



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 103007

(13) U

(51) МПК

H02J 3/26 (2006.01)

H02J 3/01 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: u 2015 05921	(72) Винахідник(и): Бялобржеський Олексій Володимирович (UA), Качалка Вадим Юрійович (UA), Бриков Артем Олександрович (UA)
(22) Дата подання заявки: 15.06.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2015, Бюл.№ 22	(73) Власник(и): КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавська обл., 39600 (UA)

(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ТРИФАЗНИМ СИЛОВИМ АКТИВНИМ ФІЛЬТРОМ ПРИ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ**(57) Реферат:**

Спосіб керування трифазним силовим активним фільтром при несиметрії струмів, при якому отримують миттєві значення напруги та струму трифазної лінії, визначають миттєві значення трифазних струмів та напруг, розраховують миттєві проекції вектора напруги та струму в координатах α - β шляхом перетворення матриці Кларка, проектують вектор струму на вектор напруги та їх нормальні лінії та отримують миттєвий активний струм та миттєвий реактивний струм у трифазній лінії. Розраховують миттєві активну та реактивну потужності в координатах α - β та проекції активної та реактивної потужностей на осі α та β , розраховують проекції миттєвих значень струмів в координатах α - β , зумовлені активною та реактивною потужностями, виконують зворотне перетворення матриці Кларка за проекціями миттєвих значень струму, зумовленими активними та реактивними потужностями. Визначають миттєві значення струмів кожної фази трифазної лінії, отримують в ході гармонійного аналізу амплітудні значення основної гармоніки напруги та кути навантаження фаз a та c , визначають коефіцієнт несиметрії трифазної напруги як відсоток відношення складової зворотної послідовності напруги та складової прямої послідовності напруги, які визначаються на підставі амплітудного значення основної гармоніки напруг фаз a та c . Визначають миттєві значення струмів кожної фази трифазної лінії за добутком змінної складової миттєвої активної потужності та коефіцієнта несиметрії.

UA 103007 U

Корисна модель належить до електротехніки, передачі та розподіленні електроенергії для одночасного вирішення задач симетрування струмів, компенсації реактивної потужності та мінімізації гармонік трифазної мережі.

Відомий спосіб автоматизованого активного контролю рівня несиметрії напруг і струмів [патент RU 2249286, H02J 3/26, G01R 29/16, 27.03.2005 Бюл. № 9. Способ автоматизированного активного контроля уровня несимметрии напряжений и токов, Большанин Г.А.], що полягає в об'єднанні процесів кількісної оцінки спектрального складу лінійних і фазних напруг і струмів, пасивного контролю рівня несиметрії лінійних або фазних напруг і струмів і формування сигналів керування відповідними коригуючими пристроями, вихідними даними для якого є відомості про аналогових кривих лінійних і фазних напруг і струмів аналізованої електроенергетичної системи в дискретному вигляді, що виконується з використанням засобів обчислювальної техніки, що відрізняється тим, що пасивний контроль рівнів несиметрії лінійних і фазних напруг і струмів виконується з метою оцінювання відповідності коефіцієнтів несиметрії лінійних і фазних напруг і струмів по зворотній послідовності, а також коефіцієнтів несиметрії лінійних і фазних напруг і струмів за нульовою послідовністю своїм заздалегідь встановленим нормативним значенням, причому визначення лінійних і фазних напруг і струмів прямої, нульовий і зворотної послідовностей проводиться з урахуванням спектрального складу аналізованих характеристик електричної енергії, а як альтернативне рішення в електроенергетичних системах, що відрізняються низьким рівнем несинусоїдності напруги і струмів, пасивний контроль виконується на підставі аналізу лінійних напруг на частоті основної гармонійної складової, при порушенні встановлених нормативних значень кількісної оцінки рівнів несиметрії формується сигнал керування відповідними коригуючими пристроями, для чого в результаті порівняння діючих значень аналізованих величин з'ясовується лінійні або фазні напруги або струми несуть відповідальність за порушення рівня несиметрії аналізованих характеристик електричної енергії, потім в результаті порівняння відповідальних за порушення рівня несиметрії лінійних або фазних напруг або струмів кожної гармонійної складової з'ясовується, на якій частоті відбувається порушення симетрії аналізованих характеристик, а далі на підставі отриманих відомостей формується сигнал керування відповідними коригуючими пристроями.

Спільними ознаками відомого способу із корисною моделлю, що заявляється, є: оцінювання коефіцієнтів несиметрії лінійних і фазних напруг і струмів по зворотній послідовності, а також коефіцієнтів несиметрії лінійних і фазних напруг і струмів за нульовою послідовністю своїм заздалегідь встановленим нормативним значенням, причому визначення лінійних і фазних напруг і струмів прямої, нульовий і зворотної послідовностей проводиться з урахуванням спектрального складу аналізованих характеристик електричної енергії.

Недоліки способу: не враховується коефіцієнт прямої послідовності, не враховується потужність спотворення та реактивна потужність, значення миттєвих: активної, реактивної потужностей, коефіцієнта потужності кожної фази навантаження.

Відомий спосіб керування паралельним активним фільтром чотирипровідної трифазної мережі [патент UA 90730, H02M 1/12, H02P 9/00 10.06.2014, Бюл. №11. Спосіб керування паралельним активним фільтром чотирипровідної трифазної мережі, Артеменко М.Ю., Батрак Л.М.], при якому вектор миттєвих значень струмів трифазного джерела формують пропорційним вектору миттєвих значень фазних напруг з частково послабленою складовою нульової послідовності, а коефіцієнт пропорційності визначають з умови рівності нулю активної потужності на затискачах паралельного активного фільтра шляхом ділення осередненої за період мережної напруги значення миттєвої потужності навантаження на так само осереднене значення скалярного добутку вектора миттєвих значень фазних напруг на вектор миттєвих значень фазних напруг з частково послабленою складовою нульової послідовності, який відрізняється тим, що здійснюють вибір однієї з декількох стратегій керування шляхом комутації вхідних або вихідних величин зазначених осереднювачів з входами зазначеного дільника, а також шляхом дискретної зміни величини коефіцієнта послаблення складової нульової послідовності вектора миттєвих значень фазних напруг.

Спільними ознаками способу: вектор миттєвих значень струмів трифазного джерела формують пропорційним вектору миттєвих значень фазних напруг з частково послабленою складовою нульової послідовності, а коефіцієнт пропорційності визначають з умови рівності нулю активної потужності на затискачах паралельного активного фільтра шляхом ділення осередненої за період мережної напруги значення миттєвої потужності навантаження на так само осереднене значення скалярного добутку вектора миттєвих значень фазних напруг на вектор миттєвих значень фазних напруг з частково послабленою складовою нульової

послідовності; значення величини коефіцієнта послаблення складової нульової послідовності вектора миттєвих значень фазних напруг вибираються для дискретної зміни з чисел.

Недоліки відомого способу: не враховуються вищі гармонійні складові, стратегії керування зменшують швидкодію при різкозмінному характері навантаження.

- 5 Найбільш близьким до способу, що заявляється, є спосіб керування автоматичним трифазним експериментальним пристроєм компенсації несиметричного трифазного навантаження [патент US 2013/0054204 A1, G06G 7/48, G06F 7/60, 28.02.2013, Automatic three-phase unbalanced bad compensation experimental device and its control method, Huaguang Z., Qiuye S., Zhenwei L., Tieyan Z.], у якому отримують миттєві значення трифазної напруги та струму та розраховують ефективне значення напруги; розраховують повну миттєву активну потужність p , повну миттєву реактивну потужність q , повну миттєву повну потужність s та повний коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ навантаження фази a , навантаження фази b та навантаження фази c :

$$p = u_a i_a + u_b i_b + u_c i_c, \quad (1)$$

$$q = \frac{1}{\sqrt{3}} [(u_b - u_c) i_a + (u_c + u_a) i_b + (u_a - u_b) i_c], \quad (2)$$

$$s = \sqrt{p^2 + q^2}, \quad (3)$$

$$\cos \theta = \frac{p}{s}, \quad (4)$$

- 15 розраховують миттєву активну потужність p , миттєву реактивну потужність q , миттєву повну потужність s та миттєвий коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ кожної фази навантаження: навантаження фази a :

$$p_a = u_a i_{ap} = 3u_a^2 \frac{p}{A}, \quad (5)$$

$$q_a = u_a i_{aq} = u_a (u_b - u_c) \frac{q}{A}, \quad (6)$$

$$s_a = \sqrt{p_a^2 + q_a^2}, \quad (7)$$

$$\cos \theta_a = \frac{p_a}{s_a}, \quad (8)$$

навантаження фази b :

$$p_b = u_b i_{bp} = 3u_b^2 \frac{p}{A}, \quad (9)$$

$$q_b = u_b i_{bq} = u_b (u_c - u_a) \frac{q}{A}, \quad (10)$$

$$s_b = \sqrt{p_b^2 + q_b^2}, \quad (11)$$

$$\cos \theta_b = \frac{p_b}{s_b}, \quad (12)$$

навантаження фази c :

$$p_c = u_c i_{cp} = 3u_c^2 \frac{p}{A}, \quad (13)$$

$$q_c = u_c i_{cq} = u_c (u_a - u_b) \frac{q}{A}, \quad (14)$$

$$s_c = \sqrt{p_c^2 + q_c^2}, \quad (15)$$

$$\cos \theta_c = \frac{p_c}{s_c}, \quad (16)$$

де, $A = (u_a - u_b)^2 + (u_b - u_c)^2 + (u_c - u_a)^2$;

- 20 розраховують амплітудне значення U_m та фазне φ_m значення кожного гармонійного змісту напруги HRU_m та коефіцієнта гармонійної складової напруги THD_U ;

$$u_m = \sqrt{a_m^2 + b_m^2}, \quad (17)$$

$$\varphi_m = \arctan \frac{b_m}{a_m}, \quad (18)$$

$$HRU_m = \frac{U_m}{U_1} 100\%, \quad (19)$$

$$THD_U = \frac{\sqrt{\sum_{m=2}^M U_m^2}}{U_1} 100\%, \quad (20)$$

та розраховують коефіцієнт несиметрії напруги ε ;

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{U_{A1}^2 + U_{C1}^2 - 2U_{A1}U_{C1} \cos(|\varphi_{A1} - \varphi_{C1}| - 120^\circ)}{U_{A1}^2 + U_{C1}^2 - 2U_{A1}U_{C1} \cos(240^\circ - |\varphi_{A1} - \varphi_{C1}|)}} 100\%. \quad (21)$$

Спільними ознаками способу із способом, що заявляється, є: отримують миттєві значення трифазної напруги та струму та розраховують ефективне значення напруги; розраховують повну миттєву активну потужність p , повну миттєву реактивну потужність q , повну миттєву повну потужність s та повний коефіцієнт потужності $\cos\varphi$ навантаження фази a , навантаження фази b та навантаження фази c ; розраховують амплітудне значення та фазне значення кожного гармонійного змісту напруги та коефіцієнта гармонійної складової напруги та розраховують коефіцієнт несиметрії напруги ε ;

Недоліки відомого способу: у даному способі не виділяється із повної миттєвої активної потужності змінна складова; при формуванні струму компенсації не враховується коефіцієнт несиметрії напруги ε .

Відомий спосіб вибрано у якості прототипу способу, що заявляється.

В основу способу поставлена задача формування керуючого впливу силового активного фільтра для симетрування струмів, компенсації реактивної потужності та мінімізації гармонік трифазної мережі, шляхом виділення змінної складової із повної миттєвої активної потужності та враховування коефіцієнта несиметрії напруги, забезпечити нормально припустимі показники несиметрії та несинусоїдності напруги у вузлі підключення силового активного фільтра.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб керування трифазним силовим активним фільтром при несиметрії струмів, в якому отримують миттєві значення напруги та струму трифазної лінії, визначають миттєві значення трифазних струмів та напруг, розраховують миттєві проекції вектора напруги та струму в координатах $\alpha-\beta$ шляхом перетворення матриці Кларка, проектує вектор струму на вектор напруги та їх нормальні лінії, та отримують миттєвий активний струм та миттєвий реактивний струм у трифазній лінії, розраховують миттєві активну та реактивну потужності в координатах $\alpha-\beta$ та проекції активної та реактивної потужностей на осі α та β , розраховують проекції миттєвих значень струмів в координатах $\alpha-\beta$ зумовлені активною та реактивною потужностями, виконують зворотне перетворення матриці Кларка за проекціями миттєвих значень струму зумовленими активними та реактивними потужностями, визначають миттєві значення струмів кожної фази трифазної лінії, отримують в ході гармонійного аналізу амплітудні значення основної гармоніки напруги та кути навантаження фаз a та c , визначають коефіцієнт несиметрії трифазної напруги як відсоток відношення складової зворотної послідовності напруги та складової прямої послідовності напруги, які визначаються на підставі амплітудного значення основної гармоніки напруг фаз a та c , згідно з корисною моделлю, визначають миттєві значення струмів кожної фази трифазної лінії за добутком змінної складової миттєвої активної потужності та коефіцієнта несиметрії.

Спосіб пояснюється кресленням, де на кресленні представлено алгоритм керування трифазним силовим активним фільтром при несиметрії струмів.

Спосіб реалізується наступним чином. Теорія миттєвої потужності основана на миттєвих значеннях та застосовується при синусоїдному стабільному стані і несинусоїдному перехідному стані. Традиційна теорія потужності заснована на середньоквадратичному значенні та застосовується тільки для синусоїдного стійкого стану. Спосіб у корисній моделі застосовує теорію миттєвої реактивної потужності та розраховує вказані параметри відповідно до трифазної миттєвої напруги та струму.

Визначають u_a , u_b , u_c , i_a , i_b та i_c , відповідно до отриманого значення трифазної напруги та струму трифазної лінії, та отримують u_α , u_β , i_α та i_β шляхом перетворення матриці Кларка для фаз a , b , c у дві фази $\alpha-\beta$.

$$\begin{bmatrix} u_\alpha \\ u_\beta \end{bmatrix} = c_{\alpha\beta} \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = c_{\alpha\beta} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix}. \quad (22)$$

$$\text{Де } c_{\alpha\beta} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix}$$

Синтезують вектори \vec{u}_α , \vec{u}_β та \vec{i}_α , \vec{i}_β на $\alpha-\beta$ площині, відповідно до (обертового) вектора напруги \vec{u} та вектора струму \vec{i} .

$$\vec{u} = \vec{u}_\alpha + \vec{u}_\beta = u \angle \varphi_{2p} \vec{i} = \vec{i}_\alpha + \vec{i}_\beta = i \angle 10Q. \quad (23)$$

Де, u та i відповідні модулі векторів \vec{u} та \vec{i} ; φ_u та φ_i відповідно фазові кути векторів \vec{u} та \vec{i} .

Проектують вектор струму \vec{i} на вектор напруги \vec{u} на їх нормальні лінії, та отримують i_p та i_q , які відповідають миттєвому активному струму та миттєвому реактивному струму у трифазному лінії.

$$i_p = i \cos \varphi, i_q = i \sin \varphi. \quad (24)$$

Де $\varphi = \varphi_u - \varphi_i$.

Значення u та i_p - це миттєва активна потужність трифазної лінії, та значення u та i_q - це миттєва реактивна потужність трифазної лінії:

$$p = u i_p, q = u i_q. \quad (25)$$

Підставляють формулу (24) в формулу (25), щоб отримати:

$$\begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_\alpha & u_\beta \\ u_\beta & -u_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = C_{pq} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix}. \quad (26)$$

$$\text{Де } C_{pq} = \begin{bmatrix} u_\alpha & u_\beta \\ u_\beta & -u_\alpha \end{bmatrix}.$$

Підставляють формулу (22) в формулу (26), щоб отримати:

$$p = u_a i_a + u_b i_b + u_c i_c, \quad q = \frac{1}{\sqrt{3}} [(u_b - u_c) i_a + (u_c - u_a) i_b + (u_a - u_b) i_c] \quad (27)$$

Проекції трифазної миттєвої потужності струму на ось α та ось β відповідні миттєвій потужності струму α фази та β фази:

$$i_{\alpha p} = i_p \cos \varphi_u = \frac{u_\alpha}{u} i_p = \frac{u_\alpha}{u_\alpha^2 + u_\beta^2} p, \quad (28)$$

$$i_{\alpha \beta} = i_p \cos \varphi_u = \frac{u_\alpha}{u} i_p = \frac{u_\alpha}{u_\alpha^2 + u_\beta^2} p, \quad (29)$$

$$i_{\alpha q} = i_q \sin \varphi_u = \frac{u_\beta}{u} i_q = \frac{u_\beta}{u_\alpha^2 + u_\beta^2} q, \quad (30)$$

$$i_{\beta q} = i_q \cos \varphi_u = \frac{u_\alpha}{u} i_q = \frac{u_\alpha}{u_\alpha^2 + u_\beta^2} q. \quad (31)$$

Де $i_{\alpha p}$ та $i_{\beta p}$ відповідні миттєвий активний струм фази α та фази β ; $i_{\alpha q}$ та $i_{\beta q}$ відповідні миттєвий реактивний струм фази α та фази β .

Миттєва потужність фази α та фази β , відповідно значення миттєвої напруги миттєвого струму відповідної фази:

$$p_{\alpha} = u_{\alpha} i_{\alpha p} = \frac{u_{\alpha}^2}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} p, \quad (32)$$

$$p_{\beta} = u_{\beta} i_{\beta p} = \frac{u_{\beta}^2}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} p, \quad (33)$$

$$q_{\alpha} = u_{\alpha} i_{\alpha q} = \frac{u_{\alpha} u_{\beta}}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} q, \quad (34)$$

$$q_{\beta} = u_{\beta} i_{\beta q} = \frac{u_{\alpha} u_{\beta}}{u_{\alpha}^2 + u_{\beta}^2} q. \quad (35)$$

Потужність струму кожної фази трифазної лінії отримують, використовуючи двофазні потужності струму шляхом перетворення фази α та фази β в фазу a, фазу b та фазу c.

$$\begin{bmatrix} i_{ap} \\ i_{bp} \\ i_{cp} \end{bmatrix} = C_{23} \begin{bmatrix} i_{\alpha p} \\ i_{\beta p} \end{bmatrix}, \quad (36)$$

$$\begin{bmatrix} i_{aq} \\ i_{bq} \\ i_{cq} \end{bmatrix} = C_{23} \begin{bmatrix} i_{\alpha q} \\ i_{\beta q} \end{bmatrix}, \quad (37)$$

$$\text{де } C_{23} = C_{\alpha\beta}^T.$$

- Несиметрія трифазного електричного параметра визначається як відсоток відношення складової зворотної послідовності та складової прямої послідовності трифазної комплексної векторної величини, та являє собою ε як:

$$\varepsilon = \frac{A_2}{A_1} 100\%. \quad (38)$$

Де, A_1 та A_2 відповідні середньоквадратичні значення складових прямої та оберненої послідовностей.

- Будь-яка група трифазних несиметричних векторів (наприклад, напруги, струму і т.д.) можуть бути розділені на три групи симетричних векторів: складовою прямої послідовності, складовою зворотної послідовності і складовою нульової послідовності:

$$\begin{bmatrix} \dot{A}_1 \\ \dot{A}_2 \\ \dot{A}_0 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & \alpha & \alpha^2 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{A} \\ \dot{B} \\ \dot{C} \end{bmatrix}. \quad (39)$$

Простий метод, в якому за допомогою модулів \dot{A} та \dot{C} , та їх прилеглого кута β розраховують діючі значення прямої та зворотної послідовностей по наступній формулі:

$$\begin{cases} A_1^2 = \frac{1}{3} [A^2 + C^2 - 2AC \cos(240^\circ - \beta)] \\ A_2^2 = \frac{1}{3} [A^2 + C^2 - 2AC \cos(\beta - 240^\circ)] \end{cases} \quad (40)$$

- Амплітудні значення основної напруги U_{A1} та U_{C1} та кути фаз φ_{A1} та φ_{C1} навантаження фази a, та c отримують в ході гармонійних аналізів, та вираз коефіцієнта несиметрії трифазної основної напруги отримують із формул (38) та (39) для розрахунку коефіцієнта несиметрії напруги:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{U_{A1}^2 + U_{C1}^2 - U_{A1} U_{C1} \cos(\varphi_{A1} - \varphi_{C1} - 120^\circ)}{U_{A1}^2 + U_{C1}^2 - 2U_{A1} U_{C1} \cos(240^\circ - |\varphi_{A1} - \varphi_{C1}|)}} 100\%. \quad (41)$$

Підставляють формули (28-31) в формули (36, 37), щоб отримати:

$$i_{ap} = 3u_a \frac{\varepsilon(p - \bar{p})}{A} = 3u_a \frac{\varepsilon \tilde{p}}{A}, \quad (42)$$

$$i_{bp} = 3u_b \frac{p}{A} = \frac{\varepsilon(p - \bar{p})}{A} = 3u_b \frac{\varepsilon \tilde{p}}{A}, \quad (43)$$

$$i_{cp} = 3u_c \frac{p}{A} = \frac{\varepsilon(p - \bar{p})}{A} = 3u_c \frac{\varepsilon \tilde{p}}{A}, \quad (44)$$

$$i_{aq} = (u_b - u_c) \frac{q}{A}, \quad (45)$$

$$i_{bq} = (u_c - u_a) \frac{q}{A}, \quad (46)$$

$$i_{cq} = (u_a - u_b) \frac{q}{A}. \quad (47)$$

$$\text{Де, } A = (u_a - u_b)^2 + (u_b - u_c)^2 + (u_c - u_a)^2; \bar{p} = \frac{1}{T} \int_0^T p dt.$$

Таким чином виділення змінної складової із повної миттєвої активної потужності за формулами (42-44) та враховування коефіцієнта несиметрії напруги за формулою (41) призводить до формування керуючого впливу силового активного фільтра для симетрування струмів, компенсації реактивної потужності та мінімізації гармонік трифазної мережі та забезпечує нормально припустимі показники несиметрії та несинусоїдності напруги у вузлі підключення силового активного фільтра.

10

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб керування трифазним силовим активним фільтром при несиметрії струмів, при якому отримують миттєві значення напруги та струму трифазної лінії, визначають миттєві значення трифазних струмів та напруг, розраховують миттєві проекції вектора напруги та струму в координатах α - β шляхом перетворення матриці Кларка, проектують вектор струму на вектор напруги та їх нормальні лінії та отримують миттєвий активний струм та миттєвий реактивний струм у трифазній лінії, розраховують миттєві активну та реактивну потужності в координатах α - β та проекції активної та реактивної потужностей на осі α та β , розраховують проекції миттєвих значень струмів в координатах α - β , зумовлені активною та реактивною потужностями, виконують зворотне перетворення матриці Кларка за проекціями миттєвих значень струму, зумовленими активними та реактивними потужностями, визначають миттєві значення струмів кожної фази трифазної лінії, отримують в ході гармонійного аналізу амплітудні значення основної гармоніки напруги та кути навантаження фаз а та с, визначають коефіцієнт несиметрії трифазної напруги як відсоток відношення складової зворотної послідовності напруги та складової прямої послідовності напруги, які визначаються на підставі амплітудного значення основної гармоніки напруг фаз а та с, який **відрізняється** тим, що визначають миттєві значення струмів кожної фази трифазної лінії за добутком змінної складової миттєвої активної потужності та коефіцієнта несиметрії.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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