



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49975 (13) C2

(51) 6 G01R25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) ВИМІРЮВАЧ АСИМЕТРІЇ СИНФАЗНОСТІ, ПРОТИФАЗНОСТІ ТА КВАДРАТУРИ ДВОФАЗНОЇ СИСТЕМИ НАПРУГ**

1

2

(21) 2000052652

(22) 11 05 2000

(24) 15 10 2002

(46) 15 10 2002, Бюл № 10, 2002 р

(72) Рудик Андрій Вікторович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(56) А с 1129549 G01R25/00 1984

(57) Вимірювач асиметрії синфазності, протифазності та квадратури двофазної системи напруг, який містить поворотний трансформатор, статорні обмотки якого з'єднані з входними клемми вимірювача, а роторна обмотка механічно з'єднана з електродвигуном, суматор та вольтметр, який відрізняється тим, що як перше та друге кола фазового зсуву на 90° в нього введені перший, другий та третій перетворювачі частоти і комутатор, при цьому перші входи першого, друго-

го та третього перетворювачів частоти підключені до виходу роторної обмотки поворотного трансформатора, другий вхід першого перетворювача частоти підключений до першої входної клемми вимірювача, другий вхід другого перетворювача частоти підключений до другої входної клемми вимірювача, другий вхід третього перетворювача частоти через перше коло фазового зсуву на 90° з'єднаний з першою входною клеммою вимірювача, вихід першого перетворювача частоти через друге коло фазового зсуву на 90° підключений до першого входу суматора, вихід другого перетворювача частоти підключений до другого входу суматора, перший вхід комутатора підключений до виходу суматора, другий вхід - до виходу третього перетворювача частоти, а вихід - до входу вольтметра

Винахід відноситься до вимірювальної техніки та призначений для використання при налаштуванні вимірювальних двофазних генераторів гармонічних коливань та квадратурних фазорозщеплювачів

Відомий індикатор синфазності, квадратури та протифазності [Авт св СССР № 742823 М к л G01R 25/00 Бюл № 23, 1980], що містить фазозсувний пристрій з паралельно підключеною кнопкою, поворотний трансформатор з двома статорними та однією роторною обмотками, електродвигун, механічно з'єднаний з роторною обмоткою поворотного трансформатора, а також селективний пристрій, вхід якого підключений до роторної обмотки поворотного трансформатора, а вихід - до входу вольтметра

Недоліками вказаного пристрою є низькі чутливість та точність індикації симетричності двофазної системи напруг

За прототип обраний індикатор симетричності двофазної системи напруг [Авт св СССР № 1129549 М к л G01R 25/00 Бюл № 46, 1984], який далі будемо називати вимірювач симетричності двофазної системи напруг, що містить пово-

ротний трансформатор з двома статорними та однією роторною обмотками, електродвигун, механічно з'єднаний з роторною обмоткою поворотного трансформатора, перший селективний елемент, вхід якого підключений до роторної обмотки поворотного трансформатора, а вихід - до першого входу керованого подільника напруги та першого входу помножувача, суматор, перший вхід якого підключений до роторної обмотки поворотного трансформатора, другий вхід - до виходу керованого подільника напруги, а вихід - до входу другого селективного елементу та другого входу помножувача, фільтр низьких частот, вхід якого підключений до виходу помножувача, а вихід - до другого входу керованого подільника напруги, та вольтметра, вхід якого підключений до виходу другого селективного елементу

Недоліком такого вимірювача є досить складна система компенсації неінформативної складової спектру вихідного сигналу роторної обмотки поворотного трансформатора, що не дозволяє вимірювачу ефективно працювати в діапазоні частот входних напруг

В основу винаходу покладена задача створен-

(13) C2

(11) 49975

(19) UA

ня вимірювача асиметрії синфазності, протифазності та квадратури двофазної системи напруг, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків між ними застосовується перенесення інформації про асиметрію синфазності, протифазності або квадратури, закладеної в кут фазового зсуву вхідних напруг вимірювача, на частоту обертання роторної обмотки поворотного трансформатора, що призводить до підвищення ефективності роботи пристрою в діапазоні частот вхідних напруг, і за рахунок цього збільшуються чутливість, точність та швидкість вимірювання асиметрії синфазності, протифазності або квадратури двофазної системи напруг

Поставлена задача вирішується тим, що у вимірювачі асиметрії синфазності, протифазності та квадратури двофазної системи напруг, який містить поворотний трансформатор, статорні обмотки якого з'єднані з вхідними клемми вимірювача, а роторна обмотка механічно з'єднана з електродвигуном, суматор та вольтметр, згідно винаходу введені перше та друге кола фазового зсуву на 90° , перший, другий та третій перетворювачі частоти і комутатор, при цьому перші входи першого, другого та третього перетворювачів частоти підключені до виходу роторної обмотки поворотного трансформатора, другий вхід першого перетворювача частоти підключений до першої вхідної клеми вимірювача, другий вхід другого перетворювача частоти підключений до другої вхідної клеми вимірювача, другий вхід третього перетворювача частоти через перше коло фазового зсуву на 90° з'єднаний з першою вхідною клемою вимірювача, вихід першого перетворювача частоти через друге коло фазового зсуву на 90° підключений до першого входу суматора, вихід другого перетворювача частоти підключений до другого входу суматора, перший вхід комутатора підключений до виходу суматора, другий вхід - до виходу третього перетворювача частоти, а вихід - до входу вольтметра

На кресленні наведена структурна схема вимірювача асиметрії синфазності, протифазності та квадратури двофазної системи напруг

Вимірювач асиметрії синфазності, протифазності та квадратури двофазної системи напруг складається з поворотного трансформатора 1 з статорними косинусною 2, синусною 3 та роторною 4 обмотками, електродвигуна 5, механічно з'єднаного з роторною обмоткою 4, першого перетворювача частоти 6, перший вхід якого підключений до виходу роторної обмотки 4, а другий вхід - до входу косинусної обмотки 2, яка є першою вхідною клемою вимірювача, другого перетворювача частоти 7, перший вхід якого підключений до виходу роторної обмотки 4, а другий вхід - до входу синусної обмотки 3, яка є другою вхідною клемою вимірювача, третього перетворювача частоти 8, перший вхід якого підключений до виходу роторної обмотки 4, а другий вхід через перше коло 9 фазового зсуву на 90° підключений до входу косинусної обмотки 2, суматора 10, перший вхід якого через друге коло 11 фазового зсуву на 90° підключений до виходу першого перетворювача частоти 6, а другий вхід - до виходу другого перетворювача частоти 7, та комутатора 12, перший

вихід якого підключений до виходу суматора 10, другий вхід - до виходу третього перетворювача частоти 8, а вихід - до входу вольтметра 13

Пристрій працює таким чином

Вхідні напруги $U_1(t) = U_m \sin \omega t$ та $U_2(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi)$ подаються на статорні обмотки 2 та 3 поворотного трансформатора (ПТ) 1. При обертанні роторної обмотки 4, механічно з'єднаної з електродвигуном 5, з кутовою швидкістю Ω , в ній наводиться е.р.с., яка за умови $\omega \gg \Omega$ визначається співвідношенням

$$U_4(t) = \frac{d}{dt} \left\{ -\frac{U_m M}{\omega L} [\cos \omega t \cdot \cos \Omega t + \cos(\omega t + \varphi) \cdot \sin \Omega t] \right\} = \quad (1)$$

$$= k_{\text{тр}} U_m \{ \sin \omega t \cdot \cos \Omega t + \sin(\omega t + \varphi) \cdot \sin \Omega t \},$$

де $k_{\text{тр}} = \frac{M}{L}$ - коефіцієнт трансформації поворотного трансформатора 1

Після цього напруга $U_4(t)$ подається на перші входи перетворювачів частоти 6, 7 та 8, на другі входи яких подаються напруги $U_1(t)$, $U_2(t)$ та вихідна напруга першого кола 9 фазового зсуву на 90° (на частоті ω) $U_9(t) = -K_9 U_m \cos \omega t$ відповідно, де K_9 - коефіцієнт передачі першого кола 9 фазового зсуву на 90° . На виході перетворювачів частоти 6, 7 та 8 отримуємо напруги, частота яких дорівнює кутовій швидкості обертання роторної обмотки 4 ПТ 1

$$\left. \begin{aligned} U_6(t) &= 0.5 K_6 k_{\text{тр}} U_m^2 (\cos \Omega t + \cos \varphi \cdot \sin \Omega t); \\ U_7(t) &= 0.5 K_7 k_{\text{тр}} U_m^2 (\cos \varphi \cdot \cos \Omega t + \sin \Omega t); \\ U_8(t) &= -0.5 K_8 K_9 k_{\text{тр}} U_m^2 \sin \varphi \cdot \sin \Omega t, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

де K_6 , K_7 та K_9 - відповідно коефіцієнти передачі перетворювачів частоти 6, 7 та 8

Після цього напруга $U_8(t)$ проходить через друге коло 11 фазового зсуву на 90° (на частоті Ω), напруга на виході якого має вигляд

$$U_{11}(t) = 0.5 K_8 K_{11} k_{\text{тр}} U_m^2 (\sin \Omega t - \cos \varphi \cdot \cos \Omega t), \quad (3)$$

де K_{11} - коефіцієнт передачі другого кола 11 фазового зсуву на 90°

Далі принцип роботи пристрою розглянемо на конкретних прикладах (для малих значень асиметрії $\Delta\varphi \ll 1$)

1 Вимірювання асиметрії синфазності $\varphi = \pm \Delta\varphi$, $\cos(\pm \Delta\varphi) = 1$, $\sin(\pm \Delta\varphi) = \pm \Delta\varphi$. В цьому випадку напруга на виході третього перетворювача частоти 8 буде мати вигляд

$$U_8(t) = \mp 0.5 K_8 K_9 k_{\text{тр}} U_m^2 \Delta\varphi \sin \Omega t, \quad (4)$$

тобто амплітуда напруги на виході третього перетворювача частоти 8 пропорційна асиметрії синфазності $\Delta\varphi$

2 Вимірювання асиметрії протифазності $\varphi = \pi \pm \Delta\varphi$, $\cos(\pi \pm \Delta\varphi) = -\cos \Delta\varphi = -1$, $\sin(\pi \pm \Delta\varphi) = \pm \sin \Delta\varphi = \pm \Delta\varphi$. В цьому випадку напруга на виході третього перетворювача частоти 8 буде мати такий вигляд

$$U_8(t) = \pm 0.5 K_8 K_9 k_{\text{тр}} U_m^2 \Delta\varphi \sin \Omega t, \quad (5)$$

тобто амплітуда напруги на виході третього перетворювача частоти 8 також буде пропорційна асиметрії протифазності $\Delta\varphi$

3 Вимірювання асиметрії квадратури

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \pm \Delta\varphi, \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} \pm \Delta\varphi\right) = \mp \sin\Delta\varphi = \mp\Delta\varphi,$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} \pm \Delta\varphi\right) = \cos\Delta\varphi = 1$$

В цьому випадку доцільно напруги $U_{11}(t)$ та $U_7(t)$ подати на суматор 10, вихідна напруга якого буде мати вигляд (при $K_6K_{11} = K_7 = K$)

$$U_{10}(t) = U_{11}(t) - U_7(t) = \pm K k_p U_m^2 \Delta\varphi \cos\Omega t, \quad (6)$$

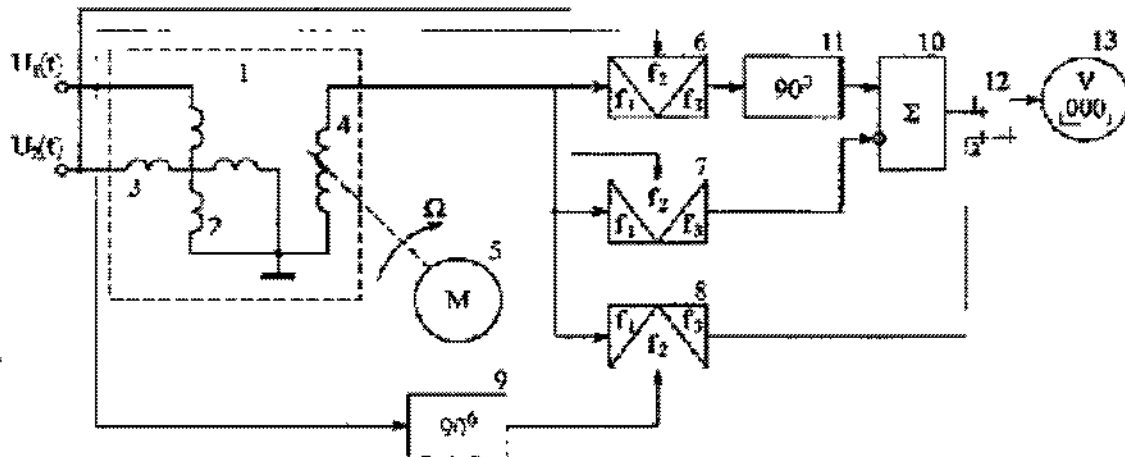
тобто амплітуда напруги (6) пропорційна асиметрії квадратури, $\Delta\varphi$

Напруги, що визначаються співвідношеннями (4), (5) та (6), через комутатор 12 потрапляють на

вольтметр 13, шкала якого може бути проградуїрована в одиницях асиметрії $\Delta\varphi$, при

цьому за умови $K_6K_{11} = K_7 = 0.5K_6K_9 = K$ шкала буде однаковою для всіх режимів. Тоді в першому положенні комутатора 12 вольтметр 13 буде вимірювати асиметрію квадратури, а в другому - асиметрію синфазності та протифазності.

Таки чином, запропонований вимірювач дозволяє без застосування складних пристроїв проводити вимірювання асиметрії синфазності, протифазності та квадратури двофазної системи напруг в широкому діапазоні частот.



Фіг.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456-20-90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216-32-71