



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16581 (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) u200601758

(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 з входами першого, другого і третього компараторів, а також з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, входи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані між собою, другий вхід першого лічильника імпульсів підключений до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, а другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, вихід датчика комутації з'єднаний з входом диференціюючого елемента та з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до виходу формувача імпульсів та до другого входу першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів та до перших входів третього, четвертого і п'ятого елементів І, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, другий вхід другого елемента І підключений до виходу цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого лічильника з дешифратором, а також з першим, другим і третім входами регістра, четвертий, п'ятий і шостий входи якого підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника з дешифратором, а також до других входів третього, четвертого і п'ятого елементів І, виходи яких з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічи-

льників імпульсів, вихід датчика комутації через елемент НІ підключений до другого входу дев'ятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника з дешифратором, другий вхід якого з'єднаний з виходом датчика комутації, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу другого елемента або, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача імпульсів, а вихід підключений до першого входу другого лічильника з дешифратором, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, виходи шостого, сьомого і восьмого елементів І підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи четвертого, п'ятого, шостого і сьомого компараторів з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, 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 десятого компаратора підключений до керуючого входу шостого електронного ключа, вихід першого електронного ключа з'єднаний 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, виходи яких, а також вихід шостого електронного ключа підключені до входу четвертого компаратора.

(19) UA (11) 16581 (13) U

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 сьомого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого, другого і третього елементів ІІ, 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 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 цифро-

вою 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 повітряних високовольтних вимикачів [Патент №9600 (Україна), М. кл. G07C3/10, бюл. №10, 2005], що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього компараторів, а також до аналогових входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою, а також зі входами четвертого і п'ятого компараторів, другий вхід першого лічильника імпульсів підключений до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, а другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, вихід датчика комутації з'єднаний зі входом диференціючого елемента та з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до входу формувача імпульсів та до другого входу першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів та до перших входів третього, четвертого і п'ятого елементів І, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, другий вхід другого елемента І підключений до виходу цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого лічильника з дешифратором, а також з першим, другим і третім входами регістра, четвертий, п'ятий і шостий входи якого підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника з дешифратором, а також до других входів третього, четвертого і п'ятого елементів І, виходи яких з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, вихід датчика комутації через елемент ІІ підключений до другого входу дев'ятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника з дешифратором, другий вхід якого з'єднаний з виходом датчика комутації, вихід диференціючого елемента підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача імпульсів, а вихід підключений до першого входу другого лічильника з дешифратором, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, виходи шостого, сьомого і восьмого елементів І підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи четвертого, п'ятого, шосто-

го і сьомого компараторів з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора.

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 з входами першого, другого і третього компараторів, а також з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, входи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані між собою, другий вхід першого лічильника імпульсів підключений до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, вихід датчика комутації з'єднаний з входом диференціюючого елемента та з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до входу формувача імпульсів та до другого входу першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів та до перших входів третього, четвертого і п'ятого елементів І, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, другий вхід другого елемента І підключений до виходу цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого лічильника з дешифратором, а також з першим, другим і третім входами регістра, четвертий, п'ятий і шостий входи якого підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника з дешифратором, а також до других входів третього, четвертого і п'ятого елементів І, виходи яких з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, вихід датчика комутації через елемент НІ підключений до другого входу дев'ятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника з дешифратором, другий вхід

якого з'єднаний з виходом датчика комутації, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача імпульсів, а вихід підключений до першого входу другого лічильника з дешифратором, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, виходи шостого, сьомого і восьмого елементів І підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи четвертого, п'ятого, шостого і сьомого компараторів з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, введено восьмий, дев'ятий і десятий компаратори, перший і другий елементи виключне АБО, перший і другий масштабовачі підсилювачі, четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі, причому вихід десятого компаратора підключений до керуючого входу шостого електронного ключа, вихід першого електронного ключа з'єднаний зі входами восьмого, дев'ятого, десятого компараторів, першого і другого масштабовачих підсилювачів, а також з аналоговим входом четвертого електронного ключа, виходи першого і другого масштабовачих 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, виходи яких, а також вихід шостого електронного ключа підключені до входу четвертого компаратора.

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних 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 - шостий, сьомий і восьмий елементи І; 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 масштабовачі підсилювачі; 20, 21, 22 - четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі; 23 - перший лічильник з дешифратором; 24, 25 - четвертий і п'ятий компаратори; 26 - датчик тиску; 27, 28 - шостий і сьомий компаратори; 29 - функціональний перетворювач; 30 - регістр; 31 - другий генератор імпульсів; 32 - дев'ятий елемент І; 33 - елемент НІ; 34 - диференціюючий елемент; 35 - другий елемент АБО; 36 - другий лічильник з дешифратором; 37 - перший генератор імпульсів; 38 - перший елемент І; 39 - датчик комутації; 40 - другий елемент І; 41 - блок установки нуля; 42 - формувач імпульсів; 43 - перший елемент АБО; 44 - перший лічильник імпульсів; 45 - цифровий компаратор; 46, 47, 48 - третій, четвертий і п'ятий елементи І; 49, 50, 51 - другий, третій і четвертий лічильники імпульсів, причому виходи першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'єднані відповідно з

входами першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів, а також з аналоговими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, входи четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів з'єднані між собою, другий вхід першого лічильника імпульсів 44 підключений до виходу першого елемента АБО 43, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 41, а другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 42, вихід датчика комутації 39 з'єднаний з входом диференціюючого елемента 34 та з першим входом другого елемента I 40, вихід якого підключений до виходу формувача імпульсів 42 та до другого входу першого елемента I 38, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 37, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів 44 та до перших входів третього 46, четвертого 47 і п'ятого 48 елементів I, вихід датчика тиску 26 з'єднаний зі входами шостого 27 і сьомого 28 компараторів, другий вхід другого елемента I 40 підключений до виходу цифрового компаратора 45, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів 44, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів підключені відповідно до перших входів шостого 7, сьомого 8 і восьмого 9 елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого лічильника з дешифратором 23, а також з першим, другим і третім входами регістра 30, четвертий, п'ятий і шостий входи якого підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника з дешифратором 36, а також до других входів третього 46, четвертого 47 і п'ятого 48 елементів I, виходи яких з'єднані відповідно зі входами другого 49, третього 50 і четвертого 51 лічильників імпульсів, вихід датчика комутації 39 через елемент HI 33 підключений до другого входу дев'ятого елемента I 32, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 31, а вихід підключений до першого входу першого лічильника з дешифратором 23, другий вхід якого з'єднаний з виходом датчика комутації 39, вихід диференціюючого елемента 34 підключений до першого входу другого елемента АБО 35, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача імпульсів 42, а вихід підключений до першого входу другого лічильника з дешифратором 36, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 41, виходи шостого 7, сьомого 8 і восьмого 9 елементів I підключені відповідно до керуючих входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи четвертого 24, п'ятого 25, шостого 27 і сьомого 28 компараторів з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами функціонального перетворювача 29, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини регістра 30, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора 45, вихід десятого компаратора 15 підключений до керуючого входу шостого електронного ключа 22, вихід першого електронного ключа 10 з'єднаний зі входами восьмого 13, дев'ятого 14, десятого 15 компараторів, першого 18 і другого 19 масштабюючих підсилювачів, а також з

аналоговим входом четвертого електронного ключа 20, виходи першого 18 і другого 19 масштабюючих 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, виходи яких, а також вихід шостого електронного ключа 22 підключені до входу четвертого компаратора 24.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення блок установки нуля 41 коротким імпульсом скидає другий лічильник з дешифратором 36 та через перший елемент АБО 43 встановлює в нульове положення перший лічильник імпульсів 44. Одночасно перший 37 та другий 31 генератори імпульсів починають виробляти послідовність імпульсів.

Зазначимо, що в якості датчиків струму 1-3 використовується 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 шостого елемента I 7. При цьому з виходу другого генератора імпульсів 31 через відкритий дев'ятий елемент I 32 (на другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика комутації 39 через елемент HI 33) на перший вхід першого лічильника з дешифратором 23 поступають імпульси, які по черзі формують сигнали логічної одиниці на його виходах, тим самим по черзі відкриваючи шостий 7, сьомий 8 і восьмий 9 елементи I. При цьому, коли на першому і другому входах шостого елемента I 7 присутні сигнали логічної одиниці, на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який 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 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 оди-

ниці, 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 вимикач введений в роботу, то на виходах першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'являється напруга, пропорційна струму, що протікає в різних фазах вимикача, яка подається на входи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів, пороги спрацювання яких дещо вищі нульового значення. При цьому на виходах компараторів 4-6 з'являються сигнали логічної одиниці, які поступають на перші входи шостого 7, сьомого 8 і восьмого 9 елементів І. Також з виходу другого генератора імпульсів 31 через відкритий дев'ятий елемент І 32 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу елемента НІ 33, оскільки на вхід останнього надходить сигнал логічного нуля з виходу датчика комутації 39) на перший вхід першого лічильника з дешифратором 23 поступають імпульси, які по черзі формують сигнали логічної одиниці на його виходах, тим самим по черзі відкриваючи шостий 7, сьомий 8 і восьмий 9 елементи І, а також першу, другу і третю комірки пам'яті регістра 30 для запису. При цьому по черзі на керуючі входи першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів надходять сигнали логічної одиниці, тим самим відкриваючи їх. Сигнали напруги з виходів датчиків струму 1-3 через відповідні відкриті електронні ключі 10-12 та 20-22 поступають на входи четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів, які мають різні пороги спрацювання. Одночасно на виході датчика тиску 26 з'являється сигнал, пропорційний тиску стисненого повітря, що подається на входи шостого 27 і сьомого 28 компараторів. Сигнали, які з'являються на виходах четвертого 24, п'ятого 25, шостого 27 і сьомого 28 компараторів поступають на входи функціонального перетворювача 29, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає величині струму, який протікає в вимикачі при відповідному значенні тиску стисненого повітря. Цифровий код з виходу функціонального перетворювача 29 поступає на вхідну цифрову шину регістра 30, де по черзі запам'ятовується в одній з трьох комірок пам'яті.

В залежності від значень струму та тиску стисненого повітря цифровий код на виході функціона-

льного перетворювача 29 змінює своє значення.

Таким чином, в регістрі 30 здійснюється запам'ятовування цифрових кодів, які відповідають величинам струму, що протікають в різних фазах вимикача при відповідних значеннях тиску стисненого повітря.

У випадку, коли вимикач відключає коло, в якому він знаходиться, на виході датчика комутації 39 з'являється сигнал логічної одиниці, який через елемент НІ 33 поступає на другий вхід дев'ятого елемента І 32 і закриває його. Також сигнал логічної одиниці з виходу датчика комутації 39 поступає на другий вхід першого лічильника з дешифратором 23 і встановлює його виходи в нульове положення. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу датчика комутації 39 поступає на вхід диференціюючого елемента 34 і формує на його виході короткий імпульс, який через другий елемент АБО 35 поступає на перший вхід другого лічильника з дешифратором 36. В цей момент на першому виході другого лічильника з дешифратором 36 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на четвертий вхід регістра 30, дозволяючи при цьому зчитування цифрового коду з першої комірки пам'яті, який подається на першу вхідну цифрову шину цифрового компаратора 45. При цьому на виході цифрового компаратора 45 з'являється сигнал логічної одиниці, який через відкритий другий елемент І 40 (при цьому на першому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика комутації 39) поступає на другий вхід першого елемента І 38 і відкриває його. З виходу першого генератора імпульсів 37 імпульси поступають на перший вхід першого лічильника імпульсів 44, а також через відкритий третій елемент І 46 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці з першого виходу другого лічильника з дешифратором 36) надходять у другий лічильник імпульсів 49. Кількість імпульсів, що поступають в другий лічильник імпульсів 49, показує як витрачається робочий ресурс вимикача в залежності від значення комутуваного струму при відповідному значенні тиску стисненого повітря. Імпульси з виходу першого генератора імпульсів 37 поступають до тих пір, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах цифрового компаратора 45 не зрівняються. В цей момент сигнал логічного нуля з виходу цифрового компаратора 45 через другий елемент І 40 поступає на другий вхід першого елемента І 38 та закриває його, а також на вхід формувача імпульсів 42, який коротким імпульсом через перший елемент АБО 43 обнуляє перший лічильник імпульсів 44. Також короткий імпульс з виходу формувача імпульсів 42 через другий елемент АБО 35 поступає на перший вхід другого лічильника з дешифратором 36. При цьому на першому виході другого лічильника з дешифратором 36 встановлюється сигнал логічного нуля, а на другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який дозволяє зчитування цифрового коду з другої комірки пам'яті регістра 30. Зменшення залишкового ресурсу відбувається аналогічним чином.

У випадку коли зменшення залишкового ресурсу вимикача пройшло для всіх трьох фаз вимикача, короткий імпульс з виходу формувача імпуль-

сів 42 через другий елемент АБО 35 поступає на перший вхід другого лічильника з дешифратором 36, встановлюючи його виходи в нульове положення.

На цьому цикл роботи пристрою закінчується. В залежності від числа компараторів, що спрацювали, певна кількість імпульсів по чергово заноситься в другий 49, третій 50 і четвертий 51 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 комутованого струму при відповідному значенні тиску стисненого повітря.

Для коректної роботи пристрою необхідно стало часу диференціюючого елемента 34 вибирати меншою періоду проходження імпульсів першого генератора імпульсів 37.

Частота імпульсів першого генератора імпульсів 37 є значно більшою частоти імпульсів другого генератора імпульсів 31.

Кількість розрядів першого 44, другого 49, третього 50 і четвертого 51 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів, що фіксують значення комутованого струму та тиску стисненого повітря, вибирається в залежності від діапазону вимірюваних струму та тиску і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Функціональний перетворювач 29 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані відповідні коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму і тиску стисненого повітря.

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

