



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154958** (13) **U**  
(51) МПК  
*H02J 3/26* (2006.01)

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

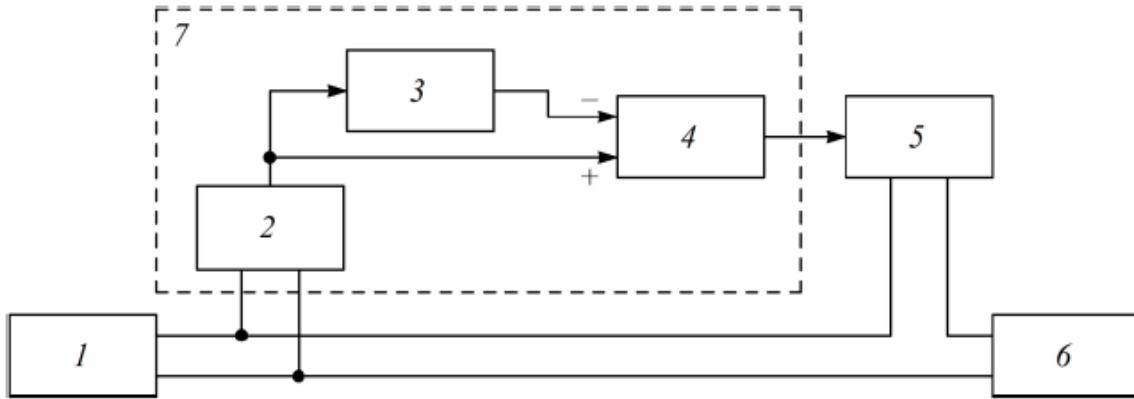
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2022 04822</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>19.12.2022</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>11.01.2024</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>10.01.2024, Бюл.№ 2</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Нерубацький Володимир Павлович (UA), Плахтій Олександр Андрійович (UA), Гордієнко Денис Анатолійович (UA), Ловська Альона Олександрівна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050 (UA)</b></p> <p>(74) Представник: <b>Ректор УкрДУЗТ Панченко Сергій Володимирович</b></p>
--	---

**(54) КОМПЕНСАТОР ВИЩИХ ГАРМОНІК ВИХІДНОЇ НАПРУГИ ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

**(57) Реферат:**

Компенсатор вищих гармонік вихідної напруги перетворювача електричної енергії має перетворювач, суматор та датчик напруги. Компенсатор складається з перетворювача компенсатора, який підключено послідовно між перетворювачем і навантаженням, та системи керування компенсатора, яка складається з датчика напруги, блока визначення постійної складової сигналу напруги та суматора, при цьому датчик напруги підключено паралельно лініям передачі енергії від перетворювача до навантаження, датчик напруги визначає миттєве значення вихідної напруги перетворювача та подає свій вихідний сигнал до блока визначення постійної складової сигналу напруги та на позитивний вхід суматора, а вихідний сигнал блока визначення постійної складової, який визначає постійну складову сигналу вихідної напруги перетворювача та може бути реалізовано як фільтр низьких частот або на основі іншого математичного апарату або фізичного явища, подає свій вихідний сигнал до від'ємного (мінусового) входу суматора. При цьому вихідний сигнал суматора, який визначає змінну складову сигналу вихідної напруги перетворювача, подається на вхід перетворювача компенсатора, а перетворювач компенсатора реалізує форму напруги, що є тотожною сигналу суматора, а саме сигналу змінної складової вихідної напруги перетворювача за рахунок того, що перетворювач компенсатора підключено зі зворотною полярністю напруги відносно полярності напруги перетворювача, на навантаженні відбувається компенсація змінної складової напруги перетворювача і навантаження, причому навантаження отримує лише постійну складову, таким чином відбувається компенсація пульсаційної складової та вищих гармонік напруги, що підключена до навантаження.

UA 154958 U



Корисна модель належить до силової перетворювальної техніки і може бути використана в перетворювачах змінної напруги в постійну або в перетворювачах постійної напруги з імпульсною модуляцією, до яких висуваються високі вимоги щодо якості електричної енергії.

5 Відомий пристрій для компенсації пульсацій випрямленої напруги "Устройство для компенсации пульсаций выпрямленного напряжения" (авторське свідоцтво СРСР № 641605, кл. Н02М1/14, опубліковане 08.01.1979), який містить згладжувальний дросель і конденсатор, які відповідним з'єднанням утворюють згладжувальний LC-фільтр, датчик пульсацій і компенсуючий підсилювач, ввімкнений послідовно з конденсатором LC-фільтра. Датчик пульсацій, підсилювач і конденсатор LC-фільтра створюють замкнутий контур від'ємного зворотного зв'язку з постійним коефіцієнтом передачі, який і визначає ступінь компенсації 10 величини пульсацій на навантаженні. Вагомими недоліками пристрою, по-перше, є те, що величина ємності конденсатора LC-фільтра впливає на частотний діапазон компенсуючої напруги, що зменшує ефективність компенсації низькочастотних гармонічних складових пульсацій. По-друге, в потужних системах підсилювач напруги, що формує компенсуючу напругу, виконують на базі високочастотного інвертора напруги з широтно-імпульсною модуляцією, несучий сигнал якої через конденсатор фільтра потрапляє в коло навантаження, де створює додаткові пульсації.

Відомий пристрій для компенсації пульсацій випрямленої напруги "Устройство для компенсации пульсаций выпрямленного напряжения" (авторське свідоцтво СРСР № 574828, кл. Н02М1/14, опубліковане 29.09.1977), який містить згладжувальний LC-фільтр, вихід якого послідовно з'єднаний з навантаженням, який складається з дроселя і конденсатора, трансформатор включений первинною обмоткою до підсилювача, що підключений до напруги навантаження, вторинна обмотка трансформатора включена послідовно між дроселем та колом навантаження, і виконана з двох секцій, включених зустрічно. При роботі пристрою датчиком 25 пульсацій виділяється змінна складова із напруги, яка діє на навантаженні. Ступінь компенсації пульсацій напруги на навантаженні визначається величиною контурного коефіцієнта передачі і співпадінням частотних спектрів вхідного і вихідного сигналів датчика пульсацій і смугою пропускання всієї системи автоматичного регулювання. Це є причиною зниження ефективності придушення низькочастотних гармонічних складових пульсацій, які виникають в результаті дії несиметрії на перетворювач електричної енергії і, як результат, зниження компенсації 30 пульсацій. Збільшення контурного коефіцієнта передачі і розширення смуги пропускання для підвищення ступеня компенсації пульсацій обмежено умовою стійкості замкнутої системи.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є "Пристрій для компенсації пульсацій вихідної напруги перетворювача електричної енергії" (патент України на винахід 114146, МПК Н02М01/14, опублікований 25.04.2017), який складається з дроселя, конденсатора і трансформатора компенсуючої напруги, вторинна обмотка якого включена між виходом перетворювача і дроселем, а первинна обмотка через послідовно з'єднані підсилювач напруги, коригуючу ланку, датчик пульсацій та перший датчик напруги підключена паралельно навантаженню. Додатково введено другий датчик напруги, n-селективних ланок і суматор, при 40 цьому другий датчик напруги підключено між вторинною обмоткою трансформатора і дроселем, а до виходу другого датчика напруги підключено входи n-селективних ланок, виходи яких підключено до входів суматора, який підключено між виходом коригуючої ланки і входом підсилювача напруги.

Недоліками цього пристрою є:

45 - можливість компенсації обмеженої кількості вищих гармонік, що дорівнює кількості селективних ланок фільтра. Кількість таких селективних ланок для ефективною компенсації вищих гармонік може досягати десятка і більше, що ускладнює та здорожую пристрій;  
 - принципова неможливість реалізувати компенсацію вищих гармонік за умови, коли спектр вищих гармонік вхідної напруги фільтра є невідомим або змінним, що спричинено тим, що селективні ланки фільтра налаштовані на певні конкретні частоти. За умови коли вхідний перетворювач електричної енергії генерує спектр вищих гармонік напруги, яка змінюється, наприклад при керуванні з широтно-імпульсною модуляцією з регульованою частотою, якість компенсації вищих гармонік пристрою аналогу буде значно погіршена.

В основу корисної моделі поставлено задачу реалізувати адаптивну компенсацію вищих гармонік від перетворювача електричної енергії, що генерує спектр вищих гармонік напруги, який є невідомим та/або змінюється.

Поставлена задача вирішується тим, що компенсатор вищих гармонік вихідної напруги перетворювача електричної енергії, який має перетворювач, суматор та датчик напруги, згідно із корисною моделлю, складається з перетворювача компенсатора, який підключено послідовно 60 між перетворювачем і навантаженням, та системи керування компенсатора, яка складається з

датчика напруги, блока визначення постійної складової сигналу напруги та суматора, при цьому датчик напруги підключено паралельно лініям передачі енергії від перетворювача до навантаження, датчик напруги визначає миттєве значення вихідної напруги перетворювача та подає свій вихідний сигнал до блока визначення постійної складової сигналу напруги та на позитивний вхід суматора, а вихідний сигнал блока визначення постійної складової, який визначає постійну складову сигналу вихідної напруги перетворювача та може бути реалізовано як фільтр низьких частот або на основі іншого математичного апарату або фізичного явища, подає свій вихідний сигнал до від'ємного (мінусового) входу суматора, причому вихідний сигнал суматора, який визначає змінну складову сигналу вихідної напруги перетворювача, подається на вхід перетворювача компенсатора, а перетворювач компенсатора реалізує форму напруги, що є тотожною сигналу суматора, а саме сигналу змінної складової вихідної напруги перетворювача за рахунок того, що перетворювач компенсатора підключено зі зворотною полярністю напруги відносно полярності напруги перетворювача, на навантаженні відбувається компенсація змінної складової напруги перетворювача і навантаження, причому навантаження отримує лише постійну складову, таким чином відбувається компенсація пульсаційної складової та вищих гармонік напруги, що підключена до навантаження.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено схему пристрою для компенсації пульсацій вихідної напруги перетворювача електричної енергії.

Компенсатор вищих гармонік вихідної напруги перетворювача електричної енергії складається з перетворювача компенсатора 5, який підключено послідовно між перетворювачем 1, змінну складову вихідної напруги якого треба компенсувати, і навантаженням 6, та системи керування компенсатора 7, яка складається з датчика напруги 2, блока визначення постійної складової сигналу напруги 3 та суматора 4. При цьому датчик напруги 2 підключено паралельно лініям передачі енергії від перетворювача 1 до навантаження 6. Датчик напруги 2 визначає миттєве значення вихідної напруги перетворювача 1 та подає свій вихідний сигнал до блока визначення постійної складової сигналу напруги 3 та на позитивний вхід суматора 4. Вихідний сигнал блока визначення постійної складової 3, який визначає постійну складову сигналу вихідної напруги перетворювача 1 та може бути реалізовано як фільтр низьких частот або на основі іншого математичного апарату або фізичного явища, подає свій вихідний сигнал до від'ємного (мінусового) входу суматора 4. Вихідний сигнал суматора 4, який визначає змінну складову сигналу вихідної напруги перетворювача 1, подається на вхід перетворювача компенсатора 5. Перетворювач компенсатора 5 реалізує форму напруги, що є тотожною сигналу суматора 4, а саме сигналу змінної складової вихідної напруги перетворювача 1. За рахунок того, що перетворювач компенсатора 5 підключено зі зворотною полярністю напруги відносно полярності напруги перетворювача 1, за другим законом Кірхгофа на навантаженні 6 відбувається компенсація змінної складової напруги перетворювача 1 і навантаження. Тобто навантаження отримує лише постійну складову, таким чином відбувається компенсація пульсаційної складової та вищих гармонік напруги, що підключена до навантаження.

Технічний результат корисної моделі полягає у вирішенні технічної задачі підвищення ефективності роботи пристрою для компенсації пульсацій вихідної напруги перетворювача електричної енергії за рахунок реалізації адаптивної компенсації вищих гармонік від перетворювача електричної енергії, що генерує спектр вищих гармонік напруги, який є невідомим та/або змінюється.

45

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Компенсатор вищих гармонік вихідної напруги перетворювача електричної енергії, який має перетворювач, суматор та датчик напруги, який **відрізняється** тим, що складається з перетворювача компенсатора, який підключено послідовно між перетворювачем і навантаженням, та системи керування компенсатора, яка складається з датчика напруги, блока визначення постійної складової сигналу напруги та суматора, при цьому датчик напруги підключено паралельно лініям передачі енергії від перетворювача до навантаження, датчик напруги визначає миттєве значення вихідної напруги перетворювача та подає свій вихідний сигнал до блока визначення постійної складової сигналу напруги та на позитивний вхід суматора, а вихідний сигнал блока визначення постійної складової, який визначає постійну складову сигналу вихідної напруги перетворювача та може бути реалізовано як фільтр низьких частот або на основі іншого математичного апарату або фізичного явища, подає свій вихідний сигнал до від'ємного (мінусового) входу суматора, причому вихідний сигнал суматора, який визначає змінну складову сигналу вихідної напруги перетворювача, подається на вхід

60

- перетворювача компенсатора, а перетворювач компенсатора реалізує форму напруги, що є тотожною сигналу суматора, а саме сигналу змінної складової вихідної напруги перетворювача за рахунок того, що перетворювач компенсатора підключено зі зворотною полярністю напруги відносно полярності напруги перетворювача, на навантаженні відбувається компенсація змінної складової напруги перетворювача і навантаження, причому навантаження отримує лише постійну складову, таким чином відбувається компенсація пульсаційної складової та вищих гармонік напруги, що підключена до навантаження.

