



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63954 (13) U  
(51) МПК  
G01R 31/08 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВВОДІВ ІЗ ВНУТРІШНЬОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ КОНДЕНСАТОРНОГО ТИПУ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА**

1

2

(21) u201103790

(22) 29.03.2011

(24) 25.10.2011

(46) 25.10.2011, Бюл.№ 20, 2011 р.

(72) РОЗВОДЮК МИХАЙЛО ПЕТРОВИЧ, БОМБИК ВАДИМ СЕРГІЙОВИЧ, УСТЯК ЛЕСЯ АНАТОЛІЙВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю вводитів із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силового трансформатора, який складається з першого, другого і третього фільтрів нижніх частот, суматора, індикатора, який відрізняється тим, що в нього введено сенсор напруги фази А, сенсор напруги фази В, сенсор напруги фази С, сенсор частоти напруги мережі, блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А, блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В, блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С, перший, другий і третій функціональні перетворювачі, перший, другий, третій, четвертий і п'ятий блоки множення, перший та другий блоки ділення, другий індикатор, блок задання максимально допустимого струму, перший, другий і третій компаратори, логічний елемент АБО, причому вихід сенсора напруги фази А підключений до входу першого фільтра нижніх частот, вихід якого підключений до другого входу першого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А, вихід сенсора напруги фази В підключений до входу другого фільтра нижніх частот, вихід якого підключений до другого входу другого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В, вихід сенсора напруги фази С підключений до входу третього фільтра нижніх частот, вихід якого підключений до другого входу третього блока

множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С, вихід сенсора частоти напруги мережі підключений до входу першого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до третього входу першого блока множення, до третього входу другого блока множення і до третього входу третього блока множення, вихід першого блока множення підключений до першого входу суматора, до першого входу першого блока ділення, до першого входу другого блока ділення і до першого входу третього компаратора, вихід другого блока множення підключений до другого входу першого блока ділення, до першого входу другого компаратора і до другого входу четвертого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого блока ділення, вихід третього блока множення підключений до другого входу другого блока ділення, до першого входу першого компаратора і до другого входу п'ятого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього функціонального перетворювача, вхід якого з'єднаний з виходом першого блока ділення, вихід другого входу другого блока ділення, до першого входу першого компаратора і до другого входу п'ятого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого функціонального перетворювача, вхід якого з'єднаний з виходом першого блока ділення, вихід четвертого блока множення підключений до другого входу суматора, третій вхід якого з'єднаний з виходом п'ятого блока множення, вихід суматора підключений до входу першого індикатора, вихід блока задання максимально допустимого струму підключений до другого входу першого компаратора, до другого входу другого компаратора і до другого входу третього компаратора, вихід якого підключений до третього входу логічного елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого компаратора, вихід першого компаратора підключений до першого входу логічного елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого індикатора.

Корисна модель належить до області електротехніки і може бути використана для безперервного контролю технічного стану діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного

типу високовольтних вводитів силового форматора під робочою напругою.

Відомий спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного

(19) UA (11) 63954 (13) U

типу вводит силових трансформаторів і вимірювальних трансформаторів струму під робочою напругою (Патент України № 47975, МПК G01R31/08; опубл. 15.07.2002, Бюл. № 7), в якому наведено приклад реалізації у вигляді функціональної схеми, що містить пристрої приєднання, шість пристроїв введення, блок перетворення аналогового сигналу в цифровий код, пристрій передачі цифрового коду, блок живлення, пристрій керування, послідовний інтерфейс, ЕОМ, причому входи шістьох пристроїв введення підключені до виходів пристроїв приєднання, а виходи з'єднані з відповідними шістьма входами блока перетворення аналогового сигналу в цифровий код, перший вихід блока живлення з'єднаний з сьомим входом блока перетворення аналогового сигналу в цифровий код та з першим входом пристрою передачі цифрового коду, вихід блока живлення з'єднаний з входом пристрою керування, вихід якого підключений до другого входу пристрою передачі цифрового коду, вхід/вихід пристрою керування з'єднаний з входом/виходом блока перетворення аналогового сигналу в цифровий код, пристрій передачі цифрового коду через послідовний інтерфейс підключений до ЕОМ.

Недоліком даного пристрою є неможливість здійснювати контроль на підстанціях, що неохоплені автоматичною системою контролю, а також неврахування відмінності діелектричних характеристик об'єктів контролю та несиметрії їхніх робочих фазних напруг.

За прототип вибрано пристрій контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводит силових трансформаторів під робочою напругою (Патент України № 34311, МПК G01R31/08; опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15), що містить три ізоляції конденсаторного типу об'єктів контролю однієї напруги трифазної системи, три фільтри нижніх частот, симетруючий орган, суматор, нуль-індикатор, причому входи трьох ізоляцій конденсаторного типу об'єктів контролю однієї напруги трифазної системи знаходяться під робочими фазним напругами, а виходи підключені до відповідних входів трьох фільтрів нижніх частот, виходи яких підключені до відповідних входів симетрувального органу, вихід якого підключений до входу суматора, вихід якого підключений до входу нуль-індикатора (в подальшому - індикатор).

Недоліком даного пристрою є вузькі його функціональні можливості, низька точність, оскільки відсутня можливість здійснювати контроль струмів у кожній фазі.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю вводит із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силового трансформатора, в якому за рахунок введення нових елементів, блоків та зв'язків з'являється можливість більш об'єктивно контролювати технічний стан трансформатора, що підвищує точність роботи пристрою та дає можливість контролювати струми у кожній з фаз.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю вводит із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силового трансформатора, який складається з першого, другого і тре-

тього фільтрів нижніх частот, суматора, індикатора, введено сенсор напруги фази А, сенсор напруги фази В, сенсор напруги фази С, сенсор частоти напруги мережі, блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А, блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В, блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С, перший, другий і третій функціональні перетворювачі, перший, другий, третій, четвертий і п'ятий блоки множення, перший та другий блоки ділення, другий індикатор, блок задання максимально допустимого струму, перший, другий і третій компаратори, логічний елемент АБО, причому вихід сенсора напруги фази А підключений до входу першого фільтра нижніх частот, вихід якого підключений до другого входу першого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А, вихід сенсора напруги фази В підключений до входу другого фільтра нижніх частот, вихід якого підключений до другого входу другого блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В, вихід сенсора напруги фази С підключений до входу третього фільтра нижніх частот, вихід якого підключений до другого входу третього блока множення, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С, вихід сенсора частоти напруги мережі підключений до входу першого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до третього входу першого блока множення, до третього входу другого блока множення і до третього входу третього блока множення, вихід першого блока множення підключений до першого входу суматора, до першого входу першого блока ділення, до першого входу другого блока ділення і до першого входу третього компаратора, вихід другого блока множення підключений до другого входу першого блока ділення, до першого входу другого компаратора і до другого входу четвертого блока множення, перший вхід якого з'єднаний виходом другого функціонального перетворювача, вхід якого з'єднаний з виходом першого блока ділення, вихід третього блока множення підключений до другого входу другого блока ділення, до першого входу першого компаратора і до другого входу п'ятого блока множення, перший вхід якого з'єднаний виходом третього функціонального перетворювача, вхід якого з'єднаний з виходом другого блока ділення, вихід четвертого блока множення підключений до другого входу суматора, третій вхід якого з'єднаний з виходом п'ятого блока множення, вихід суматора підключений до входу першого індикатора, вихід блока задання максимально допустимого струму підключений до другого входу першого компаратора, до другого входу другого компаратора і до другого входу третього компаратора, вихід якого підключений до третього входу логічного елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого компаратора, вихід першого компаратора підключений до першого входу логічного елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого індикатора.

Пристрій для контролю введів із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силового трансформатора пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема. На схемі: 1 - сенсор напруги фази А; 2 - сенсор напруги фази В; 3 - сенсор напруги фази С; 4 - сенсор частоти напруги мережі; 5, 6, 7 - відповідно перший, другий і третій фільтри нижніх частот; 8 - блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А; 9 - блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В; 10 - блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С; 11, 17, 18 - відповідно перший, другий і третій функціональні перетворювачі; 12, 13, 14, 19, 20 - відповідно перший, другий, третій, четвертий і п'ятий блоки множення; 15, 16 - відповідно перший та другий блоки ділення; 21 - суматор; 22, 28 - відповідно перший та другий індикатор; 23 - блок задання максимально допустимого струму; 24, 25, 26 - відповідно перший, другий і третій компаратори; 27 - логічний елемент АБО, причому вихід сенсора напруги фази А 1 підключений до входу першого фільтра нижніх частот 5, вихід якого підключений до другого входу першого блока множення 12, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А 8, вихід сенсора напруги фази В 2 підключений до входу другого фільтра нижніх частот 6, вихід якого підключений до другого входу другого блока множення 13, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В 9, вихід сенсора напруги фази С 3 підключений до входу третього фільтра нижніх частот 7, вихід якого підключений до другого входу третього блока множення 14, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С 10, вихід сенсора частоти напруги мережі 4 підключений до входу першого функціонального перетворювача 11, вихід якого підключений до третього входу першого блока множення 12, до третього входу другого блока множення 13 і до третього входу третього блока множення 14, вихід першого блока множення 12 підключений до першого входу суматора 21, до першого входу першого блока ділення 15, до першого входу другого блока ділення 16 і до першого входу третього компаратора 26, вихід другого блока множення 13 підключений до другого входу першого блока ділення 15, до першого входу другого компаратора 25 і до другого входу четвертого блока множення 19, перший вхід якого з'єднаний виходом другого функціонального перетворювача 17, вхід якого з'єднаний з виходом першого блока ділення, 15 вихід третього блока множення 14 підключений до другого входу другого блока ділення 16, до першого входу першого компаратора 24 і до другого входу п'ятого блока множення 20, перший вхід якого з'єднаний виходом третього функціонального перетворювача 18, вхід якого з'єднаний з виходом другого блока ділення 16, вихід четвертого блока множення 19 підключений до другого входу суматора 21, третій вхід якого з'єднаний з виходом п'ятого блока множення 20, вихід суматора 21 підключений до входу першого індикатора 22, вихід блока задання максимально допустимого струму 23 підключений до

другого входу першого компаратора 24, до другого входу другого компаратора 25 і до другого входу третього компаратора 26, вихід якого підключений до третього входу логічного елемента АБО 27, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого компаратора 25, вихід першого компаратора підключений до першого входу логічного елемента АБО 27, вихід якого підключений до входу другого індикатора 28.

При відсутності дефекту ізоляції (діелектричних характеристик) трансформаторних введів і несиметрії їхніх фазних напруг струм витoku повинен бути рівним нулю:

$$I_{A1} + I_{B1} \cdot a + I_{C1} \cdot a^2 = 0, \quad (1)$$

де  $I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}$  - струми у фазах А, В і С відповідно; а - оператор повороту ( $a = e^{j2\pi/3}$ ).

Пристрій працює так.

Сенсори напруги фази А 1, фази В 2, фази С 3 вимірюють напругу в кожній з фаз на відповідному ввіді трансформатора, вихідні сигнали з яких подаються на відповідні фільтри нижніх частот 5, 6 і 7, які забезпечують відсікання нижніх частот напруг, залишивши лише першу гармоніку відповідної фази  $U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}$ .

Передбачається, що у блоках задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А 8, фази В 9 і фази С 10 закладена інформація, що відповідає значенням ємностей  $C_A, C_B, C_C$  внутрішньої ізоляції вводу відповідної фази трансформатора.

Частота  $f$  напруги живлення, яка вимірюється сенсором частоти напруги мережі 4, подається на вхід першого функціонального перетворювача 11, який формує на своєму виході сигнал, що відповідає круговій частоті  $\omega_0 = 2\pi f$ .

На виходах першого 12, другого 13 і третього 14 блоків множення формуються сигнали, пропорційні струмам відповідної обмотки:

$$\begin{aligned} I_{A1} &= U_{A1} C_A \omega_0, \\ I_{B1} &= U_{B1} C_B \omega_0, \\ I_{C1} &= U_{C1} C_C \omega_0. \end{aligned} \quad (2)$$

На виході першого блока ділення 15 формується сигнал, пропорційний відношенню струмів  $I_{A1}/I_{B1}$ , а на виході другого блока множення 16 - сигнал, пропорційний відношенню струмів  $I_{A1}/I_{C1}$ , які надходять відповідно на другий функціональний перетворювач 17 і на третій функціональний перетворювач 18. На виході другого функціонального перетворювача 17 формується сигнал, пропорційний  $a I_{A1}/I_{B1}$ , а на виході третього функціонального перетворювача 18 - сигнал, пропорційний  $a^2 I_{A1}/I_{C1}$ . У четвертому блоці множення 19 відбувається операція множення вихідних сигналів другого блока множення 13 і другого функціонального перетворювача 17:  $I_{B1} \cdot \frac{I_{A1}}{I_{B1}} \cdot a$ , а у

п'ятому блоці множення - операція множення вихідних сигналів третього блока множення 14 і третього функціонального перетворювача 18:

$I_{CI} \cdot \frac{|A|}{|C|} \cdot a^2$ . У суматорі 21 відбувається підсумовування відповідно до формули (1), з виходу якого результуючий сигнал подається на перший індикатор 22, що свідчить про наявність або відсутність струму витоку.

Канал, що містить блоки 23-28, слугує для контролю струму в фазах. Передбачається, що у блоці задання максимально допустимого струму 23 закладена інформація, що відповідає максима-

льно допустимому значенню струму  $I_{\max}$ , яка подається на другий вхід кожного з трьох компараторів 24-26, на перший вхід яких надходить сигнал, що відповідає струмам кожної з фаз. У разі перевищення струму будь-якої з фаз за допустиме значення  $I_{\max}$ , тобто

$$|A| > I_{\max} \vee |B| > I_{\max} \vee |C| > I_{\max}, \quad (3)$$

через логічний елемент АБО 27 інформація з'являється на другому індикаторі 28.

