



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **72104**

(13) **U**

(51) МПК

H02M 1/15 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 00070**

(22) Дата подання заявки: **03.01.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.08.2012**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.08.2012, Бюл.№ 15**

(72) Винахідник(и):

Зубенко Василь Анатолійович (UA)

(73) Власник(и):

**ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.
ЛАЗАРЯНА,**

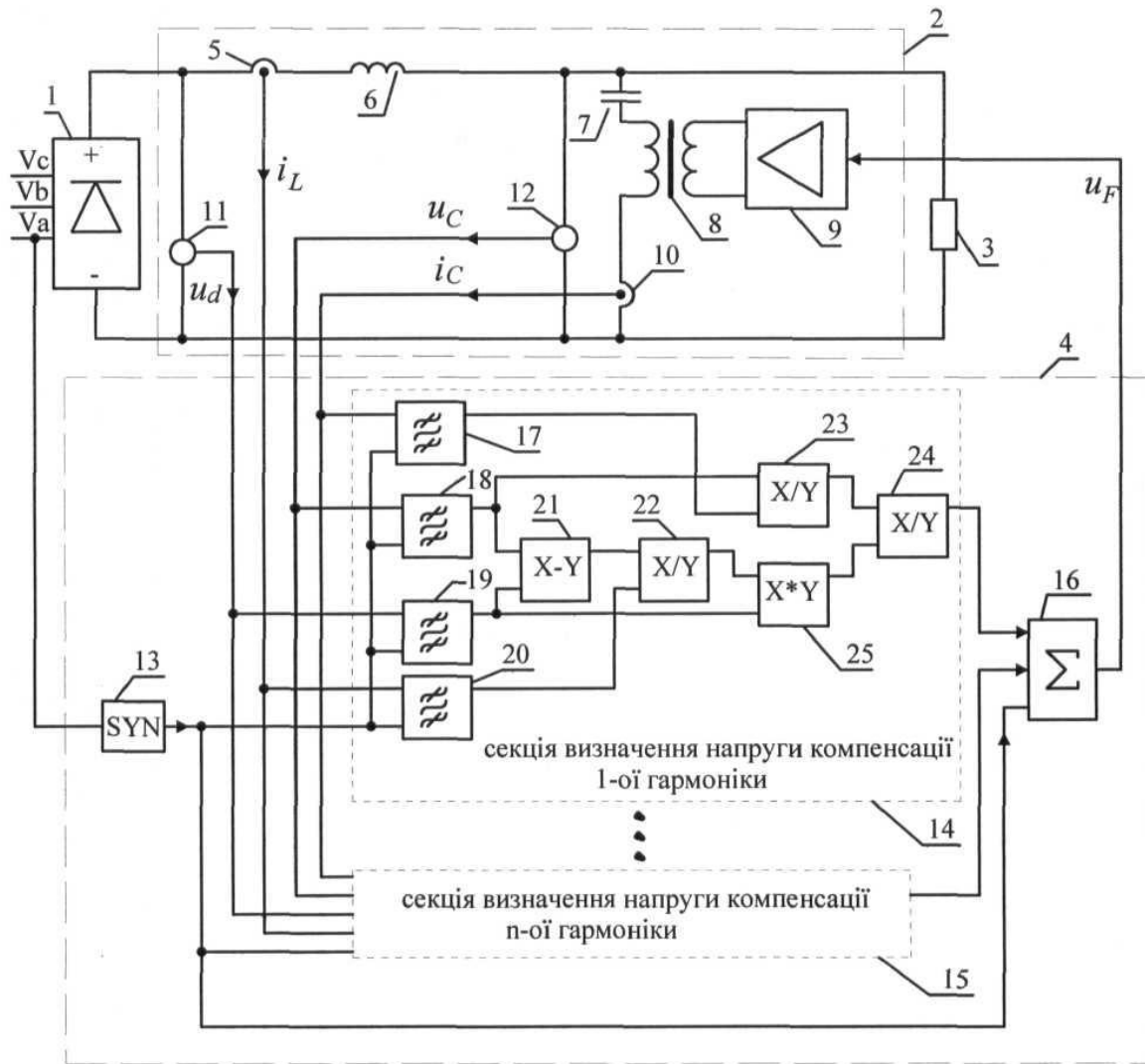
**вул. акад. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ-
10, 49010 (UA)**

(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ СИЛОВИМ АКТИВНИМ ФІЛЬТРОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПАРАЛЕЛЬНИМ ПІДКЛЮЧЕННЯМ ІНВЕРТОРА НАПРУГИ

(57) Реферат:

Спосіб керування силовим активним фільтром постійного струму з паралельним включенням інвертора напруги полягає у тому, що вимірюють напругу пульсацій на виході випрямляча, напругу та струм в паралельній гілці фільтра та струм в послідовній гілці, розраховують напругу на послідовній гілці, визначають комплексний опір гілок фільтра на частоті i -ої гармоніки та розраховують вихідну напругу компенсації інвертора на частоті i -ої гармоніки \bar{u}_{Fi} за визначеними формулами.

UA 72104 U



Корисна модель належить до електротехніки і може використовуватися в силових активних фільтрах на тягових підстанціях постійного струму електротранспорту та електрифікованих залізниць для зниження негативного впливу тягової мережі на лінії зв'язку та залізничну автоматику.

Відомо про пристрій компенсації пульсацій випрямленої напруги [SU 1387135], система керування якого складається з датчика змінної складової випрямленої напруги, фазового коректора, блока порівняння фаз та підсилювача, що інвертує. Сигнал з виходу підсилювача подається на реактор в протифазі до вхідного сигналу.

Недоліком такого рішення є те, що фазовий коректор, включений на виході датчика напруги, використовує як сигнал корекції напругу на виході підсилювача потужності, тобто утворює систему керування з зворотнім зв'язком, яка приводить до появи коливань в системі та погіршенню якості компенсації. Крім того, протікання постійної складової струму навантаження по реактору викликає появу напруги зсуву вихідного каскаду підсилювача, що порушує його роботу.

Відомо про пристрій для зменшення шумів джерела живлення постійного струму [US 4667279], що складається з вхідного високочастотного фільтра, який підключений до виходу джерела живлення, що виділяє сигнал шуму, фазового коректора, підсилювача, підключеного до первинної обмотки трансформатора. Вторинна обмотка трансформатора включається послідовно з навантаженням таким чином, щоб зменшити шуми в ньому.

Недоліком пристрою за патентом [US 4667279] є складність забезпечення необхідного фазового зсуву в коректорі в широкому діапазоні частот і різних режимах роботи пристрою, при зміні параметрів підсилювача потужності і трансформатора в часі.

Як прототип для корисної моделі вибрано схему керування активного фільтра постійного струму [EP 0901691 B1], в якій компенсація змінних складових виконується окремими блоками для кожної гармоніки, що придушується. Вхідним сигналом для системи керування є струм навантаження. Кожен блок виконує функції фільтрації, пропорційно-інтегральної ланки та синтезу напруги компенсації. Система керування реалізується за допомогою мікропроцесорного пристрою.

Недоліком такого рішення є залежність струму, що компенсується, від струму навантаження, низький рівень придушення гармонійних складових, пов'язаний з стабільністю кола автоматичного керування, що характерно для систем зі зворотними зв'язками, принципом роботи яких є керування за відхиленням.

Технічною задачею, що вирішується корисною моделлю, що заявляється, є удосконалення системи керування активного фільтра постійного струму для покращення компенсації змінної складової випрямленої напруги та забезпечення принципу керування за збуренням для забезпечення швидкодії та стійкості системи.

Суть корисної моделі. Спосіб керування силовим активним фільтром постійного струму з паралельним включенням інвертора напруги відповідно до корисної моделі відрізняється тим, що вимірюють напругу пульсацій на виході випрямляча, напругу та струм в паралельній гілці фільтра та струм в послідовній гілці, розраховують напругу на послідовній гілці, визначають комплексний опір гілок фільтра на частоті i -ої гармоніки та розраховують вихідну напругу компенсації інвертора на частоті i -ої гармоніки \bar{u}_{Fi} за формулами (1)-(4):

$$\bar{u}_{Li} = \bar{u}_{Di} - \bar{u}_{Ci}, \quad (1)$$

$$\bar{Z}_{Li} = \frac{\bar{u}_{Li}}{\bar{i}_{LiCi}}, \quad (2)$$

$$\bar{Z}_{Ci} = \frac{\bar{u}_{Ci}}{\bar{i}_{Ci}}, \quad (3)$$

$$\bar{u}_{Fi} = -\bar{u}_{Di} \frac{\bar{Z}_{Ci}}{\bar{Z}_{Li}}, \quad (4)$$

де:

\bar{u}_{Li} - напруга на послідовній гілці фільтра;

\bar{U}_{Di} - напруга на виході випрямляча;

\bar{Z}_{Li} - комплексний опір послідовної гілки фільтра;

\bar{i}_{Li} - струм в послідовній гілці фільтра;

\bar{Z}_{Ci} - комплексний опір паралельної гілки фільтра;

5 \bar{U}_{Ci} - напруга на паралельній гілці фільтра;

\bar{i}_{Ci} - струм в паралельній гілці фільтра.

Повну вихідну напругу інвертора фільтра знаходять як суму всіх гармонійних складових $u_{Fi}(t)$, що компенсуються.

10 На кресленні наведено структурну схему силового активного фільтра та системи керування, яка реалізує спосіб, що заявляється.

Силовий активний фільтр 2 своїм входом підключений до виходу трифазного випрямляча 1, а виходом - до навантаження 3. Керування силовим активним фільтром 2 здійснюється системою керування 4. Силовий активний фільтр 2 складається з послідовної гілки, що включає в себе датчик струму 5 і реактор 6, паралельної гілки, що складається з конденсатора 7, розподільчого трансформатора 8, інвертора 9 і датчика струму 10. До складу активного фільтра 15 входять також датчик напруги 11, включений на вході фільтра, і датчик напруги 12, включений на виході фільтра.

Система керування 4, що реалізується на основі мікропроцесорного обчислювача, містить п однакових секцій, де п - кількість гармонік, які підлягають компенсації, і складається з блока 20 синхронізації з напругою живлення 13, вхід якого підключений до фази А живлячої напруги, а вихід - до входів секцій визначення напруги компенсації 14-15, виходи яких підключені до входів блока обчислення сумарного керуючого сигналу 16, вихід якого, в свою чергу, з'єднаний з входом інвертора 9.

25 На вхід блока 16 надходить сигнал з виходу блока синхронізації 13. Структура секцій 14-15 ідентична, до складу секції входять: блоки цифрових фільтрів 17, 18, 19, 20, на входи яких подаються сигнали від датчика струму паралельної гілки 10, датчика вихідної напруги 12, датчика вхідної напруги 11 і датчика струму послідовної гілки 5, відповідно, а також сигнал синхронізації з виходу блока 13. Вихід фільтра 18 з'єднується з першим входом блока 30 знаходження різниці 21 і першим входом блока ділення 23, другий вхід якого з'єднаний з виходом фільтра 17. Вихід фільтра 19 з'єднаний з другим входом блока знаходження різниці 21 і другим входом блока множення 25.

Вихід блока знаходження різниці 21 з'єднаний з першим входом блока ділення 22, другий вхід якого з'єднаний з блоком фільтра 20, а вихід блока 22 з'єднаний з першим входом блока 35 множення 25, вихід якого з'єднаний з другим входом блока ділення 24, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока ділення 23. Вихід блока ділення 24 включений до входу блока обчислення сумарного керуючого сигналу 16.

Спосіб керування, що пропонується, реалізується наступним чином.

Струм $i_c(t)$, що протікає по паралельній гілці активного фільтра, вимірюється датчиком струму 10 і надходить на вхід смугового фільтра 17. Вихідна напруга паралельної гілки 40 активного фільтра $u_c(t)$ вимірюється датчиком напруги 12 і надходить на вхід смугового фільтра 18. Вихідна напруга випрямляча $u_d(t)$ вимірюється датчиком напруги 5 і надходить на вхід фільтра 19. Струм $i_L(t)$, що протікає по послідовній гілці активного фільтра, вимірюється датчиком струму 5 і надходить на вхід смугового фільтра 20. Смугові фільтри 17-20 виділяють з вхідного сигналу сигнал і-ої гармоніки, яку необхідно компенсувати, на їх виходах отримуються 45 сигнали i_{Ci} , u_{Ci} , u_{di} , i_{Li} , відповідно.

Блок знаходження різниці 21, на вхід якого надходять u_{di} і u_{Ci} , виконує обчислення за формулою (1) і на його виході формується сигнал, відповідний падінню напруги на послідовній гілці фільтра u_{Li} . Блок ділення 22, на входи якого надходять сигнали u_{Li} і i_{Li} , виконує обчислення за формулою (2), на його виході формується сигнал, відповідний опорі послідовної 50 гілки фільтра Z_{Li} . Блок ділення 23, на входи якого надходять сигнали u_{Ci} і i_{Ci} , виконує обчислення за формулою (3), на його виході формується сигнал, відповідний опорі паралельної гілки фільтра Z_{Ci} . Блок ділення 24 та блок множення 25, на входи яких поступають сигнали Z_{Li} ,

Z_{Ci} і U_{di} , виконують обчислення за формулою (4), на виході блока 24 отримується напруга компенсації U_{Fi} , яка надходить до блока додавання 16, до інших входів якого підключені виходи секцій компенсації відповідних гармонік. На виході блока 16 формується результуючий сигнал керування, який подається на вхід інвертора 9.

- 5 Таким чином, наведений спосіб керуванням активним фільтром, реалізуючи принцип керування за збуренням, забезпечує повну компенсацію пульсацій випрямленої напруги, зменшуючи негативний вплив на пристрої залізничної автоматики та канали зв'язку.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

Спосіб керування силовим активним фільтром постійного струму з паралельним включенням інвертора напруги, який **відрізняється** тим, що вимірюють напругу пульсацій на виході випрямляча, напругу та струм в паралельній гілці фільтра та струм в послідовній гілці, розраховують напругу на послідовній гілці, визначають комплексний опір гілок фільтра на частоті i -ої гармоніки та розраховують вихідну напругу компенсації інвертора на частоті i -ої гармоніки \bar{u}_{Fi} за формулами (1)-(4):

15

$$\bar{u}_{Li} = \bar{u}_{Di} - \bar{u}_{Ci}, \quad (1)$$

$$\bar{Z}_{Li} = \frac{\bar{u}_{Li}}{\bar{i}_{Li}}, \quad (2)$$

$$\bar{Z}_{Ci} = \frac{\bar{u}_{Ci}}{\bar{i}_{Ci}}, \quad (3)$$

20

$$\bar{u}_{Fi} = -\bar{u}_{Di} \frac{\bar{Z}_{Ci}}{\bar{Z}_{Li}}, \quad (4)$$

де:

\bar{u}_{Li} - напруга на послідовній гілці фільтра;

\bar{u}_{Di} - напруга на виході випрямляча;

\bar{Z}_{Li} - комплексний опір послідовної гілки фільтра;

25

\bar{i}_{Li} - струм в послідовній гілці фільтра;

\bar{Z}_{Ci} - комплексний опір паралельної гілки фільтра;

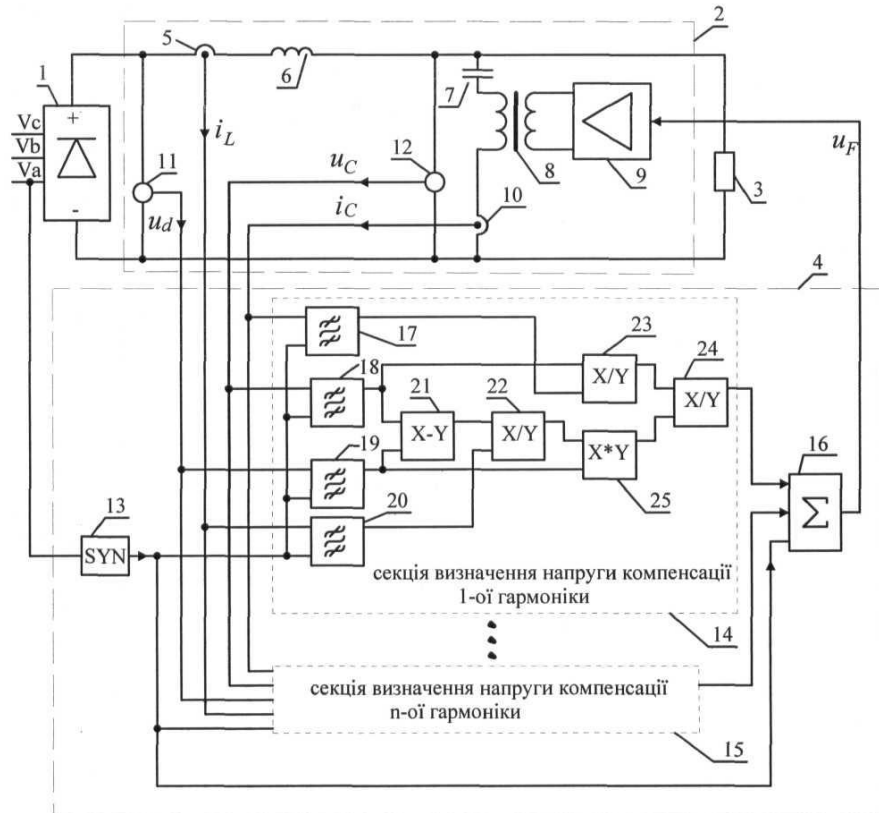
\bar{u}_{Ci} - напруга на паралельній гілці фільтра;

\bar{i}_{Ci} - струм в паралельній гілці фільтра,

повну вихідну напругу інвертора фільтра знаходять як суму всіх гармонійних складових $u_{Fi}(t)$,

30

що компенсуються.



Комп'ютерна верстка Л. Купенко

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