



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14658 (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) u200511928

(22) 12.12.2005

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 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, а також відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою, а аналогові входи 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 до першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу 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 першого, другого і третього елементів ІІ відповідно, 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 еле-

ментів 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 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 І підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина 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 з входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент ІІ підключений до входу одновібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, входи четвертого і п'ятого компараторів підключені один до одного, який **відрізняється** тим, що в нього введені восьмий, дев'ятий і десятий компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі, причому вихід першого електронного ключа з'єднаний зі входами восьмого, дев'ятого і десятого компараторів, а також зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів та 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,

(13) U

(11) 14658

(19) UA

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 входом четвертого компаратора.

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, шифратор, 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 диференціючого 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 диференціючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і шостого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого, другого і третього елементів Ш, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і шостого 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 шостого компараторів, виходи яких підключені до перших входів шостого і шостого 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 входами 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.

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 прототип обрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів [Патент №4419 (Україна), М.кл. G07C3/10, бюл. №1, 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, а також відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою, а також зі входами четвертого і п'ятого компараторів, а аналогові входи 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 диференціючого 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 диференціючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і шостого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого, другого і третього елементів Ш, 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, а друга вхідна цифрова шина 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 з входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент Ш 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 повітряних високовольтних вимикачів, 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 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, а також відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою, а аналогові входи 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 до першого входу другого елемента I, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу 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 першого, другого і третього елементів HI відповідно, 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, а друга вхідна цифрова шина 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 з входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент Ш підключений до входу однобібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, входи четвертого і п'ятого компараторів підключені один до одного, введено восьмий, дев'ятий і десяті компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧЕНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі, причому вихід першого електронного ключа з'єднаний зі входами восьмого, дев'ятого і десятого компараторів, а також зі входами першого і дру-

ного масштабуючих підсилювачів та з аналоговим виходом 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 ВИ-КЛЮЧНЕ 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 виходом четвертого компаратора.

Пристрій для контролю ресурсу повітряних вищоковольних 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 - перший, другий і третій тригери; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні ключі; 13, 14, 15 - восьмий, дев'ятий і десятий компаратори; 16, 17 - перший і другий елементи ВИ-КЛЮЧНЕ АБО; 18, 19 - перший і другий масштабуючі підсилювачі; 20, 21, 22 - четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі; 23 - другий елемент АБО; 24, 25 - четвертий і п'ятий компаратори; 26, 27 - четвертий і п'ятий тригери; 28 - шифратор; 29 - датчик тиску; 30, 31 - шостий і сьомий компаратори; 32, 33 - шостий і сьомий тригери; 34 - перший функціональний перетворювач; 35 - четвертий елемент НІ; 36 - одинівбратор; 37 - генератор імпульсів; 38 - перший елемент І; 39 - датчик комутації; 40 - другий елемент І; 41 - блок установки нуля; 42 - формувач імпульсів; 43 - елемент затримки сигналу; 44 - перший елемент АБО; 45 - перший лічильник імпульсів; 46 - другий функціональний перетворювач; 47 - цифровий комутатор; 48 - цифровий компаратор; 49 - диференціюючий елемент; 50 - п'ятий лічильник імпульсів; 51, 52, 53 - перший, другий і третій елементи НІ; 54, 55, 56, 57, 58, 59 - третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий елементи І; 60, 61, 62 - третій, четвертий і п'ятий елементи АБО; 63, 64, 65 - 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 7, другого 8 і третього 9 тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО 23, а також відповідно до керуючих входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою, а аналогові входи підключені відповідно до виходів першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму, перший вхід шифратора 28 з'єднаний з виходом другого елемента АБО 23, а другий і третій входи підключені відповідно до виходів четвертого 26 і п'ятого 27 тригерів, перші входи яких з'єднані відповідно з виходами четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів, а другі входи разом з другими входами першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів і першого лічильника імпульсів 45 підключені до виходу першого елемента АБО

44, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 41, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 42, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу 43, вихід датчика комутації 39 підключений до входу диференціюючого елемента 49 та до першого входу другого елемента І 40, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів 42 і з другим входом першого елемента І 38, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів 37, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів 45 і з першими входами четвертого 55, шостого 57 і восьмого 59 елементів І, вихід диференціюючого елемента 49 підключений до перших входів третього 54, п'ятого 56 і сьомого 58 елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами першого 51, другого 52 і третього 53 елементів НІ відповідно, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, виходи третього 54, п'ятого 56 і сьомого 58 елементів І з'єднані відповідно з першими входами третього 60, четвертого 61 і п'ятого 62 елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого 55, шостого 57 і восьмого 59 елементів І, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого 63, третього 64 і четвертого 65 лічильників імпульсів, другі входи четвертого 55, шостого 57 і восьмого 59 елементів І підключені відповідно до виходів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, вихід датчика тиску 29 з'єднаний зі входами шостого 30 і сьомого 31 компараторів, виходи яких підключені до перших входів шостого 32 і сьомого 33 тригерів, другі входи яких з'єднані з виходом першого елемента АБО 44, а виходи підключені до четвертого і п'ятого входів першого функціонального перетворювача 34, перший, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами шифратора 28, вхід елемента затримки сигналу 43 та другий вхід другого елемента І 40 підключені до виходу цифрового компаратора 48, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача 34, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 47, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 46, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача 46 підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 45, вихід диференціюючого елемента 49 з'єднаний з входом п'ятого лічильника імпульсів 50, вихід датчика комутації 39 через четвертий елемент НІ 35 підключений до входу одинівбратора 36, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 47, входи четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів підключені один до одного, вихід першого електронного ключа 10 з'єднаний зі входами восьмого 13, дев'ятого 14 і десятого 15 компараторів, а також зі входами першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів та 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 входом четвертого компаратора 24.

Запропонований пристрій працює так.

При подачі напруги живлення блок установки нуля 41 коротким імпульсом через перший елемент АБО 44 встановлює в нульове положення перший 7, другий 8, третій 9, четвертий 26, п'ятий 27, шостий 32 і сьомий 33 тригери, а також обнуляє перший лічильник імпульсів 45.

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 ділянках 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 першого тригера 7. При цьому на виході тригера 7 з'являється сигнал логічної одиниці який через другий елемент АБО 23 поступає на перший вхід шифратора 28, а також 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 24 і п'ятого 25 компараторів.

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 електронний ключ 21 поступає на входи четвертого 24 і п'ятого 25 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 електронних ключів 20-22.

Якщо діагностуємий 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 39 і сигнал логічної одиниці подається на вхід диференціюючого елемента 49, з виходу якого короткий імпульс надходить на вхід п'ятого лічильника імпульсів 50, який є лічильником механічного ресурсу вимикача, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та у другий 63, третій 64 і четвертий 65 лічильники імпульсів відповідно через третій 54, п'ятий 56 і сьомий 58 елементи І. На других входах третього 54, п'ятого 56 і сьомого 58 елементів І в цей час присутні сигнали логічної одиниці, оскільки на входи першого 51, другого 52 і третього 53 елементів Ш, підключених до цих елементів, подаються сигнали логічного нуля з виходів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів. При цьому значення кодів, записаних в другому 63, третьому 64 і четвертому 65 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-, двох- 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 7, який в свою чергу подає сигнал логічної одиниці на вхід другого елемента АБО 23 і на керуючий вхід першого електронного ключа 10 та відкриває його. При цьому сигнал з виходу першого датчика струму 1 надходить на входи четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів і в залежності від значення первинного струму спрацьовує визначена їхня кількість. Припустимо, що спрацьовали перший 4 і четвертий 24 компаратори. Тоді спрацьовують перший 7 і четвертий 26 тригери, з виходу яких сигнали надходять на вхід шифратора 28 (з першого тригера 7 сигнал у шифратор 28 надходить через другий елемент АБО 23), внаслідок чого на виході шифратора 28 з'являється цифровий код, який поступає на вхідну цифрову шину першого функціона-

льного перетворювача 34. Якщо, наприклад, значення тиску стисненого повітря в момент виникнення короткого замикання таке, що від вихідного сигналу датчика тиску 29 спрацьовує тільки шостий компаратор 30, який має менший поріг спрацювання, то спрацьовує відповідно і шостий тригер 32, сигнал логічної одиниці з виходу якого поступає на перший вхід першого функціонального перетворювача 34. 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 45 має нульове значення, то на виході цифрового компаратора 48 встановлюється сигнал логічної одиниці.

В момент відключення вимикача спрацьовує датчик комутації 39, сигнал логічної одиниці з виходу якого подається на перший вхід другого елемента І 40, з виходу якого сигнал логічної одиниці подається на другий вхід першого елемента І 38, внаслідок чого послідовність імпульсів з виходу генератора імпульсів 37 надходить в перший лічильник імпульсів 45 і через четвертий елемент І 55 та третій елемент АБО 60 в другий лічильник імпульсів 63 фази А. При спрацюванні датчика комутації 39 сигнал логічної одиниці поступає на вхід диференціюючого елемента 49, формуючи на його виході короткий імпульс, який поступає на вхід п'ятого лічильника імпульсів 50, що фіксує спрацювання механічного ресурсу вимикача і призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, а також на входи третього 64 і четвертого 65 лічильників імпульсів, що свідчить про спрацювання 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 63 проходить до тих пір, поки цифровий код на виході першого лічильника імпульсів 45 не зрівняється з цифровим кодом на виході першого функціонального перетворювача 34. При цьому на виході цифрового компаратора 48 встановлюється сигнал логічного нуля, який поступає через другий вхід другого елемента І 40 на другий вхід першого елемента І 38, припиняючи подачу імпульсів з виходу генератора імпульсів 37 в перший лічильник імпульсів 45. Також сигнал логічного нуля поступає на вхід формувача імпульсів 42, внаслідок чого на його виході формується імпульс, який через перший елемент АБО 44 поступає на другі входи першого 7, другого 8, третього 9, четвертого 26, п'ятого 27, шостого 32, сьомого 33 тригерів і першого лічильника імпульсів 45, обнуляючи їх.

На цьому цикл роботи пристрою закінчується. В залежності від числа компараторів, що спрацювали, певна кількість імпульсів заноситься в другий 63, третій 64 і четвертий 65 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 перерахунку на номінальний робочий струм вимикача.

Якщо в електричній мережі виникає однофазне коротке замикання в інших фазах або виникає двох- чи трифазне коротке замикання, то алгоритм роботи пристрою залишається незмінним, а змінюється лише комбінація в спрацюваннях першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів і, в залежності від виду короткого замикання, послідовності імпульсів заносяться у відповідні лічильники імпульсів.

Якщо діагностуємиий трифазний вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, наприклад в фазі С, то при ввімкненні вимикача на виході датчика комутації 39 встановлюється сигнал логічного нуля, який через четвертий елемент І 35 по передньому фронту запускає одновібратор 36. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на керуючий вхід цифрового комутатора 47, що підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 45 до цифрового компаратора 48 через другий функціональний перетворювач 46, в якому значення струму, що встановлюється на виході лічильника імпульсів 45 після ввімкнення вимикача системою релейного захисту, множитья 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 ресурсним характеристикам на ввімкнення і вимикання при ввімкненні вимикачів на коротке замикання в електричній мережі.

Для захисту від короткочасних кидків струму по різним причинам в електричних мережах (наприклад, при подвійних замиканнях чи замиканнях при селективній дії захистів) в пристрої передбачений елемент затримки сигналу 43, робота якого пояснюється так. При короткочасних кидках струму в залежності від рівня струму спрацьовує визначена кількість тригерів, на виході цифрового компаратора 48 встановлюється сигнал логічної одиниці, який запускає елемент затримки сигналу 43. 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 39, що призводить до завершення циклу роботи пристрою, то на виході елемента затримки сигналу 43 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент АБО 44 обнуляються всі тригери.

Для коректної роботи пристрою необхідно постійну часу диференціюючого елемента 49 вибирати меншою періоду проходження імпульсів генератора імпульсів 37.

Кількість розрядів першого 45, другого 63, третього 64, четвертого 65 і п'ятого 50 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів і тригерів, що фіксують значення комутуваного струму та тиску стисненого повітря, вибирається в залежності від діапазону вимірюваного струму та тиску і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Тривалість роботи одновібратора 36 вибирається більшою циклу роботи пристрою, коли на виході першого лічильника імпульсів 45 з'являється найбільший цифровий код.

Перший функціональний перетворювач 34 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані в кожній із декількох областей пам'яті коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту перерахунку спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму, комутованого вимикачем, при певному значенні тиску стисненого повітря. Вибір тієї чи іншої області пам'яті здійснюється в залежності від того, який код, що відповідає значенню тиску стисненого повітря, подається з тригерів 32 і 33 на перший і другий входи першого функціонального перетворювача 34.

Другий функціональний перетворювач 46 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту перерахунку спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму, комутованих вимикачем при його включенні на коротке замикання в мережі.

Кусково-лінійну лінеаризацію можна також здійснювати з використанням більшої кількості ділянок кривої намагнічування, для чого слід збільшити кількість компараторів, елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, елементів І, масштабючих підсилювачів, а також електронних ключів.

