



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012135058/07, 16.08.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.08.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2012

(43) Дата публикации заявки: 27.02.2014 Бюл. № 6

(45) Опубликовано: 10.04.2014 Бюл. № 10

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU2374740C2, 27.11.2009.  
CN101340099A, 07.01.2009.  
US2012153726A1, 21.06.2012

Адрес для переписки:

630083, г.Новосибирск, ул. Большевистская, 177,  
ООО "Системы постоянного тока", В.А.  
Колесникову

(72) Автор(ы):

Турнаев Сергей Сергеевич (RU),  
Жораев Тимур Юлдашевич (RU),  
Колесников Вячеслав Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Системы постоянного тока" (RU)

## (54) СИСТЕМА НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА БАЗЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ И СУПЕРКОНДЕНСАТОРА С ФУНКЦИЕЙ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЕТИ

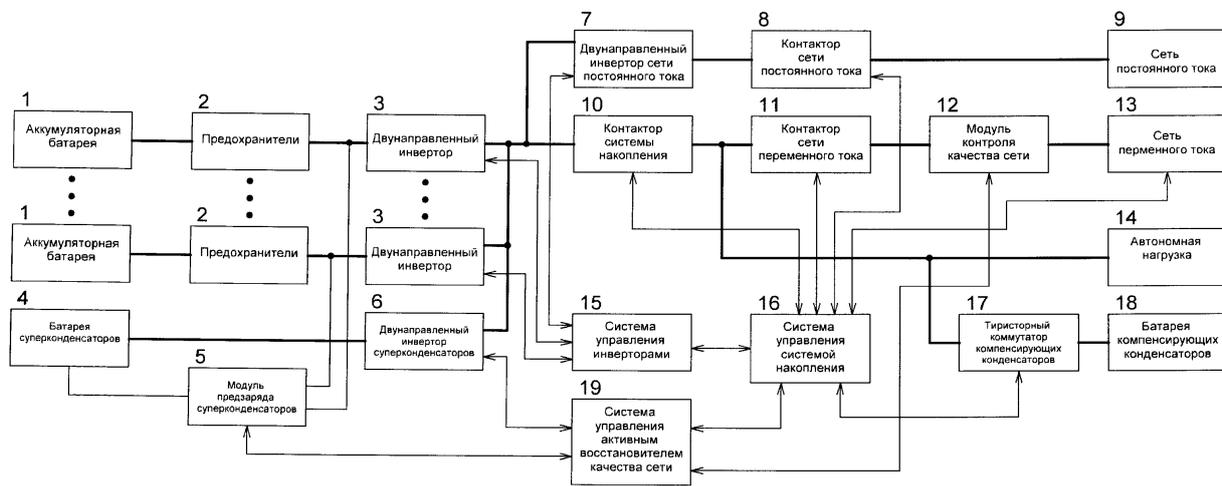
(57) Реферат:

Изобретение относится к преобразовательной технике и предназначено для создания накопителя электрической энергии, работающего на сеть. Технический результат - улучшение качества сетевого напряжения, компенсация искажений сети и искажений, вносимых подключенной к накопителю автономной нагрузкой, возможность бесперебойного питания нагрузки. Устройство содержит аккумуляторные батареи, предохранители, двунаправленные инверторы, систему управления инверторами, систему управления системой накопления, контактор

системы накопления, контактор сети переменного тока, сеть переменного тока, автономную нагрузку, батарею суперконденсаторов, двунаправленный инвертор суперконденсаторов, модуль предзаряда суперконденсаторов, двунаправленный инвертор сети постоянного тока, контактор сети постоянного тока, сеть постоянного тока, модуль контроля качества сети, систему управления активным восстановителем качества сети, тиристорный коммутатор компенсирующих конденсаторов, батарею компенсирующих конденсаторов. 1 ил.

RU 2 512 880 С 2

RU 2 512 880 С 2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H02J 7/02* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012135058/07, 16.08.2012

(24) Effective date for property rights:  
16.08.2012

Priority:

(22) Date of filing: 16.08.2012

(43) Application published: 27.02.2014 Bull. № 6

(45) Date of publication: 10.04.2014 Bull. № 10

Mail address:

630083, g.Novosibirsk, ul. Bol'shevistskaja, 177, OOO  
"Sistemy postojannogo toka", V.A. Kolesnikovu

(72) Inventor(s):

**Turnaev Sergej Sergeevich (RU),  
Zhoraev Timur Juldashevich (RU),  
Kolesnikov Vjacheslav Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvenost'ju  
"Sistemy postojannogo toka" (RU)**

(54) **ELECTRIC ENERGY ACCUMULATION SYSTEM BASED ON ACCUMULATOR BATTERIES AND SUPERCAPACITOR WITH NETWORK ENHANCEMENT FUNCTION**

(57) Abstract:

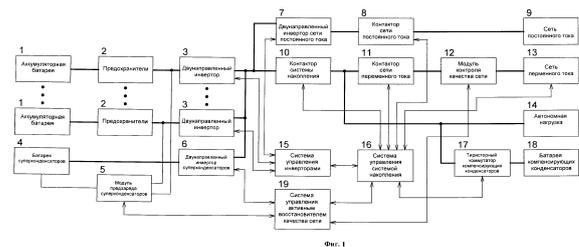
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: invention relates to converting equipment and purposed for manufacturing of electric energy accumulation system operated in the network. The device contains accumulator batteries, fuses, bidirectional inverters, inverter control system, system for accumulation system control, contactor switch of accumulation system, contactor switch of AC network, AC network, self-sustained load, bank of supercapacitors, bidirectional inverter of supercapacitors, supercapacitors precharge module, bidirectional inverter of DC network, contactor switch of DC network, DC network, network quality control module, control system for active restoration of network quality, thyristor switch of bal-

ancing capacitors, bank of balancing capacitors.

EFFECT: improving quality of the network voltage, compensation of network distortions and distortions introduced by self-sustained load connected to the accumulator, uninterrupted power supply for the load.

1 dwg



RU 2 512 880 C2

RU 2 512 880 C2

Устройство относится к преобразовательной технике и может использоваться в сетях переменного и постоянного тока для обеспечения сглаживания пиков потребления электрической энергии, улучшения качества сетевого напряжения, обеспечения круглосуточной работы альтернативных источников энергии, таких как ветроэлектростанции, солнечные батареи, обеспечения бесперебойного питания автономной нагрузки.

Известно большое количество различных схем систем накопления, например динамический восстановитель напряжения последовательного типа, на базе гибридной накопительной установки, содержащей суперконденсатор и аккумулятор /1/. В этом восстановителе качества сети используется принцип последовательной компенсации, который позволяет повысить качество напряжения, питающего локальную нагрузку. Недостаток такого схемного решения заключается в отсутствии возможности работы без сетевого напряжения и в отсутствие режима работы от сети в двунаправленном режиме.

Известно также устройство гибридный накопитель электрической энергии для солнечной электростанции /2/. В этом устройстве используется принцип работы накопителя параллельно с солнечной батареей. Недостатком этого известного устройства является наличие сразу трех преобразователей, включенных последовательно, что в большинстве случаев не позволяет получить высокий КПД системы в целом, а параллельная работа по звену постоянного тока существенно сужает возможности применения такого накопителя с другими видами альтернативных источников энергии.

Наиболее близким аналогом к предлагаемому устройству является система накопления для альтернативной энергетики /3/. В этом устройстве-прототипе используется модульный принцип построения мощной системы накопления из систем накопления меньшей мощности, объединение и согласование работы накопителей осуществляется под управлением отдельной системы управления системой накопления. Дополнительно в этом устройстве присутствует возможность работы накопителя в режиме источника бесперебойного питания на автономную нагрузку.

Недостаток этого устройства заключается в том, что в нем отсутствует возможность подключения к сети постоянного тока. Также отсутствует режим работы накопителя в качестве активного компенсатора качества сетевого напряжения.

Задача изобретения - создание системы накопления электрической энергии, позволяющей работать с сетями переменного и постоянного тока, с возможностью улучшения формы сетевого напряжения, компенсации реактивной составляющей токов сети, возможностью устранения влияния автономной нагрузки на внешнюю сеть.

Предлагаемая система накопления электрической энергии на базе аккумуляторных батарей и суперконденсатора с функцией улучшения качества сети, содержащая аккумуляторные батареи, предохранители, двунаправленные инверторы, систему управления инверторами, систему управления системой накопления, контактор системы накопления, контактор сети переменного тока, сеть переменного тока, автономную нагрузку, отличается тем, что добавлены батарея суперконденсаторов, двунаправленный инвертор суперконденсаторов, модуль предзаряда суперконденсаторов, двунаправленный инвертор сети постоянного тока, контактор сети постоянного тока, сеть постоянного тока, модуль контроля качества сети, система управления активным восстановителем качества сети, тиристорный коммутатор компенсирующих конденсаторов, батарея компенсирующих конденсаторов, причем батарея суперконденсаторов подключена к двунаправленному инвертору суперконденсаторов

и к модулю предзаряда суперконденсаторов, модуль предзаряда суперконденсаторов  
подключен к каждой аккумуляторной батарее и к системе управления активным  
восстановителем качества сети, двунаправленный инвертор суперконденсаторов  
подключен к контактору системы накопления и к системе управления активным  
5 восстановителем качества сети, которая подключена к системе управления системой  
накопления и к модулю контроля качества сети, который подключен к контактору  
сети переменного тока и к сети переменного тока, батарея компенсирующих  
конденсаторов подключена к тиристорному коммутатору компенсирующих  
конденсаторов, который подключен к контактору сети переменного тока и к системе  
10 управления системой накопления, двунаправленный инвертор сети постоянного тока  
подключен к контактору системы накопления, системе управления инверторами и к  
контактору сети постоянного тока, который подключен к сети постоянного тока и к  
системе управления системой накопления.

При поиске аналогичных запатентованных устройств не выявлено технических  
15 решений с эквивалентными заявляемому сетевому накопителю электрической энергии  
признаками. Таким образом, предлагаемое устройство соответствует критерию научной  
новизны.

Принципиальным отличием предлагаемой системы накопления электрической энергии  
является наличие суперконденсатора, работающего совместно с аккумуляторными  
20 батареями и позволяющего сглаживать кратковременные провалы и улучшать качество  
 сетевого напряжения без повышения уровня пульсаций тока в аккумуляторных батареях.  
Применение суперконденсатора позволяет увеличить ресурс аккумуляторной батареи,  
за счет уменьшения количества коротких циклов заряда и разряда. Дополнительно  
накопитель снабжен батареей компенсирующих конденсаторов, позволяющих  
25 компенсировать часть реактивной мощности в сети без необходимости чрезмерно  
нагружать основные преобразователи накопителя реактивным током. Кроме того,  
батарея компенсирующих конденсаторов позволяет существенно повысить качество  
выходного напряжения в автономном режиме для питания критичной к питающему  
напряжению нагрузки.

30 На фиг.1 изображена общая схема предлагаемого устройства, где 1 - аккумуляторные  
батареи, 2 - предохранители, 3 - двунаправленные инверторы, 4 - батарея  
суперконденсаторов, 5 - модуль предзаряда суперконденсаторов, 6 - двунаправленный  
инвертор суперконденсаторов, 7 - двунаправленный инвертор сети постоянного тока,  
8 - контактор сети постоянного тока, 9 - сеть постоянного тока, 10 - контактор системы  
35 накопления, 11 - контактор сети переменного тока, 12 - модуль контроля качества сети,  
13 - сеть переменного тока, 14 - автономная нагрузка, 15 - система управления  
инверторами, 16 - система управления системой накопления, 17 - тиристорный  
коммутатор компенсирующих конденсаторов, 18 - батарея компенсирующих  
конденсаторов, 19 - система управления активным восстановителем качества сети.

40 Аккумуляторные батареи 1 являются основным источником накопленной  
электрической энергии. Они служат для обеспечения электроснабжения в периоды  
нехватки электрической энергии в сети. Зарядка аккумуляторных батарей происходит  
в периоды, когда в сети есть избыток электрической энергии, и в периоды, когда цена  
киловатт-часа минимальна.

45 Двунаправленные инверторы 3 формируют из меняющегося постоянного напряжения  
аккумуляторных батарей переменное напряжение требуемой амплитуды и частоты,  
поступающее на общую шину двунаправленных инверторов.

Батарея суперконденсаторов 4 позволяет сглаживать кратковременные пики

потребления и связанные с этим провалы в сетевом напряжении. Кроме того, батарея суперконденсаторов используется для улучшения формы ЭДС сетевого напряжения и при необходимости для компенсации формы потребляемого автономной нагрузкой тока из сети.

5 Двухнаправленный инвертор 6 обеспечивает преобразование электрической энергии батареи суперконденсаторов в электроэнергию переменного тока, поступающую на общую шину двухнаправленных инверторов.

Модуль предзаряда суперконденсаторов 5 используется для предварительного заряда батареи суперконденсаторов до минимального рабочего напряжения двухнаправленного инвертора суперконденсаторов, обусловленного особенностями работы подключенных к сети инверторов и активных выпрямителей. Источником для осуществления предзаряда являются аккумуляторные батареи.

Модуль контроля качества сети 12 производит слежение за сетевым током и напряжением, сигналы с этого модуля используются системой управления активным восстановителем качества сети.

Система управления активным восстановителем качества сети 19 обеспечивает задание необходимых алгоритмов управления двухнаправленному инвертору суперконденсаторов для обеспечения компенсации возмущающих воздействий в сети и в автономной нагрузке. Эта система управления следит за быстрыми изменениями в сетевом напряжении и токе автономной нагрузки с целью отработки этих изменений и продления срока службы аккумуляторных батарей за счет уменьшения пульсации токов в аккумуляторах и уменьшения количества быстрых циклов заряда/разряда.

Батарея компенсирующих конденсаторов 18 служит для повышения качества выходного напряжения инверторов при работе на автономную нагрузку в режиме источника бесперебойного питания, обеспечивая сглаживание широтно-импульсно модулированного напряжения инверторов, и может использоваться для компенсации индуктивной нагрузки в сети с целью повышения КПД генераторов сетевых электростанций.

Тиристорный коммутатор компенсирующих конденсаторов 17 используется для подключения и отключения компенсирующих конденсаторов в момент перехода кривой тока через ноль, чтобы исключить броски тока, возникающие при включении конденсаторов на сеть в произвольные моменты времени.

Двухнаправленный инвертор сети постоянного тока 7 может использоваться для обеспечения бесперебойной работы сетей постоянного тока и обеспечения компенсации провалов в напряжении этих сетей.

Контактор сети постоянного тока 8 обеспечивает подключение двухнаправленного инвертора сети постоянного тока к сети постоянного тока. Контактор управляется от системы управления системой накопления.

Контактор системы накопления 10 осуществляет подключение общей шины двухнаправленных инверторов к автономной нагрузке и контактору сети переменного тока. Контактор управляется системой управления системой накопления.

Контактор сети переменного тока 11 осуществляет подключение системы накопления и автономной нагрузки к сети переменного тока. Контактор управляется системой управления системой накопления.

Система управления инверторами 15 осуществляет формирование сигналов задания для двухнаправленных инверторов, обеспечивая их параллельную работу и равномерное использование аккумуляторных батарей всех инверторов.

Система управления системой накопления 16 осуществляет контроль и управление

всеми инверторами и контакторами, формирует общие сигналы задания для двунаправленных инверторов с целью отработки быстрых и медленных возмущающих воздействий в сети и автономной нагрузке, а также для обеспечения режима циклирования аккумуляторных батарей.

5 Система накопления работает следующим образом.

При детектировании нехватки электроэнергии в сети переменного тока система управления системой накопления осуществляет передачу сигнала задания на выдачу энергии в сеть системе управления инверторами, которая в свою очередь распределяет сигнал задания на требуемую мощность между двунаправленными инверторами всех  
10 батарей, обеспечивая равномерную загрузку инверторов и оптимальный режим работы аккумуляторных батарей.

В случае детектирования провала сетевого напряжения система управления системой накопления посылает сигнал на компенсацию этого провала системе управления активным восстановителем качества сети, который осуществляет подачу сигналов задания двунаправленному инвертору суперконденсаторов, компенсирующих возникший  
15 провал без изменения режима работы двунаправленных инверторов аккумуляторных батарей.

Система управления активным восстановителем качества сети следит за формой потребляемого автономной нагрузкой тока из сети и в случае потребления тока  
20 несинусоидальной формы посылает двунаправленному инвертору суперконденсаторов сигнал задания, обеспечивающий компенсацию потребляемого от сети тока, делая его синусоидальным, с коэффициентом мощности, близким к единице.

Двунаправленный инвертор сети постоянного тока дает возможность повысить качество напряжения в сетях постоянного тока за счет стабилизации этого напряжения  
25 на номинальном уровне, дополнительно обеспечивает резервирование и бесперебойную работу сети постоянного тока.

При наличии в сети нагрузок, потребляющих индуктивный (отстающий по фазе) ток, система накопления подключает к сети батарею компенсирующих конденсаторов, создающих потребление из сети емкостного (опережающего по фазе) тока, с целью  
30 повышения коэффициента мощности сети и уменьшения загрузки генераторов сетевых электростаций реактивным током.

Рассмотрим пример работы системы накопления электрической энергии в качестве источника бесперебойного питания автономной нагрузки.

При возникновении отклонений в сетевом напряжении за заданные границы (в общем  
35 случае отклонение от требований ГОСТа) происходит отключение контактора сети переменного тока. Автономная нагрузка снабжается электроэнергией, получаемой от аккумуляторных батарей системы накопления, при этом происходит постоянный мониторинг качества сетевого напряжения, и в случае его соответствия установленным границам происходит обратный переход на работу от сетевого напряжения путем  
40 включения контактора сети переменного тока и зарядка аккумуляторных батарей. В некоторых случаях возможно подключение батареи компенсирующих конденсаторов к автономной нагрузке для улучшения формы напряжения автономной работы и компенсации индуктивных токов автономной нагрузки.

Таким образом, система накопления электрической энергии на базе аккумуляторных  
45 батарей и суперконденсаторов позволяет повысить стабильность энергосистемы и повысить качество напряжения в сети, обеспечивая благодаря применению суперконденсаторов активное восстановление формы сетевого напряжения, компенсацию потребляемого автономной нагрузкой несинусоидального тока и

увеличение ресурса дорогостоящих аккумуляторных батарей.

#### Источники информации

1. Патент CN 101340099 (A) - Super capacitor and accumulator hybrid energy-storing series type dynamic voltage restorer.

5 2. Патент CN 201887525 (U) - Hybrid energy storage system for photovoltaic power generation system.

3. Патент US 2012153726 (A1) - Energy storage system and method of controlling the same - прототип.

#### Формула изобретения

10 Система накопления электрической энергии на базе аккумуляторных батарей и суперконденсатора с функцией улучшения качества сети, содержащая аккумуляторные батареи, предохранители, двунаправленные инверторы, систему управления инверторами, систему управления системой накопления, контактор системы накопления,  
15 контактор сети переменного тока, сеть переменного тока, автономную нагрузку, отличающаяся тем, что добавлены батарея суперконденсаторов, двунаправленный инвертор суперконденсаторов, модуль предзаряда суперконденсаторов, двунаправленный инвертор сети постоянного тока, контактор сети постоянного тока, сеть постоянного тока, модуль контроля качества сети, система управления активным  
20 восстановителем качества сети, тиристорный коммутатор компенсирующих конденсаторов, батарея компенсирующих конденсаторов, причем батарея суперконденсаторов подключена к двунаправленному инвертору суперконденсаторов и к модулю предзаряда суперконденсаторов, модуль предзаряда суперконденсаторов  
25 подключен к каждой аккумуляторной батарее и к системе управления активным восстановителем качества сети, двунаправленный инвертор суперконденсаторов подключен к контактору системы накопления и к системе управления активным восстановителем качества сети, которая подключена к системе управления системой  
30 накопления и к модулю контроля качества сети, который подключен к контактору сети переменного тока и к сети переменного тока, батарея компенсирующих конденсаторов подключена к тиристорному коммутатору компенсирующих конденсаторов, который подключен к контактору сети переменного тока и к системе  
35 управления системой накопления, двунаправленный инвертор сети постоянного тока подключен к контактору системы накопления, системе управления инверторами и к контактору сети постоянного тока, который подключен к сети постоянного тока и к системе управления системой накопления.

40

45