



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75929 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01R 29/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ КОЕФІЦІЄНТІВ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ В ПРОМИСЛОВІЙ МЕРЕЖІ

1

(21) 2004010039

(22) 08.01.2004

(24) 15.06.2006

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Петросян Руслан Валерикович

(73) ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛО-
ГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) SU 517860, G01R29, 15.06.1976

SU 1013875 A, G01R29/16, 23.04.1983

SU 1645915 A1, G01R29/16, G06F15/56, 30.04.1991

US 4641088, G01N25/00, 03.02.1987

US 5426590 A, G01R29/16, 20.06.1995

JP 9127170 A, G01R29/16, G05F1/10, H02H3/34,
H02P7/63, 16.05.1997

(57) Цифровий вимірювач коефіцієнтів несиметрії напруги в промисловій мережі, що містить масштабний перетворювач (1), на входи якого подаються фазні напруги з електричної мережі, багатоканальний аналого-цифровий перетворювач, інформаційні входи якого з'єднані з виходом масштабного перетворювача (1), багатоканальний цифровий фільтр, блок (2) синхронізації, який **від-
різняється** тим, що багатоканальний цифровий фільтр (6-12) складений із семи смугових фільтрів, смуга пропускання яких визначена діапазоном відхилення частоти напруги електричної мережі, а фазо-частотна характеристика в смузі пропускання для першого, другого і третього цифрових фільтрів (6-8) дорівнює нулю, для четвертого і шостого цифрових фільтрів (9, 11) дорівнює $-\frac{2\pi}{3}$, для п'ятого і сьомого цифрових фільтрів (10, 12) дорівнює $-\frac{4\pi}{3}$, багатоканальний аналого-цифровий

2

перетворювач складений з першого, другого і третього перетворювачів (3-5) аналог-код, додатково введені перший, другий і третій суматори (13-15), перший, другий і третій блоки (16-18) обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу, перший і другий блоки (19, 20) ділення, причому вихід першого перетворювача (3) аналог-код підключений на вхід першого цифрового фільтра (6), вихід другого перетворювача (4) аналог-код підключений на входи другого, п'ятого і шостого цифрових фільтрів (7, 10, 11), а вихід третього перетворювача (5) аналог-код підключений на входи третього, четвертого і сьомого цифрових фільтрів (8, 9, 12), причому виходи першого, другого і третього цифрових фільтрів (6-8) підключені до входів першого суматора (13), виходи першого, четвертого і п'ятого цифрових фільтрів (6, 9, 10) підключені до входів другого суматора (14), виходи першого, шостого і сьомого цифрових фільтрів (6, 11, 12) підключені до входів третього суматора (15), виходи першого, другого і третього суматорів (13-15) підключені, відповідно, до входів першого, другого і третього блоків (16-18) обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу, виходи першого і другого блоків (16, 17) обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу підключені на входи першого блока (19) ділення, а виходи третього і другого блоків (18, 17) обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу підключені на входи другого блока (20) ділення, на виході першого блока (19) ділення буде величина, відповідна коефіцієнту несиметрії напруги за нульовою послідовністю, а на виході другого блока (20) ділення буде величина, відповідна коефіцієнту несиметрії напруги за зворотною послідовністю.

Винахід належить до вимірювальної техніки і може використовуватися для контролю якості електричної енергії, у релейному захисті електроустановок.

Щоб мати можливість одержувати електроенергію відповідної якості, необхідно знати показники якості електроенергії. Єдиний спосіб визначити їх - забезпечити постійний контроль параметрів

електричної енергії, що поставляється. Контроль показників якості здійснюється відповідно до вимог [1], серед яких найбільш важливими є коефіцієнти несиметрії напруги за нульовою та зворотною послідовностями.

Відомий пристрій вимірювання несиметрії напруги [2]. До складу пристрою входить масштабний перетворювач, на входи якого подаються фа-

(13) C2

(11) 75929

(19) UA

зні напруги з електричної мережі, багатоканальний аналого-цифровий перетворювач, інформаційні входи якого з'єднані з виходом масштабного перетворювача, а також блок синхронізації, що забезпечує синхронну роботу всіх вузлів.

Але на відміну від винаходу, аналог має у своєму складі вузли обчислення першої гармоніки досліджуваного сигналу з використанням дискретного перетворення Фур'є. Такий підхід приводить до ускладнення реалізації вимірювача, а також до збільшення помилки вимірювання параметрів при відхиленні частоти напруги електричної мережі.

Серед відомих приладів для вимірювання несиметрії напруги найбільш близьким до винаходу і обраним як прототип є цифровий вимірювач нерівноваженості напруг [3]. Він містить масштабний перетворювач, на входи якого подаються фазні напруги з електричної мережі, багатоканальний аналого-цифровий перетворювач, інформаційні входи якого з'єднані з виходом масштабного перетворювача, багатоканальний цифровий фільтр, блок синхронізації.

Але на відміну від запропонованого винаходу, у прототипі багатоканальний цифровий фільтр є нерекурсивним і виконує функцію виділення основної гармоніки досліджуваного сигналу, що надалі дозволяє обчислити його діюче значення і, відповідно, коефіцієнт нерівноваженості мережі. Однак це призводить до втрати кута зсуву сигналу і, відповідно, до ускладнення реалізації приладу, а також до збільшення помилки вимірювання параметрів при відхиленні частоти напруги в електричній мережі.

Метою винаходу є спрощення реалізації приладу і підвищення точності вимірювання коефіцієнтів несиметрії напруги трифазної мережі за рахунок зниження частотної залежності і підвищення завадостійкості приладу.

Поставлена задача вирішується тим, що до складу приладу вводяться сім цифрових фільтрів із заданими амплітудно-частотними і фазочастотними характеристиками, три суматори та два блоки ділення. Цифрові фільтри дозволяють виконати:

- а) виділення основної гармоніки в заданому діапазоні частот;
- б) зсув фаз сигналів у заданому діапазоні частот.

Застосовувані цифрові фільтри є смуговими. Смуга пропускання визначається діапазоном зміни частоти напруги в електричній мережі. Це дозволить пропустити сигнал без перекидання амплітуди на вихід цифрового фільтра при відхиленні частоти напруги в електричній мережі від норми, не пропускаючи всі небажані завади вхідного сигналу. Вимоги до типу фазочастотної характеристики дозволяють здійснити зсув сигналу на визначений кут, причому величина кута незалежна від поточної частоти напруги в електричній мережі, що усуває частотну залежність вектора повороту. Суматори необхідні для одержання прямої, нульової та зворотної послідовностей. Ділення використовується для одержання коефіцієнтів несиметрії напруги за нульовою та зворотною послідовностями.

Таким чином, усунення небажаних завад і час-

отної залежності вектора повороту дозволяє підвищити точність вимірювання, а усунення частотної залежності без застосування підстроювання частоти дискретизації спрощує обчислення коефіцієнтів несиметрії напруги в трифазній мережі.

Прилад містить масштабний перетворювач 1, блок 2 синхронізації, багатоканальний аналого-цифровий перетворювач, що складається з першого, другого і третього перетворювачів 3-5 аналог-код, багатоканальний цифровий фільтр, що складається з трьох типів цифрових фільтрів (перший, другий і третій цифрові фільтри 6-8 - першого типу; четвертий і шостий цифрові фільтри 9, 11 - другого типу; п'ятий і сьомий цифрові фільтри 10, 12 - третього типу), перший, другий і третій суматори 13-15, перший, другий і третій блоки 16-18 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу, перший і другий блоки 19, 20 ділення. При цьому інформаційні входи першого, другого і третього перетворювачів 3-5 аналог-код з'єднані з виходом масштабного перетворювача 1, вихід першого перетворювача 3 аналог-код підключається на вхід першого цифрового фільтра 6, вихід другого перетворювача 4 аналог-код підключається на входи другого, п'ятого і шостого цифрових фільтрів 7, 10, 11, а вихід третього перетворювача 5 аналог-код підключається на входи третього, четвертого і сьомого цифрових фільтрів 8, 9, 12. Виходи першого, другого і третього цифрових фільтрів 6-8 підключаються до входів першого суматора 13, виходи першого, четвертого і п'ятого цифрових фільтрів 6, 9, 10 підключаються до входів другого суматора 14, виходи першого, шостого і сьомого цифрових фільтрів 6, 11, 12 підключаються до входів третього суматора 15, виходи першого, другого і третього суматорів 13-15 підключаються, відповідно, до входів першого, другого і третього блоків 16-18 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу, виходи першого і другого блоків 16, 17 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу підключаються на входи першого блока 19 ділення, а виходи третього і другого блоків 18, 17 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу підключаються на входи другого блока 20 ділення.

Суть винаходу пояснюється кресленнями. Перелік креслень:

Фіг.1 - структурна схема приладу;

Фіг.2 - частотна характеристика першого, другого і третього цифрових фільтрів 6-8;

Фіг.3 - частотна характеристика п'ятого і сьомого цифрових фільтрів 10, 12;

Фіг.4 - частотна характеристика четвертого і шостого цифрових фільтрів 9, 11.

Працює вимірювач наступним чином. Цифрові фільтри реалізують алгоритм, що описується виразом:

$$y(n) = \sum_{k=0}^N a(n)x(n-k) + \sum_{k=1}^N b(n)y(n-k),$$

де $y(n)$ - вихідна послідовність сигналу; N - порядок цифрового фільтра; $a(n)$, $b(n)$ - коефіцієнти фільтра, що визначаються за заданими частотними характеристиками (Фіг.2, Фіг.3, Фіг.4) із використанням відомих методик, наприклад, [4]; $x(n)$ - вхідна послідовність сигналу.

Напруги фаз А, В, С з трифазної мережі надходять на масштабний перетворювач 1. З його виходу сигнали надходять на входи першого, другого і третього перетворювачів 3-5 аналог-код, де сигнали оцифровуються. Далі сигнал з виходу першого перетворювача 3 аналог-код надходить на вхід першого цифрового фільтру 6, сигнал з виходу другого перетворювача 4 надходить на входи другого, п'ятого і шостого цифрових фільтрів 7, 10, 11, а сигнал з виходу третього перетворювача 5 надходить на входи третього, четвертого і сьомого цифрових фільтрів 8, 9, 12, де відбувається виділення основної гармоніки і необхідний зсув сигналу. На входи першого суматора 13 надходять сигнали з виходів першого, другого і третього цифрових фільтрів 6-8 для одержання нульової послідовності на його виході. Для одержання прямої послідовності сигнали з виходів першого, четвертого і п'ятого цифрових фільтрів 6, 9, 10 надходять на входи другого суматора 14. Для одержання зворотної послідовності сигнали з виходів першого, шостого і сьомого цифрових фільтрів 6, 11, 12 надходять на входи третього суматора 15. Сигнали з виходів першого, другого і третього суматорів 13-15 надходять, відповідно, на входи першого, другого і третього блоків 16-18 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу. З виходів першого і другого блоків 16, 17 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу інформація надходить на входи першого блока 19 ділення, а з виходів третього і другого блоків 18, 17 обчислення амплітуди (діючого значення) сигналу інформація надходить на входи другого блока 20 ділення (ділення виконується на сигнал, одержу-

ваний на виході другого блока 17). На виході першого блока 19 ділення буде величина, відповідна коефіцієнту несиметрії напруги за нульовою послідовністю, а на виході другого блока 20 ділення буде величина, відповідна коефіцієнту несиметрії напруги за зворотною послідовністю. При необхідності виходи першого і другого блоків 19, 20 ділення можуть підключатися до блока, що масштабує, з коефіцієнтом передачі 100 для одержання значень вихідних величин у відсотках. Керування роботою всіх блоків здійснюється за допомогою блока 2 синхронізації.

Джерела інформації:

1. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Взамен ГОСТ 13109-87; Введ. 01.01.2000. - Минск: Изд-во стандартов, 1999. - 31с.

2. Минц М.Я., Чинков В.Н., Гриб О.Г. Цифровые методы измерения несимметрии трехфазной системы напряжений // Измерительная техника. - 1984. - №6. - С.41-43.

3. Цифровой измеритель неуравновешенности напряжений в промышленной сети: А.с. 1645915 СССР, МКИ G01R29/16, G06F15/56 // В.Я. Майер (SU), Зения (MG), Петровская Л.Л. (SU). №4488232/24; Заявл. 23.06.88; Опубл. 30.04.91, Бюл. №16.

4. Справочник по устройствам цифровой обработки информации // Н.А.Виноградов, В.Н.Яковлев, В.В.Воскресенский и др. - К.: Техника, 1988. - 415с.

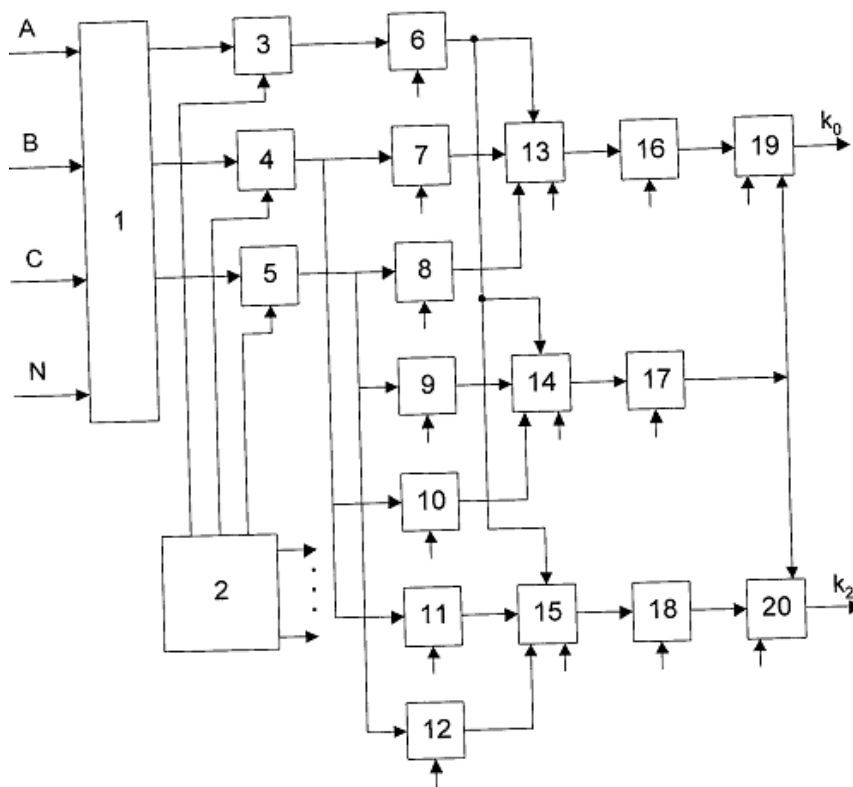


Fig. 1

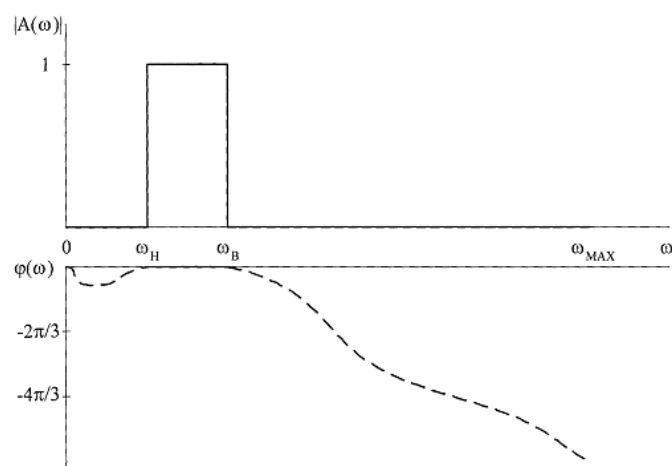


Fig. 2

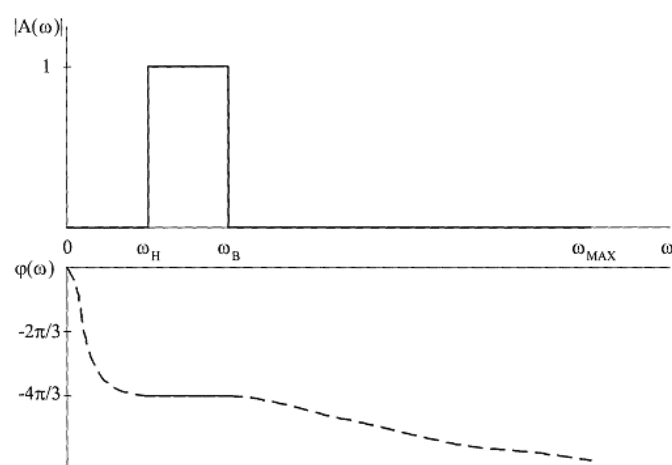


Fig. 3

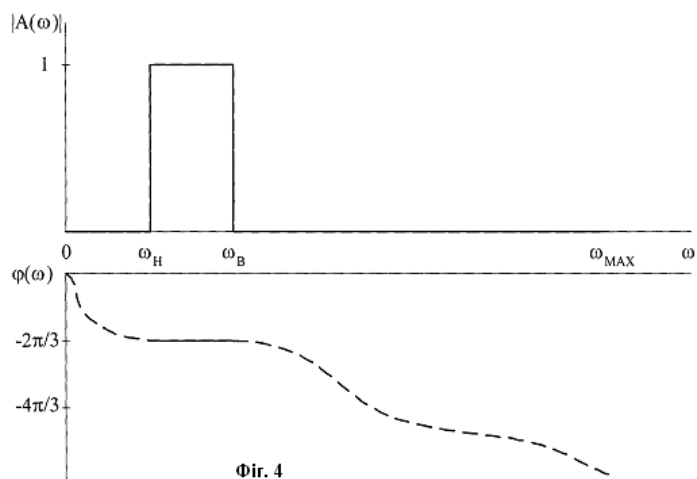


Fig. 4