



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16576 (13) U  
(51) МПК  
G07C 3/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

### ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

#### (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ ПОВІТРЯНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ

1

2

(21) u200601731

(22) 20.02.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Грабко Володимир Віталійович, Грабко Валентин Володимирович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, входи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані між собою, аналогові входи першого, другого і третього електронних ключів підключені відповідно до виходів першого, другого і третього датчиків струму, перший вхід шифратора з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а другий і третій входи підключені відповідно до виходів четвертого і п'ятого тригерів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами четвертого і п'ятого компараторів, а другі входи разом з другими входами першого, другого і третього тригерів і першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід датчика комутації підключений до входу диференціюючого елемента та першого входу другого елемента I, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента I, до першого входу якого підключений вихід генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів і з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів I, вихід диференціюючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і сьомого елементів I, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого, другого і третього елементів NI, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів

АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів I, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, другі входи четвертого, шостого і восьмого елементів I підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, виходи яких підключені до перших входів шостого і сьомого тригерів, другі входи яких з'єднані з виходом першого елемента АБО, а виходи підключені до четвертого і п'ятого входів першого функціонального перетворювача, перший, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами шифратора, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента I підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, другі входи яких з'єднані з першим, другим і третім виходами лічильника з дешифратором, вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, виходи дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I з'єднані з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, а також з'єднані зі входами восьмого, дев'ятого, десятого компараторів, першого і другого масштабуючих підсилювачів, а також з аналоговим входом четвертого електронного ключа, виходи першого і другого масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів п'ятого і шостого електронних ключів відповідно, виходи дев'ятого і десятого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів восьмого і дев'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами четвертого і п'ятого електронних ключів відповідно, вихід десятого компаратора підключений до керуючого входу шостого електронного ключа, вихід якого, а також виходи четвертого і п'ятого електронних ключів з'єднані з аналоговим входом сьомого електронного ключа, керуючий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, а вихід з'єднаний зі входом чет-

(13) U  
(11) 16576  
(19) UA

вертого компаратора, який відрізняється тим, що в нього введені одновібратор, другий функціональний перетворювач, цифровий комутатор, п'ятий лічильник імпульсів, четвертий елемент НІ, причому друга вхідна цифрова шина 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

вихідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний зі входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент НІ підключений до входу одновібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора.

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

Відомий пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів [Патент № 55864А (Україна), М. кл. G07C3/10, бюл. №4, 2003], що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, а також відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою, а також із входами четвертого і п'ятого компараторів, а аналогові входи підключені відповідно до виходів першого, другого і третього датчиків струму, шифратора, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а другий і третій входи підключені відповідно до виходів четвертого і п'ятого тригерів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами четвертого і п'ятого компараторів, а другі входи разом з другими входами першого, другого і третього тригерів і першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, датчик комутації, вихід якого підключений до входу диференціюючого елемента та першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента І, до першого входу якого підключений вихід генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів і з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, вихід диференціюючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого, другого і третього елементів НІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів І з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів І, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, другі входи четвертого, шостого і восьмого елементів І

підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, виходи яких підключені до перших входів шостого і сьомого -тригерів, другі входи яких з'єднані з виходом першого елемента АБО, а виходи підключені до четвертого і п'ятого входів функціонального перетворювача, перший, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами шифратора, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента І підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга - підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів.

Недоліками даного пристрою є те, що він не дозволяє враховувати вичерпання комутаційного ресурсу вимикача при ввімкненні його на коротке замикання в електричній мережі, оскільки ресурсні характеристики вимикача при ввімкненні та вимиканні не співпадають. Крім того, даний пристрій не дозволяє враховувати витрачання механічного комутаційного ресурсу вимикача.

За прототип обрано пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів [Патент №7148 (Україна), М. кл. G07C3/10, бюл. №6, 2005], що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, входи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані між собою, аналогові входи першого, другого і третього електронних ключів підключені відповідно до виходів першого, другого і третього датчиків струму, перший вхід шифратора з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а другий і третій входи підключені відповідно до виходів четвертого і п'ятого тригерів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами четвертого і п'ятого компараторів, а другі входи разом з другими входами першого, другого і третього тригерів і першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід датчика комутації підключений до входу диференціюючого елемента та першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з



ходи підключені до четвертого і п'ятого входів першого функціонального перетворювача, перший, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами шифратора, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента I підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, другі входи яких з'єднані з першим, другим і третім виходами лічильника з дешифратором, вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, виходи дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I з'єднані з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, а також з'єднані зі входами восьмого, дев'ятого, десятого компараторів, першого і другого масштабуючих підсилювачів, а також з аналоговим входом четвертого електронного ключа, виходи першого і другого масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів п'ятого і шостого електронних ключів відповідно, виходи дев'ятого і десятого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів восьмого і дев'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами четвертого і п'ятого електронних ключів відповідно, вихід десятого компаратора підключений до керуючого входу шостого електронного ключа, вихід якого, а також виходи четвертого і п'ятого електронних ключів з'єднані з аналоговим входом сьомого електронного ключа, керуючий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, а вихід з'єднаний зі входом четвертого компаратора, введено однобібратор, другий функціональний перетворювач, цифровий комутатор, п'ятий лічильник імпульсів, четвертий елемент HI, причому друга вхідна цифрова шина 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 диференціюючого елемента з'єднаний зі входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент HI підключений до входу однобібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора.

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високоемкостних вимикачів пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1, 2, 3 - перший, другий і третій датчики струму; 4, 5, 6 - перший, другий і третій компаратори; 7, 8, 9 - дев'ятий, десятий і одинадцятий елементи I; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні ключі; 13, 14, 15 - восьмий, дев'ятий і десятий компаратори; 16, 17 - перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО; 18, 19 - перший і другий масштабуючі підсилювачі; 20, 21, 22 - четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі; 23, 24, 25 -

перший, другий і третій тригери; 26 - другий елемент АБО; 27 - сьомий електронний ключ; 28 - лічильник з дешифратором; 29, 30 - четвертий і п'ятий компаратори; 31, 32 - четвертий і п'ятий тригери; 33 - шифратор; 34 - датчик тиску; 35, 36 - шостий і сьомий компаратори; 37, 38 - шостий і сьомий тригери; 39 - перший функціональний перетворювач; 40 - четвертий елемент HI; 41 - генератор імпульсів; 42 - перший елемент I; 43 - датчик комутації; 44 - другий елемент I; 45 - блок установки нуля; 46 - формувач імпульсів; 47 - елемент затримки сигналу; 48 - перший елемент АБО; 49 - перший лічильник імпульсів; 50 - однобібратор; 51 - другий функціональний перетворювач; 52 - цифровий комутатор; 53 - цифровий компаратор; 54 - диференціюючий елемент; 55 - п'ятий лічильник імпульсів; 56, 57, 58 - перший, другий і третій елементи HI; 59, 60, 61, 62, 63, 64 - третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий елементи I; 65, 66, 67 - третій, четвертий і п'ятий елементи АБО; 68, 69, 70 - другий, третій і четвертий лічильники імпульсів, причому виходи першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'єднані відповідно через перший 4, другий 5 і третій 6 компаратори з першими входами першого 23, другого 24 і третього 25 тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО 26, входи четвертого 29 і п'ятого 30 компараторів з'єднані між собою, аналогові входи першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів підключені відповідно до виходів першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму, перший вхід шифратора 33 з'єднаний з виходом другого елемента АБО 26, а другий і третій входи підключені відповідно до виходів четвертого 31 і п'ятого 32 тригерів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами четвертого 29 і п'ятого 30 компараторів, а другі входи разом з другими входами першого 23, другого 24 і третього 25 тригерів і першого лічильника імпульсів 49 підключені до виходу першого елемента АБО 48, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 45, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 46, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу 47, вихід датчика комутації 43 підключений до входу диференціюючого елемента 54 та першого входу другого елемента I 44, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів 46 і з другим входом першого елемента I 42, до першого входу якого підключений вихід генератора імпульсів 41, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів 49 і з першими входами четвертого 60, шостого 62 і восьмого 64 елементів I, вихід диференціюючого елемента 54 підключений до перших входів третього 59, п'ятого 61 і сьомого 63 елементів I, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого 56, другого 57 і третього 58 елементів HI, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого 23, другого 24 і третього 25 тригерів, виходи третього 59, п'ятого 61 і сьомого 63 елементів I з'єднані відповідно з першими входами третього 65, четвертого 66 і п'ятого 67 елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого 60, шостого 62 і восьмого 64 елементів I, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого 68, третього

69 і четвертого 70 лічильників імпульсів, другі входи четвертого 60, шостого 62 і восьмого 64 елементів I підключені відповідно до виходів першого 23, другого 24 і третього 25 тригерів, вихід датчика тиску 34 з'єднаний зі входами шостого 35 і сьомого 36 компараторів, виходи яких підключені до перших входів шостого 37 і сьомого 38 тригерів, другі входи яких з'єднані з виходом першого елемента АБО 48, а виходи підключені до четвертого і п'ятого входів першого функціонального перетворювача 39, перший, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами шифратора 33, вхід елемента затримки сигналу 47 та другий вхід другого елемента I 44 підключені до виходу цифрового компаратора 53, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача 39, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів підключені відповідно до перших входів дев'ятого 7, десятого 8 і одинадцятого 9 елементів I, другі входи яких з'єднані з першим, другим і третім виходами лічильника з дешифратором 28, вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів 41, виходи дев'ятого 7, десятого 8 і одинадцятого 9 елементів I з'єднані з керуючими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, а також з'єднані зі входами восьмого 13, дев'ятого 14, десятого 15 компараторів, першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів, а також з аналоговим входом четвертого електронного ключа 20, виходи першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів п'ятого 21 і шостого 22 електронних ключів відповідно, виходи дев'ятого 14 і десятого 15 компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого 16 і другого 17 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів восьмого 13 і дев'ятого 14 компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами четвертого 20 і п'ятого 21 електронних ключів відповідно, вихід десятого компаратора 15 підключений до керуючого входу шостого електронного ключа 22, вихід якого, а також виходи четвертого 20 і п'ятого 21 електронних ключів з'єднані з аналоговим входом сьомого електронного ключа 27, керуючий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО 26, а вихід з'єднаний зі входом четвертого компаратора 29, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора 53 підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 52, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 51, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача 51 підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 49, вихід диференціюючого елемента 54 з'єднаний зі входом п'ятого лічильника імпульсів 55, вихід датчика комутації 43 через четвертий елемент HI 40 підключений до входу одновібратора 50, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 52.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення блок установки нуля 45 коротким імпульсом через перший елемент АБО

48 встановлює в нульове положення перший 23, другий 24, третій 25, четвертий 31, п'ятий 32, шостий 37 і сьомий 38 тригери, а також обнуляє перший лічильник імпульсів 49.

Зазначимо, що в якості датчиків струму 1-3 використовуються трансформатори струму, вихідні сигнали яких мають нелінійну залежність від їх вхідного сигналу. Для лінеаризації цих сигналів використовуються блоки 13-22, в яких кусково-лінійна лінеаризація здійснюється по трьом ділянкам кривої намагнічування.

Коли напруга, наприклад, з виходу датчика струму 1 досягає значення, пропорційного номінальному робочому струму, спрацьовує перший компаратор 4, сигнал логічної одиниці з виходу якого поступає на перший вхід дев'ятого елемента I 7, а також на перший вхід першого тригера 23. При цьому на виході першого тригера 23 з'являється сигнал логічної одиниці який через другий елемент АБО 26 поступає на перший вхід шифратора 33, а також на керуючий вхід сьомого електронного ключа 27 і відкриває його. Також з виходу генератора імпульсів 41 на вхід лічильника з дешифратором 28 поступають імпульси, які по черзі формують сигнали логічної одиниці на його виходах, тим самим по черзі відкриваючи дев'ятий 7, десятий 8 і одинадцятий 9 елементи I. При цьому, коли на першому і другому входах дев'ятого елемента I 7 присутні сигнали логічної одиниці, сигнал логічної одиниці поступає на керуючий вхід першого електронного ключа 10 і відкриває його.

Коли напруга з виходу першого електронного ключа 10 досягає значення, пропорційного номінальному робочому струму, спрацьовує восьмий компаратор 13, що відповідає першій ділянці, з виходу якого сигнал логічної одиниці поступає на перший вхід першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 16. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на керуючий вхід четвертого електронного ключа 20, тим самим відкриваючи його і дозволяючи проходження сигналу з виходу датчика струму 1 на входи четвертого 29 і п'ятого 30 компараторів через відкритий сьомий електронний ключ 27.

Якщо напруга, що пропорційна струму, зростає далі, то спрацьовують восьмий 13 і дев'ятий 14 компаратори, що відповідає другій ділянці характеристики датчика струму 1. При цьому на виході першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 16 встановлюється сигнал логічного нуля, а на виході другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 17 - сигнал логічної одиниці, який відкриває п'ятий електронний ключ 21. Значення напруги, пропорційної струму, яке поступає на вхід першого масштабуючого підсилювача 18, 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 п'ятий 21, а потім сьомий 27 електронні ключі поступає на входи четвертого 29 і п'ятого 30 компараторів.

Якщо напруга з виходу датчика струму 1 приймає ще більше значення, то четвертий 20 і п'ятий 21 електронні ключі закриваються, а шостий електронний ключ 22 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 датчиків струму 1-3, будемо розуміти сигнал, який отримується на виході сьомого електронного ключа 27.

Якщо діагностуємиий трифазний вимикач відключає коло зі струмом, значення якого менше порога спрацьовування першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів, то при цьому спрацьовує датчик комутації 43 і сигнал логічної одиниці подається на вхід диференціюючого елемента 54. Сигнал логічної одиниці з виходу диференціюючого елемента 54 у вигляді короткого імпульсу подається на вхід п'ятого лічильника імпульсів 55, що призводить до зменшення записаного механічного ресурсу комутаційного апарата на одиницю, а також у другий 68, третій 69 і четвертий 70 лічильники імпульсів відповідно через третій 59, п'ятий 61 і сьомий 63 елементи І. На других входах третього 59, п'ятого 61 і сьомого 63 елементів І в цей час присутні сигнали логічної одиниці, оскільки на вході першого 56, другого 57 і третього 58 елементів ІІ, підключених до цих елементів, подаються сигнали логічного нуля з виходів першого 23, другого 24 і третього 25 тригерів. При цьому значення кодів, записаних в другому 68, третьому 69 і четвертому 70 лічильниках імпульсів, збільшуються на одиницю, тим самим фіксуючи спрацьовування робочого ресурсу кожного полюса трифазного вимикача.

В процесі експлуатації трифазних вимикачів в електричній мережі виникають одно-, дво- і трифазні короткі замикання. Пристрій у різних ситуаціях працює таким чином. Якщо виникає однофазне коротке замикання, наприклад у фазі А, (вважаємо, що датчик струму 1 встановлений у фазі А, датчик струму 2-у фазі В, датчик струму 3-у фазі С), що відключається вимикачем, то на виході першого датчика струму 1 з'являється напруга, що відповідає первинному струму. Оскільки перший 4, другий 5 і третій 6 компаратори спрацьовують при однакових рівнях сигналу і їх уставка відповідає нижньому порогові спрацьовування пристрою, то при короткому замиканні у фазі А (при цьому рівень первинного струму перевищує уставку спрацьовування) спрацьовує перший компаратор 4, що встановлює в одиничний стан перший тригер 23, який в свою чергу подає сигнал логічної одиниці на вхід другого елемента АБО 26 і на керуючий вхід сьомого електронного ключа 27 та відкриває його. При цьому сигнал з виходу першого датчика струму 1 надходить на входи четвертого 29 і п'ятого 30 компараторів і в залежності від значення первинного струму спрацьовує визначена їхня кількість. Припустимо, що спрацювали перший 4 і четвертий 29 компаратори. Тоді спрацьовують перший 23 і четвертий 31 тригери, з виходу яких сигнали надходять на входи шифратора 33 (з першого тригера 23 сигнал у шифратора 33 надходить через другий елемент АБО 26), внаслідок чого на другому виході шифратора 33 з'являється сигнал логічної одиниці, який поступає на другий вхід першого функціонального перетворювача 39. Якщо, наприклад, значення тиску стисненого повітря в момент вини-

кнення короткого замикання таке, що від вихідного сигналу датчика тиску 34 спрацьовує тільки шостий компаратор 35, який має менший поріг спрацьовування, то спрацьовує відповідно і шостий тригер 37, сигнал логічної одиниці з виходу якого поступає на четвертий вхід першого функціонального перетворювача 39. При цьому на його вихідній цифровій шині встановлюється цифровий код, який відповідає поточним значенням струму і тиску стисненого повітря.

Оскільки цифровий код на виході першого лічильника імпульсів 49 має нульове значення, то на виході цифрового компаратора 53 встановлюється сигнал логічної одиниці.

В момент відключення вимикача спрацьовує датчик комутації 43, сигнал логічної одиниці з виходу якого подається на перший вхід другого елемента І 44, з виходу якого сигнал логічної одиниці подається на другий вхід першого елемента І 42, внаслідок чого послідовність імпульсів з виходу генератора імпульсів 41 надходить в перший лічильник імпульсів 49 і через четвертий елемент І 60 та третій елемент АБО 65 в другий лічильник імпульсів 68 фази А. Одночасно в лічильник імпульсів 69 і 70 надходить по одному імпульсу з виходу диференціюючого елемента 54, що свідчить про спрацьовування комутаційного ресурсу полюсами фаз В і С при значенні струму, яке не перевищує номінальний робочий струм повітряного високовольтного вимикача. Збільшення значення коду в другому лічильнику імпульсів 68 проходить до тих пір, поки цифровий код на виході першого лічильника імпульсів 49 не зрівняється з цифровим кодом на виході першого функціонального перетворювача 39. При цьому на виході цифрового компаратора 53 встановлюється сигнал логічного нуля, який поступає через другий вхід другого елемента І 44 на другий вхід першого елемента І 42, припиняючи подачу імпульсів з виходу генератора імпульсів 41 в перший лічильник імпульсів 49. Також сигнал логічного нуля поступає на вхід формувача імпульсів 46 та через перший елемент АБО 48 поступає на другі входи першого 23, другого 24, третього 25, четвертого 31, п'ятого 32, шостого 37, сьомого 38 тригерів і першого лічильника імпульсів 49, обнуляючи їх.

Зазначимо, що в такому циклі роботи в п'ятий лічильник імпульсів 55 механічного ресурсу вимикача знову ж надходить один імпульс.

На цьому цикл роботи пристрою закінчується. В залежності від числа компараторів, що спрацювали, певна кількість імпульсів заноситься в другий 68, третій 69 і четвертий 70 лічильники імпульсів. При цьому дотримується визначена залежність між значенням струму, що відключається, і числом імпульсів, які надійшли в лічильники, що показує як витрачається ресурс вимикача в залежності від різних значень комутуваного струму у перерахуванні на номінальний робочий струм вимикача.

Якщо в електричній мережі виникає однофазне коротке замикання в інших фазах або виникає дво- чи трифазне коротке замикання, то алгоритм роботи пристрою залишається незмінним, а змінюється лише комбінація в спрацьовуваннях першого 23, другого 24 і третього 25 тригерів і, в за-

лежності від виду короткого замикання, послідовності імпульсів заносяться у відповідні лічильники імпульсів.

Для захисту від короточасних кидків струму по різним причинам в електричних мережах (наприклад, при подвійних замиканнях чи замиканнях при селективній дії захистів) в пристрої передбачений елемент затримки сигналу 47, робота якого пояснюється так. При короточасних кидках струму в залежності від рівня струму спрацьовує визначена кількість тригерів, на виході цифрового компаратора 53 встановлюється сигнал логічної одиниці, який запускає елемент затримки сигналу 47. Якщо через визначений час (що залежить від зовнішніх умов, часу дії релейного захисту, але не менше часу найбільшого циклу роботи пристрою) не спрацює датчик комутації 43, що призводить до завершення циклу роботи пристрою, то на виході елемента затримки сигналу 47 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через логічний елемент АБО 48 обнуляються всі тригери.

Якщо високовольтний вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, то при ввімкненні вимикача на виході датчика комутації 43 встановлюється сигнал логічного нуля, який проходить через четвертий елемент НІ 40 і переднім фронтом запускає одинвібратор 50, який в свою чергу вихідним сигналом логічної одиниці, що подається на цифровий комутатор 52, підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 49 до цифрового компаратора 53 через другий функціональний перетворювач 51, в якому значення струму, що встановлюється на виході першого лічильника імпульсів 49 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 ввімкнення і вимкнення при ввімкненні останнього на коротке замикання в електричній мережі.

Для коректної роботи пристрою необхідно постійну часу диференціюючого елемента 54 вибрати меншою періоду проходження імпульсів генератора імпульсів 41.

Кількість розрядів першого 49, другого 68, третього 69 і четвертого 70 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів і тригерів, що фіксують значення комутованого струму та тиску стисненого повітря, вибирається в залежності від діапазону вимірюваного струму та тиску і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Перший 39 і другий 51 функціональні перетворювачі можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані відповідні коди, причому в першому функціональному перетворювачі 39 записані коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму і тиску стисненого повітря, а в другому функціональному перетворювачі 51 записані коди, які відображають спрацювання ресурсу вимикача при його включенні на коротке замикання в мережі.

Тривалість роботи одинвібратора 50 підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в перший лічильник імпульсів 49. Кусково-лінійну лінеаризацію можна також здійснювати з використанням більшої кількості ділянок кривої намагнічування, для чого слід збільшити кількість компараторів, елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, елементів І, масштабуючих підсилювачів, а також електронних ключів.

