МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ,
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ, МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ КОНФЕРЕНЦІЇ

IX МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ І СПЕЦІАЛІСТІВ
07-08 КВІТНЯ 2011 РОКУ

м. Кременчук, КНУ, 2011

Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації. Збірник наукових праць IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук 07-08 квітня 2011 р. – Кременчук, КНУ, 2011. – 446 с.

ISSN 2079-5106

До збірника увійшли матеріали доповідей, представлених на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації», яка організована та проведена Інститутом електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. Збірник призначено для студентів, магістрів, аспірантів, здобувачів наукового ступеню, молодих науковців, фахівців з електротехніки, електромеханіки та автоматизації технологічних процесів та виробництв.

Представлено результати досліджень та розробок молодих учених із провідних технічних вузів та наукових закладів України (Кременчук, Донецьк, Вінниця, Кривий Ріг, Київ, Харків, Дніпропетровськ, Дніпродзержинськ, Запоріжжя, Луганськ, Полтава, Івано-Франківськ, Тернопіль, Одеса, Львів, Донецьк, Кіровоград, Хмельницьк, Херсон, Житомир, Маріуполь), країн СНД, Чехії, Словакії у напрямках: комп'ютерні технології в освіті та виробництві; електромеханічні системи, моделювання та оптимізація; діагностика електромеханічних систем та енергоресурсозбереження; енергетика та енергетичні системи; електричні машини та апарати; інновації в освіті та виробництві; проблеми вищої школи; лабораторне обладнання.

Затверджено науково-технічною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (протокол №3 від 24.03.2011р.)

Редакційна рада:

Чорний О.П., д.т.н., проф. – науковий редактор; Гладир А.І., к.т.н., доц., Гордієнко М.Г., к.пед.н. – технічні редактори; Браташ О.В., Ромашихіна Ж.І., Чумачова А.В. – технічні секретарі.

© Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
© Інститут електромеханіки, енергозбереження і систем управління, 2011 р.

ISSN 2079-5106

Адреса редакції: 39600, м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Інститут електромеханіки, енергозбереження і систем управління.
Телефон: (05366) 3-11-47. E-mail: ieesu@kdu.edu.ua

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВВОДІВ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПІД РОБОЧОЮ НАПРУГОЮ

М. П. Розводюк, к.т.н., доц., Л. А. Устяк, студ.
Вінницький національний технічний університет
E-mail: rozvodyukmp@mail.ru

Вступ. Один із способів забезпечення довготривалого й надійного способу експлуатації силових трансформаторів – це здійснювати контроль його параметрів під час функціонування. Одним із конструктивних елементів такого трансформатора є ввод.

У роботі розглядається трансформатор із вводами, які мають внутрішню ізоляцію конденсаторного типу.

Один із методів, що може бути використаним при побудові систем безперервного контролю, є нерівноважно-компенсаційний метод, який базується на способі перевірки нормованого струму, тобто відношення суми попередньо вирівняних струмів на виході приєднання трьох фаз об'єктів до струму на виході пристрою однієї з фаз [1]. Контроль зміни різниці тангенсів кута діелектричних втрат ізоляції двох однойменних фаз електричних установок різних приєднань покладений в основу мостового методу, який, на відміну від попереднього, як показано в роботі [2], є кращим. Інший метод передбачає визначення відношення модулю приросту струму витоку контрольованих об'єктів до модуля струму витоку через його ізоляцію і перевірці нормованого струму [3].

Однак перераховані методи не враховують струму впливу. Цю задачу вирішено в [4]. А в роботі [1] запропоновано спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів під робочою напругою, за яким вимірюють струм у колі заземлення виводу від вимірювальної обкладинки ізоляції кожного із трьох вводів однієї напруги, множать при кожному контролі значення струмів на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі та перевіряють відсутність струму дебалансу суми попередньо симетрованих перших гармонік струмів за результатами множення.

Останній спосіб взято за основу для розробки пристрою під час контролю вводів із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силових трансформаторів.

Мета роботи. Розробити пристрій для контролю вводів із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силових трансформаторів, що дасть можливість здійснювати їх моніторинг під робочою напругою.

Матеріал і результати дослідження. При відсутності дефекту ізоляції (діелектричних характеристик) трансформаторних вводів і несиметрії їх фазних напруг струм витоку повинен бути рівним нулю:

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

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

Використання співвідношення (1) і покладено в основу розробки пристрою (рис. 1) для контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів під робочою напругою.

Пристрій містить такі блоки: 1 – сенсор напруги фази А (СН U_A); 2 – сенсор напруги фази В (СН U_B); 3 – сенсор напруги фази С (СН U_C); 4 – сенсор частоти напруги мережі (СЧ f); 5, 6, 7 – відповідно перший, другий і третій фільтри нижніх частот; 8 – блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази А (БЗ C_A); 9 – блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази В (БЗ C_B); 10 – блок задання ємності внутрішньої ізоляції вводу фази С (БЗ C_C); 11, 17, 18 – відповідно перший (ФП1), другий (ФП2) і третій (ФП3) 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 (БЗС); 24, 25 ,26 – відповідно перший, другий і третій компаратори; 27 – логічний елемент АБО.

Запропонований пристрій працює так.

Сенсори напруги СН U_A 1, СН U_B 2, СН U_C 3 вимірюють напругу в кожній з фаз на відповідному вводі трансформатора, вихідні сигнали з яких подаються на відповідні ФНЧ 5–7, які забезпечують відсікання нижніх частот напруг, залишивши лише першу гармоніку відповідної фази U_{A1}, U_{B1}, U_{C1}.

Передбачається, що у блоках БЗ C_A 8, БЗ C_B 9, БЗ C_C 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 СЧ f 4, подається на вхід ФП1 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:

$$I_{A1} = U_{A1} C_A \omega_0;$$
$$I_{B1} = U_{B1} C_B \omega_0; \qquad (2)$$
$$I_{C1} = U_{CA1} C_C \omega_0.$$

На виході першого блоку ділення 15 формується сигнал, пропорційний відношенню струмів I_{A1}/I_{B1}, а на виході другого блоку множення 16 – сигнал, пропорційний відношенню струмів I_{A1}/I_{C1}, які надходять відповідно на ФП2 17 і ФП3 18. На виході ФП2 17 формується сигнал, пропорційний aI_{A1}/I_{B1}, а на виході ФП3 18 – сигнал, пропорційний $a^2 I_{A1}/I_{C1}$. У четвертому блоці множення 19 відбувається операція множення вихідних сигналів другого блоку множення 13 і ФП2 17: $I_{B1} \cdot \frac{I_{A1}}{I_{B1}} \cdot a$, а у п'ятому блоці множення – операція множення вихідних сигналів третього блоку множення 14 і ФП3 18: $I_{C1} \cdot \frac{I_{A1}}{I_{C1}} \cdot a^2$. У суматорі 21 відбувається сумування відповідно до формули (1), з виходу якого результуючий сигнал подається на перший індикатор 22, що свідчить про наявність або відсутність струму витоку.

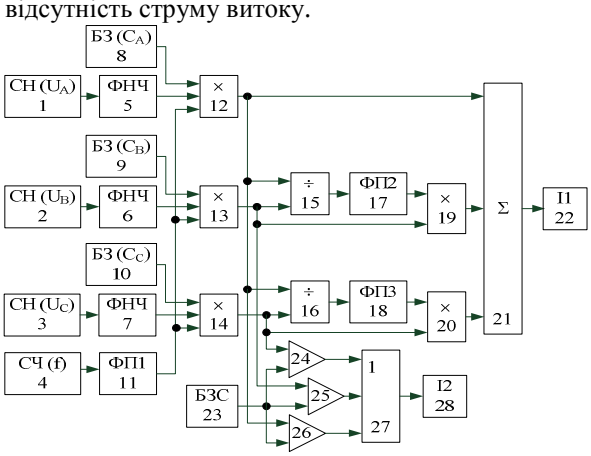

Рисунок 1 – Пристрій для контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів під робочою напругою

Канал, що містить блоки 23 – 28, слугує для контролю струму в фазах. Передбачається, що у БЗС 23 закладена інформація, що відповідає максимально 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

$$I_{A1} > I_{max} \ \vee \ I_{B1} > I_{max} \ \vee \ I_{C1} > I_{max}, \qquad (3)$$

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

Висновки. Запропоновано пристрій, що дозволяє здійснювати контроль вводів із внутрішньою ізоляцією конденсаторного типу силових трансформаторів під робочою напругою за струмом витоку, а також забезпечує можливість індикації перевищення струмів за максимально допустиме значення.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ДАНІ

1. Пат. 34311 Україна, МПК G01R31/08. Спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів під робочою напругою / Загайнова О.А., Мінченко А.А.; заявник та патентоутримувач Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". – № u200802072; заявл. 18.02.2008; опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15.

2. Шинкаренко Г.В. Контроль опорных трансформаторов тока и вводов силовых трансформаторов под рабочим напряжением в энергосистемах Украины // Электрические станции. – 2001. – №5. – С. 55-62.

3. Бондаренко В.Е., Минченко А.А. Анализ методов непрерывного контроля диэлектрических характеристик изоляции при рабочем напряжении на объекте // Вести Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1998. – Вып. 11. – С. 55-57.

4. Пат. 47975 Україна, МПК G01R31/08. Спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів і вимірювальних трнасформаторів струму під робочою напругою / Бондаренко В.О., Мінченко А.А., заявник та патентоутримувач Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". – № 2002010050; заявл. 03.01.2002; опубл. 15.07.2002, Бюл. № 7.