



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **84622**

(13) **U**

(51) МПК

H02J 3/01 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 05355**

(22) Дата подання заявки: **25.04.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.10.2013**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.10.2013, Бюл.№ 20**

(72) Винахідник(и):

**Мірошник Олександр Олександрович
(UA)**

(73) Власник(и):

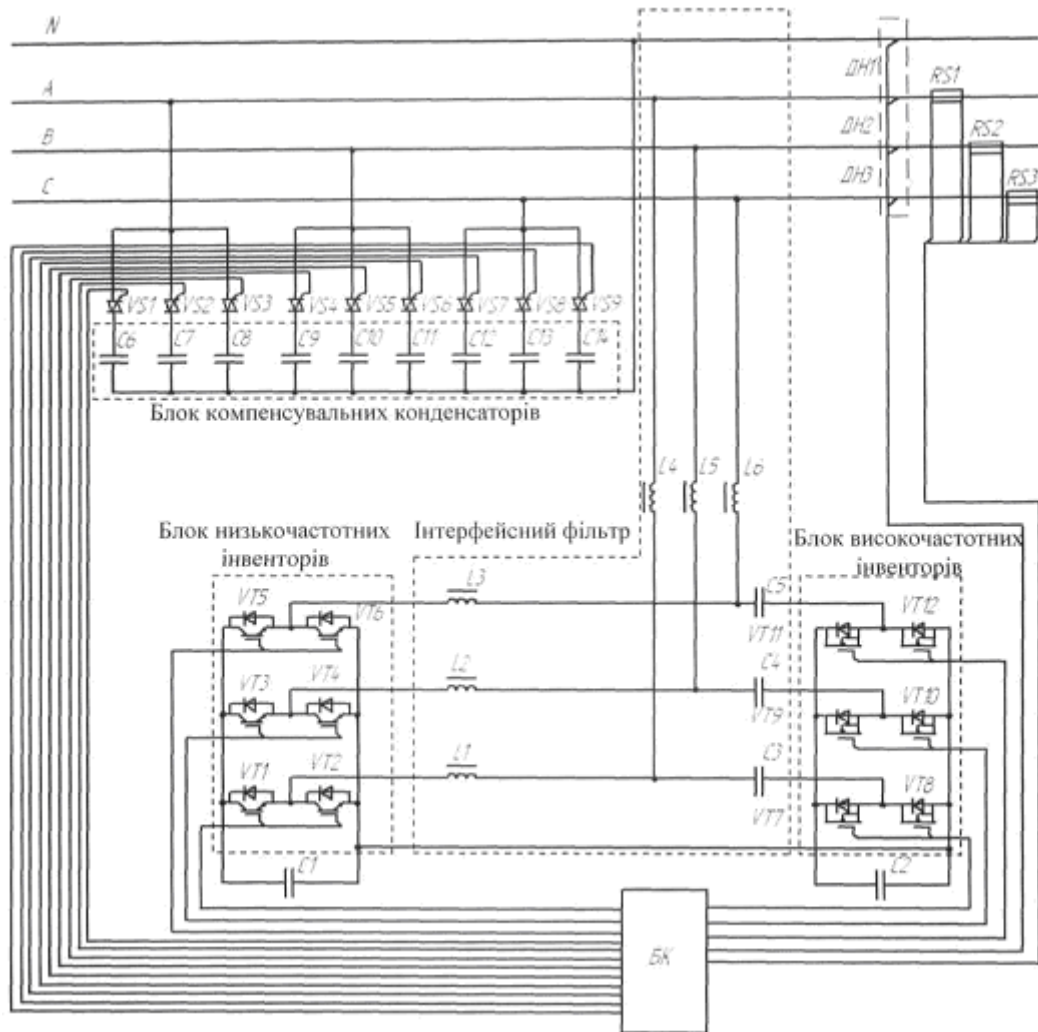
**Мірошник Олександр Олександрович,
вул. Революції, 74, м. Мерефа-1, Харківська
обл., 62473 (UA)**

(54) ПАРАЛЕЛЬНИЙ АКТИВНИЙ ФІЛЬТР З ПОФАЗНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ РЕАКТИВНОЇ СКЛАДОВОЇ СТРУМУ

(57) Реферат:

Паралельний активний фільтр з пофазним регулюванням реактивної складової струму містить блоки низькочастотних та високочастотних інверторів із ланками постійного струму, інтерфейсний фільтр і блок керування, інтерфейсний фільтр в кожній фазі містить Т-подібну схему з двох груп дроселів, з'єднаних послідовно, і конденсаторів (що являють собою ланки постійного струму). Додатково введено блок компенсувальних конденсаторів, що складається із дев'яти компенсувальних конденсаторів, дев'яти симісторів, трьох датчиків струму і трьох датчиків напруги, причому входи першого, другого та третього датчиків струму приєднані відповідно до фаз А, В і С мережі.

UA 84622 U



Корисна модель належить до електротехніки і може бути використана для підвищення якості електроенергії шляхом пофазного усунення небажаних складових струму.

Якість електроенергії характеризується рядом показників, одним із найважливіших із них є рівень несинусоїдальності напруги і струму. Для усунення негативного впливу несинусоїдальності напруги і струму на мережу живлення можуть бути застосовані засоби активної фільтрації, у тому числі паралельні активні фільтри (АФ). Паралельний АФ являє собою інвертор із ланкою постійного струму, підключений до мережі через інтерфейсний фільтр, який запобігає проникненню у неї високочастотних перешкод на частоті комутації інвертора та її гармоніках. Схема керування, отримуючи інформацію про струм нелінійних навантажень, формує вихідний струм інвертора таким чином, що струм споживання від джерела живлення має низький рівень вищих гармонік і реактивної компоненти першої гармоніки та є симетричним. Але внаслідок наявності реактивної складової напруги і струму, а також несиметричності навантаження мережі активні фільтри не можуть повністю забезпечити якість електричної енергії, яка нормується ГОСТ 13109-97.

Відомий (аналог) паралельний АФ (Aeloiza, J.H. Kim, P. Enjeti, F. Blaabjerg, L. T.Moran, S.K. Sul, "An interleaved active power filter with reduced size of passive components", Proc. of APEC'06, Vol.1, 2006, pp. 969-976.), який складається з двох інверторів із загальною ланкою постійного струму, інтерфейсного фільтра і схеми керування. Інвертори працюють на однаковій частоті, при цьому для керування ними застосована широтно-імпульсна модуляція (ІДІМ) із різницею фаз 180 електричних градусів між інверторами. Такий АФ має подвоєну частоту і знижений рівень пульсацій вихідного струму, що полегшує їх фільтрацію, не потребує використання трансформатора.

Недоліками наведеного АФ є обмеженість застосування методів керування із змінною частотою комутації, неможливість подальшого зменшення вихідних пульсацій без погіршення якості фільтрації вищих гармонік, неможливість компенсації реактивної складової струму шляхом регулювання ємності компенсувальних конденсаторів у кожній фазі.

Найбільш близьким за технічною суттю (прототип) є паралельний АФ (Krzysztof Piotr Sozanski, "The Shunt Active Power Filter with Better Dynamic Performance", In Proc.Power Tech, 2007 IEEE Lausanne, 1-5 July, 2007, pp.1504-1508.), який складається з двох інверторів із загальною ланкою постійного струму, інтерфейсного фільтра і схеми керування. Інвертори працюють на різних частотах, при цьому високочастотний інвертор включається в роботу лише у випадках, коли у основного (низькочастотного) інвертора з'являється велика похибка регулювання вихідного струму. Це дозволяє скоротити втрати енергії у високочастотному інверторі, який має підвищені втрати внаслідок високої частоти перемикавання. Таким чином, досягається якісна компенсація вищих гармонік струму при відносно низьких втратах енергії і залишковому впливі на мережу.

Недоліками пристрою є неможливість компенсації реактивної складової струму шляхом регулювання ємності компенсувальних конденсаторів у кожній фазі.

Задачею корисної моделі є розширення функціональних можливостей паралельного активного фільтра за рахунок регулювання ємності компенсувальних конденсаторів у кожній фазі для компенсації реактивної складової струму.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрій, що містить блоки низькочастотних та високочастотних інверторів із ланками постійного струму, інтерфейсний фільтр і блок керування, інтерфейсний фільтр в кожній фазі містить Т-подібну схему з двох груп дроселів, з'єднаних послідовно, і конденсаторів (що являють собою ланки постійного струму), причому перший конденсатор приєднано паралельно до блока низькочастотних інверторів, вихід блока низькочастотних інверторів з'єднаний з входами першого, другого та третього дроселів, виходи яких з'єднані відповідно із входами третього, четвертого та п'ятого конденсаторів, виходи третього, четвертого та п'ятого конденсаторів приєднані до блока високочастотних інверторів, другий конденсатор приєднано паралельно до блока високочастотних інверторів, виходи четвертого, п'ятого і шостого дроселів з'єднані із мережею живлення, а входи четвертого, п'ятого і шостого дроселів приєднані відповідно до виходів першого, другого та третього дроселів та до входів третього, четвертого та п'ятого конденсаторів, додатково введено блок компенсувальних конденсаторів, що складається із дев'яти компенсувальних конденсаторів, дев'яти симісторів, трьох датчиків струму і трьох датчиків напруги, причому входи першого, другого та третього датчиків струму приєднані відповідно до фаз А, В і С мережі, входи першого, другого та третього датчиків напруги приєднані на фазні напруги мережі (відповідно до фази А, В, С та нульового проводу N), виходи першого, другого та третього датчиків струму приєднані до блока керування, виходи першого, другого та третього датчиків напруги також приєднані до блока керування, виходи шостого, сьомого, восьмого, дев'ятого, десятого,

одинадцятого, дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого компенсувальних конденсаторів з'єднані у зірку та приєднані до нульового проводу N, а входи шостого, сьомого, восьмого, дев'ятого, десятого, одинадцятого, дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого компенсувальних конденсаторів приєднані відповідно до виходів першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого, восьмого та дев'ятого симісторів, входи першого, другого та третього симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази А, входи четвертого, п'ятого та шостого симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази В, входи сьомого, восьмого та дев'ятого симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази С, керуючі електроди першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого, восьмого та дев'ятого симісторів приєднані до блока керування.

Введення вказаних ознак дозволяє розширити функціональні можливості пристрою за рахунок можливості компенсації реактивної складової струму шляхом регулювання ємності компенсувальних конденсаторів у кожній фазі.

Суть корисної моделі є розширення функціональних можливостей пристрою. Це досягається компенсацією реактивної складової струму за рахунок пофазного регулювання ємності компенсувальних конденсаторів.

На кресленні представлена структурна схема запропонованого паралельного активного фільтру з пофазним регулюванням ємності конденсаторів, де БК - блок керування, RS1-RS3 - датчики струму, ДН1 - ДН3 - датчики напруги, С1 і С2 - конденсатори (ланки постійного струму), С3 - С5 - конденсатори, С6 - С14 - блок компенсувальних конденсаторів, L1-L6 - дроселі, VT1-VT6 - блок низькочастотних інверторів, VT7-VT12 - блок високочастотних інверторів, VS1-VS9 - симістори.

Перший конденсатор С1 приєднано паралельно до блока низькочастотних інверторів VT1-VT6, вихід блока низькочастотних інверторів VT1-VT6 з'єднаний з входами першого L1, другого L2 та третього L3 дроселів, виходи яких з'єднані відповідно із входами третього С3, четвертого С4 та п'ятого С5 конденсаторів, виходи третього С3, четвертого С4 та п'ятого С5 конденсаторів приєднані до блока високочастотних інверторів VT7-VT12, другий конденсатор С2 приєднано паралельно до блока високочастотних інверторів VT7-VT12, виходи четвертого, п'ятого і шостого дроселів з'єднані із мережею живлення, а входи четвертого L4, п'ятого L5 і шостого L6 дроселів приєднані відповідно до виходів першого L1, другого L2 та третього L3 дроселів та до входів третього С3, четвертого С4 та п'ятого С5 конденсаторів, входи першого RS1, другого RS2 та третього RS3 датчиків струму приєднані відповідно до фаз А, В і С мережі, входи першого ДН1, другого ДН2 та третього ДН3 датчиків напруги приєднані на фазні напруги мережі (відповідно до фази А, В, С та нульового проводу N), виходи першого RS1, другого RS2 та третього RS3 датчиків струму приєднані до блока керування БК, виходи першого ДН1, другого ДН2 та третього ДН3 датчиків напруги також приєднані до блока керування БК, виходи шостого С6, сьомого С7, восьмого С8, дев'ятого С9, десятого С10, одинадцятого С11, дванадцятого С12, тринадцятого С13 та чотирнадцятого С14 компенсувальних конденсаторів з'єднані у зірку та приєднані до нульового проводу N, а входи шостого С6, сьомого С7, восьмого С8, дев'ятого С9, десятого С10, одинадцятого С11, дванадцятого С12, тринадцятого С13 та чотирнадцятого С14 компенсувальних конденсаторів приєднані відповідно до виходів першого VS1, другого VS2, третього VS3, четвертого VS4, п'ятого VS5, шостого VS6, сьомого VS7, восьмого VS8 та дев'ятого VS9 симісторів, входи першого VS1, другого VS2 та третього VS3 симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази А, входи четвертого VS4, п'ятого VS5 та шостого VS6 симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази В, входи сьомого VS7, восьмого VS8 та дев'ятого VS9 симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази С, керуючі електроди першого VS1, другого VS2, третього VS3, четвертого VS4, п'ятого VS5, шостого VS6, сьомого VS7, восьмого VS8 та дев'ятого VS9 симісторів приєднані до блока керування.

Пристрій функціонує таким чином. Блок низькочастотних інверторів VT1-VT6 працює як паралельний АФ, причому його вихідним струмом є струм в дроселях L1-L3. Для цього інвертора можливе застосування будь-якого відомого методу керування для паралельних АФ. В наведеному пристрої застосовано SDM-метод формування струму завдання і ШІМ регулятор струму з місцевою петлею зворотного зв'язку. Робота блока низькочастотних інверторів VT1-VT6 супроводжується пульсаціями струму дроселів L1-L3, розмах яких становить до 13 А. Це призводить до появи на конденсаторах С4-С6 пульсацій напруги з частотою перемикання (5 кГц). Ці пульсації мають розмах до 40 В. Щоб не допустити їхнього проникнення у мережу, блок високочастотних інверторів VT7-VT12 формує вихідну напругу, яка дорівнює напрузі пульсацій на конденсаторах С4 - С6, але зі зворотним знаком. Результатом цього є те, що струм пульсацій замикається не через мережу, а через блок високочастотних інверторів VT7-VT12. Фактично, цей допоміжний блок високочастотних інверторів VT7-VT12 є гібридним активним фільтром, що

усуває похибки регулювання основного блока низькочастотних інверторів VT1-VT6. Блок високочастотних інверторів VT7-VT12 має знижену напругу живлення (70 В), що дозволяє виконати його на MOSFET транзисторах (замість IGBT) і значно підвищити частоту комутації при збереженні рівня комутаційних втрат. Крім того, знижена напруга живлення полегшує фільтрацію шкідливих складових вихідної напруги на частоті комутації. Стабілізація напруги живлення VT7-VT12 здійснюється класичним для АФ методом - регулюванням активної потужності цього інвертора. Оскільки в мережах напругою 0,38/0,22 кВ мають місце відхилення показників якості електричної енергії від нормованих ДСТУ 13109-97, а саме несинусоїдальність та несиметрія напруги та струмів, то застосування запропонованого фільтра вкрай необхідне. Але крім означених несинусоїдальності та несиметрії напруги та струмів в мережах 0,38/0,22 кВ має місце реактивна складова струму, яка носить як правило індуктивний характер. Для усунення реактивної складової струму необхідно підібрати таку величину ємності, яка б повністю змогла компенсувати індуктивну складову. Але на сьогоднішній день усі батареї конденсаторів не мають можливості компенсувати реактивну складову струму на різну величину в кожній фазі. Тому як правило відбувається або перекомпенсація або недокомпенсація в одній із фаз мережі. В зв'язку з цим пропонується використовувати блок компенсувальних конденсаторів, які будуть компенсувати реактивну складову струму, причому на різну величину в кожній фазі. Тому при наявності реактивної складової струму в мережі блок компенсувальних конденсаторів С6-С14 компенсує цю складову так, щоб синусоїда струму мережі співпадала з синусоїдою напруги. Причому регулювання відбувається пофазно за рахунок перемикачів відповідних симісторів VS1-VS9.

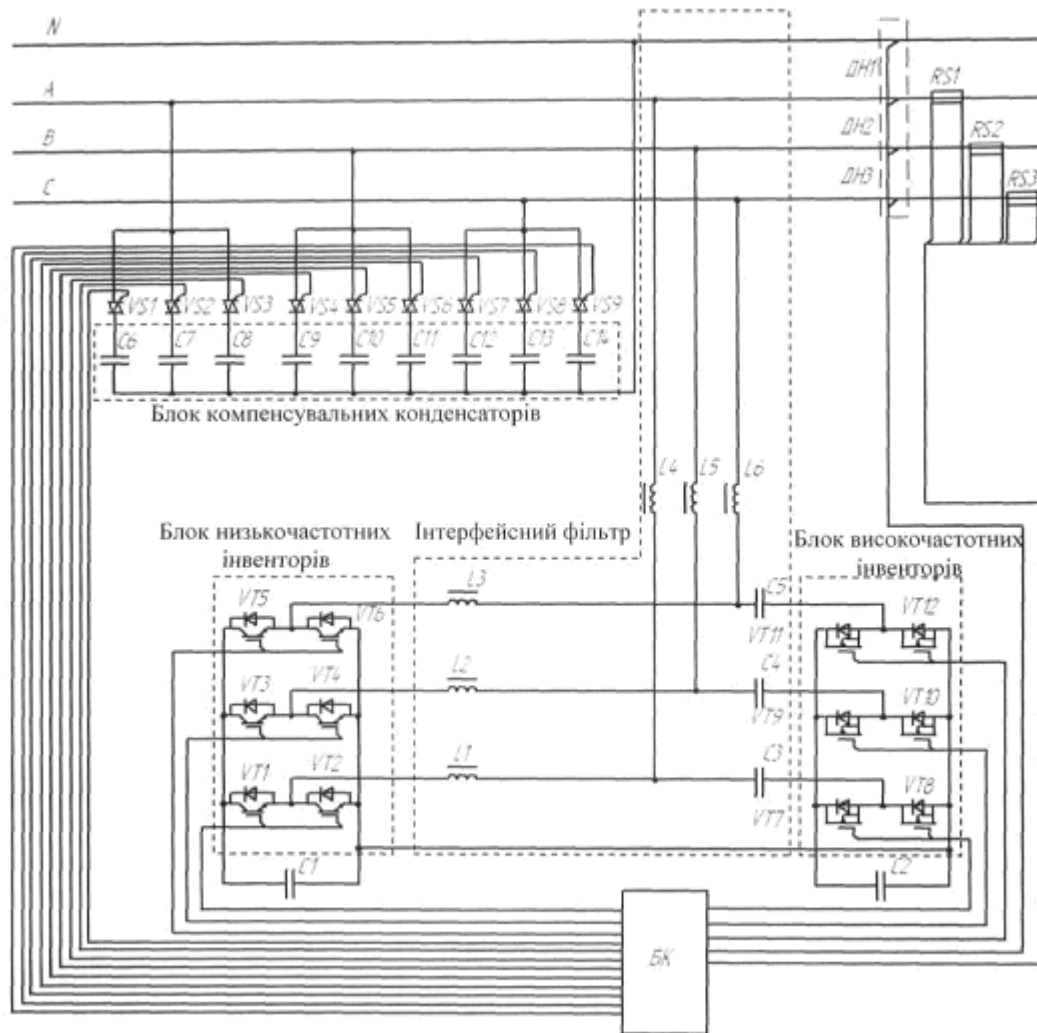
Застосування запропонованого схемного рішення паралельного активного фільтра дозволить підвищити якість фільтрації вищих гармонік несинусоїдальних навантажень, знизити рівень електромагнітних завад, підвищити якість напруги мережі живлення та знизити втрати електричної енергії за рахунок компенсації реактивної складової струму, що носить індуктивний характер.

Таким чином, завдяки можливості пофазної компенсації реактивної складової струму за рахунок регулювання ємності компенсувальних конденсаторів значно розширюються функціональні можливості паралельного активного фільтра з пофазним регулюванням реактивної складової струму.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Паралельний активний фільтр з пофазним регулюванням реактивної складової струму, що містить блоки низькочастотних та високочастотних інверторів із ланками постійного струму, інтерфейсний фільтр і блок керування, інтерфейсний фільтр в кожній фазі містить Т-подібну схему з двох груп дроселів, з'єднаних послідовно, і конденсаторів (що являють собою ланки постійного струму), причому перший конденсатор приєднано паралельно до блока низькочастотних інверторів, вихід блока низькочастотних інверторів з'єднаний з входами першого, другого та третього дроселів, виходи яких з'єднані відповідно із входами третього, четвертого та п'ятого конденсаторів, виходи третього, четвертого та п'ятого конденсаторів приєднані до блока високочастотних інверторів, другий конденсатор приєднано паралельно до блока високочастотних інверторів, виходи четвертого, п'ятого і шостого дроселів з'єднані із мережею живлення, а входи четвертого, п'ятого і шостого дроселів приєднані відповідно до виходів першого, другого та третього дроселів та до входів третього, четвертого та п'ятого конденсаторів, який **відрізняється** тим, що до нього введено блок компенсувальних конденсаторів, що складається із дев'яти компенсувальних конденсаторів, дев'яти симісторів, трьох датчиків струму і трьох датчиків напруги, причому входи першого, другого та третього датчиків струму приєднані відповідно до фаз А, В і С мережі, входи першого, другого та третього датчиків напруги приєднані на фазні напруги мережі (відповідно до фази А, В, С та нульового проводу N), виходи першого, другого та третього датчиків струму приєднані до блока керування, виходи першого, другого та третього датчиків напруги також приєднані до блока керування, виходи шостого, сьомого, восьмого, дев'ятого, десятого, одинадцятого, дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого компенсувальних конденсаторів з'єднані у зірку та приєднані до нульового проводу N, а входи шостого, сьомого, восьмого, дев'ятого, десятого, одинадцятого, дванадцятого, тринадцятого та чотирнадцятого компенсувальних конденсаторів приєднані відповідно до виходів першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого, восьмого та дев'ятого симісторів, входи першого, другого та третього симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази А, входи четвертого, п'ятого та шостого симісторів з'єднані у зірку та приєднані до фази В, входи сьомого, восьмого та дев'ятого симісторів з'єднані у зірку

та приєднані до фази С, керуючі електроди першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого, восьмого та дев'ятого симісторів приєднані до блока керування.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

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