



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **153705** (13) **U**
(51) МПК
G05F 1/70 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

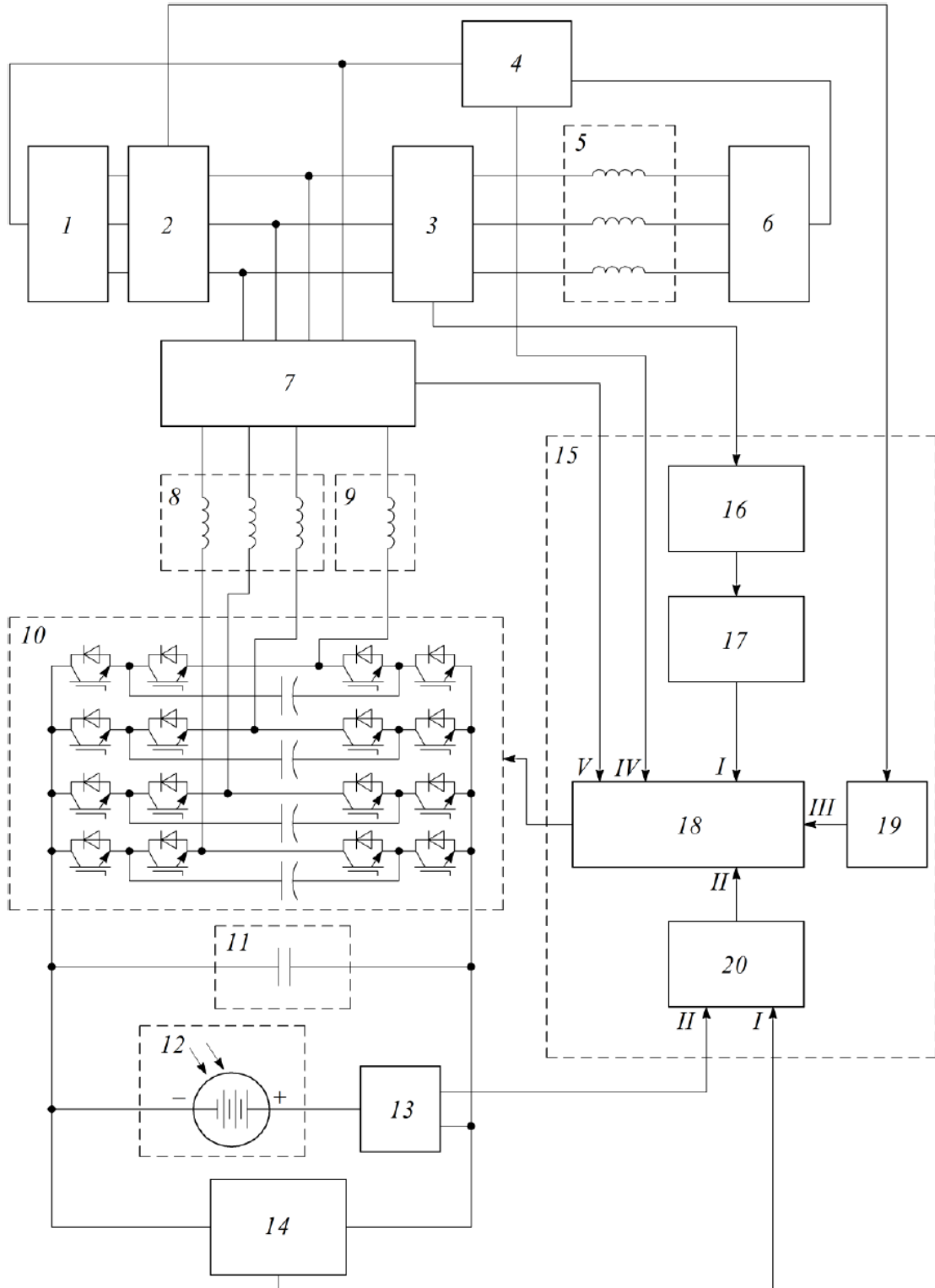
(21) Номер заявки: u 2022 05049	(72) Винахідник(и): Нерубацький Володимир Павлович (UA), Плахтій Олександр Андрійович (UA), Гордієнко Денис Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.12.2022	(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, майдан Фейербаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 17.08.2023	(74) Представник: Панченко Сергій Володимирович
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 16.08.2023, Бюл.№ 33	

(54) ТРИФАЗНИЙ ТРИРІВНЕВИЙ ГІБРИДНИЙ СОНЯЧНИЙ ІНВЕРТОР НА ПЛАВАЮЧИХ КОНДЕНСАТОРАХ ДЛЯ ТРИФАЗНОЇ ЧОТИРИПРОВІДНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Трифазний трирівневий гібридний сонячний інвертор на плаваючих конденсаторах для трифазної чотирипровідної електричної мережі живиться від трифазної чотирипровідної електричної мережі. При цьому інвертор складається з датчика напруги мережі, датчика струму навантаження, блока реакторів навантаження, які підключені до нелінійного навантаження, датчика струму фільтра, датчика струму нульового провода, блока реакторів фільтра, реактора нульового провода, трифазного трирівневого інвертора, що складається з шістнадцяти повністю керованих транзисторів та чотирьох плаваючих конденсаторів, ємнісного накопичувача, послідовно з'єднаних блока сонячних панелей, датчика струму сонячних панелей, датчика напруги ємнісного накопичувача та системи керування, до складу якої входять аналізатор спектра, блок завдання частоти комутації силових транзисторів, контролер керування ключами, блок виділення перших гармонік, блок визначення максимальної потужності сонячних панелей. При цьому вихідний сигнал датчика струму навантаження подається на вхід аналізатора спектра, вихідний сигнал аналізатора спектра подається на вхід блока завдання частоти комутації силових транзисторів, вихідний сигнал блока завдання частоти комутації силових транзисторів подається на перший вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги ємнісного накопичувача подається на перший вхід блоку визначення максимальної потужності сонячних панелей, на другий вхід якого подається вихідний сигнал датчика струму сонячних панелей, вихідний сигнал блока визначення максимальної потужності сонячних панелей подається на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід блока виділення перших гармонік, вихідний сигнал блока виділення перших гармонік подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу подається на четвертий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму фільтра подається на п'ятий вхід контролера керування силовими ключами, вихідний сигнал блока керування силовими ключами реалізує керування силовими транзисторами трифазного трирівневого інвертора.

UA 153705 U



Корисна модель належить до силової перетворювальної техніки і може бути використана для передачі електричної енергії постійного струму сонячних панелей до трифазної чотирипровідної електричної мережі та активної компенсації реактивної потужності та вищих гармонік в трифазних чотирипровідних електричних мережах.

5 Відомий трифазний активний силовий фільтр [патент RU 131916 U1, 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 10 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 виходами 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 15 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 завдання чи стабілізації частоти комутації силових ключів, внаслідок чого відбуваються досить значні втрати потужності.

20 Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, вибраним як найближчий аналог, є трифазний активний силовий фільтр [патент RU 108954U "Трёхфазный активный силовой фильтр", 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 25 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 виходами 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 30 елементів, додатково введений блок оперативної пам'яті, вхід і вихід якого підключені до системи керування. Недоліками такого активного фільтра є: відсутність можливості передачі електричної енергії постійного струму від сонячних панелей до трифазної чотирипровідної електричної мережі; необхідність високої частоти комутації силових ключів, що призводить до досить великих значень динамічних втрат потужності, відсутність можливості стабілізації 35 напруги в ланці постійного струму конденсатора фільтра, внаслідок чого можливий зрив режиму процесу компенсації вищих гармонік та реактивної потужності; висока напруга на силових ключах, що зумовлює необхідність використання силових ключів більших класів за напругою, які мають більші втрати потужності.

В основу корисної моделі поставлено задачу створити пристрій, що дасть змогу забезпечити 40 передачу електричної енергії від сонячних панелей до трифазної чотирипровідної електричної мережі з можливістю роботи в режимі генерації з коефіцієнтом потужності близьким до одиниці, та компенсацію реактивної потужності і вищих гармонічних складових нелінійного та імпульсного навантаження цієї мережі. Крім цього, можливість регулювання струму, що відбирається від сонячних панелей, дасть змогу забезпечити роботу сонячних панелей в точці 45 генерації максимальної потужності.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що трифазний тривірневий гібридний сонячний інвертор на плаваючих конденсаторах для трифазної чотирипровідної електричної мережі (креслення) живиться від трифазної чотирипровідної електричної мережі 1 і складається з датчика напруги мережі 2, датчика струму навантаження 3, блока реакторів навантаження 5, 50 які підключені до нелінійного навантаження 6, датчика струму фільтра 7, датчика струму нульового провoda 4, блока реакторів фільтра 8, реактора нульового провoda 9, трифазного тривірневого інвертора 10, що складається з шістнадцяти повністю керованих транзисторів та чотирьох плаваючих конденсаторів, ємнісного накопичувача 11, послідовно з'єднаних блока сонячних панелей 12, датчика струму сонячних панелей 13, датчика напруги ємнісного накопичувача 14 та системи керування 15, до складу якої входять аналізатор спектра 16, блок 55 завдання частоти комутації силових транзисторів 17, контролер керування ключами 18, блок виділення перших гармонік 19, блок визначення максимальної потужності сонячних панелей 20, при цьому вихідний сигнал датчика струму навантаження 3 подається на вхід аналізатора спектра 16, вихідний сигнал аналізатора спектра 16 подається на вхід блока завдання частоти комутації силових транзисторів 17, вихідний сигнал блока завдання частоти комутації силових 60

транзисторів 17 подається на перший вхід контролера керування ключами 18, вихідний сигнал датчика напруги ємнісного накопичувача 14 подається на перший вхід блока визначення максимальної потужності сонячних панелей 20, на другий вхід якого подається вихідний сигнал датчика струму сонячних панелей 13, вихідний сигнал блока визначення максимальної потужності сонячних панелей 20 подається на другий вхід контролера керування ключами 18, вихідний сигнал датчика напруги мережі 2 подається на вхід блока виділення перших гармонік 19, вихідний сигнал блока виділення перших гармонік 19 подається на третій вхід контролера керування ключами 18, вихідний сигнал датчика струму нульового провoda 4 подається на четвертий вхід контролера керування ключами 18, вихідний сигнал датчика струму фільтра 7 подається на п'ятий вхід контролера керування силовими ключами 18, вихідний сигнал блока керування силовими ключами 18 реалізує керування силовими транзисторами трифазного трирівневого інвертора.

Принцип роботи трифазного дворівневого гібридного сонячного інвертора для трифазної чотирипровідної електричної мережі полягає в наступному. Аналогічно силовим активним фільтрам гібридний сонячний інвертор має змогу формування заданої форми струму, що генерується до електричної мережі. Передача електричної енергії постійного струму від сонячних панелей до трифазної електричної мережі здійснюється за рахунок формування першої гармоніки струму, синхронізованої за фазою з напругою, у кожному фазу. За рахунок того, що гібридний інвертор має датчики струму навантаження мережі та датчик струму нульового провoda, система керування гібридного інвертора визначає з форми струму нелінійного навантаження суму миттєвих значень вищих гармонік струмів і реактивної складової потужності та формує такий струм фільтра з від'ємним знаком. Таким чином, у точках підключення гібридного інвертора буде відбуватися компенсація вищих гармонік та реактивної складової струму нелінійного навантаження, а також струму в нульовому провіді.

Технічним результатом корисної моделі є можливість генерації електричної енергії від сонячних панелей до трифазної чотирипровідної електричної мережі з коефіцієнтом потужності, близьким до одиниці, можливість регулювання струму спожитого від сонячної панелі, чим досягається можливість роботи сонячної панелі в режимі генерації максимальної потужності, можливість забезпечення компенсації реактивної складової потужності та вищих гармонік в трифазній чотирипровідній електричній мережі від імпульсних та нелінійних навантажень, можливість регулювання частоти комутації силових ключів залежно від спектра вищих гармонік нелінійного навантаження.

Корисна модель пояснюється кресленням, де зображена структурна схема трифазного трирівневого гібридного сонячного інвертора на плаваючих конденсаторах для трифазної чотирипровідної електричної мережі.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Трифазний трирівневий гібридний сонячний інвертор на плаваючих конденсаторах для трифазної чотирипровідної електричної мережі, який живиться від трифазної чотирипровідної електричної мережі, який **відрізняється** тим, що складається з датчика напруги мережі, датчика струму навантаження, блока реакторів навантаження, які підключені до нелінійного навантаження, датчика струму фільтра, датчика струму нульового провoda, блока реакторів фільтра, реактора нульового провoda, трифазного трирівневого інвертора, що складається з шістнадцяти повністю керованих транзисторів та чотирьох плаваючих конденсаторів, ємнісного накопичувача, послідовно з'єднаних блока сонячних панелей, датчика струму сонячних панелей, датчика напруги ємнісного накопичувача та системи керування, до складу якої входять аналізатор спектра, блок задання частоти комутації силових транзисторів, контролер керування ключами, блок виділення перших гармонік, блок визначення максимальної потужності сонячних панелей, при цьому 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 напруги ємнісного накопичувача подається на перший вхід блока визначення максимальної потужності сонячних панелей, на другий вхід якого подається вихідний сигнал датчика струму сонячних панелей, вихідний сигнал блока визначення максимальної потужності сонячних панелей подається на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід блока виділення перших гармонік, вихідний сигнал блока виділення перших гармонік подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового провoda подається на четвертий вхід контролера

керування ключами, вихідний сигнал датчика струму фільтра подається на п'ятий вхід контролера керування силовими ключами, вихідний сигнал блока керування силовими ключами реалізує керування силовими транзисторами трифазного трирівневого інвертора.

