



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96244 (13) C2
(51) МПК
H02J 3/26 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО СИМЕТРУВАННЯ СТРУМІВ ТА НАПРУГ ТРИФАЗНОЇ СИСТЕМИ

1

2

(21) а201015602

(22) 23.12.2010

(24) 10.10.2011

(46) 10.10.2011, Бюл.№ 19, 2011 р.

(72) БУРБЕЛО МИХАЙЛО ЙОСИПОВИЧ, НИКИТЕНКО МАКСИМ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA 64831 C2, 15.03.2004

UA 81482 C2, 10.01.2008

UA 90801 C2, 25.05.2010

SE 333019 B, 01.03.1971

DE 3243701 A1, 24.05.1984

SU 1737621 A1, 30.05.1992

SU 920959 A1, 18.04.1982

(57) Пристрій для автоматичного симетрування струмів та напруг трифазної системи, що містить трифазну систему, яка складається з трифазного джерела та трифазного навантаження, блок симетрування, масштабний перетворювач струмів фаз в напруги, три масштабних перетворювачі фазної напруги, перший і другий комутатори, однокристальний мікроконтролер, виходи керування якого з'єднані з трьома входами блока симетрування, причому до трифазного джерела через масштабний перетворювач струмів фаз в напруги приєдна-

не трифазне навантаження, вхід масштабного перетворювача фазної напруги приєднаний на фазну напругу трифазного джерела, який відрізняється тим, що введено перший і другий перетворювачі потужності, інтегратор, силовий фільтр, систему імпульсно-фазового керування, а до складу блока симетрування входять три керовані реактивні елементи, які приєднані до лінійних напруг трифазної системи, причому перший вихід першого та перший вихід другого комутаторів з'єднані з першим та другим входами першого перетворювача потужності, третій його вхід приєднаний до першого виходу першого комутатора, другий вихід другого комутатора через інтегратор підключений до четвертого входу першого перетворювача потужності, перший вхід другого перетворювача потужності з'єднаний з другим виходом другого комутатора через інтегратор, другий та третій входи другого перетворювача потужності під'єднані до другого виходу першого комутатора та до першого виходу другого комутатора відповідно, четвертий вхід другого перетворювача потужності з'єднаний з другим виходом першого комутатора, виходи першого та другого перетворювачів потужності з'єднані з однокристальним мікроконтролером.

Винахід належить до електротехніки і може бути застосований для симетрування струмів та напруг несиметричного навантаження в трифазних електричних мережах споживачів.

Відомо пристрій для автоматичного симетрування струмів і стабілізації заданого коефіцієнта потужності трифазної системи (А.с. СРСР № 920959, МПК 3 H02J3/26, Б.И. №14, 1982), що містить: блок симетрування, який складається з трьох керованих реактивних елементів, з'єднаних в трикутник і ввімкнених на лінійні напруги, датчики активної потужності фаз та реактивної потужності трифазної системи, квадратичний датчик напруги та три операційних блоки, причому три виходи датчика активної потужності попарно з'єднані з кожною парою операційних блоків, вихід датчика реактивної потужності і вихід квадратичного датчика напруги приєднані до входів трьох операцій-

них блоків, виходи яких з'єднані з входами блока симетрування.

Недоліком такого пристрою є те, що в його основу покладений закон керування, що не враховує несиметрію реактивних навантажень.

Відомо пристрій для автоматичного симетрування струмів і стабілізації заданого коефіцієнта потужності трифазної системи (Патент України № 64831, МПК 7 H 02 J 3/26, Бюл. №3, 2004), що містить: трифазну систему, яка складається з трифазного джерела та трифазного навантаження, блока симетрування, до складу якого входять три керовані реактивні елементи, які приєднані на лінійні напруги трифазної системи, масштабний перетворювач фазної напруги, масштабний перетворювач струмів фаз в напруги, квазізрівноважений вимірвальний перетворювач, який містить три перемикачі, фазообертач, цифровий подільник напруги, пристрій віднімання, фазочутливий дете-

(13) C2

(11) 96244

(19) UA

ктор, а також однокристальний мікроконтролер, задавач коефіцієнта реактивної потужності, причому до трифазного джерела через масштабний перетворювач струмів фаз в напруги приєднане трифазне навантаження, три виходи масштабного перетворювача струмів фаз в напруги і вихід масштабного перетворювача фазної напруги приєднані до входів квазірівноваженого вимірювального перетворювача, а виходи останнього приєднані до входу однокристального мікроконтролера, два виходи керування якого з'єднані з двома входами керування квазірівноваженого вимірювального перетворювача та трьома входами блока симетрування, а до входу керування однокристального мікроконтролера приєднаний вихід задавача коефіцієнта реактивної потужності.

Недоліком пристрою є низька швидкодія отримання інформативних параметрів.

Відомо пристрій для автоматичного симетрування струмів та напруг і стабілізації заданого коефіцієнта потужності трифазної системи (Патент України № 81482, МПК H02 J 3/26, Бюл. №1, 2008), що містить трифазне джерело та трифазне навантаження, блок симетрування, три масштабних перетворювачі фазної напруги, масштабний перетворювач струмів фаз в напруги, два квазірівноважених вимірювальних перетворювача, однокристальний мікроконтролер, задавач коефіцієнта реактивної потужності, симетрувальний трансформатор, блок пофазового регулювання симетрувальним трансформатором, три входи якого приєднані до виходів однокристального мікроконтролера, а три його виходи приєднані до входів керування симетрувального трансформатора, входи якого приєднані до трифазного джерела, а виходи через масштабний перетворювач струмів фаз - до трифазного навантаження, виходи трьох масштабних перетворювачів фазної напруги з'єднані з входами другого квазірівноваженого вимірювального перетворювача, до виходу якого приєднаний вхід однокристального мікроконтролера, два входи керування другого квазірівноваженого вимірювального перетворювача з'єднані з двома виходами керування однокристального мікроконтролера.

Недоліком пристрою є низька швидкодія, так як пристрій містить два контури симетрування - по напрузі й по струму, і робота кожного з цих контурів поділяється на чотири такти.

Найбільш близьким є пристрій для автоматичного симетрування струмів та напруг трифазної системи (Патент України № 30801 МПК H 02 J 3/26, 2010) , що містить трифазну систему, яка складається з трифазного джерела та трифазного навантаження, блок симетрування, до складу якого входять три керовані реактивні елементи, які приєднані на лінійні напруги трифазної системи, масштабний перетворювач струмів фаз в напруги, масштабний перетворювач фазної напруги, перший квазірівноважений вимірювальний перетворювач, однокристальний мікроконтролер, причому до трифазного джерела через масштабний перетворювач струмів фаз в напруги приєднане трифазне навантаження, вхід масштабного перетворювача фазної напруги приєднаний на фазну напругу

трифазного джерела, а вихід квазірівноваженого вимірювального перетворювача - до входу однокристального мікроконтролера, виходи керування якого з'єднані з трьома входами блока симетрування, другий і третій масштабні перетворювачі фазної напруги, перший і другий комутатори, перший і другий пристрій віднімання, другий квазірівноважений вимірювальний перетворювач, причому три виходи масштабного перетворювача струмів фаз в напруги приєднані до входів першого комутатора, перший вихід якого приєднаний до першого входу першого квазірівноваженого вимірювального перетворювача, а другий і третій виходи комутатора через перший пристрій віднімання приєднані до першого входу другого квазірівноваженого вимірювального перетворювача, входи другого і третього масштабних перетворювачів фазної напруги приєднані на другу і третю фазні напруги трифазного джерела, а виходи трьох масштабних перетворювачів фазної напруги приєднані до входів другого комутатора, перший вихід якого приєднаний до другого входу першого квазірівноваженого вимірювального перетворювача, а другий і третій виходи комутатора через другий пристрій віднімання приєднані до другого входу другого квазірівноваженого вимірювального перетворювача, а вихід останнього приєднаний до другого входу однокристального мікроконтролера, вихід керування якого з'єднаний із входами керування комутаторів.

Недоліком пристрою є низька швидкодія, так як робота даного пристрою по визначенню інформативних параметрів складається з трьох тактів, які є значними за тривалістю.

В основу винаходу поставлено задачу створення пристрою для автоматичного симетрування струмів та напруг трифазної системи, в якому за рахунок використання поточних на періоді значень активної та реактивної складових пульсуючої потужності, визначених в ортогональній системі координат (а, (3), усереднених на ковзному інтервалі (T/2), як інформативних параметрів для симетрування струмів та напруг трифазної системи, досягається - підвищення швидкодії отримання інформації.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для автоматичного симетрування струмів та напруг трифазної системи, що містить трифазну систему, яка складається з трифазного джерела та трифазного навантаження, блок симетрування, масштабний перетворювач струмів фаз в напруги, три масштабних перетворювачі фазної напруги, перший і другий комутатори, однокристальний мікроконтролер, виходи керування якого з'єднані з трьома входами блока симетрування, причому до трифазного джерела через масштабний перетворювач струмів фаз в напруги приєднане трифазне навантаження, вхід масштабного перетворювача фазної напруги приєднаний на фазну напругу трифазного джерела, додатково введені перший і другий перетворювачі потужності, інтегратор, силовий фільтр, який виконаний на основі батареї конденсаторів з'єднаних в зірку, систему імпульсно-фазового керування, а до складу блока симетрування входять три керовані реактивні елементи,

які приєднані на лінійні напруги трифазної системи, керування ними здійснюється за рахунок зустрічно-паралельно зв'язаних тиристорів тиристорно-реакторної групи, причому перший вихід першого та перший вихід другого комутаторів з'єднані з першим та другим входами першого перетворювача потужності, третій його вхід підключений до першого виходу першого комутатора, другий вихід другого комутатора через інтегратор з'єднаний з четвертим входом першого перетворювача потужності, перший вхід другого перетворювача потужності з'єднаний з другим виходом другого комутатора через інтегратор, другий та третій входи другого перетворювача потужності підключені до другого виходу першого комутатора та до першого виходу другого комутатора відповідно, четвертий вхід другого перетворювача потужності з'єднаний з другим виходом першого комутатора, виходи першого та другого перетворювачів потужності з'єднані з однокристальним мікроконтролером.

На кресленні подана структурна схема пристрою для автоматичного симетрування струмів та напруг трифазної системи.

На кресленні позначені: трифазне джерело - 1, масштабний перетворювач струмів фаз в напруги - 2, трифазне навантаження - 3, перший масштабний перетворювач фазної напруги - 4, другий масштабний перетворювач фазної напруги - 5, третій масштабний перетворювач фазної напруги - 6, перший комутатор - 7, другий комутатор - 8, інтегратор - 9, перший перетворювач потужності - 10, другий перетворювач потужності - 11, однокристальний мікроконтролер - 12, система імпульсно-фазового керування - 13, блок симетрування - 14, до складу якого входять три керовані реактивні елементи, які приєднані на лінійні напруги трифазної системи, силовий фільтр - 15. При цьому до трифазного джерела 1 через масштабний перетворювач струмів фаз в напруги 2 приєднане трифазне навантаження 3, три виходи масштабного перетворювача струмів фаз в напруги 2 приєднані до входів другого комутатора 8, входи масштабних перетворювачів фазної напруги 4, 5 та 6 приєднані на три фазні напруги трифазного джерела 1, а їх виходи - до входів першого комутатора 7, перший вихід першого 7 та перший вихід другого 8 комутаторів з'єднані з першим та другим входами першого перетворювача потужності 10, третій та четвертий його входи підключені до першого виходу першого комутатора 7 та до другого виходу другого комутатора 8 через інтегратор 9, перший вхід другого перетворювача потужності 11 через інтегратор 9 з'єднаний з другим виходом другого комутатора 8, другий та третій входи другого перетворювача потужності 11 приєднані до другого виходу першого комутатора 7 та до першого виходу другого комутатора 8 відповідно, четвертий вхід другого перетворювача потужності 11 з'єднаний з другим виходом першого комутатора 7, виходи першого 10 та другого 11 перетворювачів потужності з'єднані з однокристальним мікроконтролером 12, виходи якого з'єднані з входами системи імпульсно-фазового керування (СІФК) 13, виходи якої з'єднані з входами блока симетрування 14. В

основу роботи пристрою покладено закон керування:

$$Q_{BC} = -2N_r; Q_{CA} = N_r + \sqrt{3}N_a; Q_{AB} = N_r - \sqrt{3}N_a, (1)$$

де N_a , N_r - активна та реактивна складові пульсуючої потужності N .

Якщо результат, отриманий за однією з формул (1), є від'ємним, то потужність відповідного елемента блока симетрування 14 приймається рівною нулю, а потужність двох інших збільшується на його модуль.

Наприклад, якщо $Q_{BC} < 0$, то

$$Q_{BC} = 0; Q_{CA} = N_r + \sqrt{3}N_a + |Q_{BC}|; Q_{AB} = N_r - \sqrt{3}N_a + |Q_{BC}|. (2)$$

Активна та реактивна складові пульсуючої потужності характеризують несиметрію трифазної системи за зворотною послідовністю і визначаються за допомогою перетворювачів потужності у відповідності з формулами:

$$N_a(t) = \frac{1,5}{T/2} \int_{t-T/2}^t (u_\alpha i_\alpha + u_\alpha i_\beta) dt; N_r(t) = \frac{1,5}{T/2} \int_{t-T/2}^t (u_\beta i_\beta - u_\beta i_\alpha) dt, (3)$$

де \int - означає виконання операції інтегрування;

$u_\alpha, u_\beta, i_\alpha, i_\beta$ - миттєві напруги мережі і струми

навантаження в

ортогональній системі координат (α, β) ;

T - період напруги живлення.

Вказаний алгоритм реалізується за допомогою однокристального мікроконтролера 12.

Опишемо алгоритм роботи пристрою. До трифазного джерела 1 через масштабний перетворювач струмів фаз в напруги 2 приєднане трифазне навантаження 3. Масштабний перетворювач струмів фаз в напруги 2 подає сигнал на вхід другого комутатора 8 на першому і другому виходах якого формуються сигнали i_α, i_β відповідно. Сигнали з першого, другого та третього масштабних перетворювачів фазної напруги 4,5,6 подаються на перший комутатор 7, на першому та другому виходах якого формуються сигнали u_α, u_β , сигнал з першого виходу першого 7 та першого виходу другого 8 комутаторів подається на перший та другий входи першого перетворювача потужності 10, на третій та четвертий його входи подається сигнал з першого виходу першого комутатора 7 та з другого виходу другого комутатора 8 через інтегратор 9, перший вхід другого перетворювача потужності 11 через інтегратор 9 з'єднаний з другим виходом другого комутатора 8, сигнали на другий та третій входи другого перетворювача потужності 11 поступають з другого виходу першого комутатора 7 та з першого виходу другого комутатора 8 відповідно, четвертий вхід другого перетворювача потужності 11 з'єднаний з другим виходом першого комутатора 7, сигнали з виходів першого 10 та другого 11 перетворювачів потужності подаються на однокристальний мікроконтролер 12, виходи якого з'єднані з входами СІФК 13, сигнал з якого подається на вхід блока симетрування 14, до складу якого входять три керовані реактивні елементи, які при-

єднані на лінійні напруги трифазної системи, керування ними здійснюється за рахунок зустрічно-паралельно ввімкнених тиристорів тиристорно-реакторної групи, силовий фільтр 15 виконаний на

основі батареї конденсаторів з'єднаних в зірку, який призначений для фільтрації вищих гармонік тиристорно-реакторної групи.

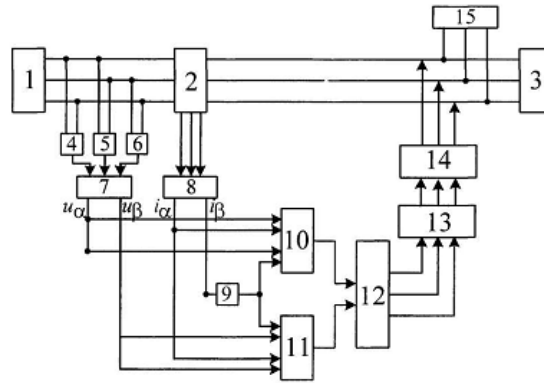


Fig.