



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14660 (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 ГРУПИ ПОВІТРЯНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ

1

2

(21) u200511930

(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 групи повітряних високовольтних вимикачів, що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого елемента АБО, виходи першого, другого і третього електронних ключів з'єднані між собою, входи четвертого і п'ятого компараторів підключені один до одного, а виходи в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого тригера і першого лічильника імпульсів, підключені до виходу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу, вхід першого формувача імпульсів підключений до другого входу п'ятого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, виходи яких підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами дешифратора, перший і другий входи якого підключені відповідно до першого і другого виходів п'ятого лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом п'ятнадцятого елемента I, а другий вхід підключений до виходу другого елемента АБО, вихід першого елемента АБО з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого підключений до входу елемента NI, вихід якого з'єднаний з першими

входами п'ятнадцятого та четвертого елементів I, вихід якого підключений до третього входу дешифратора, а другий вхід та вхід диференціюючого елемента з'єднані з виходом шостого елемента АБО, перший, другий і третій входи якого підключені до виходів першого, другого і третього датчиків комутації через перший, другий і третій одновібратори відповідно, вихід генератора імпульсів з'єднаний з другим входом п'ятнадцятого елемента I, перший, другий і третій виходи дешифратора підключені відповідно до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього одновібраторів, а виходи підключені до першого, другого і третього входів четвертого елемента АБО відповідно, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента I, входи другого, третього і четвертого лічильників імпульсів підключені відповідно до виходів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього одновібраторів, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а вихід з'єднаний зі входом першого формувача імпульсів, вихід першого лічильника імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а вихід підключений до другого входу четвертого тригера, виходи першого, другого і третього датчиків тиску з'єднані відповідно з аналоговими входами четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів дешифратора, виходи четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів з'єднані між собою і підключені до входів шостого і сьомого компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першими входами другого і третього елементів I, другі входи яких підключені до виходу першого тригера, а виходи з'єднані відповідно з першими входами п'ятого і шостого тригерів, другі входи яких підключені до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого, третього, п'ятого і шостого тригерів з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами першого функціонального

(19) UA (11) 14660 (13) U

перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І та з входом блока затримки сигналу, 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 з першими входами шістнадцятого, сімнадцятого і вісімнадцятого елементів І, виходи яких підключені відповідно до входів шостого, сьомого і восьмого лічильників імпульсів, виходи першого, другого і третього одновібраторів з'єднані відповідно з другими входами шістнадцятого, сімнадцятого і вісімнадцятого елементів І, виходи першого, другого і третього датчиків комутації через другий, третій і четвертий формувачі імпульсів підключені відповідно до першого, другого і третього входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом

цифрового комутатора, який **відрізняється** тим, що в нього введені восьмий, дев'ятий і десятий компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, сьомий, восьмий і дев'ятий електронні ключі, причому вихід першого електронного ключа підключений до входів восьмого, дев'ятого і десятого компараторів, а також з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів та з аналоговим входом сьомого електронного ключа, виходи першого і другого масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів восьмого і дев'ятого 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 сьомого і восьмого електронних ключів відповідно, вихід десятого компаратора підключений до керуючого входу дев'ятого електронного ключа, вихід якого, а також виходи сьомого і восьмого електронних ключів, з'єднані з входом четвертого компаратора.

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

Відомий пристрій для контролю ресурсу групи повітряних високовольних вимикачів [Патент №57331А (Україна), М. кл. G07C 3/10, бюл. №6, 2003], що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого елемента АБО, виходи першого, другого і третього електронних ключів з'єднані між собою і підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких у свою чергу з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другий вхід першого тригера і другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого 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 блока затримки сигналу, вхід формувача імпульсів підключений до другого входу п'ятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи яких підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, а другі входи з'єднані відпові-

дно з першим, другим і третім виходами дешифратора, перший і другий входи якого підключені відповідно до першого і другого виходів п'ятого лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом п'ятнадцятого елемента І, а другий вхід підключений до виходу другого елемента АБО, вихід першого елемента АБО з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого підключений до входу елемента ІІ, вихід якого з'єднаний з першим входом п'ятнадцятого елемента І та з першим входом четвертого елемента І, вихід якого підключений до третього входу дешифратора, а другий вхід та вхід диференціюючого елемента з'єднані з виходом шостого елемента АБО, перший, другий і третій входи якого підключені до виходів першого, другого і третього датчиків комутації через перший, другий і третій одновібратори відповідно, вихід генератора імпульсів з'єднаний із другим входом п'ятнадцятого елемента І, перший, другий і третій виходи дешифратора підключені відповідно до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього одновібраторів, а виходи підключені до першого, другого і третього входів четвертого елемента АБО відповідно, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента І, входи другого, третього і четвертого лічильників імпульсів підключені відповідно до виходів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього одновібраторів, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента І, а вихід з'єднаний зі

входом формувача імпульсів, вихід першого лічильника імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а вихід підключений до другого входу четвертого тригера, виходи першого, другого і третього датчиків тиску з'єднані відповідно з аналоговими входами четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів дешифратора, виходи четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів з'єднані між собою і підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першими входами другого і третього елементів І, другі входи яких підключені до виходу першого тригера, а виходи з'єднані відповідно з першими входами п'ятого і шостого тригерів, другі входи яких підключені до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого, третього, п'ятого і шостого тригерів з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу першого елемента І та до входу блока затримки сигналу.

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 групи комутаційних апаратів [Патент №4559 (Україна), М. кл. G07C 3/10, бюл. №1, 2005], що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів першого елемента АБО, виходи першого, другого і третього електронних ключів з'єднані між собою і підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких у свою чергу з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого тригера і першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу, вхід першого формувача імпульсів підключений до другого входу п'ятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших виходів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи яких підключені відповідно до керуючих виходів першого, другого і третього елек-

тронних ключів, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами дешифратора, перший і другий входи якого підключені відповідно до першого і другого виходів п'ятого лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом п'ятнадцятого елемента І, а другий вхід підключений до виходу другого елемента АБО, вихід першого елемента АБО з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого підключений до входу елемента ІІ, вихід якого з'єднаний з першими входами п'ятнадцятого та четвертого елементів І, вихід якого підключений до третього входу дешифратора, а другий вхід та вхід диференціуючого елемента з'єднані з виходом шостого елемента АБО, перший, другий і третій входи якого підключені до виходів першого, другого і третього датчиків комутації через перший, другий і третій одновібратори відповідно, вихід генератора імпульсів з'єднаний із другим входом п'ятнадцятого елемента І, перший, другий і третій виходи дешифратора підключені відповідно до перших виходів шостого, сьомого і восьмого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього одновібраторів, а виходи підключені до першого, другого і третього виходів четвертого елемента АБО відповідно, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента І, входи другого, третього і четвертого лічильників імпульсів підключені відповідно до виходів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього одновібраторів, вихід диференціуючого елемента підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента І, а вихід з'єднаний зі входом першого формувача імпульсів, вихід першого лічильника імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а вихід підключений до другого входу четвертого тригера, виходи першого, другого і третього датчиків тиску з'єднані відповідно з аналоговими входами четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів дешифратора, виходи четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів з'єднані між собою і підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першими входами другого і третього елементів І, другі входи яких підключені до виходу першого тригера, а виходи з'єднані відповідно з першими входами п'ятого і шостого тригерів, другі входи яких підключені до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого, третього, п'ятого і шостого тригерів з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами першого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І та з входом блока затримки сигналу, 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 з першими входами шістнадцятого, сімнадцятого і вісімнадцятого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно зі входами шостого, сьомого і восьмого лічильників імпульсів, виходи першого, другого і третього однобраторів підключені відповідно до других входів шістнадцятого, сімнадцятого і вісімнадцятого елементів I, виходи першого, другого і третього датчиків комутації через другий, третій і четвертий формувачі імпульсів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами сьомого елемента АБО, вихід якого підключений до керуючого входу 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 групи повітряних високовольних 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 групи повітряних високовольних вимикачів, що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого елемента АБО, виходи першого, другого і третього електронних ключів з'єднані між собою, входи четвертого і п'ятого компараторів підключені один до одного, а виходи в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого тригера і першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу, вхід першого формувача імпульсів підключений до другого входу п'ятого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, виходи яких підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами дешифратора,

перший і другий входи якого підключені відповідно до першого і другого виходів п'ятого лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом п'ятнадцятого елемента I, а другий вхід підключений до виходу другого елемента АБО, вихід першого елемента АБО з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого підключений до входу елемента II, вихід якого з'єднаний з першими входами п'ятнадцятого та четвертого елементів I, вихід якого підключений до третього входу дешифратора, а другий вхід та вхід диференціюючого елемента з'єднані з виходом шостого елемента АБО, перший, другий і третій входи якого підключені до виходів першого, другого і третього датчиків комутації через перший, другий і третій однобратори відповідно, вихід генератора імпульсів з'єднаний з другим входом п'ятнадцятого елемента I, перший, другий і третій виходи дешифратора підключені відповідно до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього однобраторів, а виходи підключені до першого, другого і третього входів четвертого елемента АБО відповідно, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента I, входи другого, третього і четвертого лічильників імпульсів підключені відповідно до виходів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього однобраторів, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а вихід з'єднаний зі входом першого формувача імпульсів, вихід першого лічильника імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, а вихід підключений до другого входу четвертого тригера, виходи першого, другого і третього датчиків тиску з'єднані відповідно з аналоговими входами четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів дешифратора, виходи четвертого, п'ятого і шостого електронних ключів з'єднані між собою і підключені до входів шостого і сьомого компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першими входами другого і третього елементів I, другі входи яких підключені до виходу першого тригера, а виходи з'єднані відповідно з першими входами п'ятого і шостого тригерів, другі входи яких підключені до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого, третього, п'ятого і шостого тригерів з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами першого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента I та з входом блока затримки сигналу, 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 з першими входами шістнадцятого, сімнадцятого і вісімнадцятого елементів I, виходи яких підключені відповідно до входів шостого, сьомого і восьмого лічильників імпульсів, виходи першого, другого і третього одновібраторів з'єднані відповідно з другими входами шістнадцятого, сімнадцятого і вісімнадцятого елементів I, виходи першого, другого і третього датчиків комутації через другий, третій і четвертий формувачі імпульсів підключені відповідно до першого, другого і третього входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, введено восьмий, дев'ятий і десятій компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, сьомий, восьмий і дев'ятий електронні ключі, причому вихід першого електронного ключа підключений до входів восьмого, дев'ятого і десятого компараторів, а також з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів та з аналоговим входом сьомого електронного ключа, виходи першого і другого масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів восьмого і дев'ятого 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 сьомого і восьмого електронних ключів відповідно, вихід десятого компаратора підключений до керуючого входу дев'ятого електронного ключа, вихід якого, а також виходи сьомого і восьмого електронних ключів з'єднані з входом четвертого компаратора.

Пристрій для контролю ресурсу групи 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 - дванадцятий, тринадцятий і чотирнадцятий елементи I; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні ключі; 13, 14, 15 - восьмий, дев'ятий і десятій компаратори; 16, 17 - перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО; 18, 19 - перший і другий масштабуючі підсилювачі; 20, 21, 22 - сьомий, восьмий і дев'ятий електронні ключі; 23 - елемент HI; 24 - генератор імпульсів; 25 - п'ятнадцятий елемент I; 26 - п'ятий лічильник імпульсів; 27 - четвертий елемент I; 28 - дешифратор; 29, 30, 31 - перший, другий і третій датчики тиску; 32, 33, 34 - четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі; 35 - перший елемент АБО; 36, 37, 38, 39 - четвертий, п'ятий, шостий і сьомий компаратори; 40, 41 - другий і третій елементи I; 42, 43, 44, 45, 46 - перший, другий, третій, п'ятий і шостий тригери; 47 - перший функціональний перетворювач; 48, 49, 50 - другий, третій і четвертий формувачі імпульсів; 51 - сьомий елемент АБО; 52, 53 - п'ятий і перший елементи I; 54 - третій елемент АБО; 55 - перший формувач імпульсів; 56 - блок установки нуля; 57 - блок затримки сигналу; 58 - другий еле-

мент АБО; 59 - перший лічильник імпульсів; 60 - другий функціональний перетворювач; 61 - цифровий комутатор; 62 - цифровий компаратор; 63 - п'ятий елемент АБО; 64 - четвертий тригер; 65, 66, 67 - перший, другий і третій датчики комутації; 68, 69, 70 - перший, другий і третій одновібратори; 71, 72, 73 - шостий, сьомий і восьмий елементи I; 74, 75 - четвертий і шостий елементи АБО; 76 - диференціюючий елемент; 77, 78, 79 - шістнадцятий, сімнадцятий і вісімнадцятий елементи I; 80, 81, 82 - шостий, сьомий і восьмий лічильники імпульсів; 83, 84, 85 - дев'ятий, десятій і одинадцятий елементи I; 86, 87, 88 - другий, третій і четвертий лічильники імпульсів, причому виходи першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'єднані відповідно зі входами першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів і з аналоговими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого елемента АБО 35, виходи першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів з'єднані між собою, входи четвертого 36 і п'ятого 37 компараторів підключені один до одного, а виходи в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами другого 43 і третього 44 тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого тригера 42 і першого лічильника імпульсів 59 підключені до виходу другого елемента АБО 58, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 56, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів 55, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу 57, вхід першого формувача імпульсів 55 підключений до другого входу п'ятого елемента I 52, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів 24, а вихід підключений до першого входу першого лічильника імпульсів 59 і до перших входів дев'ятого 83, десятого 84 і одинадцятого 85 елементів I, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів з'єднані відповідно з першими входами дванадцятого 7, тринадцятого 8 і чотирнадцятого 9 елементів I, виходи яких підключені відповідно до керуючих входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами дешифратора 28, перший і другий входи якого підключені відповідно до першого і другого виходів п'ятого лічильника імпульсів 26, перший вхід якого з'єднаний з виходом п'ятнадцятого елемента I 25, а другий вхід підключений до виходу другого елемента АБО 58, вихід першого елемента АБО 35 з'єднаний з першим входом першого тригера 42, вихід якого підключений до входу елемента HI 23, вихід якого з'єднаний з першими входами п'ятнадцятого 25 та четвертого 27 елементів I, вихід якого підключений до третього входу дешифратора 28, а другий вхід та вхід диференціюючого елемента 76 з'єднані з виходом шостого елемента АБО 75, перший, другий і третій входи якого підключені до виходів першого 65, другого 66 і третього 67 датчиків комутації через перший 68, другий 69 і третій 70 одновібратори відповідно, вихід генератора імпульсів 24 з'єднаний з другим входом п'ятнадцятого елемента I 25, перший, другий і третій входи дешифратора підключені відповідно до перших входів шостого 71,

сьомого 72 і восьмого 73 елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого 68, другого 69 і третього 70 одинвібраторів, а виходи підключені до першого, другого і третього входів четвертого елемента АБО 74 відповідно, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента I 53, входи другого 86, третього 87 і четвертого 88 лічильників імпульсів підключені відповідно до виходів дев'ятого 83, десятого 84 і одинадцятого 85 елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого 68, другого 69 і третього 70 одинвібраторів, вихід диференціюючого елемента 76 підключений до першого входу четвертого тригера 64, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента АБО 54, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента I 53, а вихід з'єднаний зі входом першого формувача імпульсів 55, вихід першого лічильника імпульсів 59 підключений до першого входу п'ятого елемента АБО 63, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 58, а вихід підключений до другого входу четвертого тригера 64, виходи першого 29, другого 30 і третього 31 датчиків тиску з'єднані відповідно з аналоговими входами четвертого 32, п'ятого 33 і шостого 34 електронних ключів, керуючі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів дешифратора 28, виходи четвертого 32, п'ятого 33 і шостого 34 електронних ключів з'єднані між собою і підключені до входів шостого 38 і сьомого 39 компараторів, виходи яких з'єднані відповідно з першими входами другого 40 і третього 41 елементів I, другі входи яких підключені до виходу першого тригера 42, а виходи з'єднані відповідно з першими входами п'ятого 45 і шостого 46 тригерів, другі входи яких підключені до виходу другого елемента АБО 58, виходи першого 42, другого 43, третього 44, п'ятого 45 і шостого 46 тригерів з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами першого функціонального перетворювача 47, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 62, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента I 53 та з входом блока затримки сигналу 57, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора 62 підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 61, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 60, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача 60 підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 59, вихід диференціюючого елемента 76 з'єднаний з першими входами шістнадцятого 77, сімнадцятого 78 і вісімнадцятого 79 елементів I, виходи яких підключені відповідно до входів шостого 80, сьомого 81 і восьмого 82 лічильників імпульсів, виходи першого 68, другого 69 і третього 70 одинвібраторів з'єднані відповідно з другими входами шістнадцятого 77, сімнадцятого 78 і вісімнадцятого 79 елементів I, виходи першого 65, другого 66 і третього 67 датчиків комутації через другий 48, третій 49 і четвертий 50 формувачі імпульсів підключені відповідно до першого, другого і третього входів сьомого елемента АБО 51, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифро-

вого комутатора 61, вихід першого електронного ключа 10 підключений до входів восьмого 13, дев'ятого 14 і десятого 15 компараторів, а також з'єднаний зі входами першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів та з аналоговим входом сьомого електронного ключа 20, виходи першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів восьмого 21 і дев'ятого 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 сьомого 20 і восьмого 21 електронних ключів відповідно, вихід десятого компаратора 15 підключений до керуючого входу дев'ятого електронного ключа 22, вихід якого, а також виходи сьомого 20 і восьмого 21 електронних ключів з'єднані з входом четвертого компаратора 36.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 56 коротким імпульсом через другий елемент АБО 58 встановлює перший 42, другий 43, третій 44, п'ятий 45, шостий 46 тригери, перший 59, п'ятий 26 лічильники імпульсів, а також через п'ятий елемент АБО 63 четвертий тригер 64 у нульовий стан. Одночасно генератор імпульсів 24 починає виробляти послідовність імпульсів, що через відкритий п'ятнадцятий елемент I 25 (перший тригер 42 знаходиться в нульовому стані, тому на виході елемента HI 23 присутній сигнал логічної одиниці) надходить у п'ятий лічильник імпульсів 26, під впливом вихідних сигналів якого на першому, другому і третьому виходах дешифратора 28 утворюються сигнали логічної одиниці, які чередуються.

Необхідно відзначити, що даний пристрій дозволяє контролювати комутаційний ресурс трьох однополюсних повітряних високовольтних вимикачів.

Значимо, 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 дванадцятого елемента I 7, який періодично відкривається на певний час. При цьому на його виході з'являється сигнал логічної одиниці який через перший елемент АБО 35 поступає на перший вхід першого тригера 42, 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

сьомого електронного ключа 20, тим самим відкриваючи його і дозволяючи проходження сигналу з виходу датчика струму 1 на входи четвертого 36 і п'ятого 37 компараторів.

Якщо напруга, що пропорційна струму, зростає далі, то спрацювають 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 восьмий 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 восьмий електронний ключ 21 поступає на входи четвертого 36 і п'ятого 37 компараторів.

Якщо напруга з виходу датчика струму 1 приймає ще більше значення, то сьомий 20 і восьмий 21 електронні ключі закриваються, а дев'ятий 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, буде розуміти сигнал, який подається на входи четвертого 36 і п'ятого 37 компараторів.

Якщо будь-який з вимикачів (наприклад, другий, на якому встановлені другий датчик струму 2, другий датчик тиску 30 і другий датчик комутації 66) відключає коло зі струмом, значення якого не перевищує номінального робочого струму, то в цьому випадку на виході другого датчика комутації 66 з'являється сигнал логічної одиниці, який переднім фронтом запускає другий одновібратор 69, з виходу якого сигнал надходить на вхід шостого елемента АБО 75. З виходу останнього сигнал логічної одиниці подається на другий вхід четвертого елемента І 27, вихідний сигнал якого переводить у стан логічного нуля всі виходи дешифратора 28. Одночасно з виходу шостого елемента АБО 75 сигнал у вигляді короткого імпульсу через диференціюючий елемент 76 надходить на вхід сьомого лічильника імпульсів 81 через відкритий сімнадцятий елемент І 78 (на другому вході сімнадцятого елемента І 78 присутній сигнал логічної одиниці з виходу другого одновібратора 69), який є лічильником механічного ресурсу вимикача, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та на перший вхід четвертого тригера 64 і встановлює його в одиничний стан. При цьому на виході третього елемента АБО 54 з'являється сигнал логічної одиниці, що відкриває п'ятий елемент І 52, дозволяючи проходження імпульсів від генератора імпульсів 24 у перший лічильник імпульсів 59. Однак після проходження одного імпульсу на першому виході лічильника 59 з'являється сигнал логічної одиниці, який через п'ятий елемент АБО 63 обнуляє четвертий тригер 64. При цьому на виході третього елемента АБО

54 з'являється сигнал логічного нуля, п'ятий елемент І 52 закривається, а перший формувач імпульсів 55 виробляє імпульс, який через другий елемент АБО 58 обнуляє перший лічильник імпульсів 59. В момент, коли імпульс з виходу п'ятого елемента І 52 надходить у лічильник імпульсів 59, відкритий також і десятий елемент І 84, тому одиничний імпульс подається також у третій лічильник імпульсів 87, що свідчить про зменшення робочого ресурсу другого вимикача на одиницю рахунку при відключенні вимикачем струму, що не перевищує значення номінального робочого струму. Після описаних операцій на виході другого одновібратора 69 з'являється сигнал логічного нуля, робота дешифратора 28 розблоковується і на його виходах відновлюється чередування сигналів логічної одиниці.

Якщо в електричній системі виникає струм короткого замикання, який необхідно відключити, наприклад, за допомогою першого вимикача, на якому встановлені перший датчик струму 1, перший датчик тиску 29 і перший датчик комутації 65, то в цьому випадку на виході першого датчика струму 1 з'являється постійна напруга, пропорційна комутваному струму, яка подається на вхід першого компаратора 4. Оскільки поріг спрацювання компаратора 4 лише незначно перевищує значення номінального робочого струму, що протікає через вимикач, то на виході компаратора 4 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід дванадцятого елемента І 7. При співпаданні цього сигналу із сигналом з виходу дешифратора 28 на виході елемента І 7 з'являється сигнал логічної одиниці, який через перший елемент АБО 35 встановлює в одиничний стан перший тригер 42, вихідним сигналом якого через елемент ІІ 23 закривається п'ятнадцятий елемент І 25 і подача імпульсів від генератора імпульсів 24 у п'ятий лічильник імпульсів 26 припиняється. При цьому на першому виході дешифратора 28 зберігається сигнал логічної одиниці, що підтримує у відкритому стані дванадцятий елемент І 7. Одночасно з виходу дванадцятого елемента І 7 сигнал логічної одиниці подається на керуючий вхід першого електронного ключа 10 і сигнал з виходу першого датчика струму 1 надходить також на входи четвертого 36 і п'ятого 37 компараторів. В залежності від значення струму, що відключається, спрацювають або обидва, або тільки четвертий компаратор 36. При цьому встановлюються в одиничний стан або і другий 43 і третій 44 тригери, або тільки другий тригер 43. Одразу ж після спрацювання тригерів інформація поступає на перший, другий і третій входи першого функціонального перетворювача 47.

Одночасно з цим з виходу датчика тиску 29 (на першому виході дешифратора 28 присутній сигнал логічної одиниці, що поступає на керуючий вхід електронного ключа 32) сигнал постійної напруги подається на входи компараторів 38 і 39, які мають різні пороги спрацювання, і в залежності від значення вихідного сигналу датчика тиску 29 спрацюває або тільки один компаратор 38 або обидва компаратори - 38 і 39, з виходів яких сигнали також поступають на четвертий і п'ятий входи функціонального перетворювача 47. В залежності

від комбінації цих вхідних сигналів, а також від значення комутованого струму, яке у вигляді цифрового коду подається на перший, другий і третій входи функціонального перетворювача 47, з виходу останнього різні значення цифрового коду, які відповідають різним значенням вагових коефіцієнтів для визначення спрацювання комутаційного ресурсу вимикача з врахуванням не тільки значення комутованого струму, а й значення тиску стисненого повітря, подаються на вхід цифрового компаратора 62.

При цьому на вихідній цифровій шині першого лічильника імпульсів 59 встановлений нульовий код, тому на виході цифрового компаратора 62 встановлюється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід блока затримки сигналу 57 і на другий вхід першого елемента І 53. Якщо струм короткого замикання через вимикач пройшов, але вимикач не відключився, то через деякий час з виходу блока затримки сигналу 57 надходить сигнал, який через другий елемент АБО 58 обнуляє перший 42, другий 43, третій 44, п'ятий 45 і шостий 46 тригери і відновлюється чередування одиничних сигналів на виходах дешифратора 28. Якщо ж після проходження струму короткого замикання через вимикач останній відключається, то спрацює перший датчик комутації 65, вихідний сигнал якого переднім фронтом запускає перший одновібратор 68, з виходу якого подається сигнал на другі входи дев'ятого 83 і шостого 71 елементів І. При цьому шостий елемент 171 відкривається (на його першому вході присутній сигнал логічної одиниці з першого виходу дешифратора 28), з його виходу сигнал через четвертий елемент АБО 74 подається на перший вхід першого елемента І 53, який вихідним сигналом через третій елемент АБО 54 відкриває п'ятий елемент І 52, тим самим дозволяючи проходження імпульсів від генератора імпульсів 24 у перший лічильник імпульсів 59. При цьому в перший лічильник імпульсів 59 надходить визначена кількість імпульсів, що відповідає значенню струму та тиску стисненого повітря в момент комутації вимикача, у перерахуванні на відключення номінального робочого струму вимикача. Після проходження визначеної кількості імпульсів у перший лічильник імпульсів 59 на виході цифрового компаратора 62 з'являється сигнал логічної одиниці, що закриває елементи І 53 і 52, подача імпульсів у перший лічильник імпульсів 59 припиняється, а перший формувач імпульсів 55 виробляє сигнал, що скидає всі тригери, а також лічильники імпульсів 26 і 59. У момент проходження імпульсів в перший лічильник імпульсів 59 дев'ятий елемент І 83 відкритий і через нього імпульси надходять також у другий лічильник імпульсів 86, збільшуючи значення записаного коду останнього, що свідчить про вичерпання ресурсу першого вимикача на величину, яка відповідає значенню відключеного вимикачем струму при певному значенні тиску стисненого повітря в перерахуванні на номінальний робочий струм вимикача. Після цього на виході першого одновібратора 68 з'являється сигнал логічного нуля, на виходах дешифратора 28 відновлюються сигнали логічної одиниці, що чередуються.

Зазначимо, що в такому циклі роботи в лічильник механічного ресурсу вимикача 80 надходить один імпульс.

Якщо в електричній мережі виникає ситуація, коли струм короткого замикання протікає через один вимикач, а відключається інший, то в цьому випадку запропонований пристрій також працює коректно. Припустимо, що аварійний струм протікає через другий вимикач, значення струму запам'ятовується в 42, 43 і 44 тригерах, але відбувається відключення третього вимикача. При цьому вихідний сигнал із третього датчика комутації 67 переднім фронтом запускає третій одновібратор 70. Оскільки на жодному з елементів І 71, 72, 73 не відбувається збіг сигналів, то на виході елемента АБО 74 є присутнім сигнал логічного нуля, зате з виходу елемента АБО 75 прямуючий через диференціюючий елемент 76 імпульс встановлює в одиничний стан четвертий тригер 64, скидання якого відбувається після надходження в перший лічильник імпульсів 59 одного імпульсу. Одночасно цей же імпульс збільшує на одиницю рахунку значення коду, записаного в восьмому лічильнику імпульсів 82, який є лічильником механічного ресурсу вимикача, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та в четвертому лічильнику імпульсів 88, тим самим збільшуючи витрачений робочий ресурс третього вимикача. Після цього відновлюється вихідний режим роботи пристрою.

Якщо, наприклад, перший вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, то при ввімкненні вимикача на виході першого датчика комутації 65 встановлюється сигнал логічного нуля, який поступає на вхід другого формувача імпульсів 48. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який через сьомий елемент АБО 51 подається на керуючий вхід цифрового комутатора 61, що підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 59 до цифрового компаратора 62 через другий функціональний перетворювач 60, в якому значення струму, що встановлюється на виході першого лічильника імпульсів 59 після вимкнення першого 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 групи вимикачів по ресурсним характеристикам на вмикання і вимикання при ввімкненні вимикачів на коротке замикання в електричній мережі.

Даний пристрій дозволяє визначати відпрацьований ресурс більшої кількості вимикачів. Для цього необхідно зробити відповідні зміни в п'ятому лічильнику імпульсів 26 і дешифраторі 28, збільшити кількість одновібраторів, ресурсних і механічних лічильників, формувачів імпульсів, компараторів, а також відповідних логічних елементів І, АБО.

Кількість розрядів першого лічильника імпульсів 59, а також число тригерів вибирається в залежності від діапазону вимірюваних струмів, тиску стисненого повітря і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Тривалість імпульсу диференціюючого елемента 76 вибирається меншою тривалості імпульсу, який формується генератором імпульсів 24.

Тривалість імпульсів одиниць з прямим динамічним входом 68, 69 і 70 та тривалість імпульсу формувачів імпульсів 48, 49 і 50 вибирається більшою часу повного заповнення імпульсами першого лічильника імпульсів 59.

Час затримки сигналу в блоці затримки сигналу 57 вибирається на порядок більше тривалості імпульсів одиниць.

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.

