

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202290808** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.03.31

(51) Int. Cl. **B60L 7/16** (2006.01)
B60L 9/18 (2006.01)
B60L 50/53 (2019.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.04.05

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ТЯГОВЫХ
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА**

(31) **2021128117**

(72) Изобретатель:

(32) **2021.09.25**

**Горбачев Дмитрий Игоревич, Русанов
Максим Николаевич (RU)**

(33) **RU**

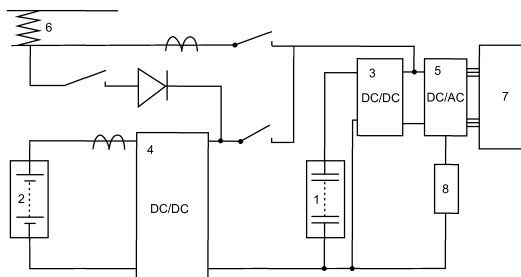
(71) Заявитель:

(74) Представитель:

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "СТМ-
ЭНЕРГОРЕШЕНИЯ" (RU)**

Мызников Б.В. (RU)

(57) Изобретение относится к электрическим схемам для транспорта с электрической тягой и дополнительным источником энергоснабжения, а именно к устройствам для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта, включающим тяговый электродвигатель, который через двунаправленный DC/AC-преобразователь со входом управляющих сигналов подключен к положительной и отрицательной шинам питания, к которым через первый двунаправленный DC/DC-преобразователь со входом управляющих сигналов подключен конденсаторный накопитель энергии. Согласно изобретению устройство включает в себя вторичный химический источник тока, который через второй двунаправленный DC/DC-преобразователь со входом управляющих сигналов и через контактор также подключен к положительной и отрицательной шинам питания. Достижимый технический результат - повышение объема энергии, накапливаемой конденсаторном накопителе энергии при торможении, возможности обеспечения длительного автономного хода без питания от контактной сети.



A1

202290808

202290808

A1

УСТРОЙСТВО ДЛЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Область техники, к которой относится изобретение.

Изобретение относится к электрическим схемам для транспорта с электрической тягой и дополнительным источником энергоснабжения, а именно к устройствам для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта, включающим тяговый электродвигатель, который через двунаправленный DC/AC-преобразователь со входом управляющих сигналов подключен к положительной и отрицательной шинам питания, к которым через первый двунаправленный DC/DC-преобразователь со входом управляющих сигналов подключен конденсаторный накопитель энергии.

Уровень техники.

Известны рекуператоры энергии торможения на конденсаторах для рекуперации энергии торможения (см. патенты РФ №2302951, №216457, №2348541, №56736). Их недостаток заключается в том, что при отключении питания контактной сети городской рельсовый транспорт, например, метро или трамвай сможет разогнаться, используя циклично накапливаемую и расходующую энергию рекуперативного торможения, всего 1-2 раза, что связано с тем, что используемые суперконденсаторы имеют низкие значения удельных массовых и объемных энергий, т.е. конечные системы имеют большие массы и габариты.

Известны системы на свинцовых или никель-кадмиевых аккумуляторах, которые способны при отключении контактной сети в аварийном режиме обеспечить разгон и движение ТС с минимальной скоростью до участка контактной сети под током (см. патент РФ №2216457).

В современных системах городского рельсового транспорта зачастую стоит задача обеспечить перевозку пассажиров по участкам без контактной сети (они могут быть демонтированы по эстетическим требованиям, может

быть снято электропитания контактной сети в связи с ремонтом тяговых подстанций или аварий контактной сети и т.д.) без ухудшения пропускной способности, т.е. с сохранением средней скорости движения рельсового транспорта и с многократными остановками на необеспеченном электроэнергией участке.

Существует вариант реализации такой системы только на суперконденсаторном накопителе (см. патент РФ 2348541), но такой накопитель, обладающей достаточной для решения задачи емкостью, будет слишком тяжел, чтобы его можно было бы разместить на крыше, например, низкопольного трамвая, которые повсеместно сменяют устаревшие высокопольные трамваи для обеспечения комфорта пассажиров. Кроме того, перевозка оборудования излишней массы снижает возможное количество перевозимых пассажиров, что ухудшает экономические показатели транспортного предприятия.

Таким образом, устройство, см. описание патента РФ № 2348541, опубликован 25.09.2019 г., является наиболее близким по технической сущности к заявленному изобретению и взято за прототип.

Раскрытие изобретения.

Настоящее изобретение, главным образом, имеет целью предложить устройство для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта, позволяющее обеспечить необходимый режим работы транспортного средства и не обладает избыточными массогабаритными характеристиками. То есть повышение объема энергии, накапливаемой в конденсаторном накопителе энергии при торможении, возможности обеспечения длительного автономного хода без питания от контактной сети, что и является поставленной технической задачей.

Для достижения этой цели устройство включает в себя вторичный химический источник тока, который через второй DC/DC преобразователь со входом управляющих сигналов и через контактор также подключен к положительной и отрицательной шинам питания.

Благодаря таким выгодным характеристикам появляется возможность повышения объема энергии, накапливаемой в конденсаторном накопителе энергии при торможении. Новизна изобретения заключается в объединении в одной системе конденсаторного накопителя энергии (суперконденсаторного накопителя) и вторичного химического источника тока. Также используется

система контроля их заряда через DC/DC-преобразователи для управляемого заряда и разряда конденсаторного накопителя энергии и вторичного химического источника тока. Так же учтено, что если вторичный химический источник тока не способен обеспечить разгон рельсового транспортного средства с необходимым ускорением после того, как закончится энергия, запасенная в конденсаторном накопителе энергии, то предусмотрен механизм подзаряда конденсаторного накопителя энергии от вторичного химического источника тока.

Существует еще один возможный вариант изобретения, в котором вторичный химический источник тока выполнен в виде литий-ионного накопителя. Литий-ионный накопитель обладает намного большим количеством энергии и мощностью при том же объеме, благодаря чему появляется возможность обеспечить еще большую длину автономного хода транспортного средства, а также во время движения обеспечить работу всех энергетических потребителей транспортного средства, в том числе и климатическую установку.

Краткое описание чертежей.

Другие отличительные признаки и преимущества данного изобретения ясно вытекают из описания, приведенного ниже для иллюстрации и не являющегося ограничительным, со ссылками на прилагаемые рисунки, на которых:

- фигура 1 изображает схему устройство для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта, согласно изобретению.

На фигурах обозначено:

- 1 – конденсаторный накопитель энергии,
- 2 – вторичный химический источник тока,
- 3 – первый DC/ DC -преобразователь,
- 4 – второй DC/ DC -преобразователь,
- 5 –двунаправленный DC/AC-преобразователь,
- 6 – токосъемник,
- 7 – тяговые электродвигатели
- 8 – тормозной резистор

Согласно фигуре 1 устройство для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта, включает в себя тяговый

электродвигатель 7, их может быть несколько, который через двунаправленный DC/AC-преобразователь (где AC (переменный ток) со стороны электродвигателя) 5 со входом управляющих сигналов подключен к положительной и отрицательной шинам питания, к которым через первый DC/DC-преобразователь 3 со входом управляющих сигналов подключен конденсаторный накопитель энергии 1. Устройство включает в себя вторичный химический источник тока 2, который через второй DC/DC преобразователь 4 со входом управляющих сигналов и через размыкающий контакт 9 также подключен к положительной и отрицательной шинам питания.

Осуществление изобретения.

Устройство для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта работает следующим образом. Приведем наиболее исчерпывающий пример реализации изобретения, имея в виду, что данный пример не ограничивает применения изобретения.

1. Режим разгона.

При разгоне транспортного средства, например, трамвайного вагона, двунаправленный DC/AC-преобразователь 5, управляя по цифровой шине коэффициентами преобразования первого DC/DC-преобразователя 3, выравнивает напряжение контактной сети, поступающее через токосъемник 6, и конденсаторного накопителя энергии 1 и смешивают электроэнергию из сети и из конденсаторного накопителя энергии 1 в любой заданной пропорции. Таким образом разгон может осуществляться либо полностью от энергии контактной сети, либо полностью от энергии, запасенной в конденсаторном накопителе энергии, либо их суммой в любой пропорции.

2. Режим выбега.

Движение транспортного средства равнозамедленное, осуществляется за счет накопленной кинетической энергии в процессе разгона транспортного средства до момента торможения или до момента последующего разгона транспортного средства.

3. Режим рекуперативного торможения.

При рекуперативном торможении тяговые электродвигатели 7 работают в генераторном режиме и через двунаправленный DC/AC-преобразователь 5 заряжают конденсаторный накопитель энергии 1. При достижении напряжения конденсаторного накопителя энергии 1 своего максимума, двунаправленный AC/DC - преобразователь 5 автоматически переключается и перенаправляет

рекуперативный ток на тормозные резисторы 8. Наличие в цепи заряда/разряда конденсаторного накопителя энергии 1 и первого DC/DC-преобразователя 3 позволяет зарядить его до напряжения, превышающего напряжение контактной сети. Это дает возможность использовать полную емкость конденсаторного накопителя энергии для накопления энергии.

4. Режим остановки.

Во время остановки происходит дозарядка конденсаторного накопителя энергии 1 напряжением из контактной сети после рекуперативного торможения до максимального напряжения конденсаторного накопителя энергии 1.

5. Режим автономного хода.

При попадании транспортного средства на обесточенный участок система переводится в режим автономного хода. На всем протяжении режима автономного хода собственные нужды транспортного средства (обогреватели, система кондиционирования и освещение салона) получают питание от вторичного химического источника тока (литий-ионного накопителя) 2 через второй DC/DC-преобразователь 4.

Режим автономного хода делится на четыре подрежима: режим разгона, режим выбега, режим рекуперативного торможения, режим остановки.

5.1. Подрежим разгона.

При разгоне в режиме автономного хода тяговые электродвигатели 7 через первые двунаправленные тяговые AC/DC -преобразователи 5 соответственно питаются электроэнергией, запасенной в конденсаторном накопителе энергии 1.

5.2. Подрежим выбега.

Движение транспортного средства равнозамедленное, осуществляется за счет накопленной кинетической энергии в процессе разгона транспортного средства до момента торможения или до момента последующего разгона транспортного средства.

5.3. Подрежим рекуперативного торможения.

При рекуперативном торможении тяговые электродвигатели 7 работают в генераторном режиме и через тяговый двунаправленный AC/DC-преобразователь 5 заряжают конденсаторный накопитель энергии 1.

5.4. Подрежим остановки.

В подрежиме остановки режима автономного хода происходит дозарядка конденсаторного накопителя энергии 1 током из вторичного химического источника тока (литий-ионного накопителя) 2, стабилизированного до напряжения

заряда вторым DC/DC-преобразователем 3 до максимального напряжения конденсаторного накопителя энергии 1.

Промышленная применимость.

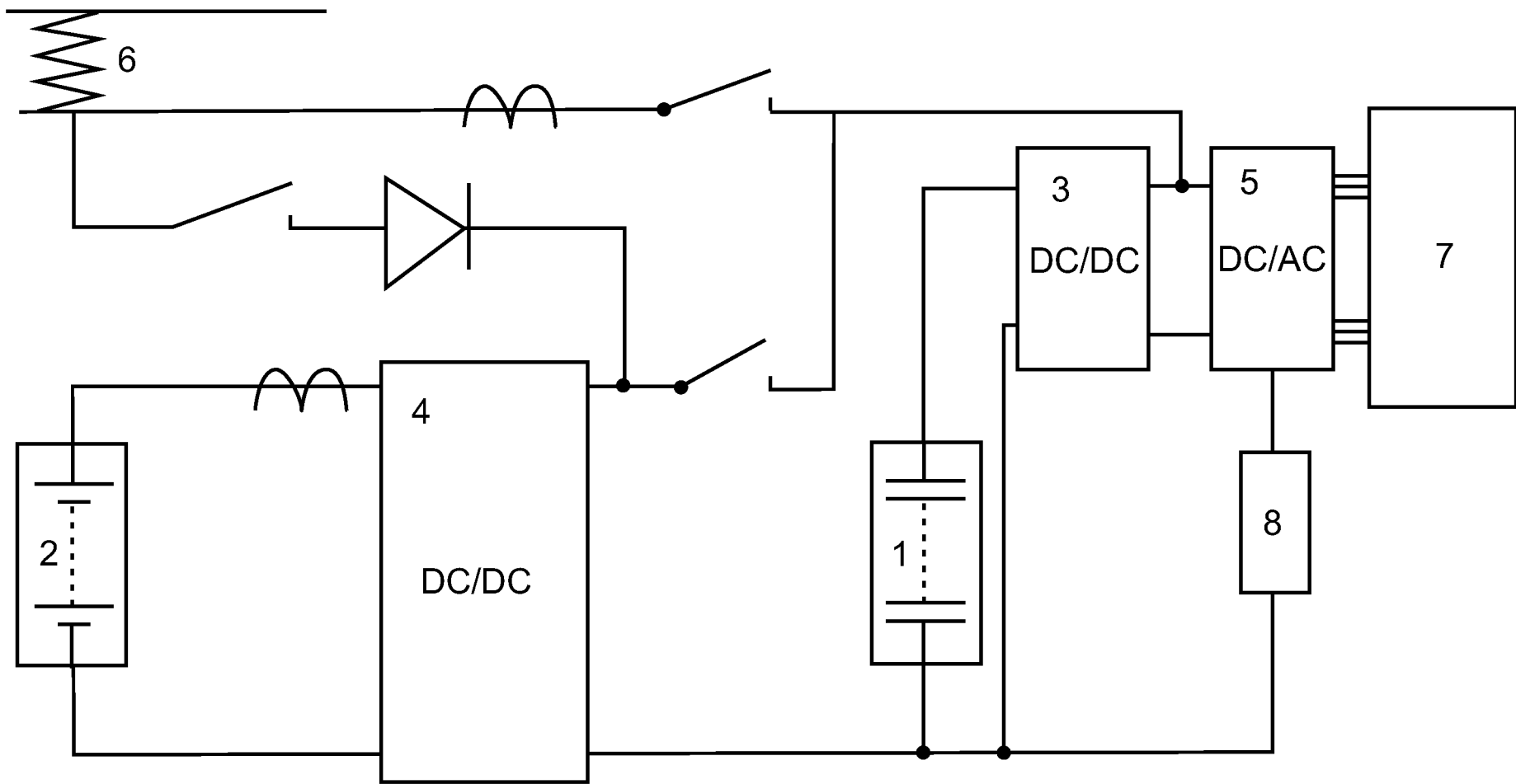
Устройство для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта может быть осуществлено специалистом на практике и при осуществлении обеспечивают реализацию заявленного назначения, что позволяет сделать вывод о соответствии критерию «промышленная применимость» для изобретения.

Предлагаемое техническое решение может быть использовано и для других движущихся средств с тяговым электрическим приводом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для рекуперативного торможения тяговых электродвигателей рельсового транспорта, включающее тяговый электродвигатель, который через двунаправленный DC/AC-преобразователь со входом управляющих сигналов подключен к положительной и отрицательной шинам питания, к которым через первый DC/DC-преобразователь со входом управляющих сигналов подключен конденсаторный накопитель энергии, **отличающееся тем, что** устройство включает в себя вторичный химический источник тока, который через второй DC/DC преобразователь со входом управляющих сигналов и через размыкающий контакт также подключен к положительной и отрицательной шинам питания.

2. Устройство по п.1, **отличающееся тем, что** вторичный химический источник тока выполнен в виде литий-ионного накопителя.



Фиг. 1

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202290808**А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:****B60L 7/16 (2006.01)****B60L 9/18 (2006.01)****B60L 50/53 (2019.01)**

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

B60L 7/10, 7/16, 9/18, 9/22, 50/40, 50/53, 58/15

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
ЕАПАТИС, Espacenet Patent search, Google Patents**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	WO 2019085228 A1 (CRRC ZHUZHOU LOCOMOTIVE CO LTD) 09.05.2019 реферат, с.3-4, фиг. 1	1-2
A	US 11097620 B2 (TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION) 24.08.2021	1-2
A	KR 20140148314 A (HITACHI LTD) 31.12.2014	1-2
A	EP 2468562 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 28.08.2021	1-2


 последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:
 «А» - документ, определяющий общий уровень техники
 «D» - документ, приведенный в евразийской заявке
 «E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
 «O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
 "P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
 «Х» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
 «У» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
 «&» - документ, являющийся патентом-аналогом
 «L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **13/07/2022**

Уполномоченное лицо:
 Заместитель начальника отдела механики,
 физики и электротехники


 М.Н. Юсупов