



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59407 (13) U
(51) МПК
H02J 3/26 (2011.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ТРАНСПОЗИЦІЇ ТРИФАЗНОЇ МЕРЕЖІ

1

(21) u201013980

(22) 23.11.2010

(24) 10.05.2011

(46) 10.05.2011, Бюл.№ 9, 2011 р.

(72) СВЕРГУН ЮРІЙ ФЕДОРОВИЧ, МІРОШНИК
ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ(73) СВЕРГУН ЮРІЙ ФЕДОРОВИЧ, МІРОШНИК
ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(57) Пристрій для автоматичної транспозиції трифазної мережі, що містить блок виявлення несиметрії та блок комутації, при цьому блок виявлення несиметрії включає три датчики струму та напруги, блок живлення, гальванічну розв'язку та аналого-цифровий перетворювач, блок комутації включає семістори, причому перший та другий, третій та четвертий, п'ятий та шостий входи гальванічної розв'язки з'єднані відповідно з першим, другим та третім датчиками струму та напруги, які приєднані відповідно до фаз А, В, С, сьомий вхід гальванічної розв'язки з'єднаний з нульовим проводом N, перший та другий входи блока живлення з'єднані з фазою А та нульовим проводом N, перший вихід блока живлення з'єднаний з четвертим входом аналого-цифрового перетворювача, причому перший, другий та третій виходи гальванічної розв'язки з'єднані відповідно з першим, другим та третім входами аналого-цифрового перетворювача, другий вхід першого семістора з'єднаний з фазою А, другий вхід другого семістора з'єднаний з фазою В, другий вхід третього семістора з'єднаний з фазою С, виходи першого, другого та третього семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази А', який **відрізняється** тим, що до нього введено два блоки комутації та блок контролю несиметрії, який

2

складається із мікроконтролера та трьох блоків керування семісторами (БКС), причому вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим входом мікроконтролера, другий вихід блока живлення з'єднаний з другим входом мікроконтролера, третій вихід блока живлення з'єднаний з другим входом першого БКС, четвертий вихід блока живлення з'єднаний з другим входом другого БКС, п'ятий вихід блока живлення з'єднаний з другим входом третього БКС, перший вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом першого БКС, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) першого, другого та третього семісторів, другий вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом другого БКС, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) четвертого, п'ятого та шостого семісторів, другий вхід четвертого семістора з'єднаний з фазою А, другий вхід п'ятого семістора з'єднаний з фазою В, другий вхід шостого семістора з'єднаний з фазою С, виходи четвертого, п'ятого та шостого семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази В', третій вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом третього БКС, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) сьомого, восьмого та дев'ятого семісторів, другий вхід сьомого семістора з'єднаний з фазою А, другий вхід восьмого семістора з'єднаний з фазою В, другий вхід дев'ятого семістора з'єднаний з фазою С, виходи сьомого, восьмого та дев'ятого семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази С'.

Корисна модель відноситься до електротехніки і може бути використана для зменшення несиметрії струмів та напруги в трифазних мережах змінного струму і знайти широке використання в міських, сільських та промислових чотирипровідних розподільних мережах напругою до 1000 В для рівномірного перерозподілу однофазних споживачів між фазами мережі.

Відомий пристрій для автоматичного підключення однофазного споживача до трифазної мережі (див. авторське свідоцтво СРСР №481100, МПК H02J3/26, 1973), що містить виявник несиметрії напруг фаз, блок порівняння, та блок комутації.

Недолік аналогу - низькі функціональні можливості пристрою, а саме: пристрій не враховує несиметрію струмів та коефіцієнти несиметрії, що регламентуються державним стандартом на якість

(13) U
(11) 59407
(19) UA

електричної енергії, не має можливості переключення трьох фаз одночасно, має велику кількість контактів і низьку надійність.

Найбільш близьким за технічною сутністю є пристрій для автоматичного підключення однофазного споживача до трифазної мережі (див. авторське свідоцтво СРСР №1206882, МПК H02J3/26, 1986), що містить блок виявлення несиметрії, блок порівняння, та блок комутації, причому блок несиметрії виконаний за схемою фільтра напруг нульової послідовності та складається із трьох опорів, блок порівняння складається із трьох ідентичних ланцюжків, які підключені до фаз А, В і С та мають відповідно послідовно з'єднані тиристори, котушки реле та розмикаючі контакти реле двох інших фаз, керуючі електроди тиристорів через діоди з'єднані з виходом фільтру напруги нульової послідовності, блок комутації складається із контактів замкнення, реле блока порівняння та трьох пар зустрічно-паралельних тиристорів, які підключені з однієї сторони до фаз А, В та С, а з іншої до споживача.

Недолік найближчого аналога - низькі функціональні можливості пристрою, а саме: пристрій не враховує несиметрію струмів та коефіцієнти несиметрії, що регламентуються державним стандартом на якість електричної енергії та не має можливості переключення трьох фаз одночасно.

Задача корисної моделі - розширення функціональних можливостей пристрою для автоматичної транспозиції трифазної мережі за рахунок додаткового урахування несиметрії струмів, коефіцієнтів несиметрії та можливості переключення трьох фаз одночасно (частини лінії).

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій, що містить блок виявлення несиметрії та блок комутації, при цьому блок виявлення несиметрії включає в себе три датчика струму та напруги, блок живлення, гальванічну розв'язку та аналого-цифровий перетворювач, блок комутації включає в себе семістори, причому перший та другий, третій та четвертий, п'ятий та шостий входи гальванічної розв'язки з'єднані відповідно з першим, другим та третім датчиками струму та напруги, які приєднані відповідно до фаз А, В, С, сьомий вхід гальванічної розв'язки з'єднаний з нульовим проводом N, перший та другий вхід блока живлення з'єднані з фазою А та нульовим проводом N, перший вихід блока живлення з'єднаний з четвертим входом аналого-цифрового перетворювача, причому перший, другий та третій виходи гальванічної розв'язки з'єднані відповідно з першим, другим та третім входами аналого-цифрового перетворювача, другий вхід першого семістора з'єднаний з фазою А, другий вхід другого семістора з'єднаний з фазою В, другий вхід третього семістора з'єднаний з фазою С, виходи першого, другого та третього семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази А', згідно корисної моделі, введено два блоки комутації та блок контролю несиметрії, який складається із мікроконтролера та трьох блоків керування семісторами (БКС), причому вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим входом мікроконтролера, другий вихід блока живлення з'єднаний з другим входом мікроконтролера, третій вихід блока живлення з'єднаний з другим входом

шого БКС, четвертий вихід блока живлення з'єднаний з другим входом другого БКС, п'ятий вихід блока живлення з'єднаний з другим входом третього БКС, перший вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом першого БКС, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) першого, другого та третього семісторів, другий вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом другого БКС, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) четвертого, п'ятого та шостого семісторів, другий вхід четвертого семістора з'єднаний з фазою А, другий вхід п'ятого семістора з'єднаний з фазою В, другий вхід шостого семістора з'єднаний з фазою С, виходи четвертого, п'ятого та шостого семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази В', третій вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом третього БКС, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) сьомого, восьмого та дев'ятого семісторів, другий вхід сьомого семістора з'єднаний з фазою А, другий вхід восьмого семістора з'єднаний з фазою В, другий вхід дев'ятого семістора з'єднаний з фазою С, виходи сьомого, восьмого та дев'ятого семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази С'.

Введення вказаних ознак дозволяє розширити функціональні можливості пристрою за рахунок додаткового урахування несиметрії струмів, коефіцієнтів несиметрії та можливості переключення трьох фаз одночасно.

Суть корисної моделі є розширення функціональних можливостей пристрою. Це досягається за рахунок можливості додаткового урахування несиметрії струмів, коефіцієнтів несиметрії та можливості переключення трьох фаз одночасно (частини лінії).

На фіг.1 та фіг.2 представлена структурна схема запропонованого пристрою для автоматичної транспозиції трифазної мережі, яка складається із блока виявлення несиметрії, блока контролю несиметрії та блока комутації, де: 1 - перший датчик струму та напруги; 2 - другий датчик струму та напруги; 3 - третій датчик струму та напруги; 4 - блок живлення; 5 - аналого-цифровий перетворювач; 6 - мікроконтролер; 7 - гальванічна розв'язка; 8 - перший блок керування семісторами; 9 - другий блок керування семісторами; 10 - третій блок керування семісторами; 11 - перший симістор; 12 - другий симістор; 13 - третій симістор; 14 - п'ятий симістор; 15 - шостий симістор; 16 - сьомий симістор; 17 - восьмий симістор; 18 - дев'ятий симістор; 19 - десятий симістор.

Перший та другий, третій та четвертий, п'ятий та шостий входи гальванічної розв'язки 7 з'єднані відповідно з першим 1, другим 2 та третім 3 датчиками струму та напруги, які приєднані відповідно до фаз А, В, С, сьомий вхід гальванічної розв'язки 7 з'єднаний з нульовим проводом N, перший та другий вхід блока живлення 4 з'єднані з фазою А та нульовим проводом N, перший вихід блока живлення 4 з'єднаний з четвертим входом аналого-цифрового перетворювача 5, причому перший, другий та третій виходи гальванічної розв'язки 7

з'єднані відповідно з першим, другим та третім входами аналого-цифрового перетворювача 5, другий вхід першого семістора 11 з'єднаний з фазою А, другий вхід другого семістора 12 з'єднаний з фазою В, другий вхід третього семістора 13 з'єднаний з фазою С, виходи першого 11, другого 12 та третього 13 семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази А', вихід аналого-цифрового перетворювача 5 з'єднаний з першим входом мікроконтролера 6, другий вихід блока живлення 4 з'єднаний з другим входом мікроконтролера 6, третій вихід блока живлення 4 з'єднаний з другим входом першого БКС 8, четвертий вихід блока живлення 4 з'єднаний з другим входом другого БКС 9, п'ятий вихід блока живлення 4 з'єднаний з другим входом третього БКС 10, перший вихід мікроконтролера 6 з'єднаний з першим входом першого БКС 8, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) першого 11, другого 12 та третього семісторів 13, другий вихід мікроконтролера 6 з'єднаний з першим входом другого БКС 9, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) четвертого 14, п'ятого 15 та шостого 16 семісторів, другий вхід четвертого семістора 14 з'єднаний з фазою А, другий вхід п'ятого семістора 15 з'єднаний з фазою В, другий вхід шостого семістора 16 з'єднаний з фазою С, виходи четвертого 14, п'ятого 15 та шостого 16 семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази В', третій вихід мікроконтролера 6 з'єднаний з першим входом третього БКС 10, перший, другий та третій виходи якого з'єднані відповідно з першими входами (керуючими електродами) сьомого 17, восьмого 18 та дев'ятого 19 семісторів, другий вхід сьомого семістора 17 з'єднаний з фазою А, другий вхід восьмого семістора 18 з'єднаний з фазою В, другий вхід дев'ятого семістора 19 з'єднаний з фазою С, виходи сьомого 17, восьмого 18 та дев'ятого 19 семісторів з'єднані в зірку та приєднані до фази С'.

Пристрій функціонує таким чином. Значення струмів та напруги від фаз А, В, С та нульового проводу N поступає на перший та другий, третій та четвертий, п'ятий та шостий, та сьомий входи гальванічної розв'язки 7, далі з гальванічної розв'язки 7 значення струмів та напруг з першого, другого та третього виходів поступає на перший, другий та третій входи аналого-цифрового перетворювача 5, який визначає струм та напругу нульової та зворотної послідовностей за формулами:

$$U_0 = \frac{1}{3}(U_A + U_B + U_C), \quad (1)$$

де U_0 - напруга нульової послідовності; U_A , U_B , U_C - модулі фазних напруг відповідно фаз А, В, С.

$$I_0 = \frac{1}{3}(I_A + I_B + I_C), \quad (2)$$

де I_0 - струм нульової послідовності; I_A , I_B , I_C - модулі фазних струмів відповідно фаз А, В, С.

$$U_2 = \frac{1}{3}(U_A + a^2 U_B + a U_C), \quad (3)$$

де U_2 - вектор напруги зворотної послідовності; a - фазовий оператор $a = e^{j\frac{2}{3}\pi}$.

$$I_2 = \frac{1}{3}(I_A + a^2 I_B + a I_C), \quad (4)$$

де I_2 - вектор струму зворотної послідовності.

З виходу аналого-цифрового перетворювача 5 отримані значення поступають на перший вхід мікроконтролера 6. Мікроконтролер 6 спочатку виконує симетрування струмів, а потім напруг, що досить важливо для споживача, далі виконує обчислення коефіцієнтів прямої та зворотної послідовності за формулами:

$$k_{H0} = \frac{U_0}{U_H} 100 \%, \quad (5)$$

де k_{H0} - коефіцієнт нульової послідовності; U_H - номінальна напруга мережі.

$$k_{H2} = \frac{U_2}{U_H} 100 \%, \quad (6)$$

де k_{H2} - коефіцієнт зворотної послідовності.

Після обчислень мікроконтролер 6 з урахуванням несиметрії струмів, напруги та коефіцієнтів прямої та зворотної послідовності дає команду на одночасне перемикання трьох фаз (частини лінії з навантаженням) на кут 120° в сторону випередження або відставання за умови $k_{H0} > 2\%$ та $k_{H2} > 2\%$. З метою дотримання нормативних значень показників якості електричної енергії на затискачах споживача в мікроконтролер 6 додатково введено обмеження на перемикання, якщо $k_{H0} \leq 2\%$ та $k_{H2} \leq 2\%$.

Мікроконтролер 6, аналого-цифровий перетворювач 5, БКС 8, БКС 9 та БКС 10 живляться від блока живлення 4, входи якого приєднані до фази А та нульового проводу N.

Мікроконтролер 6 через перший, другий та третій виходи дає керуючий сигнал на перемикання фаз, сигнали поступають на перші входи БКС 8, БКС 9, та БКС 10. Із першого, другого та третього виходів БКС 8, БКС 9, та БКС 10 керуючий сигнал поступає на керуючі електроди семісторів 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, після чого вони відкриваються або закриваються, тим самим переключаються на відповідні фази.

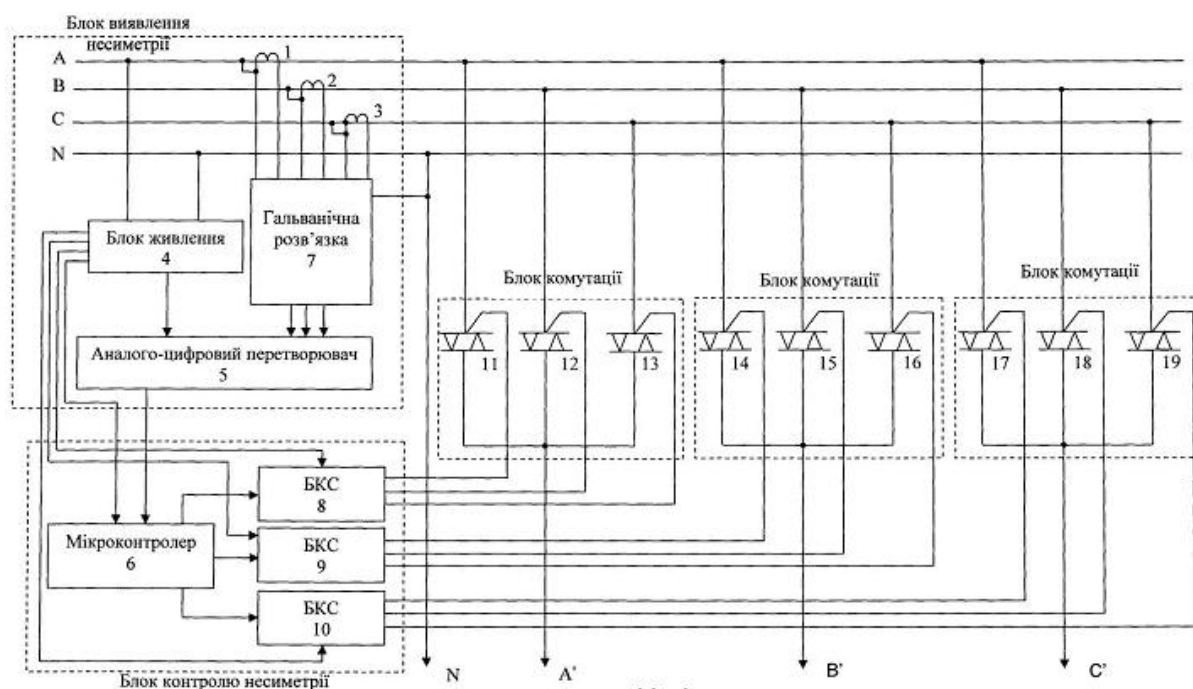
Наприклад, якщо мікроконтролер 6 дасть сигнал на перемикання фази А на фазу В, фази В на фазу С, фази С на фазу А, то відповідні семістори 11 та 13 закриються, тобто не пропустять струм через вихід, а семістор 12 відкриється, тобто пропустить струм через вихід до фази В, яка після переключення стане фазою А', семістори 14 та 15 закриються, тобто не пропустять струм через вихід, а семістор 16 відкриється, тобто пропустить струм через вихід до фази С, яка після переключення стане фазою В', семістори 18 та 19 закриються, тобто не пропустять струм через вихід, а семістор 17 відкриється, тобто пропустить сигнал через вихід до фази А, яка після переключення стане фазою С'.

В запропонованому пристрої гальванічна розв'язка наприклад, може бути виконана на основі трансформатора напруги, мікроконтролер може бути фірми Atmel, аналого-цифровий перетворю-

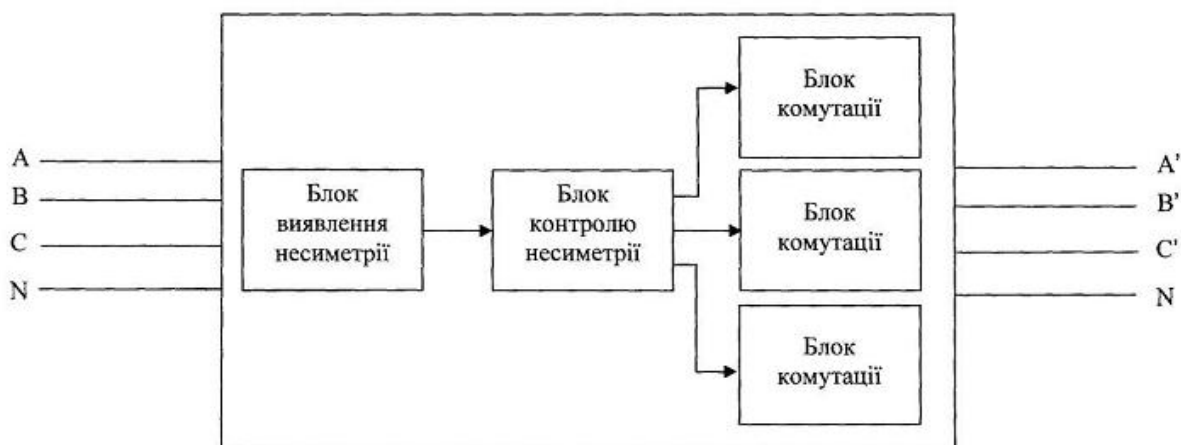
вач може бути фірми Analog Devices, наприклад мікросхема ADE7758, а в ролі блоків керування семісторами може бути використаний блок комутації силових семісторів і тиристорів (БКСТ1). Для зручності в запропонованому пристрої були взяті позначення фаз A', B' та C', так як заздалегідь невідомо на яку з трьох фаз A, B чи C відбудеться переключення, тобто в ролі фази A' може бути одна з трьох фаз A, B, або C, в ролі фази B' може

бути одна з трьох фаз A, B, або C, і в ролі фази C' може бути одна з трьох фаз A, B, або C.

Таким чином, за рахунок додаткового урахування несиметрії струмів, коефіцієнтів несиметрії та можливості переключення трьох фаз одночасно значно розширюються функціональні можливості пристрою для автоматичної транспозиції трифазної мережі.



Фіг. 1



Фіг. 2