



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 47450

(13) C2

(51) 6 G01R31/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ ТРИФАЗНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ УСТАНОВКИ

1

(21) 98073584

(22) 07 07 1998

(24) 15 07 2002

(46) 15 07 2002, Бюл. № 7, 2002 р

(72) Шинкаренко Гліб Васильович

(73) Донбаська електроенергетична система

(56) Сви П. М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения М. Энергоатомиздат, 1992

(57) Пристрій безперервного контролю ізоляції трифазної електричної установки, що містить три схеми вирівнювання струмів вимірювальних обкладинок у ізоляції фаз електричної установки, що контролюється, схему підсумовування вирівняних струмів, схему вимірювання сумарного струму з під'єднаною до її виходу схемою сигналізації, який відрізняється тим, що у коло однієї з схем вирівнювання струмів вимірювальних обкладинок включене струмове реле, нормально розімкнутий кон-

2

такт якого включений між виходом схеми підсумовування вирівняних струмів та входом схеми вимірювання сумарного струму, до першого додаткового входу схеми підсумовування вирівняних струмів через конденсатор включене коло розімкнутого трикутника, створене вторинними додатковими обмотками трансформатора напруги, приєднаного до тих же шин, що і контрольована електрична установка, до другого додаткового входу через резистори та контакти реле, які контролюють включене або відключене положення сусідніх електричних установок, що створюють струми впливу, під'єднані штучно сформовані джерела напруги, число яких дорівнює числу електричних установок, що створюють струми впливу, причому модулі та фази напруги підібрані таким чином, що струми, які утворюються ними, пропорційні відповідним струмам впливу

Винахід відноситься до області вимірювальної техніки та може бути використаний для трифазних електричних установок, оснащених спеціальними вимірювальними виводами, які дозволяють здійснювати контроль ізоляції під робочою напругою

Відомі пристрої безперервного контролю ізоляції трифазних електричних установок що містять три схеми вирівнювання струмів вимірювальних обкладинок в ізоляції фаз контролюємої трифазної електричної установки, схему підсумовування вирівняних струмів, схему вимірювання сумарного струму з під'єднаною до її виходу схемою сигналізації (див Сви П. М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения М. Энергоатомиздат, 1992)

Схожими суттєвими ознаками цього аналогу та винаходу, що заявляється є три схеми вирівнювання струмів вимірювальних обкладинок у ізоляції фаз електричної установки, що контролюється, схему підсумовування вирівняних струмів, схему вимірювання сумарного струму з під'єднаною до її виходу схемою сигналізації

Цей аналог є найбільш близьким по технічній сутності до винаходу що заявляється

Недоліком пристрою-прототипу є нестабільність вимірювань сумарного струму, викликана коливаннями струмів впливу та напруги нульової послідовності на шинах, до яких під'єднана трифазна електрична установка

В основу винаходу поставлена задача підвищення стабільності вимірювань сумарного струму шляхом компенсації змінювань струмів впливу та коливань напруги нульової послідовності на живлячих шинах

Схемно ця задача вирішена таким чином в коло однієї з схем вирівнювання струмів вимірювальних обкладинок включене струмове реле, нормально розімкнутий контакт якого включений поміж виходом схеми підсумовування вирівняних струмів та входом схеми вимірювання сумарного струму. Таке вмикання струмового реле дозволяє блокувати вимірювання та спрацьовування схеми сигналізації при відключеній трифазній електричній установці, коли виникає великий сумарний струм з-за незбалансованих струмів впливу, викликаних впливами електричних полів від сусідніх електроустановок на вимірювальні обкладинки в ізоляції фаз та незаземлену ошиновку трифазної

(13) C2

(11) 47450

(19) UA

електричної установки, що контролюється

До першого додаткового входу схеми підсумовування вирівняних струмів через конденсатор включений ланцюг розімкнутого трикутника, створений вторинними додатковими обмотками трансформатора напруги, приєднаного до тих же шин, що і електрична установка, що контролюється. Таке технічне рішення дозволяє компенсувати вплив напруги нульової послідовності на результати вимірювання сумарного струму.

До другого додаткового входу через опори та контакти реле, контролюючих включене або відключене положення сусідніх електричних установок, які створюють струми впливу, під'єднані штучно сформовані джерела напруги, число яких дорівнює числу електричних установок, що створюють струми впливу. Модулі та фази джерел напруги підібрані таким чином, що струми, які ними утворюються, пропорційні відповідним струмам впливу.

Винахід, що пропонується, пояснюється за допомогою схеми,

На схемі позначені умовні джерела струмів вимірювальних обкладинок фаз трифазної електричної установки 1, 2, 3 з струмами  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  і джерело, що дає напругу нульової послідовності  $3\dot{U}_0$ . 4

та еквівалентне трансформатору напруги, приєднаному до тих же шин, що і електрична установка, яка контролюється. Джерело струму 1 приєднане до кола вирівнювання струму вимірювальної обкладинки в ізоляції фази А електричної установки, виконаної у вигляді ділителя струму, утвореного баластним 5 та змінним 6 резисторами. Джерело струму 2 приєднане до кола вирівнювання струму вимірювальної обкладинки в ізоляції фази В електричної установки, виконаної у вигляді ділителя струму, утвореного баластним 7 та змінним 8 резисторами. Джерело струму 3 приєднане до кола вирівнювання струму вимірювальної обкладинки в ізоляції фази С електричної установки, виконаної у вигляді ділителя струму, утвореного баластним 9 та змінним 10 резисторами. Послідовно з змінними резисторами 6, 8 та 10 включені обмотки 11, 12 та 13 трансформатора струму 14, який створює схему підсумовування вирівняних струмів. Послідовно з змінним резистором 8 додатково включено струмове реле 15, нормально розімкнуте. Контакт 16 якого включений між вихідною обмоткою 17 трансформатора струму 14, що утворює вихід схеми підсумовування, та входом схеми вимірювання сумарного струму 18, вихід якого, у свою чергу, приєднаний до схеми сигналізації 19. Джерело напруги  $3\dot{U}_0$  4 під'єднане через конденсатор 20 до обмотки 21 трансформатора струму 14, яка утворює перший додатковий вхід схеми підсумовування вирівняних струмів. Другий додатковий вхід схеми підсумовування вирівняних струмів утворений обмоткою 22 трансформатора струму 14.

До неї приєднані через контакти 23, 24, 25 реле, які контролюють включене або відключене положення сусідніх електричних установок, створюючих струми впливу, та через резистори 26, 27, 28 – штучно сформовані джерела напруги 29, 30, 31, кількість яких дорівнює кількості електричних

установок, що створюють струми впливу і в даному випадку, як приклад, дорівнює трьом.

В загальному випадку струми  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  вимірювальних обкладинок фаз трифазної електричної установки по модулю неоднакові. Кожен з них містить в собі дві складові струм в ізоляції фази  $I_{IAA}$ , ( $I_{IAB}$ ,  $I_{IAC}$ ) та результуючий струм впливу  $I_{вплА}$ , ( $I_{вплВ}$ ,  $I_{вплС}$ ). В свою чергу, результуючий струм впливу складається з струмів впливу, що створюються окремими електричними установками, що стоять порад. Частина струмів  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  -  $I_a$ ,  $I_b$ ,  $I_c$  поступає на обмотки 11, 12, 13 трансформатора струму 14 та регулюється за допомогою змінних резисторів 6, 8, 10. По колу обмотки 21 протікає струм  $I_{3U_0}$ , створюється напругою нульової послідовності на кінцях розімкнутого трикутника, створеного вторинними додатковими обмотками трансформатора напруги, під'єднаного до тих же шин, що і контролюєма електрична установка, та позначеного на схемі джерелом напруги 4. Конденсатор 20, включений у це коло, необхідний для створення ємнісного струму, аналогічного тим струмам, які протікають через ізоляцію фаз електричної установки, що контролюється. Настроювання пропонуємого пристрою здійснюється при всіх включених сусідніх електричних установках, які утворюють струми впливу і при контролюємій електричній установці, яка знаходиться під напругою. В цьому випадку всі контакти 23, 24, 25 реле, які контролюють включене або відключене положення сусідніх електричних установок, що створюють струми впливу, знаходяться в розімкнутому стані. Оскільки при включеній електричній установці, яка контролюється, по колу обмотки 12 протікає струм

$$I_b = I_{IbB} + I_{вплВр},$$

де  $I_b$  та  $I_{вплВр}$  – частка струмів  $I_{IbB}$  і

$I_{вплВр}$ , яка протікає по колу обмотки 12, то струмове реле 15 знаходиться в спрацьованому стані, а його контакт 16 замкнений.

Для спрощення подальших міркувань припустимо, що всі обмотки трансформатора струму 14 вміщують однакове число витків, хоча для пристрою, що пропонується, це не принципово. На вхід схеми вимірювання 'я сумарного струму 18 поступає струм

$$I_{\Sigma} = I_a + I_b + I_c - I_{3U_0}$$

За допомогою змінних резисторів виставляють

$$I_{\Sigma} = 0 \quad (1)$$

що можливо при

$$I_a + I_b + I_c = I_{3U_0} \quad (2)$$

Для забезпечення рівності (2) при будь-яких зміннях напруги нульової послідовності на шинах, до яких під'єднана електрична установка, що контролюється, ємність конденсатора 20 обирають таким чином. При відключеному колі з обмоткою 21 змінний резистор 8 виставляють на 10 - 15% менше номінального значення. Решту змінних резисторів 6 та 10 виводять на номінальне значення.

Вимірюють струм, що отримали,  $I_b$  та знаходять ємність конденсатора по формулі

$$C_{20} = \frac{n_{TH}}{\omega_{роб}} \cdot \frac{I_b}{U_{роб}} \quad (3)$$

де  $n_{TH}$  – коефіцієнт трансформації між обмоткою високої напруги та вторинною додатковою обмоткою ТН однієї фази,  $\omega_{роб}$  та  $U_{роб}$  – кутова частота та фазна напруга електричної мережі в мить вимірювання струму  $I_b$

Після під'єднання конденсатора 20 здійснюють

вирівнювання струмів  $I_a$  та  $I_c$ , добиваючись виконання умови (1). При ємності конденсатора 20, яка підбрана по виразу (3), будь-яка зміна суми

струмів  $I_a, I_b, I_c$ , пов'язана з напругою нульової послідовності, буде компенсуватись струмом

$I_{3U0}$ . Вираз (1) можна записати в такому вигляді

$$I_{\Sigma} - I_{3a} + I_{3b} + I_{3c} + I_{вллр} + I_{вллр} + I_{вллр} - I_{3U0} - I_{3\Sigma} + I_{влл\Sigma} - I_{3U0} = 0$$

Після відключення електричної установки, що контролюється та заземлення її ошиновки в колі обмотки 17 трансформатора струму 14 виникає струм

$$I_{\Sigma \text{ відкл } 3} = I_{вллр} + I_{вллр} + I_{вллр} - I_{3U0} \neq 0$$

Сигнал що з'являється на виході схеми вимірювання сумарного струму 18 може привести до хибного спрацьовування схеми сигналізації 19. Якщо після відключення ошиновка електричної установки, що контролюється, не буде заземлена, то в колі обмотки 17 з'явиться струм

$$I_{\Sigma \text{ відкл } 3} = I_{3a0ш} + I_{3b0ш} + I_{3c0ш} + I_{вллр} + I_{вллр} + I_{вллр} - I_{3U0} \neq 0$$

де  $I_{3a0ш}, I_{3b0ш}, I_{3c0ш}$  – частини струмів

$I_{3a0ш}, I_{3b0ш}, I_{3c0ш}$ , що протікають по обмотках 11, 12, 13 в ізоляції фаз контролюємої електричної установки, які створюються наведеними напругами на незаземленій ошиновці. Модуль струму

$I_{\Sigma \text{ відкл}}$  може бути більше модуля струму

$I_{\Sigma \text{ відкл } 3}$ . Тому і при незаземленій ошиновці можливо хибне спрацьовування схеми сигналізації 19.

Якщо уставка струмового реле  $I_{уст}$  обрана по умові

$$|I_{\Sigma \text{ відкл } 3}|, |I_{\Sigma \text{ відкл}}| < I_{уст} < |I_b|,$$

то при відключенні електричної установки, що контролюється струмове реле 15 перейде у неспрацьований стан, розімкне свій контакт 16 та запобігає хибному спрацьовуванню схеми сигналізації 19.

При відключенні однієї з сусідніх електричних установок, що створює струми впливу, яку умовно

назвемо першою, струм  $I_{\Sigma}$  в колі обмотки 17 зміниться і стане дорівнювати

$$I_{\Sigma \text{ відкл } 1} = I_{\Sigma} - (I_{влл1} + I_{влл1} + I_{влл1}) = I_{\Sigma} - I_{влл\Sigma1} \neq 0$$

де  $I_{влл1}, I_{влл1}, I_{влл1}$  – складові часток ре-

зультуючих струмів впливу  $I_{влл1р}, I_{влл1р}$ , протікаючих по колах з обмотками 11, 12, 13 трансформатора струму 14 і які створюються першою сусідньою електричною установкою.

Поява струму  $I_{\Sigma \text{ відкл } 1}$  приведе до змінення показань схеми вимірювання сумарного струму 18, хибному спрацьовуванню схеми сигналізації 19 та надмірному відключенню електричної установки, що контролюється для пошуків дефекту у ізоляції. Після настроювання пристрою, що пропонується, по умові (1) при першому відключенні першої сусідньої електричної установки, коли контакт 23 буде замкнений, для виключення хибних вимірювань підбирають амплітуду та фазу джерела напруги 29 таким чином, щоб струм у колі обмотки 17 знову дорівнював би нулю. Це можливо у тому випадку, якщо джерело напруги 29 буде створювати струм

$$I_{дж1} = I_{влл\Sigma1}$$

В якості реле з контактом 23, яке контролює включене або відключене положення першої сусідньої електричної установки, можна використовувати реле-повторювач положення її комутаційного апарату або безпосередньо блок-контакти цього апарату (вимикача або роз'єднувача), а також додаткові контакти реле струму 15, що належить іншим аналогічним пристроям які контролюють ізоляцію сусідніх електричних установок, що створюють струми впливу. При подальшому вмиканні першої сусідньої електричної установки контакт 23 розмикається. Проте струм у колі обмотки 17 залишиться рівним нулю, оскільки замість струму

$I_{дж1}$  з'явиться струм  $I_{влл\Sigma1}$  створюється цією установкою. Аналогічним чином здійснюють регулювання амплітуди та фази другого і третього джерела напруги 30 та 31 при першому відключенні другої та третьої сусідньої електричної установки, що створюють струми впливу. Друге та третє джерела напруги при замкнених контактах 24 та 25 повинні створювати струми

$$I_{дж2} = I_{влл\Sigma2}$$

і

$$I_{дж3} = I_{влл\Sigma3}$$

де

$$I_{влл\Sigma2} = I_{влл2} + I_{влл2} + I_{влл2}$$

та

$$I_{влл\Sigma3} = I_{влл3} + I_{влл3} + I_{влл3},$$

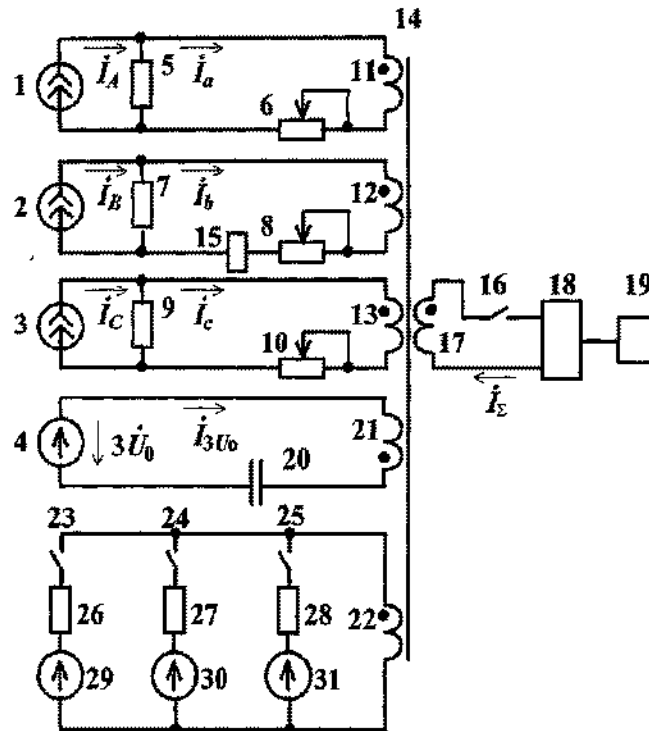
$I_{влл2}, I_{влл2}, I_{влл2}, I_{влл3}, I_{влл3}, I_{влл3}$  – складові частки результуючих струмів впливу

$I_{вллр}, I_{вллр}, I_{вллр}$  протікаючих по колах з обмотками 11, 12, 13 трансформатора струму 14 та, що створюється другим та третім сусідніми електричними установками.

В процесі експлуатації пристрою, що пропонується, контакти 23, 24, 25 будуть відстежувати вмикання та відключення сусідніх електричних установок, внаслідок чого у обмотці 22 трансформатору 14 буде завжди протікати струм, що компенсує дію струмів тищу на струм у вхідних ланцюгах схеми вимірювання сумарного струму 18,

Використання у пристрої, що пропонується напруги нульової послідовності трансформатора напруги, реле струму, яке фіксує подачу напруги

на електричну установку, що контролюється, декількох штучно сформованих джерел напруги, які створюють струми пропорційно струмам впливу, викликаних сусідніми електричними установками і включаються при відключенні відповідних сусідніх електричних установок – дозволяє підвищити стабільність роботи пристрою і визначати тільки ті змінення струмів, які викликані дефектами ізоляції електричної установки, що контролюється



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