

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044630**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.09.18

(51) Int. Cl. **F02N 11/08** (2006.01)
H02J 7/14 (2006.01)

(21) Номер заявки
202193280

(22) Дата подачи заявки
2021.12.27

(54) **СИСТЕМА И СПОСОБ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ**

(31) **63/133,103; 17/644,849**

(32) **2020.12.31; 2021.12.17**

(33) **US**

(43) **2022.07.29**

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

(56) **US-A1-20050224035
RU-C2-2688930
RU-C1-2716792
US-A1-20090322101
US-A1-20200127487
RU-A-2017108541**

(72) Изобретатель:
**Кумар Аджит Куттаннаир, Уорден
Брет, Дейгл Джеффри Луис (US)**

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

(57) Описаны система и способ, которые предусматривают вспомогательную систему аккумуляции энергии (SESS) и систему управления. Система SESS сконфигурирована для размещения на транспортном средстве и электрического подключения через переключающие устройства к основной батарее и устройству запуска двигателя транспортного средства. Система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS на устройство запуска двигателя для вращения вала двигателя во время операции запуска. Система управления также сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы размыкать упомянутую проводящую цепь и предотвращать подачу электрического тока от системы SESS после завершения операции запуска.

B1

044630

044630

B1

Ссылка на родственные заявки

По заявке на данное изобретение испрашивается приоритет согласно родственной предварительной заявке на выдачу патента США № 63/133103, поданной 31 декабря 2020 г., которая включена в настоящий документ путем ссылки в полном объеме.

Предпосылки создания изобретения

Область техники, к которой относится изобретение

В настоящем документе описываются варианты осуществления изобретения, относящиеся к операциям запуска двигателя внутреннего сгорания, в частности для двигателей транспортных средств.

Уровень техники

В некоторых транспортных средствах, таких как традиционные дизель-электрические локомотивы, двигатель внутреннего сгорания используется в качестве механического привода синхронного генератора, который подает электрический ток на множество тяговых двигателей переменного тока (АС, alternating current), роторы которых связаны через редуктор с соответствующими колесными парами для приведения транспортного средства в движение по маршруту. Как правило, генератор представляет собой основной трехфазный тяговый генератор переменного тока, ротор которого механически связан с выходным валом двигателя. Когда на обмотки возбуждения вращающегося ротора поступает ток возбуждения, в трехфазных обмотках якоря на статоре генератора возникает переменное напряжение. Это напряжение выпрямляется для формирования постоянного напряжения (DC) с управляемой амплитудой и затем подается на один или более инверторов с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), которые управляют эффективной частотой переменного тока, подаваемого на обмотки якоря тяговых двигателей переменного тока. Скорость вращения двигателей переменного тока управляется эффективной частотой переменного тока возбуждения, вырабатываемого инверторами, при этом регулирование мощности осуществляется посредством широтно-импульсной модуляции сигнала переменного тока.

При первоначальном включении транспортного средства из состояния с выключенным или заглушённым двигателем для подачи электрического питания для запуска двигателя может использоваться батарея, установленная на транспортном средстве (далее в настоящем документе называемая основной батареей). Как правило, основная батарея подключается для подачи питания постоянного тока на инвертор, а инвертор преобразует питание постоянного тока в питание переменного тока с регулируемой частотой. Инвертор, получающий питание постоянного тока от основной батареи, может быть одним из ШИМ-инверторов, которые обеспечивают питание переменного тока для тяговых двигателей, или отдельным инвертором, предназначенным для запуска двигателя. Инвертор включается в цепь с синхронным генератором, при этом генератор работает как привод для вращения выходного вала двигателя для запуска двигателя. Во время операции запуска ротор генератора (например, генератора переменного тока), который механически связан с выходным валом (например, коленчатым валом) двигателя, вращает выходной вал для запуска двигателя.

Чтобы начать проворачивать коленчатый вал, сначала выходной крутящий момент ротора (и, следовательно, ток в обмотках статора) должен быть относительно высоким. По мере ускорения ротора из состояния покоя будет требоваться все меньший крутящий момент (и ток), тогда как основная частота тока нагрузки возрастает по мере увеличения скорости вращения двигателя (числа оборотов в минуту). Во время операции запуска инвертор подает в машину ток с меняющимися надлежащим образом амплитудой и частотой до тех пор, пока двигатель не выйдет на режим автономной работы, т.е. коленчатый вал не начнет вращаться со скоростью, равной или превышающей минимальную скорость, при которой могут поддерживаться нормальные условия работы двигателя.

В транспортных средствах для подачи электроэнергии на привод для запуска двигателя обычно используется основная батарея. Однако если основная батарея частично или полностью разряжена, то электрической энергии, обеспечиваемой батареей, может быть недостаточно для успешного запуска двигателя. Например, основная батарея обычно используется для питания различных нагрузок, не связанных с приведением в движение транспортного средства, или вспомогательных нагрузок, таких как освещение, электронные устройства (например, радиоприемники, компьютеры, датчики, устройства отображения, динамики и т.д.), системы контроля окружающей среды или системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC, heating, ventilation, and air conditioning) и т.п. Если, например, основная батарея обеспечивает питание одной или более вспомогательных нагрузок в течение длительного периода времени после завершения поездки и выключения двигателя, то при последующем запуске двигателя уровень заряда основной батареи может быть значительно снижен. Разряженная основная батарея может оказаться не в состоянии обеспечить (например, подать) ток, достаточный для обеспечения крутящего момента для вращения вала двигателя. Кроме того, напряжение основной батареи может упасть до уровня, который не позволит ей обслуживать другие нагрузки, например электронику системы управления, что может повлечь за собой дополнительные последствия. Если основная батарея не в состоянии успешно запустить двигатель, могут потребоваться компенсирующие меры, например запуск двигателя от внешнего источника и/или зарядка основной батареи от внешнего источника питания, что может привести к задержке.

Даже если основная батарея в состоянии запустить двигатель, пусковая нагрузка со временем мо-

жет ухудшить состояние основной батареи и сократить срок ее службы. Например, под воздействием пусковых нагрузок основная батарея может испытывать циклы глубокого разряда, когда объем аккумуляторизированной в батарее электрической энергии часто снижается до уровня ниже 30, 20 или даже 10% ее емкости. Циклы глубокого разряда могут привести к сокращению срока службы основной батареи. Поэтому было бы желательно иметь систему и способ, которые повысят надежность операции запуска и снизят нагрузку на основную батарею. Было бы желательно иметь систему и способ, которые отличаются от известных в настоящее время.

Сущность изобретения

В одном или более вариантах осуществления изобретения предлагается система запуска двигателя, которая содержит вспомогательную систему аккумуляции энергии (SESS, secondary energy storage system) и систему управления. Система SESS сконфигурирована для размещения на транспортном средстве и электрического подключения через переключающие устройства к основной батарее и устройству запуска двигателя транспортного средства. Система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS на устройство запуска двигателя для вращения вала двигателя во время операции запуска. Система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы размыкать упомянутую проводящую цепь и предотвращать подачу электрического тока от системы SESS после завершения операции запуска.

В одном или более вариантах осуществления изобретения предлагается способ (например, запуска двигателя), который включает управление, посредством системы управления, переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS на устройство запуска двигателя транспортного средства для вращения вала двигателя во время операции запуска. Система SESS сконфигурирована для размещения на транспортном средстве и электрического подключения через переключающие устройства к основной батарее и устройству запуска двигателя. Способ включает управление переключающими устройствами для размыкания упомянутой проводящей цепи, чтобы предотвратить подачу электрического тока от системы SESS после завершения операции запуска.

В одном или более вариантах осуществления изобретения предлагается система подачи мощности, содержащая двигатель, генератор переменного тока, основную батарею, систему SESS и систему управления. Двигатель содержит вал двигателя и сконфигурирован для размещения на транспортном средстве. Генератор переменного тока механически связан с валом двигателя. Основная батарея электрически соединена с генератором переменного тока по меньшей мере через первое переключающее устройство. Система SESS электрически соединена с генератором переменного тока по меньшей мере через второе переключающее устройство. Система управления сконфигурирована для замыкания второго переключающего устройства для образования проводящей цепи между системой SESS и генератором переменного тока, чтобы обеспечивать подачу электрического тока от системы SESS на генератор переменного тока для вращения вала двигателя во время операции запуска. Кроме того, система управления сконфигурирована для размыкания второго переключающего устройства после завершения операции запуска для разрыва упомянутой проводящей цепи.

Краткое описание чертежей

Изобретение станет понятным из приведенного ниже описания вариантов его осуществления, не ограничивающих изобретение, со ссылкой на прилагаемые фигуры:

на фиг. 1 показана система подачи мощности, размещенная на транспортном средстве, в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 2 представлен график, отражающий характеристики заряженной батареи в процессе успешной операции запуска двигателя;

на фиг. 3 представлен график, отражающий характеристики первой разряженной батареи в процессе неудачной операции запуска двигателя;

на фиг. 4 представлен график, отражающий характеристики второй разряженной батареи в процессе неудачной операции запуска двигателя;

на фиг. 5 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 6 представлена электрическая схема системы запуска двигателя, показанной на фиг. 5, в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 7 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 8 представлена система запуска двигателя в соответствии с альтернативным вариантом осуществления изобретения;

на фиг. 9 представлена схема выравнивания, которая может использоваться для выравнивания напряжения множества аккумуляторных ячеек вспомогательной системы аккумуляции энергии (SESS);

на фиг. 10 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 11 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 12 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 13 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с другим вариантом осуществления изобретения;

на фиг. 14 представлена электрическая схема системы запуска двигателя в соответствии с другим вариантом осуществления изобретения;

на фиг. 15 показана система подачи мощности в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения;

на фиг. 16 представлена блок-схема способа запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения.

Подробное описание изобретения

Описанные в настоящем документе варианты осуществления изобретения относятся к системе и способу запуска двигателя внутреннего сгорания транспортного средства. Система и способ включают резервную систему аккумулирования электроэнергии, которая обособлена и отделена от основной батареи транспортного средства и предназначена для запуска двигателя. Резервная система аккумулирования электроэнергии в настоящем документе называется SESS. Система SESS может содержать аккумуляторные ячейки, конденсаторы или их комбинацию. Система SESS может быть предназначена для запуска двигателя, поскольку пусковая нагрузка (например, питание привода, который вращает вал двигателя во время операции запуска) может быть одной из немногих или единственной нагрузкой, которая питается от системы SESS. Хотя система SESS может быть предназначена для запуска двигателя, она может быть не единственным источником питания, который используется для выполнения всех операций запуска. Например, как описано в настоящем документе, системой SESS можно управлять таким образом, чтобы она дополняла основную батарею во время операции запуска, чередовалась с основной батареей при выполнении множества операций запуска или полностью выполняла все функции запуска двигателя. Поскольку система SESS предназначена для операций запуска двигателя, которые выполняются достаточно редко, при возобновлении работы двигателя после остановки, система SESS может в течение определенных периодов времени находиться в состоянии покоя в (полностью) заряженном состоянии. В одном или более вариантах осуществления изобретения система SESS в состоянии покоя электрически изолирована от электрических нагрузок и источников питания, чтобы предотвратить утечку тока и поддерживать состояние заряда в течение длительного времени. Система SESS может электрически соединяться с другими устройствами только в определенных ситуациях, таких как подача электрического тока для обеспечения операции запуска двигателя, подача электрического тока для питания системы управления в случае неработоспособности основной батареи (например, по причине ее разряда) и получение электрического тока во время операции зарядки системы SESS. Система SESS и связанная с ней система управления, которая управляет входным и выходным током системы SESS, могут быть установлены на существующих транспортных средствах, где уже имеются основные батареи.

В одном или более вариантах осуществления изобретения используется контроль для распределения функций между основной батареей и системой SESS во время операций запуска двигателя и операций зарядки. Например, система управления, связанная с системой SESS, может контролировать одну или более характеристик или состояний основной батареи и системы SESS и может управлять выбором источника питания для каждой операции запуска двигателя по меньшей мере частично на основе контролируемых характеристик и запрограммированных инструкций для интерпретации и реагирования на контролируемые характеристики. В итоге, описываемые в настоящем документе система и способ запуска двигателя могут изменять операции запуска двигателя и/или зарядки в зависимости от контролируемых состояний основной батареи и системы SESS.

Благодаря использованию системы SESS в качестве резервного источника питания и поддержки ее в состоянии относительно высокого заряда (например, полного заряда или по меньшей мере 80% заряда), описываемые в настоящем документе система и способ запуска двигателя могут повысить надежность операции запуска и уменьшить нагрузку на основную батарею. Например, система SESS может обеспечивать питание пусковой нагрузки совместно с основной батареей или вместо основной батареи, для гарантии подачи достаточного напряжения и тока для запуска двигателя. Даже если основная батарея разрядилась из-за износа или расхода электроэнергии на вспомогательные нагрузки в течение длительного периода времени после выключения двигателя, может быть включена система SESS, которая обеспечит достаточную мощность для успешного запуска двигателя. В результате транспортным средством можно надежно управлять для его запуска и эксплуатации по графику с минимальным риском задержки, связанной с разряженной основной батареей.

На фиг. 1 показана система 100 подачи мощности, размещенная на транспортном средстве 102, в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Система 100 подачи мощности содержит двигатель 104 внутреннего сгорания, генератор 106 переменного тока, шунтирующий резистор 108 обмотки возбуждения, один или более инверторов 110, один или более тяговых двигателей 112, комму-

татор 114, основную батарею 116, вспомогательную систему 118 аккумуляции энергии (SESS) и одну или более нагрузок, не связанных с приведением в движение транспортного средства, или вспомогательных нагрузок 120. Компоненты системы подачи мощности электрически соединены друг с другом с помощью электропроводящих элементов, таких как силовые кабели, провода, переключающие устройства и т.п. В одном из вариантов осуществления изобретения двигатель представляет собой дизельный двигатель, который вращает выходной вал 122 или коленчатый вал при сжигании дизельного топлива. Генератор переменного тока механически связан с выходным валом двигателя и вырабатывает электроэнергию, используя механическую энергию выходного вала. Генератор переменного тока электрически соединен с шунтирующим резистором обмотки возбуждения. Электроэнергия от генератора переменного тока представляет собой питание постоянного тока (DC), которое подается на один или более инверторов. Инвертор или инверторы преобразуют питание постоянного тока в питание переменного тока и подают питание переменного тока на один или более тяговых двигателей. Тяговые двигатели с помощью тяг механически соединены с осями и колесами 124 транспортного средства. Тяговые двигатели преобразуют получаемую энергию переменного тока в механическую энергию, которая обеспечивает вращение осей и колес 124 для приведения системы транспортных средств в движение. На других типах транспортных средств, таких как морские суда и летательные аппараты, для приведения их в движение вместо осей и колес могут быть установлены винты.

Для запуска двигателя из выключенного состояния обычно требуется повернуть выходной вал двигателя с помощью электропривода, что называется операцией запуска. Как правило, единственным источником электроэнергии для запуска двигателя служит основная батарея. Например, коммутатором 114, который содержит переключающие устройства и связанные с ними цепи, можно управлять таким образом, чтобы он создавал замкнутую проводящую цепь 126 для подачи электрического тока от основной батареи на один или более инверторов. Электрический ток, поступающий от основной батареи, может представлять собой питание постоянного тока, а один или более инверторов могут преобразовывать питание постоянного тока в питание переменного тока, которое затем подается на генератор переменного тока. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения генератор переменного тока представляет собой устройство запуска двигателя, которое преобразует электрическую энергию в механическую для вращения вала двигателя во время операции запуска. В этом случае генератор переменного тока действует как привод. В альтернативном варианте осуществления изобретения система подачи мощности содержит обособленное и отдельное от генератора переменного тока устройство запуска двигателя. Когда транспортное средство неподвижно и двигатель заглушен, основная батарея может продолжать подачу электрического тока на нагрузки, не связанные с приведением в движение транспортного средства, среди которых могут быть световые приборы, радиоприемники, динамики, компьютеры, устройства отображения, приборы, датчики, компоненты системы HVAC и т.п. Вследствие питания таких нагрузок от основной батареи, она может разрядиться до такого уровня, что возникнет риск невозможности запустить двигатель с помощью основной батареи во время последующей процедуры запуска.

Система SESS присутствует в системе подачи мощности для резервирования основной батареи по меньшей мере при выполнении операций запуска двигателя. Например, если определено, что основная батарея разряжена ниже порогового уровня, коммутатор может установить вторую замкнутую проводящую цепь 128 для подачи электрического тока от системы SESS на один или более инверторов, а затем на генератор переменного тока, чтобы обеспечить питание пусковой нагрузки. Опционально, система SESS может быть предпочтительным или приоритетным источником питания, используемым для питания пусковых нагрузок, а основной батареей можно управлять таким образом, чтобы она резервировала или дополняла систему SESS, если это необходимо в зависимости от контролируемых условий.

Транспортное средство, показанное на фиг. 1, может быть автономным транспортным средством или компонентом системы транспортных средств, включающей множество транспортных средств. В одном из вариантов осуществления изобретения транспортное средство представляет собой железнодорожное транспортное средство, например локомотив. Железнодорожное транспортное средство может быть механически связано с одним или более другими железнодорожными транспортными средствами, образуя поезд для совместного движения по маршруту, например по железнодорожным путям. В другом примере транспортное средство может быть автомобильным транспортным средством, которое передвигается по дороге или трассе. Например, транспортное средство может представлять собой грузовой автомобиль (например, шоссейный полуприцеп, карьерный самосвал, лесовоз и т.п.). В других вариантах осуществления изобретения транспортное средство может относиться к другому типу транспортных средств, например, автомобилям, морским судам, летательным аппаратам и т.п. Транспортное средство может управляться непосредственно, а может просто следовать за другим транспортным средством в системе транспортных средств.

На фиг. 2 представлен график 200, отражающий характеристики заряженной батареи в процессе успешной операции запуска двигателя. Первый участок 202 вертикальной оси 204 графика представляет напряжение батареи, а второй участок 206 вертикальной оси представляет ток батареи. По горизонтальной оси 208 откладывается время. График содержит первую кривую 210, которая показывает зависимость напряжения батареи от времени, вторую кривую 212, которая показывает зависимость тока бата-

реи от времени, и третью кривую 214, которая показывает зависимость скорости вращения двигателя от времени. Кривые 210, 212 описывают характеристики одной батареи, например основной батареи 116, показанной на фиг. 1, которой управляют таким образом, чтобы она подавала электрический ток для обеспечения запуска двигателя.

На электрический стартер двигателя подается питание в момент времени T_0 , и двигатель начинает ускоряться в момент времени T_1 . При подаче питания на стартер двигателя напряжение батареи падает с 65 до 45 В, как показано на графике. Одновременно с падением напряжения пусковой ток батареи резко возрастает с 0 до 1200 А. Следует иметь в виду, что значения напряжения и тока указаны только для примера и не могут рассматриваться как ограничения батареи. После того как двигатель начинает ускоряться, напряжение батареи постепенно увеличивается, а пусковой ток батареи постепенно уменьшается. Пикового тока батареи 1200 А достаточно для обеспечения необходимого крутящего момента двигателя, а напряжение батареи даже в нижней точке 45 В остается достаточно высоким для поддержки системы управления запуском и поддержания ускорения двигателя. Сжигание топлива в двигателе начинается в момент времени T_2 , а питание электрического стартера отключается в момент времени T_3 . На фиг. 2 показана успешная операция запуска двигателя. Операция запуска двигателя длится от момента времени T_0 до момента времени T_3 и может занимать от 5 до 45 с. Опционально, длительность операции запуска двигателя может составлять от 10 до 30 с.

На фиг. 3 представлен график 220, отражающий характеристики первой разряженной батареи в процессе неудачной операции запуска двигателя. Батарея может считаться разряженной, поскольку состояние ее заряда и/или запас электроэнергии ниже предпочтительного диапазона, связанного с успешным запуском двигателя. Например, уровень заряда может составлять 60%. На графике показаны кривая напряжения батареи 222 и кривая пускового тока батареи 224. Начальное напряжение батареи составляет 63 В, что ниже, чем у заряженной батареи, изображенной на фиг. 2. Подача электрического тока от батареи для питания электрического стартера двигателя начинается в момент времени T_0 . Из-за того, что батарея разряжена, ее пусковой ток не может подняться до уровня (например, 1200 А), который обеспечивает батарея на фиг. 2. Этого тока недостаточно, чтобы создать необходимый крутящий момент для преодоления трения в двигателе, поэтому в момент времени T_1 происходит срыв запуска двигателя.

На фиг. 4 представлен график 240, отражающий характеристики второй разряженной батареи в процессе неудачной операции запуска двигателя. Батарея на фиг. 4 может быть еще более разряжена, чем батарея, изображенная на фиг. 3. Например, батарея на фиг. 4 может быть заряжена примерно на 30%. На графике показаны кривая 242 напряжения батареи и кривая 244 пускового тока батареи. Начальное напряжение батареи составляет 63 В, как у батареи, изображенной на фиг. 3. Подача электрического тока от батареи для питания электрического стартера двигателя начинается в момент времени T_0 . Поскольку батарея разряжена, напряжение падает больше, чем у батарей на фиг. 2 и 3, и достигает уровня, который ниже контрольного порогового минимального уровня 246 напряжения. Чрезмерное снижение напряжения вызывает срыв запуска двигателя в момент времени T_1 .

Система запуска двигателя согласно одному или более вариантам осуществления изобретения, описанным в настоящем документе, может обнаружить, когда основная батарея разряжена, например, находится в состояниях, показанных на фиг. 3 и 4, и использовать систему SESS для дополнения или замены основной батареи при выполнении функций запуска двигателя для обеспечения успешного запуска. Другими словами, система запуска двигателя может избирательно задействовать систему SESS для обеспечения гарантированного запуска.

На фиг. 5 представлена электрическая схема системы 300 запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Система 300 запуска двигателя сконфигурирована для питания пусковой нагрузки 302, которая представляет собой устройство запуска двигателя, вращающее вал двигателя внутреннего сгорания для запуска двигателя. Устройство запуска двигателя может быть отдельным от двигателя устройством, которое механически связано с валом двигателя, например, коленчатым или приводным валом. Энергия на устройство запуска двигателя поступает в виде электрической или пневматической энергии и преобразуется в механическую энергию для приведения во вращение вала двигателя, в частности, когда двигатель не работает. Например, пусковая нагрузка может представлять собой показанный на фиг. 1 генератор 106 переменного тока для запуска двигателя 104. Система 300 запуска двигателя может быть размещена на борту транспортного средства или системы транспортных средств.

Система 300 запуска двигателя содержит вспомогательную систему 304 аккумуляции энергии (SESS), переключающие устройства 310, один или более датчиков 312 и систему 306 управления. Система запуска двигателя также содержит основную батарею 316 транспортного средства и пусковую нагрузку, которая может представлять собой устройство запуска двигателя, например, генератор переменного тока, привод, пневматический пусковой привод и т.п. Основная батарея может представлять собой основную батарею, показанную на фиг. 1. Система управления управляет процессом заряда и разряда системы SESS и основной батареи. Система управления содержит контроллер 308, оснащенный одним или более процессорами 318 и энергонезависимым машиночитаемым носителем информации, который здесь называется запоминающим устройством 320.

Система SESS электрически соединена с основной батареей через электропроводящие элементы 316, которые образуют проводящие цепи. Электропроводящие элементы 316 могут включать провода, проводящие дорожки на печатных платах и/или другие подобные элементы. В показанном варианте осуществления изобретения система SESS и основная батарея подключены параллельно. Система SESS и основная батарея избирательно электрически подключаются к пусковой нагрузке через различные соответствующие переключающие устройства. Переключающие устройства избирательно управляются контроллером. Например, контроллер может задействовать первое переключающее устройство ("Cb") 310A на фиг. 5, чтобы замкнуть (например, установить) проводящую цепь от системы SESS к пусковой нагрузке. В настоящем документе первое переключающее устройство также называется переключателем разряда системы SESS. После создания проводящей цепи электрический ток может поступать от системы SESS для питания пусковой нагрузки. Например, электрический ток может поступать от системы SESS сразу после замыкания проводящей цепи для образования замкнутого контура. Контроллер может размыкать переключатель Cb разряда системы SESS, чтобы разомкнуть (например, разорвать) проводящую цепь и прекратить подачу электрического тока от системы SESS. Например, как только будет определено, что операция запуска двигателя завершена (например, успешно), контроллер может разомкнуть переключатель Cb разряда системы SESS, чтобы разорвать цепь и электрически изолировать систему SESS от пусковой нагрузки. Аналогичным образом контроллер может задействовать второе переключающее устройство ("Cp") 310B, показанное на фиг. 5, чтобы замкнуть вторую проводящую цепь от основной батареи к пусковой нагрузке для подачи на пусковую нагрузку электрического тока от основной батареи. В настоящем документе второе переключающее устройство также называется переключателем разряда основной батареи.

Система SESS может содержать одну или более аккумуляторных ячеек, один или более конденсаторов или комбинацию из одной или более аккумуляторных батарей и одного или более конденсаторов. В одном из вариантов осуществления изобретения система SESS содержит множество батарейных модулей 314, которые электрически соединены друг с другом последовательно. Каждый батарейный модуль 314 может включать одну или более соответствующих аккумуляторных ячеек. Последовательное соединение множества батарейных модулей позволяет повысить напряжение системы SESS, без необходимости использования большой и громоздкой батареи. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения система SESS может иметь пять батарейных модулей, но в других вариантах осуществления изобретения система SESS может состоять из большего или меньшего количества батарейных модулей. Например, каждый из батарейных модулей системы SESS может быть меньшего размера (например, меньшего объема), чем основная батарея. Даже в целом система SESS может иметь меньший размер по сравнению с основной батареей, которая может весить по меньшей мере 450 кг. Наличие в системе SESS конденсаторов позволяет дополнительно уменьшить размер системы SESS по сравнению с системой, состоящей только из аккумуляторных ячеек, поскольку конденсаторы могут быть меньше аккумуляторных ячеек в пересчете на единицу емкости. Аккумуляторные ячейки в системе SESS по отдельности могут иметь меньшую емкость по электрическому току (или заряду), чем основная батарея. Основная батарея может иметь большую емкость по электрическому току, даже чем система SESS в целом. Вследствие меньшей емкости система SESS при зарядке может достигать заданного уровня заряда быстрее, чем основная батарея. Напряжение системы SESS может быть ниже, чем у основной батареи. Более низкое напряжение системы SESS может оказаться преимуществом во время зарядки.

Один или более датчиков системы запуска двигателя сконфигурированы для контроля одного или более свойств или характеристик основной батареи, системы SESS или их обеих. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения первый датчик 312A установлен на основной батарее или вблизи нее для контроля характеристик основной батареи, а второй датчик 312B установлен в системе SESS или вблизи нее для контроля характеристик системы SESS. Среди датчиков могут быть датчики тока, датчики напряжения, датчики температуры и/или другие подобные датчики. Хотя на фиг. 5 показаны два датчика, включая один датчик для контроля основной батареи и один датчик для контроля системы SESS, система запуска двигателя может опционально включать и другую организацию датчиков. Например, по меньшей мере два различных датчика, например, датчик напряжения, датчик тока и/или датчик температуры, могут контролировать основную батарею, и по меньшей мере два других датчика могут контролировать систему SESS. В других вариантах осуществления изобретения датчики могут контролировать только основную батарею или только систему SESS вместо того, чтобы контролировать одну или более характеристик обеих систем. Контроллер может обмениваться данными с одним или более датчиками по проводным или беспроводным каналам связи. Например, контроллер может принимать сигналы датчиков, генерируемые датчиками, и определять характеристики основной батареи и/или системы SESS на основе анализа полученных сигналов.

Контроллер может быть связан с переключающими устройствами, в том числе с переключателями разряда системы SESS и основной батареи, по проводным или беспроводным каналам связи. Например, контроллер может генерировать сигналы управления, которые передаются на определенные переключающие устройства для управления их состоянием. Переключающими устройствами могут быть электромеханические реле или контакторы, которые сконфигурированы таким образом, чтобы выдерживать

относительно высокие электрический ток и напряжение в цепи. Реле могут содержать соленоиды, которые преобразуют электрическую энергию сигналов управления, полученных от контроллера, в механическую энергию, под воздействием которой контакты внутри реле замыкаются для пропускания электрического тока и размыкаются для его блокировки. В другом варианте осуществления изобретения в качестве переключающих устройств могут использоваться твердотельные переключатели (например, твердотельные реле). В отличие от электромеханических реле, в которых используются катушки, магнитные поля, пружины и механические контакты, в твердотельных переключателях используются электрические и оптические свойства твердотельных полупроводников и отсутствуют движущиеся части. Кроме того, при использовании твердотельных переключателей можно избежать риска возникновения электрической дуги при переходе между состояниями замыкания и размыкания. С учетом относительно высокой плотности энергии (или нагрузки), передаваемой по цепи, система запуска двигателя может также включать твердотельную схему замыкания на землю. В еще одном варианте осуществления изобретения в качестве переключающих устройств могут использоваться оптические переключатели. Оптические переключатели по своей природе обеспечивают электрическую изоляцию. Например, каждое переключающее устройство может содержать биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT, insulated-gate bipolar transistor), полевой транзистор с МОП-структурой или транзистор другого типа с оптическими интерфейсами (например, с изолированным входом светодиод-фоторецептор или другим входным интерфейсом управления с оптической развязкой) для исключения риска электрических шумов и помех. Переключающие устройства на фиг. 5 содержат переключающие устройства Cp, Cb, BS+, BS- и реле заряда, связанные с каждой аккумуляторной ячейкой системы SESS.

Контроллер представляет собой аппаратную схему, которая может содержать один или более процессоров 318 (например, один или более микропроцессоров, интегральных схем, микроконтроллеров, программируемых логических интегральных схем и т. д.) и/или может быть соединена с ними. Контроллер может содержать машиночитаемый носитель информации (например, память) 320 и/или может быть соединен с ним. В памяти могут храниться программные инструкции (например, программное обеспечение), которые могут выполняться одним или более процессорами для осуществления описанных здесь функций контроллера, таких как операции распределения функций между основной батареей и системой SESS для питания пусковой нагрузки и операции зарядки системы SESS. Дополнительно или в качестве альтернативы в памяти может храниться различная информация, например журнал или записи данных датчиков, генерируемых одним или более датчиками, журнал или записи операций запуска двигателя и т.п.

Схема системы запуска двигателя опционально содержит дополнительные схемные устройства. Например, в схеме может присутствовать один или более резисторов 322. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения один резистор 322A является резистором заряда, который установлен в цепи 324 заряда от основной батареи к системе SESS. Когда основная батарея используется для зарядки системы SESS путем подачи тока в цепи заряда, резистор 322A заряда может пассивно ограничивать электрический ток, подаваемый в систему SESS, чтобы избежать ее повреждения или повреждения связанных с ней схем и устройств. У резистора заряда может быть относительно низкое сопротивление, например 1 Ом. В схему также могут быть включены различные выравнивающие резисторы 322B, которые связаны с различными аккумуляторными ячейками системы SESS. У выравнивающих резисторов сопротивление может быть больше, чем у резистора заряда. В рассматриваемом примере, не ограничивающем изобретение, каждый выравнивающий резистор имеет сопротивление 100 Ом. Выравнивающие резисторы могут использоваться для относительно равномерного распределения напряжения между несколькими последовательно соединенными батареями в процессе зарядки.

В одном или более вариантах осуществления изобретения система SESS используется только для запуска двигателя, поэтому в обычных условиях контроллер не использует систему SESS для питания нагрузок, не связанных с запуском двигателя. Так, система SESS может быть заряжена до заданного уровня заряда, например, в пределах от 80 до 100%, после чего контроллер электрически изолирует систему SESS. Опционально, заданный уровень заряда может составлять по меньшей мере 90%. Контроллер может электрически изолировать систему SESS, размыкая третье переключающее устройство 310C и переключатель Cb разряда системы SESS. В настоящем документе третье переключающее устройство также называется переключателем заряда. При размыкании переключателя заряда может разорваться или разомкнуться проводящая цепь, которая здесь также называется цепью заряда, между основной батареей и системой SESS, а при размыкании переключателя Cb разряда системы SESS может разомкнуться проводящая цепь между системой SESS и пусковой нагрузкой. Система SESS находится в этом электрически изолированном состоянии, когда к ней не подключены замкнутые проводящие цепи, вследствие положения переключателей. Когда система SESS электрически изолирована, состояние заряда может оставаться практически неизменным за исключением минимальной утечки с течением времени. Например, на систему SESS может не подаваться плавающее напряжение. Системой SESS можно управлять таким образом, чтобы она оставалась заряженной в состоянии покоя, пока контроллер не использует ее для питания одной или более нагрузок.

В обычных условиях работы контроллер может удерживать систему SESS в электрически изолиро-

ванном состоянии, за исключением времени операции запуска двигателя, режима поддержки управления, когда основная батарея разряжена и не в состоянии обеспечить питание системы управления, и/или времени операции зарядки, в ходе которой система SESS принимает и накапливает электроэнергию. Во время операции запуска двигателя контроллер может активировать систему SESS из состояния покоя, замыкая переключатель C_b разряда системы SESS, который создает замкнутую проводящую цепь от системы SESS к пусковой нагрузке. Во время зарядки контроллер может замыкать переключатель 310С заряда, чтобы создать проводящую цепь по цепи заряда (например, замкнуть цепь заряда) от основной батареи к системе SESS.

Опционально, даже если система SESS используется только для запуска двигателя, контроллер может быть сконфигурирован таким образом, чтобы в исключительных обстоятельствах задействовать систему SESS для питания одной или более нагрузок, не связанных с запуском двигателя, например, если контроллер определяет, что основная батарея не в состоянии обеспечить мощность, достаточную для питания вспомогательной нагрузки, имеющей высокий приоритет, например системы управления. Например, система SESS может использоваться для резервирования основной батареи для питания нагрузок, критически важных с точки зрения обеспечения безопасности, например контрольных приборов, датчиков для контроля транспортного средства, компьютерного оборудования и т.п. В одном из вариантов осуществления изобретения, если основная батарея достаточно разряжена, одно или более вычислительных устройств (например, компьютер, бортовая рабочая станция, сервер и т.д.), установленных на транспортном средстве и содержащих контроллер, могут отключаться из-за отсутствия питания. В режиме поддержки управления может быть предусмотрен внешний входной сигнал для активации переключающих устройств, чтобы система SESS могла подавать ток для питания критически важных нагрузок, включая вычислительные устройства, содержащие контроллер. Внешний входной сигнал может быть обеспечен пользовательским устройством ввода, например, посредством кнопки на панели управления, прерывателя на автоматическом выключателе и т.п., как показано на фиг. 6.

В одном или более вариантах осуществления изобретения контроллер определяет распределение функций по обеспечению питания при запуске двигателя по меньшей мере частично на основе контролируемых характеристик основной батареи и/или системы SESS. Обычно система SESS полностью заряжена, но основная батарея может быть разряжена из-за питания вспомогательных нагрузок. В одном или более вариантах осуществления изобретения основная батарея назначается используемым по умолчанию источником питания для операций запуска двигателя. Если сигналы датчиков, полученные от одного или более датчиков, указывают на то, что как основная батарея, так и система SESS заряжены, контроллер может по умолчанию использовать основную батарею для питания пусковой нагрузки. Термин "заряженный" может относиться к исправному аккумулятору, который находится в состоянии по меньшей мере порогового уровня заряда, например, не менее 60, 70 или 80% емкости заряда, или в состоянии по меньшей мере порогового уровня накопленной электроэнергии, доступной для подачи на пусковую нагрузку. Контроллер может оценивать уровень заряда основной батареи, контролируя падение напряжения при протекании сильного тока, например при запуске или при предварительной смазке двигателя. Контроллер может обеспечить подачу электрического тока от основной батареи на пусковую нагрузку, замыкая переключающие устройства $BS-$, $BS+$ и C_p , чтобы создать замкнутую проводящую цепь от основной батареи до пусковой нагрузки. Контроллер может удерживать другие переключающие устройства (например, переключатель C_b разряда системы SESS, переключатель заряда и т.д.) в разомкнутом, непроводящем состоянии, чтобы держать систему SESS изолированной от основной батареи и пусковой нагрузки, пока основная батарея обеспечивает питание пусковой нагрузки. В то время как основная батарея обеспечивает питание пусковой нагрузки, контроллер может контролировать характеристики основной батареи.

Если одна из характеристик основной батареи указывает на ее частичный или полный разряд во время операции запуска двигателя, контроллер может в качестве исключения задействовать для питания пусковой нагрузки систему SESS. Контроллер может определить, что основная батарея частично или полностью разряжена на основе снижения напряжения основной батареи ниже установленного минимального контрольного уровня напряжения (например, уровня 246 на фиг. 4), неожиданно быстрого снижения напряжения и т.п. В примере, не ограничивающем изобретение, минимальный уровень напряжения может составлять 55 В. Опционально, контроллер может определить, что основная батарея частично или полностью разряжена, на основе других характеристик, например, на основе того, что ток, отдаваемый основной батареей, меньше заданного уровня тока, скорость его нарастания ниже ожидаемой, или температура основной батареи превышает заданную пороговую температуру. Другим признаком разряженной батареи является снижение ее напряжения под нагрузкой. В этой ситуации контроллер может задействовать систему SESS для резервирования основной батареи, чтобы обеспечить достаточную мощность для успешного запуска двигателя. Система SESS может резервировать основную батарею, если контроллер замыкает переключатель C_b разряда системы SESS, удерживая переключатель C_p разряда основной батареи в замкнутом состоянии, в результате чего как основная батарея, так и система SESS одновременно подают электрический ток в цепь питания пусковой нагрузки.

В другом варианте контроллер может блокировать подачу тока от основной батареи, размыкая пе-

реле, переключатель Ср разряда основной батареи до того, как будет замкнут переключатель Сб разряда системы SESS, чтобы подать ток от системы SESS. Например, контроллер может опционально управлять переключающими устройствами в последовательности "размыкание одной цепи перед замыканием другой", чтобы отделить разряд основной батареи от разряда системы SESS, что позволяет обеспечить работу пусковой нагрузки только от одного источника питания в один момент времени.

Опционально, даже если основная батарея признана исправной и способной успешно обеспечить питание для предстоящей операции запуска, в определенных случаях для подачи питания при запуске двигателя контроллер может вместо основной батареи выбрать систему SESS для периодической проверки ее состояния. Например, операции запуска могут быть относительно редкими, поскольку транспортные средства в течение длительных периодов времени между поездками могут находиться на стоянке без необходимости запускать двигатель, когда все или большинство нагрузок отключены. Особенно в тех случаях, когда основная батарея является источником питания при запуске двигателя по умолчанию, система SESS может бездействовать в течение длительных периодов времени. Чтобы убедиться в исправности и работоспособности системы SESS, контроллер может периодически использовать ее для выполнения операций запуска двигателя, например, один раз в неделю или месяц, через каждые пять или десять запусков двигателя и т. п. Контроллер может также отслеживать время, прошедшее после последней операции запуска двигателя с использованием системы SESS, и выбирать ее для очередной операции запуска двигателя, когда это время превышает заданный интервал, например, одну неделю или один месяц. Во время периодической проверки работоспособности, когда система SESS используется для питания пусковой нагрузки, основная батарея может при необходимости резервировать систему SESS для подачи питания, чтобы обеспечить успешный запуск.

Если вновь вернуться к началу операции запуска, то в ситуации, когда сигналы, полученные от одного или более датчиков, показывают, что основная батарея или система SESS частично или полностью разряжены, контроллер может выбрать для питания во время запуска более заряженную из этих двух систем. Например, если характеристики указывают на то, что система SESS обладает большим доступным запасом электроэнергии для питания пусковой нагрузки, нежели основная батарея, контроллер может выбрать для питания пусковой нагрузки систему SESS вместо основной батареи. В этом случае контроллер размыкает одно или более переключающих устройств и замыкает переключатель Сб разряда системы SESS, а также отдельные переключающие устройства, связанные с аккумуляторными ячейками системы SESS, показанной на фиг. 5, чтобы подать ток от системы SESS, не подавая ток от основной батареи. В процессе запуска контроллер при необходимости может задействовать основную батарею для поддержки системы SESS, основываясь на контролируемых характеристиках системы SESS. Например, если контроллер определяет, что система SESS не справляется, контроллер может начать подачу тока от основной батареи в качестве дополнения или замены тока, подаваемого системой SESS.

В другом примере, если сигналы датчиков свидетельствуют о том, что и основная батарея, и система SESS частично или полностью разряжены, контроллер может выбрать для питания пусковой нагрузки одновременно основную батарею и систему SESS. Например, контроллер может замкнуть оба переключателя Ср и Сб разряда основной батареи и системы SESS, чтобы подать ток в цепь питания пусковой нагрузки одновременно от основной батареи и системы SESS.

В рассмотренном выше примере основная батарея используется в качестве системы аккумулирования энергии по умолчанию для питания пусковых нагрузок. В альтернативном варианте осуществления изобретения, в качестве системы хранения электроэнергии по умолчанию для запуска двигателя используется система SESS. Таким образом, если и основная батарея, и система SESS признаны работоспособными или заряженными, контроллер может использовать для питания во время операции запуска систему SESS, а основная батарея может использоваться по мере необходимости для резервирования системы SESS. Например, после определения того, что система SESS работоспособна или заряжена, контроллер может управлять переключающими устройствами таким образом, чтобы электрически отключить основную батарею от системы SESS (или удерживать ее в отключенном состоянии) и заблокировать (или продолжать блокировать) подачу электрического тока от основной батареи в пусковую нагрузку. Затем контроллер может управлять переключающими устройствами таким образом, чтобы электрически соединить систему SESS с пусковой нагрузкой для подачи тока в нее от системы SESS. После запуска двигателя контроллер может управлять переключателями Ср и Сб разряда основной батареи и системы SESS таким образом, чтобы они перешли в разомкнутое состояние или оставались в разомкнутом состоянии для отключения пусковой нагрузки от основной батареи и системы SESS.

Помимо снижения риска отказа при запуске двигателя, описанное в настоящем документе использование системы SESS для поддержки запуска может благоприятно сказываться на состоянии основной батареи. Например, благодаря снижению нагрузки при запуске двигателя может увеличиться срок службы основной батареи. Кроме того, наличие системы SESS для запуска двигателя может позволить уменьшить размер и емкость основной батареи транспортного средства, поскольку от нее может больше не потребоваться самостоятельно обеспечивать большой ток разряда, в качестве основной батареи можно использовать батарею глубокого разряда с более длительным сроком службы.

На фиг. 6 представлена электрическая схема 326 системы 300 запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. В рассматриваемом варианте осуществления изобретения система запуска двигателя содержит пользовательское устройство 330 ввода, которое используется оператором для того, чтобы вручную электрически подключить систему SESS 304 к различным нагрузкам, установленным в транспортном средстве, для питания, по меньшей мере временно, одной или более нагрузок в режиме поддержки управления. Нагрузки могут включать пусковую нагрузку 302, отключаемые управляющие нагрузки 328 и основные нагрузки 332. Показанная на фиг. 5 система управления, включая контроллер, относится к отключаемым управляющим нагрузкам. К отключаемым управляющим нагрузкам относятся, в частности, вычислительные устройства, схемы и другие подобные системы, управляющие системой запуска двигателя, включая пропускание электрического тока между нагрузками, основной батареей 316 и системой SESS 304.

Как описано выше, если система SESS не используется для поддержки запуска двигателя, то обычно она заряжена и находится в состоянии покоя. Основная батарея обычно используется для питания большинства нагрузок, включая отключаемые управляющие нагрузки и основные нагрузки. Для пусковой нагрузки может потребоваться значительно большая мощность, чем для отключаемых управляющих нагрузок. Например, для успешного запуска двигателя может потребоваться ток порядка 1000 А, тогда как управляющие нагрузки могут использовать всего около 20-30 А. Как правило, основная батарея сохраняет достаточный заряд для питания управляющих нагрузок, включая контроллер, находясь даже в частично разряженном состоянии, когда она не способна самостоятельно запустить двигатель. Однако, возможна ситуация, когда основная батарея разряжается до такого состояния, что она становится практически неработоспособной и не в состоянии обеспечить питание даже относительно небольших управляющих нагрузок. В этом случае вычислительные устройства, в которых находится контроллер, могут выключиться, при этом контроллер становится неработоспособным. В неработоспособном состоянии контроллер не может управлять током в цепи путем воздействия на переключающие устройства. Например, несмотря на то, что система SESS может быть заряжена, контроллер не может замкнуть переключатель 310А разряда системы SESS, чтобы создать проводящую цепь от системы SESS к нагрузкам.

В рассматриваемом варианте осуществления изобретения пользовательское устройство ввода представляет собой управляемое вручную электромеханическое устройство, которое позволяет электрически подключить систему SESS к одной или более нагрузкам, установленным на транспортном средстве. При использовании пользовательского устройства ввода происходит замыкание переключателя разряда системы SESS, в результате чего образуется проводящая цепь для подачи тока от системы SESS по меньшей мере к отключаемым управляющим нагрузкам, которые содержат контроллер. Пользовательское устройство ввода может быть автоматическим выключателем с кнопкой, рукояткой, физическим переключателем, тумблером, ручкой и т.п. для избирательного ручного включения автоматического выключателя. Кнопка, рычаг, переключатель, тумблер, ручка и т.д. могут быть установлены на панели управления транспортного средства.

В одном из вариантов осуществления изобретения при ручной активации пользовательского устройства ввода (например, нажатии кнопки) оно автоматически замыкает переключатель 310А разряда системы SESS и размыкает переключатель 310В разряда основной батареи. В результате основная батарея электрически отключается от нагрузок, а система SESS электрически подключается к ним. Опционально, пользовательское устройство ввода может быть сконструировано таким образом, чтобы переключатель разряда основной батареи размыкался до замыкания переключателя разряда системы SESS. Отключение основной батареи позволяет исключить циркулирующие токи и гарантирует, что ток от системы SESS будет поступать на управляющие нагрузки, которые нуждаются в питании в первую очередь, не расходуясь на зарядку основной батареи. При ручной активации пользовательского устройства ввода включается режим поддержки управления системой запуска двигателя.

В режиме поддержки управления система SESS подает электрический ток (через переключатель разряда системы SESS), который обеспечивает питание отключаемых управляющих нагрузок, в результате чего контроллер становится функциональным и работоспособным. Например, могут загружаться вычислительные устройства, содержащие контроллер. После восстановления работоспособности контроллер, исходя из состояния переключающих устройств и/или состояния основной батареи, может определить, что система запуска находится в режиме поддержки управления, получая питание от системы SESS. Находясь в работоспособном состоянии, контроллер может вернуть управление переключающими устройствами для регулирования подачи тока по цепи. На следующем этапе выполняют операцию запуска двигателя, чтобы попытаться запустить. При активации пользовательского устройства ввода контроллер может автоматически управлять процессом запуска двигателя. В качестве альтернативного варианта для инициирования запуска двигателя можно использовать второе пользовательское устройство ввода. Таким образом, пользователь может активировать первое пользовательское устройство ввода для питания управляющих нагрузок от системы SESS, когда разряжена основная батарея, а затем активировать второе пользовательское устройство ввода, чтобы сигнализировать об операции запуска.

В одном из вариантов осуществления изобретения контроллер может использовать систему SESS для обеспечения питания в течение всей или по меньшей мере части операции запуска двигателя в режи-

ме поддержки управления в связи с состоянием основной батареи. Контроллер может ограничить использование системы SESS для запуска двигателя, чтобы продлить срок ее службы. Как описано выше, запуск двигателя может создавать высокую нагрузку для аккумуляторов и приводить к снижению емкости и сокращению срока их службы. Одним из ограничений, призванных снизить риск ущерба для системы SESS, может быть установка предельного количества операций запуска двигателя за определенный период времени. Например, контроллер может установить для системы SESS возможность выполнять в течение дня только один или два запуска двигателя. После выполнения запуска двигателя с применением системы SESS контроллер может вести журнал или записывать данные в запоминающем устройстве (например, в памяти системы управления, показанной на фиг. 5).

Если достигнуто предельное количество запусков, то при следующем запросе запуска двигателя в течение этого же периода времени контроллер определит достижение предельного количества на основе данных памяти. В итоге контроллер запретит системе SESS участвовать в запуске двигателя. Например, контроллер может разомкнуть переключатель разряда системы SESS, чтобы разорвать проводящую цепь и изолировать систему SESS. Такое ограничение может защитить систему SESS от износа, который может возникнуть в результате многократных попыток запуска двигателя. Другим ограничением или условием может быть превышение уровнем заряда системы SESS по меньшей мере установленного порогового значения. Пороговое значение может составлять, например, 70, 80% и т.д. от емкости заряда. Контроллер может отслеживать состояние заряда системы SESS на основе данных по меньшей мере одного из датчиков. Если уровень заряда в системе SESS оказывается ниже порогового значения, то контроллер запрещает системе SESS участвовать в запуске двигателя. Если какие-либо из обязательных ограничений или условий не выполняются (например, достигнуто предельное количество запусков), контроллер может уведомить пользователя о том, что операция запуска выполняться не будет. Например, контроллер может генерировать управляющий сигнал, побуждающий устройство вывода, например смартфон, компьютер, бортовой дисплей, аудиодинамик или другое подобное устройство, оповестить пользователя. Оповещение или уведомление может быть текстовым сообщением, которое выводится в графическом интерфейсе пользователя, звуковым сообщением, передаваемым через динамик, и т.п.

Если все ограничения и условия соблюдены, контроллер может управлять переключающими устройствами таким образом, чтобы система SESS подавала электрический ток на пусковую нагрузку во время запуска двигателя. Например, контроллер может замкнуть переключающее устройство BJ+ на фиг. 6 (далее называемое переключателем пусковой нагрузки), чтобы создать проводящую цепь от системы SESS к пусковой нагрузке. Опционально, контроллер может во время запуска двигателя удерживать переключатель 310B разряда основной батареи в разомкнутом непроводящем состоянии, чтобы питание при запуске двигателя осуществлялось только от системы SESS. Например, в режиме поддержки управления основная батарея будет разряжена или по меньшей мере частично разряжена, поэтому она, скорее всего, не сможет обеспечить значимую поддержку при запуске двигателя до тех пор, пока не сможет зарядиться. В качестве альтернативного варианта, контроллер может замкнуть переключатель разряда основной батареи, чтобы она подавала электрический ток на пусковую нагрузку одновременно с системой SESS, подающей ток через переключатель 310A разряда системы SESS.

Если запуск двигателя прошел успешно, то двигатель может использоваться для зарядки основной батареи, а контроллер может переключиться в нормальный режим работы. В нормальном режиме работы основная батарея используется для питания большей части, если не всех, нагрузок транспортного средства. Например, контроллер может разомкнуть переключатель разряда системы SESS, чтобы электрически отключить систему SESS от нагрузок и основной батареи, и может замкнуть переключатель разряда основной батареи. Контроллер может переключить питание нагрузок от системы SESS на основную батарею по истечении заданного периода времени после активации пользовательского устройства ввода. Заданный период времени может составлять несколько минут, например десять минут. Система SESS вновь отключается, чтобы продлить срок ее службы. Таким образом, система SESS используется для обеспечения необходимого резервного питания транспортного средства в течение ограниченного времени.

Поскольку пользовательское устройство ввода является электромеханическим устройством с ручным управлением, пользователь может активировать его даже в том случае, когда основная батарея находится в работоспособном, заряженном состоянии. В одном варианте осуществления изобретения схема может содержать устройство отключения, которое по существу отключает пользовательское устройство ввода, когда устройство отключения активировано путем подачи на него определенного напряжения. Таким образом, если система запуска двигателя работает в нормальном режиме, контроллер может направить достаточное количество энергии на устройство отключения, чтобы пользовательское устройство ввода стало неработоспособным (например, отключить его от схемы). В случае пропадания электроэнергии вследствие разрядки основной батареи устройство отключения может срабатывать автоматически, возвращая пользовательское устройство ввода в рабочее состояние для замыкания переключателя разряда системы SESS при ручной активации, как описано выше. В другом варианте осуществления изобретения пользовательское устройство ввода может быть всегда подключено к схеме и находиться в рабочем состоянии. Таким образом, пользовательское устройство ввода может замыкать переключатель разряда

системы SESS на заданный период времени (например, 10 с) при поступлении сигнала ручного управления. Чтобы предотвратить многократное ручное включение, контроллер может генерировать управляющий сигнал, по которому пользователю предоставляется уведомление о необходимости изменить свое поведение (например, прекратить нажимать на кнопку).

В одном или более вариантах осуществления изобретения система SESS может заряжаться от основной батареи. Например, когда система SESS разряжена после запуска двигателя, контроллер может зарядить систему SESS, замыкая переключатель 310С заряда для создания замкнутой проводящей цепи между основной батареей и системой SESS по цепи заряда. Ток поступает от основной батареи к системе SESS. В цепь заряда может быть включен резистор 322А заряда, который пассивно ограничивает электрический ток, подаваемый из цепи заряда системы SESS во время зарядки. В представленном варианте осуществления изобретения резистор заряда имеет относительно высокое сопротивление (например, высокий импеданс) для увеличения срока службы батареи и упрощения схемы зарядки. Поскольку система SESS может использоваться/разряжаться достаточно редко, скорость зарядки может быть относительно низкой, что с точки зрения состояния батареи полезнее, нежели зарядка большим током. В представленном варианте осуществления изобретения резистор заряда имеет сопротивление 1 Ом, однако в других вариантах осуществления изобретения сопротивление может быть иным. Контроллер может анализировать сигналы датчиков, чтобы перед началом зарядки удостовериться в том, что напряжение основной батареи больше, чем напряжение системы SESS. Опционально, в цепь заряда может быть включен диод, который пропускает ток только в направлении от основной батареи к SESS. Диод может блокировать прохождение электрического тока от системы SESS к основной батарее.

Контроллер может контролировать характеристики системы SESS во время зарядки, а также может контролировать длительность зарядки с момента начала операции зарядки. Когда контроллер определяет на основе напряжения, состояния заряда и т.п., что система SESS полностью заряжена, он может разомкнуть переключатель 310С заряда, чтобы разорвать проводящую цепь в цепи заряда и не допустить подачу электрического тока от основной батареи к системе SESS. Опционально, контроллер может быть сконфигурирован для размыкания реле заряда до того, как система SESS будет полностью заряжена, в ответ на то, что продолжительность зарядки превысит установленный временной предел, например 2, 4 ч или другой срок. Установленный временной предел может быть полезен для предотвращения избыточного заряда и/или повреждения компонентов в случае отказа датчика. Контроллер также может быть сконфигурирован для завершения операции зарядки досрочно путем размыкания реле заряда, чтобы отключить резистор и систему SESS от основной батареи, в ответ на то, что разность напряжений между основной батареей и системой SESS превысит заданное пороговое значение. Например, чрезмерный перепад напряжения может вызвать перегрев резистора заряда и его повреждение.

В одном из вариантов осуществления изобретения контроллер может заряжать систему SESS, используя избыточное напряжение, пока заряжается основная батарея. Например, во время зарядки основной батареи контроллер может контролировать такие характеристики основной батареи, как напряжение, ток, температура и т.п. В ответ на определение, что напряжение основной батареи превысило заданное пороговое напряжение, например, не ограничиваясь этим, 65 В, контроллер может замкнуть реле заряда в цепи заряда, чтобы создать замкнутую проводящую цепь от основного устройства к системе SESS. В результате избыточный электрический ток будет поступать от основной батареи к системе SESS для зарядки системы SESS. Опционально, вместо зарядки одновременно с основной батареей контроллер может дожидаться окончания зарядки основной батареи, прежде чем замкнуть реле заряда, чтобы направить избыточный ток в систему SESS. Контроллер может также заряжать систему SESS избыточным электрическим током, в ответ на определение, что основная батарея принимает электрический ток с повышенной скоростью.

Чтобы продлить срок службы батареи, может использоваться стратегия зарядки, которая позволяет избежать зарядки при высокой температуре батареи. Например, контроллер может получать сигналы от датчика температуры (например, датчика 312А), который контролирует температуру основной батареи. Контроллер может определить температуру основной батареи на основе сигналов, полученных от датчика температуры. Если температура основной батареи находится на заданном пороговом уровне или выше, контроллер может блокировать зарядку основной батареи до тех пор, пока ее температура не опустится ниже порогового уровня. В качестве не ограничивающих изобретение примеров пороговой температуры могут быть выбраны значения 200, 300°C и т.п. В одном из вариантов осуществления изобретения контроллер может также не заряжать систему SESS, пока температура основной батареи чрезмерно высока. Например, в схемах, где система SESS заряжается электрической энергией, поступающей от основной батареи, освобождение основной батареи от нагрузки, связанной с зарядкой системы SESS, в периоды времени, когда температура основной батареи повышена (до заданного порогового уровня или выше), может продлить срок службы основной батареи.

В альтернативном варианте осуществления изобретения контроллер может продолжать заряжать систему SESS в периоды времени, когда температура основной батареи повышена, особенно в тех схемах, где ток зарядки не обеспечивается основной батареей. Например, контроллер может направить ток зарядки в систему SESS в обход основной батареи.

Опционально, в периоды времени, когда температура основной батареи повышена, контроллер может использовать систему SESS в качестве источника питания по умолчанию для операций запуска двигателя. Если операция запуска двигателя осуществляется при повышенной температуре основной батареи, то она может использоваться только в качестве резерва для системы SESS, чтобы обеспечить питание, если система SESS не справляется.

Опционально, контроллер может принимать сигналы датчиков, указывающие на температуру окружающей среды. Если температура окружающей среды превышает пороговый уровень, контроллер может не допускать зарядку системы SESS, чтобы продлить срок службы ее батареи. Пороговая температура окружающей среды может быть выбрана в зависимости от характеристик системы SESS. В качестве не ограничивающих изобретение примеров пороговой температуры окружающей среды могут быть выбраны значения 40, 50°C и т.п.

Контроллер может прекратить зарядку системы SESS, разомкнув переключатель 310С заряда, который разрывает цепь заряда. Контроллер может удерживать заряженную систему SESS в состоянии электрического отключения до следующего рабочего цикла. При зарядке системы SESS с помощью основной батареи и существующей системы зарядки для установки и работы системы запуска двигателя не требуется никакого дополнительного оборудования, кроме самой системы SESS и связанных с ней схем, которые еще не установлены на транспортном средстве. Например, для системы SESS может не требоваться отдельная зарядная система или устройство, отличное от зарядного устройства, используемого с основной батареей.

На фиг. 7 представлена электрическая схема системы 350 запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Система 350 запуска двигателя аналогична системе 300 запуска двигателя, показанной на фиг. 5 и 6, за исключением организации вспомогательной системы 354 аккумулялирования энергии (SESS). В показанном варианте осуществления изобретения система SESS содержит первую цепочку 356 и вторую цепочку 358, состоящие из одной или более аккумуляторных ячеек 314. Первая и вторая цепочки соединены параллельно между собой и параллельно основной батарее 316. В показанном варианте осуществления изобретения обе цепочки, первая и вторая, состоят из пяти последовательно соединенных аккумуляторных ячеек, но в других вариантах их может быть не менее одной и более пяти. Кроме того, количество аккумуляторных ячеек, один или более типов или размеров аккумуляторных ячеек первой цепочки могут отличаться от количества, типов или размеров аккумуляторных ячеек второй цепочки. Опционально, по меньшей мере в одной цепочке из первой и второй цепочек может присутствовать по меньшей мере один конденсатор.

Система 350 запуска двигателя может быть сконфигурирована таким образом, чтобы зарядка и разрядка первой цепочки системы SESS осуществлялась независимо от второй цепочки системы SESS, и наоборот. Например, система управления содержит первый переключатель 360А заряда и первый переключатель 362А (Cb1) разряда, связанные с первой цепочкой, а также второй переключатель 360В заряда и второй переключатель 362В (Cb2) разряда, связанные со второй цепочкой. Система управления замыкает первый переключатель заряда для зарядки первой цепочки током от основной батареи и замыкает второй переключатель заряда для зарядки второй цепочки. Система управления замыкает первый переключатель Cb1 разряда для подачи тока от первой цепочки для питания пусковой нагрузки 302 и замыкает второй переключатель Cb2 разряда для питания пусковой нагрузки электрическим током от второй цепочки. В показанном варианте осуществления изобретения в цепь 364 заряда включен первый резистор 366А заряда, электрически соединенный с первой цепочкой, и второй резистор 366В заряда, электрически соединенный со второй цепочкой. В других вариантах осуществления изобретения система SESS может содержать более трех параллельно соединенных цепочек батарей и/или конденсаторов.

На фиг. 8 представлена система 380 запуска двигателя в соответствии с альтернативным вариантом осуществления изобретения. В системе 380 запуска двигателя вспомогательная система 382 аккумулялирования энергии (SESS) может быть соединена с основной батареей 316 последовательно, а не параллельно, как на фиг. 5-7. Система SESS 382 может содержать две или более аккумуляторных ячеек 384, соединенных друг с другом последовательно. В системе запуска двигателя может быть предусмотрено несколько зарядных устройств 386, причем для каждой аккумуляторной ячейки 384 может быть предусмотрено свое зарядное устройство.

На фиг. 9 представлена схема 390 выравнивания, которая может использоваться для выравнивания напряжения множества аккумуляторных ячеек 392 вспомогательной системы 394 аккумулялирования энергии (SESS). В показанном варианте осуществления изобретения система SESS содержит три аккумуляторных ячейки и два конденсатора 396. Контроллер может управлять четырьмя переключающими устройствами 398 для выравнивания электрической энергии между аккумуляторными ячейками. Опционально, выравнивание в системе SESS может не выполняться.

На фиг. 10 представлена электрическая схема системы 400 запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Система 400 запуска двигателя может быть аналогична системе 300 запуска двигателя, показанной на фиг. 5. Опционально, вспомогательная система 402 аккумулялирования энергии (SESS) системы запуска двигателя вместо цепочек батарей, показанных на фиг. 5, содержит один или более суперконденсаторов 404. Система SESS может содержать светоизлучающий

диод (LED) 406, связанный с суперконденсатором. Схема, показанная на фиг. 10, аналогична схеме на фиг. 5, поэтому к ней применимо описание работы системы запуска двигателя, показанной на фиг. 5.

На фиг. 11 представлена электрическая схема системы 420 запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Добавление параллельных диодов 430B и 430C позволяет добиться того, что максимальное напряжение, поданное на основную батарею в процессе последней зарядки, сохраняется на суперконденсаторе и подается при следующем запуске двигателя. Сохранение на суперконденсаторе максимального напряжения предыдущей зарядки для подачи этого напряжения во время последующего запуска двигателя гарантирует, что при последующем запуске будет предоставлено достаточное количество энергии (например, максимально возможное). На фиг. 12 представлена электрическая схема системы 440 запуска двигателя в соответствии с другим вариантом осуществления изобретения. Системы 420 и 440 запуска двигателя аналогичны системе 400 запуска двигателя, показанной на фиг. 10, за исключением того, что в системах 420, 440 запуска двигателя предусмотрены диоды 430 для протекания тока по проводящим цепям в одном направлении. Например, обе системы запуска двигателя содержат RC-диод 430A для блокировки электрического тока в направлении к зарядному устройству и диод 430B заряда, установленный в цепи 432 схемы заряда для блокировки электрического тока от системы SESS 434 к основной батарее 316. Система запуска двигателя на фиг. 12 также содержит дополнительное переключающее устройство VJx 438, которое отсутствует в системе запуска двигателя, представленной на фиг. 11. Системы запуска двигателя на фиг. 11 и 12 могут работать аналогично системе запуска двигателя на фиг. 10 и системе запуска двигателя на фиг. 5, где контроллер может определять, когда и в течение какого времени подавать энергию, запасенную в суперконденсаторе, для запуска двигателя. Обе системы схожи в том, что зарядное устройство основной батареи может увеличить энергию, запасенную в конденсаторе, поддерживая максимальное напряжение зарядного устройства, обычно применяемое в процессе объемной зарядки основной батареи. Энергия высокого напряжения, сохраняемая конденсатором, может использоваться при последующих запусках двигателя.

На фиг. 13 и 14 представлены соответственно электрические схемы систем 450 и 460 запуска двигателя согласно другим вариантам осуществления изобретения.

На фиг. 15 показана система 500 подачи мощности в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Система 500 подачи мощности может быть аналогична системе 100 подачи мощности, показанной на фиг. 1, при этом для удобства сопоставления аналогичные компоненты обозначены одинаково. В показанном варианте осуществления изобретения двигатель 104 может запускаться с помощью пускового устройства 506, которое обособлено и отделено от генератора 106 переменного тока. Например, пусковое устройство 506 может представлять собой пневматический пусковой привод, который механически связан с валом двигателя. Пневматический пусковой привод пневматически связан с клапаном 504 и резервуаром 502 для сжатого воздуха с помощью трубки или шланга 508. В резервуаре для сжатого воздуха хранится сжатый воздух, который через клапан и шланг подается на пневматический пусковой привод, вращающий вал двигателя во время запуска. В резервуаре для сжатого воздуха может быть предусмотрен соответствующий электромотор, который сжимает воздух. В одном из вариантов осуществления изобретения воздух в резервуаре сжимается и запасается во время работы двигателя. Затем, когда двигатель остановлен, накопленный сжатый воздух может избирательно подаваться по шлангу в пневматический пусковой привод. Пневматический пусковой привод преобразует сжатый воздух в механическую энергию для запуска двигателя. Опционально, когда двигатель остановлен, контроллер может управлять основной батареей 116 и/или системой SESS 118 таким образом, чтобы обеспечить питанием систему сжатия воздуха, подаваемого в пневматический пусковой привод для запуска двигателя. Например, система SESS может подавать электрический ток на электромотор, встроенный в резервуар для сжатого воздуха, для питания системы сжатия и накопления воздуха в резервуаре. Пневматическая система позволяет с помощью надежного маломощного источника электрической энергии получить импульс высокой мощности для запуска двигателя. Электромотор, связанный с резервуаром для сжатого воздуха, может представлять собой пусковую нагрузку 302, показанную на фиг. 5.

На фиг. 16 представлена блок-схема 600 способа запуска двигателя в соответствии с одним из вариантов осуществления изобретения. Различные этапы данного способа могут выполняться одним или более процессорами 318 контроллера 308, показанного на фиг. 5. Способ может включать дополнительные этапы помимо показанных на фиг. 16, состоять из меньшего количества этапов, чем показано на фиг. 16, и/или предусматривать этапы, отличающиеся от этапов, показанных на фиг. 16. На этапе 602 принимают сигналы датчиков. Сигналы датчиков могут генерироваться одним или более датчиками, которые контролируют основную батарею и/или вспомогательную систему аккумуляции энергии (SESS). Сигналы датчиков передают данные об одном или более параметрах или характеристиках основной батареи и/или системы SESS, таких как напряжение, ток, температура и т.п.

На этапе 604 определяют, следует ли использовать систему SESS для питания пусковой нагрузки, под которой понимается внешний компонент или компоненты, используемые для приведения во вращение вала двигателя внутреннего сгорания во время запуска двигателя. Это определение может выполняться на основе сигналов датчиков. Например, если напряжение или доступный запас электрической энергии для запуска двигателя в системе SESS выше, чем в основной батарее, то может быть выбрана

система SESS с переходом к этапу 606. В другом примере систему SESS выбирают в том случае, когда сигналы датчиков показывают, что напряжение основной батареи ниже установленного порога. В другом варианте осуществления изобретения система SESS может быть назначена устройством аккумуляции энергии по умолчанию для питания пусковой нагрузки, и выполняют переход к этапу 606. Система SESS может также выбираться для периодической проверки ее полной работоспособности.

На этапе 606 с помощью переключающих устройств создают замкнутую проводящую цепь от системы SESS к пусковой нагрузке. Переключающими устройствами могут управлять один или более процессоров. Электрический ток от системы SESS может подаваться по замкнутой проводящей цепи на пусковую нагрузку. Опционально, системой SESS можно управлять с помощью переключающих устройств и процессоров таким образом, чтобы она оставалась в электрически изолированном состоянии за исключением следующих ситуаций: (i) во время запуска двигателя и (ii) во время зарядки, когда в систему SESS поступает электрический ток. Опционально, переключающими устройствами можно управлять таким образом, чтобы они электрически отключали основную батарею от системы SESS и от пусковой нагрузки до образования замкнутой проводящей цепи от системы SESS к пусковой нагрузке, в результате чего основная батарея не расходует электрический ток во время запуска двигателя.

На этапе 608 устройство запуска двигателя транспортного средства питают путем подачи электрического тока от системы SESS для вращения вала двигателя внутреннего сгорания во время операции запуска. Устройство запуска может представлять собой генератор переменного тока, работающий в режиме привода, пневматический пусковой привод и т. п.

На этапе 610, после завершения операции запуска переключающими устройствами управляют таким образом, чтобы они разрывали замкнутую проводящую цепь и прекращали дополнительное поступление электрического тока от системы SESS.

Вернемся к принятию решения на этапе 604, если определено, что для питания пусковой нагрузки должна использоваться основная батарея, то выполняют переход к этапу 612. На этапе 612 с помощью переключающих устройств создают вторую замкнутую проводящую цепь от основной батареи к пусковой нагрузке. Электрический ток, поступающий от основной батареи по второй замкнутой проводящей цепи, питает устройство запуска двигателя во время операции запуска. На этапе 614 на устройство запуска двигателя транспортного средства подают питание посредством электрического тока от основной батареи для вращения вала двигателя во время операции запуска.

На шаге 616 определяют, следует ли во время операции запуска двигателя дополнить основную батарею системой SESS. Например, если сигналы датчиков указывают на то, что основная батарея не справляется с нагрузкой и не в состоянии обеспечить достаточную мощность для успешного запуска двигателя, может быть принято решение использовать систему SESS в качестве резерва для дополнения или замены основной батареи. Если ответ "Да", то выполняют переход к этапу 606 и создают (первую) замкнутую проводящую цепь, в результате на пусковую нагрузку подается электрический ток одновременно от основной батареи и системы SESS. Если, с другой стороны, ответ на этапе 616 "Нет", то выполняют переход к этапу 618. Основная батарея продолжает подавать электрический ток до тех пор, пока не завершится операция запуска двигателя. На этапе 618, после завершения операции запуска двигателя вторая замкнутая проводящая цепь разрывается переключающими устройствами, и дополнительное поступление тока от основной батареи предотвращается.

Опционально, способ может включать этапы зарядки для восполнения электрической энергии, хранящейся в системе SESS. Например, способ может включать пассивное ограничение электрического тока, подаваемого в систему SESS во время зарядки, с помощью резистора в цепи заряда, которая электрически соединяет систему SESS с основной батареей. Способ включает управление переключающими устройствами для отключения резистора в том случае, если разность напряжений основной батареи и системы SESS превышает установленное пороговое значение.

Опционально, способ включает контроль длительности операции зарядки начиная с момента образования замкнутой проводящей цепи в цепи заряда между основной батареей и системой SESS и управление переключающими устройствами таким образом, чтобы они разрывали вторую замкнутую проводящую цепь между основной батареей и системой SESS в ответ на то, что упомянутая длительность превышает установленный временной предел.

Опционально, если во время операции зарядки на основе сигналов датчиков определяют, что напряжение основной батареи превышает установленное пороговое значение, способ включает создание с помощью переключающих устройств, управляемых одним или более процессорами, замкнутой проводящей цепи в цепи заряда между основной батареей и системой SESS для подачи избыточного электрического тока от основной батареи в систему SESS.

В одном или более вариантах осуществления изобретения предлагается система запуска двигателя, которая содержит вспомогательную систему аккумуляции энергии (SESS) и систему управления. Система SESS сконфигурирована для размещения на транспортном средстве и электрического подключения через переключающие устройства к основной батарее и устройству запуска двигателя транспортного средства. Система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS на устройство

запуска двигателя для вращения вала двигателя во время операции запуска. Система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы размыкать упомянутую проводящую цепь и предотвращать подачу электрического тока от системы SESS после завершения операции запуска двигателя.

Опционально, система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы удерживать систему SESS в электрически изолированном состоянии, за исключением времени операции запуска двигателя, времени операции зарядки системы SESS и установленного периода времени после получения питания от системы SESS в ответ на активацию пользовательского устройства ввода.

Опционально, система SESS содержит один или более батарейных модулей. Один или более батарейных модулей системы SESS могут включать множество батарейных модулей, соединенных последовательно. Опционально, система SESS содержит один или более конденсаторов.

Опционально, система запуска двигателя также содержит устройство запуска двигателя, которое представляет собой генератор переменного тока, установленный на транспортном средстве. Во время запуска двигателя электрический ток от системы SESS подается на генератор переменного тока. Опционально, система запуска двигателя также содержит устройство запуска двигателя, которое представляет собой пневматический пусковой привод, приводимый в действие сжатым воздухом для вращения вала двигателя во время операции запуска.

Опционально, основная батарея и система SESS соединены электрически параллельно. В альтернативном варианте основная батарея и система SESS соединены электрически последовательно.

Опционально, система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы электрически отключать основную батарею от системы SESS и предотвращать подачу питания от основной батареи на устройство запуска двигателя во время операции запуска. Система управления может быть сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы предотвращать подачу питания от основной батареи на устройство запуска двигателя до замыкания проводящей цепи от системы SESS для подачи питания на устройство запуска двигателя.

Опционально, система управления может быть сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать вторую проводящую цепь для подачи питания от основной батареи, одновременно с системой SESS, на устройство запуска двигателя во время операции запуска.

Опционально, система запуска содержит пользовательское устройство ввода, которое электромеханически соединено с первым и вторым переключающими устройствами. Посредством ручной активации пользовательского устройства ввода управляют первым переключающим устройством для подключения системы SESS к системе управления, чтобы подавать питание в систему управления, и управляют вторым переключающим устройством для отключения основной батареи от системы управления.

Опционально, система управления также содержит один или более датчиков, сконфигурированных для контроля напряжения основной батареи. Система управления может быть сконфигурирована для управления переключающими устройствами во время запуска двигателя так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи питания от системы SESS на устройство запуска двигателя, в ответ на определение на основе сигналов датчиков, генерируемых одним или более датчиками, того, что напряжение основной батареи ниже установленного порогового значения и/или произошло чрезмерное уменьшение напряжения основной батареи во время предыдущей операции запуска.

Опционально, система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи питания от системы SESS на устройство запуска двигателя во время операции запуска в качестве периодической проверки работоспособности системы SESS.

Опционально, система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи питания от системы SESS на устройство запуска двигателя, в ответ на определение того, что в системе SESS доступное количество электрической энергии для питания устройства запуска больше, чем в основной батарее.

Опционально, система SESS электрически соединена с основной батареей через цепь заряда. Цепь заряда содержит резистор, который сконфигурирован таким образом, чтобы пассивно ограничивать ток заряда, подаваемый в SESS во время зарядки. Система управления может быть сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы отключать резистор в том случае, если разность напряжений основной батареи и системы SESS превышает установленное пороговое значение. В цепи заряда может быть установлен диод, сконфигурированный таким образом, чтобы блокировать прохождение электрического тока от системы SESS к основной батарее.

Опционально, система управления сконфигурирована для контроля длительности операции зарядки, включающей подачу электрического тока от основной батареи к системе SESS по цепи заряда. Система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы размыкать цепь заряда и предотвращать подачу электрического тока от основной батареи, в ответ на то, что упомянутая длительность превышает установленный временной предел.

Опционально, система управления также содержит один или более датчиков, сконфигурированных

для контроля напряжения основной батареи. Система управления может быть сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь от основной батареи к системе SESS для отвода избыточного электрического тока от основной батареи в систему SESS, в ответ на то, что во время зарядки напряжение основной батареи превышает установленное пороговое значение.

В одном или более вариантах осуществления изобретения предлагается способ запуска двигателя, который включает управление, посредством системы управления, переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS на устройство запуска двигателя транспортного средства для вращения вала двигателя во время операции запуска. Система SESS сконфигурирована для размещения на транспортном средстве и электрического подключения через переключающие устройства к основной батарее и устройству запуска двигателя. Способ включает управление переключающими устройствами так, чтобы размыкать упомянутую проводящую цепь и предотвращать подачу электрического тока от системы SESS после завершения операции запуска двигателя.

Опционально, способ также включает управление переключающими устройствами для удержания системы SESS в электрически изолированном состоянии за исключением времени операции запуска двигателя и управление переключающими устройствами для удержания системы SESS в электрически изолированном состоянии за исключением времени операции зарядки системы SESS.

Опционально, способ также включает управление переключающими устройствами для электрического отключения основной батареи от системы SESS и предотвращения подачи питания от основной батареи на устройство запуска двигателя во время операции запуска. Способ может также включать управление переключающими устройствами для предотвращения подачи электрического тока от основной батареи до замыкания проводящей цепи для подачи электрического тока от системы SESS.

Опционально, способ также включает управление переключающими устройствами для замыкания второй проводящей цепи для подачи питания от основной батареи, одновременно с системой SESS, на устройство запуска двигателя во время операции запуска.

Опционально, способ также включает прием сигналов датчиков, генерируемых одним или более датчиками, которые контролируют основную батарею. Переключающими устройствами управляют таким образом, чтобы они замыкали проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS во время операции запуска двигателя, в ответ на определение, посредством системы управления на основе сигналов датчиков, того, что напряжение основной батареи ниже установленного порогового значения и/или произошло чрезмерное уменьшение напряжения основной батареи во время предыдущей операции запуска.

Опционально, способ также включает пассивное ограничение электрического тока, подаваемого в систему SESS во время зарядки, с помощью резистора в цепи заряда, которая электрически соединяет систему SESS с основной батареей. Способ может включать управление переключающими устройствами для отключения резистора в том случае, если разность напряжений основной батареи и системы SESS превышает установленное пороговое значение.

Опционально, способ также включает контроль длительности операции зарядки, включающей подачу электрического тока от основной батареи в систему SESS по цепи заряда, и управление переключающими устройствами для размыкания цепи заряда и предотвращения подачи электрического тока от основной батареи в ответ на то, что упомянутая длительность превысила установленный временной предел.

Опционально, способ также включает прием сигналов датчиков, генерируемых одним или более датчиками, которые контролируют основную батарею. Способ может включать управление переключающими устройствами для замыкания цепи заряда между основной батареей и системой SESS для отвода избыточного электрического тока от основной батареи к системе SESS в том случае, если на основе сигналов датчиков определено, что во время зарядки напряжение основной батареи превышает установленное пороговое значение.

В одном или более вариантах осуществления изобретения предусмотрена система подачи мощности, содержащая двигатель, генератор переменного тока, основную батарею, систему SESS и систему управления. Двигатель содержит вал двигателя и сконфигурирован для размещения на транспортном средстве. Генератор переменного тока механически связан с валом двигателя. Основная батарея электрически соединена с генератором переменного тока по меньшей мере через первое переключающее устройство. Система SESS электрически соединена с генератором переменного тока по меньшей мере через второе переключающее устройство. Система управления сконфигурирована для замыкания второго переключающего устройства для образования проводящей цепи между системой SESS и генератором переменного тока, чтобы обеспечивать подачу электрического тока от системы SESS на генератор переменного тока для вращения вала двигателя во время операции запуска. Кроме того, система управления сконфигурирована для размыкания второго переключающего устройства после завершения запуска двигателя для разрыва упомянутой проводящей цепи.

Опционально, основная батарея электрически соединена с системой управления через первое пере-

ключающее устройство, а система SESS электрически соединена с системой управления через второе переключающее устройство. Опционально, система подачи мощности содержит пользовательское устройство ввода, которое электромеханически соединено с первым и вторым переключающими устройствами. При ручной активации пользовательского устройства ввода второе переключающее устройство замыкается, а первое переключающее устройство размыкается для подачи электрического тока от системы SESS в систему управления в течение установленного периода времени. Опционально, система управления сконфигурирована для размыкания второго переключающего устройства и замыкания первого переключающего устройства через установленный период времени после ручной активации пользовательского устройства ввода для электрического подключения основной батареи к системе управления для питания системы управления от основной батареи без использования системы SESS.

Используемые в настоящем документе термины "процессор" и "компьютер", а также связанные с ними термины, например, "устройство обработки", "вычислительное устройство" и "контроллер" не ограничены только интегральными схемами, которые в данной области техники называются компьютером, но также относятся к микроконтроллеру, микрокомпьютеру, программируемому логическому контроллеру (PLC, programmable logic controller), программируемой вентиляционной матрице, специализированной интегральной схеме и другим программируемым схемам. В качестве памяти может использоваться, например, машиночитаемый носитель. Машиночитаемым носителем может быть, например, оперативная память с произвольным доступом (RAM, random-access memory), энергонезависимый машиночитаемый носитель, например флэш-память. Термин "машиночитаемый носитель" означает устройство на базе компьютера, предназначенное для краткосрочного и долгосрочного хранения информации, например машиночитаемых инструкций, структур данных, программных модулей и подмодулей или других данных в любом устройстве. Поэтому описанные в настоящем документе способы могут кодироваться в виде исполняемых инструкций, записанных на машиночитаемом носителе, в том числе устройстве хранения данных и/или запоминающем устройстве. При выполнении таких инструкций процессор реализует по меньшей мере часть описанных здесь способов. По существу, этот термин может означать машиночитаемые носители, включая, не ограничиваясь этим, физические компьютерные запоминающие устройства, в том числе энергонезависимые и энергонезависимые носители, а также съемные и несъемные носители, например встроенное программное обеспечение, физические и виртуальные хранилища, CD-ROM, DVD и другие цифровые источники, такие как сеть или Интернет.

Если иное явно не следует из контекста, термины, употребляемые в единственном числе, подразумевают возможность их употребления и во множественном числе. Слово "опционально" означает, что описываемое далее событие или обстоятельство может как иметь место, так и не иметь места и что описание может предусматривать как примеры, когда это событие имеет место, так и примеры, когда оно не имеет места. Используемые в настоящем описании и формуле изобретения приблизительные формулировки применяются для изменения количественного представления, которые допустимо менять без изменения основной функции, с которой они могут быть связаны. Соответственно, величина, сопровождаемая такими понятиями, как "около", "по существу" и "приблизительно", может не ограничиваться точно указанным значением. По меньшей мере в некоторых случаях приблизительные формулировки могут отражать точность прибора для измерения данной величины. В описании и формуле изобретения границы диапазонов могут объединяться и/или заменяться, такие диапазоны могут быть определены и могут включать все содержащиеся в них поддиапазоны, если контекст или формулировка не указывают на иное.

Примеры, используемые в настоящем описании, предназначены для раскрытия вариантов осуществления изобретения, включая предпочтительный вариант, а также для того, чтобы специалист в данной области техники мог осуществить изобретение на практике, включая изготовление и использование любых устройств или систем и выполнение любых соответствующих способов. Формула изобретения определяет объем изобретения и содержит другие примеры, которые могут быть понятны специалистам в данной области техники. Предполагается, что такие примеры находятся в пределах сущности формулы изобретения, если они содержат структурные элементы, которые не отличаются от буквального изложения формулы изобретения, или если они содержат эквивалентные структурные элементы с несущественными отличиями от буквального изложения формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система запуска двигателя, содержащая:

вспомогательную систему аккумуляции энергии (SESS), которая сконфигурирована для размещения на транспортном средстве и электрического подключения через переключающие устройства к основной батарее и устройству запуска двигателя транспортного средства; и

систему управления, сконфигурированную для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи электрического тока от системы SESS на устройство запуска двигателя для вращения вала двигателя во время операции запуска двигателя, и, в ответ на успешную операцию запуска двигателя, сконфигурированную для управления переключающими устройствами

так, чтобы размыкать упомянутую проводящую цепь для предотвращения подачи электрического тока от системы SESS после завершения операции запуска двигателя.

2. Система по п.1, в которой система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы поддерживать систему SESS в электрически изолированном состоянии, за исключением времени операции запуска двигателя, времени операции зарядки системы SESS и установленного периода времени после получения питания от системы SESS в ответ на активацию пользовательского устройства ввода.

3. Система по п.1, также содержащая устройство запуска двигателя, представляющее собой генератор переменного тока, установленный на транспортном средстве, при этом во время операции запуска двигателя электрический ток от системы SESS подается на генератор переменного тока.

4. Система по п.1, также содержащая устройство запуска двигателя, которое представляет собой пневматический пусковой привод, приводимый в действие сжатым воздухом для вращения вала двигателя во время операции запуска двигателя.

5. Система по п.1, в которой система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы электрически отключать основную батарею от системы SESS и предотвращать подачу питания от основной батареи на устройство запуска двигателя во время операции запуска.

6. Система по п.1, в которой система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать вторую проводящую цепь для подачи питания от основной батареи, одновременно с системой SESS, на устройство запуска двигателя во время операции запуска.

7. Система по п.1, также содержащая пользовательское устройство ввода, которое электромеханически соединено с первым и вторым переключающими устройствами из упомянутых переключающих устройств, причем ручная активация пользовательского устройства ввода управляет первым переключающим устройством для подключения системы SESS к системе управления для подачи питания в систему управления и управляет вторым переключающим устройством для отключения основной батареи от системы управления.

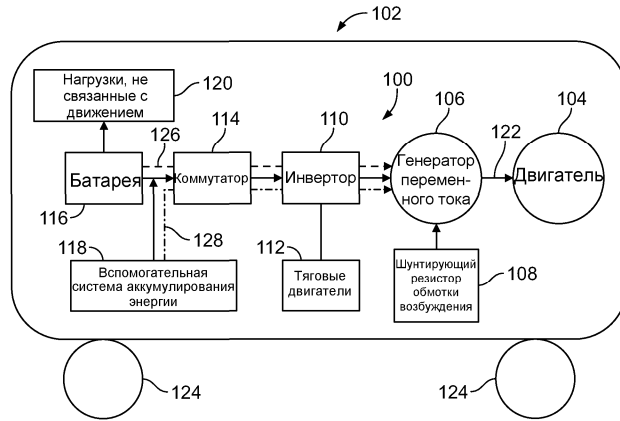
8. Система по п.1, в которой система управления также содержит один или более датчиков, сконфигурированных для контроля напряжения основной батареи; и система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи питания от системы SESS на устройство запуска двигателя, в ответ на определение, на основе сигналов, генерируемых одним или более датчиками, того, что напряжение основной батареи ниже установленного порогового значения и/или произошло чрезмерное уменьшение напряжения основной батареи во время предыдущей операции запуска двигателя.

9. Система по п.1, в которой система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь для подачи питания от системы SESS на устройство запуска двигателя, в ответ на определение, что в системе SESS доступное количество электрической энергии для питания устройства запуска двигателя больше, чем в основной батарее.

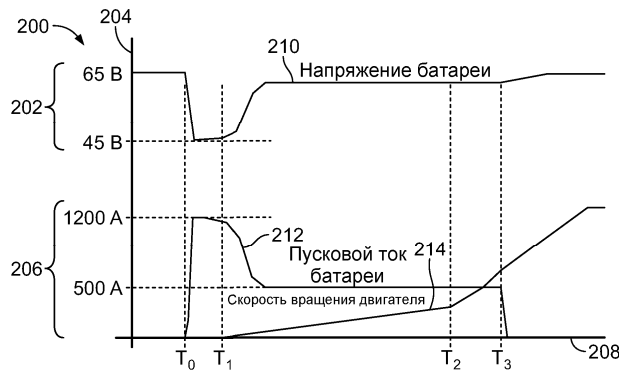
10. Система по п.1, в которой система управления сконфигурирована для контроля длительности операции зарядки, включающей подачу электрического тока от основной батареи в систему SESS по цепи заряда, и сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы размыкать цепь заряда и предотвращать подачу электрического тока от основной батареи, в ответ на то, что упомянутая длительность превысила установленный временной предел.

11. Система по п.1, в которой система управления также содержит один или более датчиков, сконфигурированных для контроля напряжения основной батареи; и, в ответ на то, что напряжение основной батареи превышает установленное пороговое напряжение во время операции зарядки, система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замыкать проводящую цепь от основной батареи к системе SESS для подачи избыточного электрического тока от основной батареи в систему SESS.

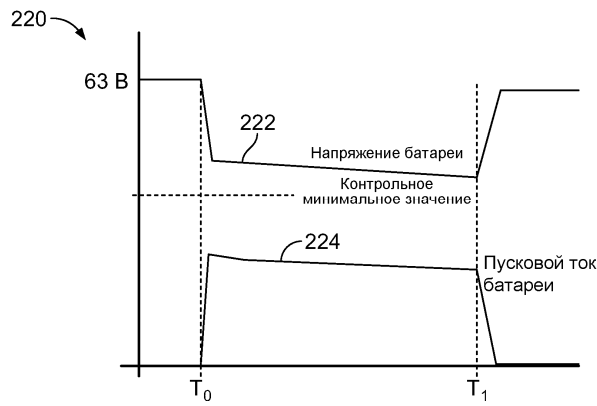
12. Система по п.1, в которой, в ответ на успешную операцию запуска двигателя, система управления сконфигурирована для управления переключающими устройствами так, чтобы замкнуть вторую проводящую цепь или удерживать вторую проводящую цепь в замкнутом состоянии, чтобы вызвать разряд основной батареи для питания по меньшей мере большинства нагрузок транспортного средства в то время как двигатель работает, а SESS находится в электрически изолированном состоянии.



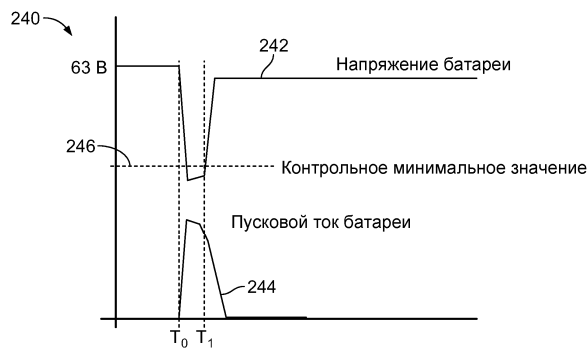
Фиг. 1



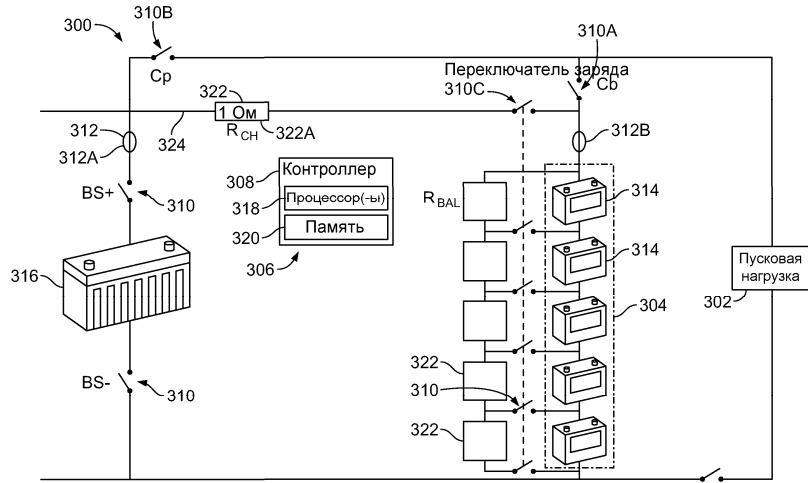
Фиг. 2



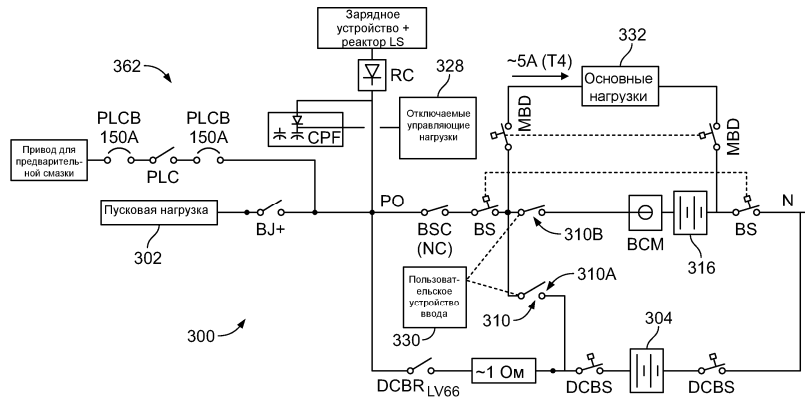
Фиг. 3



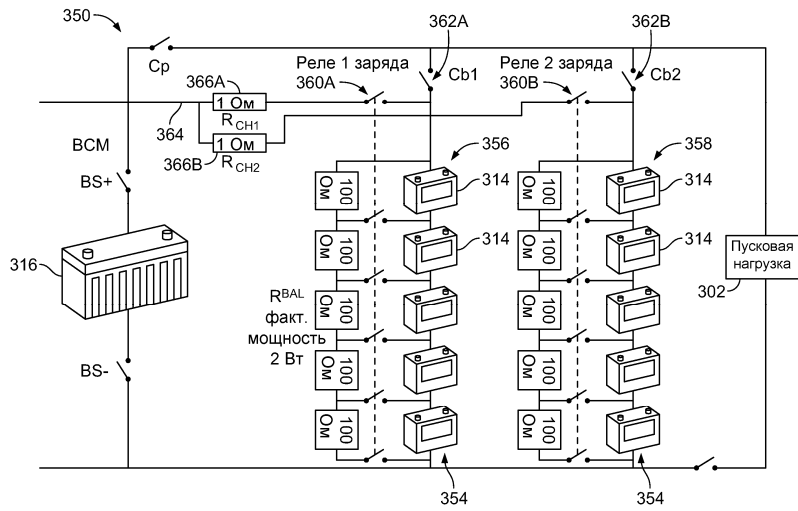
Фиг. 4



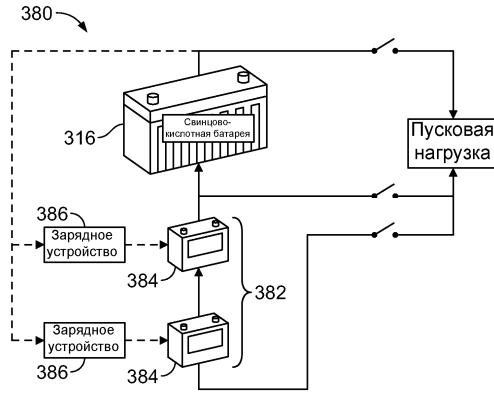
Фиг. 5



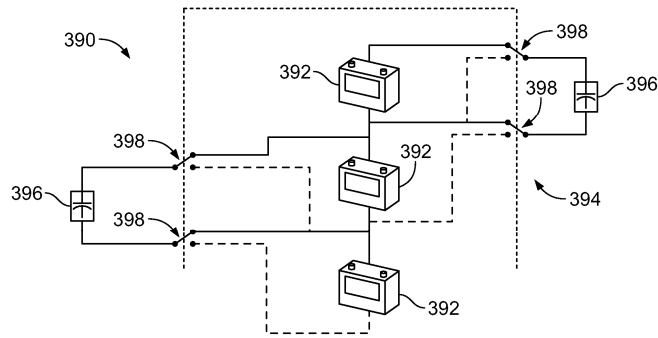
Фиг. 6



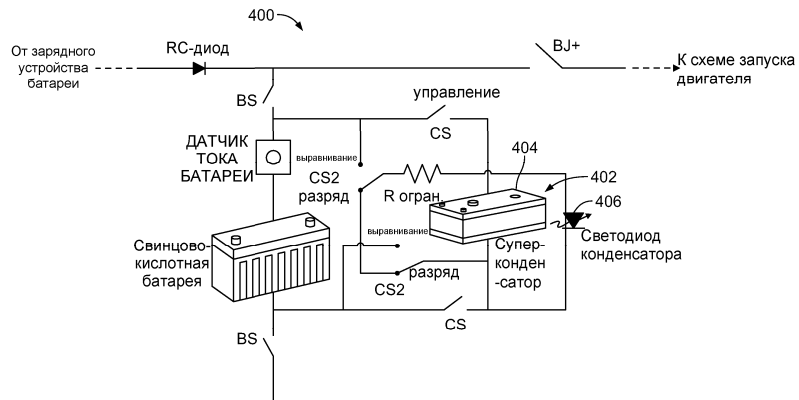
Фиг. 7



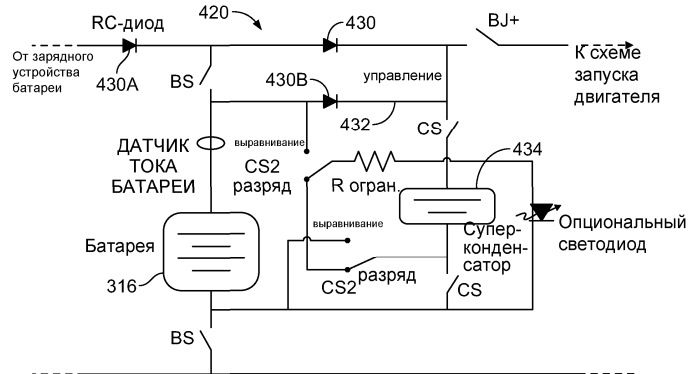
Фиг. 8



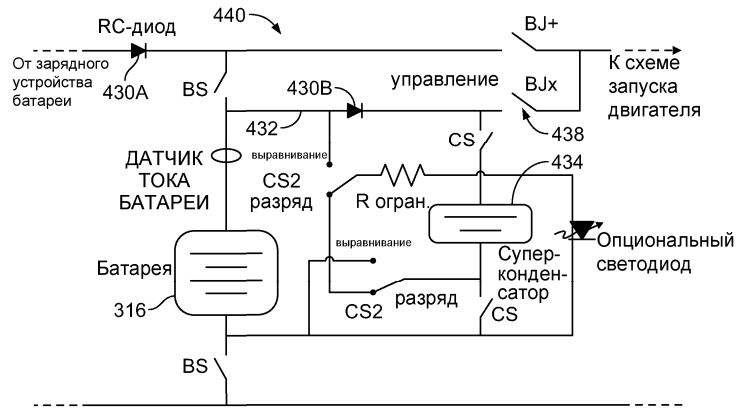
Фиг. 9



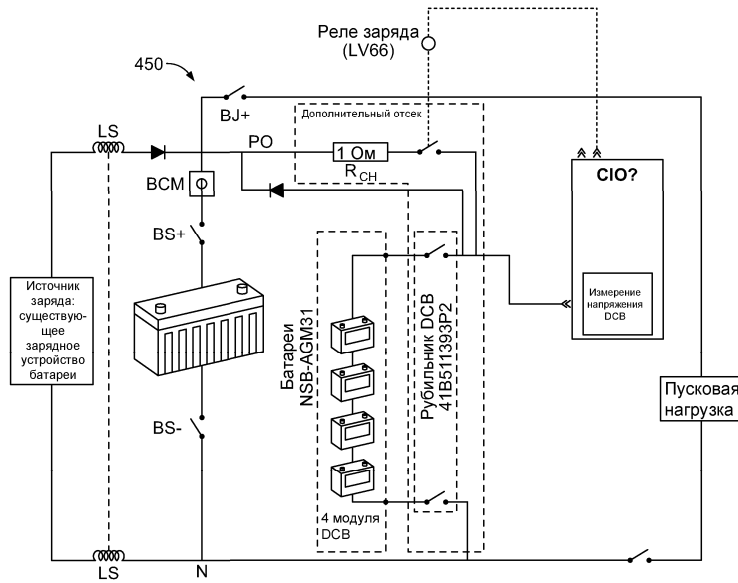
Фиг. 10



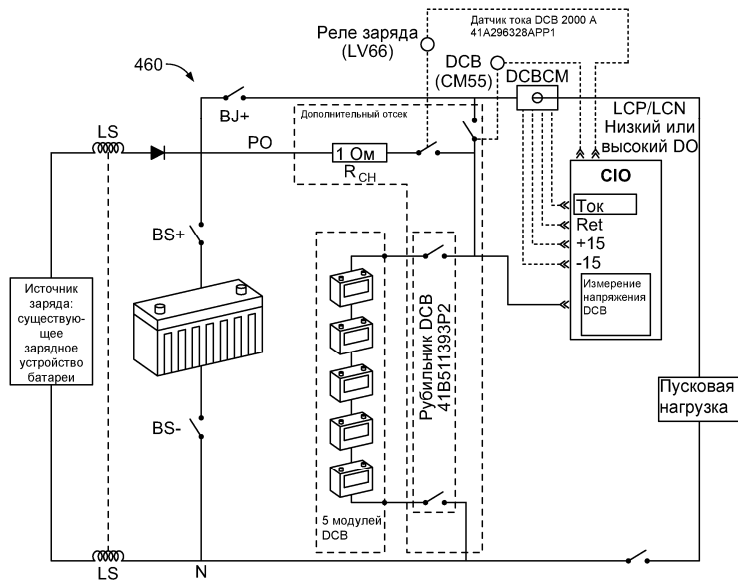
Фиг. 11



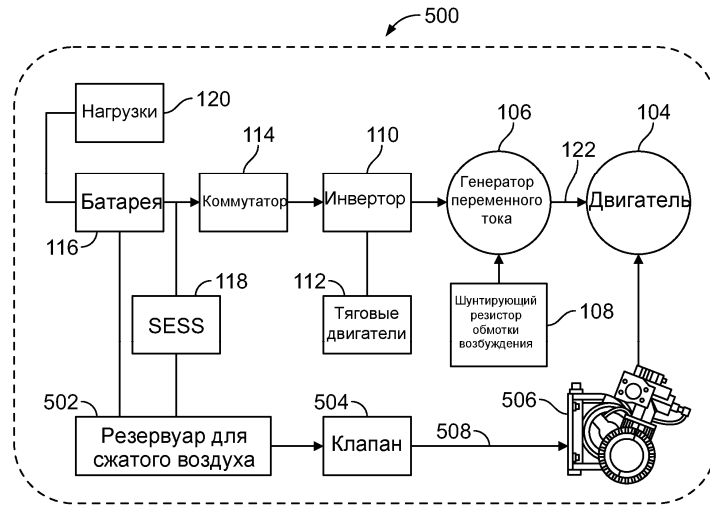
Фиг. 12



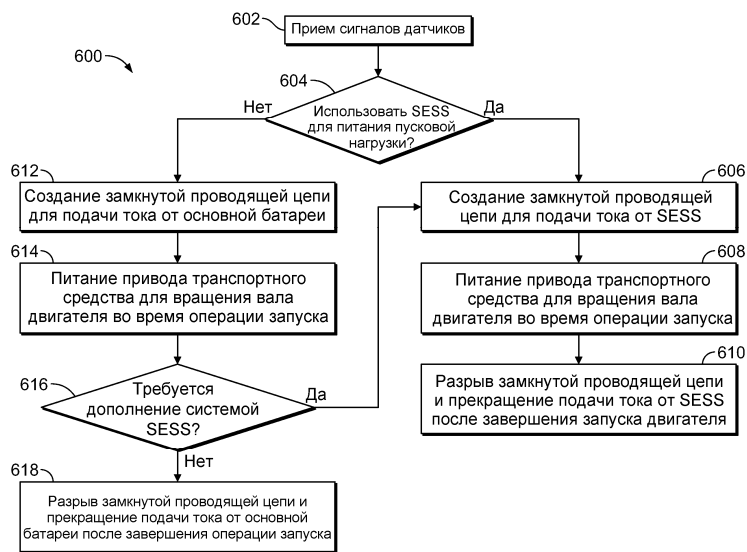
Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16

