



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015147925, 06.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.11.2015Дата регистрации:
18.12.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.11.2015

(43) Дата публикации заявки: 15.05.2017 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 18.12.2017 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

662972, Красноярский край, г. Железногорск,
ул. Ленина, 52, АО "ИСС", Е.А. Морозову

(72) Автор(ы):

Коротких Виктор Владимирович (RU),
Нестеришин Михаил Владленович (RU),
Опенько Сергей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Информационные
спутниковые системы" имени академика
М.Ф. Решетнёва" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2461101 C1, 10.09.2012. RU
2403656 C1, 10.11.2010. RU 2554105 C2,
27.06.2015. WO 2006075112 A1, 20.07.2006. JP
8185897 A, 16.07.1996.

(54) Способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания искусственного спутника Земли

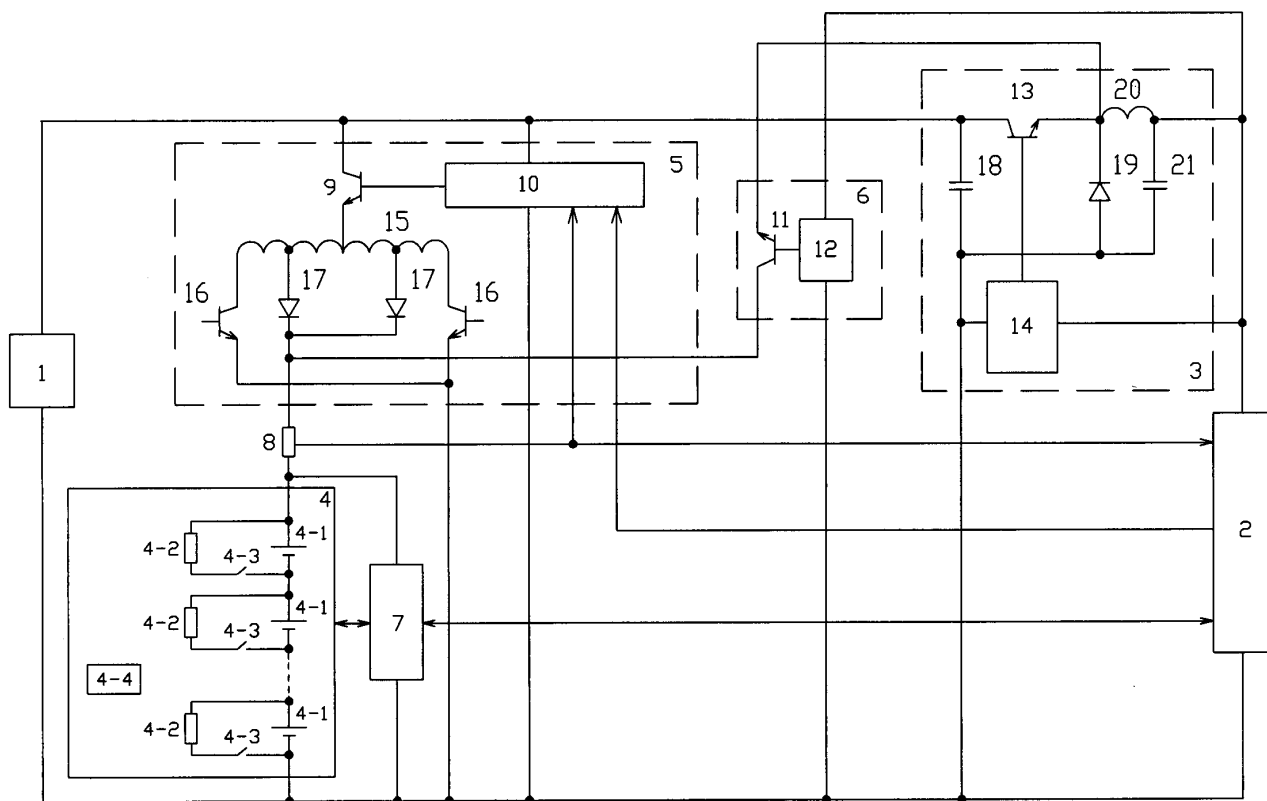
(57) Реферат:

Изобретение относится к электротехнической промышленности. Способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания искусственного спутника Земли (ИСЗ) заключается в контроле напряжения аккумуляторов, проведении зарядов, разрядов, периодической балансировке аккумуляторов по напряжению, проведении подзаряда и хранении в подзаряженном состоянии. Периодически

рассчитывается скорость разбалансировки аккумуляторов с максимальным и минимальным текущими напряжениями и максимальное время до проведения очередной балансировки аккумуляторов по напряжению, а балансировку проводят не позднее рассчитанного времени. Изобретение позволяет упростить способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания ИСЗ. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU
2 638 825
C2

RU
2 638 825
C2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015147925, 06.11.2015**(24) Effective date for property rights:
06.11.2015Registration date:
18.12.2017

Priority:

(22) Date of filing: **06.11.2015**(43) Application published: **15.05.2017** Bull. № 14(45) Date of publication: **18.12.2017** Bull. № 35

Mail address:

**662972, Krasnoyarskij kraj, g. Zheleznogorsk, ul.
Lenina, 52, AO "ISS", E.A. Morozovu**

(72) Inventor(s):

**Korotkikh Viktor Vladimirovich (RU),
Nesterishin Mikhail Vladlenovich (RU),
Openko Sergej Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aktsionernoe obshchestvo "Informatsionnye
sputnikovye sistemy" imeni akademika M.F.
Reshetneva" (RU)**(54) **METHOD FOR OPERATION OF LITHIUM-ION ACCUMULATOR BATTERY AS PART OF
AUTONOMOUS SYSTEM OF POWER SUPPLY OF ARTIFICIAL EARTH SATELLITE**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: method for operation of lithium-ion accumulator battery as a part of autonomous system of power supply of artificial earth satellite (AES) consists in control of accumulator voltage, performance of charging and discharging processes, periodic balancing of accumulators by voltage, performance of boost charging process and preservation in charged state. Periodically, the battery unbalance rate with the

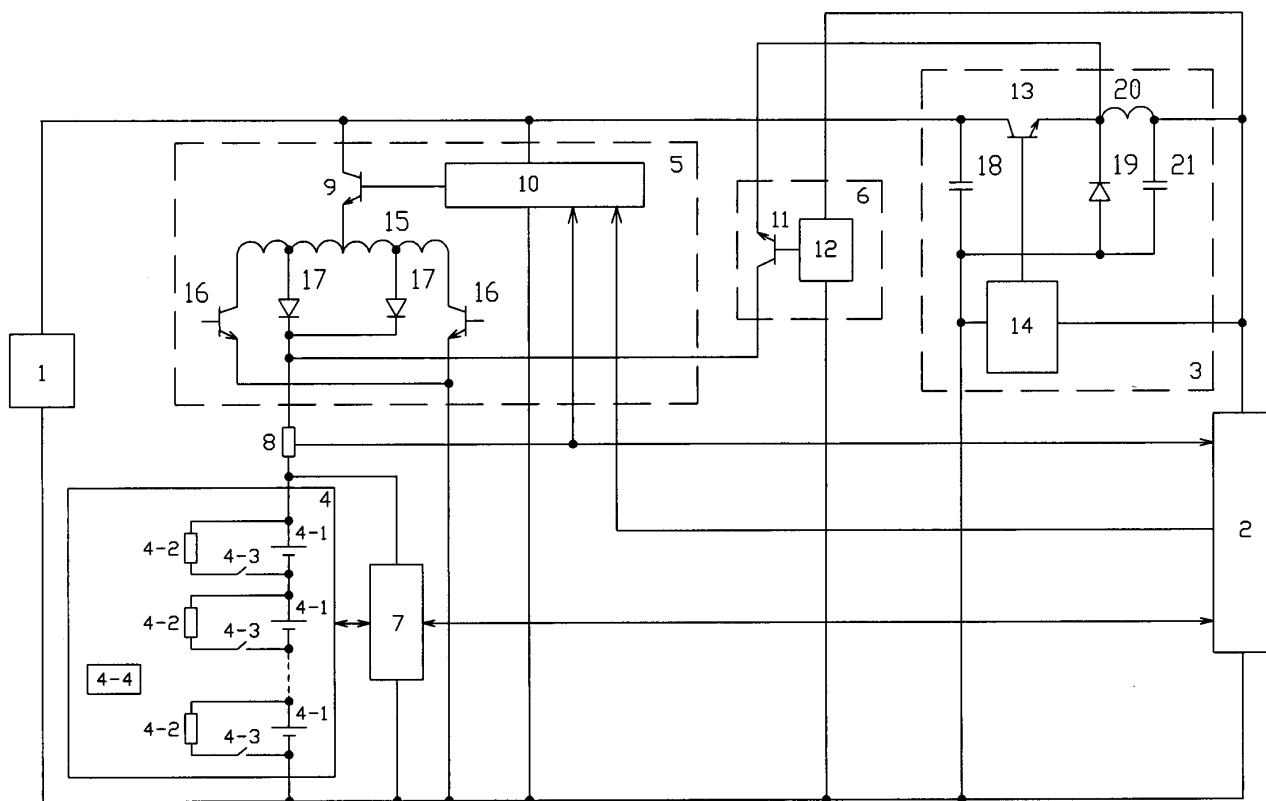
maximum and minimum current voltages and the maximum time before the next balancing of the batteries by voltage are calculated, and balancing is carried out not later than the calculated time.

EFFECT: invention allows to simplify the method for operation of lithium-ion accumulator battery as a part of autonomous system of power supply of artificial earth satellite.

2 cl, 1 dwg

R U
2 638 825
C 2

R U
2 638 825
C 2



Фиг. 1

Заявляемое изобретение относится к электротехнической промышленности и может быть использовано при разработке и эксплуатации литий-ионных аккумуляторных батарей в автономных системах электропитания искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Известен способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи, заключающийся в контроле напряжения аккумуляторов, ограничении заряда по максимальной величине напряжения аккумуляторов и проведении в процессе эксплуатации балансировки аккумуляторов по напряжению путем подзаряда аккумуляторов на резисторы до достижения их напряжением величины напряжения наиболее разряженного (наименее заряженного) аккумулятора («Батарея 6ЛИ-25, ЖЦПИ.563561.002 ПС», разработки и изготовления предприятия ОАО "Сатурн", г. Краснодар).

В известной литий-ионной аккумуляторной батарее 6ЛИ-25, согласно ЖЦПИ.563561.002 ПС, периодически контролируют напряжение аккумуляторов и, если разность поэлементных напряжений наиболее заряженного и наименее заряженного аккумуляторов превышает 25 мВ, проводят выравнивание аккумуляторов по емкости путем разряда более заряженных аккумуляторов на балансировочные резисторы до снижения отличия в напряжениях аккумуляторов не более 10 мВ.

Недостатком известного способа заряда литий-ионной аккумуляторной батареи является то, что проведение выравнивания аккумуляторов по емкости - процесс, связанный с достижением заранее установленной величины разбаланса по напряжению, усложняет эксплуатацию литий-ионной аккумуляторной батареи.

Наиболее близким техническим решением является «способ заряда литий-ионной аккумуляторной батареи в автономной системе электропитания (патент RU 2461101), заключающийся в проведении зарядов, хранении в заряженном состоянии, подзарядов, при необходимости, разрядов, контроле напряжения аккумуляторов и периодической балансировке аккумуляторов по напряжению путем выбора аккумулятора с наименьшим напряжением, подключения к оставшимся аккумуляторам индивидуальных разрядных резисторов, с последующим отключением соответствующих резисторов при достижении напряжения на соответствующих аккумуляторах уровня напряжения первоначально выбранного аккумулятора, отличающийся тем, что по завершении балансировки или в процессе ее проведения дополнительно проводят упреждающую разбалансировку аккумуляторов по напряжению относительно напряжения первоначально выбранного аккумулятора.

Этот способ принят за прототип заявляемому изобретению.

Недостатком известного способа эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи является то, что процесс начала проведения балансировки аккумуляторов не определен во времени, что усложняет эксплуатацию литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания ИСЗ. При работе аккумуляторной батареи в составе ИСЗ не всегда есть возможность проведения профилактических работ с ней, необходимо выбирать приемлемый для этого промежуток времени.

Задачей заявляемого изобретения является упрощение способа эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания ИСЗ.

Поставленная задача решается тем, что при проведении зарядов, разрядов, периодической балансировке аккумуляторов по напряжению, проведении подзаряда и хранении в подзаряженном состоянии периодически рассчитывают скорость разбалансировки аккумуляторов с максимальным и минимальным текущими напряжениями и максимальное время до проведения очередной балансировки

аккумуляторов по напряжению, а балансировку проводят не позднее рассчитанного времени. При этом скорость разбалансировки аккумуляторов с максимальным и минимальным текущими напряжениями рассчитывают по формуле:

$$V = [(U_{\max(i-1)} - U_{\min(i-1)}) - (U_{\max i} - U_{\min i})]/\tau ,$$

где V - скорость разбалансировки аккумуляторов, В/час;

U_{max} - максимальное текущее напряжение на каком-либо аккумуляторе, В;

U_{min} - минимальное текущее напряжение на каком-либо аккумуляторе, В;

i - номер измерения;

τ - время между текущим и предшествующим измерением, а очередную балансировку аккумуляторов по напряжению проводят не позднее времени рассчитанного исходя из соотношения:

$$T \leq [\Delta U_{\max} - (U_{\max i} - U_{\min i})]/V ,$$

где T - время до проведения очередной балансировки аккумуляторов по напряжению, час;

ΔU_{max} - максимально допустимый разбаланс аккумуляторов по напряжению, В.

Действительно, расчет текущей скорости разбалансировки аккумуляторов позволяет рассчитать с достаточно высокой точностью время до проведения очередной балансировки. Полученные данные позволят планировать проведение балансировки аккумуляторов в нужный период, не вводя ограничений на целевую работу ИСЗ.

На фиг. 1 приведена упрощенная функциональная схема автономной системы электропитания ИСЗ, поясняющая работу по предлагаемому способу.

Автономная система электропитания содержит солнечную батарею 1, подключенную к нагрузке 2 через преобразователь напряжения 3, аккумуляторную батарею 4, подключенную через зарядный преобразователь 5 к солнечной батарее 1, а через разрядный преобразователь 6 - к входу выходного фильтра преобразователя напряжения 3.

При этом нагрузка 2 в своем составе содержит бортовую ЭВМ, систему телеметрии и командно-измерительную радиолинию.

Параллельно аккумуляторной батарее 4 подключено устройство контроля аккумуляторов 7 (в частности, напряжения аккумуляторов) аккумуляторной батареи, связанное входом с аккумуляторной батареей 4, а выходом - с нагрузкой 2 (с бортовой ЭВМ).

В цепи заряда-разряда аккумуляторной батареи установлен измерительный шунт 8. Аккумуляторная батарея состоит из последовательно соединенных аккумуляторов 4-1, параллельно которым подключены балансировочные резисторы 4-2 через замыкающиеся контакты 4-3 реле в блоке реле 4-4.

Зарядный преобразователь 5 состоит из регулирующего ключа 9, управляемого схемой управления 10, вольтодобавочного узла, выполненного на трансформаторе 15, транзисторах 16 и выпрямителя на диодах 17.

Разрядный преобразователь 6 состоит из регулирующего ключа 11, управляемого схемой управления 12.

Преобразователь напряжения 3 состоит из регулирующего ключа 13, управляемого схемой управления 14, входного фильтра-конденсатора 18 и выходного фильтра на диоде 19, дросселе 20 и конденсаторе 21.

Схемы управления: 10 - зарядного преобразователя 5, 12 - разрядного преобразователя 6, и 14 - преобразователя напряжения 3, выполнены в виде широтно-импульсных модуляторов, входом подключенных к шинам стабилизируемого

напряжения. Схема управления 10 зарядного преобразователя 5 дополнительно связана с измерительным шунтом 8 и нагрузкой 2, в качестве обратных связей по величине зарядного тока и напряжения нагрузки соответственно.

Устройство работает следующим образом. В процессе эксплуатации аккумуляторная батарея 4 работает в основном в режиме хранения и периодических подзарядов от солнечной батареи 1 через зарядный преобразователь 5. Такой режим работы позволяет содержать ее в постоянной готовности для прохождения теневых участков орбиты или на случай потери ориентации солнечной батареи ИСЗ на Солнце.

Питание нагрузки 2 осуществляется при этом от солнечной батареи 1 через преобразователь напряжения 3.

При прохождении теневых участков орбиты либо при нарушении ориентации нагрузка 2 питается от аккумуляторной батареи 4 через разрядный преобразователь 6.

Устройство контроля аккумуляторов 7 контролирует напряжение аккумуляторов и передает информацию об их состоянии в нагрузку 2 (бортовую ЭВМ), в которой реализуются следующие технологические операции:

1. Обрабатываются данные по текущему значению напряжения аккумуляторов 4-1, оценивается разница в текущих напряжениях аккумуляторов относительно аккумулятора, имеющего наименьшее напряжение;

2. Максимальная разница текущих напряжений аккумуляторов используется для расчета текущей скорости разбаланса. Для расчета используются также данные предшествующего измерения текущих напряжений аккумуляторов и время между проведенными измерениями;

3. Исходя из допустимого максимального уровня разбаланса аккумуляторов по напряжению и текущей скорости разбаланса, рассчитывается время (максимальное) до необходимости проведения очередной балансировки аккумуляторов по напряжению.

Это позволяет планировать проведение процесса балансировки аккумуляторов в графике эксплуатации ИСЗ, без ущерба для целевой работы ИСЗ, что упрощает процесс эксплуатации аккумуляторной батареи и ИСЗ в целом.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет упростить способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания ИСЗ.

(57) Формула изобретения

1. Способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания искусственного спутника Земли, заключающийся в контроле напряжения аккумуляторов, проведении зарядов, разрядов, периодической балансировке аккумуляторов по напряжению, проведении подзаряда и хранении в подзаряженном состоянии, отличающийся тем, что периодически рассчитывают скорость разбалансировки аккумуляторов с максимальным и минимальным текущими напряжениями и максимальное время до проведения очередной балансировки аккумуляторов по напряжению, а балансировку проводят не позднее рассчитанного времени.

2. Способ эксплуатации литий-ионной аккумуляторной батареи в составе автономной системы электропитания искусственного спутника Земли по п. 1, отличающийся тем, что скорость разбалансировки аккумуляторов с максимальным и минимальным текущими напряжениями рассчитывают по формуле:

$$V = [(U_{\max(i-1)} - U_{\min(i-1)}) - (U_{\max i} - U_{\min i})] / \tau, \text{ где}$$

V - скорость разбалансировки аккумуляторов, В/час;

$U_{\max}$ - максимальное текущее напряжение на каком-либо аккумуляторе, В;

$U_{\min}$ - минимальное текущее напряжение на каком-либо аккумуляторе, В;

i - номер измерения;

τ - время между текущим и предшествующим измерением,

а очередную балансировку аккумуляторов по напряжению проводят не позднее времени, рассчитанного исходя из соотношения:

$T \leq [\Delta U_{\max} - (U_{\max_i} - U_{\min_i})] / V$, где

T - время до проведения очередной балансировки аккумуляторов по напряжению, час;

$\Delta U_{\max}$ - максимально допустимый разбаланс аккумуляторов по напряжению, В.

[illegible]

Фиг. 1