



УКРАЇНА

(19) UA (11) 25634 (13) U

(51) МПК (2006)

H02M 5/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПЕРЕТВОРЮВАЧ НЕСИНУСОЇДАЛЬНОГО СТРУМУ

1

2

(21) u200704633

(22) 25.04.2007

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Білоха Дмитро Олександрович, Ковальов Віктор Миколайович

(73) ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

(57) Перетворювач несинусоїдального струму, що містить проміжний трансформатор, первинна обмотка якого підключена до кола вимірювання несинусоїдального струму, та інтегратор, який **відри-**

зняється тим, що в нього додатково введено блок аналого-цифрового перетворювача, два блоки цифрових фільтрів з кінцевою імпульсною характеристикою і два блоки стекової пам'яті, при цьому вхід блока аналого-цифрового перетворювача підключений до вторинної обмотки проміжного трансформатора, а його вихід підключений до входу цифрового інтегратора через послідовно з'єднані перший блок цифрового фільтра, перший блок стекової пам'яті, другий блок цифрового фільтра і другий блок стекової пам'яті.

Корисна модель належить до перетворювальних пристроїв і може бути використана для побудови систем керування тиристорними компенсаторами реактивної потужності з метою її компенсації при несинусоїдальних режимах електроспоживання навантаженнями типу дугових сталеплавильних печей, електродвигунів з вентилями перетворювачами і т. ін.

Відомий перетворювач несинусоїдального струму в системі керування тиристорним компенсатором, що містить проміжний трансформатор, первинна обмотка якого підключена до кола вимірювання несинусоїдального струму, а вторинна - до першого резистора аналогового інтегратора на операційному підсилювачі, інверсний вхід якого через послідовно з'єднаний другий резистор підключений до першого виводу першого резистора електронного ключа, який кожний період мережної напруги розряджає конденсатор аналогового інтегратора [Патент США №3999177, клас H02J3/18, опублікований 21.12.1976].

Недоліком такого перетворювача є невисока швидкодія, оскільки інтервал перетворення складає період мережної напруги, а зміна реактивної потужності може відбуватись швидше.

Найбільш близьким за технічною сутністю до запропонованого перетворювача є перетворювач несинусоїдального струму в системі керування тиристорним компенсатором, що містить проміжний трансформатор, первинна обмотка якого підключена до кола вимірювання несинусоїдаль-

ного струму, а вторинна - до першого резистора аналогового інтегратора на операційному підсилювачі, інверсний вхід якого через послідовно з'єднаний другий резистор підключений до першого виводу першого резистора електронного ключа, який кожний напівперіод мережної напруги розряджає конденсатор аналогового інтегратора [Патент США №4068159, клас H02J3/18 опублікований 10.01.1978].

Недоліком перетворювача є низька точність вимірювання вихідного сигналу струму першої гармоніки, оскільки останній має фазовий зсув відносно несинусоїдального струму на вході перетворювача за рахунок використання аналогового інтегратора на операційному підсилювачі з конденсатором.

В основу корисної моделі поставлено завдання удосконалення перетворювача несинусоїдального струму, в якому за рахунок введення додаткових конструктивних елементів та зв'язків забезпечується усунення фазового зсуву вихідного сигналу струму першої гармоніки відносно вхідного несинусоїдального струму і, як результат, підвищується точність її вимірювання.

Поставлене завдання підвищення точності вимірювання струму першої гармоніки вирішується тим, що у перетворювач несинусоїдального струму, що містить проміжний трансформатор, первинна обмотка якого підключена до кола вимірювання несинусоїдального струму, та інтегратор, згідно корисної моделі додатково введено

(13) U

(11) 25634

(19) UA

блок аналого-цифрового перетворювача, два блока цифрових фільтрів з кінцевою імпульсною характеристикою і два блока стекової пам'яті, при цьому вхід блоку аналого-цифрового перетворювача підключений до вторинної обмотки проміжного трансформатора, а його вихід підключений до входу цифрового інтегратора через послідовно з'єднані перший блок цифрового фільтра, перший блок стекової пам'яті, другий блок цифрового фільтра і другий блок стекової пам'яті.

Сутність корисної моделі полягає в тому, що в результаті введення в корисну модель блоку аналого-цифрового перетворювача, двох блоків цифрових фільтрів з кінцевою імпульсною характеристикою і двох блоків стекової пам'яті, в яких відбувається реверсування дискрет даних несинусоїдального струму в цифровій формі, усувається фазовий зсув вихідного сигналу струму першої гармоніки, за рахунок чого підвищується точність її вимірювання.

Прикладене креслення пояснює особливості функціонування запропонованого перетворювача несинусоїдального струму. Функціональна схема перетворювача несинусоїдального струму містить проміжний трансформатор 1 первинною обмоткою підключений до кола вимірювання струму, а вторинною - до входу блоку аналого-цифрового перетворювача 2, що виходом підключений до входу першого блоку 3 цифрового фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою, вихід якого підключений до входу першого блоку 4 стекової пам'яті типу "останнім ввійшов - першим вийшов", а його вихід з'єднаний зі входом другого блоку 5 цифрового фільтра з кінцевою імпульсною характеристикою, вихід якого підключений до входу другого блоку 6 стекової пам'яті, вихід якого підключений до входу цифрового інтегратора 7.

Принцип дії функціональної схеми запропонованого перетворювача полягає у наступному. Аналоговий сигнал несинусоїдального струму поступає на первинну обмотку проміжного трансформатора 1, вторинний струм якого перетворюється аналого-цифровим перетворювачем 2 у цифрову форму. Останній подається на вхід першого блоку 3 цифрового фільтра.

З теорії цифрових фільтрів відомо, що амплітудно - фазова частотна характеристика цифрового фільтра з імпульсною передатною функцією

$H(z)$ може бути представлена у вигляді $H(e^{j\omega})$ [S. K. Mitra. Digital Signal Processing: A Computer-Based Approach, 2nd ed., McGraw-Hill, 2001]. Тоді фазочастотна характеристика фільтра має вигляд $\varphi_H = \arg[H(e^{j\omega})]$, тобто складова вхідного сигналу з частотою ω на виході отримує фазовий зсув на кут φ_H . Числові значення струму послідовно записуються в комірки блоку 4 стекової пам'яті, на виході якого відбувається реверсування дискрет вхідних даних відповідно до принципу дії стекової пам'яті, тобто остання записана дискрета зчитується першою і подається на вхід другого блоку 5 цифрового фільтра, передатна функція якого ідентична передатній функції першого фільтра.

Таке з'єднання цифрових фільтрів та блоків стекової пам'яті завдяки реверсуванню дискрет сигналу еквівалентне послідовному з'єднанню двох фільтрів з передатними функціями $H(z)$ та $H(-z)$. У результаті цього після фільтрації частотний спектр вихідного сигналу буде

$$Y(e^{j\omega}) = H(e^{j\omega})H(e^{-j\omega})X(e^{j\omega}) = |H(e^{j\omega})|^2 X(e^{j\omega}),$$

де $X(e^{j\omega})$ - частотний спектр вхідного сигналу.

Звідки випливає, що при цьому фазовий зсув вихідного сигналу відносно вхідного дорівнює нулю, тобто фільтрація відбулась без фазового зсуву з подвоєнням порядку фільтрації. Фільтрація сигналу без фазового зсуву може бути реалізована лише у цифровій формі, тому що в аналоговій формі передатні функції $H(s)$ та $H(-s)$ не можуть бути фізично реалізованими одночасно. Крім того, якщо $H(s)$ має всі полюси в лівій півплощині комплексної площини, то $H(-s)$ буде мати всі полюси в правій півплощині, тому такі передатні функції не можуть бути стійкими одночасно. В цифровій формі ця проблема вирішується не інверсією передатних функцій фільтрів, а реверсуванням дискрет даних завдяки роботі стекової пам'яті.

Таким чином, запропонований перетворювач несинусоїдального струму усуває фазовий зсув вихідного сигналу струму першої гармоніки відносно вхідного і, отже, підвищує точність її вимірювання.

