



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 93220

(13) U

(51) МПК

H02P 5/68 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 03236**

(22) Дата подання заявки: **31.03.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.09.2014**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.09.2014, Бюл.№ 18**

(72) Винахідник(и):

**Куриць Леся Василівна (UA),  
Бялобржеський Олексій Володимирович  
(UA)**

(73) Власник(и):

**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА  
ОСТРОГРАДСЬКОГО,  
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук,  
39600 (UA)**

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ ТЯГОВОГО КОМПЛЕКСУ ЕЛЕКТРОВОЗУ

### (57) Реферат:

Пристрій для реалізації динамічних режимів тягового комплексу електровоза, що складається з тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, з'єднаного з трансформатором напруги, що підключений до мережі змінного струму через струмоприймач (пантограф), паралельно підключених до виводів випрямно-інверторного перетворювача якірної обмотки першого тягового двигуна та якірної обмотки другого тягового двигуна, обмотки збудження першого тягового двигуна та обмотки збудження другого тягового двигуна, які підключені за допомогою випрямної установки збудження до трансформатора напруги, датчик струму тягових двигунів, послідовно з'єднаний з першим виводом тиристорного випрямно-інверторного перетворювача та зі спільною точкою з'єднаних паралельно якірних обмоток першого та другого тягових двигунів, датчик напруги тягових двигунів, з'єднаний з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, конденсаторний накопичувач енергії з'єднаний за допомогою датчика струму конденсаторного накопичувача енергії та реактора з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, блок керування конденсаторним накопичувачем енергії, перший вхід якого з'єднаний з виходом датчика струму тягових двигунів, другий вхід з'єднаний з виходом датчика струму конденсаторного накопичувача енергії, третій вхід з'єднаний з виходом датчика напруги тягових двигунів. Вихід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії з'єднаний з керуючим входом конденсаторного накопичувача енергії.

UA 93220 U

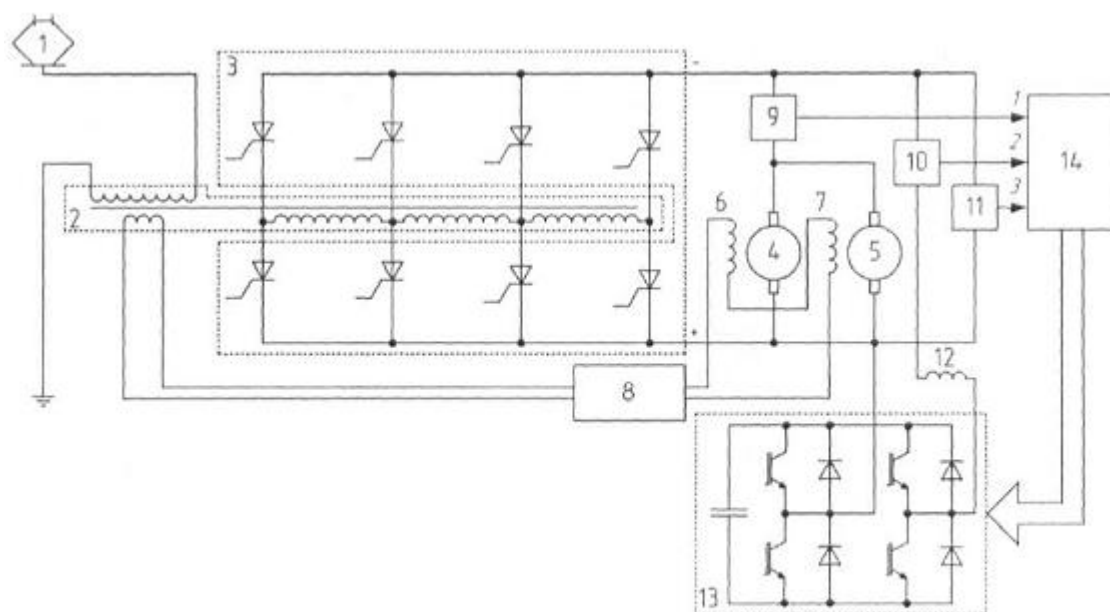


Fig.

Корисна модель стосується галузі електротехніки і може бути використана на транспортних засобах з тяговими двигунами постійного струму.

Відомий пристрій (Багатодвигунний електропривод пат. Російської Федерації 2332315. МПК B60L 7/08, B60L 15/08. Опубл. 27.08.2008 Бюл. № 24, Мазньов О.С, Эвстафьев А.М.), що містить джерело живлення, послідовно з'єднані перший контактор, якірні обмотки першого і другого тягових двигунів постійного струму, до спільного висновку першого контактора і якірної обмотки першого тягового двигуна постійного струму через другий контактор підключений катод першого діода, послідовно з'єднані обмотки збудження першого і другого тягових двигунів постійного струму, послідовно з'єднані дросель і анод другого діода, послідовно з'єднані третій контактор і анод третього діода, катод якого з'єднаний із загальним виводом четвертого і п'ятого контакторів, вільний вивід першого контактора з'єднаний з джерелом живлення, анод першого діода і вільні виводи якірної обмотки другого тягового двигуна постійного струму і п'ятого контактора об'єднані і через резистор з'єднані з анодом третього діода, до вільного висновку третього контактора підключений загальний вивід анода четвертого діода, емітера першого біполярного транзистора з ізольованим затвором, шостого контактора і мінусовий вивід конденсаторного накопичувача, плюсовий вивід якого з'єднаний з вільним виводом дроселя, до катода першого діода підключений загальний вивід катода другого діода і колектора другого біполярного транзистора з ізольованим затвором, його емітер з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора з ізольованим затвором, анодом другого і катодом четвертого діодів, вільний вивід четвертого контактора з'єднаний з вільним виводом обмотки збудження першого тягового двигуна постійного струму і першим виводом сьомого контактора, вільний вивід обмотки збудження другого тягового двигуна постійного струму через восьмий контактор з'єднаний із землею, загальний вивід четвертого і п'ятого контакторів через дев'ятий контактор з'єднаний із загальним виводом обмотки збудження другого тягового двигуна постійного струму і восьмого контактора, вільний вивід шостого і другий вивід сьомого контакторів об'єднані і підключені до землі.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: джерело живлення, якірні обмотки та обмотки збудження першого і другого тягових двигунів постійного струму, індуктивний елемент, біполярні транзистори з ізольованим затвором, шунтовані діодами, конденсаторний накопичувач.

Недолік відомого технічного рішення полягає в наявності складної контакторної схеми комутації та неможливості використання енергії конденсаторного накопичувача в режимі розгону двигуна.

Відомий пристрій (Електрична схема тягового електроприводу постійного струму пат. України 72122. МПК B60L9/00, H02P1/00, H02P3/00. Опубл. 17.07.2007, Бюл. № 7, Кердівара А.Д.), який містить напівпровідникові ключі на основі IGB-транзисторів із зворотними діодами, що створюють тяговий і гальмовий перетворювачі, обмотки якоря і збудження, розділювальний діод, розрядний і рекупераційний резистори і фільтри, в ланцюг напівпровідникових ключів, що утворюють тяговий перетворювач, уведений нульовий діод, утворюючи з напівпровідниковими ключами модулі, з'єднані за мостовою схемою, в діагональ якої включена якірна обмотка, при цьому напівпровідникові ключі модулів примикають до полюсів постійного струму через розділювальний діод і фільтр, паралельно яким підключені розрядний і рекупераційний резистори, а нульові діоди до якірної обмотки, причому між середніми виводами модулів однієї фази моста підключена обмотка збудження, яка зашунтована напівпровідниковим ключем, а між середніми виводами модулів другої фази моста підключено гальмовий резистор, зашунтований своїм напівпровідниковим ключем, крім того до середніх виводів модулів обох фаз мостової схеми підключені напівпровідникові ключі, що утворюють гальмовий перетворювач.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: напівпровідникові ключі на основі IGB-транзисторів із зворотними діодами, з'єднані за мостовою схемою і створюють тяговий і гальмовий перетворювачі, обмотки якоря і збудження.

Недолік відомого технічного рішення полягає в тому, що енергія, яка виробляється електродвигуном при русі в гальмівному режимі, не передається в контактну мережу та гаситься на гальмівному резисторі, що призводить до електричних втрат.

Відомий пристрій (Активний фільтр з широтно-імпульсною модуляцією для систем живлення постійного струму пат. США 6424207. МПК H03B1/00, H03K5/00, H04B1/00. Опубл. 18.04.2001, Robert D. Johnson), який включає джерело живлення, яке містить в своєму складі шину живлення і зворотну шину, підключену між джерелом постійного струму і навантаженням, силовий ланцюг, який містить конденсатор для накопичення електричної енергії, пару послідовно з'єднаних комутаційних елементів і зустрічно-паралельних діодів, з'єднаних паралельно з конденсатором, один із зазначених комутаційних елементів з'єднаний із

зворотною шиною, і електричний індуктивний елемент з'єднаний шиною з комутаційними елементами та джерелом живлення, блок керування, який реагує на сигнал датчика струму, що протікає від джерела постійного струму до навантаження, сигнал датчика напруги на навантаженні, сигнал датчика напруги на конденсаторі, сигнал датчика струму, що протікає

5 через індуктивний елемент, коло керування генерацією першого і другого додаткового імпульсу шириною змодульованих сигналів керування для керування відповідно робочого стану комутаційних елементів так, щоб мати взаємно протилежні стани перемикача для модуляції струму або постачається з джерелом постійного струму таким чином, щоб скасувати небажані струми і напруги в системі живлення.

10 Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: джерело живлення, конденсатор для накопичення електричної енергії, пара послідовно з'єднаних комутаційних елементів і зустрічно-паралельних діодів, індуктивний елемент, блок керування, датчик струму, датчика напруги, індуктивний елемент.

Недолік відомого технічного рішення полягає в неможливості повернення енергії конденсаторного накопичувача до двигуна, живлення пристрою від джерела постійного струму.

15 Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, є технічне рішення (Спосіб підвищення коефіцієнта потужності при рекуперативному гальмуванні електровозу та пристрій для його реалізації пат. Російської Федерації 2458452. МПК H02P3/00. Опубл. 10.08.2012 Бюл. № 22. Портний О.Ю., Мельниченко О.В., Шрамко С.Г.), що складається з трансформатора,

20 тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, згладжувача реактора, тягових електродвигунів, випрямної установки збудження, діодів, баластних резисторів, шунтуючих ключів, схеми управління шунтуванням, резистори блока баластних резисторів виконані у вигляді двох або більше послідовно включених резисторів, один або більше з яких включений паралельно з шунтуючим ключем і шунтується ключем, керованим схемою управління

25 шунтуванням при напрузі мережі, що перевищує деякий пороговий рівень, або в діапазоні часу 30-150 ел. град, від моменту переходу напруги мережі через нуль.

Спільними ознаками даного технічного рішення та пропонованої корисної моделі є наявність трансформатора, тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, реактора, тягових електродвигунів, випрямної установки збудження.

30 Недолік відомого технічного рішення полягає в тому, що енергія, яка виробляється електродвигуном при русі в гальмівному режимі, не передається в контактну мережу, а гаситься на активних опорах внутрішніх електричних кіл електродвигуна, що призводить до електричних втрат.

Дане технічне рішення вибрано як прототип корисної моделі, що заявляється.

35 В основу корисної моделі поставлена задача реалізації динамічних режимів тягового комплексу електровоза, шляхом керованої передачі електричної енергії між тяговими двигунами та конденсаторним накопичувачем, забезпечити зниження втрат електричної енергії в тяговому комплексі з необхідною інтенсивністю її протікання.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому технічному рішенні, що складається з

40 трансформатора, тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, згладжувача реактора, тягових електродвигунів, випрямної установки збудження, згідно з корисною моделлю, додатково вводяться датчик струму тягових двигунів, з'єднаний з першим виводом тиристорного випрямно-інверторного перетворювача та зі спільною точкою з'єднаних паралельно якірних обмоток першого та другого тягових двигунів, датчик напруги тягових

45 двигунів, з'єднаний з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, конденсаторний накопичувач енергії з'єднаний за допомогою датчика струму конденсаторного накопичувача енергії та реактора до виводів тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, блок керування конденсаторним накопичувачем енергії, перший вхід якого з'єднаний з датчиком струму тягових двигунів, другий вхід з'єднаний з датчиком струму

50 конденсаторного накопичувача енергії, третій вхід з'єднаний з датчиком напруги тягових двигунів, вихід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії з'єднаний з керуючим входом конденсаторного накопичувача енергії.

Вказані додаткові елементи і зв'язки між ними, а також зміни, в порівнянні з прототипом, дозволяють забезпечити накопичення енергії, яка виробляється електродвигуном в процесі гальмування, на конденсаторному накопичуванні та в її подальшому використанні в режимі розгону.

Запропонована корисна модель пояснюється кресленням, де на кресленні представлена блок-схема пропонованого тягового електротехнічного комплексу, на якій прийняті позначення:

60 1 - пантограф; 2 - трансформатор напруги; 3 - тиристорний випрямно-інверторний перетворювач; 4 - якірні обмотки першого тягового двигуна; 5 - якірні обмотки другого тягового

двигуна; 6 - обмотка збудження першого тягового двигуна; 7 - обмотка збудження другого тягового двигуна; 8 - випрямна установка збудження; 9 - датчик струму тягових двигунів; 10 - датчик струму конденсаторного накопичувача енергії; 11 - датчик напруги двигунів; 12 - реактор; 13 - конденсаторний накопичувач енергії; 14 - блок керування конденсаторним накопичувачем енергії.

Корисна модель, яка заявляється, являє тяговий електротехнічний комплекс (креслення), що складається з тиристорного випрямно-інверторного перетворювача 3, з'єданого з трансформатором напруги 2, що підключений до мережі змінного струму через струмоприймач (пантограф) 1, паралельно підключених до виводів випрямно-інверторного перетворювача якірної обмотки першого тягового двигуна 4 та якірної обмотки другого тягового двигуна 5, обмотки збудження першого тягового двигуна 6 та обмотки збудження другого тягового двигуна 7, які підключені за допомогою випрямної установки збудження 8 до трансформатора напруги 2, датчика струму тягових двигунів 9, з'єданого з першим виводом тиристорного випрямно-інверторного перетворювача 3 та з спільною точкою з'єднаних паралельно якірної обмотки першого тягового двигуна 6 та якірної обмотки другого тягового двигуна 7, датчик напруги тягових двигунів 11, з'єднаний з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача 3, конденсаторний накопичувач енергії 13, з'єднаний за допомогою датчика струму конденсаторного накопичувача енергії 10 та реактора 12 з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача 3, блок керування конденсаторним накопичувачем енергії 14, перший вхід якого з'єднаний з виходом датчика струму тягових двигунів 9, другий вхід з'єднаний з виходом датчика струму конденсаторного накопичувача енергії 10, третій вхід з'єднаний з виходом датчика напруги тягових двигунів 11, вихід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії 14 з'єднаний з керуючим входом конденсаторного накопичувача енергії 13.

Корисна модель, яка заявляється, працює таким чином.

В стаціонарному режимі живлення якірної обмотки першого тягового двигуна 4 та якірної обмотки другого тягового двигуна 5 здійснюється від тиристорного випрямно-інверторного перетворювача 3, з'єданого через трансформатор напруги 2 з мережею змінного струму через струмоприймач (пантограф) 1.

Випрямна установка збудження 11 подає на обмотки збудження 3 тягових електродвигунів струм, близький до номінального струму. При постійній швидкості обертання двигунів і постійному струмі обмотки збудження першого тягового двигуна 6 та обмотки збудження другого тягового двигуна 7 коло якірної обмотки першого тягового двигуна 4 та якірної обмотки другого тягового двигуна 5 являють собою джерела електрорушійної сили постійної напруги.

В динамічному режимі для реалізації гальмування (розгону) тиристорний випрямно-інверторний перетворювач 3 блокується шляхом припинення формування імпульсів управління, блок керування конденсаторним накопичувачем енергії 14 на підставі поточних значень струму обмотки якоря першого тягового двигуна 4 та обмотки якоря другого тягового двигуна 5, що подається з виходу датчика струму тягових двигунів 9 на перший вхід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії 14, напруги обмотки якоря першого тягового двигуна 4 та обмотки якоря другого тягового двигуна 5, що подається з виходу датчика напруги двигунів 11 на другий вхід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії 14 та струму конденсаторного накопичувача енергії, що подається з виходу датчика струму конденсаторного накопичувача енергії 10 на третій вхід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії 14, формує на виході сигнал управління конденсаторним накопичувачем енергії 13, який надходить на вхід останнього.

При цьому сигнал управління конденсаторним накопичувачем енергії 13 формується, виходячи з помилки:

$$\Delta i_{\text{кне}} = i_{\text{кне}}^{\text{ref}} - i_{\text{кне}}, \quad (1)$$

$i_{\text{кне}}^{\text{ref}}$  - задане значення струму конденсаторного накопичувача енергії 13;

$i_{\text{кне}}$  - поточне значення струму конденсаторного накопичувача енергії 13, та відповідно до цього:

$$u_{\text{ном}} = \begin{cases} 1, \text{при} \left( \Delta i_{\text{кне}} > HB, \frac{di_{\text{кне}}}{dt} > 0 \right) \cap \left( \Delta i_{\text{кне}} > -HB, \frac{di_{\text{кне}}}{dt} < 0 \right); \\ -1, \text{при} \left( \Delta i_{\text{кне}} < -HB, \frac{di_{\text{кне}}}{dt} > 0 \right) \cup \left( \Delta i_{\text{кне}} > HB, \frac{di_{\text{кне}}}{dt} > 0 \right). \end{cases} \quad (2)$$

Таким чином забезпечуючи перемикання силових ключів конденсаторного накопичувача енергії 13, коли похибка перевищує фіксовану величину - зону гістерезису ( $HB = 0,05 i_{кне}^{ref}$ ).

Задане значення струму  $i_{кне}^{ref}$  зумовлює величиною інтенсивність розгону (гальмування), знаком «+» реалізацію режиму розгону, знаком «-» - гальмування.

5 Це призводить до перезаряду конденсаторного накопичувача енергії 13. Зниження напруги конденсатора може бути компенсовано його зарядом від тиристорного перетворювача 3 у статичному режимі.

Таким чином, використання пристрою для реалізації динамічних режимів тягового комплексу електровоза дозволяє забезпечити накопичення електричної енергії, яка виробляється електродвигуном в процесі гальмування та використання її в режимі розгону, блокуючи роботу тиристорного випрямно-інверторного перетворювача.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Пристрій для реалізації динамічних режимів тягового комплексу електровоза, що складається з тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, з'єднаного з трансформатором напруги, що підключений до мережі змінного струму через струмоприймач (пантограф), паралельно підключених до виводів випрямно-інверторного перетворювача якірної обмотки першого тягового двигуна та якірної обмотки другого тягового двигуна, обмотки збудження першого

20 тягового двигуна та обмотки збудження другого тягового двигуна, які підключені за допомогою випрямної установки збудження до трансформатора напруги, який **відрізняється** тим, що додатково вводяться датчик струму тягових двигунів, послідовно з'єднаний з першим виводом тиристорного випрямно-інверторного перетворювача та зі спільною точкою з'єднаних паралельно якірних обмоток першого та другого тягових двигунів, датчик напруги тягових

25 двигунів, з'єднаний з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, конденсаторний накопичувач енергії з'єднаний за допомогою датчика струму конденсаторного накопичувача енергії та реактора з виводами тиристорного випрямно-інверторного перетворювача, блок керування конденсаторним накопичувачем енергії, перший вхід якого з'єднаний з виходом датчика струму тягових двигунів, другий вхід з'єднаний з виходом датчика струму конденсаторного накопичувача енергії, третій вхід з'єднаний з виходом датчика напруги тягових двигунів, вихід блока керування конденсаторним накопичувачем енергії з'єднаний з керуючим входом конденсаторного накопичувача енергії.

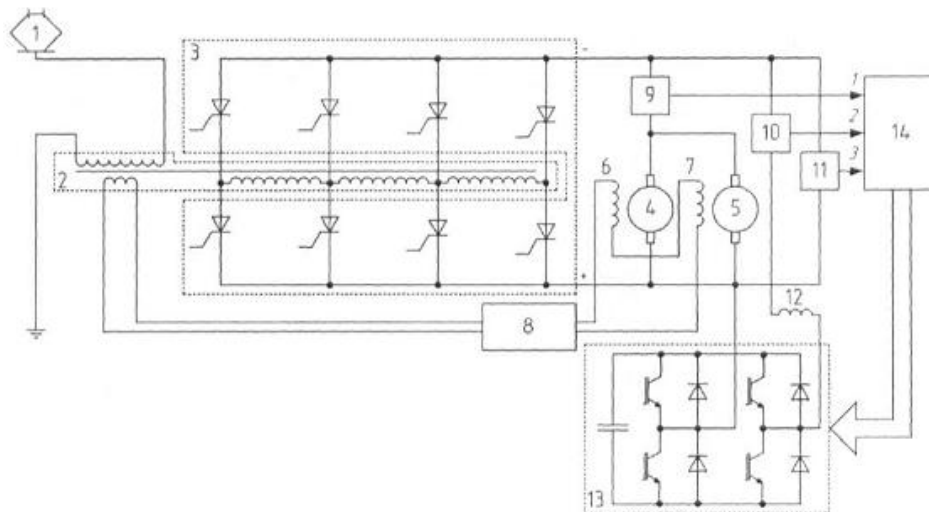


Fig.

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601