



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 113140

(13) U

(51) МПК

H02J 3/01 (2006.01)

H02J 3/16 (2006.01)

H02M 7/44 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 08110**

(22) Дата подання заявки: **22.07.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.01.2017**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.01.2017, Бюл.№ 1**

(72) Винахідник(и):

**Кобеляцький Максим Дмитрович (UA),
Бялобржеський Олексій Володимирович
(UA),
Власенко Руслан Володимирович (UA),
Бондаренко Сергій Сергійович (UA)**

(73) Власник(и):

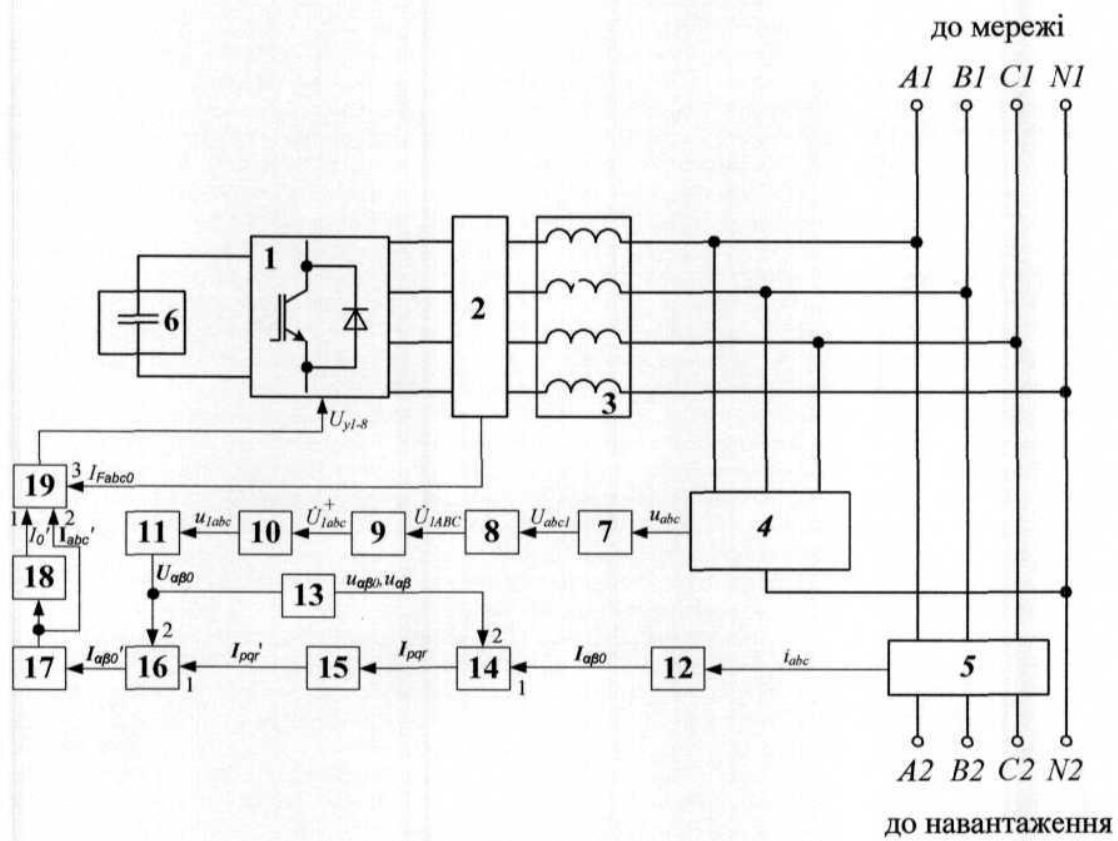
**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА
ОСТРОГРАДСЬКОГО,
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук,
Полтавська обл., 39600 (UA)**

(54) ПРИСТРІЙ КОМПЕНСАЦІЇ НЕАКТИВНИХ СКЛАДОВИХ ПОТУЖНОСТІ, СИМЕТРУВАННЯ СТРУМУ ТРИФАЗНОЇ МЕРЕЖІ З НУЛЬОВИМ ПРОВОДОМ

(57) Реферат:

Пристрій компенсації неактивних складових потужності, симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом полягає в компенсації неактивних складових потужності, симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом шляхом генерування в мережу заданого струму силового активного фільтра, враховуючи баланс потужності згідно з $p-q-r$ теорією, забезпечує формування імпульсів управління транзисторного перетворювача в режимі інвертора, на основі релейного регулювання струму.

UA 113140 U



Корисна модель належить до області електротехніки і силової електроніки і може бути використана для поліпшення показників якості електричної енергії, а саме для одночасного вирішення задач компенсації неактивних складових потужності та симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом.

Відоме технічне рішення [Патент UA 73436, H02J 3/00, 25.09.2012 Бюл. №18. Паралельний активний фільтр, Колб А. А., Мишанський Ю.О.], який містить повністю керований автономний інвертор напруги із двосторонньою провідністю, погоджувач дросель для підключення до мережі, конденсатор у ланці постійного струму. Введені трифазний мостовий випрямляч і керований підвищувальний перетворювач постійної напруги в постійну, вихід якого підключений до конденсатора в ланці постійного струму, а вхід до виходу трифазного мостового випрямляча, вхід якого призначений для підключення до мережі.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: транзисторний перетворювач в режимі інвертора, блок дроселів, накопичувальний конденсатор.

Недоліки даного технічного рішення: введення додатково в схему трифазного мостового випрямляча і керованого підвищувального перетворювача постійної напруги в постійну, внаслідок чого збільшується генерація вищих гармонік в мережу, а відсутність блока датчиків та системи керування унеможливує роботу під різко змінне навантаження.

Відоме технічне рішення [патент RU 2446536, H02J 3/00, 27.03.2012 Бюл. № 9. Устройство компенсации высших гармоник и коррекции коэффициента мощности сети, Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А.], яке містить інвертор, накопичувальний конденсатор, вихідний згладжувальний пасивний фільтр і контролер системи керування, при цьому контролер системи керування забезпечений датчиком струму фільтра, датчиком струму мережі, датчиком напруги, формувачем імпульсів на основі релейних регуляторів з змінною шириною гістерезису, фазовими перетворювачами струму і напруги, блоком фазової синхронізації і регулятором напруги накопичувального конденсатора.

Спільні суттєві ознаки: транзисторний перетворювач в режимі інвертора, накопичувальний конденсатор, блок датчиків струму транзисторного перетворювача, блок датчиків струму навантаження, блок датчиків напруги мережі, блок формування управляючих імпульсів.

Недоліком даного технічного рішення: відсутність блока симетрування не реалізовує компенсацію струмів в нульовому проводі.

Відоме технічне рішення [патент RU 155594 U, H02J 3/01, H02M 1/12, H02J 3/18, H02J 3/26, H02M7/04, H02M 5/45, 10.10.2015 Бюл. № 28. Многофункциональный регулятор качества электроэнергии для трехфазных распределительных систем электроснабжения 0,4кВ, Розанов Ю.К., Бурман А.П., Крюков К.В., Лепанов М.Г., Киселев М.Г.], що містить транзисторний перетворювач, накопичувальний конденсатор, вихідний фільтр, датчики і систему управління, до складу якої входять блок синхронізації, регулятор напруги накопичувального конденсатора і формувач імпульсів управління транзисторами перетворювача, на вході якого паралельно конденсатору включений датчик напруги, а вихід перетворювача з'єднаний з першими выводами вихідного фільтра, другі виводи якого підключені до датчиків напруги мережі і датчиків струмів мережі, вимірювальні виводи датчиків з'єднані з системою управління, вихід якої підключений до керуючих виводів транзисторів, що на вході перетворювача включений додатковий накопичувальний конденсатор послідовно з основним, утворюючи конденсаторну батарею, загальний вивід конденсаторів з'єднаний з нульовим проводом мережі, вихід перетворювача з'єднаний з датчиками струмів фільтра, які підключені до перших виводів вихідного фільтра, другі виводи якого з'єднані з датчиками напруги мережі і датчиками струмів навантаження, при цьому до складу системи управління входять блок формування струмів завдання і блок обчислення регулюючих сигналів, а формувач імпульсів управління виконаний на основі широтно-імпульсної модуляції.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: транзисторний перетворювач в режимі інвертора, накопичувальний конденсатор, блок дроселів, блок датчиків напруги мережі та блок датчиків струму навантаження, блок датчиків струму транзисторного перетворювача, блок формування управляючих імпульсів.

Недоліки відомого технічного рішення: формування додаткового керуючого сигналу, яким контролюється сумарна напруга конденсаторних батарей; загальний вивід конденсаторів з'єднаний з нульовим проводом мережі.

Пристрій є найбільш близьким за сукупністю ознак до пристрою, який заявляється, та приймається за найближчий аналог.

Задача корисної моделі полягає в компенсації неактивних складових потужності, симетруванням струму трифазної мережі з нульовим проводом шляхом генерування в мережу заданого струму силового активного фільтра, враховуючи баланс потужності згідно з $p-q-r$

теорією, забезпечити формування імпульсів управління транзисторного перетворювача в режимі інвертора на основі релейного регулювання струму, та мінімізації споживаної з мережі потужності.

Технічний результат пропонованої корисної моделі досягається тим, що в пристрої компенсації неактивних складових потужності, симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом, що містить транзисторний перетворювач, виходи якого підключені до блока датчиків струму транзисторного перетворювача, сполучений з блоком дроселів, який підключений до блока датчиків напруги мережі, і блоком датчиків струму навантаження, які з'єднані лініями мережі, вхідні виводи транзисторного перетворювача з'єднані з накопичувальним конденсатором, а вихід блока формування управляючих імпульсів з'єднаний з керуючим входом транзисторного перетворювача, згідно з корисною моделлю, вихід блока датчиків напруги мережі з'єднаний з входом блока визначення ортогональних складових основної гармоніки напруги, вихід якого з'єднаний з блоком визначення комплексу основної гармоніки напруги, вихід якого з'єднаний з блоком визначення комплексів основної напруги прямої послідовності, вихід якого з'єднаний з блоком перетворення напруги прямої послідовності за основною гармонікою, вихід якого з'єднаний з першим координатним перетворювачем, вихід першого координатного перетворювача з'єднаний з входом блока визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$, вихід блока датчиків струму навантаження з'єднаний з входом другого координатного перетворювача, вихід другого координатного перетворювача з'єднаний з першим входом блока перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат $p-q-r$, а другий вхід з'єднаний з блоком визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$, вихід блока перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат $p-q-r$ з'єднаний з блоком реалізації фільтрації, вихід блока реалізації фільтрації з'єднаний з першим входом блока перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$, а другий вхід з'єднаний з виходом першого координатного перетворювача, вихід блока перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$ з'єднаний з третім координатним перетворювачем, вихід якого з'єднаний з блоком визначення заданого струму в нейтралі, вихід блока визначення заданого струму в нейтралі з'єднаний з першим входом блока формування управляючих імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з третім координатним перетворювачем, а третій вхід з'єднаний з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача, вихід блока формування управляючих імпульсів з'єднаний з керуючим входом транзисторного перетворювача.

Пропоноване технічне рішення пояснюється кресленням: де 1 - пристрій компенсації неактивних складових потужності, симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом, на якому: 1 - транзисторний перетворювач; 2 - блок датчиків струму транзисторного перетворювача; 3 - блок дроселів; 4 - блок датчиків напруги мережі; 5 - блок датчиків струму навантаження; 6 - накопичувальний конденсатор; 7 - блок визначення ортогональних складових основної гармоніки напруги; 8 - блок визначення комплексу основної гармоніки напруги; 9 - блок визначення комплексів основної напруги прямої послідовності; 10 - блок перетворення напруги прямої послідовності за основною гармонікою; 11 - перший координатний перетворювач; 12 - другий координатний перетворювач; 13 - блок визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$; 14 - блок перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат $p-q-r$; 15 - блок реалізації фільтрації; 16 - блок перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$; 17 - третій координатний перетворювач; 18 - блок визначення заданого струму в нейтралі; 19 - блок формування управляючих імпульсів.

Пристрій компенсації неактивних складових потужності, симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом (креслення) працює наступним чином:

Для виключення впливу несинусоїдальності та несиметрії напруги мережі u_a , u_b , u_c , що контролюється блоком датчиків напруги мережі 4, його виходи з'єднані з входом блока визначення комплексу основної гармоніки напруги прямої послідовності 7, в якому виконується визначення ортогональних складових основної гармоніки напруги:

$$U_{a1\cos} = \frac{2}{T} \int_0^T u_a \cdot \cos \omega t \, dt; \quad (1)$$

$$U_{a1\sin} = \frac{2}{T} \int_0^T u_a \cdot \sin w t \cdot dt; \quad (2)$$

$$U_{b1\cos} = \frac{2}{T} \int_0^T u_b \cdot \cos w t \cdot dt; \quad (3)$$

$$U_{b1\sin} = \frac{2}{T} \int_0^T u_b \cdot \sin w t \cdot dt; \quad (4)$$

$$U_{c1\cos} = \frac{2}{T} \int_0^T u_c \cdot \cos w t \cdot dt; \quad (5)$$

$$U_{c1\sin} = \frac{2}{T} \int_0^T u_c \cdot \sin w t \cdot dt. \quad (6)$$

Вихід блока визначення ортогональних складових основної гармоніки напруги 7, з'єднаний з входом блока визначення комплексу основної гармоніки напруги 8, визначення через ортогональні складові:

5

$$\dot{U}_{1A} = U_{a1} \cdot e^{j\varphi_{a1}} = \sqrt{U_{a1\cos}^2 + U_{a1\sin}^2} \cdot \text{jarctg} \frac{U_{a1\sin}}{U_{a1\cos}}; \quad (7)$$

$$\dot{U}_{1B} = U_{b1} \cdot e^{j\varphi_{b1}} = \sqrt{U_{b1\cos}^2 + U_{b1\sin}^2} \cdot \text{jarctg} \frac{U_{b1\sin}}{U_{b1\cos}}; \quad (8)$$

$$\dot{U}_{1C} = U_{c1} \cdot e^{j\varphi_{c1}} = \sqrt{U_{c1\cos}^2 + U_{c1\sin}^2} \cdot \text{jarctg} \frac{U_{c1\sin}}{U_{c1\cos}}. \quad (9)$$

Вихід блока визначення комплексу основної гармоніки напруги 8, з'єднаний з входом блока визначення комплексів основної напруги прямої послідовності 9, на підставі чого, визначаються комплекси основної гармоніки напруги прямої послідовності за фазами:

10

$$\dot{U}_{1a}^+ = \frac{1}{3} (\dot{U}_{1A} + a \cdot \dot{U}_{1B} + a^2 \cdot \dot{U}_{1C}); \quad (10)$$

$$\dot{U}_{1b}^+ = \frac{1}{3} (a^2 \dot{U}_{1A} + \dot{U}_{1B} + a \cdot \dot{U}_{1C}); \quad (11)$$

$$\dot{U}_{1c}^+ = \frac{1}{3} (a \dot{U}_{1A} + a^2 \dot{U}_{1B} + \dot{U}_{1C}); \quad (12)$$

$$a = e^{j2\pi/3} = 1 \angle 120.$$

Вихід блока визначення комплексів основної напруги прямої послідовності 9, з'єднаний з входом блока перетворення напруги прямої послідовності за основною гармонікою 10, в якому переводиться напруга прямої послідовності за основною гармонікою з комплектної форми у часову:

15

$$u_{1a} = U_{1a}^+ \cdot \sin(\omega t + \varphi_{a1}^+); \quad (13)$$

$$u_{1b} = U_{1b}^+ \cdot \sin(\omega t + \varphi_{b1}^+); \quad (14)$$

$$u_{1c} = U_{1c}^+ \cdot \sin(\omega t + \varphi_{c1}^+); \quad (15)$$

де ω - кутова частота; φ - фазовий зсув.

20

Вихід блока перетворення напруги прямої послідовності за основною гармонікою 10, з'єднаний з входом першого координатного перетворювача 11, реалізація послідовності розпочинається з перетворення напруг u_{1a} , u_{1b} , u_{1c} зі стаціонарної системи координат a-b-c $U_{abc} = [u_a \ u_b \ u_c]^T$ до стаціонарної системи координат $\alpha-\beta-0$ $U_{\alpha\beta c} = [u_\alpha \ u_\beta \ u_0]^T$. Вихід з блока датчиків струму навантаження 5, що контролюють струм i_a , i_b , i_c , який з'єднаний з входом другого

координатного перетворювача 12, в якому розпочинається перетворення зі стаціонарної системи координат a-b-c $I_{abc} = [i_a \ i_b \ i_c]^T$ до стаціонарної системи координат $\alpha-\beta-0$ $I_{\alpha\beta 0} = [i_\alpha \ i_\beta \ i_0]^T$, використовуючи перетворення Кларка:

$$T_{abc}^{\alpha\beta 0} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}.$$

5 Тоді, струм та напруга в $\alpha-\beta-0$:

$$U_{\alpha\beta 0} = T_{abc}^{\alpha\beta 0} U_{abc}; \quad (16)$$

$$I_{\alpha\beta 0} = T_{abc}^{\alpha\beta 0} I_{abc}; \quad (17)$$

На вхід блока визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$ 13, з'єднано з виходом першого координатного перетворювача 11.

10 Знаходимо модуль узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$ відповідно:

$$u_{\alpha\beta 0} = \sqrt{u_\alpha^2 + u_\beta^2 + u_0^2}, \quad u_{\alpha\beta} = \sqrt{u_\alpha^2 + u_\beta^2}. \quad (18)$$

15 Вісь p, співпадає за напрямом з узагальненим вектором напруги. Це означає, що вісь p буде вільно обертатися в тривимірному просторі. Вісь q знаходиться на площині $\alpha\beta$ і ортогональна до осі p. Вісь r та, що є ортогональною до обох осей p і q.

Вихід другого координатного перетворювача 12, з'єднано з першим входом блока перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат p-q-r 14, а другий вхід з'єднано з блоком визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$ 13.

Перетворення струму зі стаціонарної системи координат $\alpha-\beta-0$ $I_{\alpha\beta 0} = [i_\alpha \ i_\beta \ i_0]^T$ обертової системи координат p-q-r $I_{pqr} = [i_p \ i_q \ i_r]^T$ виконують, зважаючи на взаємне розташування осей координат за рівнянням:

$$I_{pqr} = \begin{bmatrix} \frac{u_\alpha}{u_{\alpha\beta 0}} & \frac{u_\beta}{u_{\alpha\beta 0}} & \frac{u_0}{u_{\alpha\beta 0}} \\ -\frac{u_\beta}{u_{\alpha\beta}} & \frac{u_\alpha}{u_{\alpha\beta}} & 0 \\ \frac{-u_0 u_\alpha}{u_{\alpha\beta 0} u_{\alpha\beta}} & \frac{-u_0 u_\beta}{u_{\alpha\beta 0} u_{\alpha\beta}} & \frac{u_{\alpha\beta}}{u_{\alpha\beta 0}} \end{bmatrix} I_{\alpha\beta 0}. \quad (19)$$

25

Таким чином, управління за опорним струмом, в p-q-r теорії, вирішує два завдання: ліквідація струмів в нейтралі; балансування синусоїдальних фазних струмів. Усунення струму в нейтралі відбувається шляхом мінімізації, в ідеальному випадку до нульового значення, тобто переводу вектора з простору $\alpha-\beta-0$ до площини $\alpha-\beta$.

30 Вихід блока перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат p-q-r 14, сполучено з входом блока реалізації фільтрації 15.

Синусоїдальні і збалансовані фазні струми можуть бути отримані, якщо проекцію узагальненого вектора струму i_p забезпечити незмінною.

Розглядаючи таким чином:

$$i_p = i_{p_dc} + i_{p_ac}, \quad (20)$$

де i_{p_dc} - постійне (інтегроване) значення струму i_p ; i_{p_ac} - це пульсації i_p . Використовуючи процедуру фільтрації виділяють зі струму i_p постійне значення i_{p_dc} , а як заданий струм вибирають компоненту i_{p_ac} та компоненту i_q .

На перший вхід блока перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$ 16, з'єднано з виходом першого координатного перетворювача 11, а другий вхід сполучено з виходом блока реалізації фільтрації 15.

Для того, щоб повернути струм в систему координат $\alpha-\beta-0$, використовують зворотне матричне перетворення $I_{\alpha\beta 0}'$ вектора $I_{pqr}' = [i_{p_ac} \ i_q \ i_r]^T$;

$$I_{\alpha\beta 0}' = \frac{1}{u_{\alpha\beta 0}} \begin{bmatrix} u_{\alpha} & -\frac{u_{\beta}u_{\alpha\beta 0}}{u_{\alpha\beta}} & -\frac{u_0 u_{\alpha}}{u_{\alpha\beta}} \\ u_{\beta} & \frac{u_{\alpha}u_{\alpha\beta 0}}{u_{\alpha\beta}} & -\frac{u_0 u_{\beta}}{u_{\alpha\beta}} \\ u_0 & 0 & u_{\alpha\beta} \end{bmatrix} I_{pqr}'. \quad (21)$$

Вихід блока перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$, з'єднано з третім координатним перетворювачем 17, в якому заданий струм в координатах $a-b-c$ $I_{abc}' = [i_a' \ i_b' \ i_c']^T$ знаходиться з використанням зворотного перетворення Кларка $T_{abc}^{\alpha\beta 0} = (T_{abc}^{\alpha\beta 0})^{-1}$:

$$I_{abc}' = T_{abc}^{\alpha\beta 0} I_{\alpha\beta 0}'. \quad (22)$$

Вихід третього координатного перетворювача 17, з'єднано з входом блока визначення заданого струму в нейтралі 18.

Заданий струм в нейтральному проводі з використанням одиничної матриці третього порядку E_3 :

$$I_0' = -E_3 I_{abc}'; \quad (23)$$

$$\text{де } -E_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Струми I_{abc}' та I_0' є вхідними параметрами для управління транзисторним перетворювачем в режимі інвертора.

Вихід з блока визначення заданого струму в нейтралі 18, з'єднано з першим входом блока формування управляючих імпульсів 19, другий вхід з'єднано з третім координатним перетворювачем 17, а третій вхід з'єднано з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача 2.

Формування управляючих імпульсів на основі релейного побудована за принципом управління по відхиленню заданого параметра, яким у даному випадку є струм для кожної лінії.

Для початку знаходиться ΔI (різниця між заданим струмом I_{abc}' і I_0' та струм I_{Fabc0} блока датчиків струму транзисторного перетворювача 2):

$$\Delta I = I_{abc0}' - I_{Fabc0}. \quad (24)$$

Значення різниці струмів ΔI надходять на блок релейного регулятора струму разом з сигналами зворотних зв'язків за струмом транзисторного перетворювача. На якому попередньо задається значення зони гістерезису (H_B приймається $\sim 10\%$ (0,1), компенсаційного струму, що визначає точність відпрацювання сигналів завдання в релейного регулювання струму.

- 5 Блоки формування управляючих імпульсів на основі релейного регулятора формує імпульси управління у вигляді вектора напруг U_{y1-8} силовими ключами за співвідношенням:

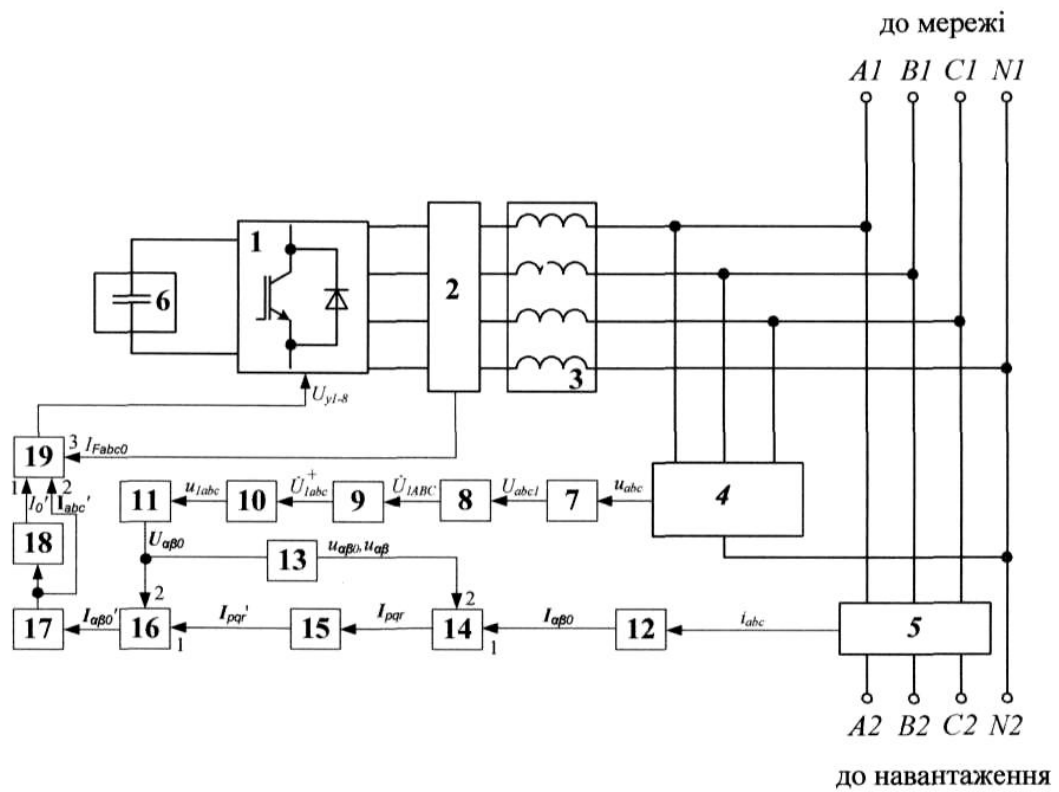
$$U_{y1-8} = \begin{cases} 1, \text{ при } \left(\Delta I > H_B, \frac{d\Delta I}{dt} > 0 \right) \cup \left(\Delta I > -H_B, \frac{d\Delta I}{dt} < 0 \right); \\ -1, \text{ при } \left(\Delta I < -H_B, \frac{d\Delta I}{dt} < 0 \right) \cup \left(\Delta I < H_B, \frac{d\Delta I}{dt} > 0 \right). \end{cases} \quad (25)$$

- 10 В ході роботи в релейному регулюванні струму відбувається постійне порівняння різниці між миттєвими значеннями заданого струму з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача 2. В результаті цього порівняння, на виході формуються імпульси управління транзисторним перетворювачем. Імпульси управління надходять на керуючий вхід транзисторного перетворювача і формують на його виході миттєві значення струму.

- 15 Таким чином, запровадження корисної моделі дозволяє компенсувати неактивні складові потужності, здійснює симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом, що забезпечує формування імпульсів управління транзисторним перетворювачем в режимі інвертора, на основі релейного регулювання струму.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 20 Пристрій компенсації неактивних складових потужності, симетрування струму трифазної мережі з нульовим проводом, що містить транзисторний перетворювач, виходи якого підключені до блока датчиків струму транзисторного перетворювача, сполучений з блоком дроселів, який підключений до блока датчиків напруги мережі, і блоком датчиків струму навантаження, які з'єднані лініями мережі, вхідні виводи транзисторного перетворювача з'єднані з накопичувальним конденсатором, а вихід блока формування управляючих імпульсів з'єднаний з керуючим входом транзисторного перетворювача, який **відрізняється** тим, що вихід блока датчиків напруги мережі з'єднаний з входом блока визначення ортогональних складових основної гармоніки напруги, вихід якого з'єднаний з блоком визначення комплексів основної гармоніки напруги, вихід якого з'єднаний з блоком визначення комплексів основної напруги прямої послідовності, вихід якого з'єднаний з блоком перетворення напруги прямої послідовності за основною гармонікою, вихід якого з'єднаний з першим координатним перетворювачем, вихід першого координатного перетворювача з'єднаний з входом блока визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$, вихід блока датчиків струму навантаження з'єднаний з входом другого координатного перетворювача, вихід другого координатного перетворювача з'єднаний з першим входом блока перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат $p-q-r$, а другий вхід з'єднаний з блоком визначення модуля узагальненого вектора напруги у просторі $\alpha-\beta-0$ та площині $\alpha-\beta$, вихід блока перетворення струму з системи координат $\alpha-\beta-0$ до системи координат $p-q-r$ з'єднаний з блоком реалізації фільтрації, вихід блока реалізації фільтрації з'єднаний з першим входом блока перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$, а другий вхід з'єднаний з виходом першого координатного перетворювача, вихід блока перетворення струму з системи координат $p-q-r$ в систему координат $\alpha-\beta-0$ з'єднаний з третім координатним перетворювачем, вихід якого з'єднаний з блоком визначення заданого струму в нейтралі, вихід блока визначення заданого струму в нейтралі з'єднаний з першим входом блока формування управляючих імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з третім координатним перетворювачем, а третій вхід з'єднаний з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача, вихід блока формування управляючих імпульсів з'єднаний з керуючим входом транзисторного перетворювача.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601