



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28537 (13) U
(51) МПК
G07C 3/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

1

2

(21) u200709450

(22) 20.08.2007

(24) 10.12.2007

(72) ГРАБКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, UA,
ГРАБКО ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56)

(57) Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, входи першого, другого і третього компараторів підключені один до одного, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані між собою, вихід блока установки нуля підключений до першого входу елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані, відповідно, з першим, другим і третім входами першого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані, відповідно, з другими входами першого і другого елементів I, вихід генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані, відповідно, з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора, вихід якого підключений до другого входу третього елемента I, вихід датчика початку комутації з'єднаний з третім входом третього елемента I та з входом елемента NI, вихід якого підключений до третіх входів

першого і другого елементів I, вихід третього елемента I з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через диференціюючий елемент з'єднаний з входом четвертого лічильника імпульсів, вихід елемента NI підключений до входу однобібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, який **відрізняється** тим, що в нього введені четвертий, п'ятий і шостий компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, перший, другий і третій електронні ключі, причому вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, вихід датчика струму з'єднаний зі входами четвертого, п'ятого і шостого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені до входу першого компаратора, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи п'ятого і шостого компараторів з'єднані, відповідно, з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких підключені, відповідно, до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів, відповідно.

Корисна модель відноситься до області електротехніки і може бути використаною для вимірювання комутаційного ресурсу високовольтних вимикачів.

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів [Патент №8507 (Україна), М. кл. G07C3/10, бюл. №8, 2005], що містить датчик струму, вихід якого підключений до входів

UA (19)
28537 (11)
U (13)

першого, другого і третього компараторів, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані між собою, вихід блока установки нуля підключений до першого входу елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами функціонального перетворювача (в подальшому - першого функціонального перетворювача), вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів I, вихід генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шинною першого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу третього елемента I, вихід датчика початку комутації з'єднаний з третім входом третього елемента I та зі входом елемента II, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів I, вихід третього елемента I з'єднаний зі входом другого лічильника імпульсів.

Головним недоліком даного пристрою є невисока точність вимірювання аварійних струмів за рахунок того, що датчик струму, в якості якого використовується трансформатор струму, має нелінійну характеристику із-за насичення магнітопровода при вимірюванні струмів короткого замикання.

За найближчий аналог обрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів [Патент №16599 (Україна), М. кл. G07C3/10, бюл. №8, 2006], що містить датчик струму, вихід якого підключений до входів першого, другого і третього компараторів, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані між собою, вихід блока установки нуля підключений до першого входу елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів I, вихід генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами

третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та з'єднана з першою вхідною цифрою шинною другого цифрового компаратора, вихід якого підключений до другого входу третього елемента I, вихід датчика початку комутації з'єднаний з третім входом третього елемента I та з входом елемента II, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів I, вихід третього елемента I з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шинною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через диференціюючий елемент з'єднаний з входом четвертого лічильника імпульсів, вихід елемента II підключений до входу однобібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора.

Головним недоліком даного пристрою є низька точність роботи через те, що трансформатор струму, який використовується як датчик струму, має нелінійну характеристику із-за насичення магнітопровода при вимірюванні струмів короткого замикання.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю ресурсу комутаційних апаратів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість знаходити лінійну залежність між вхідним і вихідним сигналами датчика струму при вимірюванні струмів короткого замикання в електричній мережі, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, входи першого, другого і третього компараторів підключені один до одного, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані між собою, вихід блока установки нуля підключений до першого входу елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів I, вихід генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової

шини першого цифрового компаратора та з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора, вихід якого підключений до другого входу третього елемента І, вихід датчика початку комутації з'єднаний з третім входом третього елемента І та з входом елемента НІ, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів І, вихід третього елемента І з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через диференціюючий елемент з'єднаний з входом четвертого лічильника імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу однобрататора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, введено четвертий, п'ятий і шостий компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабючі підсилювачі, перший, другий і третій електронні ключі, причому вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, вихід датчика струму з'єднаний зі входами четвертого, п'ятого і шостого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені до входу першого компаратора, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких підключені відповідно до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно.

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - датчик струму; 2, 3, 4 - четвертий, п'ятий і шостий компаратори; 5, 6 - перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО; 7, 8 - перший і другий масштабючі підсилювачі; 9, 10, 11 - перший, другий і третій електронні ключі; 12, 13, 14 - перший, другий і третій компаратори; 15 - функціональний перетворювач; 16 - генератор імпульсів; 17, 18 - перший і другий елементи І; 19 - третій лічильник імпульсів; 20 - перший цифровий компаратор; 21 - елемент НІ; 22 - диференціюючий елемент; 23 - четвертий лічильник імпульсів; 24 - датчик початку комутації; 25 - третій елемент І; 26 - другий лічильник імпульсів; 27 - блок установки нуля; 28 - формувач сигналу; 29 - елемент АБО; 30 - перший лічильник імпульсів; 31 - однобрататор; 32 - другий функціональний перетворювач; 33 - цифровий комутатор; 34 - другий цифровий компаратор, причому входи першого 12, другого

13 і третього 14 компараторів підключені один до одного, перший вхід першого лічильника імпульсів 30 з'єднаний з виходом третього елемента І 25, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів 16, а другий вхід і вхід формувача сигналу 28 з'єднані між собою, вихід блока установки нуля 27 підключений до першого входу елемента АБО 29, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу 28, а вихід підключений до другого входу першого лічильника імпульсів 30, виходи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого функціонального перетворювача 15, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 20, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого 17 і другого 18 елементів І, вихід генератора імпульсів 16 підключений до перших входів першого 17 і другого 18 елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів 19, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 20 та з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора 34, вихід якого підключений до другого входу третього елемента І 25, вихід датчика початку комутації 24 з'єднаний з третім входом третього елемента І 25 та з входом елемента НІ 21, вихід якого підключений до третіх входів першого 17 і другого 18 елементів І, вихід третього елемента І 25 з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів 26, друга вхідна цифрова шина другого цифрового компаратора 34 підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 33, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 32, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача 32 підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 30, вихід датчика початку комутації 24 через диференціюючий елемент 22 з'єднаний з входом четвертого лічильника імпульсів 23, вихід елемента НІ 21 підключений до входу однобрататора 31, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 33, вихід шостого компаратора 4 підключений до керуючого входу третього електронного ключа 11, вихід датчика струму І з'єднаний зі входами четвертого 2, п'ятого 3 і шостого 4 компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа 9, вихід якого, а також виходи другого 10 і третього 11 електронних ключів підключені до входу першого компаратора 12, вихід датчика струму І з'єднаний зі входами першого 7 і другого 8 масштабючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого 10 і третього 11 електронних ключів, виходи п'ятого 3 і шостого 4 компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого 5 і другого 6 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких підключені відповідно до виходів четвертого 2 і п'ятого 3 компараторів, а виходи з'єднані з керуючими

входами першого 9 і другого 10 електронних ключів відповідно.

Запропонований пристрій працює так.

При подачі напруги живлення на схему блок устанавки нуля 27 коротким імпульсом через елемент АБО 29 встановлює у нульове положення перший лічильник імпульсів 30. Одночасно генератор імпульсів 16 починає виробляти послідовність імпульсів.

Зазначимо, що в якості датчика струму І використовується трансформатор струму, вихідний сигнал якого має нелінійну залежність від його вхідного сигналу. Для лінеаризації цього сигналу використовуються блоки 2-11, в яких кусково-лінійна лінеаризація здійснюється по трьом ділянкам кривої намагнічування.

Коли напруга з виходу датчика струму 1 досягає значення, пропорційного номінальному робочому струму, спрацьовує четвертий компаратор 2, що відповідає першій ділянці, з виходу якого сигнал логічної одиниці поступає на перший вхід першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 5. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на керуючий вхід першого електронного ключа 9, тим самим відкриваючи його і дозволяючи проходження сигналу з виходу датчика струму 1 на входи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів.

Якщо напруга, що пропорційна струму, зростає далі, то спрацьовують четвертий 2 і п'ятий 3 компаратори, що відповідає другій ділянці характеристики датчика струму 1. При цьому на виході першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 5 встановлюється сигнал логічного нуля, а на виході другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 6 - сигнал логічної одиниці, який відкриває другий електронний ключ 10. Значення напруги, пропорційної струму, яке поступає на вхід першого масштабуючого підсилювача 7, на цій ділянці множиться на коефіцієнт, що дозволяє отримати лінійну залежність між вхідним і вихідним сигналами датчика струму 1 на вибраній ділянці нелінійної характеристики перетворення. Далі нове значення сигналу через другий електронний ключ 10 поступає на входи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів.

Якщо напруга з виходу датчика струму 1 приймає ще більше значення, то перший 9 і другий 10 електронні ключі закриваються, а третій електронний ключ 11 відкривається. При цьому значення сигналу множиться на інший коефіцієнт, в результаті чого на третій ділянці кривої намагнічування вхідний і вихідний сигнали датчика струму 1 мають лінійну залежність.

В подальшому під величиною напруги, що відповідає струму на виході датчика струму 1, будемо розуміти сигнал, який отримується на виході електронних ключів 9-11.

Якщо вимикач введений в роботу, то на виході датчика струму 1 з'являється напруга, пропорційна струму, що протікає в вимикачі, яка подається на входи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів, які мають різні пороги спрацювання. Сигнали, які з'являються на виходах першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів поступають на входи першого функціонального

перетворювача 15, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає величині струму, який протікає в вимикачі. Цифровий код з виходу першого функціонального перетворювача 15 поступає на першу вхідну цифрову шину першого цифрового компаратора 20, на другу вхідну цифрову шину якого поступає код з виходу третього лічильника імпульсів 19.

В залежності від значення струму цифровий код на виході першого функціонального перетворювача 15 змінює своє значення.

Якщо цифровий код на першому вході першого цифрового компаратора 20 більший ніж на другому, то на першому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який поступає на другий вхід першого елемента І 17, на третій вхід якого поступає сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку комутації 24 через елемент НІ 21. При цьому перший елемент І 17 відкривається і дозволяє проходження імпульсів, від генератора імпульсів 16, на перший вхід третього лічильника імпульсів 19, цифровий код на виході якого збільшується. Цифровий код на виході третього лічильника імпульсів 19 збільшується до тих пір, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах першого цифрового компаратора 20 не зрівняються. При цьому на обох виходах першого цифрового компаратора 20 з'являються сигнали логічного нуля і перший елемент І 17 закривається.

Якщо цифровий код на першому вході першого цифрового компаратора 20 менший ніж на другому, то на другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який поступає на другий вхід другого елемента І 18, на третій вхід якого поступає сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку комутації 24 через елемент НІ 21. При цьому другий елемент І 18 відкривається і дозволяє проходження імпульсів від генератора імпульсів 16, на другий вхід третього лічильника імпульсів 19, цифровий код на виході якого зменшується. Цифровий код на виході третього лічильника імпульсів 19 зменшується до тих пір, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах першого цифрового компаратора 20 не зрівняються. При цьому на обох виходах першого цифрового компаратора 20 з'являються сигнали логічного нуля і другий елемент І 18 закривається.

Таким чином, в третьому лічильнику імпульсів 19 здійснюється запам'ятовування цифрового коду, який відповідає величині струму, що протікає в вимикачі.

У випадку, коли вимикач відключає коло, в якому він знаходиться, на виході датчика початку комутації 24 з'являється сигнал логічної одиниці, який через елемент НІ 21 поступає на третій входи першого 17 і другого 18 елементів І, тим самим встановлюючи на їх виходах сигнали логічного нуля. Також сигнал логічної одиниці через диференціюючий елемент 22 у вигляді короткого імпульсу поступає на вхід четвертого лічильника імпульсів 23, що призводить до зменшення записаного механічного ресурсу комутаційного апарата на одиницю. Сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку комутації 24 поступає на

третьої вхід третього елемента І 25 і відкриває його (з виходу другого цифрового компаратора 34 сигнал логічної одиниці поступає на другий вхід третього елемента І 25). При цьому з виходу генератора імпульсів 16 імпульси починають поступати на входи першого 30 і другого 26 лічильників імпульсів, зменшуючи залишковий ресурс вимикача. Кількість імпульсів, що поступають в другий лічильник імпульсів 26, показує як витрачається робочий ресурс вимикача в залежності від значення комутованого струму. Імпульси з виходу генератора імпульсів 16 поступають до тих пір, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах другого цифрового компаратора 34 не зрівняються. В цей момент сигнал логічного нуля з виходу другого цифрового компаратора 34 поступає на вхід третього елемента І 25 та закриває його, а також на вхід формувача імпульсів 28, який коротким імпульсом через елемент АБО 29 обнуляє перший лічильник імпульсів 30 та готує пристрій до нового циклу роботи.

Якщо високовольтний вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, то при ввімкненні вимикача на виході датчика початку комутації 24 встановлюється сигнал логічного нуля, який проходить через елемент НІ 21 і переднім фронтом запускає одновібратор 31, який в свою чергу вихідним сигналом логічної одиниці, що подається на цифровий комутатор 33, підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 30 до другого цифрового компаратора 34 через другий функціональний перетворювач 32, в якому значення струму, що встановлюється на виході першого лічильника імпульсів 30 після вимкнення високовольтного вимикача системою релейного захисту, множиться на коефіцієнт, яким враховується додаткове спрацювання ресурсу вимикача, що витрачається згідно ресурсних характеристик на ввімкнення. Таким чином, в пристрої в такому циклі роботи враховується спрацювання робочого ресурсу вимикача по ресурсних характеристиках на вмикання і вимикання при ввімкненні останнього на коротке замикання в електричній мережі.

Тривалість роботи одновібратора 31 підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в перший лічильник імпульсів 30.

Кількість розрядів першого 30, другого 26 та третього 19 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів, що фіксують значення комутованого струму, вибирається в залежності від діапазону вимірюваного струму і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Кількість розрядів четвертого лічильника імпульсів 23 вибирається в залежності від значення механічного ресурсу вимикача.

Для коректної роботи пристрою постійну часу диференціюючого елемента 22 необхідно вибрати меншою періоду чередування імпульсів генератора імпульсів 16.

Перший 15 і другий 32 функціональні перетворювачі можна реалізувати на мікросхемі

постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані відповідні коди, причому в першому функціональному перетворювачі 15 записані коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму, а в другому функціональному перетворювачі 32 записані коди, які відображають спрацювання ресурсу вимикача при його включенні на коротке замикання в мережі.

