



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129625** (13) **C2**
(51) МПК

H02J 3/26 (2006.01)

H02J 3/12 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2021 06998	(72) Винахідник(и):	Нерубацький Володимир Павлович (UA), Плахтій Олександр Андрійович (UA), Гордієнко Денис Анатолійович (UA), Карпенко Надія Петрівна (UA), Сушко Дмитро Леонідович (UA), Івакіна Катерина Яківна (UA), Варв'янська Вікторія Віталіївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	07.12.2021	(73) Володілець (володільці):	УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	19.06.2025	(74) Представник:	ПАНЧЕНКО СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ
(41) Публікація відомостей про заявку:	23.03.2022, Бюл.№ 12	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	RU 175607 U1, 12.12.2017 RU 131916 U1, 27.08.2013 CN 110707734 A, 17.01.2020 DE 212019000304 U1, 10.02.2021 CN 106253276 A, 21.12.2016
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	18.06.2025, Бюл.№ 25		

(54) ТРИФАЗНИЙ ДВОРІВНЕВИЙ СИЛОВИЙ АКТИВНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ТРИФАЗНОЇ
ЧОТИРИПРОВІДНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Винахід належить до силової перетворювальної техніки і може бути використаний для активної компенсації реактивної потужності та вищих гармонік в трифазних чотирипровідних електричних мережах. Трифазний дворівневий силовий активний фільтр для трифазної чотирипровідної електричної мережі, який складається з датчика струму навантаження, системи керування, датчика струмів фільтра, трьох вхідних фазних реакторів, ємнісного накопичувача, містить додатково датчик струму нульового проводу, реактор нульового проводу, чотирифазну стійку силових ключів, яка складається з восьми повністю керованих транзисторів, датчика напруги ємнісного накопичувача, блока датчиків напруги мережі, блока реакторів навантаження, а система керування додатково містить блок задання частоти комутації силових транзисторів, фільтр низьких частот, регулятор напруги та контролер керування ключами. Технічним результатом винаходу є можливість компенсації реактивної складової потужності в трифазній чотирипровідній електричній мережі, підвищення стабільності режиму корекції коефіцієнта потужності, зниження динамічних втрат в силових ключах фільтра.

UA 129625 C2

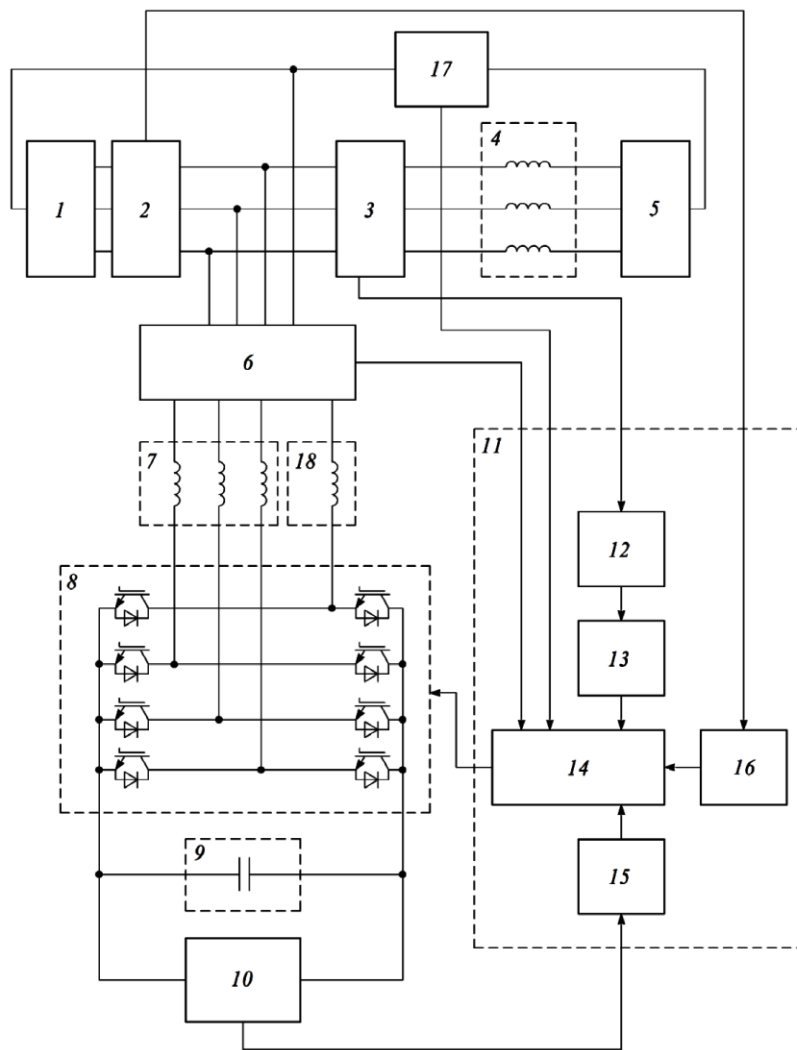


Fig. 1

Винахід належить до силової перетворювальної техніки та може бути використаний в трифазних системах електропостачання для змінного струму з метою компенсації вищих гармонік струму та реактивної складової потужності.

Відомий трифазний активний силовий фільтр (патент RU 131916 U1, H02J 3/16 (2006.01) H02J 3/18 (2006.01) H02J 3/26 (2006.01) 2013 р.), який складається з трифазного мостового інвертора напруги на повністю керованих напівпровідникових ключах із зустрічно-паралельними діодами, з'єднаного виходами з мережею послідовно через датчик струму фільтра і фазні реактори, ємнісного накопичувача на стороні постійного струму, напівмостового інвертора на повністю керованих напівпровідникових ключових елементах із зустрічно-паралельними діодами, паралельно з'єднаного з трифазним мостовим інвертором напруги на стороні постійного струму та виходом підключеного до нульової лінії мережі, датчика струму навантаження, з'єднаного входами з мережею, а виходами - з нелінійним навантаженням, та системи керування, реалізованої на мікропроцесорі, входи якої підключені до виходу датчика струму навантаження та виходу датчика струму фільтра, а виходи - до керуючих виводів напівпровідникових ключових елементів. Однак, при використанні зазначеного фільтра значення сумарного коефіцієнта гармонічних складових струму, що формується в мережі, залишається значним, і, як наслідок, якість формованого в мережі струму низька. Крім цього, відсутній блок задання чи стабілізації частоти комутації силових ключів, внаслідок чого відбуваються досить значні втрати потужності.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, вибраним як аналог є трифазний активний силовий фільтр "Трёхфазный активный силовой фильтр" патент RU 2017108954U, МПК H02J 3/26, опублікований 12.12.2017, який містить трифазний мостовий інвертор напруги на повністю керованих напівпровідникових ключових елементах з зустрічно-паралельними діодами, з'єднаний виходами з мережею послідовно через датчик струму фільтра і фазні реактори діодами, паралельно з'єднаний з трифазним мостовим інвертором на стороні постійного струму та виходом підключений до нульової лінії, датчик струму навантаження, з'єднаний входами з мережею, а виходами - з нелінійним навантаженням, систему керування, реалізовану на мікропроцесорі, входи якої підключені до виходу датчика струму і виходу датчика струму фільтра, а виходи - до керуючих напівпровідникових ключових елементів, додатково введений блок оперативної пам'яті, вхід і вихід якого підключені до системи керування.

Недоліками такого активного фільтра є відсутність можливості стабілізації напруги на конденсаторі фільтра, внаслідок чого можливий зрив режиму процесу компенсації вищих гармонік та реактивної потужності (при зниженні напруги на конденсаторі нижче за амплітудне значення лінійної напруги мережі), при перенапрузі можливий вихід з ладу, необхідність високої частоти комутації силових ключів, що призводить до досить великих значень динамічних втрат потужності.

В основу винаходу поставлена задача створити пристрій, що дасть можливість компенсації реактивної потужності в трифазній чотирипровідній електричній мережі; можливість компенсації вищих гармонічних складових нелінійного та імпульсного навантаження; можливість компенсації струму в нульовому проводі, можливість регулювання та стабілізації напруги на конденсаторі фільтра, чим досягається стабільний режим корекції коефіцієнта потужності; можливість регулювання частоти комутації силових ключів залежно від спектра вищих гармонік нелінійного навантаження, чим досягається зниження динамічних втрат в силових ключах фільтра.

Поставлена задача вирішується тим, що трифазний дворівневий силовий активний фільтр для трифазної чотирипровідної електричної мережі, що містить датчик струму навантаження, систему керування, датчик струмів фільтра, три вхідних фазних реактори, ємнісний накопичувач. Додатково містить датчик струму нульового проводу, реактор нульового проводу, чотирифазну стійку силових ключів, яка складається з восьми повністю керованих транзисторів, датчика напруги ємнісного накопичувача, блока датчиків напруги мережі, блока реакторів навантаження, а система керування додатково містить блок задання частоти комутації силових транзисторів, фільтр низьких частот, регулятор напруги та контролер керування ключами. Вихідний сигнал датчика струму навантаження подається на вхід аналізатора спектра, вихідний сигнал аналізатора спектра подається на вхід блока задання частоти комутації силових транзисторів, вихідний сигнал блока задання частоти комутації силових транзисторів подається на перший вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика ємнісного накопичувача подається на регулятор вихідної напруги, вихідний сигнал регулятора подається на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід фільтра низьких частот, вихідний сигнал фільтра низьких частот подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму фільтра подається

на четвертий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу подається на п'ятий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал контролера керування ключами підключено до чотирифазної стійки інвертора та реалізує керування силовими транзисторами.

5 Суть винаходу пояснюють креслення.

На Фіг. 1 - Структурна схема трифазного дворівневого силового активного фільтра для трифазної чотирипровідної електричної мережі.

На Фіг. 2 - Принцип компенсації вищих гармонік та реактивної потужності нелінійного навантаження трифазним дворівневим силовим активним фільтром.

10 Принцип компенсації вищих гармонік та реактивної складової потужності полягає у тому, що трифазний дворівневий силовий активний фільтр здатен споживати з мережі форму струму, що задана системою керування. Система керування визначає з форми струму нелінійного навантаження суму миттєвих значень вищих гармонік струмів та реактивної складової потужності і формує струм фільтра з від'ємним знаком. Таким чином в точці підключення буде відбуватись компенсація вищих гармонік та реактивної складової струму нелінійного навантаження.

15 Трифазний дворівневий силовий активний фільтр для трифазної чотирипровідної електричної мережі (фіг. 1) живиться від трифазної чотирипровідної мережі 1 і складається з датчика напруги мережі 2, датчика струму навантаження 3, блока реакторів навантаження 4, що підключені до нелінійного навантаження 5, датчика струму фільтра 6, блока реакторів фільтра 7, чотирифазного дворівневого інвертора на повністю керованих транзисторах 8, ємнісного накопичувача 9, датчика напруги ємнісного накопичувача 10 та системи керування 11, до складу якої входять аналізатор спектра 12, блок задання частоти комутації силових транзисторів 13, контролер керування ключами 14, регулятор вихідної напруги 15, фільтр низьких частот 16, датчик струму нейтралі 17, реактор нульового проводу 18. Причому вихідний сигнал датчика струму навантаження подається на вхід аналізатора спектра, вихідний сигнал аналізатора спектра подається на вхід блока задання частоти комутації силових транзисторів, вихідний сигнал блока задання частоти комутації силових транзисторів подається на перший вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика ємнісного накопичувача подається на регулятор вихідної напруги, вихідний сигнал регулятора подається на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід фільтра низьких частот, вихідний сигнал фільтра низьких частот подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму фільтра подається на четвертий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу подається на п'ятий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал контролера керування ключами підключено до чотирифазної стійки інвертора та реалізує керування силовими транзисторами.

На фіг. 2 наведено принцип компенсації вищих гармонік та реактивної потужності нелінійного навантаження трифазним дворівневим силовим активним фільтром в одній фазі. На фіг. 2 наведено такі позначення:

- 40 - сигнал 1 - струм трифазного нелінійного навантаження;
- сигнал 2 - струм, генерований силовим активним фільтром;
- сигнал 3 - скомпенсований струм, що споживається від трифазного джерела живлення.

Принцип компенсації вищих гармонік та реактивної складової струму в інших двох фазах та нульовому проводі буде аналогічним.

45

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Трифазний дворівневий силовий активний фільтр для трифазної чотирипровідної електричної мережі, який складається з датчика струму навантаження, системи керування, датчика струмів фільтра, трьох вхідних фазних реакторів, ємнісного накопичувача, який **відрізняється** тим, що додатково містить датчик струму нульового проводу, реактор нульового проводу, чотирифазну стійку силових ключів, яка складається з восьми повністю керованих транзисторів, датчика напруги ємнісного накопичувача, блока датчиків напруги мережі, блока реакторів навантаження, а система керування додатково містить блок задання частоти комутації силових транзисторів, фільтр низьких частот, регулятор напруги та контролер керування ключами, причому вихід датчика струму навантаження з'єднаний з входом аналізатора спектра, вихід аналізатора спектра з'єднаний з входом блока задання частоти комутації силових транзисторів, вихід блока задання частоти комутації силових транзисторів з'єднаний з першим входом контролера керування ключами, вихід датчика ємнісного накопичувача з'єднаний з регулятором вихідної напруги, вихід регулятора з'єднаний з другим входом контролера керування ключами, вихід

60

- 5 сигналу датчика напруги мережі з'єднаний з входом фільтра низьких частот, вихід фільтра низьких частот з'єднаний з третім входом контролера керування ключами, вихід датчика струму фільтра з'єднаний з четвертим входом контролера керування ключами, вихід датчика струму нульового проводу з'єднаний з п'ятим входом контролера керування ключами, вихід контролера керування ключами з'єднаний з чотирифазною стійкою інвертора та виконаний з можливістю керування силовими транзисторами.

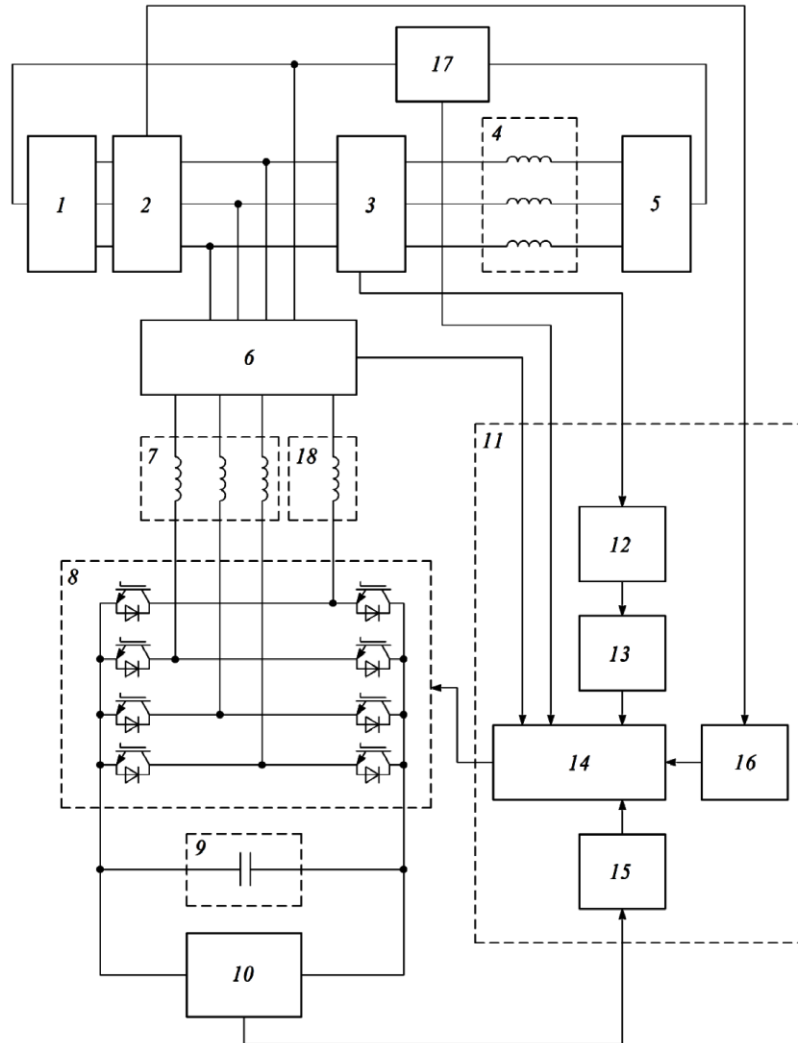
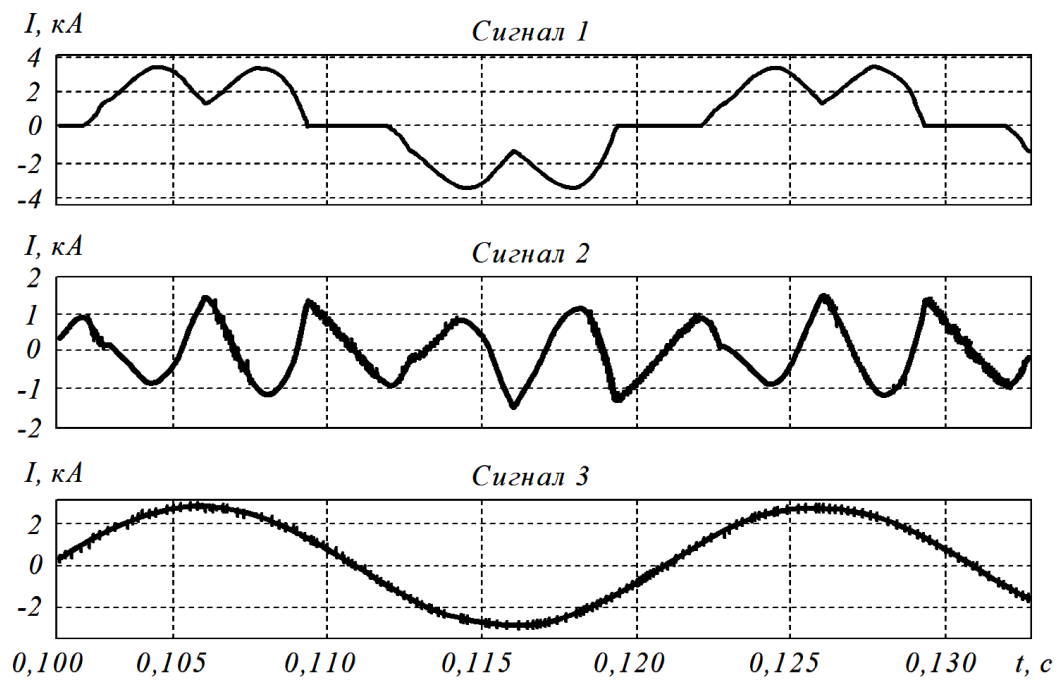


Fig. 1



Фиг. 2