линий 2104, DC+ и AC(L)-ток из линии 2104-1 может вводиться непосредственно в модуль 108-1 матрицы 700-РС и модуль 108-(M+1) матрицы 700-РВ при циркуляции из него в остальную часть модулей 108 системы 100. Ток от зарядки постоянным током и однофазным переменным током может выходить через модуль 108IC-2 и линию 2104-2.

[00259] Фиг. 21В является блок-схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления системы 100, имеющей компоновку, аналогичную компоновке по фиг. 21А, но со схемой 1200 маршрутизации, соединенной между двоящим зарядным разъемом 1202 и трехфазными линиями 1111 зарядки. Эти дельта- и последовательные топологии могут заряжаться с использованием трехфазного источника заряда, однофазного источника заряда либо источника заряда постоянного тока, как описано в другом месте в данном документе.

Зарядка нагрузок с разомкнутыми обмотками

[00260] Предмет изобретения для заряда, описанный в данном документе, может использоваться с топологиями, имеющими несколько подсистем 1000, предоставляющих мощность для одной или более нагрузок с разомкнутыми обмотками (или катушками). Фиг. 22 является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления системы 100, имеющей подсистемы 1000-1 и 1000-2 для подачи мощности в мотор 2200 с разомкнутыми обмотками. Подсистема 1000-1 включает в себя матрицы 700-РА, 700-РВ и 700-РС, сначала подающие мощность, имеющую фазы РА, РВ и РС, соответственно, в первые порты мотора 2200. Подсистема 1000-2 включает в себя матрицы 700-РА', 700-РВ' и 700-РС', сначала подающие мощность, имеющую фазы РА', РВ' и РС', соответственно, во вторые порты мотора 2200. Подсистема 1000-2 также включает в себя модули 108IC-1 и 108IC-2 для межфазной балансировки и подачи мощности в нагрузки 301 и 302.

[00261] Трехфазный зарядный разъем 1102 соединяется с портом 1 ввода-вывода модулей 108-1 матриц 700-РА, 700-РВ и 700-РС. Переключатель 2208-1 соединяется между портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РА и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РВ. Переключатель 2208-2 соединяется между портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РВ и портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-РС. Трехфазный зарядный разъем 1102 может использоваться для того, чтобы подавать трехфазную мощность для зарядки обеих подсистем 1000-1 и 1000-2, когда переключатели 2208-1 и 2208-2 находятся в разомкнутых позициях.

[00262] Сдвоенный зарядный разъем 2202 постоянного тока и однофазного переменного тока имеет линию 2204-1 DC+ или AC(L)-линию, соединенную с портом 1 ввода-вывода модуля 108-1 матрицы 700-PC, и линию 2204-2 DC- или AC(N)-линию, соединенную с портом 2 ввода-вывода модуля 108IC-2. Сдвоенный зарядный разъем 2202 может использоваться для зарядки постоянным током или однофазным переменным током, когда трехфазный источник заряда не соединяется, и переключатели 2208-1 и 2208-2 находятся в замкнутых позициях.

[00263] Аналогично другим вариантам осуществления, описанным в данном документе, с использованием схемы 1110 мониторинга, зарядка выполняется под управлением системы 102 управления, чтобы поддерживать потоки в моторе 2200, которые подавляют друг друга, чтобы предотвращать проворачивание мотора. Зарядка также выполняется таким способом, который стремится к сбалансированному состоянию одной или более рабочих характеристик (например, SOC или температуры) каждого модуля 108 системы 100. Для трехфазной зарядки, ток должен проходить из одного или двух сигналов из источника заряда, которые являются положительными относительно оставшегося отрицательного сигнала(ов) источника заряда. Например, если фаза PA является положительной, и фазы PB и PC являются отрицательными, то ток должен проходить через матрицу 700-PA, затем через PA-PA'-обмотку мотора 2200, после этого через матрицу 700-PA' и модуль 108IC-1. Далее ток может проходить обратно через один из двух трактов, либо через матрицу 700-PB', PB-PB'-обмотку и матрицу 700-PB, либо через модуль 108IC-2, матрицу 700-PC', PC-PC'-обмотку и матрицу 700-PC и затем наружу через разъем 1102. По мере того, как ток проходит через каждую матрицу 700 подсистем 1000, независимо от направления тока, каждый модуль 108 может избирательно заряжаться согласно технологиям, описанным в данном документе. Зарядка однофазным переменным током и постоянным током может выполняться вдоль каждого из трех путей тока параллельно, при этом каждый модуль 108 переключается по мере необходимости таким образом, чтобы заряжаться сбалансированным способом, и при этом три пути тока представляют собой: (1) матрица 700-PA, PA-PA'-обмотка, матрица 700-PA' и модуль 108IC-1; (2) матрица 700-PB, PB-PB'-обмотка, матрица 700-PB' и модуль 108IC-1; и (3) матрица 700-PC, PC-PC'-обмотка, матрица 700-PC' и модуль 108IC-2.

Примерные варианты осуществления зарядных устройств

[00264] Система 100 также может использоваться в качестве источника 150 заряда для зарядки электрических транспортных средств или других нагрузок. Фиг. 23А является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления первого экземпляра системы 100 (называемого здесь "системой 100-1"), сконфигурированной в качестве буфера в зарядной станции 150. Система 100-1 может заряжаться энергией от внешнего поставщика электроэнергии, местной коммунальной энергосети и затем быстро заряжать EV 2300 с использованием зарядного кабеля 2302. EV может иметь традиционный аккумуляторный блок или может иметь аккумуляторный блок, сконфигурированный со вторым экземпляром системы 100 (называемым здесь "системой 100-2"). Быстрая зарядка

EV 2300 может выполняться сигналом заряда постоянного тока, сигналом заряда однофазного переменного тока или сигналами заряда многофазного переменного тока, в зависимости от конфигурации систем 100-1 и 100-2. Зарядка от энергосети может возникать при относительно меньшем напряжении и с более низким темпом, чем относительно большее напряжение и более высокий темп заряда, выполняемого по кабелю 2302. Кроме того, буферная система 100-1 может постоянно заряжаться при быстрой зарядке одного или более EV 2300. В зависимости от размера источников 206 в буферной системе 100-1, система 100-1 может иметь емкость для того, чтобы заряжать множество EV до необходимости перезаряда от энергосети. В других вариантах осуществления, зарядная станция 150 может соединяться с возобновляемым источником энергии, таким как матрица солнечных панелей, ветровая ферма или другой возобновляемый источник, так что подключение к коммунальной энергосети может опускаться.

[00265] Фиг. 23В является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления, аналогичный варианту осуществления по фиг. 23А, в котором трехфазная конфигурация системы 100-1 используется в качестве буфера для накопления энергии в источнике 150 заряда. В этом варианте осуществления, источник 150 заряда выполнен с возможностью предоставлять трехфазные сигналы заряда высокого напряжения в первое EV 2300, сконфигурированное с аккумуляторным блоком, имеющим систему 100-2, а также предоставлять сигнал заряда постоянного тока высокого напряжения во второе EV 2350, имеющее традиционный аккумуляторный блок, без возможности модульного переключения. Система 100-1 представляет собой трехфазную систему, имеющую матрицы 700-РА, 700-РВ и 700-РС, которые соединяются с трехфазной энергосетью 2360 посредством трансформатора 2362 и индуктивной интерфейсной схемы 2364. Система 100-1 также включает в себя преобразователь 2366 переменного тока в постоянный и зарядную схему. Система 100-1 может выводить трехфазную мощность в EV 2300 посредством интерфейсной схемы 2364 и индуктивной интерфейсной схемы 2365 и зарядного кабеля 2370 и может выводить трехфазную мощность в EV 2350 посредством интерфейсной схемы 2364, индуктивной интерфейсной схемы 2367 и преобразователя 2366 переменного тока в зарядной схеме, который преобразует трехфазную мощность в сигнал постоянного тока, который выводится по кабелю 2372 заряда постоянного тока.

[00266] В этом варианте осуществления, система 100-1 может медленно заряжаться от энергосети 2360 и накапливать энергию в источниках различных модулей 108 для использования в быстрой зарядке EV 2300 и 2350 с использованием подходов на основе многофазного переменного тока или постоянного тока. Источник 150 заряда может регулировать выходное напряжение для различных транспортных средств (например, транспортных средств низкого напряжения и высокого напряжения) посредством регулирования выходных напряжений, сформированных посредством матриц 700 системы 100-1, в соответствии с PWM и другими технологиями управления, описанными в данном

документе. Зарядка высоким напряжением может выполняться с высоким значением S_{rate} , которое может достигать не менее, чем EV номинально может принимать, например, 2С-12С и выше, на основе конфигураций системы и EV. Зарядная станция 150 также может быть выполнена с возможностью однофазной зарядки или зарядки постоянным током высокого напряжения, например, посредством размещения схемы 1200 маршрутизации в EV 2300 или зарядной станции 150, либо альтернативно, посредством использования трансформатора.

[00267] Источник 150 заряда может быть выполнен с возможностью инжектировать ток, чтобы подавлять гармонические компоненты, сформированные посредством преобразователя переменного тока в постоянный и зарядной схемы 2366. Гармоники, сформированные посредством схемы 2366 или посредством других аспектов зарядки EV 2300 и 2350, могут обнаруживаться посредством схемы 2380 мониторинга, которая может быть выполнена с возможностью измерять ток, напряжение и/или фазу сигналов, проходящих из/в энергосеть 2360. Система 102 управления (не показана) системы 100-1 может обнаруживать гармоники и инструктировать модулям 108 системы 100-1 формировать компенсационный ток противоположной полярности по гармонике, но синфазный с гармоникой, чтобы подавлять перенаправление гармоники в энергосеть 2360. Эта возможность активной фильтрации системы 100-1 может обеспечивать реализацию схемы 2366 с высшими гармоническими компонентами, такими как диоды, что значительно сокращает затраты схемы 2366 по сравнению с аналогичными схемами, реализованными с низшими гармоническими компонентами, такими как IGBT.

Примерные варианты осуществления схем размещения физической и электрической системы

[00268] Модульный характер системы 100 обеспечивает большую гибкость в физической схеме размещения и ориентации в ходовой части EV. Размеры и соотношение сторон модулей в горизонтальной плоскости главным образом обуславливаются объемом одного или более источников 206 энергии, содержащихся в них, при этом вспомогательная схема является гораздо меньшей и допускает расположение выше или ниже кожуха 220 для одного или более источников 206 (см., например, фиг. 2С). Фиг. 24-28С являются принципиальными схемами, иллюстрирующими примерные варианты осуществления схем размещения различных конфигураций системы 100. Электрические соединения для этих чертежей не показаны подробно, поскольку они полностью поясняются в другом месте в данном документе, причем акцент вместо этого здесь ставится на физическую компоновку.

[00269] Фиг. 24 иллюстрирует компоновку 2400 системы 100 во внутренней области 180 в основании ходовой части EV, в которой система 100 сконфигурирована в трех матрицах с возможностью подавать трехфазную мощность в мотор 1100. Здесь, предусмотрено десять уровней модулей 108 в каждой матрице. Модули 108 в фазовой РА-матрице представляют собой модули 1А-10А, модули 108 в фазовой РВ-матрице представляют собой модули 1В-10В, и модули 108 в фазовой РС-матрице представляют

собой модули 1С-10С. Система 100 также включает в себя модули IC1, IC2 и ICAUX, сконфигурированные в компоновке, аналогичной компоновке по фиг. 10F, причем модуль ICAUX сконфигурирован во вспомогательной роли. В горизонтальной плоскости EV, каждый модуль 108 имеет практически прямоугольный профиль с меньшим размером, ориентированным вдоль оси 2401, и большим размером, ориентированным вдоль оси 2402. Модули 108-2-108-10 каждой матрицы совмещаются в колонках, причем каждая колонка является параллельной с осью 2401. Модули 108 каждого уровня 2-10 совмещаются в рядах, причем каждый ряд является параллельным с осью 2402. Модули 108-1А, 1В, 1С размещаются в конфигурации со сдвигом, занимающей два ряда с модулями 108-1А и 108-1С, смежными друг другу, причем модуль 108-1А перекрывает колонки для РА- и РВ-матриц, и модуль 108-1С перекрывает колонки для РВ- и РС-матриц. Модуль 108-1В, в общем, совмещается в колонке для фазы РВ, но имеет модули 108-1А и 108-1С, размещенные между модулем 108-1В и модулем 108-2В. Аналогичная конфигурация присутствует на противоположном конце области 180 для модулей 108IC. Эта конфигурация с со сдвигом и рядами обеспечивает возможность компактного распределения максимальной величины наибольшей допустимой нагрузки по напряжению в области 180, которая в этом примере имеет восьмистороннюю конфигурацию, которая имеет клиновидную форму на каждом конце 181 и 182 и обозначает пространство в ходовой части EV, доступное для размещения энергетической системы 100. Оболочка аккумуляторного блока для системы 100 может иметь идентичную форму и размеры с областью 180 в горизонтальной плоскости. Компоновка 2400 может быть выполнена с возможностью выполнять зарядку в соответствии с любым из одномоторных вариантов осуществления, описанных в данном документе, и может включать в себя переключатели 1108, узел 1250 переключения, зарядные разъемы и схему 1200 маршрутизации.

[00270] Фиг. 25А иллюстрирует компоновку 2500 другого примерного варианта осуществления системы 100, сконфигурированной с двумя подсистемами 1000-1 и 1000-2, выполненными с возможностью подавать трехфазную мощность (РА-РС и РD-РF) для моторов 1100-1 и 1100-2, соответственно. В этом примере, каждая подсистема 1000 включает в себя пять уровней (рядов) модулей 108. Модули 108 снова ориентируются идентичным способом, с большим размером каждого модуля, ориентированным вдоль оси 2402, и с меньшим размером, совмещенным вдоль оси 2401. Ряд IC-модулей 108IC позиционируется между двумя подсистемами 1000, которые размещаются симметрично напротив друг друга. Электрические соединения этого варианта осуществления могут варьироваться в соответствии с вариантами осуществления, описанными в данном документе. Здесь, IC-модули показаны соединенными способом, аналогичным способу по фиг. 15А, 15В и 15Е. Каждая подсистема 1000 может быть выполнена с возможностью подавать различные напряжения на основе требований двух моторов 1100. Мотор 1100-1 может предоставлять мощность для приводной передачи двух передних колес EV, тогда как мотор 1100-2 может предоставлять мощность для приводной передачи двух задних

колес, так что подсистемы 1000 ориентируются в передней и задней компоновке. Компоновка 2500 может быть выполнена с возможностью выполнять зарядку в соответствии с любым из двухмоторных вариантов осуществления, описанных в данном документе, и может включать в себя переключатели 1108, один или более узлов 1250 переключения, зарядные разъемы и схему 1200 маршрутизации.

[00271] Фиг. 25В иллюстрирует компоновку 2550 другого примерного варианта осуществления системы 100, сконфигурированной с двумя подсистемами 1000-1 и 1000-2, выполненными с возможностью подавать трехфазную мощность для моторов 1100-1 и 1100-2, соответственно. В этом примере, каждая подсистема 1000 снова включает в себя пять уровней (рядов) модулей 108, но подсистемы 1000 ориентируются в левосторонней и правосторонней компоновке при том, что модули 108 вместо этого ориентируются с большим размером вдоль оси 2401 и меньшим размером вдоль оси 2402. Ряд IC-модулей 108IC со сдвигом присутствует на конце 181, причем их ориентации изменяются на противоположные, так что больший размер модулей 108IC располагается вдоль оси 2402, и меньший размер модулей 108 располагается вдоль оси 2401. Электрические соединения между всеми модулями 108 этого варианта осуществления могут варьироваться в соответствии с вариантами осуществления, описанными в данном документе. В этом варианте осуществления, поскольку подсистемы 1000 позиционируются рядом вдоль оси 2402, подсистемы предпочтительно имеют идентичную или аналогичную конфигурацию напряжения. Поскольку каждое колесо имеет выделенный мотор 1100, напряжение, подаваемое в эти моторы 1100, может относительно превышать напряжение компоновки 2500. Моторы 1100-1 и 1100-2 могут снабжать мощностью передние колеса или задние колеса. Узел 1250 переключения позиционируется на конце 182 и электрически соединяется между подсистемами 1000 и моторами 1100. Узел 1250 может включать в себя переключатели 1108 для обоих моторов 1100 (комбинации узлов 1250-1 и 1250-2), как описано относительно фиг. 14, 15А, 15В и 15Е. Компоновка 2550 может быть выполнена с возможностью выполнять зарядку в соответствии с любым из двухмоторных вариантов осуществления, описанных в данном документе, и может включать в себя зарядные разъемы и схему 1200 маршрутизации.

[00272] Фиг. 26 иллюстрирует компоновку 2600 другого примерного варианта осуществления системы 100, сконфигурированной с тремя подсистемами 1000-1, 1000-2 и 1000-3, выполненными с возможностью подавать трехфазную мощность для моторов 1100-1, 1100-2 и 1100-3, соответственно. Моторы 1100-1 и 1100-2 выделяются отдельному колесу EV, и мотор 1100-3 выделяется приводной передаче для двух колес. Моторы 1100-1 и 1100-2 могут снабжать мощностью передние колеса, и мотор 1100-3 может снабжать мощностью задние колеса или наоборот. В этом примере, подсистема 1000-1 и 1000-2 включают в себя три уровня и размещаются во взаимосвязи с расположением рядом (слева и справа), при этом каждая матрица совмещается в ряду вдоль оси 2402, и каждый уровень совмещается в колонке вдоль оси 2401. Колонка, совмещенная вдоль оси 2401 и расположенная между подсистемами 1000-1 и 1000-2, включает в себя три IC-модуля

108IC, которые взаимно соединяют все три подсистемы 1000. Модули 108 подсистем 1000-1 и 1000-2, в дополнение к модулям 108IC, ориентируются с большим размером каждого модуля, совмещенным вдоль оси 2401, и с меньшим размером, совмещенным вдоль оси 2402. Подсистема 1000-3 включает в себя восемь уровней модулей 108, при этом каждая матрица совмещается в колонке, и уровни два-восемь совмещаются в ряду, с большим размером каждого модуля, ориентированным вдоль оси 2402, и с меньшим размером, совмещенным вдоль оси 2401, что является противоположной ориентации подсистем 1000-1 и 1000-2. Первый уровень модулей 108 подсистемы 1000-3 размещается со сдвигом на конце 182. В этом варианте осуществления, мощность, предоставленная посредством подсистемы 1000-3, может быть больше мощности, предоставленной посредством подсистемы 1000-1 или подсистемы 1000-2. Электрические соединения между всеми модулями 108 этого варианта осуществления могут варьироваться в соответствии с вариантами осуществления, описанными в данном документе. Компоновка 2600 может быть выполнена с возможностью выполнять зарядку в соответствии с любым из трехмоторных вариантов осуществления, описанных в данном документе, и может включать в себя переключатели 1108, узлы 1250 переключения, зарядные разъемы и схему 1200 маршрутизации.

[00273] Фиг. 27А-27В иллюстрируют компоновки 2700 и 2750, соответственно, примерных вариантов осуществления системы 100, сконфигурированной с четырьмя подсистемами 1000-1, 1000-2, 1000-3 и 1000-4, выполненными с возможностью подавать трехфазную мощность для моторов 1100-1, 1100-2, 1100-3 и 1100-4, соответственно. Моторы 1100 выделяются отдельному колесу EV. Каждая подсистема 1000 включает в себя три уровня модулей 108, причем все или большинство уровней совмещаются в колонке вдоль оси 2401, и каждая матрица совмещается в ряду вдоль оси 2402. Все модули 108 ориентируются с большим размером каждого модуля, совмещенным вдоль оси 2401, и с меньшим размером, совмещенным вдоль оси 2402. В этом варианте осуществления, каждая подсистема 1000 выполнена с возможностью формировать идентичное напряжение для своего соответствующего мотора 1100, хотя в других вариантах осуществления напряжения, сформированные посредством различных подсистем 1000, могут отличаться. Электрические соединения между всеми модулями 108 этого варианта осуществления могут варьироваться в соответствии с вариантами осуществления, описанными в данном документе. Модули 108IC взаимно соединяют четыре подсистемы 1000, например, как описано относительно фиг. 17. Узлы 1250-1 и 1250-2 могут быть сконфигурированы аналогично варианту осуществления по фиг. 17 и предмету изобретения для параллельной зарядки, описанному в данном документе. Компоновка 2700 может быть выполнена с возможностью заряжаться в соответствии с любым из трехмоторных вариантов осуществления, описанных в данном документе, и может включать в себя зарядные разъемы и схему 1200 маршрутизации.

[00274] В компоновке 2700, колонка IC-модулей ориентируется вдоль оси 2401 и располагается в центре, с подсистемами 1000-1 и 1000-3 на левой стороне и подсистемами

1000-2 и 1000-4 на правой стороне. В компоновке 2750, область 180 конусообразно сужается в столбчатую форму на обоих концах 181 и 182. РС-матрица подсистемы 1000-2 расположена в этой столбчатой области на конце 181, и РА-матрица подсистемы 1000-3 (расположенной напротив по диагонали подсистемы) расположена в столбчатой области конца 182, вместе с модулем 108IC-6. В альтернативе вариантов осуществления по фиг. 27А-27В, большинство или все уровни могут совмещаться в ряду вдоль оси 2402, большинство или все матрицы могут совмещаться в колонке вдоль оси 2401, и модули 108IC могут совмещаться так, как показано здесь, либо в качестве ряда вдоль оси 2403.

[00275] Фиг. 28А-28С иллюстрируют компоновки 2800, 2820 и 2850, соответственно, примерных вариантов осуществления системы 100, сконфигурированной с шестью подсистемами 1000-1-1000-6, выполненными с возможностью подавать трехфазную мощность для моторов 1100-1 - 1100-6, соответственно. Моторы 1100 выделяются отдельному колесу EV. В этих вариантах осуществления, EV включает в себя первую ходовую часть, имеющую первую область 180 энергетической системы, и вторую ходовую часть, имеющую вторую область 280 энергетической системы. Две ходовых части являются перемещаемыми относительно друг друга в механическом и электрическом соединении 2801. EV может иметь такую конфигурацию, в которой первая ходовая часть находится впереди, а вторая ходовая часть находится сзади, или наоборот. Эти шесть конфигураций колеса являются подходящими для более крупных EV, сконструированных с возможностью перевозить большие группы людей или грузов либо выдерживать большие нагрузки и т.д. Предмет изобретения, описанный относительно фиг. 28А-28С, может расширяться на еще более крупные транспортные средства, имеющие две или более ходовых части и семь или более моторов. Электрические соединения между всеми модулями 108 могут варьироваться в соответствии с вариантами осуществления, описанными в данном документе. Различные узлы 1250 могут быть сконфигурированы аналогично варианту осуществления по фиг. 18А-18В и предмету изобретения для параллельной зарядки, описанному в данном документе. Модули 108IC могут взаимно соединять все подсистемы 1000 посредством соединений со вспомогательными нагрузками и могут выполнять межматричную балансировку между двумя или более матриц идентичных или различных подсистем. Что касается электрической компоновки по фиг. 18А-18В, многофазные линии 1111-3 и линии 1802 вспомогательной нагрузки могут проходить из области 180 в область 280 посредством электрического соединения 2801. Компоновки 2800, 2820 и 2850 могут быть выполнены с возможностью заряжаться в соответствии с любым из трехмоторных вариантов осуществления, описанных в данном документе, и могут включать в себя зарядные разъемы и схему 1200 маршрутизации.

[00276] Компоновки 2800 и 2820 являются аналогичными за исключением того, что область 280 больше в компоновке 2820, чем в 2800, и имеет место для дополнительных модулей при необходимости. В этих двух вариантах осуществления, каждая подсистема 1000 включает в себя три или более уровней модулей 108, и все модули 108

ориентируются с большим размером каждого модуля, совмещенным вдоль оси 2401, и с меньшим размером, совмещенным вдоль оси 2402. Область 180 может быть сконфигурирована с компоновкой, аналогичной компоновке по 2750 (как показано здесь), либо с компоновкой 2700, либо с другими, предполагаемыми в данном документе. Подсистемы 1000-5 и 1000-6 могут размещаться спереди и сзади (фиг. 25А) или слева и справа, как показано здесь, причем каждая матрица совмещается в ряду вдоль оси 2402, и каждый уровень совмещается в колонке вдоль оси 2401.

[00277] Конфигурация области 180 компоновки 2850 является аналогичной конфигурации компоновок 2800 и 2820. Область 280 компоновки 2850 сконфигурирована аналогично области 280 компоновки 2550 (фиг. 25В), причем матрицы находятся в колонках, каждая из которых совмещается вдоль оси 2401, и уровни находятся в рядах, каждый из которых совмещается вдоль оси 2402. Компоновка 2850 имеет вторую ходовую часть, которая по-прежнему превышает ходовые части по 2800 и 2820, и может размещать подсистемы, допускающие выработку еще большей мощности.

Примерные варианты осуществления, выполненные с возможностью снабжать мощностью электрические подвески и/или рулевое управление

[00278] Электрические транспортные средства могут быть сконфигурированы с механизмами электрической (активной) подвески и/или электрическим рулевым управлением (например, рулевое управление по проводам) для каждого колеса. Подвеска с электроприводом работает с электрическим актуатором или мотором, чтобы активно перемещать подвеску (в противоположность традиционным пассивным подвескам, которые только механически реагируют на управляющее воздействие, применяемое к колесу или автомобилю) в ожидании перемещения транспортного средства или колеса. Механизм рулевого управления с электроприводом также работает с электрическим актуатором или мотором, чтобы перемещать колесо в ответ на электрический сигнал, передаваемый посредством контроллера рулевого управления (например, на основе ввода водителем в руль либо посредством ввода из автоматизированной системы управления вождением).

[00279] Варианты осуществления, описанные в данном документе, могут использоваться для того, чтобы снабжать мощностью актуатор или мотор для электрической подвески и/или рулевого управления. Варианты осуществления могут снабжать мощностью электрическую подвеску на всех без исключения колесах, могут снабжать мощностью электрическое рулевое управление на обоих передних колесах (а также на задних колесах при необходимости), вплоть до и с включением электрической подвески и электрического рулевого управления на каждом колесе. Варианты осуществления могут снабжать мощностью электрическое рулевое управление и подвеску с использованием одной трехфазной системы 100 без подсистем или систем 100, имеющих две, три, четыре или более подсистем 1000.

[00280] Фиг. 29А является блок-схемой, иллюстрирующей примерные варианты осуществления системы 100, имеющей четыре подсистемы 1000-1-1000-4, причем каждая

подсистема 1000 выполнена с возможностью снабжать мощностью трехфазный мотор 1100, ассоциированный с колесом EV, а также актуатор 2900 (или мотор) постоянного тока, ассоциированный с колесом EV, причем актуатор 2900 постоянного тока может использоваться для электрической подвески или электрического рулевого управления. На фиг. 29А, каждый актуатор 2900 снабжается мощностью посредством линий 2902 вспомогательной нагрузки, которые могут получаться посредством одного или более модулей 108IC межсоединения. Напряжение линий 2902 может быть идентичным напряжению источников 206 модулей 108IC межсоединения, например, получаемому из портов 3 и 4, как описано относительно модуля 108С по фиг. 3С. Кроме того, напряжение линий 2902 может регулироваться вниз относительно напряжения источников 206 модулей 108IC, например, получаемого из портов 5 и 6. Альтернативно, соединения с линиями 2902 могут опускаться, и каждый актуатор 2900 может снабжаться мощностью непосредственно из модуля 108. Модуль 108, который предоставляет мощность, может представлять собой модуль, который находится ближе всего по местоположению к каждому актуатору 2900.

[00281] Фиг. 29А иллюстрирует альтернативное соединение, в котором линии 2904 соединяют актуатор 2900-1 с модулем 108-1 PA1-матрицы подсистемы 1000-1. Модуль 108-1 здесь представляет собой угловой модуль, расположенный ближе всего к актуатору 2900-1. Если такое соединение использовано, актуатор 2900-2 может снабжаться мощностью посредством модуля 108-1 матрицы PC2 подсистемы 1000-2, актуатор 2900-3 может снабжаться мощностью посредством модуля 108-1 PA3-матрицы подсистемы 1000-3, и актуатор 2900-4 может снабжаться мощностью посредством модуля 108-1 матрицы PC4 подсистемы 1000-4 посредством дополнительных линий 2904 (не показаны).

[00282] Актуаторы 2900 не должны обязательно снабжаться мощностью непосредственно посредством углового модуля и могут снабжаться мощностью посредством любого другого модуля в матрице, ближайшей к актуатору 2900. Фиг. 29А иллюстрирует другое альтернативное соединение, в котором линии 2906 соединяют актуатор 2900-3 с модулем 108-N PA3-матрицы подсистемы 1000-3, которая представляет собой матрицу, расположенную ближе всего к актуатору 2900-3. Такие соединения могут аналогично использоваться в качестве альтернативы для каждого из других актуаторов 2900.

[00283] Если каждый актуатор 2900 заземляется, то может быть желательным предоставлять развязку между актуаторами 2900 и системой 100. Фиг. 29А иллюстрирует другое альтернативное соединение, в котором развязанный преобразователь 2910, который может представлять собой либо преобразователь постоянного тока в постоянный, либо преобразователь постоянного тока в переменный, позиционируется на линиях 2908, протягивающихся из модуля 108-1 матрицы PC4 подсистемы 1000-4 в актуатор 2900-4. Такие соединения 2908 могут аналогично использоваться в качестве альтернативы для каждого из других актуаторов 2900. В других вариантах осуществления, развязанный преобразователь 2910 может размещаться в линиях 2902 или 2906, чтобы предоставлять

развязанную мощность из этих других источников. Хотя каждое из соединений 2904, 2906 и 2908 показывается исходящим из одного модуля, такие соединения могут исходить из нескольких модулей 108, чтобы использовать параллельные источники энергии.

[00284] Развязанный преобразователь может интегрироваться непосредственно в модуль 108. Фиг. 29В является блок-схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108D, сконфигурированного с развязанным преобразователем 2910 постоянного тока в постоянный, и может предоставлять мощность из источника 206 (или соединения 110 для подачи мощности) в порты 7 и 8, соединенные с линиями 2904 или 2906. Преобразователь 2910 соединяется между портами 7 и 8 ввода-вывода и буфером 204 и включает в себя преобразователь 2952 постоянного тока в переменный, соединенный с трансформатором 2956, который, в свою очередь соединяется с преобразователем 2958 переменного тока в постоянный. Преобразователь 2958 может преобразовывать постоянное напряжение источника 206 в высокочастотное переменное напряжение, которое трансформатор 2956 может модифицировать на другое напряжение при необходимости и выводить это модифицированное переменное напряжение в преобразователь 2952 переменного тока в постоянный, который может преобразовывать сигнал переменного тока обратно в форму постоянного тока для предоставления в актуатор 2900. Трансформатор 2956 также может развязывать модульные компоненты 202, 204, 206, 2958 и 114 от земли. Аналогично другим компонентам модуля 108В, схема мониторинга для преобразователя 2952, трансформатора 2956 и преобразователя 2958 может включаться для того, чтобы измерять токи, напряжения, температуры, неисправности и т.п. LCD 114 может отслеживать состояние преобразователя 2910, в частности, преобразователя 2952, трансформатора 2956 (например, схемы мониторинга или активного компонента, ассоциированного с ней) и преобразователя 2958, по соединениям 118-5, 118-7 и 118-8 для передачи данных, соответственно. Эти соединения 118-5 и 118-6 также могут подавать управляющие сигналы, чтобы управлять переключением преобразователя 2952 и управлять любыми управляемыми элементами в нем, ассоциированными с трансформатором 2956. Развязка LCD 114 может поддерживаться посредством развязывающей схемы, присутствующей на линиях 118-5 и 118-6 (например, посредством развязанных формирователей сигналов управления затвором и развязанных датчиков).

[00285] Фиг. 29С является принципиальной схемой, иллюстрирующей примерный вариант осуществления модуля 108D. Преобразователь 202А соединяется с буфером 204, который сконфигурирован как конденсатор. Порты 7 и 8 ввода-вывода соединяются с необязательным LC-фильтром 2902, который, в свою очередь, соединяется с преобразователем 2910, в частности, с преобразователем 2952 постоянного тока в переменный, который сконфигурирован как полномостовой преобразователь с переключателями S10, S11, S12 и S13. Полномостовые выводы из узлов N1 и N2 соединяются с первичной обмоткой трансформатора 2956. Вторичная обмотка трансформатора 2956 соединяется с узлами N3 и N4 второй полномостовой схемы,

сконфигурированной как преобразователь 2958 переменного тока в постоянный, имеющий переключатели S14, S15, S16 и S17. Переключатели преобразователя 2958 могут представлять собой полупроводниковые переключатели, сконфигурированные в качестве MOSFET, IGBT, GaN-устройств и т.п., как описано в данном документе. LCD 114 или другой элемент системы 102 управления может предоставлять переключающие сигналы для управления переключателями S1-S6 и S10-S17.

[00286] Фиг. 29D является принципиальной схемой, иллюстрирующей другой примерный вариант осуществления модуля 108D, в котором преобразователь 2958 переменного тока в постоянный сконфигурирован как двухтактный преобразователь, с первым контактным выводом источника 206, соединенным с одной стороной сдвоенных вторичных обмоток трансформатора 2956 через индуктор L2, и переключателями S18 и S19, соединенными между противоположной стороной сдвоенных вторичных обмоток и общим узлом (например, узлом 4), соединенным с противоположным контактным выводом источника 206. Двухтактная конфигурация требует только двух переключателей и в силу этого является более экономически эффективной, чем полномостовой преобразователь, хотя переключатели имеют большие напряжения, прикладываемые для них.

[00287] Различные аспекты настоящего предмета изобретения изложены ниже, в обзоре и/или в дополнении к вариантам осуществления, описанным выше, при этом акцент здесь делается на взаимозависимости и взаимозаменяемости нижеприведенных вариантов осуществления. Другими словами, акцент делается на том факте, что каждый признак вариантов осуществления может комбинироваться с каждым другим признаком, если иное не указано или не следует в явной форме

[00288] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, управляемая таким образом, чтобы подавать мощность в нагрузку, причем модульная энергетическая система включает в себя: три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; порт заряда, выполненный с возможностью проводить сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока; и схему маршрутизации, соединенную между портом заряда и тремя матрицами, причем схема маршрутизации является управляемой таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц.

[00289] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя систему управления, соединенную с возможностью связи со схемой маршрутизации, при этом система управления выполнена с возможностью управлять схемой маршрутизации таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц.

[00290] В некоторых вариантах осуществления, система управления соединяется с возможностью связи с каждым модулем трех матриц и выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы заряжать каждый модуль.

[00291] В некоторых вариантах осуществления, система управления выполнена с возможностью управлять преобразователями каждого модуля согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса. Каждый модуль может включать в себя схему мониторинга, выполненную с возможностью отслеживать информацию состояния модуля, причем каждый модуль выполнен с возможностью выводить информацию состояния в систему управления, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля на основе информации состояния. Информация состояния может быть связана с температурой и состоянием заряда модуля, причем система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы балансировать температуру и состояние заряда всех модулей матриц.

[00292] В некоторых вариантах осуществления, схема маршрутизации включает в себя множество однонаправленных твердотельных реле, управляемых посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока в каждую из трех матриц. Однонаправленные твердотельные реле могут представлять собой тиристоры.

[00293] В некоторых вариантах осуществления, схема маршрутизации включает в себя первый порт, соединенный с линией DC+, второй порт, соединенный с линией DC-, третий порт, соединенный с первой матрицей, четвертый порт, соединенный со второй матрицей, и пятый порт, соединенный с третьей матрицей, и включает в себя: первый тиристор, соединенный между первым портом и третьим портом; второй тиристор, соединенный между первым портом и четвертым портом; третий тиристор, соединенный между четвертым портом и вторым портом; и четвертый тиристор, соединенный между пятым портом и вторым портом, причем тиристоры являются управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока на первом порту в третий или четвертый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на четвертом или пятом порту во второй порт. Схема маршрутизации может включать в себя шестой порт, соединенный с первой линией переменного тока, седьмой порт, соединенный со второй линией переменного тока, и может включать в себя: первый диод, соединенный между седьмым портом и первым и вторым тиристорами; второй диод, соединенный между шестым портом и первым и вторым тиристорами; третий диод, соединенный из третьего и четвертого тиристоров с шестым портом; и четвертый диод, соединенный из третьего и четвертого тиристоров с седьмым портом.

[00294] В некоторых вариантах осуществления, схема маршрутизации включает в себя множество двунаправленных твердотельных реле, управляемых посредством

системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц. Двухнаправленные твердотельные реле могут представлять собой симисторы.

[00295] В некоторых вариантах осуществления, схема маршрутизации включает в себя первый порт, выполненный с возможностью соединиться с сигналом заряда DC+ или сигналом заряда линии однофазного переменного тока, второй порт, выполненный с возможностью соединиться с сигналом заряда DC- или сигналом нейтрали однофазного переменного тока, третий порт, соединенный с первой матрицей, четвертый порт, соединенный со второй матрицей, и пятый порт, соединенный с третьей матрицей, и включает в себя: первый симистор, соединенный между первым портом и третьим портом; второй симистор, соединенный между первым портом и четвертым портом; третий симистор, соединенный между четвертым портом и вторым портом; и четвертый симистор, соединенный между пятым портом и вторым портом. Симисторы могут быть управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы, при работе в состоянии заряда постоянного тока, избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока на первом порту в третий или четвертый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на четвертом или пятом порту во второй порт, и причем симисторы могут быть управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы, при работе в положительном состоянии заряда однофазного переменного тока, избирательно маршрутизировать сигнал заряда линии переменного тока на первом порту в третий или четвертый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на четвертом или пятом порту во второй порт, и, при работе в отрицательном состоянии заряда однофазного переменного тока, избирательно маршрутизировать сигнал на втором порту в четвертый или пятый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на третьем или четвертом порту в первый порт.

[00296] В некоторых вариантах осуществления, порт заряда выполнен с возможностью проводить сигнал заряда трехфазного переменного тока, и схема маршрутизации включает в себя множество двухнаправленных твердотельных реле, управляемых посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц. Множество двухнаправленных твердотельных реле могут включать в себя симисторы. Схема маршрутизации может включать в себя первый порт, выполненный с возможностью принимать сигнал заряда постоянного тока или переменного тока, второй порт, выполненный с возможностью принимать сигнал заряда переменного тока, и третий порт, выполненный с возможностью принимать сигнал заряда постоянного тока или переменного тока, и дополнительно может включать в себя: первый симистор, соединенный между первым портом и первой линией, соединяемой с первой матрицей из трех матриц; второй симистор, соединенный между вторым портом и второй линией, соединяемой со второй матрицей из трех матриц; третий симистор, соединенный между третьим портом и третьей линией, соединяемой с третьей матрицей из трех матриц;

четвертый симистор, соединенный между первой и второй линиями; и пятый симистор, соединенный между второй и третьей линиями.

[00297] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно выполнена с возможностью избирательно отсоединять все модули и электромоторы от источника заряда.

[00298] В некоторых вариантах осуществления, три матрицы могут взаимно соединяться, по меньшей мере, посредством одного модуля межсоединения. Система управления может быть выполнена с возможностью управлять, по меньшей мере, одним модулем межсоединения таким образом, чтобы подавать напряжение, по меньшей мере, для одной вспомогательной нагрузки, когда система находится в состоянии заряда.

[00299] В некоторых вариантах осуществления, три матрицы взаимно соединяются в последовательной дельта-конфигурации.

[00300] В некоторых вариантах осуществления, нагрузка представляет собой шестифазную нагрузку, три матрицы представляют собой первый набор матриц, и система дополнительно включает в себя второй набор матриц, включающий в себя дополнительные три матрицы модулей, причем система выполнена с возможностью заряжать первый и второй набор матриц параллельно.

[00301] В некоторых вариантах осуществления, порт заряда представляет собой первый порт заряда, и система дополнительно включает в себя второй порт заряда, выполненный с возможностью принимать трехфазный сигнал заряда. Первый и второй порты заряда интегрируются в идентичном доступном для пользователя местоположении. Схема маршрутизации может соединяться с линиями из второго порта заряда.

[00302] В некоторых вариантах осуществления, система включает в себя множество переключателей, соединенных между первым модулем каждой матрицы и нагрузкой, причем множество переключателей являются управляемыми таким образом, чтобы отсоединять нагрузку от трех матриц.

[00303] В некоторых вариантах осуществления, три матрицы принадлежат первой подсистеме системы, выполненной с возможностью предоставлять трехфазную мощность в первую нагрузку, при этом система дополнительно включает в себя вторую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность во вторую нагрузку, причем вторая подсистема включает в себя три матрицы, включающие в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей второй подсистемы включает в себя источник энергии и преобразователь, причем первая и вторая подсистемы соединяются между собой посредством первого множества переключателей таким образом, что первая и вторая подсистемы являются электрически соединяемыми параллельно для зарядки. Система дополнительно может включать в себя третью подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в третью нагрузку, причем третья подсистема включает в себя три матрицы, включающие в

себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей третьей подсистемы включает в себя источник энергии и преобразователь, причем первая и третья подсистемы соединяются между собой посредством второго множества переключателей таким образом, что первая и третья подсистемы являются электрически соединяемыми параллельно для зарядки.

[00304] Во многих вариантах осуществления, предоставляется способ зарядки модульной энергетической системы, причем модульная энергетическая система сконфигурирована в соответствии с любым из вариантов осуществления, раскрытых в данном документе, и способ включает в себя управление модульной энергетической системой в то время, когда сигнал заряда применяется для того, чтобы заряжать модульную энергетическую систему и балансировать, по меньшей мере, одну рабочую характеристику системы. По меньшей мере, одна рабочая характеристика может представлять собой температуру. Сигнал заряда может представлять собой трехфазный сигнал заряда, однофазный сигнал заряда или сигнал заряда постоянного тока. Модульная энергетическая система может управляться таким образом, чтобы поддерживать коэффициент мощности системы в пределах порогового значения в единицу. Управление модульной энергетической системой может включать в себя управление преобразователями модулей энергетической системы.

[00305] Во многих вариантах осуществления, предоставляется компьютерно-читаемый носитель, который включает в себя множество инструкций, которые, при выполнении посредством схемы обработки, предписывают схеме обработки управлять зарядкой для модульной энергетической системы, причем модульная энергетическая система сконфигурирована в соответствии с любым из вариантов осуществления, раскрытых в данном документе.

[00306] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: первую подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность в первый мотор EV, причем первая подсистема включает в себя три матрицы, включающие в себя, по меньшей мере, два первых модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух первых модулей, причем каждый из первых модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; вторую подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность во второй мотор EV, причем вторая подсистема включает в себя три матрицы, включающие в себя, по меньшей мере, два вторых модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух вторых модулей, причем каждый из вторых модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; и множество

переключателей, выполненных с возможностью избирательно соединять первую и вторую подсистемы для зарядки, причем номинальное выходное напряжение первой подсистемы больше номинального выходного напряжения второй подсистемы.

[00307] В некоторых вариантах осуществления, каждая матрица первой подсистемы включает в себя большее количество модулей, чем каждая матрица второй подсистемы.

[00308] В некоторых вариантах осуществления, номинальное напряжение каждого первого модуля больше номинального напряжения каждого второго модуля.

[00309] В некоторых вариантах осуществления, источник энергии каждого первого модуля представляет собой аккумулятор первого типа, и источник энергии каждого второго модуля представляет собой аккумулятор второго типа, причем первый тип отличается от второго типа. Первый тип может иметь относительно большую плотность энергии, чем второй тип. Второй тип может иметь относительно больший C-rate, чем первый тип.

[00310] В некоторых вариантах осуществления, множество переключателей могут быть выполнены с возможностью соединять первую матрицу первой подсистемы параллельно с первой матрицей второй подсистемы, вторую матрицу первой подсистемы параллельно со второй матрицей второй подсистемы и третью матрицу первой подсистемы параллельно с третьей матрицей второй подсистемы. Система дополнительно может включать в себя: порт заряда, выполненный с возможностью проводить сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока; и схему маршрутизации, соединенную между портом заряда и подсистемами, причем схема маршрутизации является управляемой таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждое параллельное соединение матриц подсистемы. Система дополнительно может включать в себя систему управления, соединенную с возможностью связи со схемой маршрутизации и множеством переключателей, причем система управления выполнена с возможностью управлять избирательной маршрутизацией схемы маршрутизации. Система управления может соединяться с возможностью связи с преобразователями каждого первого модуля и каждого второго модуля и выполнена с возможностью управлять преобразователями таким образом, чтобы заряжать каждый первый и второй модуль.

[00311] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя третью подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность в третий мотор EV, причем третья подсистема включает в себя три матрицы, включающие в себя, по меньшей мере, два третьих модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух третьих модулей, причем каждый из третьих модулей включает в себя источник энергии и преобразователь. Множество переключателей могут представлять собой первое множество переключателей, при этом система дополнительно включает в себя второе множество

переключателей, выполненных с возможностью избирательно соединять вторую и третью подсистемы для зарядки. Максимальное выходное напряжение первой подсистемы может быть больше максимального выходного напряжения третьей подсистемы. Первый мотор может быть выполнен с возможностью снабжать мощностью задние колеса EV, второй мотор выполнен с возможностью снабжать мощностью первое переднее колесо EV, и третий мотор выполнен с возможностью снабжать мощностью второе переднее колесо EV. Система дополнительно может включать в себя четвертую подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность в четвертый мотор EV, причем четвертая подсистема включает в себя три матрицы, включающие в себя, по меньшей мере, два четвертых модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух четвертых модулей, причем каждый из четвертых модулей включает в себя источник энергии и преобразователь.

[00312] В некоторых вариантах осуществления, номинальное выходное напряжение первой подсистемы представляет собой номинальное межлинейное пиковое выходное напряжение первой подсистемы, и номинальное выходное напряжение второй подсистемы представляет собой номинальное межлинейное пиковое выходное напряжение второй подсистемы.

[00313] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, управляемая таким образом, чтобы подавать мощность в мотор с замкнутыми обмотками, причем система включает в себя: три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; и зарядный разъем, включающий в себя первый порт и второй порт и выполненный с возможностью проводить сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока, причем первый тракт заряда протягивается из первого порта через первую и вторую обмотку мотора, через первую матрицу и заканчивается на втором порту, причем второй тракт заряда протягивается из первого порта через первую обмотку и третью обмотку мотора, через вторую матрицу и заканчивается на втором порту, и причем третий тракт заряда протягивается из первого порта разъема, обходит мотор и проходит через третью матрицу и заканчивается на втором порту.

[00314] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя систему управления, соединенную с возможностью связи с модулями трех матриц, причем система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы заряжать каждый модуль. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц одновременно сигналом заряда постоянного тока. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать две из трех матриц одновременно сигналом заряда постоянного

тока. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц последовательно сигналом заряда постоянного тока. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц одновременно сигналом заряда однофазного переменного тока. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать две из трех матриц одновременно сигналом заряда однофазного переменного тока. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц последовательно сигналом заряда однофазного переменного тока. Система управления может быть выполнена с возможностью заряжать вдоль первого тракта заряда и второго тракта заряда параллельно таким образом, что потоки, сформированные на первой, второй и третьей обмотках мотора, нейтрализуются.

[00315] В некоторых вариантах осуществления, система включает в себя трехфазный зарядный разъем, соединенный с множеством переключателей, причем переключатели являются управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно соединять трехфазный зарядный разъем с тремя матрицами.

[00316] В некоторых вариантах осуществления, система управления может быть выполнена с возможностью управлять преобразователями каждого модуля согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса. Каждый модуль может включать в себя схему мониторинга, выполненную с возможностью отслеживать информацию состояния модуля, причем каждый модуль выполнен с возможностью выводить информацию состояния в систему управления, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля на основе информации состояния. Информация состояния может быть связана с температурой и состоянием заряда модуля, причем система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы балансировать температуру и состояние заряда всех модулей матриц.

[00317] В некоторых вариантах осуществления, три матрицы взаимно соединяются, по меньшей мере, посредством одного модуля межсоединения. Система управления может быть выполнена с возможностью управлять, по меньшей мере, одним модулем межсоединения таким образом, чтобы подавать напряжение, по меньшей мере, для одной вспомогательной нагрузки, когда система находится в состоянии заряда.

[00318] Во многих вариантах осуществления, предоставляется источник заряда, выполненный с возможностью заряжать электрическое транспортное средство (EV), причем источник заряда включает в себя: модульную энергетическую систему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью вырабатывать мощность, по меньшей мере, в трех фазах, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь.

[00319] В некоторых вариантах осуществления, источник заряда выполнен с возможностью соединяться с внешним источником мощности, чтобы заряжать источники энергии модульной энергетической системы. Внешний источник мощности может представлять собой коммунальную энергосеть или возобновляемый источник энергии. Источник заряда может быть выполнен с возможностью заряжать EV с первым темпом, при этом источник заряда выполнен с возможностью заряжаться посредством внешнего источника мощности со вторым темпом, и при этом первый темп больше второго темпа.

[00320] В некоторых вариантах осуществления, источник заряда включает в себя: схему мониторинга, выполненную с возможностью обнаруживать гармонику, выводимую во внешний источник мощности; и систему управления, выполненную с возможностью управлять преобразователями модулей таким образом, чтобы формировать компенсационный ток, чтобы подавлять гармонику. Источник заряда дополнительно может включать в себя преобразователь постоянного тока в переменный, включающий в себя множество диодов для выпрямления.

[00321] В некоторых вариантах осуществления, источник заряда может быть выполнен с возможностью заряжать EV сигналом заряда постоянного тока, сигналом заряда однофазного переменного тока или сигналом заряда трехфазного переменного тока.

[00322] В некоторых вариантах осуществления, EV может включать в себя аккумуляторный блок, включающий в себя: модульную энергетическую систему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью вырабатывать мощность, по меньшей мере, в трех фазах, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь.

[00323] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система, управляемая таким образом, чтобы подавать мощность в мотор с разомкнутыми обмотками, причем система включает в себя: первую подсистему, включающую в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем первая подсистема соединяется с трехфазным зарядным разъемом; и вторую подсистему, включающую в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем первая и вторая подсистемы выполнены с возможностью

соединяться с мотором таким образом, что первая обмотка мотора соединяется между первой матрицей первой подсистемы и первой матрицей второй подсистемы, вторая обмотка мотора соединяется между второй матрицей первой подсистемы и второй матрицей второй подсистемы, и третья обмотка мотора соединяется между третьей матрицей первой подсистемы и третьей матрицей второй подсистемы.

[00324] В некоторых вариантах осуществления, первый порт трехфазного зарядного разъема соединяется с первой матрицей первой подсистемы, второй порт трехфазного зарядного разъема соединяется со второй матрицей первой подсистемы, и третий порт трехфазного зарядного разъема соединяется с третьей матрицей первой подсистемы, при этом система дополнительно включает в себя: первый переключатель, соединенный между первым портом и вторым портом; второй переключатель, соединенный между вторым портом и третьим портом; и разъем заряда постоянного тока или однофазного переменного тока, соединенный с третьим портом и третьей матрицей второй подсистемы.

[00325] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем три матрицы выполнены с возможностью предоставлять трехфазную мощность для первого электромотора, выполненного с возможностью предоставлять двигательную силу, по меньшей мере, для одного колеса EV, и причем, по меньшей мере, один модуль трех матриц выполнен с возможностью предоставлять мощность во второй электромотор механизма электрической подвески или электрического рулевого управления EV.

[00326] В некоторых вариантах осуществления, система может быть выполнена с возможностью предоставлять мощность для двух вторых электромоторов EV.

[00327] В некоторых вариантах осуществления, система может быть выполнена с возможностью предоставлять мощность для четырех вторых электромоторов EV.

[00328] В некоторых вариантах осуществления, по меньшей мере, один модуль представляет собой модуль трех матриц, ближе всего ко второму электромотору.

[00329] В некоторых вариантах осуществления, по меньшей мере, один модуль сконфигурирован как модуль межсоединения, соединенный, по меньшей мере, с двумя из трех матриц.

[00330] В некоторых вариантах осуществления, система включает в себя множество модулей межсоединения, соединенных между тремя матрицами, причем каждый модуль межсоединения включает в себя источник энергии и преобразователь, и источники энергии модулей межсоединения соединяются параллельно. По меньшей мере, один модуль может представлять собой один из множества модулей межсоединения.

[00331] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя развязывающий преобразователь, причем, по меньшей мере, один модуль трех матриц выполнен с возможностью предоставлять мощность во второй электромотор посредством развязывающего преобразователя.

[00332] В некоторых вариантах осуществления, преобразователь, по меньшей мере, одного модуля представляет собой первый преобразователь, и, по меньшей мере, один модуль включает в себя развязывающий преобразователь, соединенный с источником энергии, по меньшей мере, одного модуля, причем, по меньшей мере, один модуль выполнен с возможностью предоставлять мощность во второй электромотор из источника энергии через развязывающий преобразователь. Развязывающий преобразователь может включать в себя: первый преобразователь постоянного тока в переменный, соединенный с источником энергии, по меньшей мере, одного модуля; трансформатор, соединенный с преобразователем постоянного тока в переменный, и второй преобразователь постоянного тока в переменный, соединенный с трансформатором.

[00333] В некоторых вариантах осуществления, второй электромотор представляет собой электрический актуатор.

[00334] В некоторых вариантах осуществления, второй электромотор представляет собой часть электрической подвески EV.

[00335] В некоторых вариантах осуществления, второй электромотор представляет собой часть механизма электрического рулевого управления EV.

[00336] В некоторых вариантах осуществления, три матрицы принадлежат первой подсистеме системы, и система дополнительно включает в себя, по меньшей мере, одну дополнительную подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность для третьего электромотора EV, выполненного с возможностью предоставлять двигательную силу, по меньшей мере, для одного колеса EV, причем, по меньшей мере, одна дополнительная подсистема включает в себя, по меньшей мере, один дополнительный модуль, выполненный с возможностью предоставлять мощность в четвертый электромотор механизма электрической подвески или электрического рулевого управления EV.

[00337] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, причем первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси, причем три матрицы размещаются в блоке, выполненном с возможностью садиться внутри ходовой части, и причем каждый модуль трех матриц

имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, причем второй размер каждого модуля относительно превышает первый размер.

[00338] В некоторых вариантах осуществления, для каждой матрицы, большинство модулей матрицы совмещаются вдоль первой оси.

[00339] В некоторых вариантах осуществления, первый уровень матриц размещается со сдвигом на первом конце блока. Другие уровни матриц могут совмещаться вдоль второй оси. Система дополнительно может включать в себя множество модулей межсоединения, размещаемых со сдвигом на втором конце блока.

[00340] В некоторых вариантах осуществления, система может быть выполнена с возможностью предоставлять трехфазную мощность в мотор, расположенный рядом с первым концом блока.

[00341] В некоторых вариантах осуществления, три матрицы принадлежат первой подсистеме, и система дополнительно включает в себя вторую подсистему, включающую в себя три матрицы модулей, размещаемых симметрично напротив по отношению к первой подсистеме. Система дополнительно может включать в себя множество модулей межсоединения, позиционированных между первой и второй подсистемами и совмещенных вдоль второй оси.

[00342] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: первую подсистему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в первый мотор EV, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; и вторую подсистему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность во второй мотор EV, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, причем первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси, причем две подсистемы размещаются в блоке, выполненном с возможностью садиться внутри ходовой части, и при этом каждый модуль двух подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, причем второй размер каждого модуля относительно меньше первого размера.

[00343] В некоторых вариантах осуществления, для каждой матрицы, большинство

модулей матрицы совмещаются вдоль первой оси. Каждый уровень матриц может совмещаться вдоль второй оси. Система дополнительно может включать в себя множество модулей межсоединения, размещаемых со сдвигом на первом конце блока.

[00344] В некоторых вариантах осуществления, первая и вторая подсистемы выполнены с возможностью выводить мощность для первого и второго моторов на втором конце блока.

[00345] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: первую подсистему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в первый мотор EV, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; вторую подсистему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность во второй мотор EV, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; и третью подсистему, включающую в себя три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в третий мотор EV, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, причем первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси, причем три подсистемы размещаются в блоке, выполненном с возможностью садиться внутри ходовой части, и при этом каждый модуль первой и второй подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, причем второй размер каждого модуля относительно меньше первого размера.

[00346] В некоторых вариантах осуществления, каждый модуль третьих подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, причем второй размер каждого модуля относительно превышает первый размер.

[00347] В некоторых вариантах осуществления, первая подсистема позиционируется на левой стороне EV, и вторая подсистема позиционируется на правой стороне EV. Третья подсистема находится сзади по отношению к первой и второй

подсистемам. Первая подсистема выполнена с возможностью снабжать мощностью первый мотор для переднего левого колеса EV, вторая подсистема выполнена с возможностью снабжать мощностью второй мотор для переднего правого колеса EV, и третья подсистема выполнена с возможностью снабжать мощностью третий мотор для задних колес EV.

[00348] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя множество модулей межсоединения, расположенных между первой и второй подсистемами.

[00349] В некоторых вариантах осуществления, каждая матрица первой и второй подсистем совмещается вдоль второй оси.

[00350] В некоторых вариантах осуществления, каждый уровень модулей первой и второй подсистем совмещается вдоль первой оси.

[00351] В некоторых вариантах осуществления, большинство модулей каждой матрицы подсистем третьей подсистемы совмещаются вдоль первой оси.

[00352] В некоторых вариантах осуществления, большинство уровней модулей третьей подсистемы совмещаются вдоль второй оси. Первый уровень модулей третьей подсистемы может размещаться со сдвигом.

[00353] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: четыре подсистемы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в четыре мотора EV, причем каждая подсистема включает в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, причем первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси, причем четыре подсистемы размещаются в блоке, выполненном с возможностью садиться внутри ходовой части, и при этом каждый модуль первой и второй подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, причем второй размер каждого модуля относительно меньше первого размера.

[00354] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя множество модулей межсоединения, совмещенных вдоль первой оси.

[00355] В некоторых вариантах осуществления, четыре подсистемы представляют собой первую подсистему, вторую подсистему, третью подсистему и четвертую подсистему, и при этом четыре мотора представляют собой первый мотор, второй мотор, третий мотор и четвертый мотор, и система дополнительно включает в себя: пятую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в пятый

мотор EV, причем пятая подсистема включает в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; и шестую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в шестой мотор EV, причем шестая подсистема включает в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь.

[00356] В некоторых вариантах осуществления, ходовая часть представляет собой первую ходовую часть, и блок представляет собой первый блок, и пятая и шестая подсистемы размещаются во втором блоке, выполненном с возможностью садиться внутри второй ходовой части EV, соединенной с возможностью перемещения с первой ходовой частью.

[00357] Во многих вариантах осуществления, предоставляется модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), причем система включает в себя: четыре подсистемы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в четыре мотора EV, причем каждая подсистема включает в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь, причем ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, причем первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси, причем четыре подсистемы размещаются в блоке, выполненном с возможностью садиться внутри ходовой части, и при этом каждый модуль первой и второй подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, причем второй размер каждого модуля относительно превышает первый размер.

[00358] В некоторых вариантах осуществления, система дополнительно включает в себя множество модулей межсоединения, совмещенных вдоль второй оси.

[00359] В некоторых вариантах осуществления, четыре подсистемы представляют собой первую подсистему, вторую подсистему, третью подсистему и четвертую подсистему, и при этом четыре мотора представляют собой первый мотор, второй мотор, третий мотор и четвертый мотор, и система дополнительно включает в себя: пятую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в пятый

мотор EV, причем пятая подсистема включает в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь; и шестую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в шестой мотор EV, причем шестая подсистема включает в себя три матрицы, причем каждая матрица включает в себя, по меньшей мере, два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, включающий в себя наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, причем каждый из модулей включает в себя источник энергии и преобразователь. Ходовая часть может представлять собой первую ходовую часть, и блок представляет собой первый блок, и пятая и шестая подсистемы могут размещаться во втором блоке, выполненном с возможностью садиться внутри второй ходовой части EV, соединенной с возможностью перемещения с первой ходовой частью.

[00360] Термин "модуль" при использовании в данном документе означает одно из двух или более устройств или подсистем в большей системе. Модуль может быть выполнен с возможностью работать в сочетании с другими модулями аналогичного размера, функции и физической компоновки (например, местоположением электрических контактных выводов, разъемов и т.д.). Модули, имеющие идентичную функцию и источник(и) энергии, могут быть сконфигурированы идентично (например, по размеру и физической компоновке) всем остальным модулям в идентичной системе (например, в стойке или блоке), тогда как модули, имеющие различные функции или источник(и) энергии, могут варьироваться по размеру и физической компоновке. Хотя каждый модуль может быть физически съемным и сменным относительно других модулей системы (например, аналогично колесам в автомобиле или лезвиям на лезвийном сервере на базе информационных технологий (ИТ)), это не является обязательным. Например, система может помещаться в общий кожух, который не разрешает вынимание и замену любого модуля, без разборки системы в целом. Тем не менее, все без исключения варианты осуществления в данном документе могут иметь такую конфигурацию, в которой каждый модуль является съемным и сменным относительно других модулей удобным способом, к примеру, без разборки системы.

[00361] Термин "ведущее устройство управления" используется в данном документе в широком смысле и не требует реализации конкретного протокола, к примеру, взаимосвязи ведущих и ведомых устройств с любым другим устройством, к примеру, с локальным устройством управления.

[00362] Термин "вывод" используется в данном документе в широком смысле и не исключает функционирование двунаправленным способом в качестве как вывода, так и ввода. Аналогично, термин "ввод" используется в данном документе в широком смысле и

не исключает функционирование двунаправленным способом как ввода, так и вывода.

[00363] Термины "контактный вывод" и "порт" используются в данном документе в широком смысле, могут быть однонаправленными или двунаправленными, могут представлять собой ввод или вывод и не требуют конкретной физической или механической конструкции, к примеру, розеточной или штекерной конфигурации.

[00364] Термин "номинальное напряжение" представляет собой повсеместно используемый показатель, который описывает аккумуляторный гальванический элемент, и предоставляется посредством изготовителя (например, посредством маркировки на гальваническом элементе или в паспорте изделия). Номинальное напряжение зачастую означает среднее напряжение, которое выводит аккумуляторный гальванический элемент при заряде, и может использоваться для того, чтобы описывать напряжение объектов, объединяющих аккумуляторные гальванические элементы, таких как аккумуляторные модули и подсистемы и системы настоящего предмета изобретения.

[00365] Термин "C-rate" представляет собой повсеместно используемый показатель, который описывает разрядный ток, деленный на теоретический потребляемый ток, при котором аккумулятор должен доставлять свою номинальную емкость за один час.

[00366] Различные обозначения ссылок с номерами используются в данном документе. Эти обозначения упрощают описание настоящего предмета изобретения и не ограничивают объем этого предмета изобретения. В общем, на род элементов ссылаются с числом, например, "123", а на его подрод ссылаются с буквой, добавленной в конец числа, например, 123А или 123В. Ссылки на род без добавления в конец буквы (например, 123) ссылаются на род в целом, охватывающий все подроды. Некоторые данные показывают несколько экземпляров идентичного элемента. К этим элементам может добавляться в конец число или буква в формате "-Х", например, 123-1, 123-2 или 123-РА. Этот формат "-Х" не подразумевает то, что элементы должны быть сконфигурированы идентично в каждом случае, а вместо этого используется для того, чтобы упростить различие при ссылке на элементы на чертежах. Ссылка на род 123 без добавления в конец "-Х" широко означает все экземпляры элемента в роду.

[00367] Различные аспекты настоящего предмета изобретения изложены ниже, в обзоре и/или в дополнении к вариантам осуществления, описанным выше, при этом акцент здесь делается на взаимозависимости и взаимозаменяемости нижеприведенных вариантов осуществления. Другими словами, акцент делается на том факте, что каждый признак вариантов осуществления может комбинироваться с каждым другим признаком, если иное не указано в явной форме или не является логически неправдоподобным.

[00368] Схема обработки может включать в себя один или более процессоров, микропроцессоров, контроллеров и/или микроконтроллеров, каждый из которых может представлять собой дискретную или автономную микросхему либо распределяться между (и составлять часть) определенным числом различных микросхем. Может реализовываться любой тип схемы обработки, такой как, но не только, персональные

вычислительные архитектуры (например, используемые в настольных РС, переносных компьютерах, планшетных компьютерах и т.д.), архитектуры на основе программируемых вентиляльных матриц, собственные архитектуры, заказные архитектуры и т.п. Схема обработки может включать в себя процессор цифровых сигналов, который может реализовываться в аппаратных средствах и/или программном обеспечении. Схема обработки может выполнять программные инструкции, сохраненные в запоминающем устройстве, которые предписывают схеме обработки предпринимать множество различных действий и управлять другими компонентами.

[00369] Схема обработки также может выполнять другие программные и/или аппаратные процедуры. Например, схема обработки может сопрягаться со схемой связи и выполнять аналого-цифровые преобразования, кодирование и декодирование, другую обработку цифровых сигналов, мультимедийные функции, преобразование данных в формат (например, синфазный и квадратурный), подходящий для предоставления в схему связи, и/или может инструктировать схеме связи передавать данные (в проводном или в беспроводном режиме).

[00370] Все без исключения сигналы связи, описанные в данном документе, могут передаваться в беспроводном режиме за исключением случаев, когда указывается или является логически неправдоподобным. Схема связи может включаться для беспроводной связи. Схема связи может реализовываться как одна или более микросхем и/или компонентов (например, как передающее устройство, приемное устройство, приемо-передающее устройство и/или другая схема связи), которые осуществляют беспроводную связь по линиям связи в соответствии с надлежащим протоколом (например, Wi-Fi, Bluetooth, технология Bluetooth с низким энергопотреблением, связь ближнего радиуса действия (NFC), радиочастотная идентификация (RFID), собственные протоколы и т.п.). Одна или более других антенн могут включаться со схемой связи при необходимости работать с различными протоколами и схемами. В некоторых вариантах осуществления, схема связи может совместно использовать антенну для передачи по линиям связи. Схема RF-связи может включать в себя передающее устройство и приемное устройство (например, интегрированные в качестве приемо-передающего устройства) и ассоциированную логику кодера.

[00371] Схема обработки также может быть выполнена с возможностью выполнять операционную систему и любые программные приложения и выполнять другие функции, не связанные с обработкой передаваемой и принимаемой связи.

[00372] Компьютерные программные инструкции для выполнения операций в соответствии с описанным предметом изобретения могут быть написаны на любой комбинации одного или более языков программирования, включающих в себя объектно-ориентированный язык программирования, к примеру, Java, JavaScript, Smalltalk, C++, C#, Transact-SQL, XML, PHP и т.п., и традиционные процедурные языки программирования, к примеру, язык программирования "C" или аналогичные языки программирования.

[00373] Запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или

компьютерно-читаемые носители могут совместно использоваться посредством одного или более из присутствующих различных функциональных модулей либо могут распределяться между двумя или более из них (например, в качестве отдельных запоминающих устройств, присутствующих в различных микросхемах). Запоминающее устройство также может постоянно размещаться в отдельной собственной микросхеме.

[00374] В той степени, в которой варианты осуществления, раскрытые в данном документе, включают в себя или работают в ассоциации с запоминающим устройством, устройством хранения данных и/или компьютерно-читаемыми носителями, это запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или компьютерно-читаемые носители являются энергонезависимыми. Соответственно, в той степени, в которой запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или компьютерно-читаемые носители охватываются посредством одного или более пунктов формулы изобретения, это запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или компьютерно-читаемые носители являются только энергонезависимыми. Термины "энергонезависимый" и "материальный", при использовании в данном документе, имеют намерение описывать запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или компьютерно-читаемые носители, за исключением распространения электромагнитных сигналов, но не имеют намерение ограничивать тип запоминающего устройства, устройства хранения данных и/или компьютерно-читаемых носителей с точки зрения постоянства хранения или в иных отношениях. Например, "энергонезависимое" и/или "материальное" запоминающее устройство, устройство хранения данных и/или компьютерно-читаемые носители охватывают энергозависимые и энергонезависимые носители, к примеру, носители с произвольным доступом (например, RAM, SRAM, DRAM, FRAM и т.д.), непerezаписываемые носители (например, ROM, PROM, EPROM, EEPROM, флэш-память и т.д.) и комбинации вышеозначенного (например, гибридное RAM и ROM, NVRAM и т.д.) и их разновидности.

[00375] Следует отметить, что все признаки, элементы, компоненты, функции и этапы, описанные относительно любого варианта осуществления, предоставленного в настоящем документе, имеют намерение быть свободно комбинируемыми и заменяемыми с признаками, элементами, компонентами, функциями и этапами любого другого варианта осуществления. Если определенный признак, элемент, компонент, функция или этап описывается относительно только одного варианта осуществления, то следует понимать, что этот признак, элемент, компонент, функция или этап может использоваться с каждым другим вариантом осуществления, описанным в данном документе, если в явной форме не указано иное. В силу этого, этот параграф служит в качестве базовых сведений и письменного подтверждения для введения пунктов формулы изобретения, в любое время, которые комбинируют функции, элементы, компоненты, функции и этапы из различных вариантов осуществления либо которые заменяют признаки, элементы, компоненты, функции и этапы из одного варианта осуществления на признаки, элементы, компоненты, функции и этапы из другого, даже если нижеприведенное описание явно не утверждает, в

конкретном примере, что такие комбинации или замены являются возможными. Следует явно принимать во внимание, что специальное перечисление каждой возможной комбинации и замены является излишне обременительным, в частности, при условии, что допустимость каждой такой комбинации и замены должна легко пониматься специалистами в данной области техники.

[00376] При использовании в данном документе и в прилагаемой формуле изобретения, формы обозначения единственного числа включают в себя несколько объектов ссылки, если контекст явно не предписывает иное.

[00377] Хотя варианты осуществления допускают различные модификации и альтернативные формы, их конкретные примеры показаны на чертежах и подробно описаны в данном документе. Тем не менее, следует понимать, что эти варианты осуществления не должны ограничиваться конкретной раскрытой формой, но наоборот, эти варианты осуществления должны охватывать все модификации, эквиваленты и альтернативы, попадающие в пределы сущности раскрытия сущности. Кроме того, любые признаки, функции, этапы или элементы вариантов осуществления могут излагаться или добавляться в формулу изобретения, как и отрицательные ограничения, которые задают изобретаемый объем формулы изобретения посредством признаков, функций, этапов или элементов, которые не находятся в пределах этого объема.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Модульная энергетическая система, управляемая таким образом, чтобы подавать мощность в нагрузку, содержащая:

- три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь;

- порт заряда, выполненный с возможностью проводить сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока; и

- схему маршрутизации, соединенную между портом заряда и тремя матрицами, при этом схема маршрутизации является управляемой таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц.

2. Система по п. 1, дополнительно содержащая систему управления, соединенную с возможностью связи со схемой маршрутизации, при этом система управления выполнена с возможностью управлять схемой маршрутизации таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц.

3. Система по п. 2, в которой система управления соединена с возможностью связи с каждым модулем трех матриц и выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы заряжать каждый модуль.

4. Система по п. 3, в которой система управления выполнена с возможностью управлять преобразователями каждого модуля согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

5. Система по п. 3, в которой каждый модуль содержит схему мониторинга, выполненную с возможностью отслеживать информацию состояния модуля, при этом каждый модуль выполнен с возможностью выводить информацию состояния в систему управления, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля на основе информации состояния.

6. Система по п. 5, в которой информация состояния связана с температурой и состоянием заряда модуля, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы балансировать температуру и состояние заряда всех модулей матриц.

7. Система по п. 2, в которой схема маршрутизации содержит множество однонаправленных твердотельных реле, управляемых посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока в каждую из трех матриц.

8. Система по п. 7, в которой однонаправленные твердотельные реле представляют собой тиристоры.

9. Система по п. 2, в которой схема маршрутизации содержит первый порт, соединенный с линией DC+, второй порт, соединенный с линией DC-, третий порт, соединенный с первой матрицей, четвертый порт, соединенный со второй матрицей, и пятый порт, соединенный с третьей матрицей, и содержит:

- первый тиристор, соединенный между первым портом и третьим портом;
- второй тиристор, соединенный между первым портом и четвертым портом;
- третий тиристор, соединенный между четвертым портом и вторым портом; и
- четвертый тиристор, соединенный между пятым портом и вторым портом,

при этом тиристоры являются управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока на первом порту в третий или четвертый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на четвертом или пятом порту во второй порт.

10. Система по п. 9, в которой схема маршрутизации содержит шестой порт, соединенный с первой линией переменного тока, седьмой порт, соединенный со второй линией переменного тока, и содержит:

- первый диод, соединенный между седьмым портом и первым и вторым тиристорами;
 - второй диод, соединенный между шестым портом и первым и вторым тиристорами;
 - третий диод, соединенный из третьего и четвертого тиристоров с шестым портом;
- и
- четвертый диод, соединенный из третьего и четвертого тиристоров с седьмым портом.

11. Система по п. 2, в которой схема маршрутизации содержит множество двунаправленных твердотельных реле, управляемых посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц.

12. Система по п. 11, в которой двунаправленные твердотельные реле представляют собой симисторы.

13. Система по п. 2, в которой схема маршрутизации содержит первый порт, выполненный с возможностью соединяться с сигналом заряда DC+ или сигналом заряда линии однофазного переменного тока, второй порт, выполненный с возможностью соединяться с сигналом заряда DC- или сигналом нейтрали однофазного переменного тока, третий порт, соединенный с первой матрицей, четвертый порт, соединенный со второй матрицей, и пятый порт, соединенный с третьей матрицей, и содержит:

- первый симистор, соединенный между первым портом и третьим портом;
- второй симистор, соединенный между первым портом и четвертым портом;
- третий симистор, соединенный между четвертым портом и вторым портом; и
- четвертый симистор, соединенный между пятым портом и вторым портом.

14. Система по п. 13, в которой симисторы являются управляемыми посредством

системы управления таким образом, чтобы, при работе в состоянии заряда постоянного тока, избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока на первом порту в третий или четвертый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на четвертом или пятом порту во второй порт, и

при этом симисторы являются управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы, при работе в положительном состоянии заряда однофазного переменного тока, избирательно маршрутизировать сигнал заряда линии переменного тока на первом порту в третий или четвертый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на четвертом или пятом порту во второй порт, и, при работе в отрицательном состоянии заряда однофазного переменного тока, избирательно маршрутизировать сигнал на втором порту в четвертый или пятый порт и избирательно маршрутизировать сигнал на третьем или четвертом порту в первый порт.

15. Система по п. 2, в которой порт заряда выполнен с возможностью проводить сигнал заряда трехфазного переменного тока, и схема маршрутизации содержит множество двунаправленных твердотельных реле, управляемых посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждую из трех матриц.

16. Система по п. 15, в которой множество двунаправленных твердотельных реле содержат симисторы.

17. Система по п. 15, в которой схема маршрутизации содержит первый порт, выполненный с возможностью принимать сигнал заряда постоянного тока или переменного тока, второй порт, выполненный с возможностью принимать сигнал заряда переменного тока, и третий порт, выполненный с возможностью принимать сигнал заряда постоянного тока или переменного тока, и дополнительно содержит:

- первый симистор, соединенный между первым портом и первой линией, соединяемой с первой матрицей из трех матриц;
- второй симистор, соединенный между вторым портом и второй линией, соединяемой со второй матрицей из трех матриц;
- третий симистор, соединенный между третьим портом и третьей линией, соединяемой с третьей матрицей из трех матриц;
- четвертый симистор, соединенный между первой и второй линиями; и
- пятый симистор, соединенный между второй и третьей линиями.

18. Система по любому из пп. 7-17, дополнительно выполненная с возможностью избирательно отсоединять все модули и моторы от источника заряда.

19. Система по любому из пп. 1-18, в которой три матрицы взаимно соединены посредством по меньшей мере одного модуля межсоединения.

20. Система по п. 19, в которой система управления выполнена с возможностью управлять по меньшей мере одним модулем межсоединения таким образом, чтобы подавать напряжение для по меньшей мере одной вспомогательной нагрузки, когда система находится в состоянии заряда.

21. Система по любому из пп. 1-18, в которой три матрицы взаимно соединены в последовательной дельта-конфигурации.

22. Система по любому из пп. 1-18, в которой нагрузка представляет собой шестифазную нагрузку, три матрицы представляют собой первый набор матриц, и система дополнительно содержит второй набор матриц, содержащих дополнительные три матрицы модулей, при этом система выполнена с возможностью заряжать первый и второй набор матриц параллельно.

23. Система по любому из пп. 1-14, в которой порт заряда представляет собой первый порт заряда, при этом система дополнительно содержит второй порт заряда, выполненный с возможностью принимать трехфазный сигнал заряда.

24. Система по п. 23, в которой первый и второй порты заряда интегрированы в идентичном доступном для пользователя местоположении.

25. Система по п. 23, в которой схема маршрутизации соединена с линиями из второго порта заряда.

26. Система по любому из пп. 1-25, содержащая множество переключателей, соединенных между первым модулем каждой матрицы и нагрузкой, при этом множество переключателей являются управляемыми таким образом, чтобы отсоединять нагрузку от трех матриц.

27. Система по любому из пп. 1-26, в которой три матрицы принадлежат первой подсистеме системы, выполненной с возможностью предоставлять трехфазную мощность в первую нагрузку, при этом система дополнительно содержит вторую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность во вторую нагрузку, при этом вторая подсистема содержит три матрицы, каждая из которых содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей второй подсистемы содержит источник энергии и преобразователь,

при этом первая и вторая подсистемы соединены между собой посредством первого множества переключателей таким образом, что первая и вторая подсистемы являются электрически соединяемыми параллельно для зарядки.

28. Система по п. 27, дополнительно содержащая третью подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в третью нагрузку, при этом третья подсистема содержит три матрицы, каждая из которых содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей третьей подсистемы содержит источник энергии и преобразователь,

при этом первая и третья подсистемы соединены между собой посредством второго множества переключателей таким образом, что первая и третья подсистемы являются электрически соединяемыми параллельно для зарядки.

29. Способ зарядки модульной энергетической системы, сконфигурированной по любому из пп. 1-28, содержащий этап, на котором:

- управляют модульной энергетической системой в то время, когда сигнал заряда применяется для того, чтобы заряжать модульную энергетическую систему и балансировать по меньшей мере одну рабочую характеристику системы.

30. Способ по п. 29, в котором упомянутая по меньшей мере одна рабочая характеристика представляет собой температуру.

31. Способ по п. 29, в котором сигнал заряда представляет собой трехфазный сигнал заряда, однофазный сигнал заряда или сигнал заряда постоянного тока (DC).

32. Способ по п. 29, в котором модульная энергетическая система управляется таким образом, чтобы поддерживать коэффициент мощности системы в пределах порогового значения в единицу.

33. Способ по п. 29, в котором управление модульной энергетической системой содержит этап, на котором управляют преобразователями модулей энергетической системы.

34. Система управления для модульной энергетической системы, сконфигурированной по любому из пп. 1-28.

35. Компьютерно-читаемый носитель, содержащий множество инструкций, которые, при выполнении посредством схемы обработки, предписывают схеме обработки управлять зарядкой для модульной энергетической системы, сконфигурированной по любому из пп. 1-28.

36. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- первую подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность в первый мотор EV, причем первая подсистема содержит три матрицы, каждая из которых содержит по меньшей мере два первых модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух первых модулей, при этом каждый из первых модулей содержит источник энергии и преобразователь;

- вторую подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность во второй мотор EV, причем вторая подсистема содержит три матрицы, каждая из которых содержит по меньшей мере два вторых модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух вторых модулей, при этом каждый из вторых модулей содержит источник энергии и преобразователь; и

- множество переключателей, выполненных с возможностью избирательно соединять первую и вторую подсистемы для зарядки,

при этом номинальное выходное напряжение первой подсистемы больше номинального выходного напряжения второй подсистемы.

37. Система по п. 36, в которой каждая матрица первой подсистемы содержит

большее количество модулей, чем каждая матрица второй подсистемы.

38. Система по п. 36, в которой номинальное напряжение каждого первого модуля больше номинального напряжения каждого второго модуля.

39. Система по п. 36, в которой источник энергии каждого первого модуля представляет собой аккумулятор первого типа, и источник энергии каждого второго модуля представляет собой аккумулятор второго типа, при этом первый тип отличается от второго типа.

40. Система по п. 39, в которой первый тип имеет относительно большую плотность энергии, чем второй тип.

41. Система по п. 40, в которой второй тип имеет относительно большее значение C-rate (мера заряда или разряда аккумуляторной батареи относительно её полной электрической ёмкости), чем первый тип.

42. Система по любому из пп. 36-41, в которой множество переключателей выполнены с возможностью соединять первую матрицу первой подсистемы параллельно с первой матрицей второй подсистемы, вторую матрицу первой подсистемы параллельно со второй матрицей второй подсистемы и третью матрицу первой подсистемы параллельно с третьей матрицей второй подсистемы.

43. Система по п. 42, дополнительно содержащая:

- порт заряда, выполненный с возможностью проводить сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока; и

- схему маршрутизации, соединенную между портом заряда и подсистемами, при этом схема маршрутизации является управляемой таким образом, чтобы избирательно маршрутизировать сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока в каждое параллельное соединение матриц подсистемы.

44. Система по п. 43, дополнительно содержащая систему управления, соединенную с возможностью связи со схемой маршрутизации и множеством переключателей, при этом система управления выполнена с возможностью управлять избирательной маршрутизацией схемы маршрутизации.

45. Система по п. 44, в которой система управления соединена с возможностью связи с преобразователями каждого первого модуля и каждого второго модуля и выполнена с возможностью управлять преобразователями таким образом, чтобы заряжать каждый первый и второй модуль.

46. Система по любому из пп. 36-45, дополнительно содержащая третью подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность в третий мотор EV, причем третья подсистема содержит три матрицы, каждая из которых содержит по меньшей мере два третьих модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух третьих модулей, при этом каждый из третьих модулей содержит источник энергии и преобразователь.

47. Система по п. 46, в которой множество переключателей представляют собой

первое множество переключателей, при этом система дополнительно содержит второе множество переключателей, выполненных с возможностью избирательно соединять вторую и третью подсистемы для зарядки.

48. Система по п. 47, в которой максимальное выходное напряжение первой подсистемы больше максимального выходного напряжения третьей подсистемы.

49. Система по п. 47, в которой первый мотор выполнен с возможностью снабжать мощностью задние колеса EV, второй мотор выполнен с возможностью снабжать мощностью первое переднее колесо EV, и третий мотор выполнен с возможностью снабжать мощностью второе переднее колесо EV.

50. Система по п. 46, дополнительно содержащая четвертую подсистему, выполненную с возможностью подавать мощность в четвертый мотор EV, причем четвертая подсистема содержит три матрицы, каждая из которых содержит по меньшей мере два четвертых модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух четвертых модулей, при этом каждый из четвертых модулей содержит источник энергии и преобразователь.

51. Система по любому из пп. 36-50, в которой номинальное выходное напряжение первой подсистемы представляет собой номинальное межлинейное пиковое выходное напряжение первой подсистемы, и номинальное выходное напряжение второй подсистемы представляет собой номинальное межлинейное пиковое выходное напряжение второй подсистемы.

52. Модульная энергетическая система, управляемая с возможностью подавать мощность в мотор с замкнутыми обмотками, содержащая:

- три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь; и

- зарядный разъем, содержащий первый порт и второй порт и выполненный с возможностью проводить сигнал заряда постоянного тока или однофазного переменного тока,

при этом первый тракт заряда протягивается из первого порта через первую и вторую обмотку мотора, через первую матрицу и заканчивается на втором порту,

при этом второй тракт заряда протягивается из первого порта через первую обмотку и третью обмотку мотора, через вторую матрицу и заканчивается на втором порту, и

при этом третий тракт заряда протягивается из первого порта разъема, обходит мотор и проходит через третью матрицу и заканчивается на втором порту.

53. Система по п. 52, дополнительно содержащая систему управления, соединенную с возможностью связи с модулями трех матриц, при этом система

управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы заряжать каждый модуль.

54. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц одновременно сигналом заряда постоянного тока.

55. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать две из трех матриц одновременно сигналом заряда постоянного тока.

56. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц последовательно сигналом заряда постоянного тока.

57. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц одновременно сигналом заряда однофазного переменного тока.

58. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать две из трех матриц одновременно сигналом заряда однофазного переменного тока.

59. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать каждую из трех матриц последовательно сигналом заряда однофазного переменного тока.

60. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью заряжать по первому тракту заряда и второму тракту заряда параллельно таким образом, что потоки, сформированные на первой, второй и третьей обмотках мотора, нейтрализуются.

61. Система по п. 53, дополнительно содержащая трехфазный зарядный разъем, соединенный с множеством переключателей, при этом переключатели являются управляемыми посредством системы управления таким образом, чтобы избирательно соединять трехфазный зарядный разъем с тремя матрицами.

62. Система по п. 53, в которой система управления выполнена с возможностью управлять преобразователями каждого модуля согласно технологии широтно-импульсной модуляции или гистерезиса.

63. Система по п. 62, в которой каждый модуль содержит схему мониторинга, выполненную с возможностью отслеживать информацию состояния модуля, при этом каждый модуль выполнен с возможностью выводить информацию состояния в систему управления, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля на основе информации состояния.

64. Система по п. 63, в которой информация состояния связана с температурой и состоянием заряда модуля, и при этом система управления выполнена с возможностью управлять преобразователем каждого модуля таким образом, чтобы балансировать температуру и состояние заряда всех модулей матриц.

65. Система по любому из пп. 52-64, в которой три матрицы взаимно соединены посредством по меньшей мере одного модуля межсоединения.

66. Система по п. 65, в которой система управления выполнена с возможностью

управлять по меньшей мере одним модулем межсоединения таким образом, чтобы подавать напряжение для по меньшей мере одной вспомогательной нагрузки, когда система находится в состоянии заряда.

67. Источник заряда, выполненный с возможностью заряжать электрическое транспортное средство (EV), содержащий:

- модульную энергетическую систему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью вырабатывать мощность по меньшей мере в трех фазах, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь.

68. Источник заряда по п. 67, при этом источник заряда выполнен с возможностью соединяться с внешним источником мощности, чтобы заряжать источники энергии модульной энергетической системы.

69. Источник заряда по п. 68, в котором внешний источник мощности представляет собой коммунальную энергосеть или возобновляемый источник энергии.

70. Источник заряда по п. 68, при этом источник заряда выполнен с возможностью заряжать EV с первым темпом, при этом источник заряда выполнен с возможностью заряжаться посредством внешнего источника мощности со вторым темпом, и при этом первый темп больше второго темпа.

71. Источник заряда по п. 68, содержащий:

- схему мониторинга, выполненную с возможностью обнаруживать гармонику, выводимую во внешний источник мощности; и

- систему управления, выполненную с возможностью управлять преобразователями модулей таким образом, чтобы формировать компенсационный ток, чтобы подавлять упомянутую гармонику.

72. Источник заряда по п. 71, дополнительно содержащий преобразователь постоянного тока в переменный, содержащий множество диодов для выпрямления.

73. Источник заряда по п. 67, выполненный с возможностью заряжать EV сигналом заряда постоянного тока, сигналом заряда однофазного переменного тока или сигналом заряда трехфазного переменного тока.

74. Источник заряда по п. 67, в котором EV содержит аккумуляторный блок, содержащий:

- модульную энергетическую систему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью вырабатывать мощность по меньшей мере в трех фазах, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь.

75. Модульная энергетическая система, управляемая с возможностью подавать

мощность в мотор с разомкнутыми обмотками, содержащая:

- первую подсистему, содержащую три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь, при этом первая подсистема соединена с трехфазным зарядным разъемом; и

- вторую подсистему, содержащую три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом первая и вторая подсистемы выполнены с возможностью соединяться с мотором таким образом, что первая обмотка мотора соединена между первой матрицей первой подсистемы и первой матрицей второй подсистемы, вторая обмотка мотора соединена между второй матрицей первой подсистемы и второй матрицей второй подсистемы, и третья обмотка мотора соединена между третьей матрицей первой подсистемы и третьей матрицей второй подсистемы.

76. Система по п. 75, в которой первый порт трехфазного зарядного разъема соединен с первой матрицей первой подсистемы, второй порт трехфазного зарядного разъема соединен со второй матрицей первой подсистемы, и третий порт трехфазного зарядного разъема соединен с третьей матрицей первой подсистемы, при этом система дополнительно содержит:

- первый переключатель, соединенный между первым портом и вторым портом;
- второй переключатель, соединенный между вторым портом и третьим портом; и
- разъем заряда постоянного тока или однофазного переменного тока, соединенный с третьим портом и третьей матрицей второй подсистемы.

77. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два модуля, электрически соединенные между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом три матрицы выполнены с возможностью предоставлять трехфазную мощность для первого электромотора, выполненного с возможностью предоставлять двигательную силу по меньшей мере для одного колеса EV, и

при этом по меньшей мере один модуль трех матриц выполнен с возможностью предоставлять мощность во второй электромотор механизма электрической подвески или электрического рулевого управления EV.

78. Система по п. 77, выполненная с возможностью предоставлять мощность для двух вторых моторов EV.

79. Система по п. 77, выполненная с возможностью предоставлять мощность для четырех вторых моторов EV.

80. Система по п. 77, в которой по меньшей мере один модуль представляет собой модуль трех матриц, ближе всего ко второму электромотору.

81. Система по п. 77, в которой по меньшей мере один модуль сконфигурирован как модуль межсоединения, соединенный по меньшей мере с двумя из трех матриц.

82. Система по п. 77, содержащая множество модулей межсоединения, соединенных между тремя матрицами, при этом каждый модуль межсоединения содержит источник энергии и преобразователь, и источники энергии модулей межсоединения соединены параллельно.

83. Система по п. 82, в которой по меньшей мере один модуль представляет собой один из множества модулей межсоединения.

84. Система по любому из пп. 77-83, дополнительно содержащая развязывающий преобразователь, при этом по меньшей мере один модуль трех матриц выполнен с возможностью предоставлять мощность во второй электромотор посредством развязывающего преобразователя.

85. Система по любому из пп. 77-83, в которой преобразователь по меньшей мере одного модуля представляет собой первый преобразователь, и по меньшей мере один модуль содержит развязывающий преобразователь, соединенный с источником энергии по меньшей мере одного модуля, при этом по меньшей мере один модуль выполнен с возможностью предоставлять мощность во второй электромотор из источника энергии через развязывающий преобразователь.

86. Система по п. 85, в которой развязывающий преобразователь содержит:

- первый преобразователь постоянного тока в переменный, соединенный с источником энергии по меньшей мере одного модуля;

- трансформатор, соединенный с преобразователем постоянного тока в переменный; и

- второй преобразователь постоянного тока в переменный, соединенный с трансформатором.

87. Система по любому из пп. 77-86, в которой второй электромотор представляет собой электрический актуатор.

88. Система по любому из пп. 77-87, в которой второй электромотор представляет собой часть электрической подвески EV.

89. Система по любому из пп. 77-87, в которой второй электромотор представляет собой часть механизма электрического рулевого управления EV.

90. Система по любому из пп. 77-89, в которой три матрицы принадлежат первой подсистеме системы, и система дополнительно содержит по меньшей мере одну дополнительную подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную

мощность для третьего электромотора EV, выполненного с возможностью предоставлять двигательную силу по меньшей мере для одного колеса EV, при этом по меньшей мере одна дополнительная подсистема содержит по меньшей мере один дополнительный модуль, выполненный с возможностью предоставлять мощность в четвертый электромотор механизма электрической подвески или электрического рулевого управления EV.

91. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, при этом первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси,

при этом три матрицы размещены в блоке, выполненном с возможностью установки внутри ходовой части, и

при этом каждый модуль трех матриц имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, при этом второй размер каждого модуля относительно превышает первый размер.

92. Система по п. 91, в которой для каждой матрицы большинство модулей матрицы совмещены вдоль первой оси.

93. Система по п. 92, в которой первый уровень матриц размещен со сдвигом на первом конце блока.

94. Система по п. 93, в которой другие уровни матриц совмещены вдоль второй оси.

95. Система по любому из пп. 93-94, дополнительно содержащая три модуля межсоединения, размещаемые со сдвигом на втором конце блока.

96. Система по любому из пп. 91-95, выполненная с возможностью предоставлять трехфазную мощность в мотор, расположенный рядом с первым концом блока.

97. Система по п. 91, в которой три матрицы принадлежат первой подсистеме, при этом система дополнительно содержит вторую подсистему, содержащую три матрицы модулей, размещенных симметрично напротив по отношению к первой подсистеме.

98. Система по п. 97, дополнительно содержащая три модуля межсоединения, позиционированные между первой и второй подсистемами и совмещенные вдоль второй оси.

99. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- первую подсистему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью

предоставлять трехфазную мощность в первый мотор EV, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь; и

- вторую подсистему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность во второй мотор EV, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, при этом первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси,

при этом две подсистемы размещены в блоке, выполненном с возможностью установки внутри ходовой части, и

при этом каждый модуль двух подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, при этом второй размер каждого модуля относительно меньше первого размера.

100. Система по п. 99, в которой для каждой матрицы большинство модулей матрицы совмещены вдоль первой оси.

101. Система по п. 100, в которой каждый уровень матриц совмещен вдоль второй оси.

102. Система по любому из пп. 99-101, дополнительно содержащая три модуля межсоединения, размещенные со сдвигом на первом конце блока.

103. Система по любому из пп. 99-102, в которой первая и вторая подсистемы выполнены с возможностью выводить мощность для первого и второго моторов на втором конце блока.

104. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- первую подсистему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в первый мотор EV, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь;

- вторую подсистему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность во второй мотор EV, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение

выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь; и

- третью подсистему, содержащую три матрицы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в третий мотор EV, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, при этом первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси,

при этом три подсистемы размещены в блоке, выполненном с возможностью установки внутри ходовой части, и

при этом каждый модуль первой и второй подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, при этом второй размер каждого модуля относительно меньше первого размера.

105. Система по п. 104, в которой каждый модуль третьих подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, при этом второй размер каждого модуля относительно превышает первый размер.

106. Система по п. 104, в которой первая подсистема расположена на левой стороне EV, и вторая подсистема расположена на правой стороне EV.

107. Система по п. 106, в которой третья подсистема находится сзади по отношению к первой и второй подсистемам.

108. Система по п. 107, в которой первая подсистема выполнена с возможностью снабжать мощностью первый мотор для переднего левого колеса EV, вторая подсистема выполнена с возможностью снабжать мощностью второй мотор для переднего правого колеса EV, и третья подсистема выполнена с возможностью снабжать мощностью третий мотор для задних колес EV.

109. Система по любому из пп. 104-108, дополнительно содержащая множество модулей межсоединения, позиционированных между первой и второй подсистемами.

110. Система по любому из пп. 104-109, в которой каждая матрица первой и второй подсистем совмещена вдоль второй оси.

111. Система по любому из пп. 104-110, в которой каждый уровень модулей первой и второй подсистем совмещен вдоль первой оси.

112. Система по любому из пп. 104-111, в которой большинство модулей каждой матрицы подсистем третьей подсистемы совмещены вдоль первой оси.

113. Система по любому из пп. 104-112, в которой большинство уровней модулей третьей подсистемы совмещены вдоль второй оси.

114. Система по п. 113, в которой первый уровень модулей третьей подсистемы размещен со сдвигом.

115. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- четыре подсистемы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в четыре мотора EV, причем каждая подсистема содержит три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, при этом первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси,

при этом четыре подсистемы размещены в блоке, выполненном с возможностью установки внутри ходовой части, и

при этом каждый модуль первой и второй подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, при этом второй размер каждого модуля относительно меньше первого размера.

116. Система по п. 115, дополнительно содержащая множество модулей межсоединения, совмещенных вдоль первой оси.

117. Система по п. 115, в которой четыре подсистемы представляют собой первую подсистему, вторую подсистему, третью подсистему и четвертую подсистему, и при этом четыре мотора представляют собой первый мотор, второй мотор, третий мотор и четвертый мотор, при этом система дополнительно содержит:

- пятую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в пятый мотор EV, причем пятая подсистема содержит три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь; и

- шестую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в шестой мотор EV, причем шестая подсистема содержит три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь.

118. Система по п. 117, в которой ходовая часть представляет собой первую ходовую часть, и блок представляет собой первый блок, и пятая и шестая подсистемы размещены во втором блоке, выполненном с возможностью установки внутри второй ходовой части EV, соединенной с возможностью перемещения с первой ходовой частью.

119. Модульная энергетическая система электрического транспортного средства (EV), содержащая:

- четыре подсистемы, выполненные с возможностью предоставлять трехфазную мощность в четыре мотора EV, причем каждая подсистема содержит три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь,

при этом ходовая часть EV имеет первую ось и перпендикулярную вторую ось в горизонтальной плоскости EV, при этом первый размер ходовой части вдоль первой оси относительно превышает второй размер ходовой части вдоль второй оси,

при этом четыре подсистемы размещены в блоке, выполненном с возможностью установки внутри ходовой части, и

при этом каждый модуль первой и второй подсистем имеет первый размер, совмещенный вдоль первой оси, и второй размер, совмещенный вдоль второй оси, при этом второй размер каждого модуля относительно превышает первый размер.

120. Система по п. 119, дополнительно содержащая множество модулей межсоединения, совмещенных вдоль второй оси.

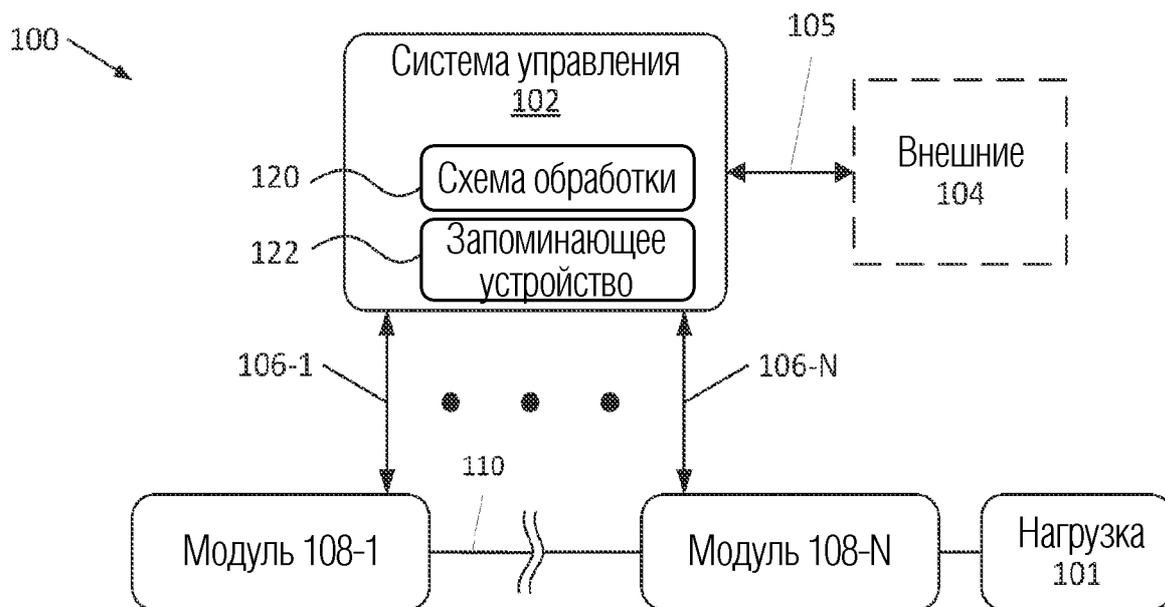
121. Система по п. 119, в которой четыре подсистемы представляют собой первую подсистему, вторую подсистему, третью подсистему и четвертую подсистему, и при этом четыре мотора представляют собой первый мотор, второй мотор, третий мотор и четвертый мотор, при этом система дополнительно содержит:

- пятую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в пятый мотор EV, причем пятая подсистема содержит три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь; и

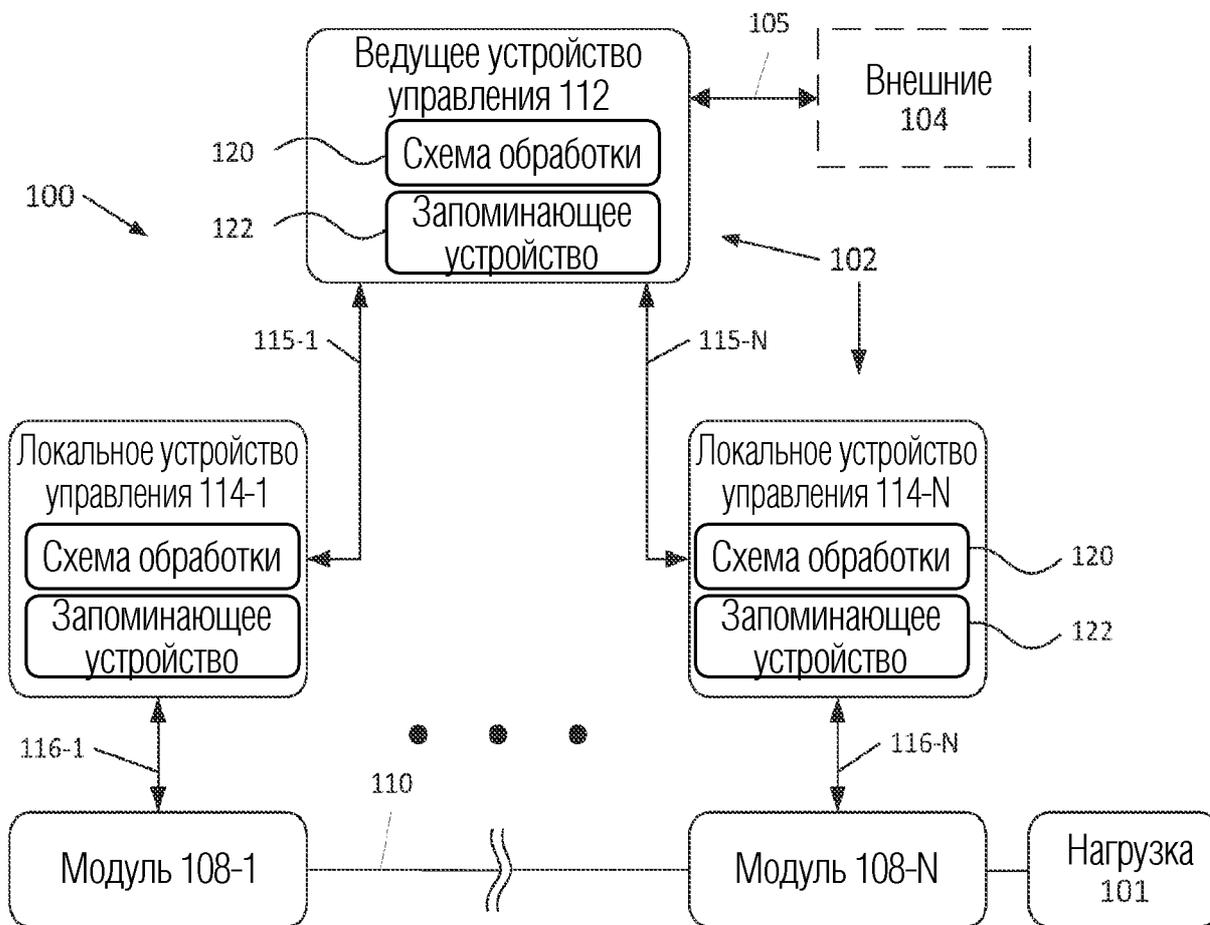
- шестую подсистему, выполненную с возможностью предоставлять трехфазную мощность в шестой мотор EV, причем шестая подсистема содержит три матрицы, причем каждая матрица содержит по меньшей мере два уровня модулей, электрически соединенных между собой для того, чтобы выводить сигнал переменного напряжения, содержащий наложение выходных напряжений из каждого из по меньшей мере двух модулей, при этом каждый из модулей содержит источник энергии и преобразователь.

122. Система по п. 121, в которой ходовая часть представляет собой первую ходовую часть, и блок представляет собой первый блок, и пятая и шестая подсистемы размещены во втором блоке, выполненном с возможностью установки внутри второй ходовой части EV, соединенной с возможностью перемещения с первой ходовой частью.

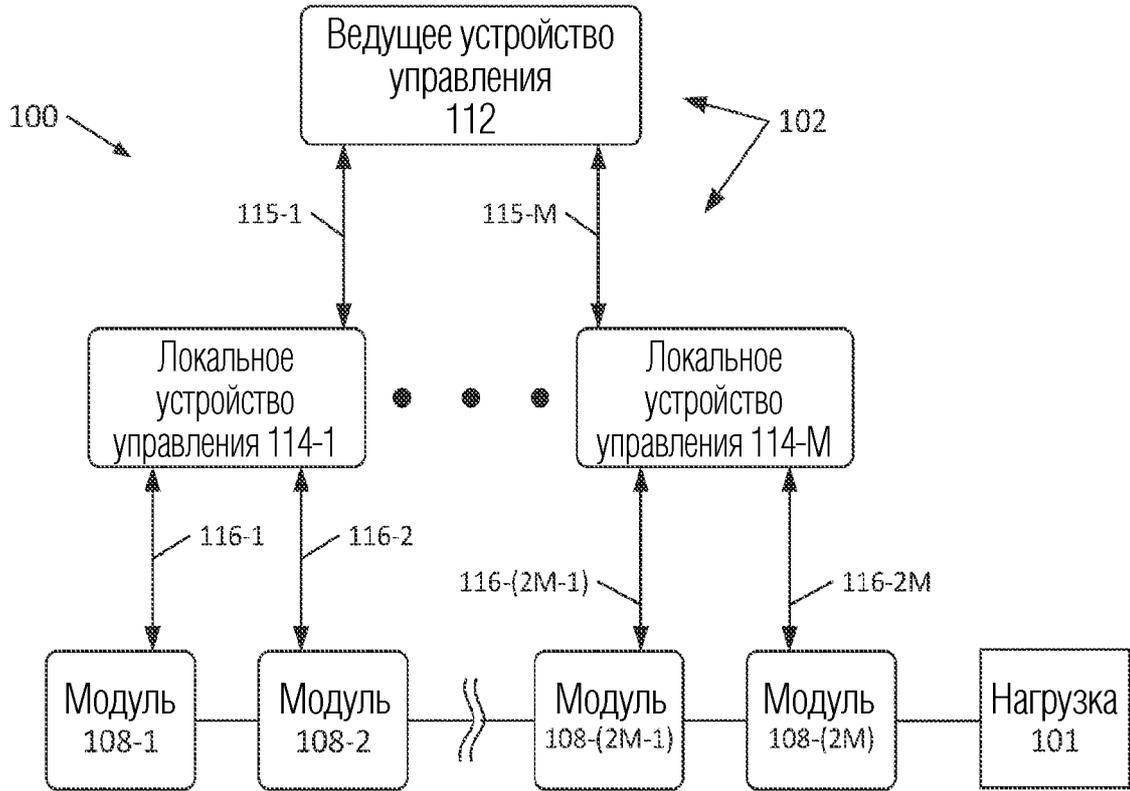
1/63



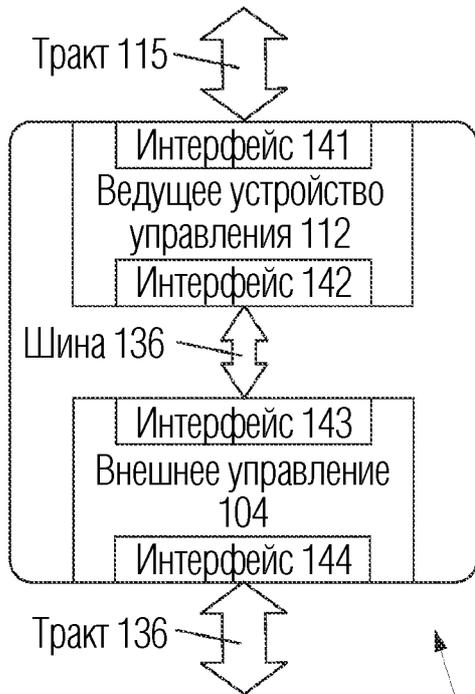
ФИГ. 1А



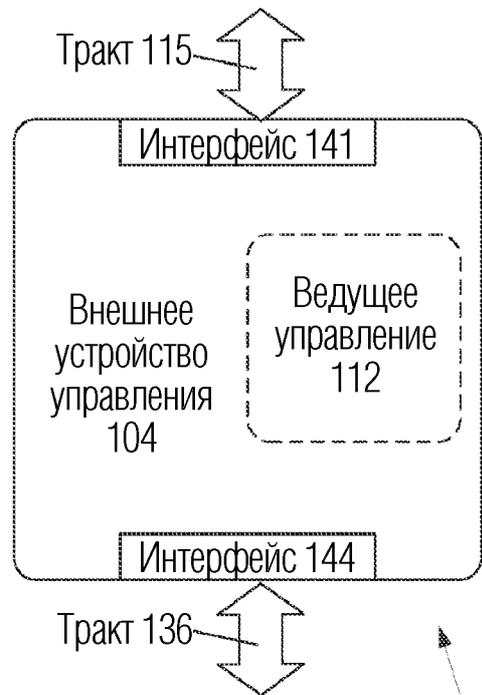
ФИГ. 1В



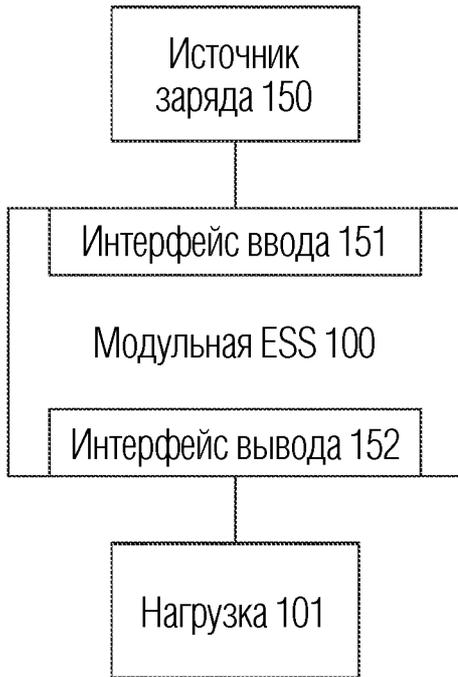
ФИГ. 1С



ФИГ. 1D



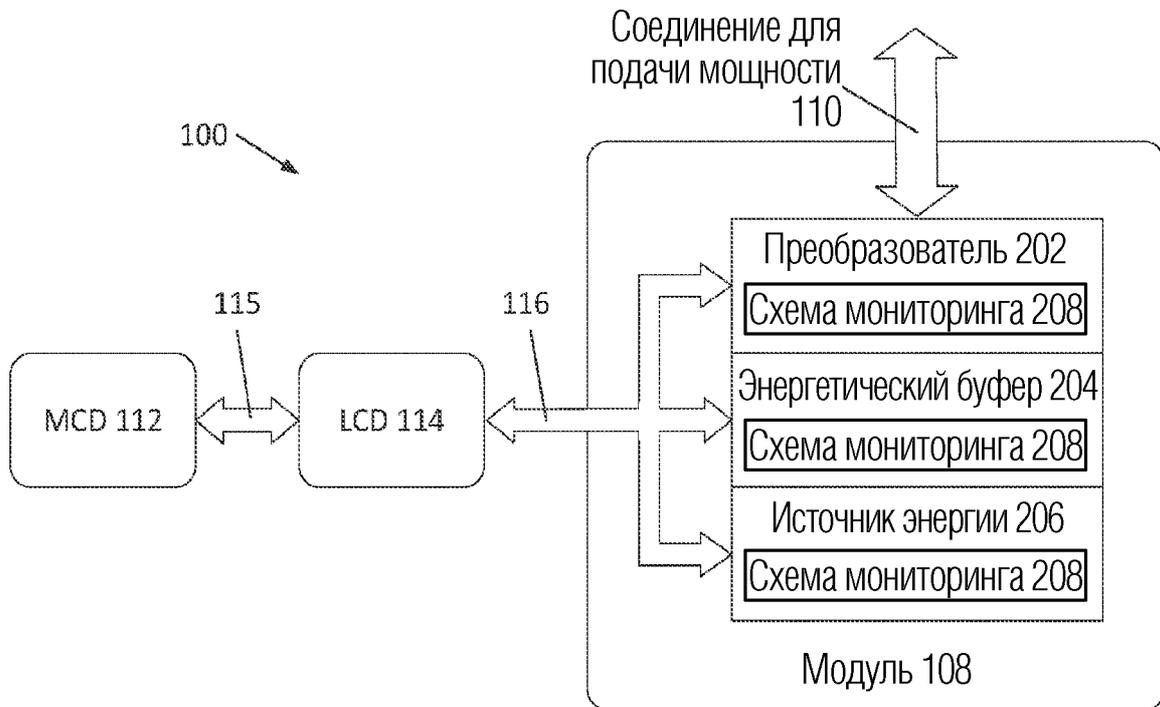
ФИГ. 1E



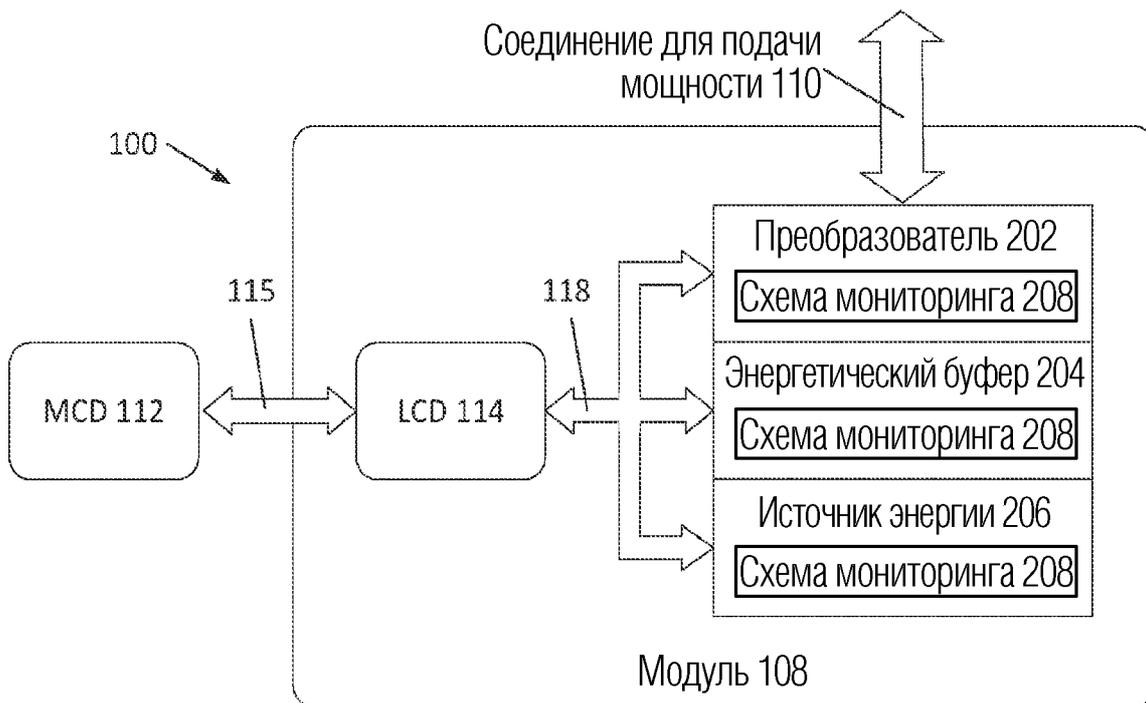
ФИГ. 1F



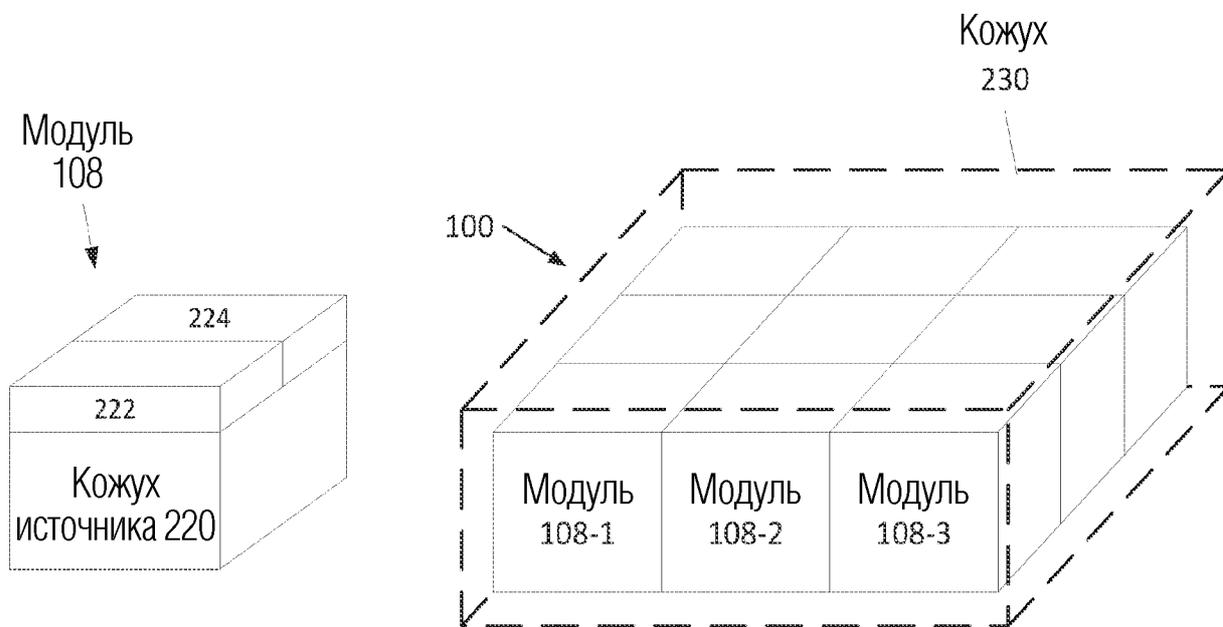
ФИГ. 1G



ФИГ. 2A

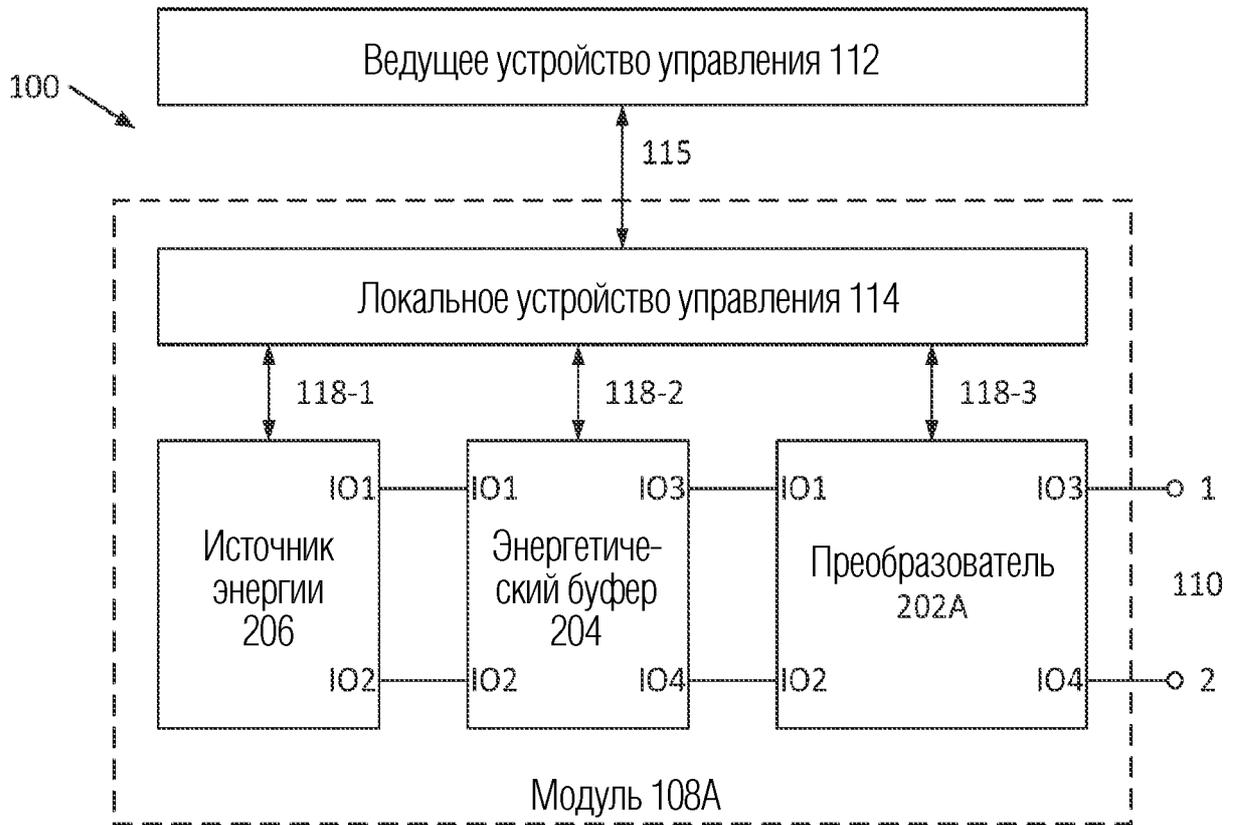


ФИГ. 2В

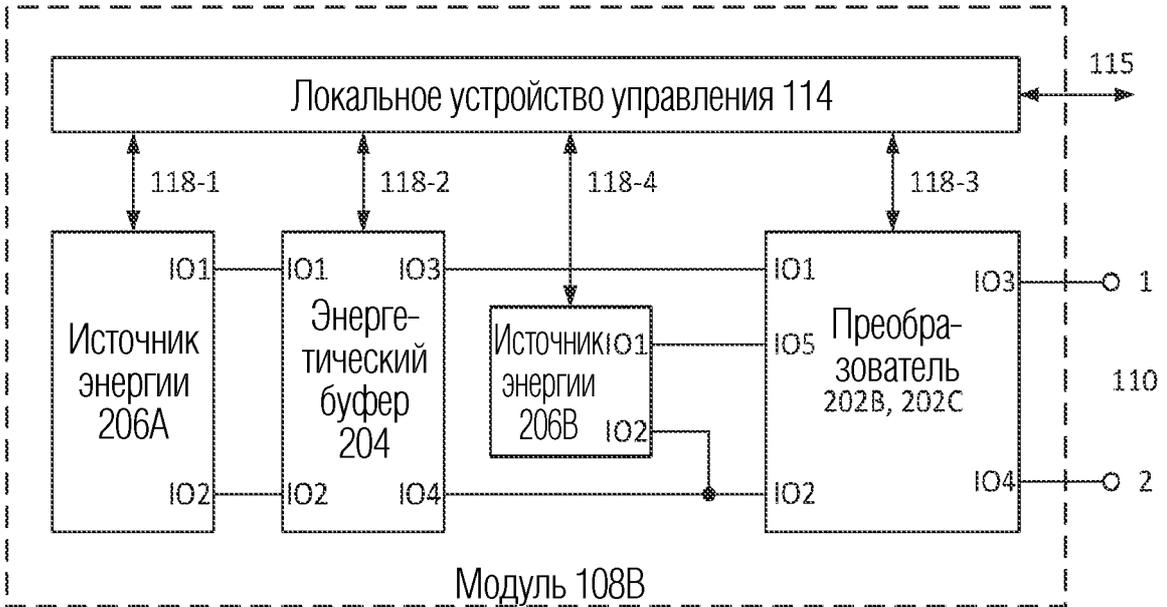


ФИГ. 2С

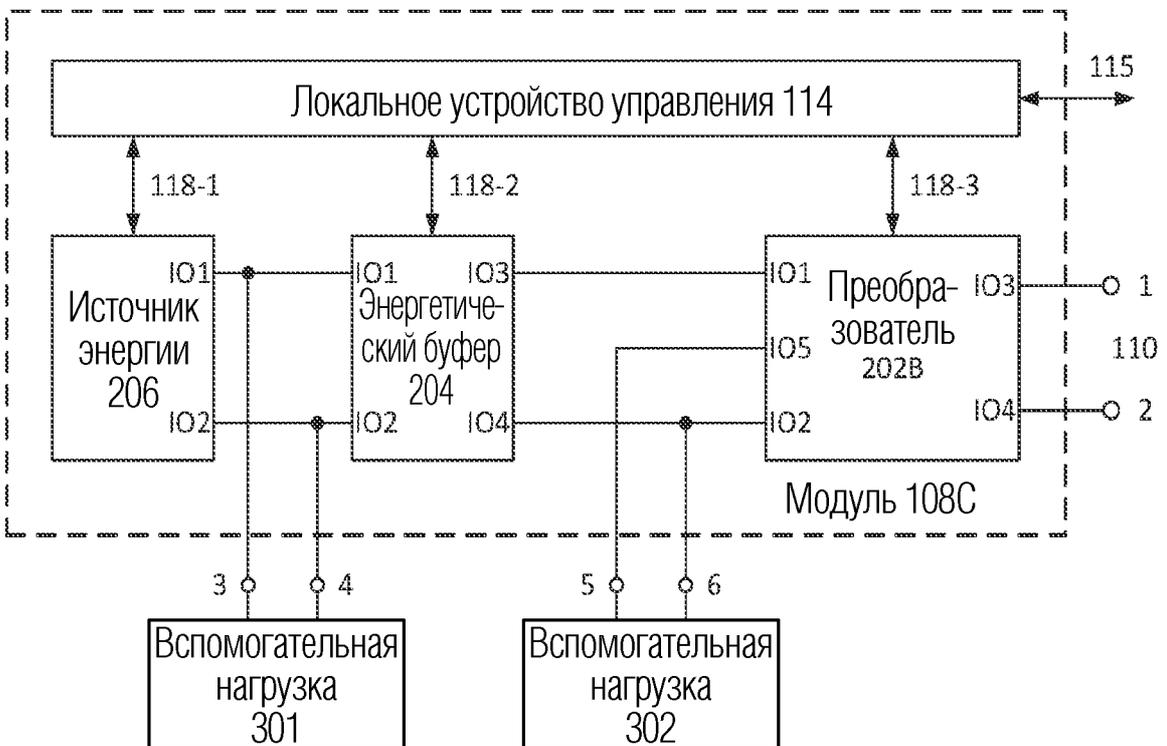
ФИГ. 2D



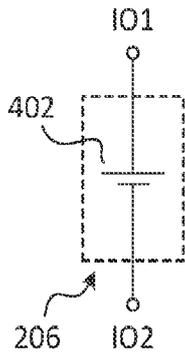
ФИГ. 3А



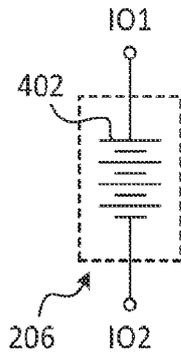
ФИГ. 3В



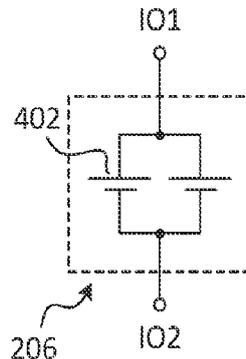
ФИГ. 3С



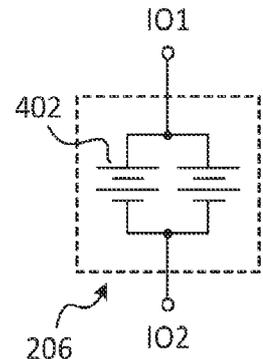
ФИГ. 4А



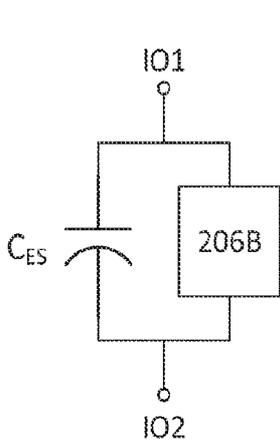
ФИГ. 4В



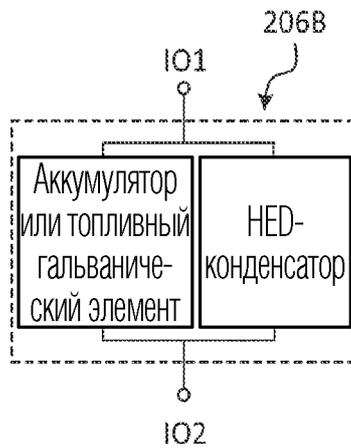
ФИГ. 4С



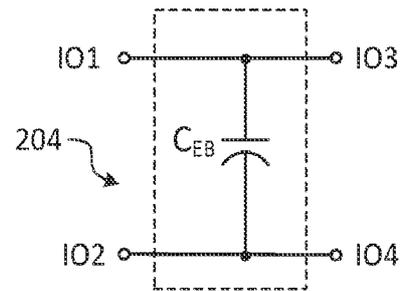
ФИГ. 4D



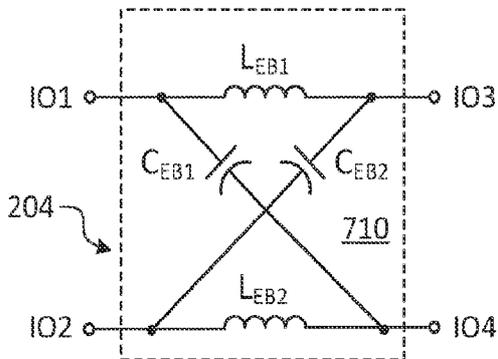
ФИГ. 4Е



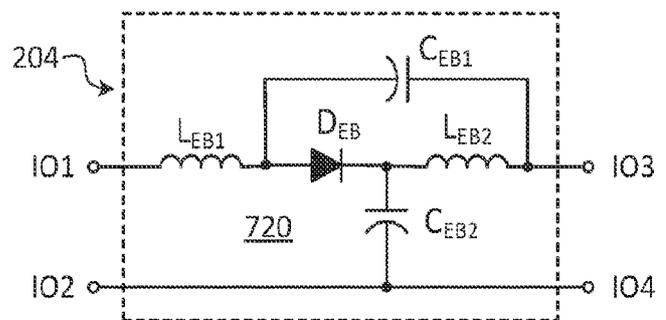
ФИГ. 4F



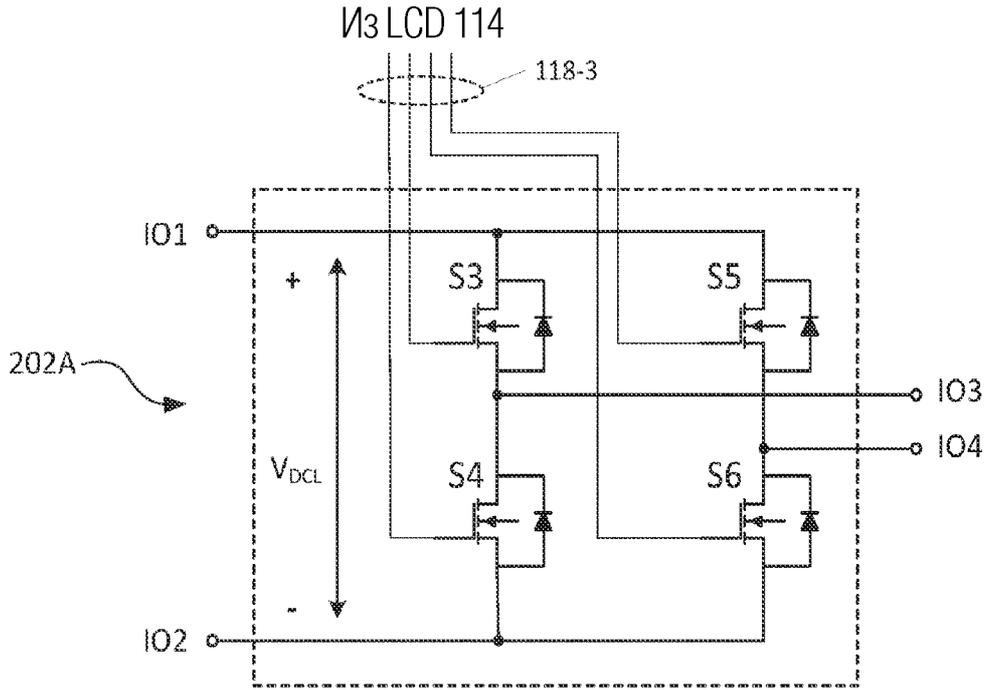
ФИГ. 5А



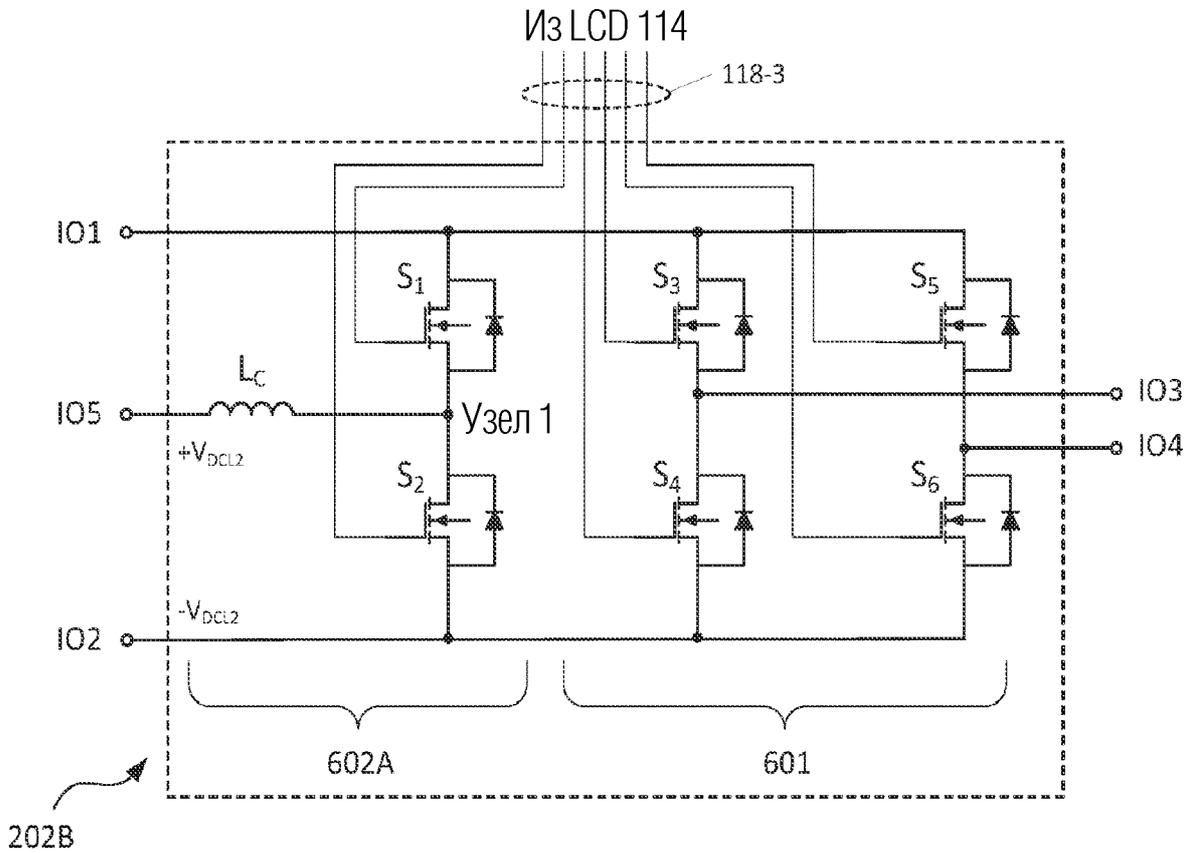
ФИГ. 5В



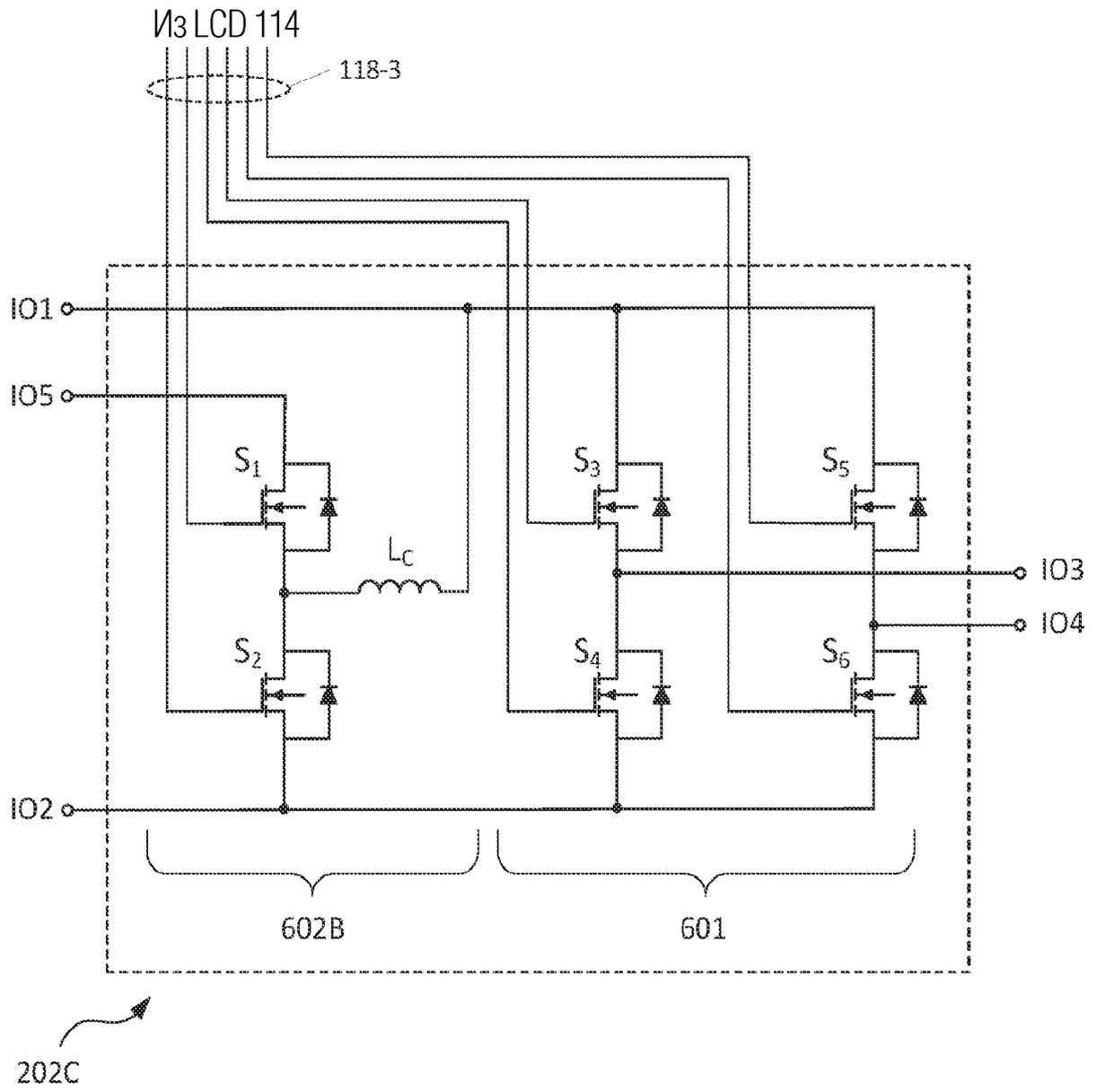
ФИГ. 5С



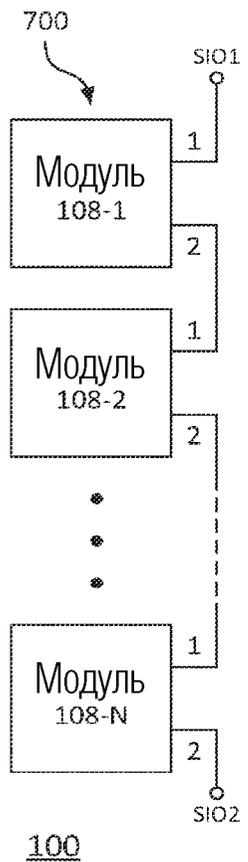
ФИГ. 6А



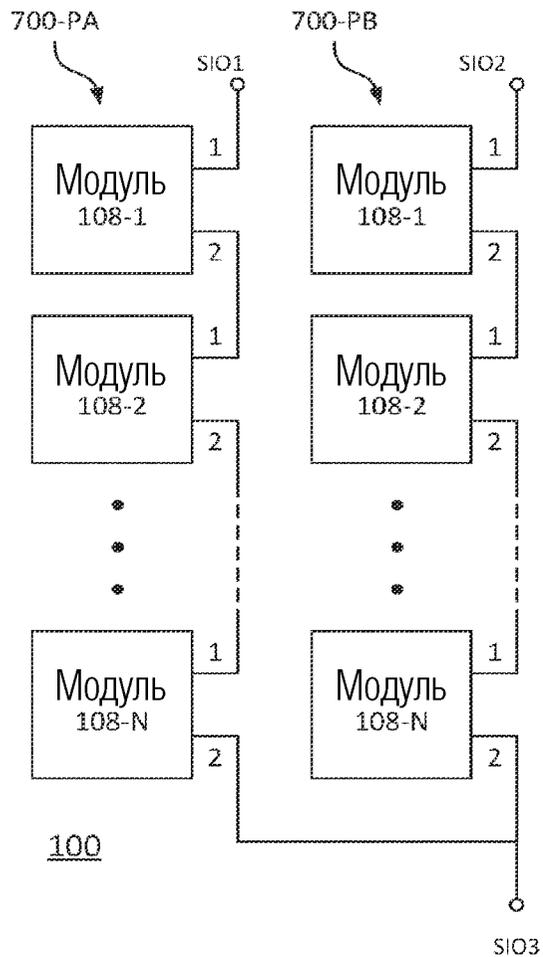
ФИГ. 6В



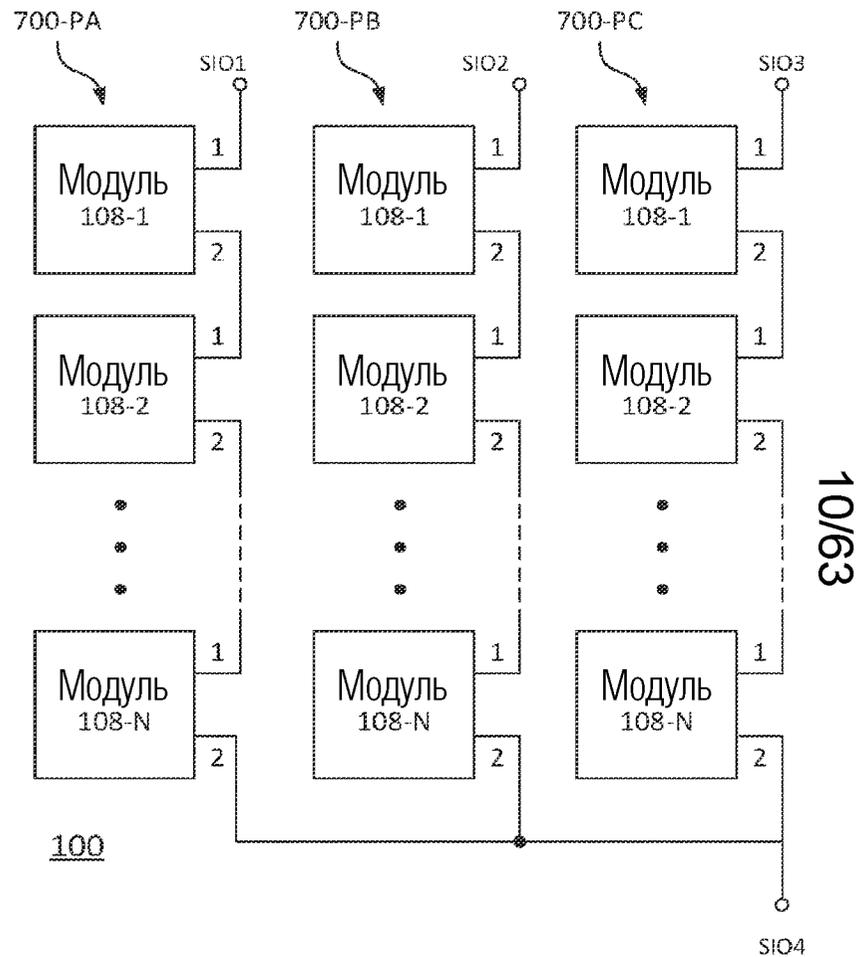
ФИГ. 6С



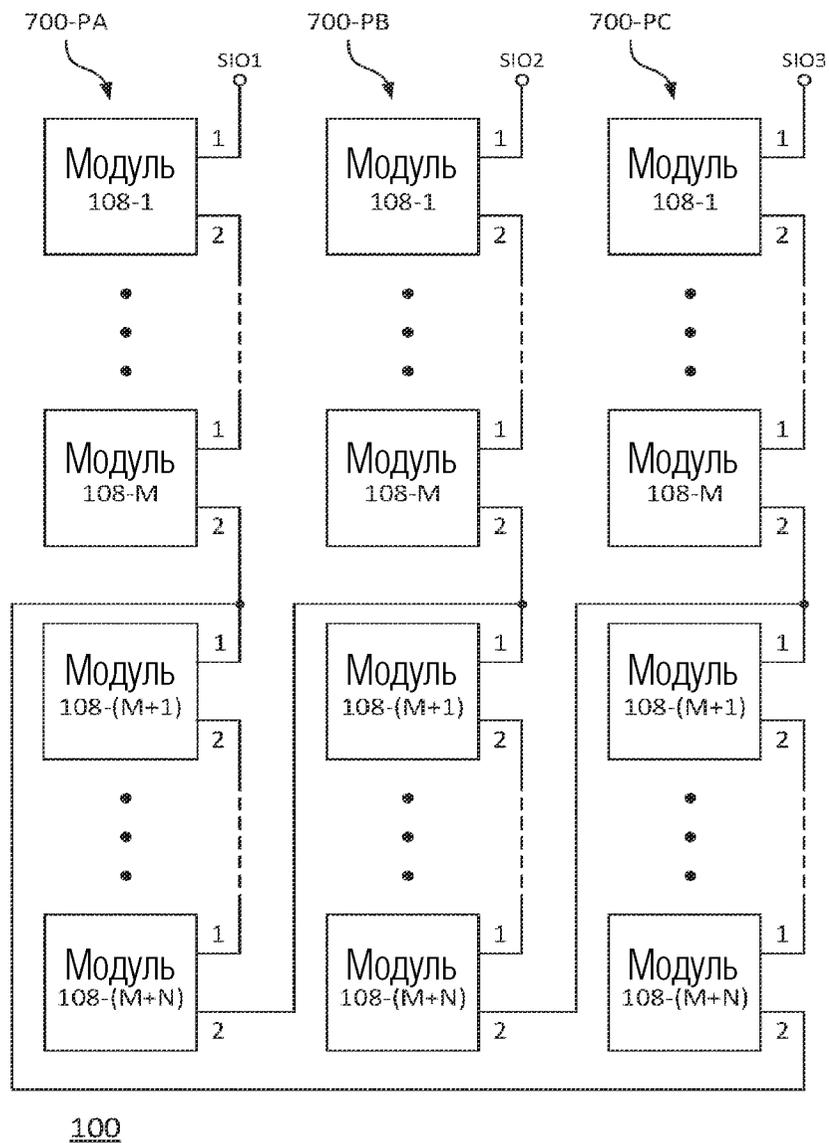
ФИГ. 7А



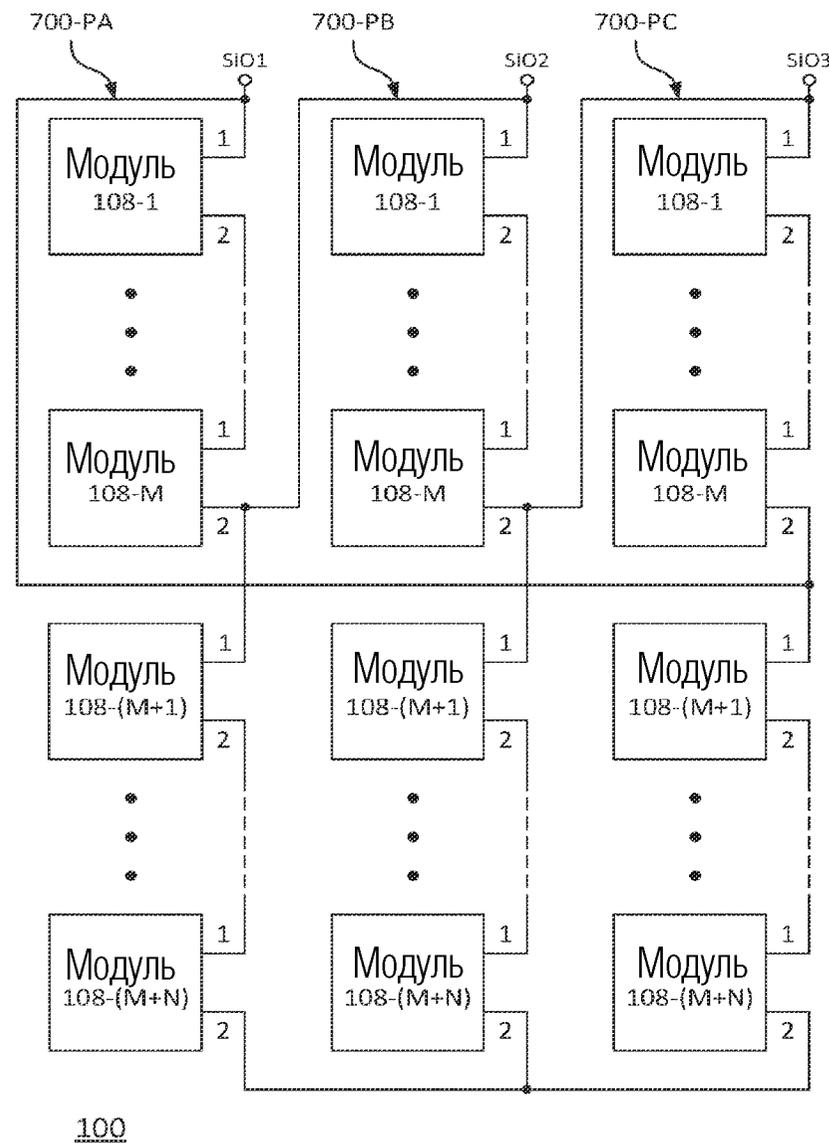
ФИГ. 7В



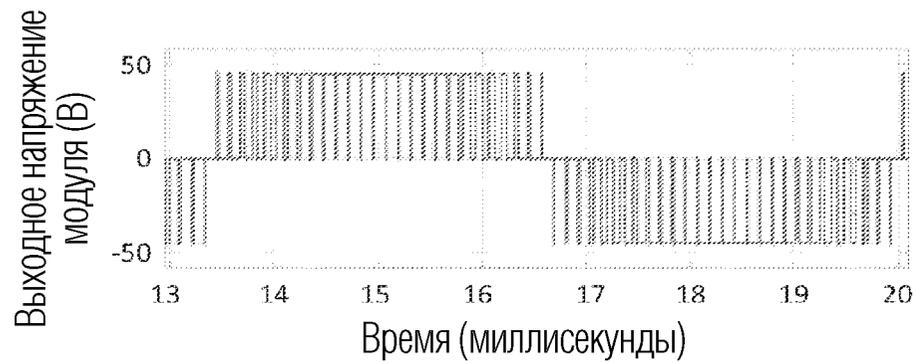
ФИГ. 7С



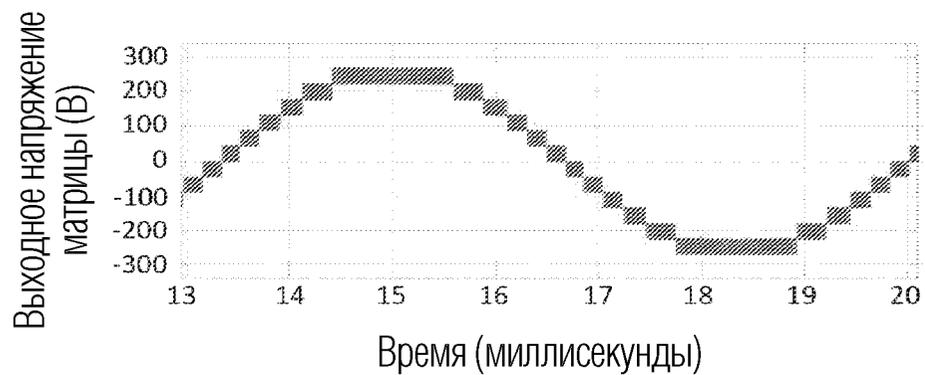
ФИГ. 7D



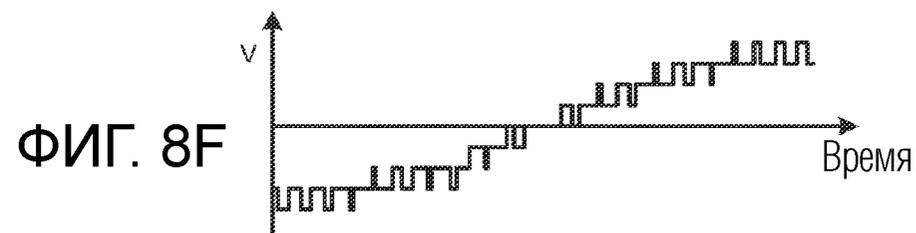
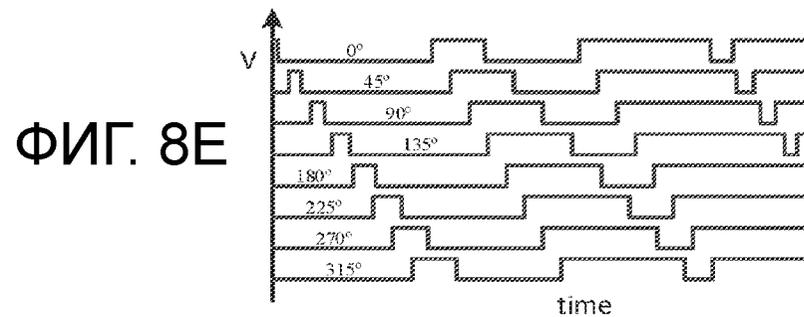
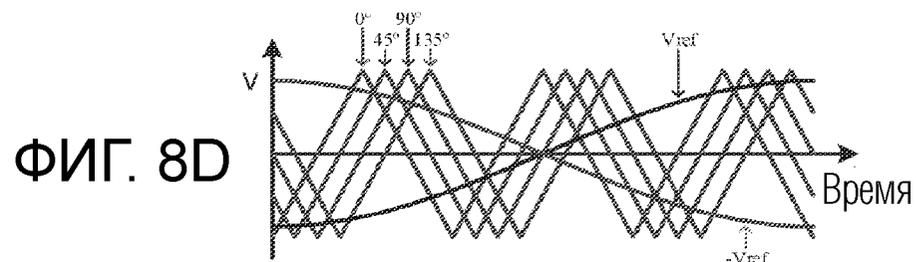
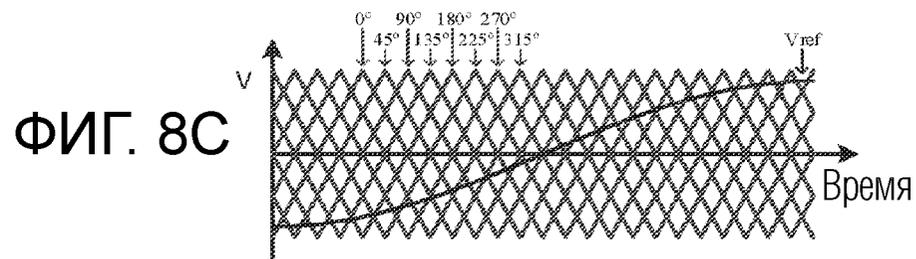
ФИГ. 7E

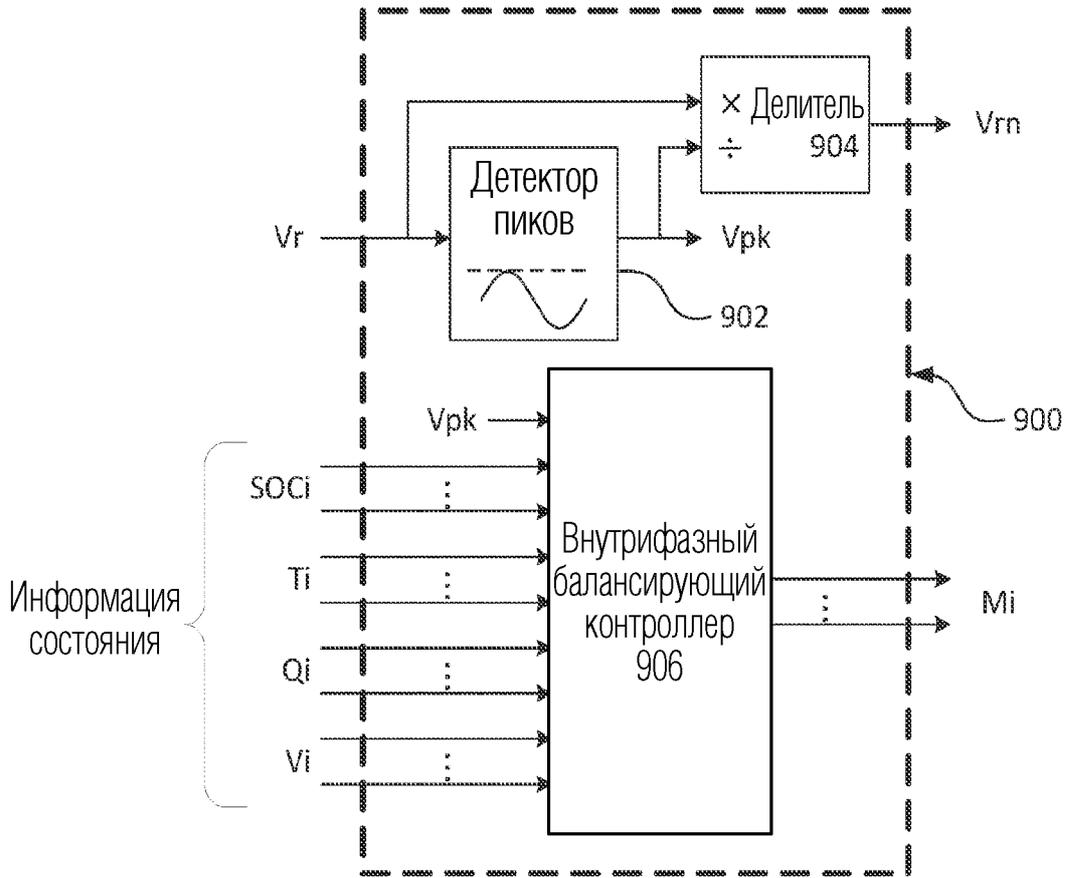


ФИГ. 8А

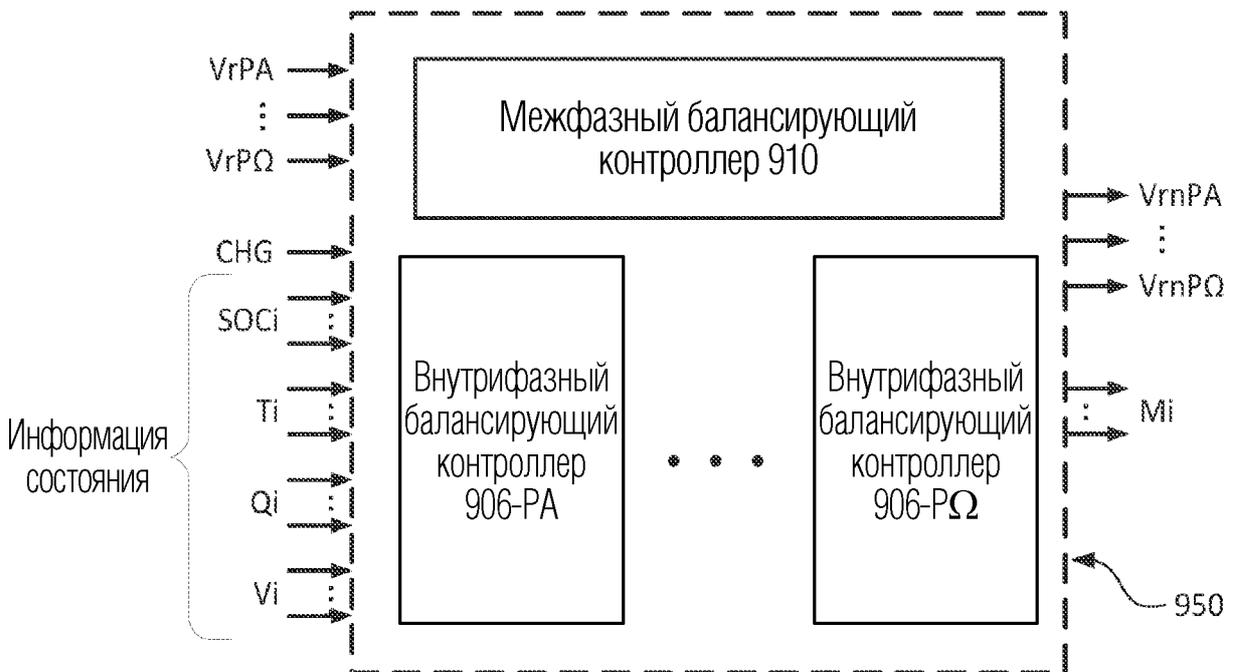


ФИГ. 8В

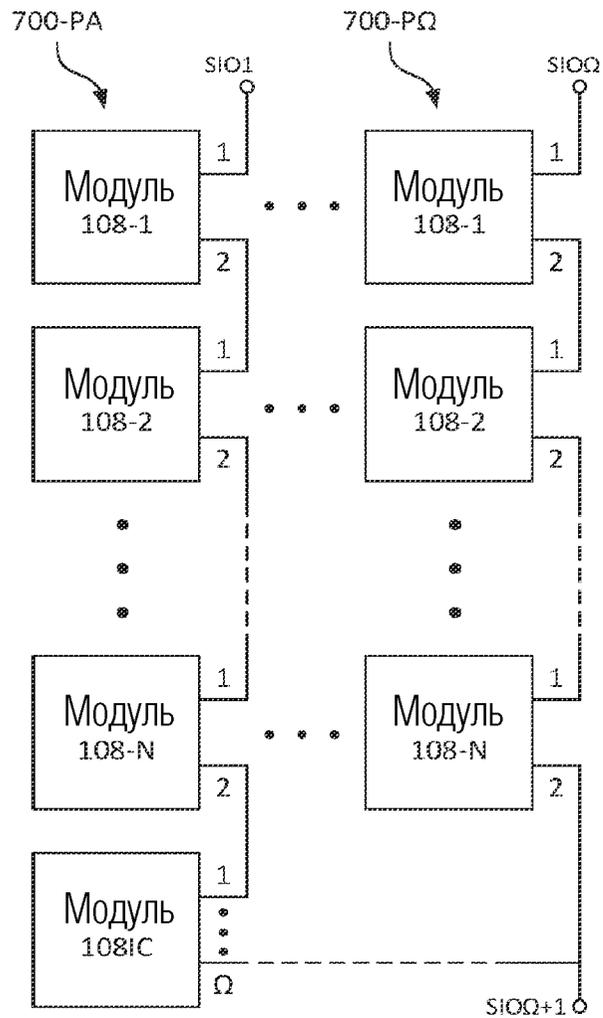




ФИГ. 9А

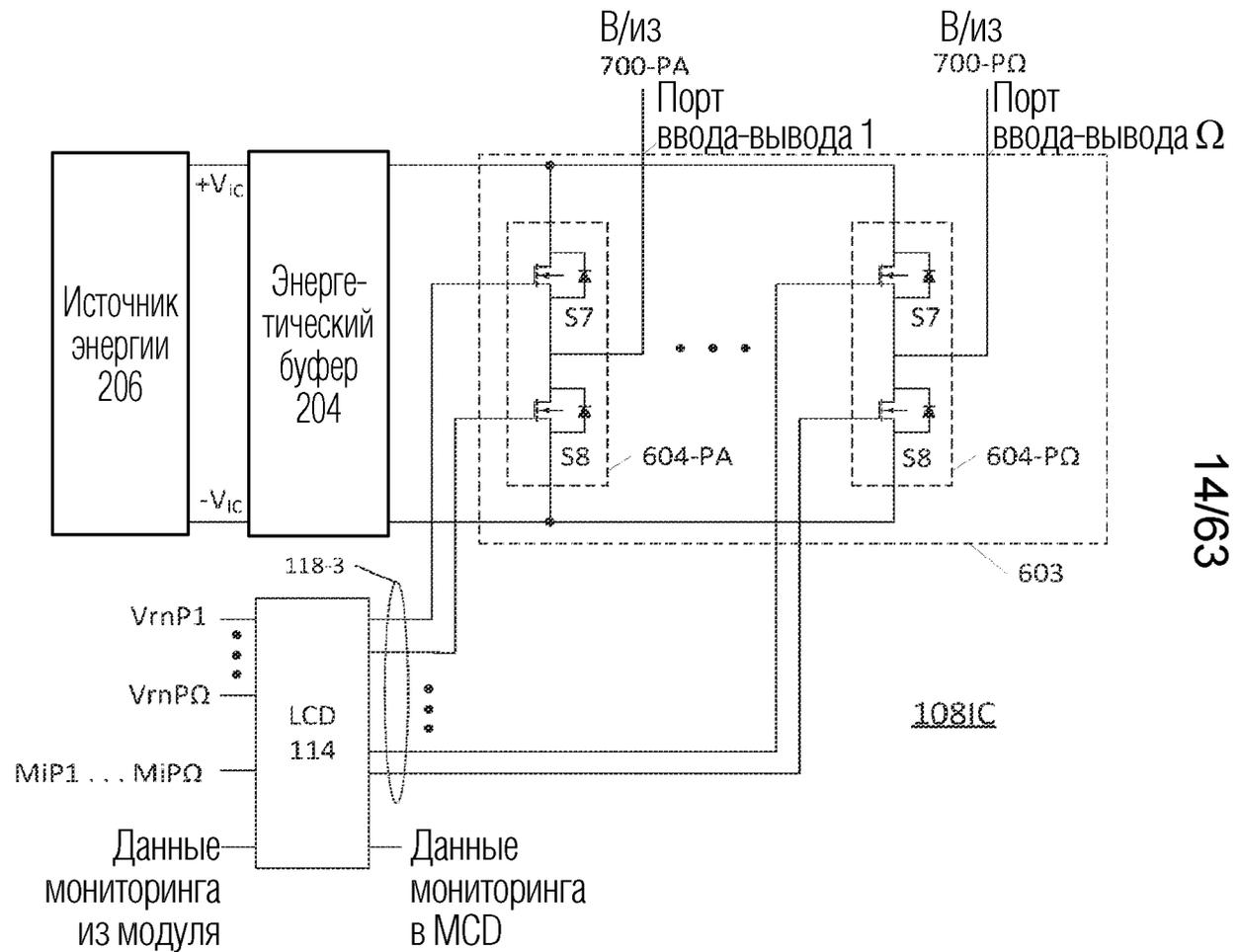


ФИГ. 9В



100

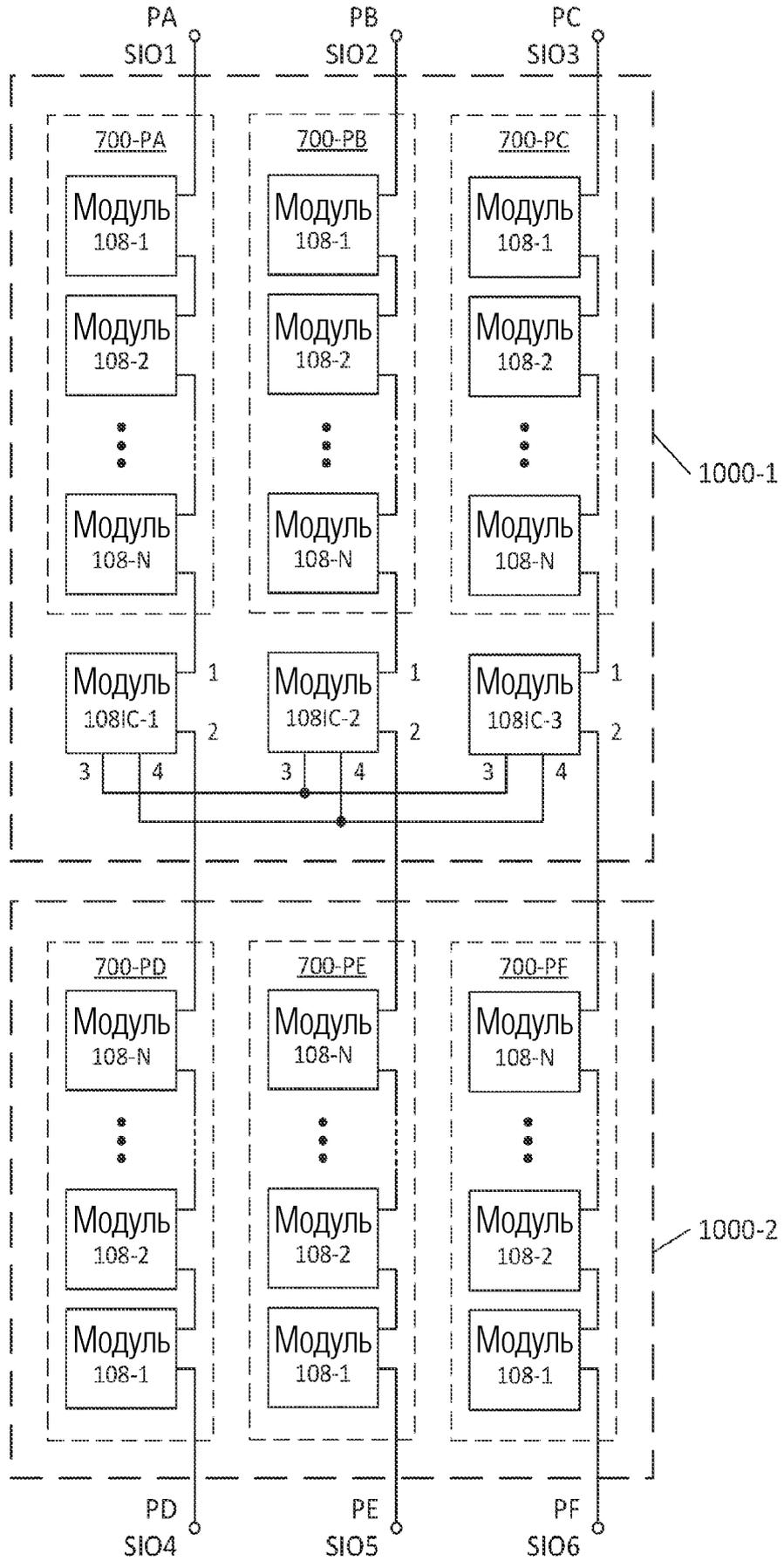
ФИГ. 10А



14/63

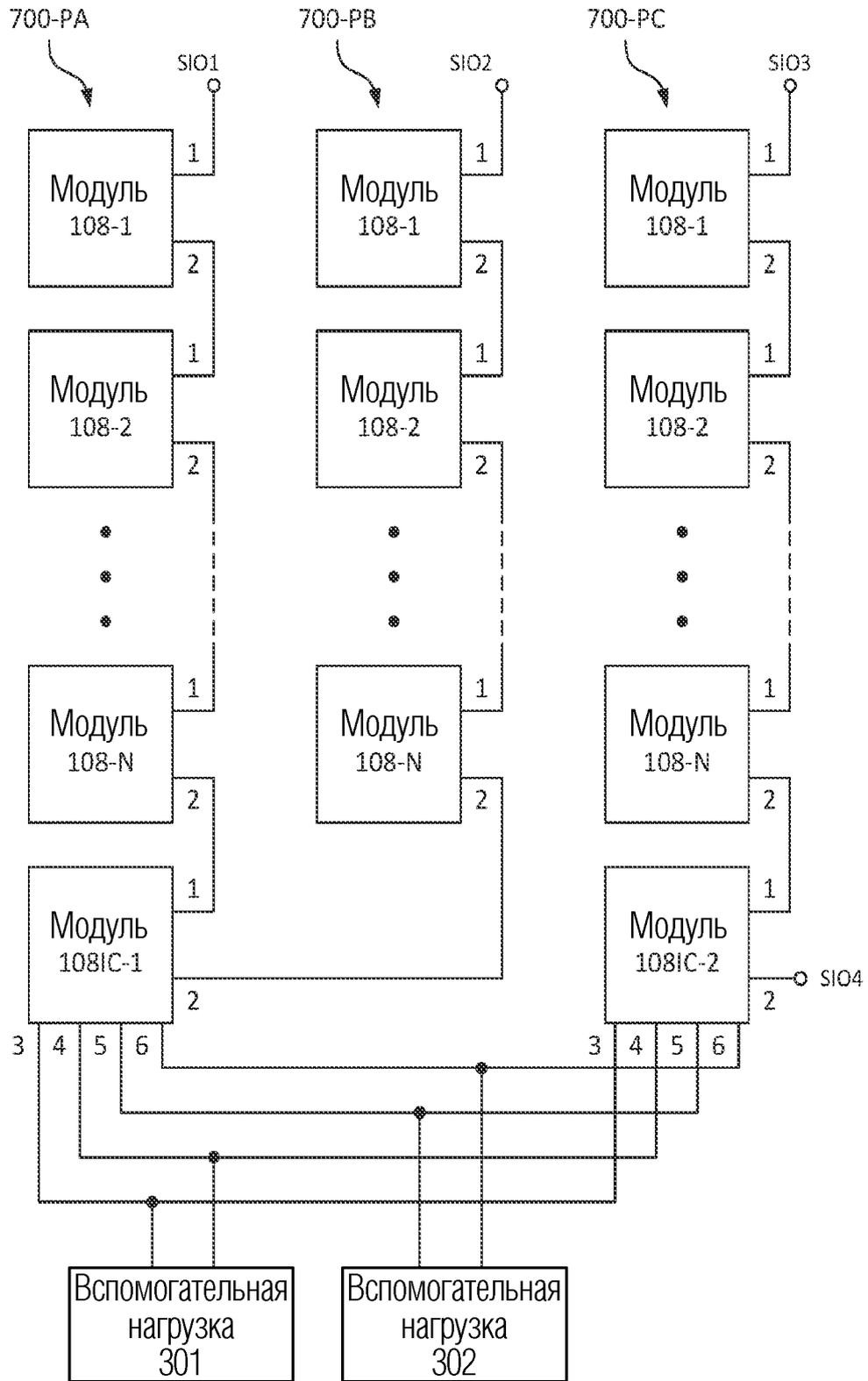
ФИГ. 10В

15/63



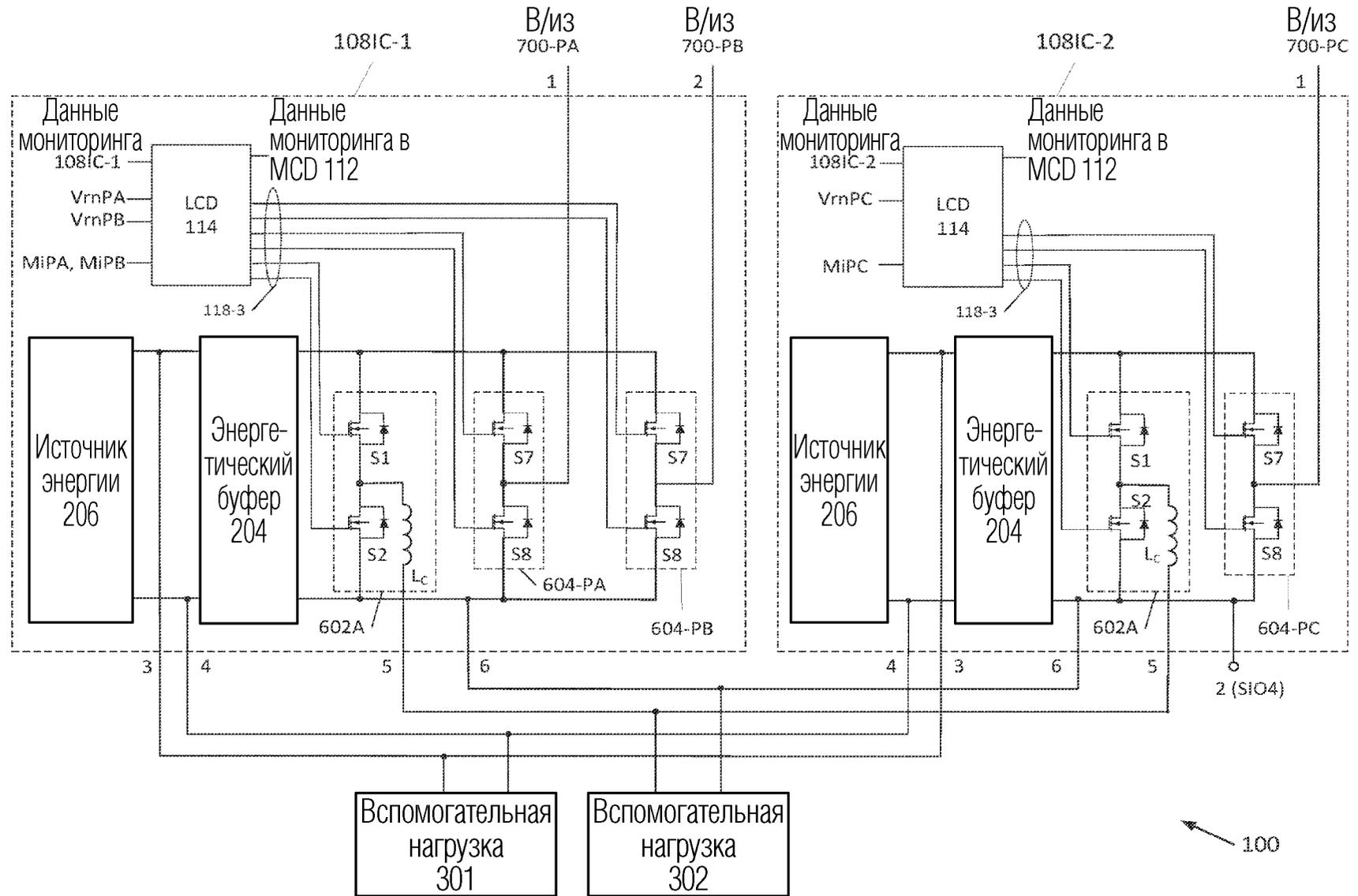
100

ФИГ. 10С

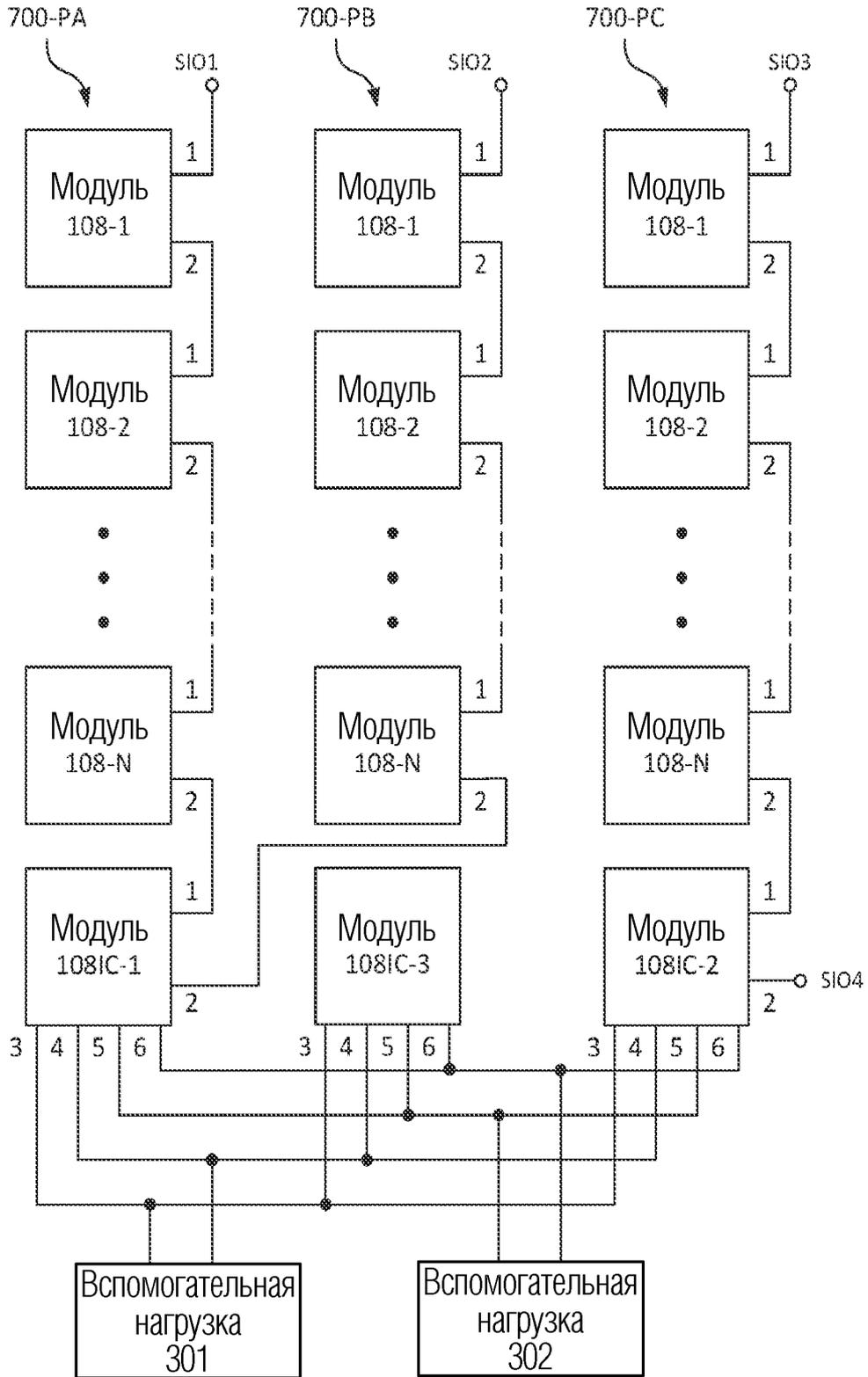


100

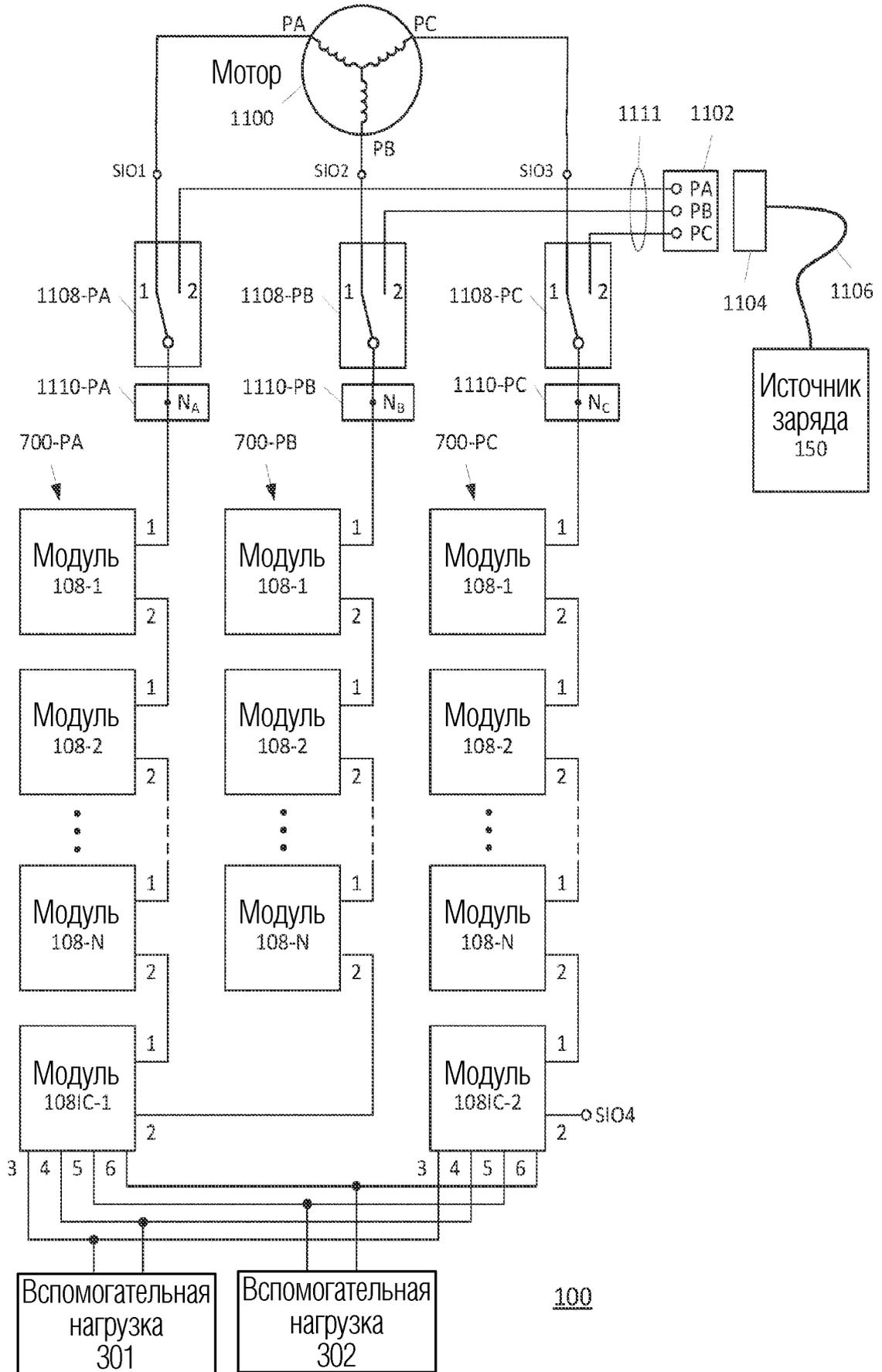
ФИГ. 10D



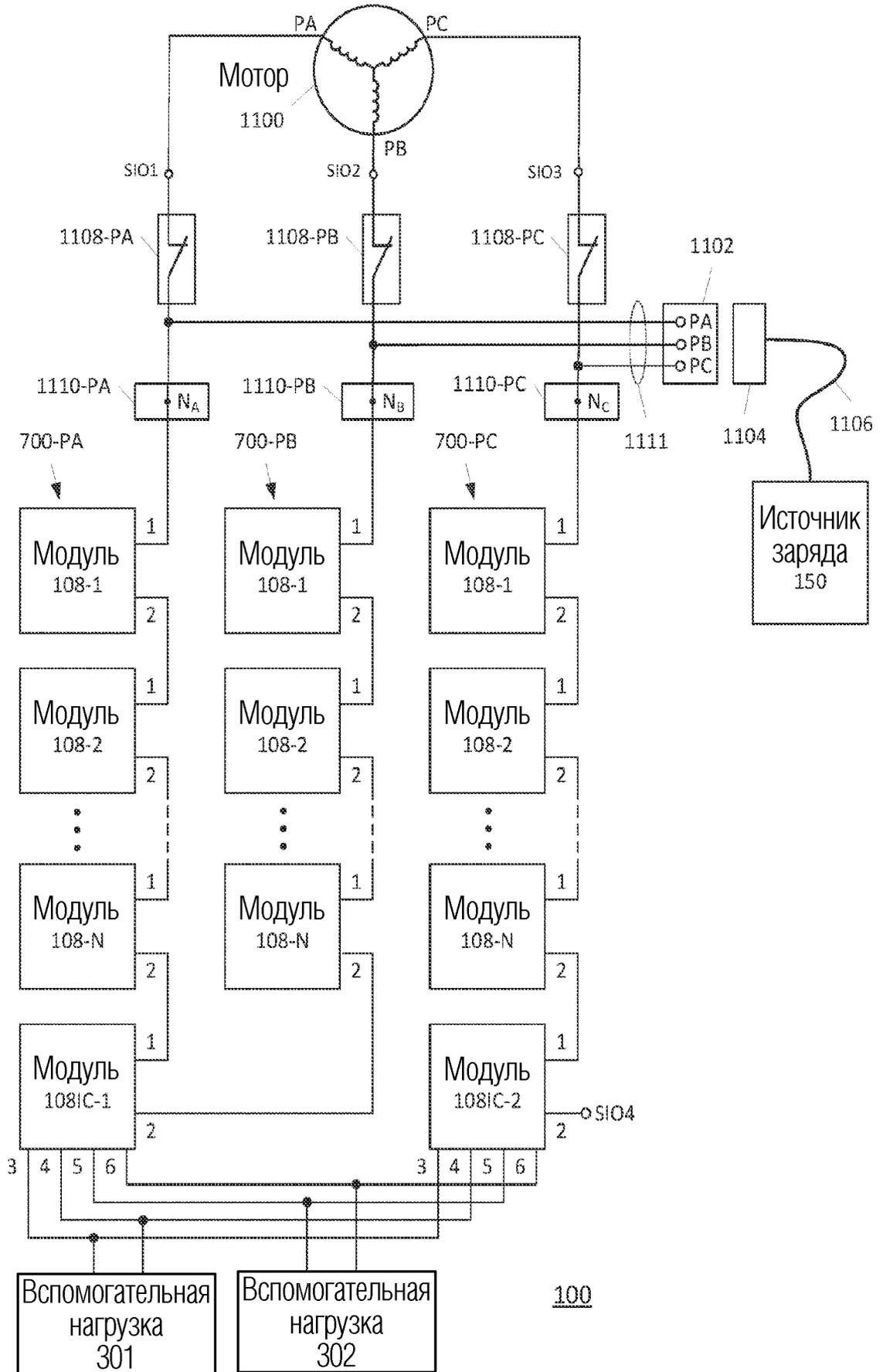
ФИГ. 10Е



ФИГ. 10F

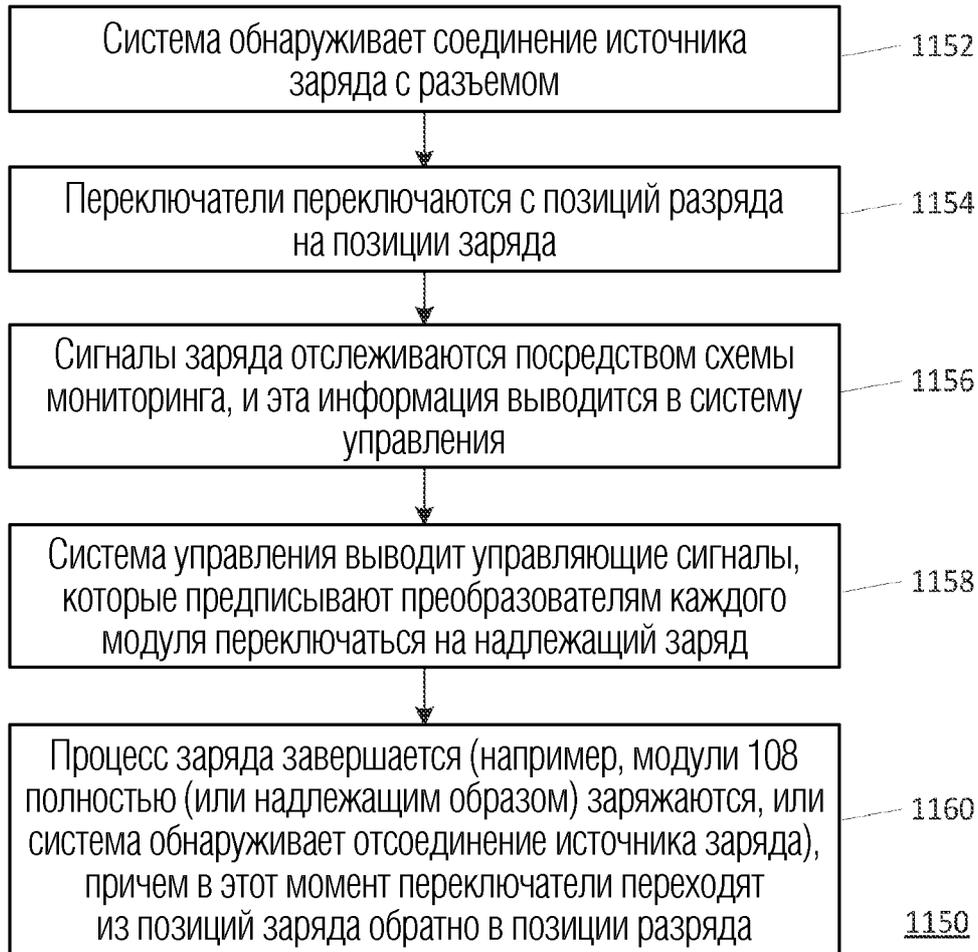


ФИГ. 11А

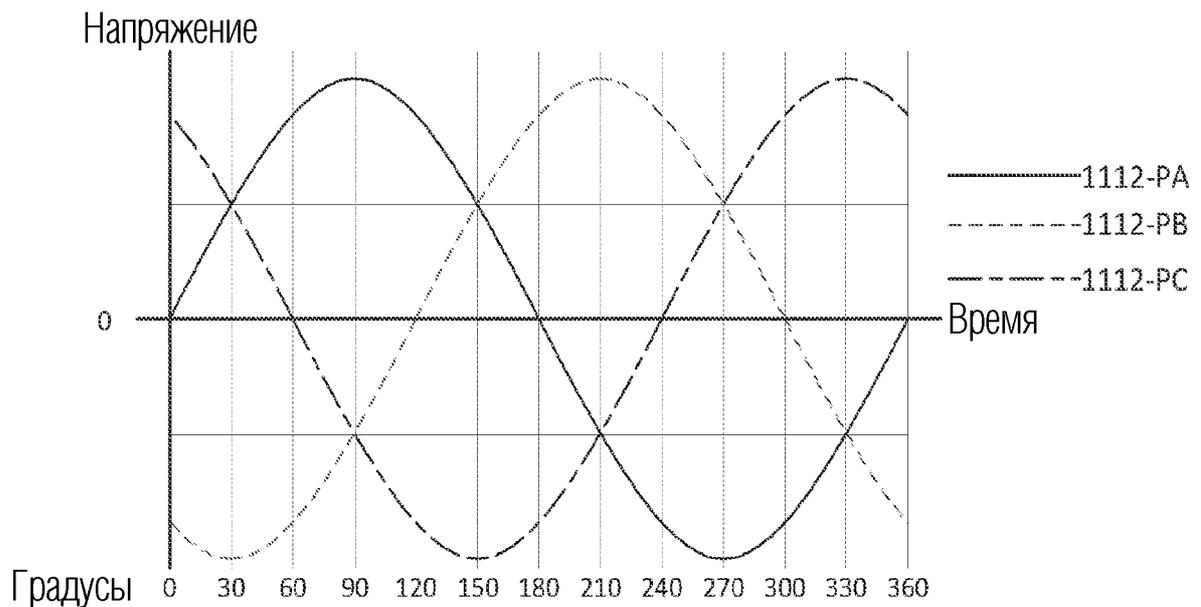


ФИГ. 11В

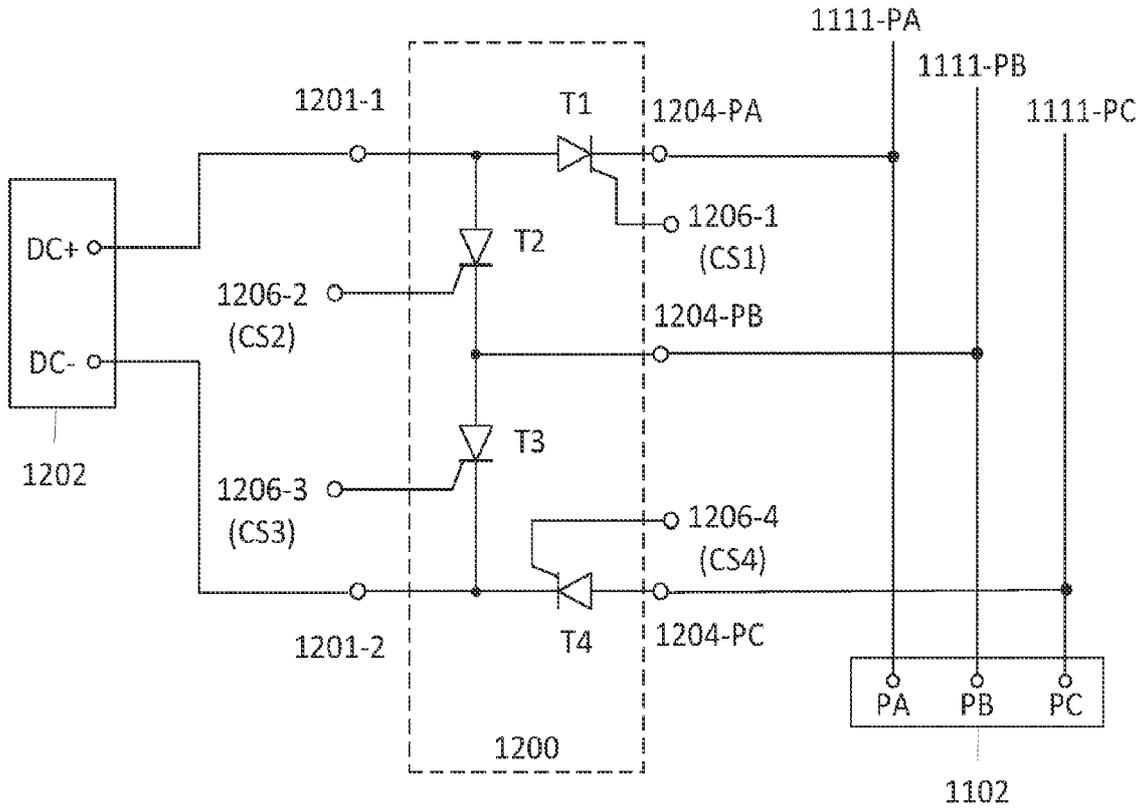
21/63



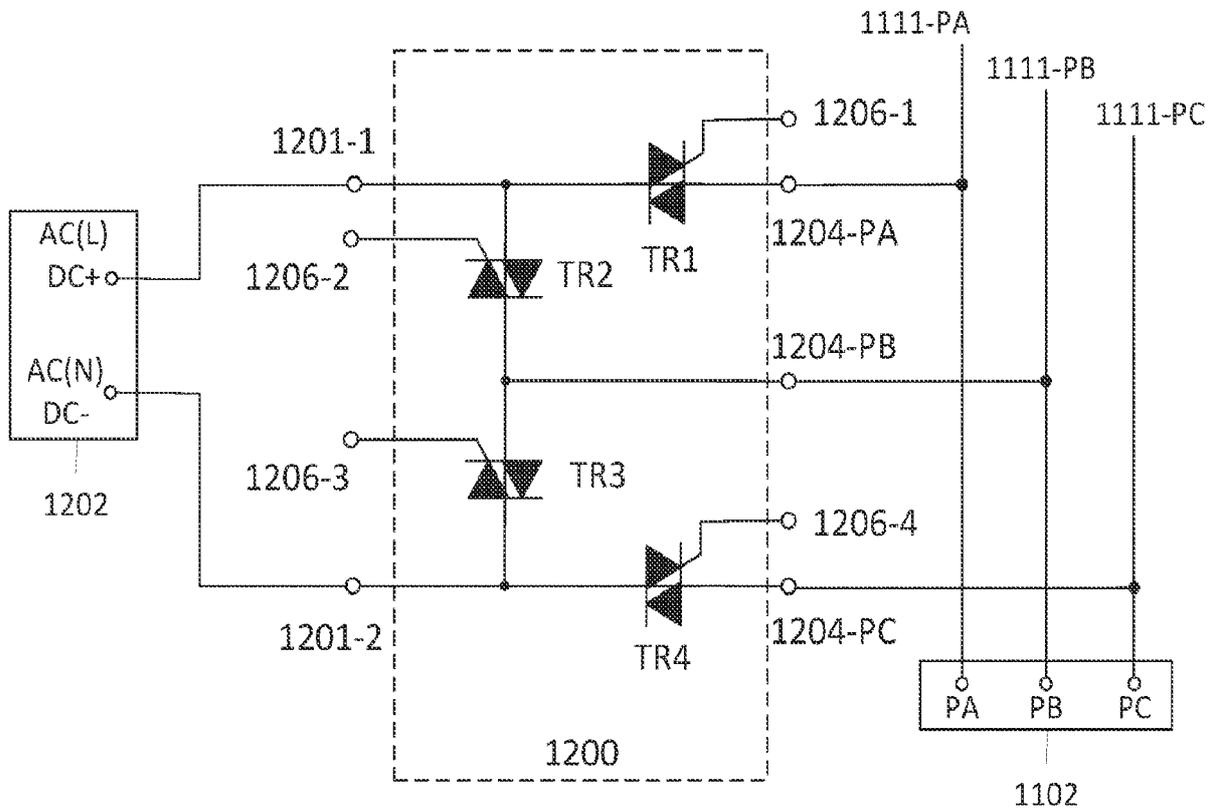
ФИГ. 11С



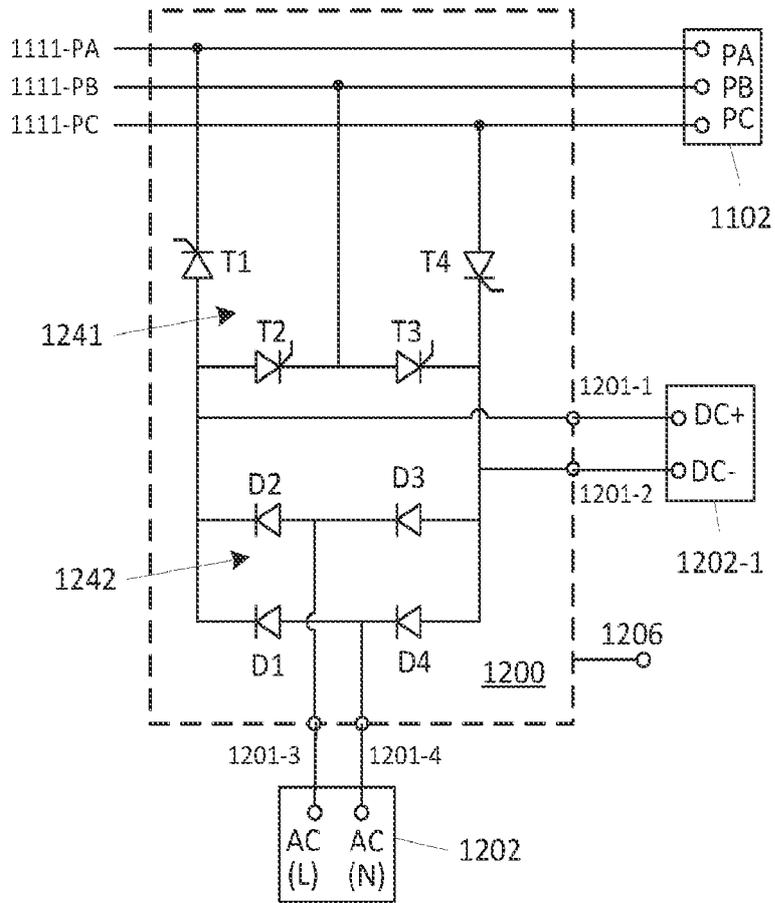
ФИГ. 11D



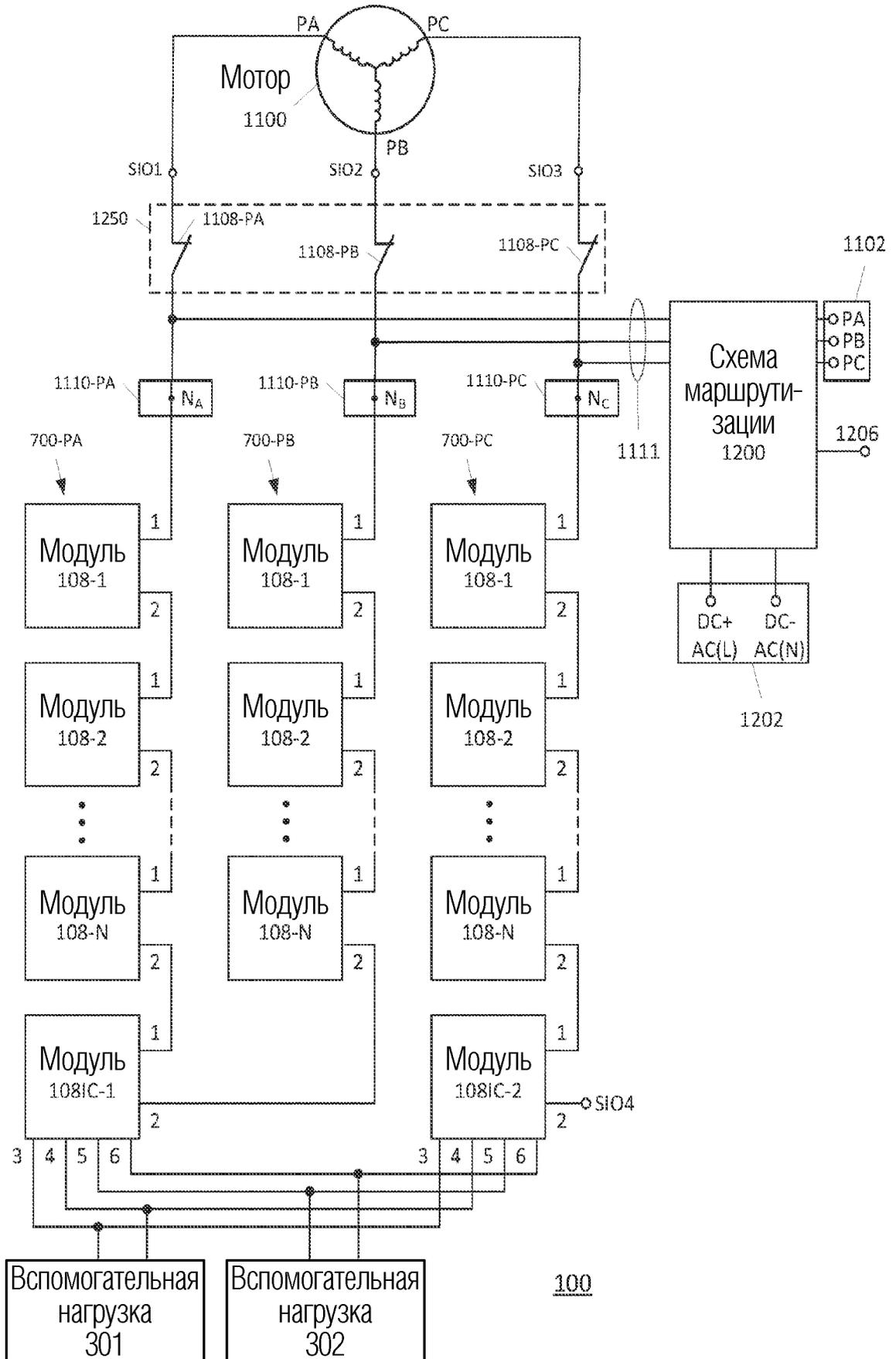
ФИГ. 12В



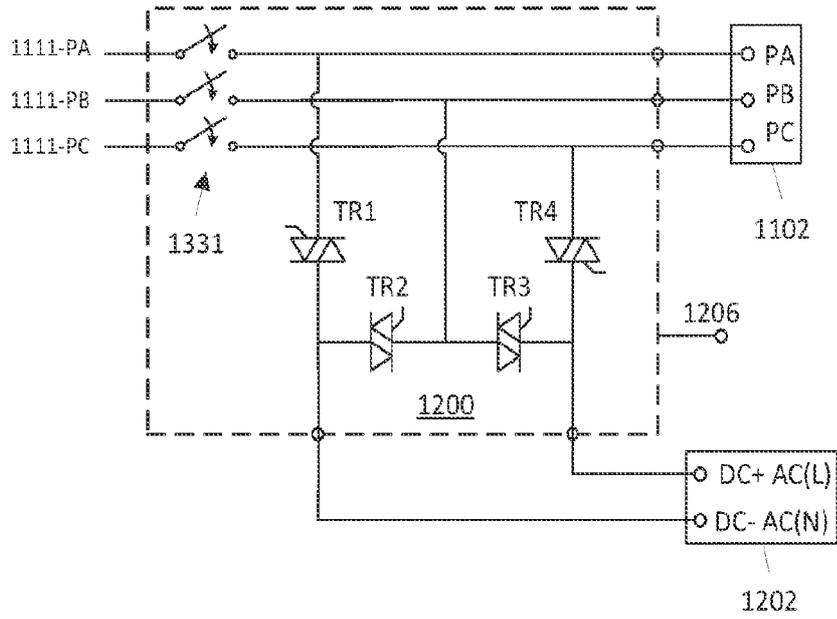
ФИГ. 12С



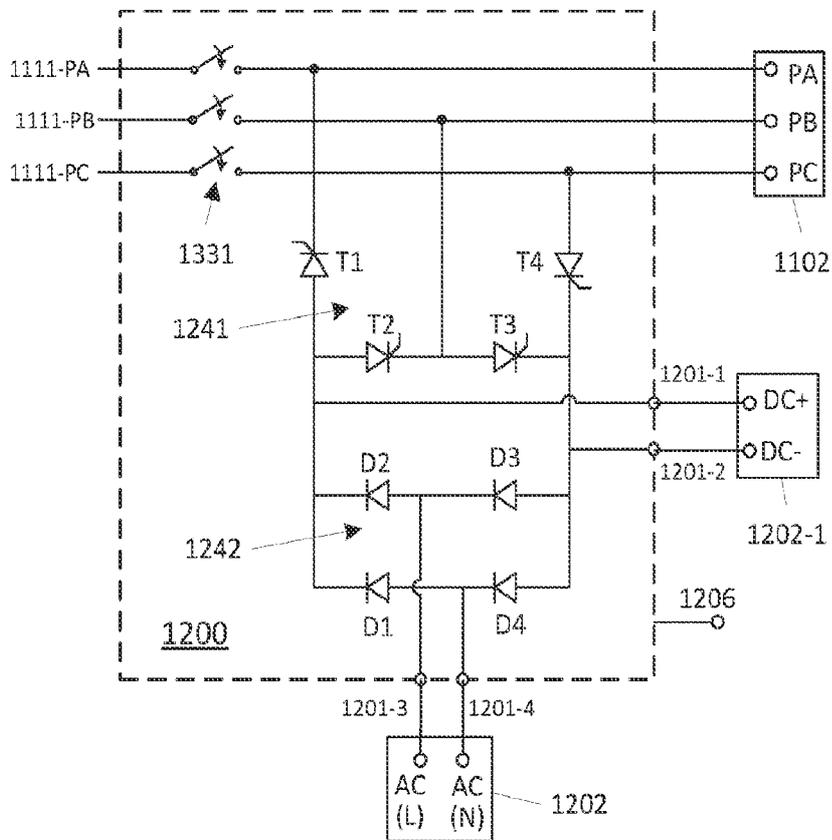
ФИГ. 12D



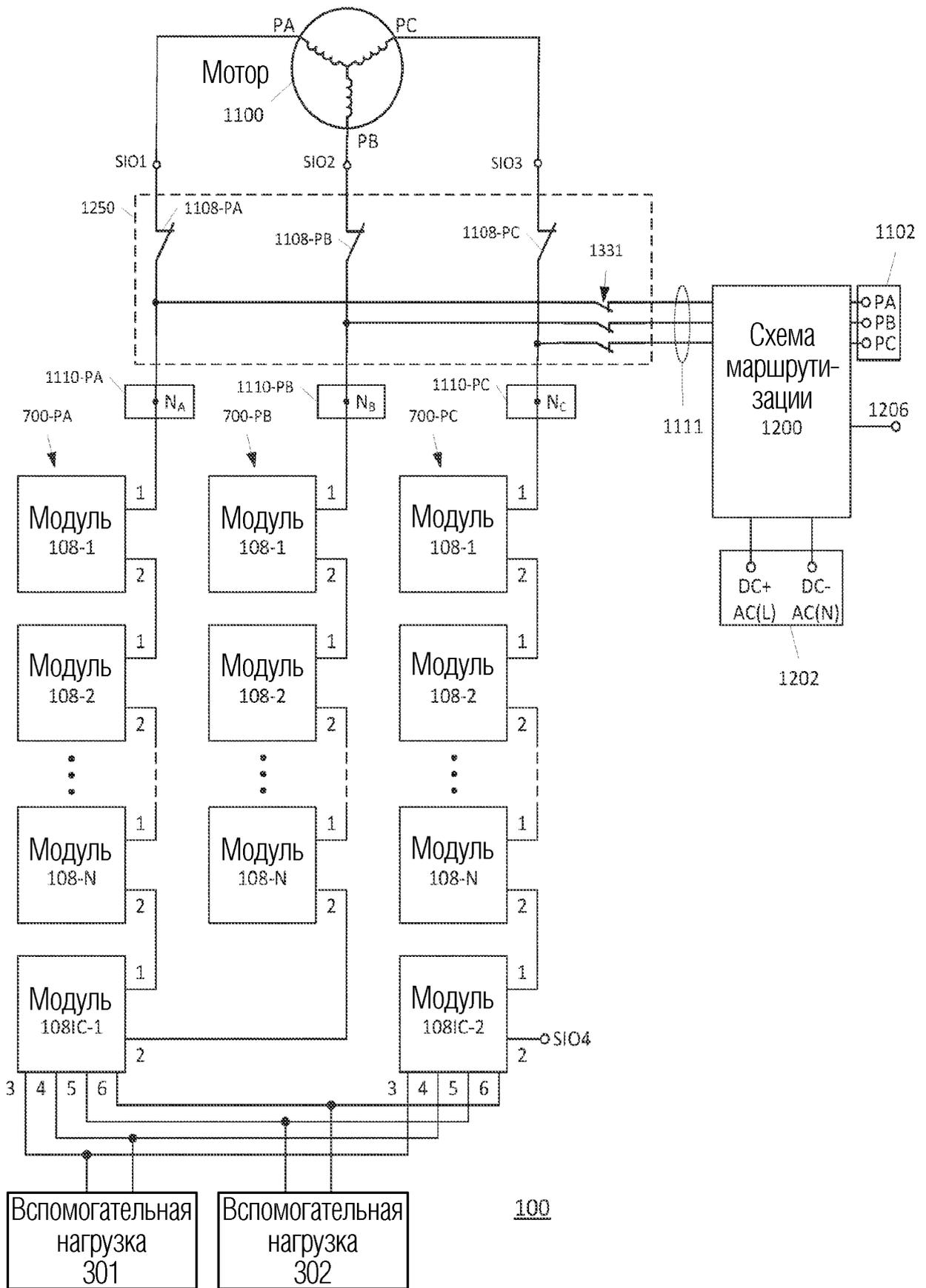
ФИГ. 13А



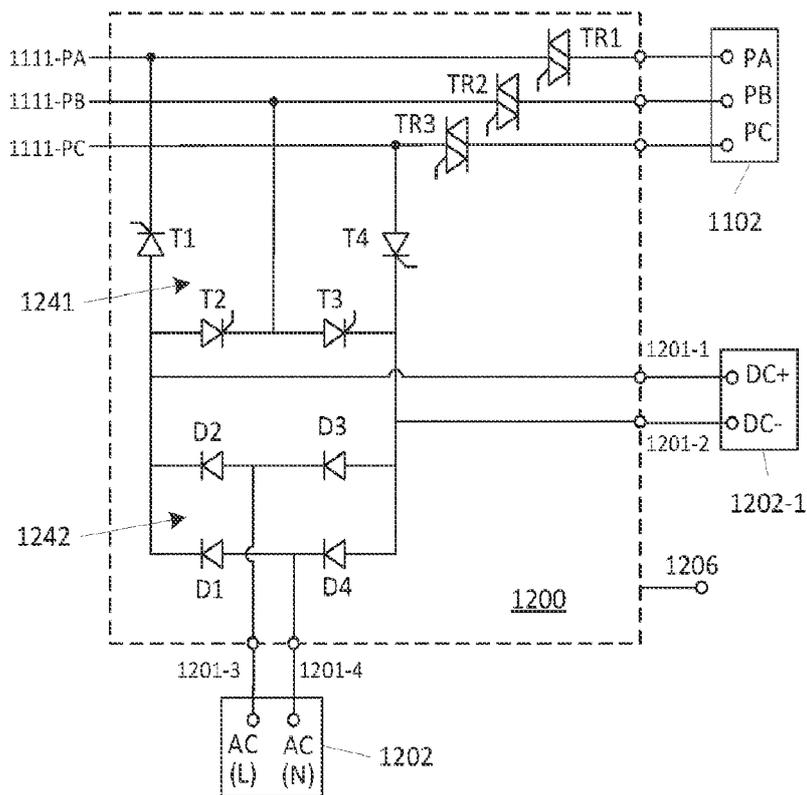
ФИГ. 13В



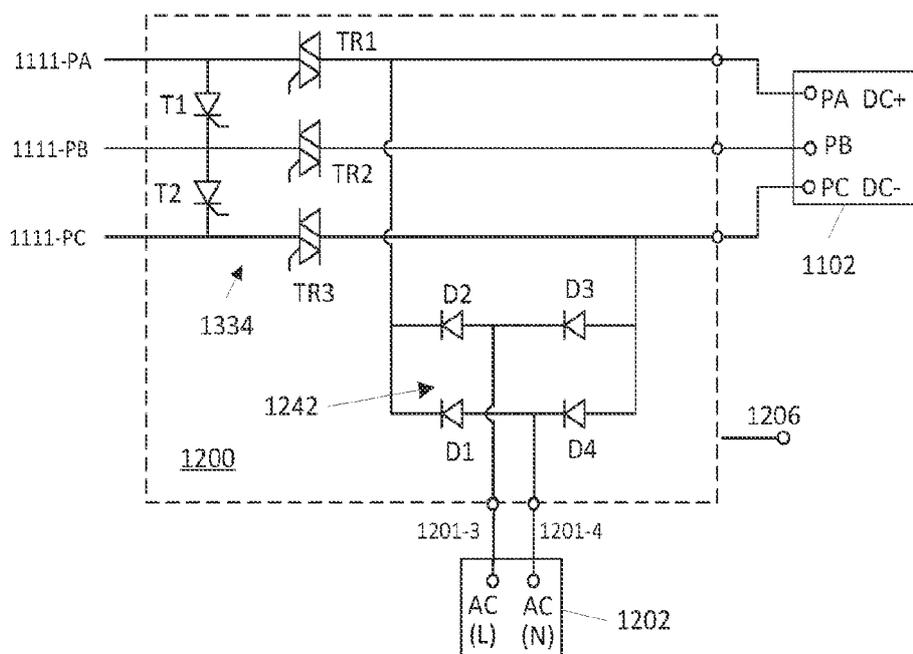
ФИГ. 13С



ФИГ. 13D

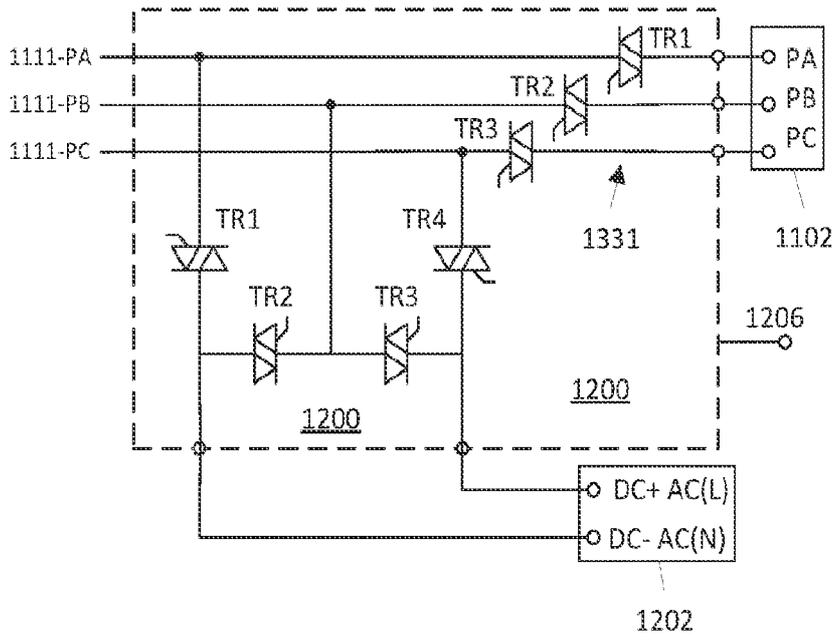


ФИГ. 13Е

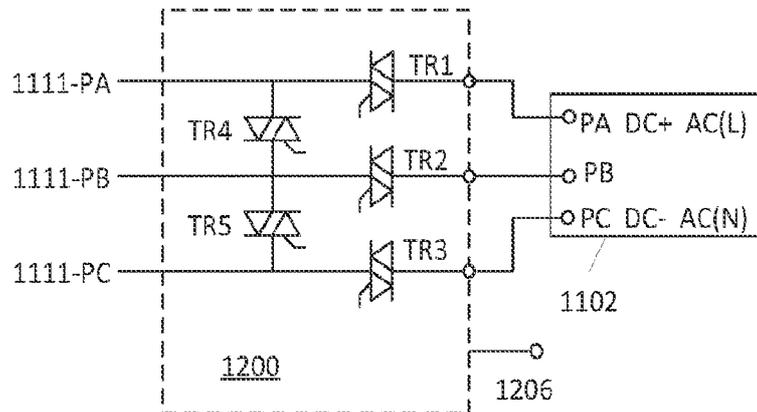


ФИГ. 13F

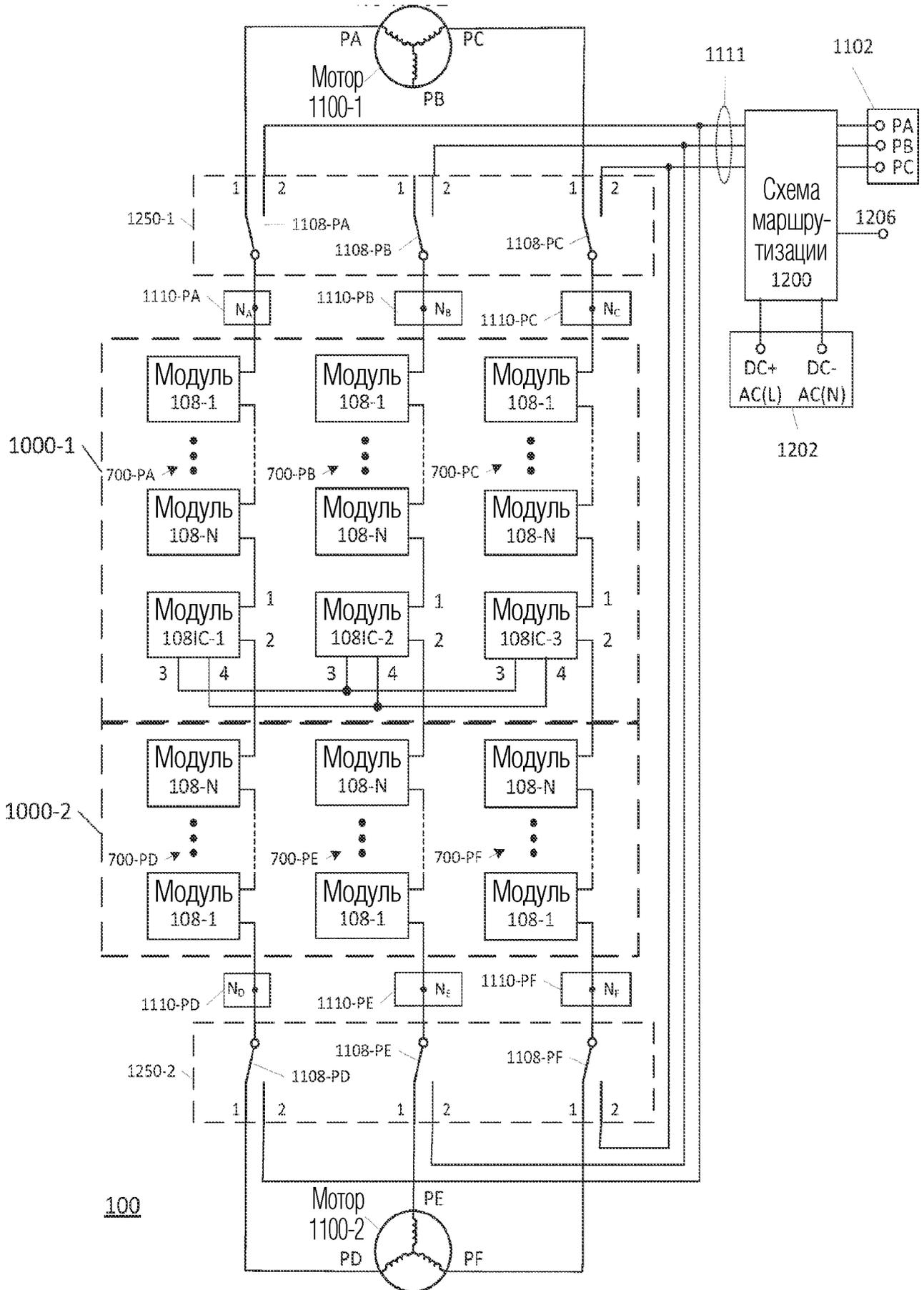
29/63



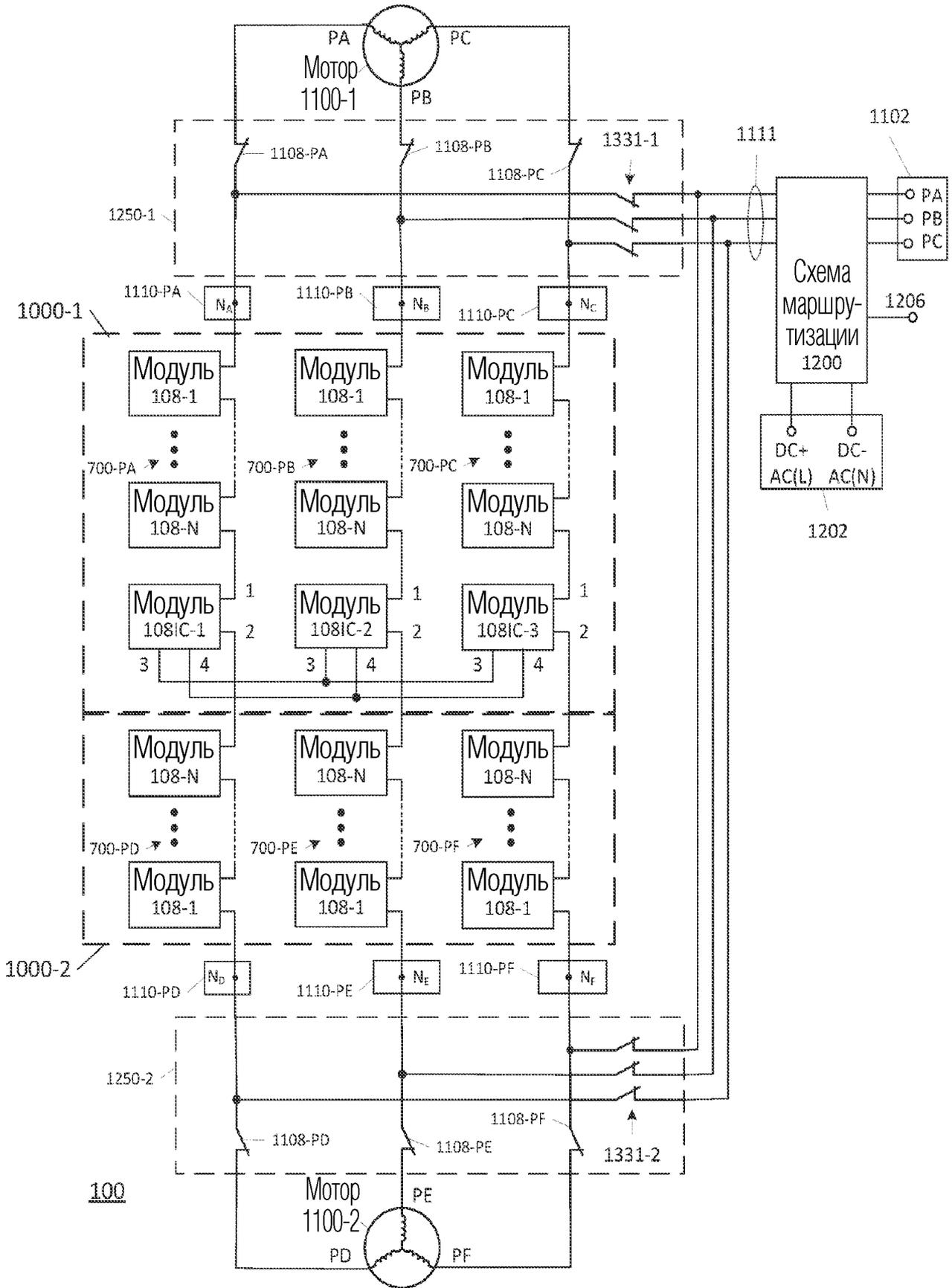
ФИГ. 13Г



ФИГ. 13Н

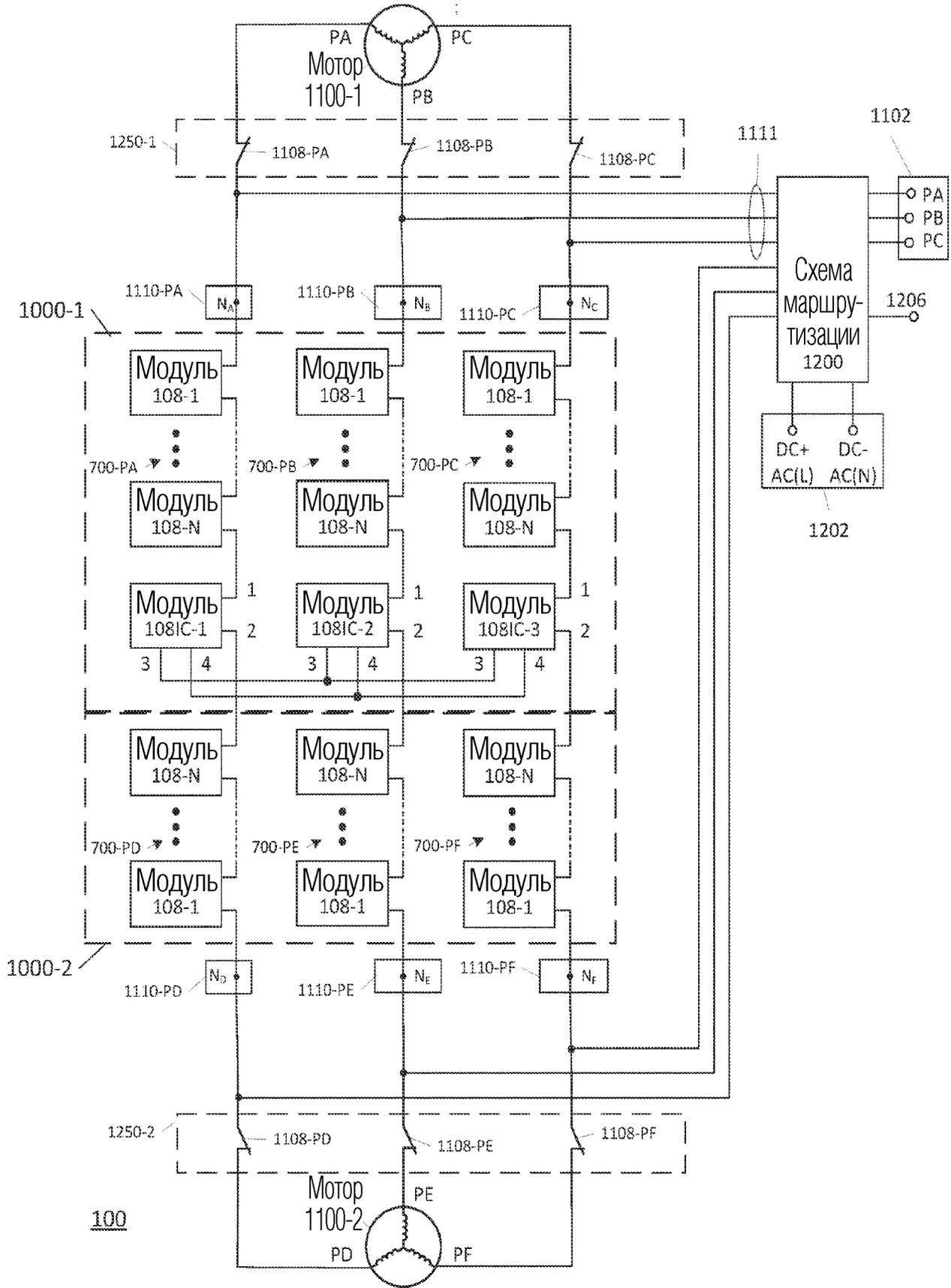


ФИГ. 14

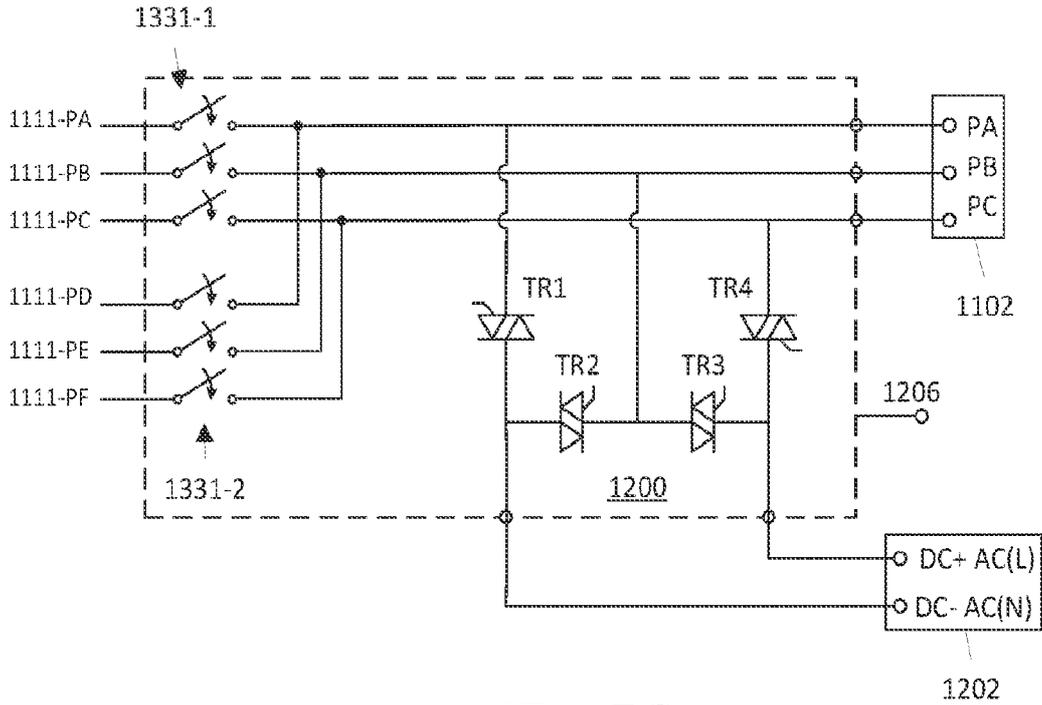


ФИГ. 15А

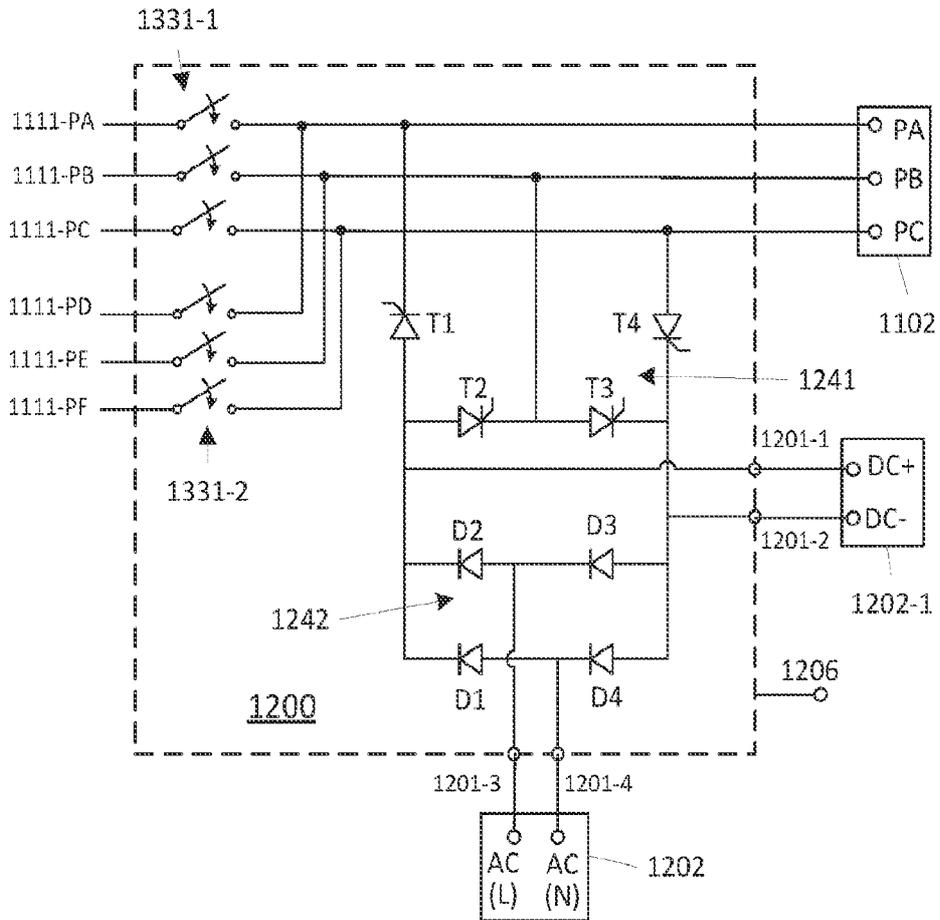
32/63



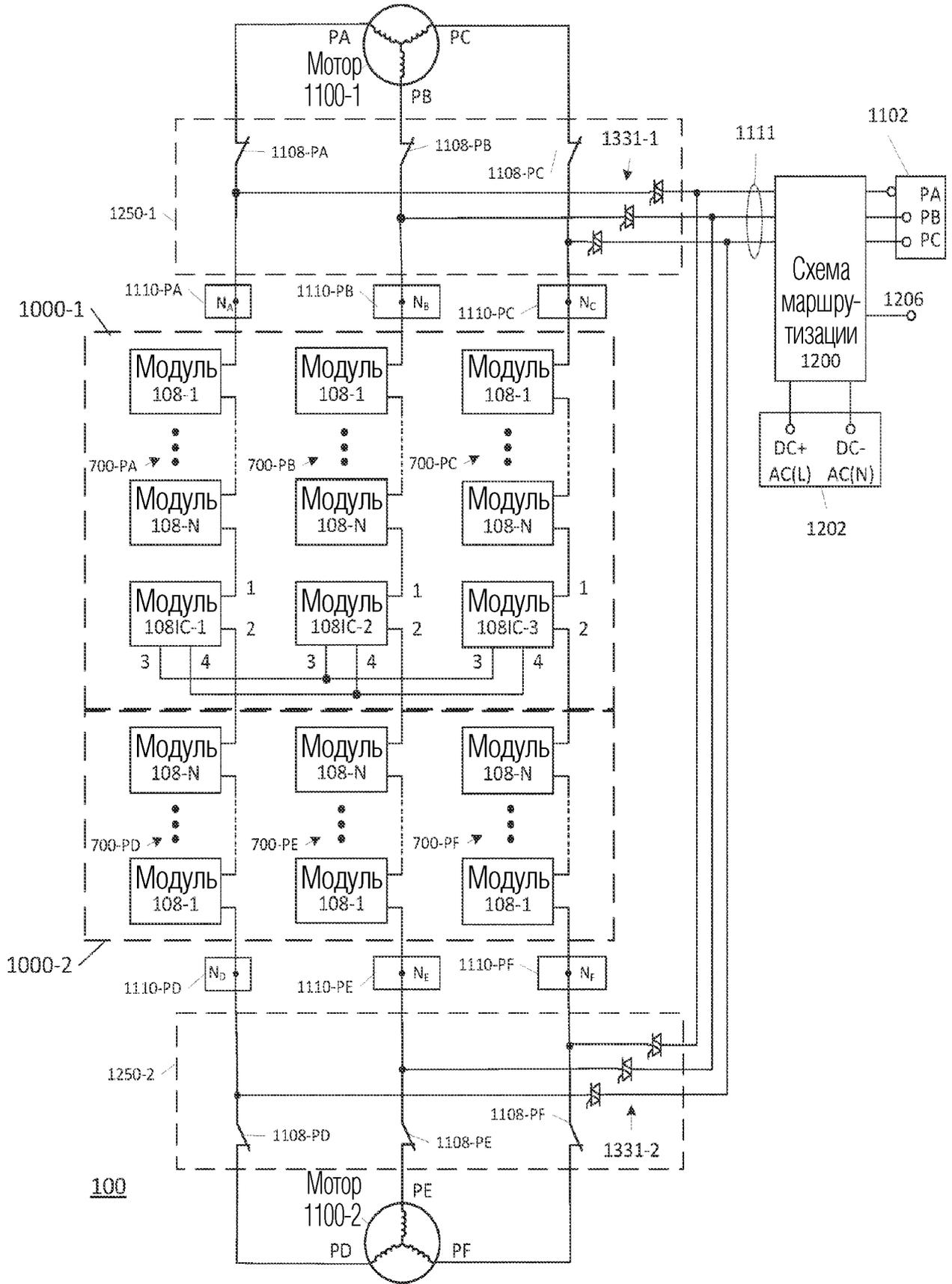
ФИГ. 15В



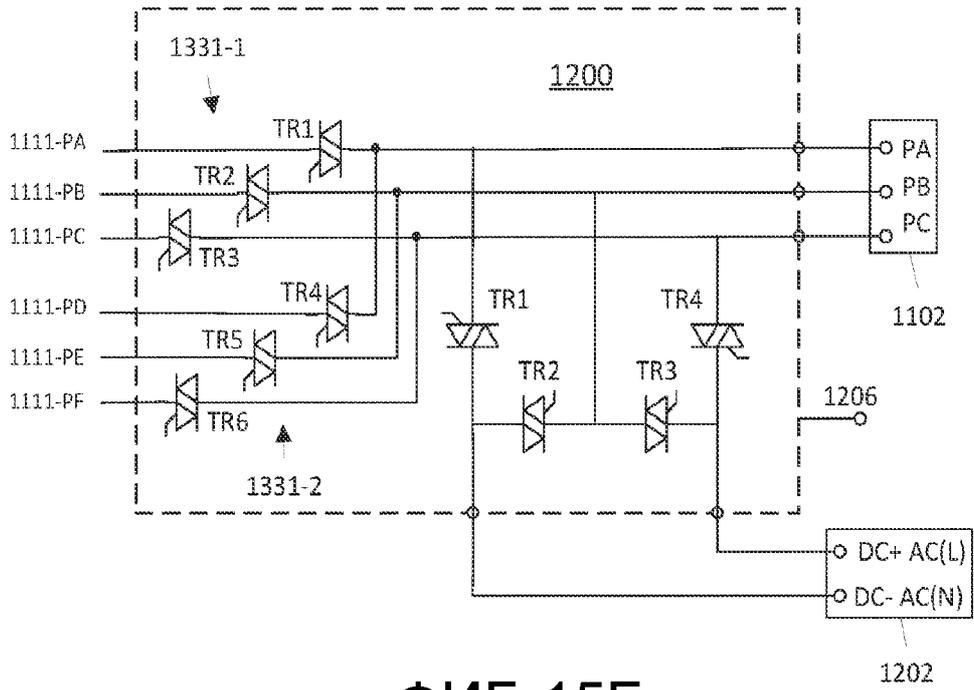
ФИГ. 15С



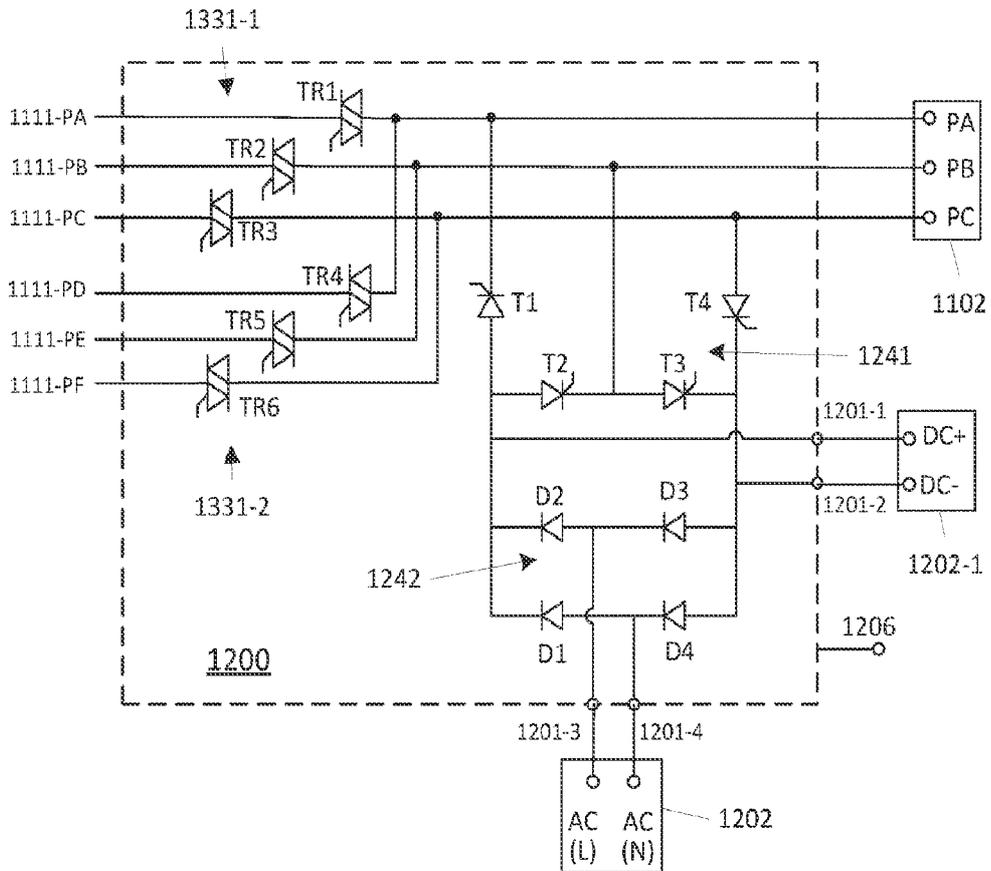
ФИГ. 15D



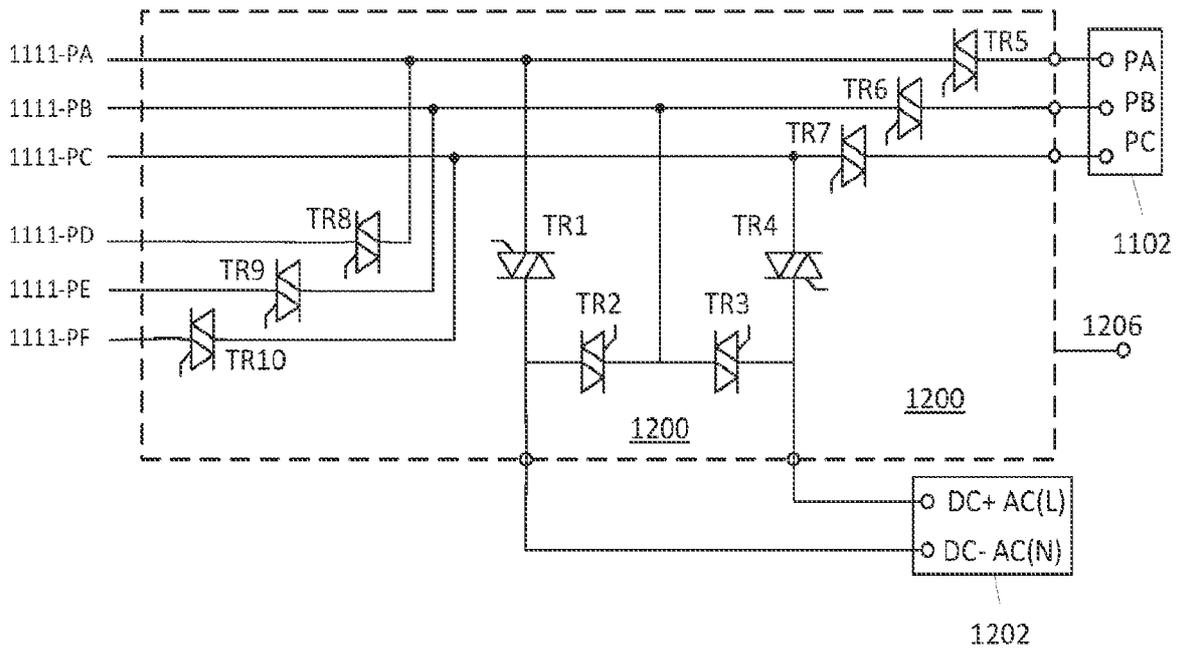
ФИГ. 15Е



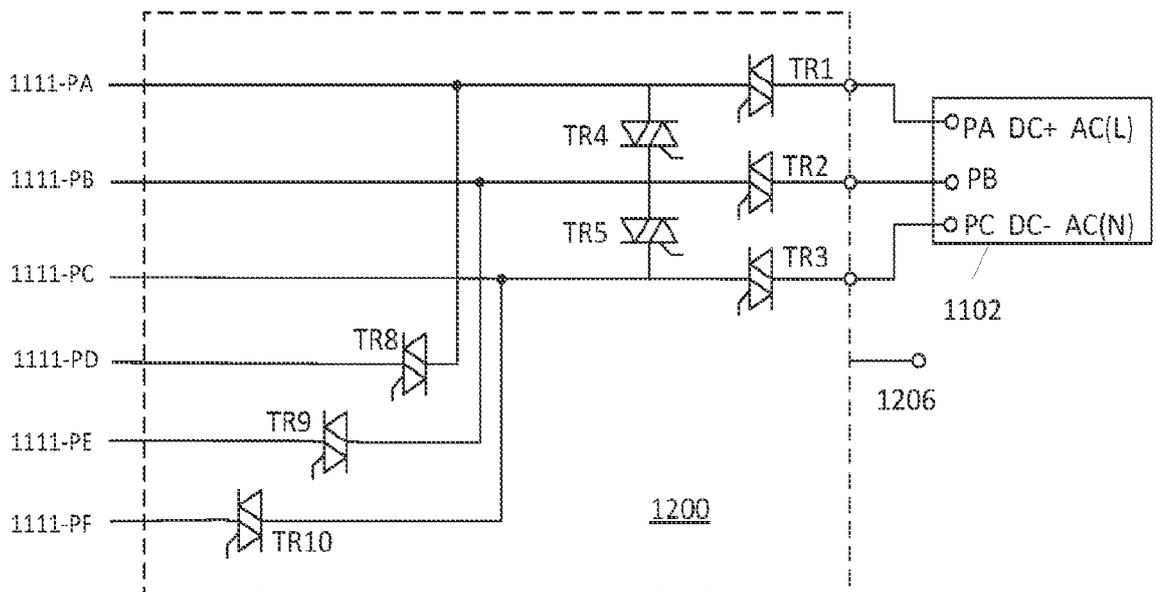
ФИГ. 15F



ФИГ. 15G

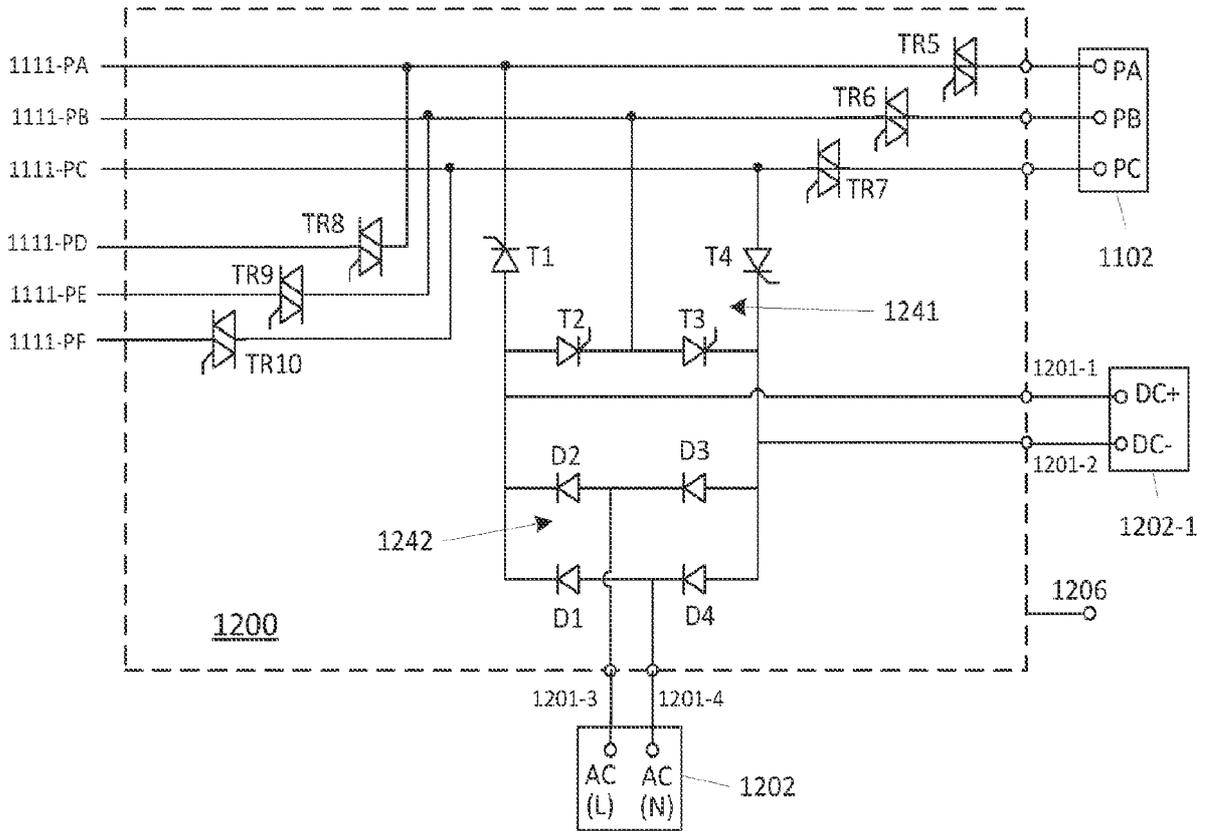


ФИГ. 15H

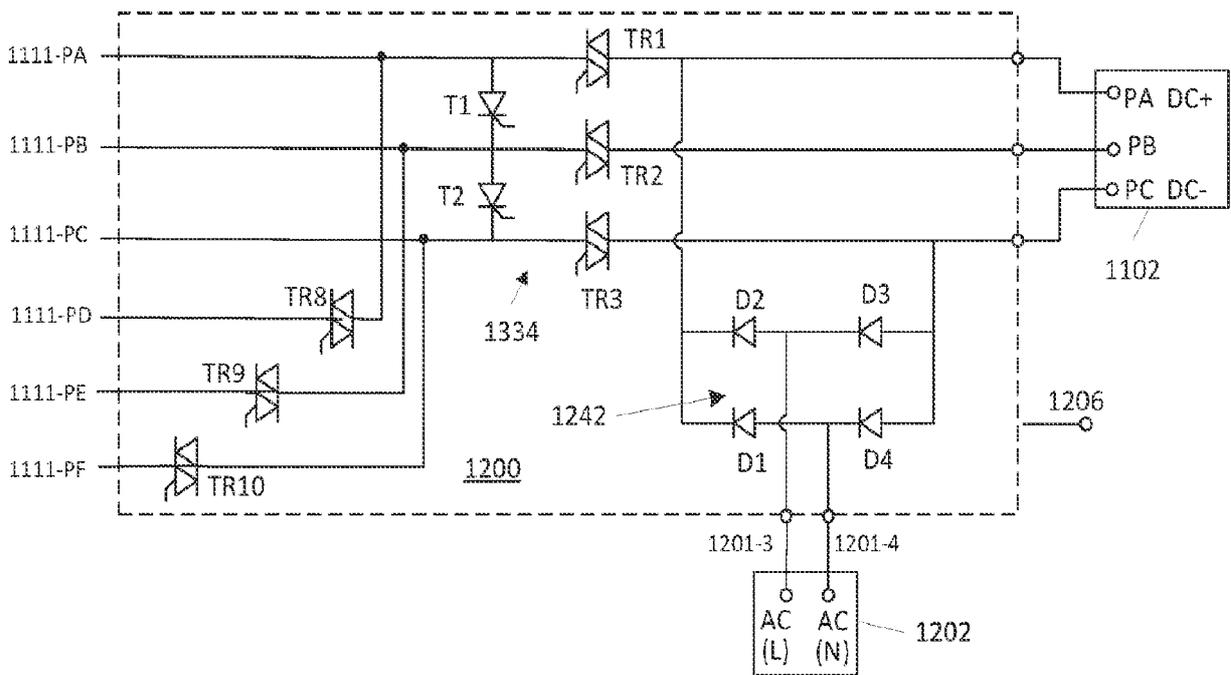


ФИГ. 15I

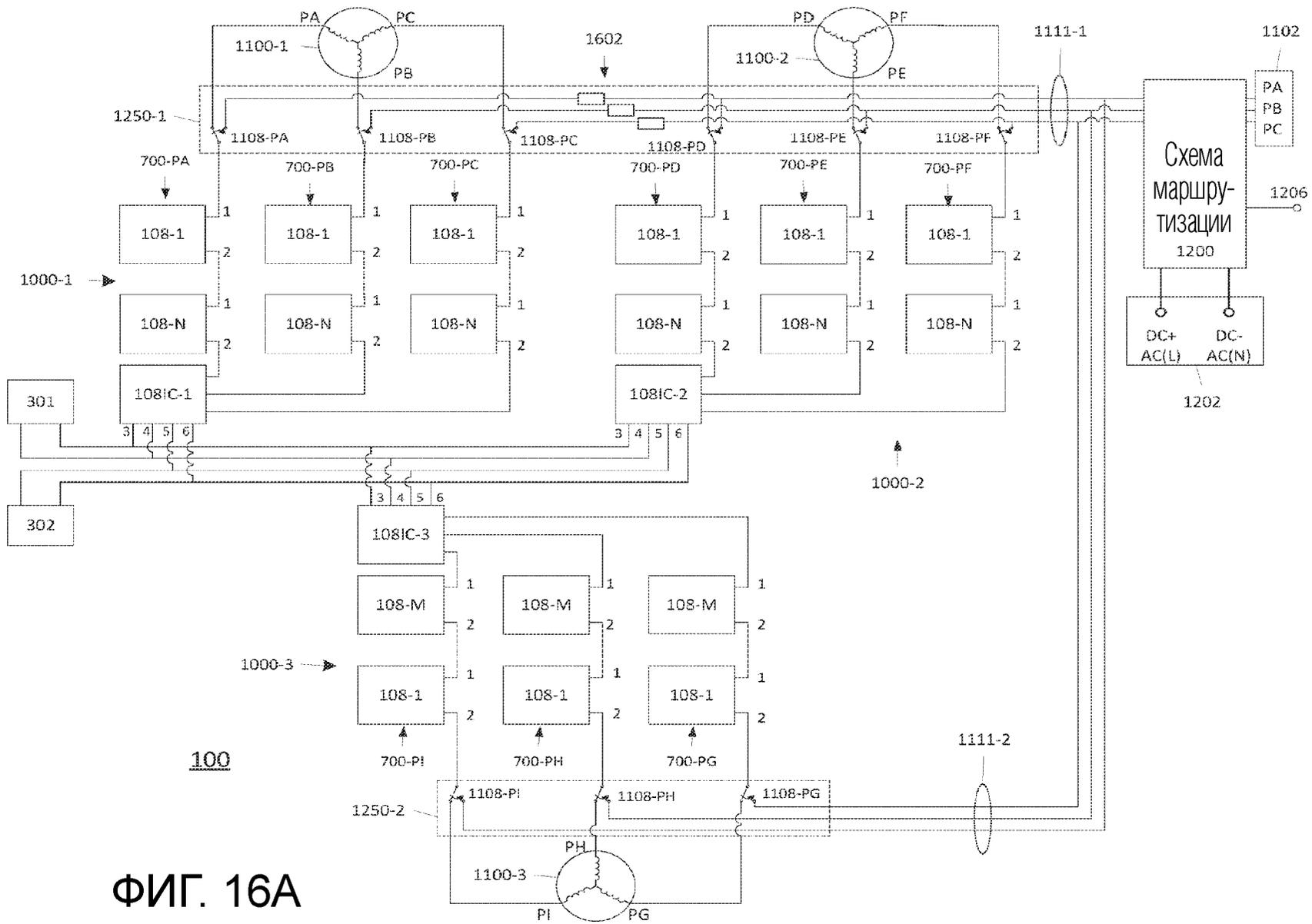
37/63



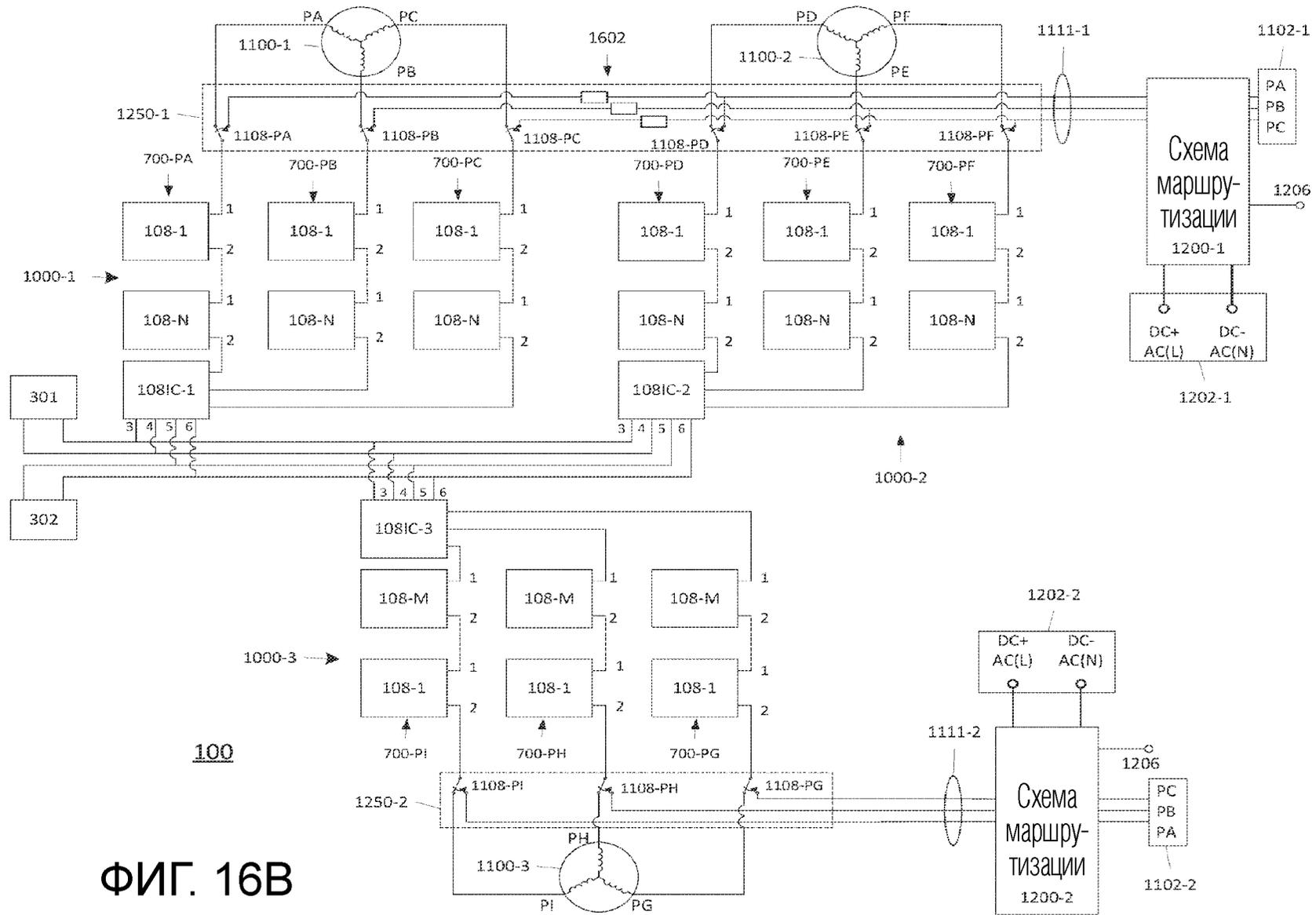
ФИГ. 15J



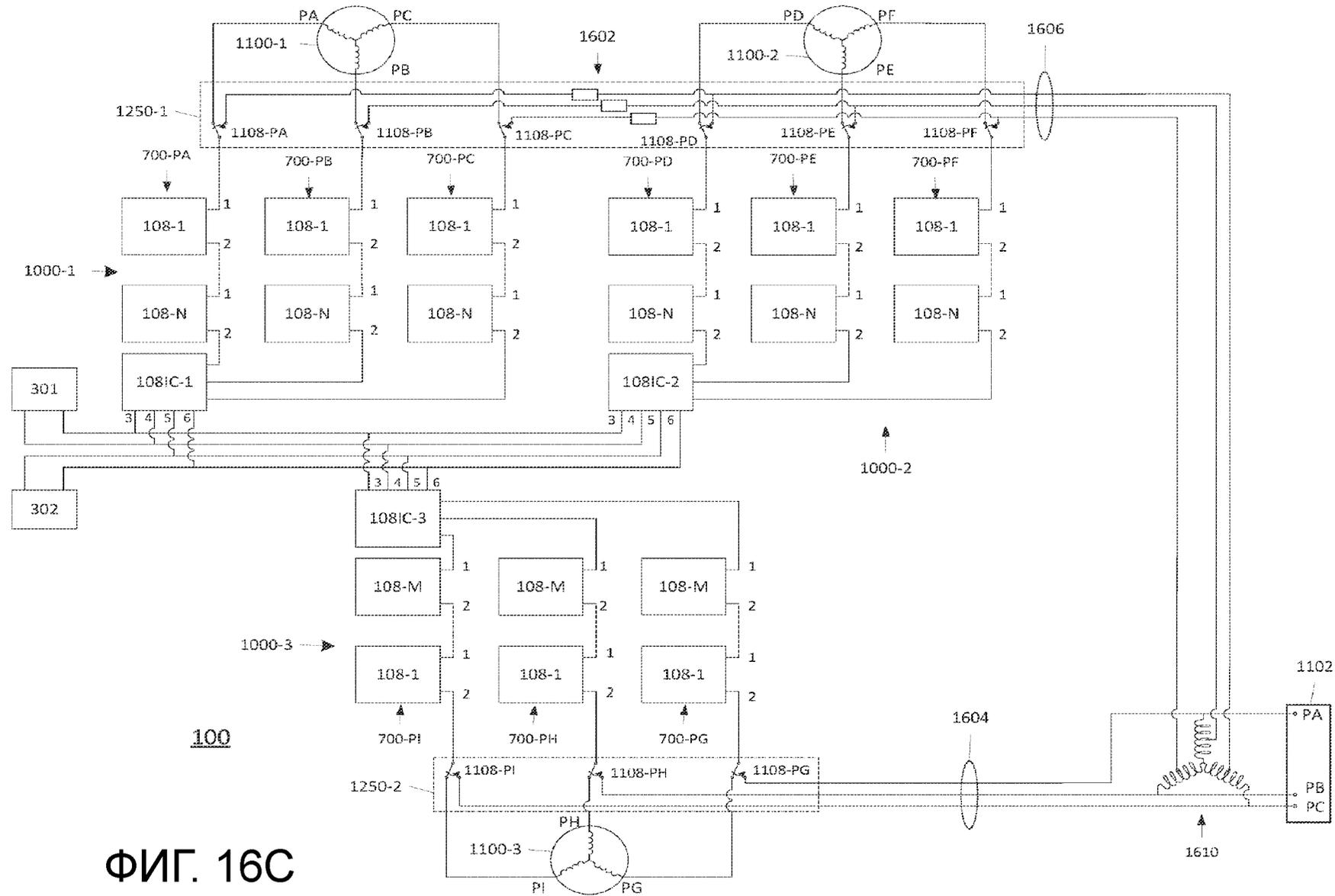
ФИГ. 15K



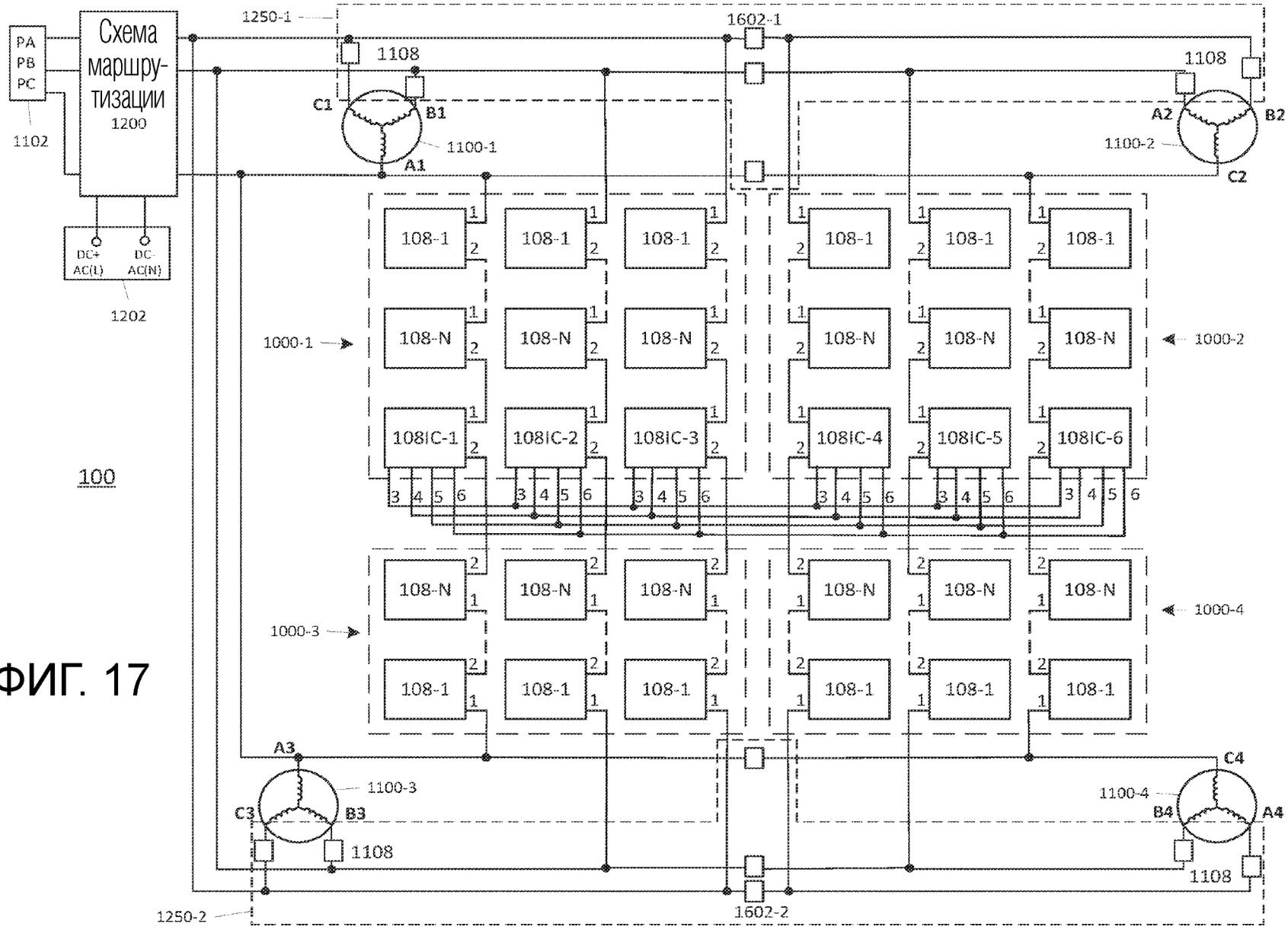
ФИГ. 16А



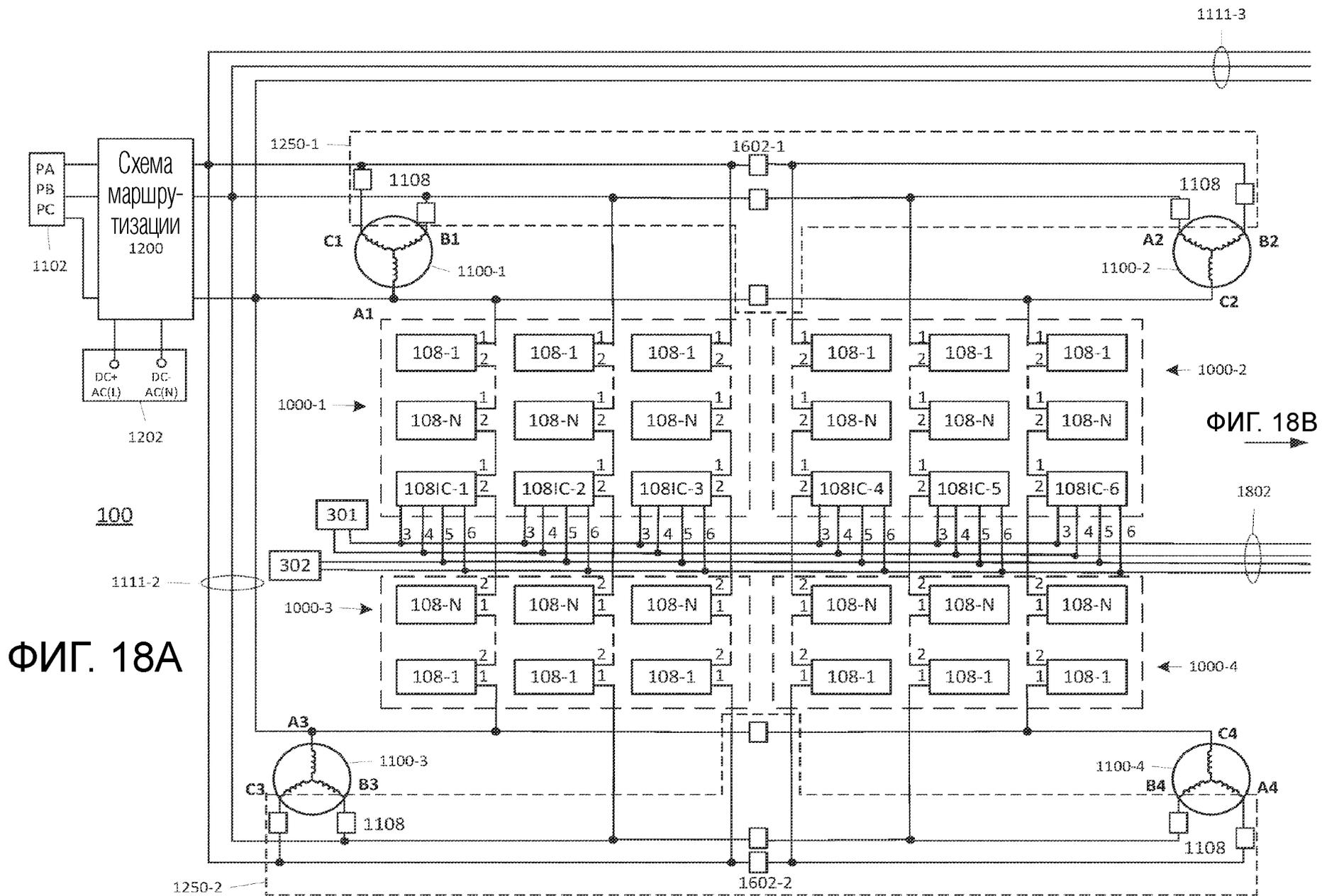
ФИГ. 16В



ФИГ. 16С



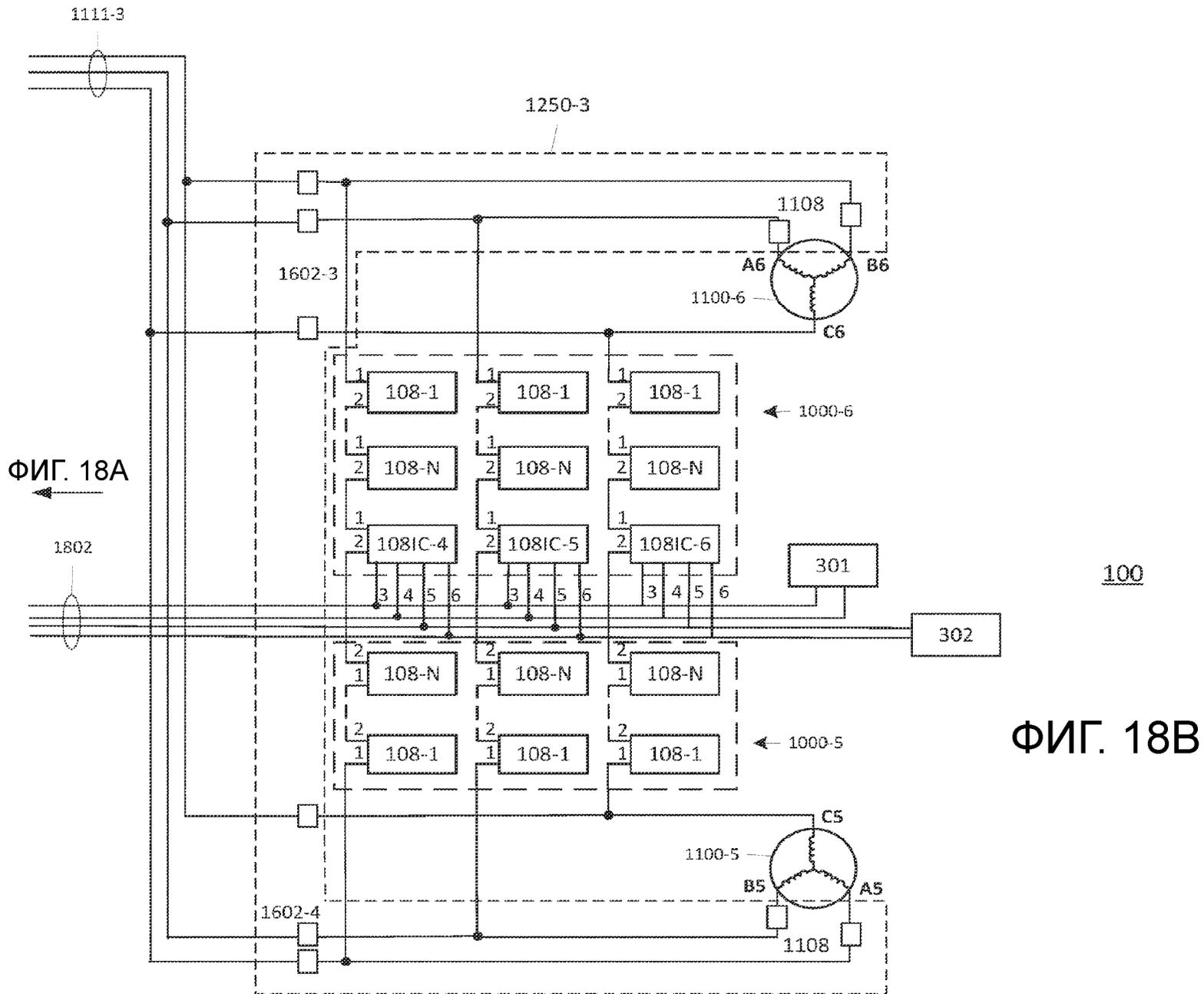
ФИГ. 17

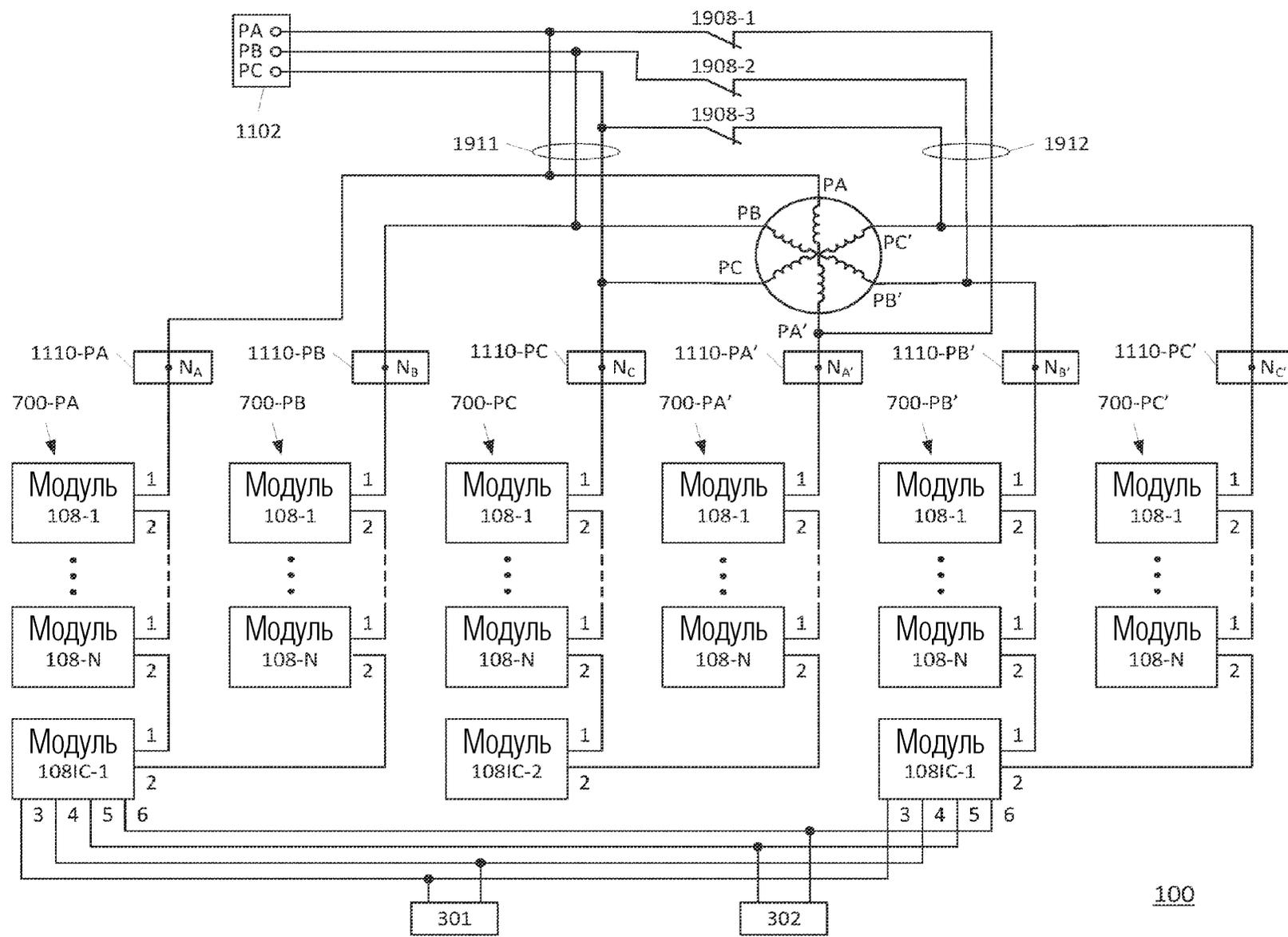


ФИГ. 18А

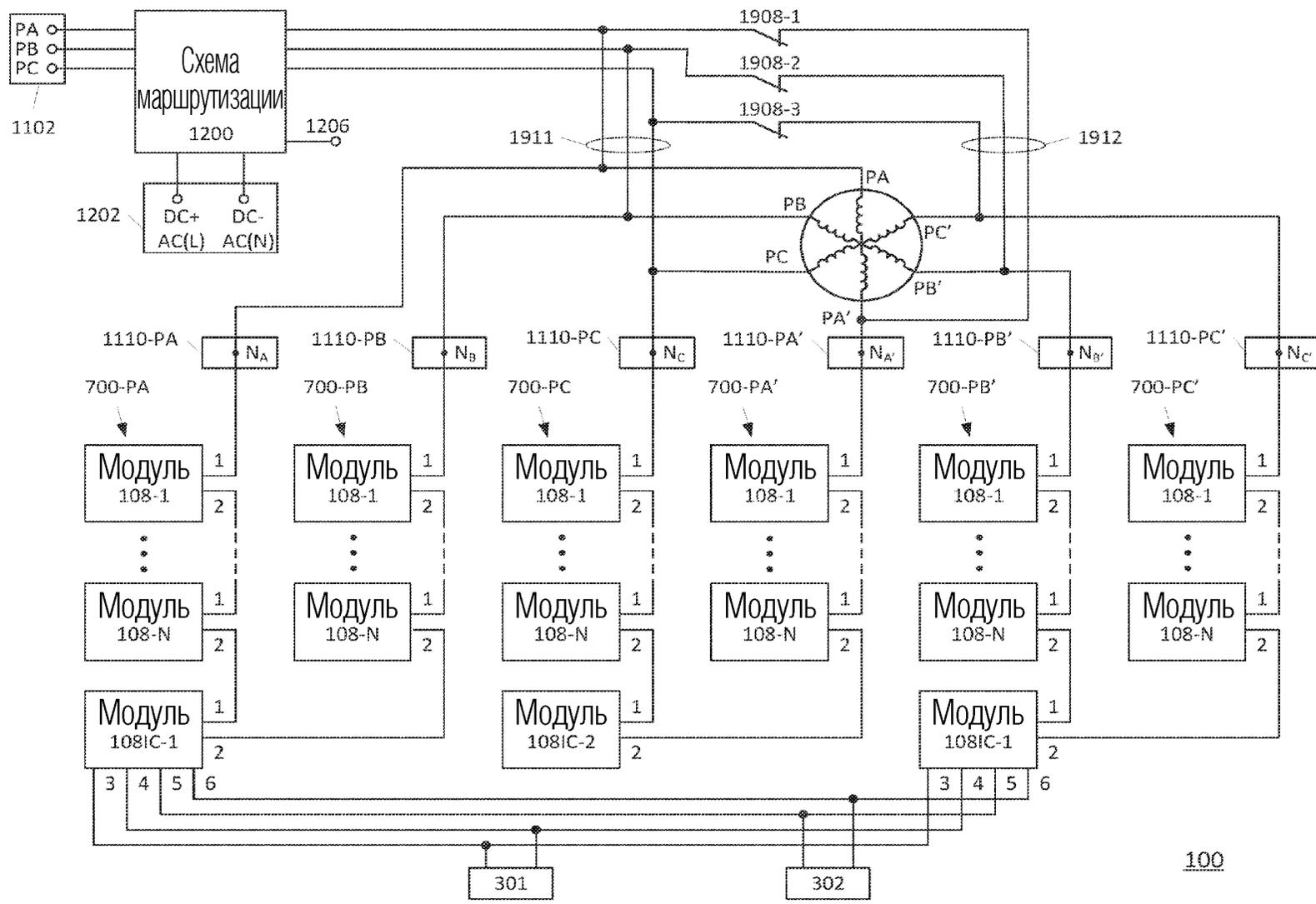
ФИГ. 18В

42/63

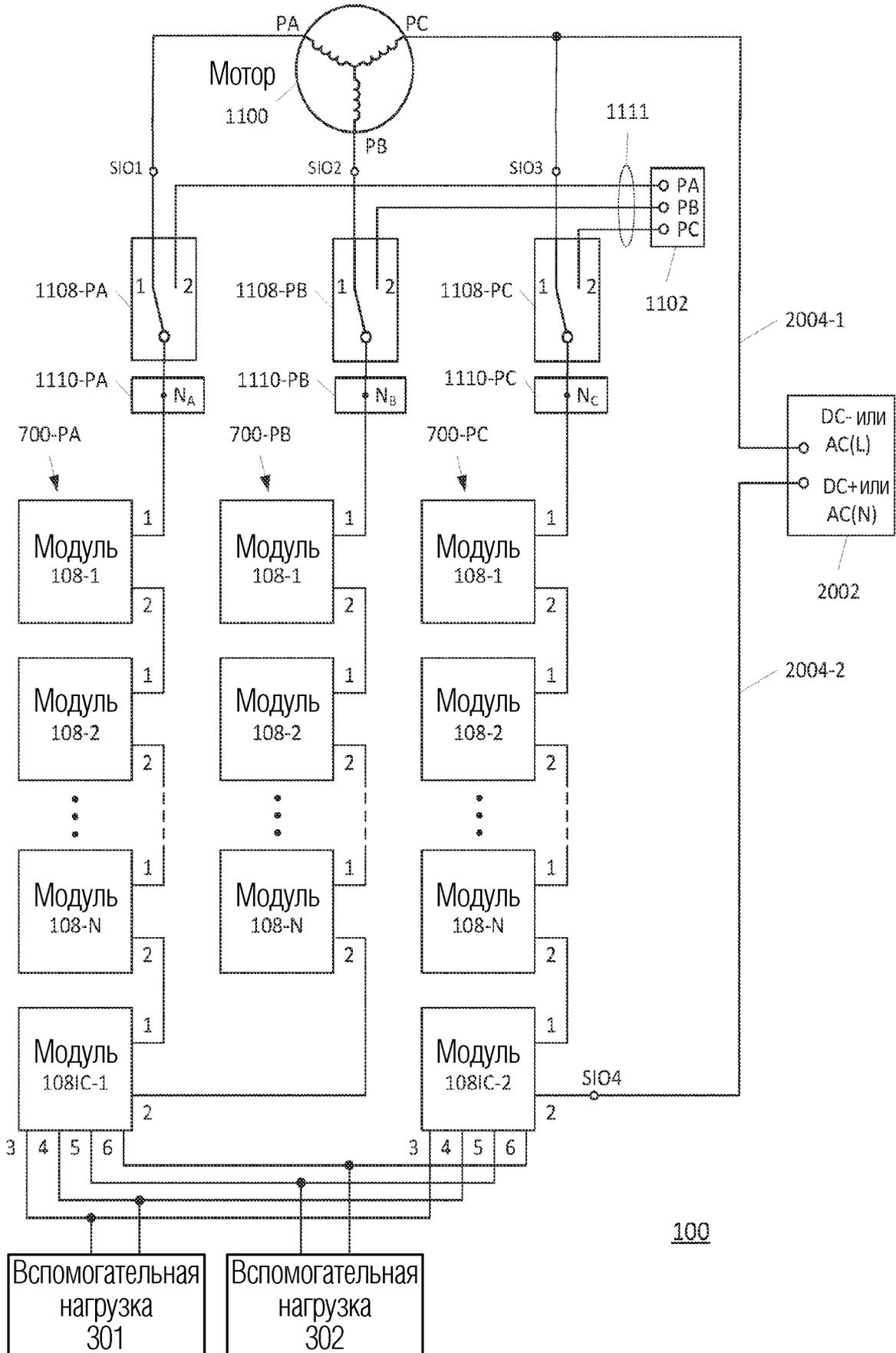




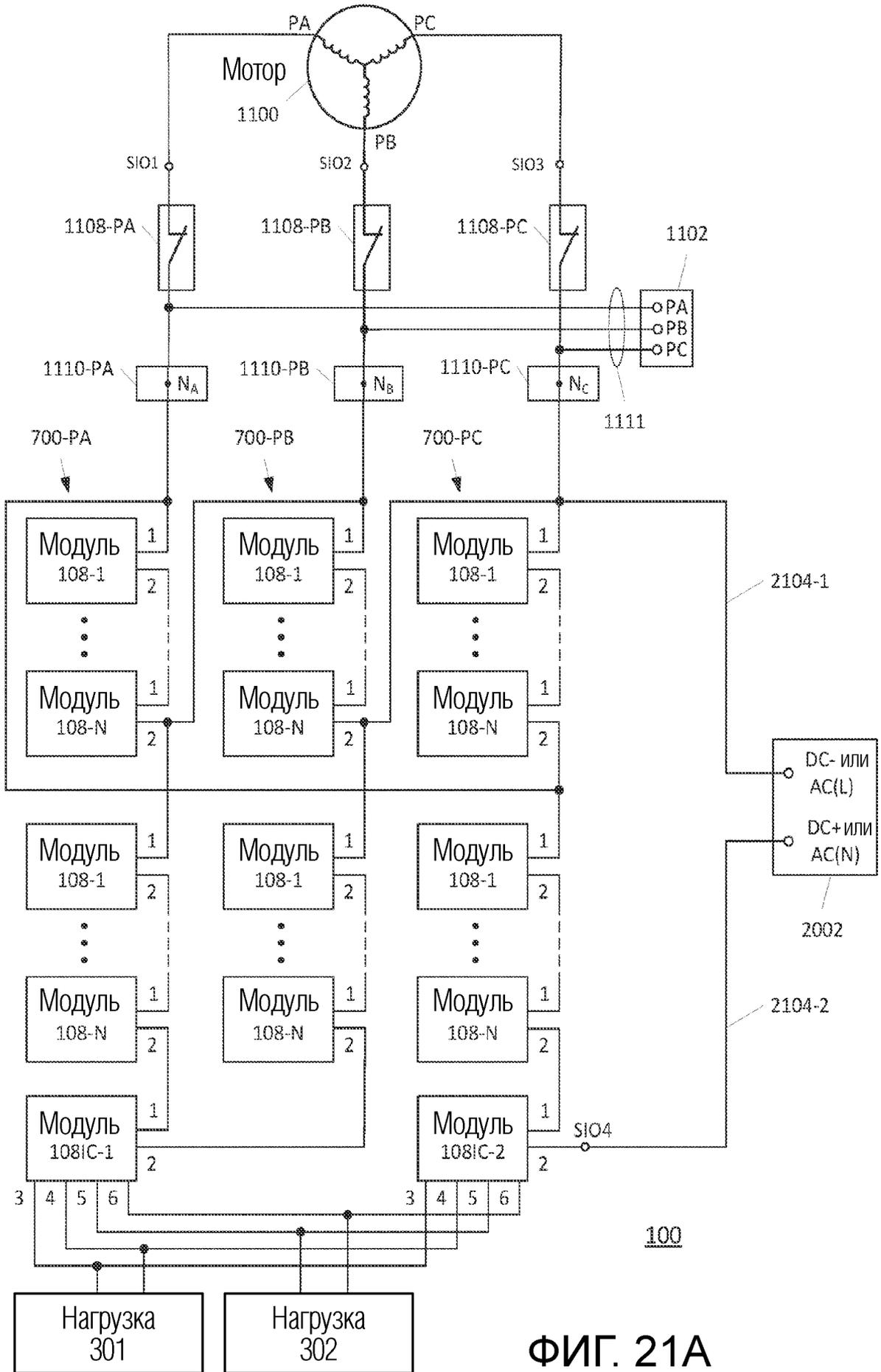
ФИГ. 19А



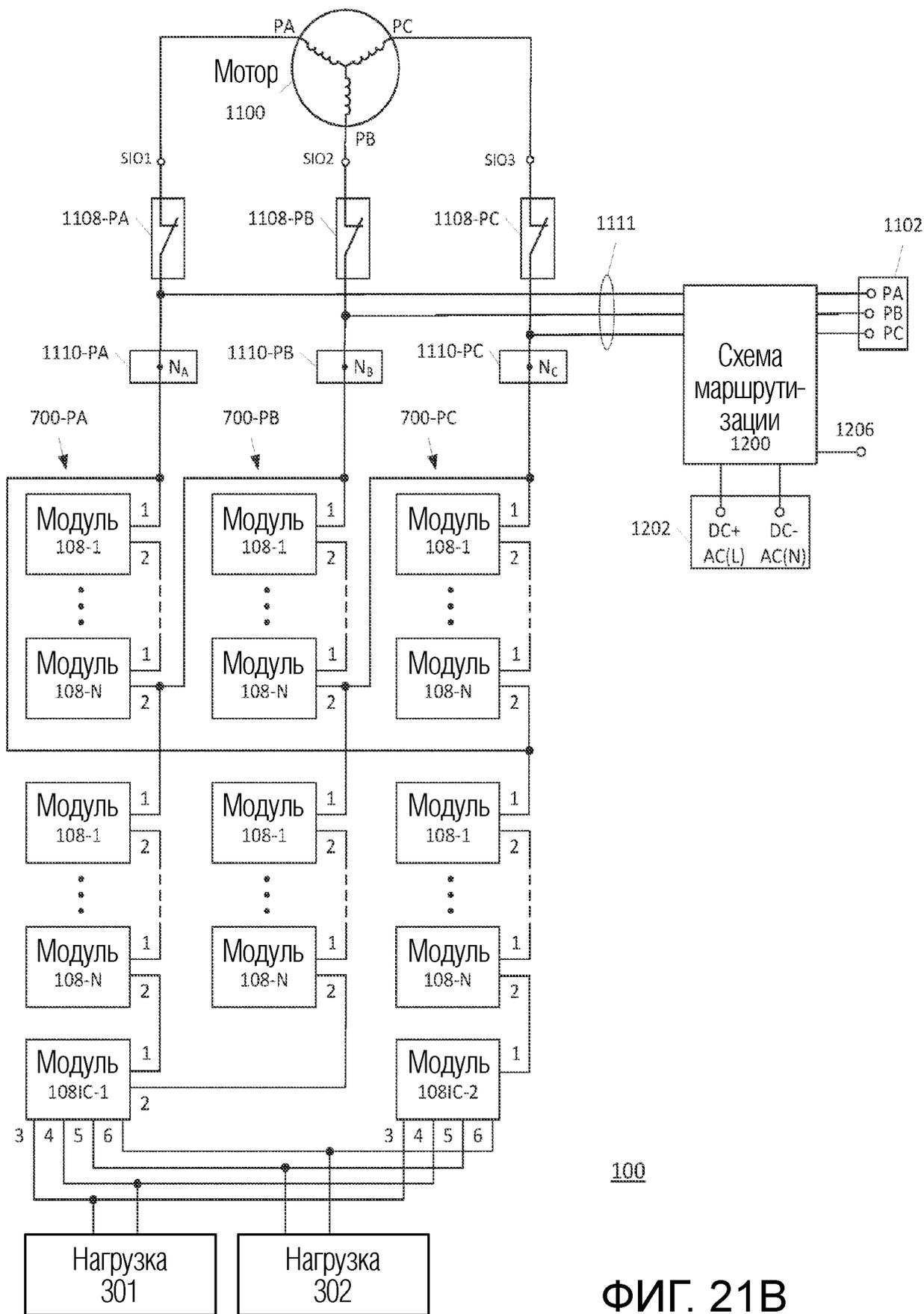
ФИГ. 19В



ФИГ. 20

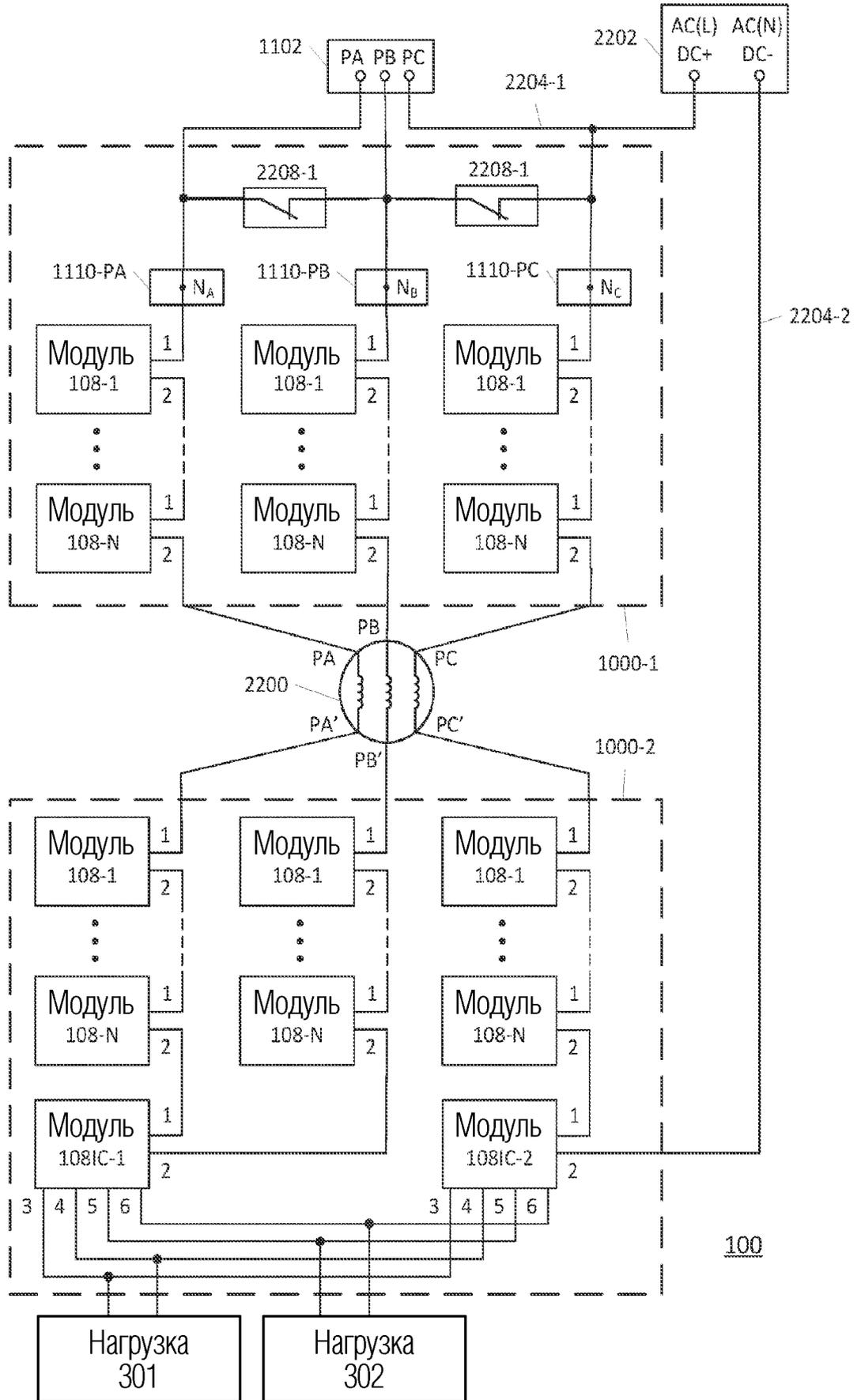


ФИГ. 21А

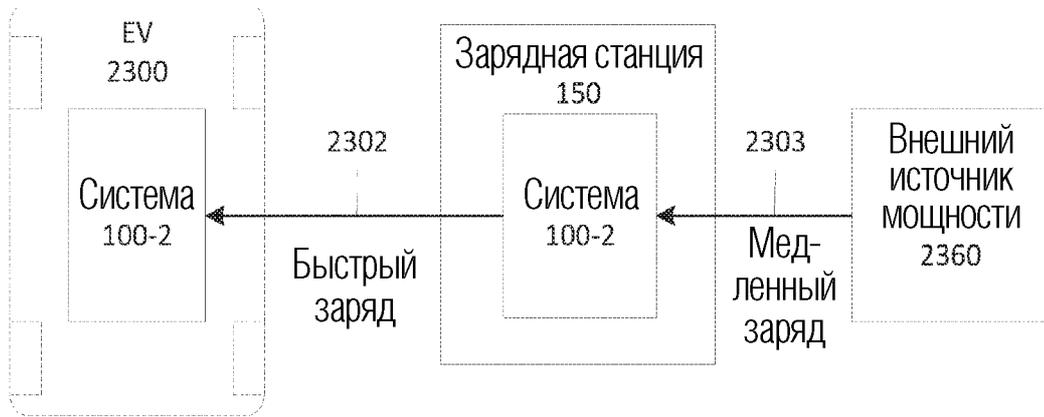


100

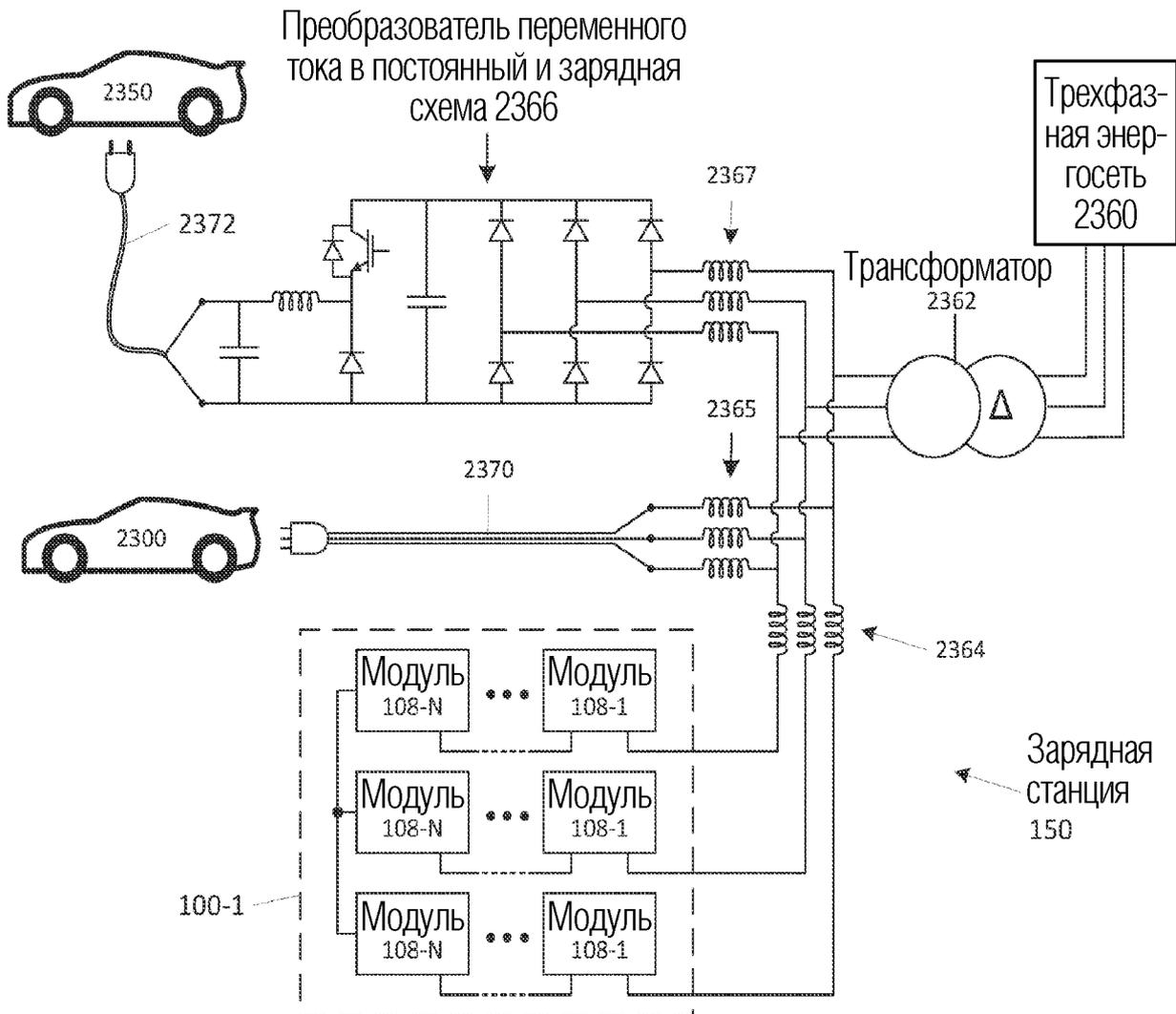
ФИГ. 21В



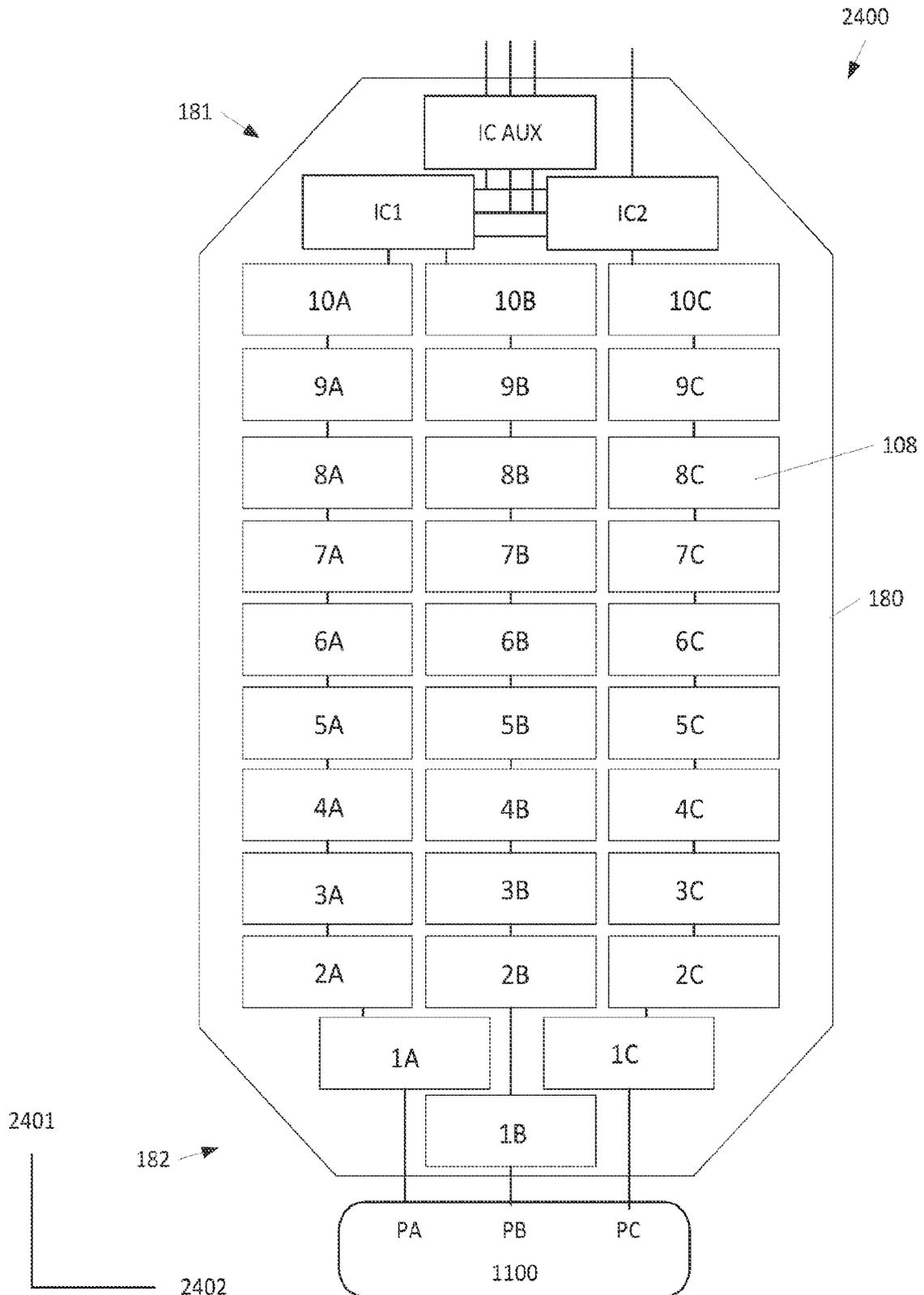
ФИГ. 22



ФИГ. 23А

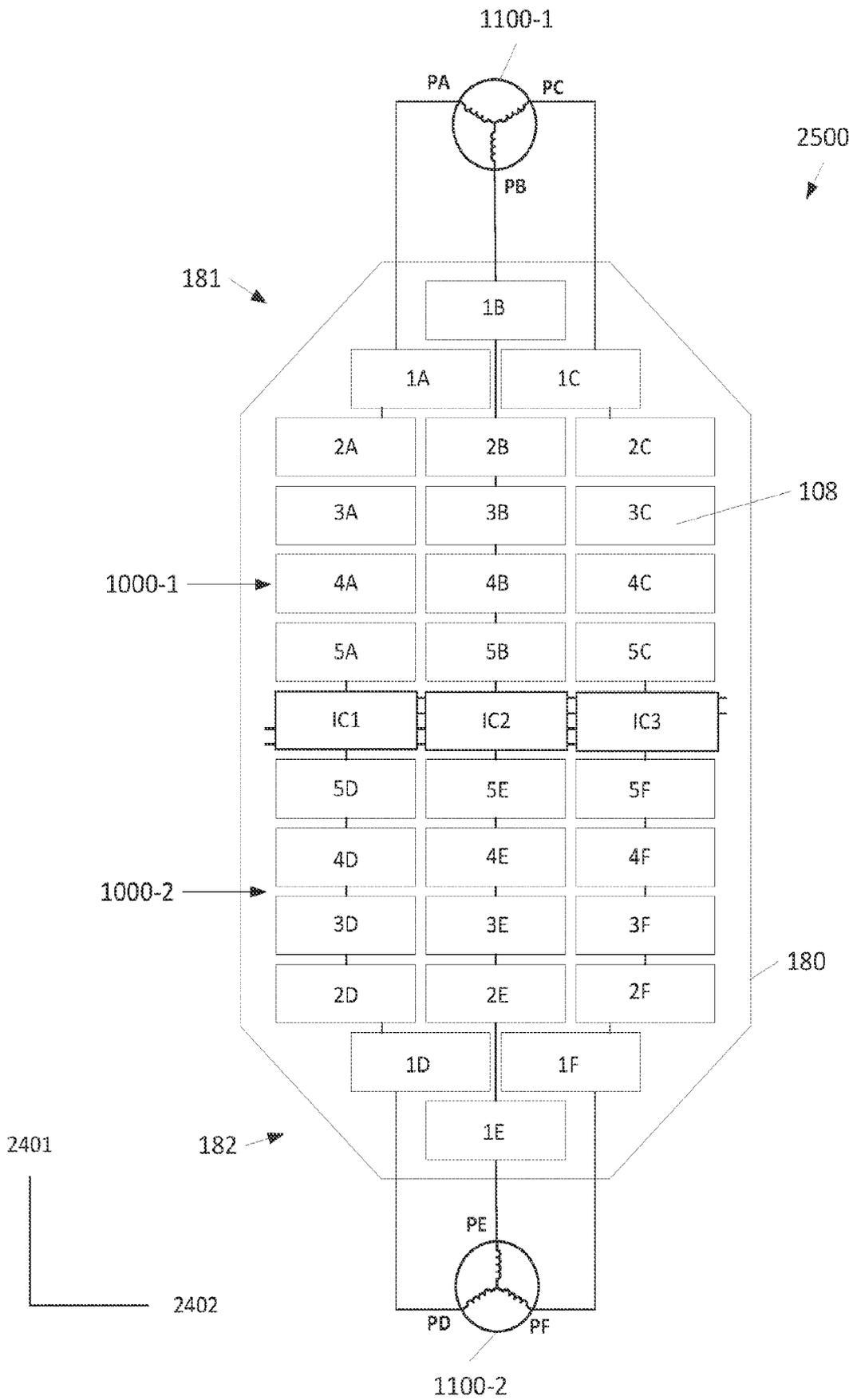


ФИГ. 23В

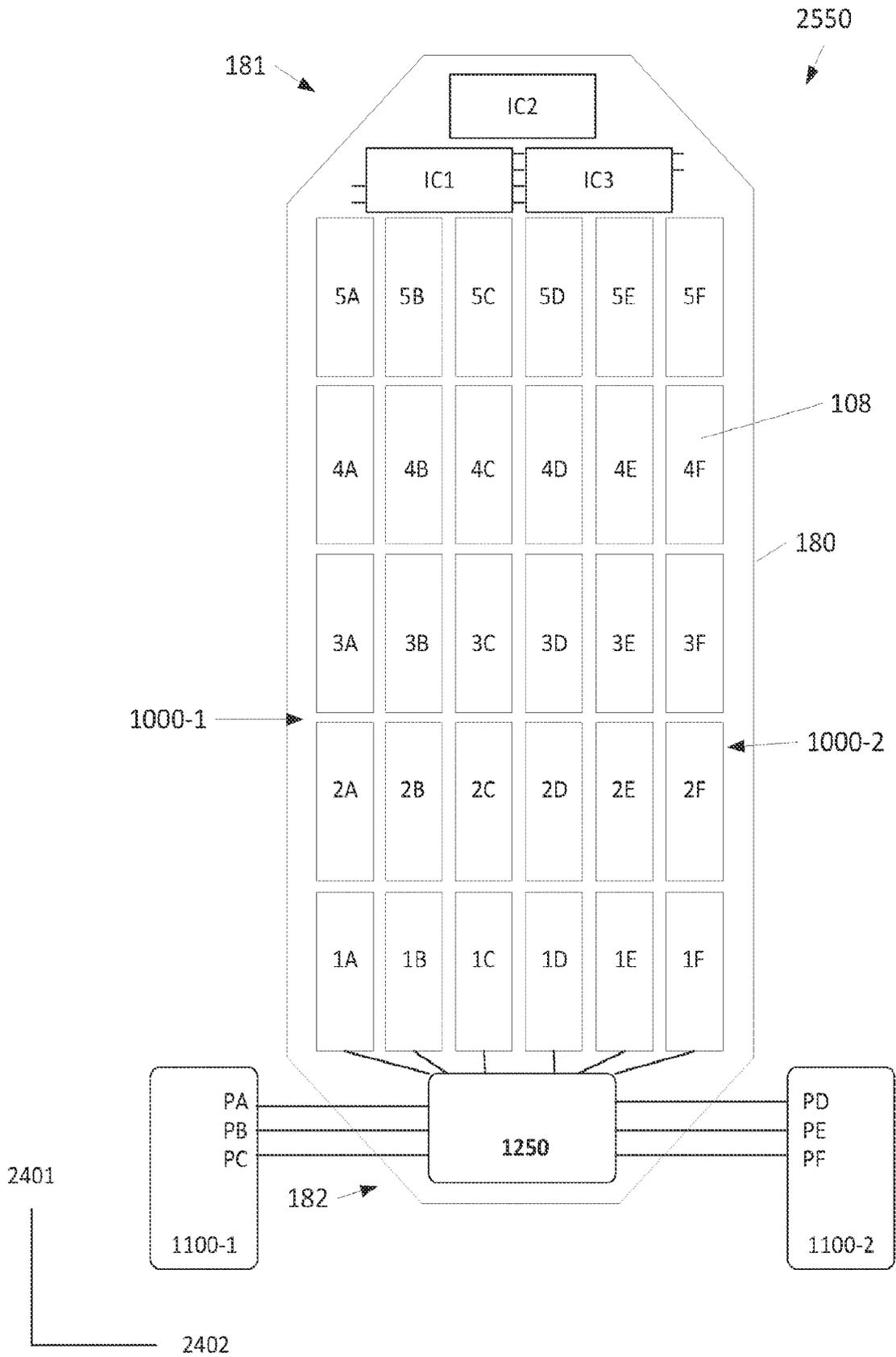


ФИГ. 24

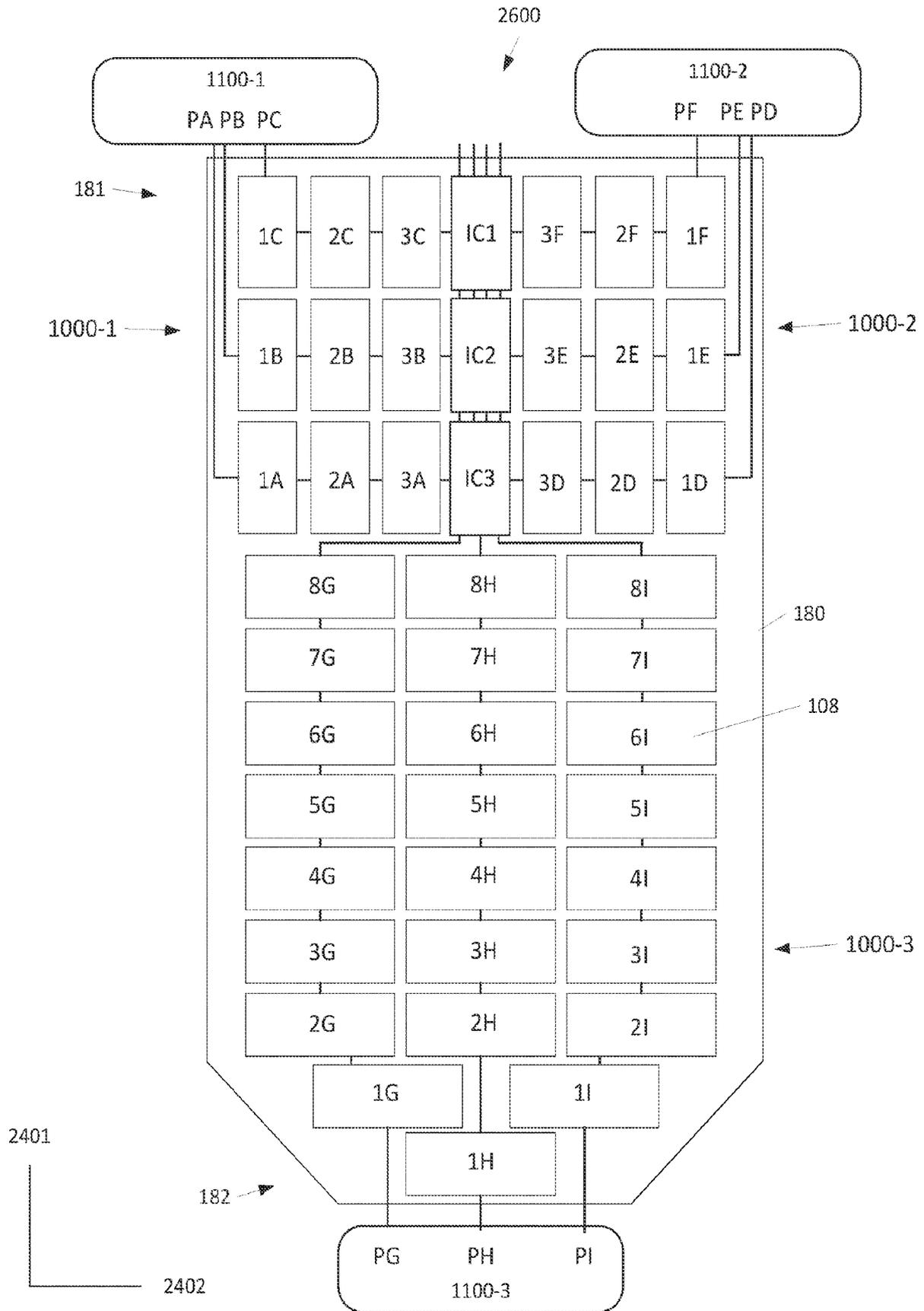
52/63



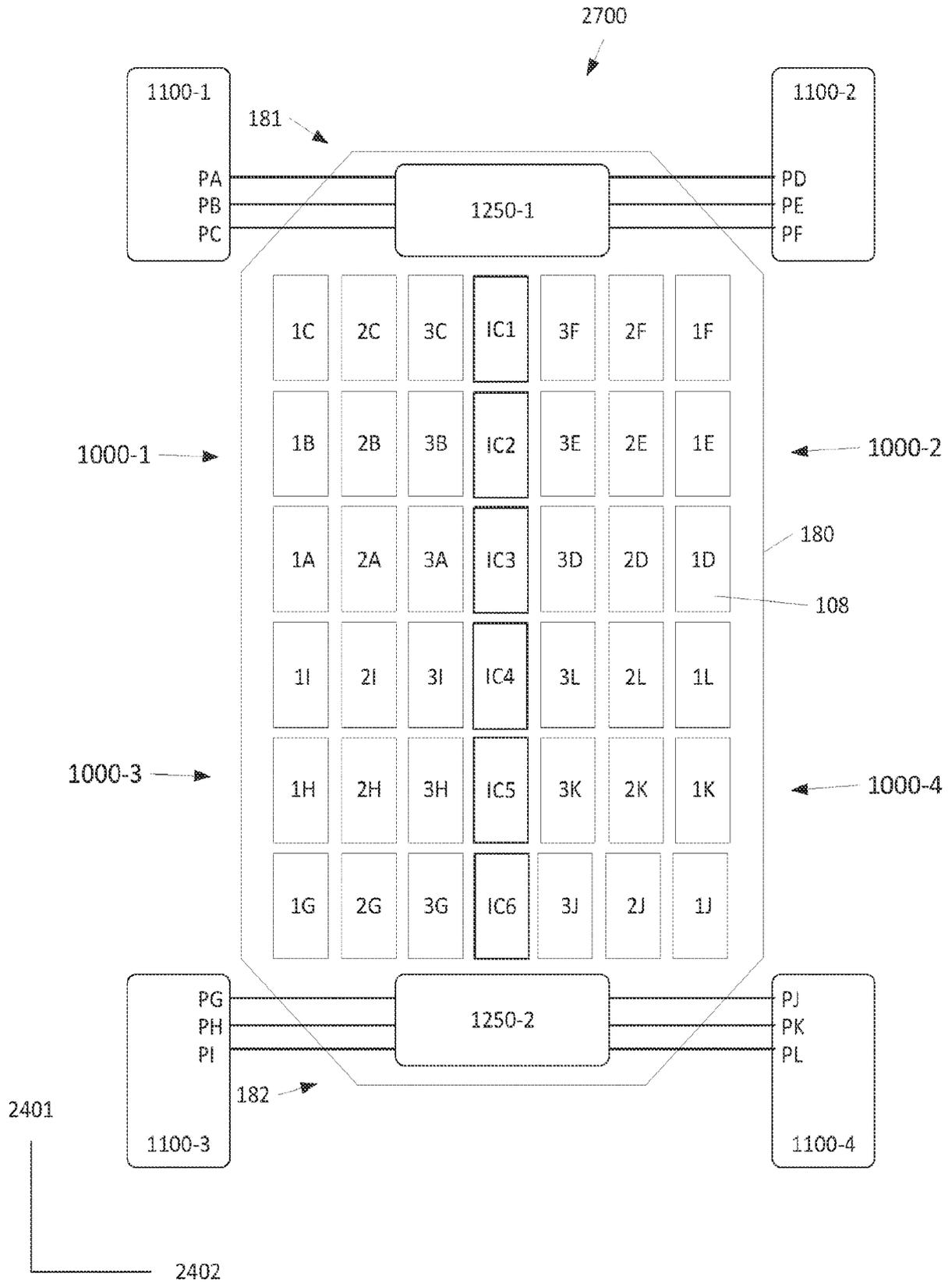
ФИГ. 25А



ФИГ. 25В

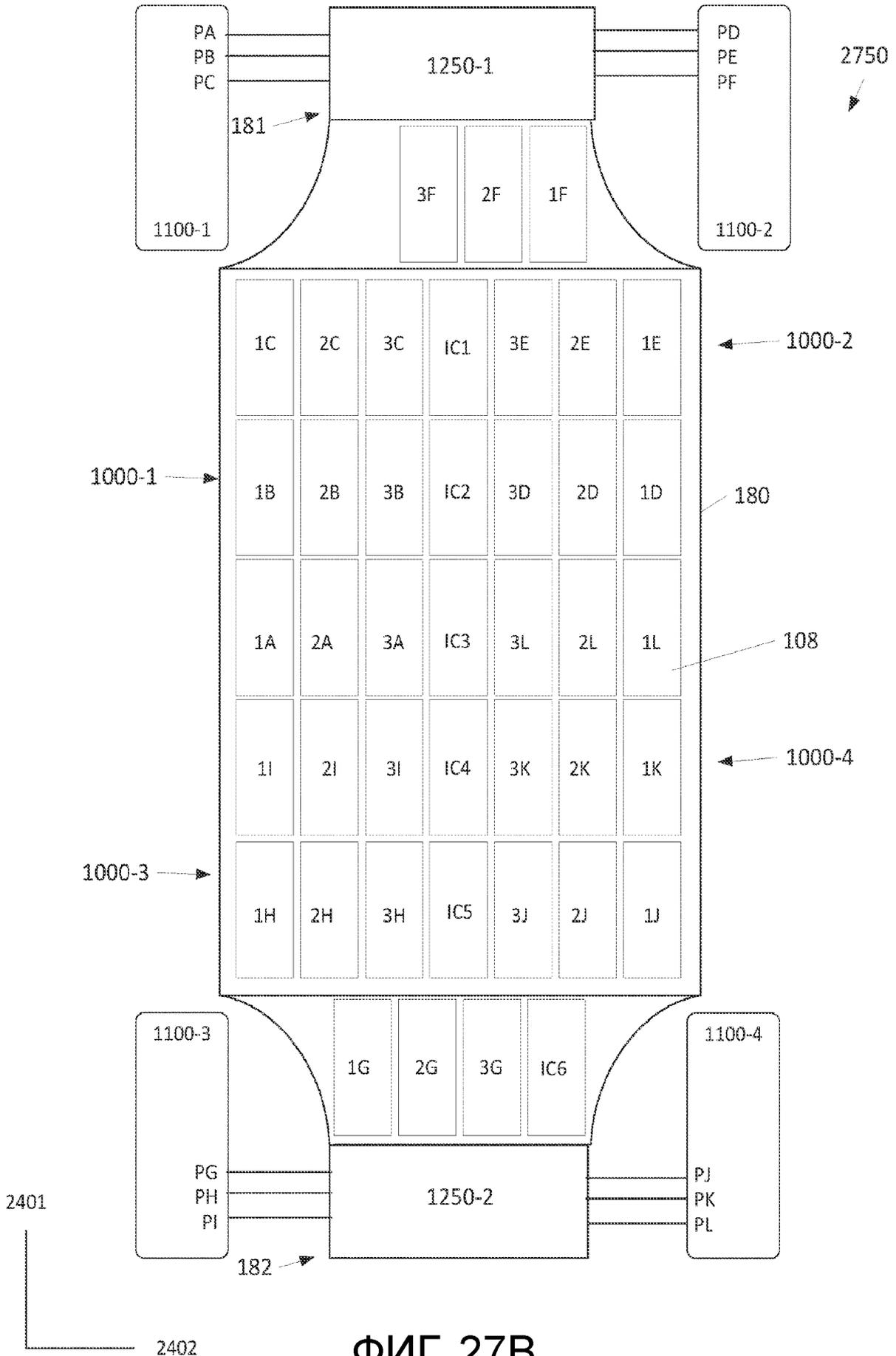


ФИГ. 26



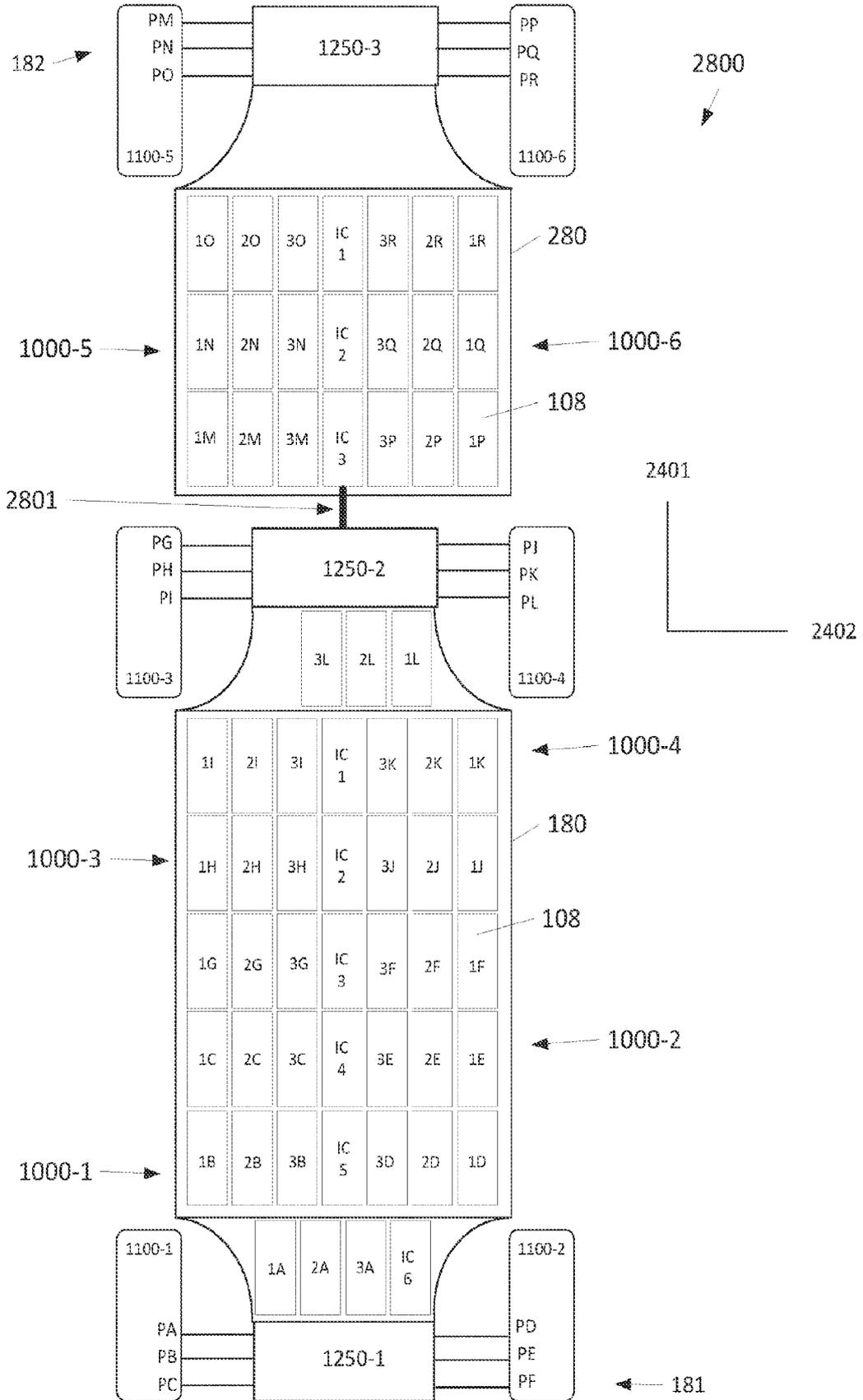
ФИГ. 27А

56/63

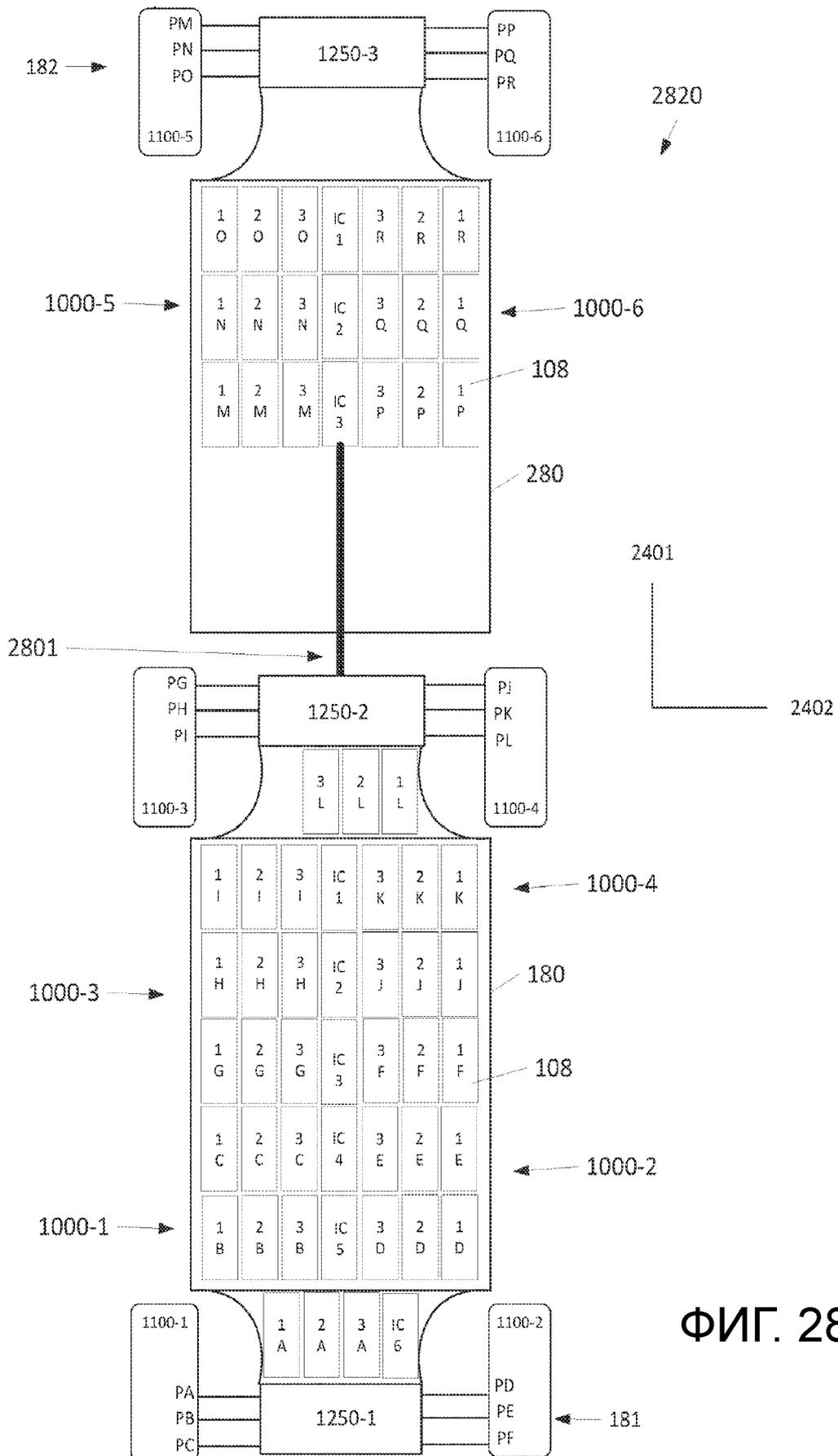


ФИГ. 27В

57/63

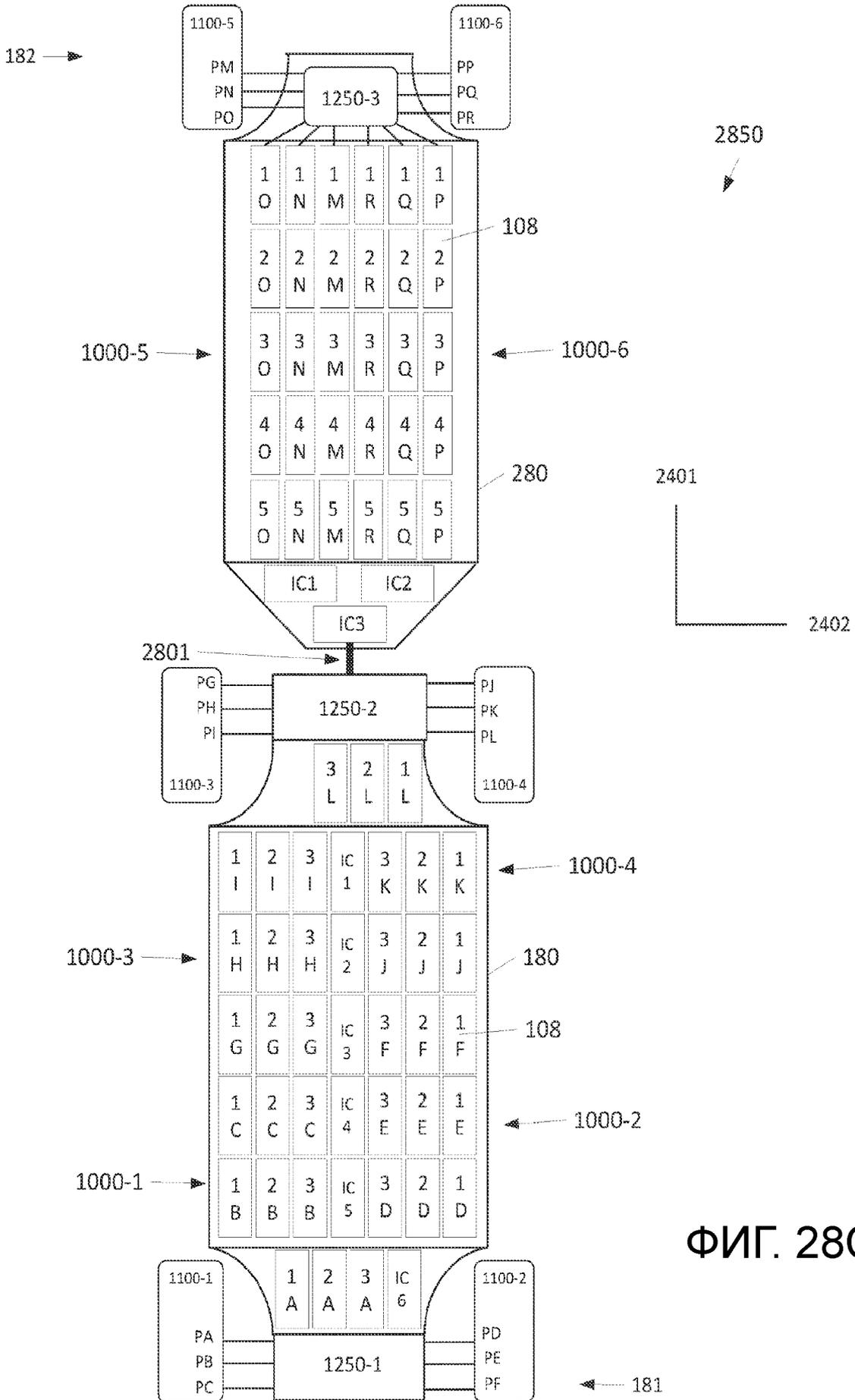


ФИГ. 28А

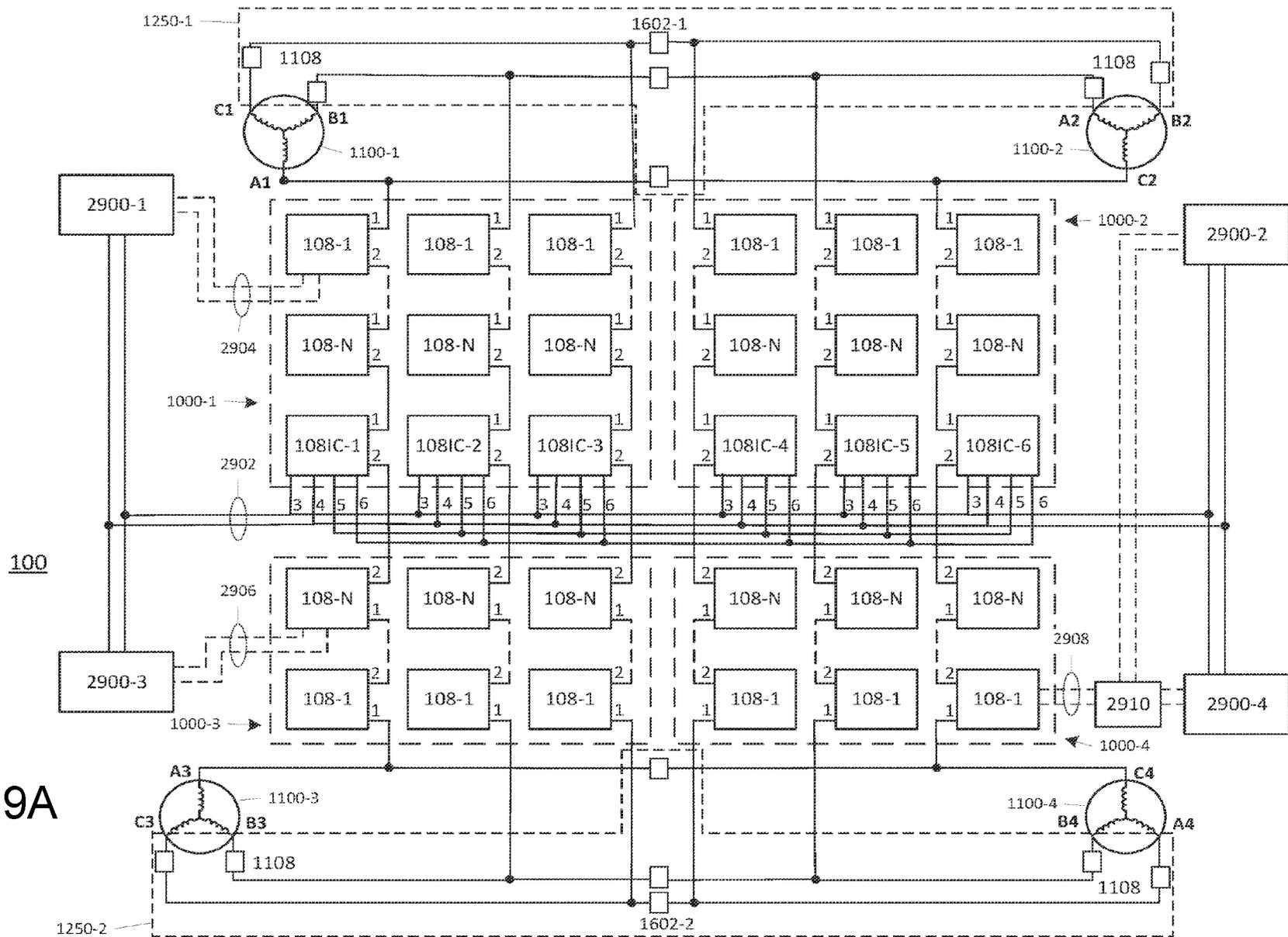


ФИГ. 28В

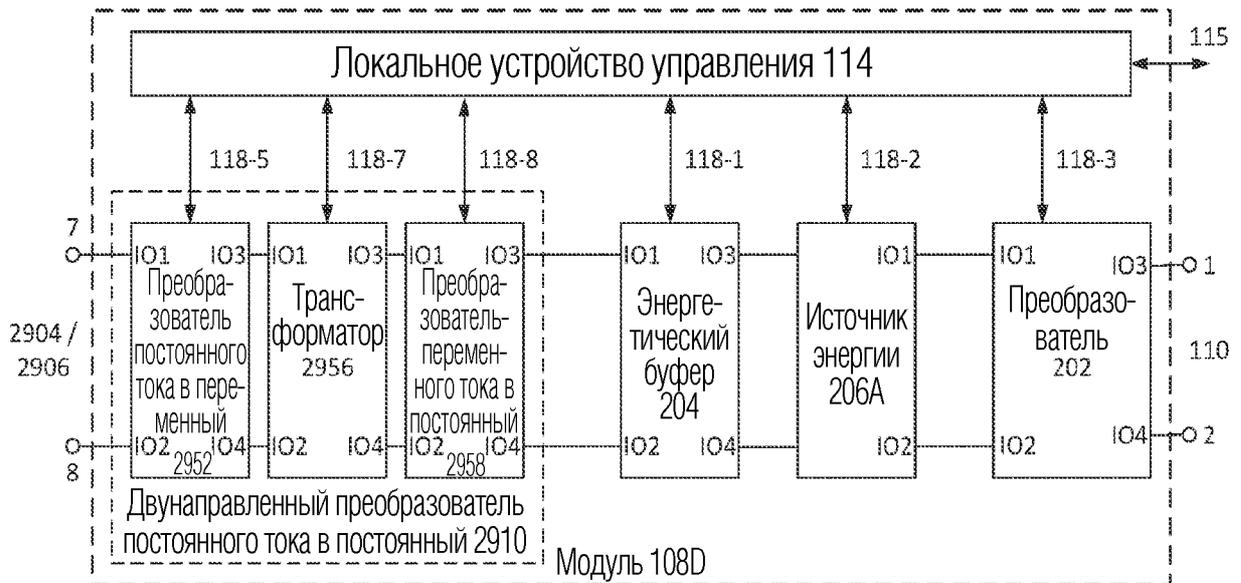
59/63



ФИГ. 28С

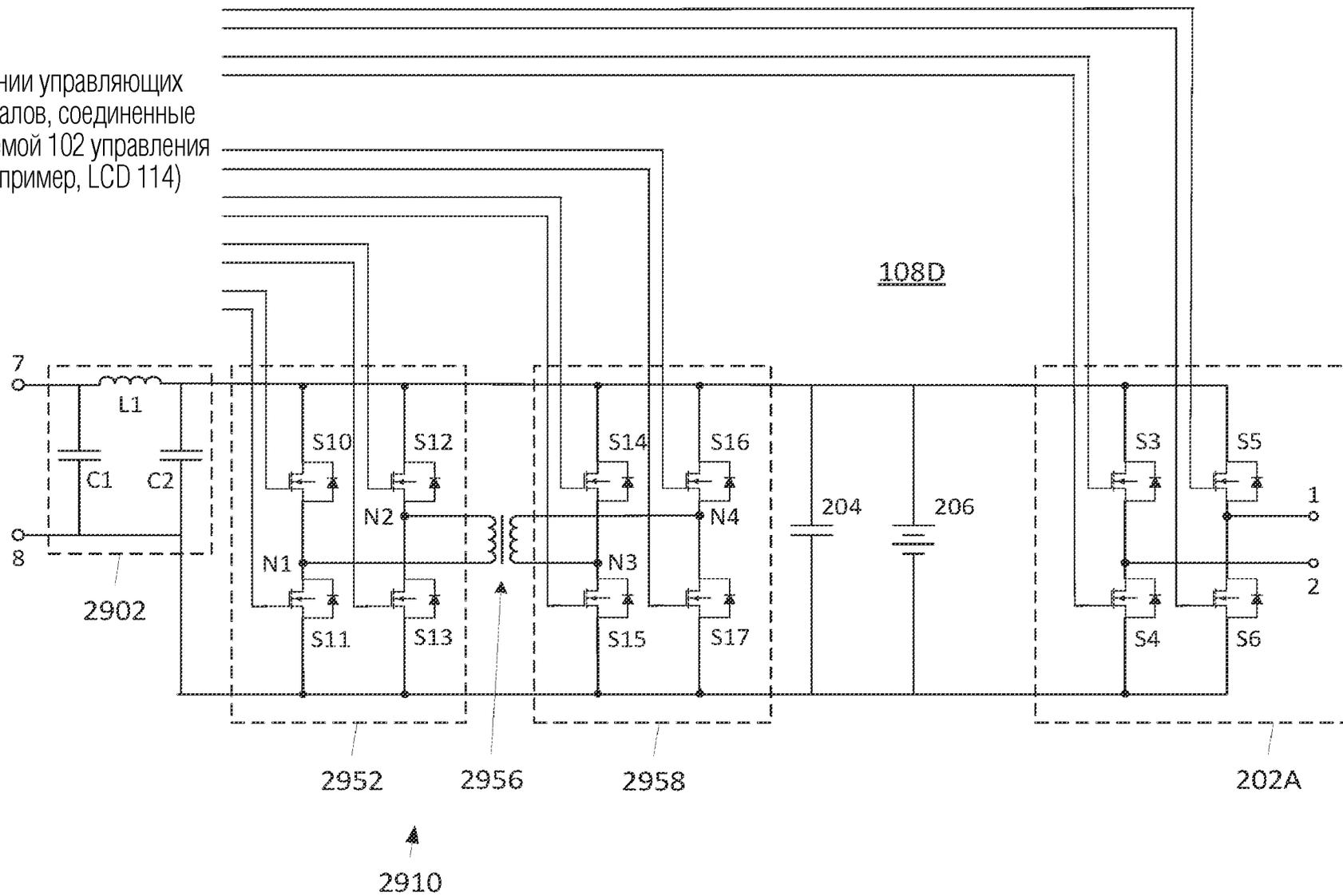


ФИГ. 29А



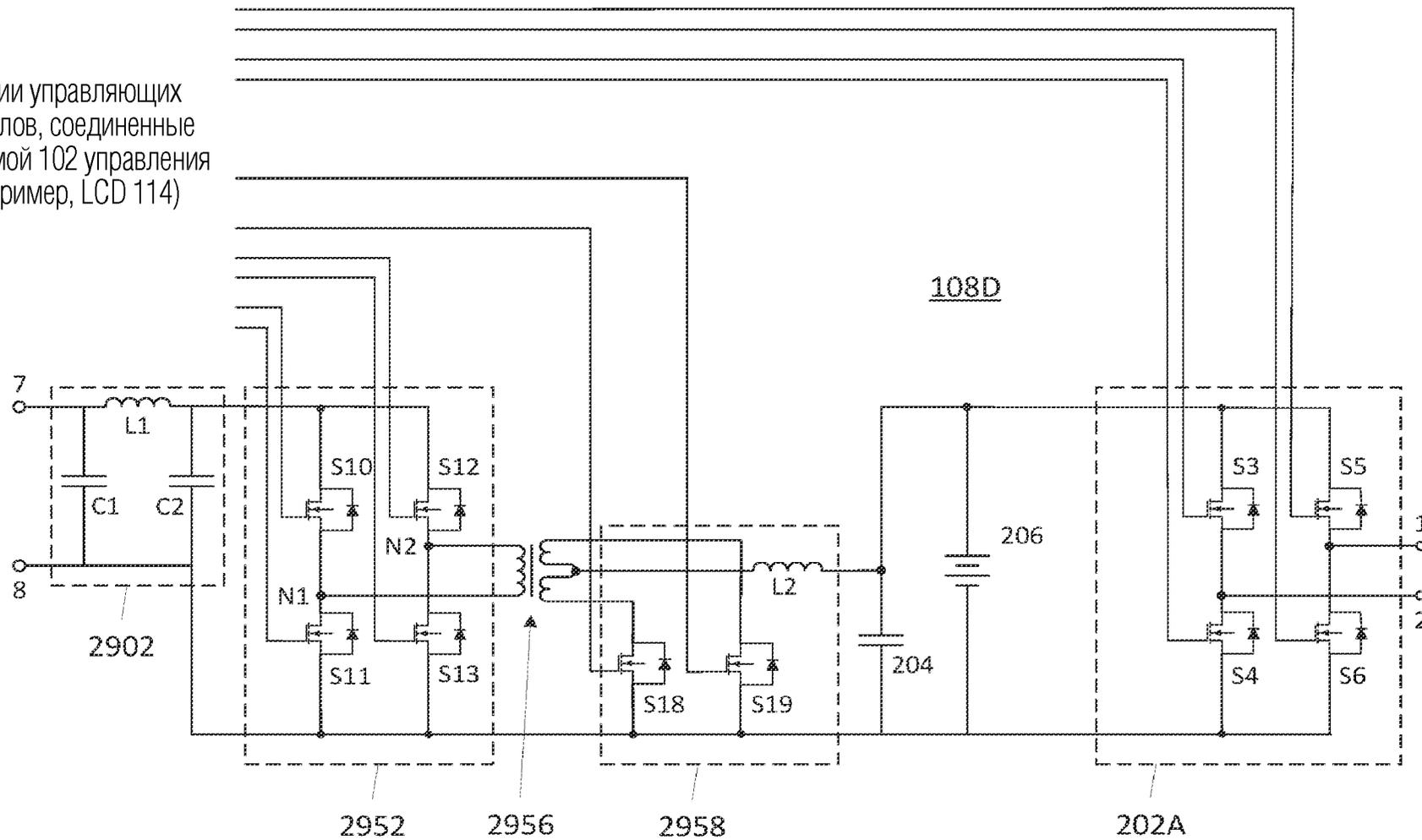
ФИГ. 29В

Линии управляющих сигналов, соединенные со схемой 102 управления (например, LCD 114)



ФИГ. 29С

Линии управляющих
сигналов, соединенные
со схемой 102 управления
(например, LCD 114)



63/63

ФИГ. 29D