



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14661 (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 КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

1

2

(21) u200511931

(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 комутаційних апаратів, 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, входи четвертого і п'ятого компараторів підключені один до одного, а виходи з'єднані відповідно з першими входами першого і другого тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього, четвертого і п'ятого тригерів 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 першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу, виходи першого і другого тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора, вихід генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів четвертого, шостого і восьмого елементів І, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента І з'єднані з виходом першого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, вихід якого підключений до першого входу шифратора, вихід третього елемента АБО через диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів ІІ відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів ІІ, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого

елементів І, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів І з'єднані відповідно з першими входами четвертого, п'ятого і шостого елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів І підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента І, а також вхід блока затримки сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента через перші входи п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І підключений відповідно до входів восьмого і дев'ятого лічильників імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації через перший і другий однобіратори з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО, а також з другими входами п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І, виходи першого і другого датчиків комутації через другий і третій формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого однобіатора підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід другого однобіатора з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, виходи першого, другого і третього електронних ключів підключені один до одного, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів з'єднані з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, який **відрізняється** тим, що в нього введені шостий, сьомий і восьмий компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, четвер-

(19) UA (11) 14661 (13) U

тий, п'ятий і шостий електронні ключі, причому вихід першого електронного ключа підключений до входів шостого, сьомого і восьмого компараторів, а також з'єднаний 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 сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з дру-

гими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами четвертого і п'ятого електронних ключів відповідно, вихід восьмого 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 групи високовольтних вимикачів в радіальних електричних мережах з одностороннім живленням.

Відомий пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів [Патент України № 36250А, М. кл. G07 С 3/10, бюл. № 3, 2001], 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, виходи яких підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами першого і другого тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього, четвертого і п'ятого тригерів 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 елемента затримки сигналу, вхід якого і другий вхід першого елемента І підключені до виходу третього елемента АБО, перший, другий і третій входи якого з'єднані з входами другого, третього і четвертого елементів І, виходи першого і другого тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора, перший, другий і третій входи якого з'єднані з першими входами другого, третього і четвертого елементів І, другі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів першого лічильника імпульсів через перший, другий і третій елементи НІ відповідно, вихід генератора імпульсів з'єднаний з першим входом п'ятого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів сьомого, дев'ятого і одинадцятого елементів І, вхід формувача імпульсів разом з другим входом п'ятого елемента І з'єднані з виходом першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого елемента АБО, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, а також до першого, другого і третього входів першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з першим входом шифратора, виходи першого і другого датчиків комутації підключені до першого і другого входів четвертого елемента АБО, вихід якого че-

рез диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами шостого, восьмого і десятого елементів І, другі входи яких підключені до виходів четвертого, п'ятого і шостого елементів НІ відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів четвертого, п'ятого і шостого елементів НІ, а також відповідно до других входів сьомого, дев'ятого і одинадцятого елементів І, виходи шостого, восьмого і десятого елементів І з'єднані відповідно з першими входами п'ятого, шостого і сьомого елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів сьомого, дев'ятого і одинадцятого елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами п'ятнадцятого, шістнадцятого і сімнадцятого елементів І, вихід першого датчика комутації підключений до других входів п'ятнадцятого, шістнадцятого і сімнадцятого елементів І, вихід другого датчика комутації з'єднаний з другими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи з дванадцятого по сімнадцятий елементів І підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників 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 групи комутаційних апаратів [Патент України № 3743, М. кл. G07 С 3/10, бюл. № 12, 2004], 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, виходи яких підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами першого і другого тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього, четвертого і п'ятого тригерів 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 першого фор-

мувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу, виходи першого і другого тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора, вихід генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента I з'єднані з виходом першого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів з'єднані відповідно з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, а також з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, вихід якого підключений до першого входу шифратора, вихід третього елемента АБО через диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів I, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів HI відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів HI, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першими входами четвертого, п'ятого і шостого елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів I відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента I, а також вхід блока затримки сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента через перші входи п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів I підключений відповідно до входів восьмого і дев'ятого лічильників імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації через перший і другий одинівбратори з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО, а також з другими входами п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів I, виходи першого і другого датчиків комутації через другий і третій формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого одинівбратора підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, вихід другого одинівбратора

з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I.

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

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, 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, входи четвертого і п'ятого компараторів підключені один до одного, а виходи з'єднані відповідно з першими входами першого і другого тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього, четвертого і п'ятого тригерів 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 першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу, виходи першого і другого тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора, вихід генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента I з'єднані з виходом першого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, вихід якого підключений до першого входу шифратора, вихід третього елемента АБО через диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів I, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів HI відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів HI, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першими входами четвертого, п'ятого і шостого елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів I відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого, трина-

дцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів І підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента І, а також вхід блока затримки сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента через перші входи п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І підключений відповідно до входів восьмого і дев'ятого лічильників імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації через перший і другий однобратори з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО, а також з другими входами п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І, виходи першого і другого датчиків комутації через другий і третій формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого однобратора підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід другого однобратора з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, виходи першого, другого і третього електронних ключів підключені один до одного, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів з'єднані з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, введено шостий, сьомий і восьмий компаратори, перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, перший і другий масштабуючі підсилювачі, четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі, причому вихід першого електронного ключа підключений до входів шостого, сьомого і восьмого компараторів, а також з'єднаний 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 сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами четвертого і п'ятого електронних ключів відповідно, вихід восьмого 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.

Пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів 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 - третій, четвертий і п'ятий тригери; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні

ключі; 13, 14, 15 - шостий, сьомий і восьмий компаратори; 16, 17 - перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО; 18, 19 - перший і другий масштабуючі підсилювачі; 20, 21, 22 - четвертий, п'ятий і шостий електронні ключі; 23 - перший елемент АБО; 24, 25 - четвертий і п'ятий компаратори; 26, 27 - перший і другий тригери; 28 - шифратор; 29, 30 - другий і третій формувачі імпульсів; 31 - сьомий елемент АБО; 32 - генератор імпульсів; 33 - другий елемент І; 34 - третій елемент АБО; 35 - перший елемент І; 36 - перший формувач імпульсів; 37 - блок установки нуля; 38 - блок затримки сигналу; 39 - другий елемент АБО; 40 - перший лічильник імпульсів; 41 - функціональний перетворювач; 42 - цифровий комутатор; 43 - цифровий компаратор; 44 - диференціюючий елемент; 45, 46 - п'ятнадцятий і шістнадцятий елементи І; 47, 48 - восьмий і дев'ятий лічильники імпульсів; 49, 50, 51 - перший, другий і третій елементи НІ; 52, 53, 54, 55, 56, 57 - третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий елементи І; 58, 59, 60 - четвертий, п'ятий і шостий елементи АБО; 61, 62 - перший і другий датчики комутації; 63, 64 - перший і другий однобратори; 65, 66, 67, 68, 69, 70 - дев'ятий, десятий, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий і чотирнадцятий елементи І; 71, 72, 73, 74, 75, 76 - другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий 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, входи четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів підключені один до одного, а виходи з'єднані відповідно з першими входами першого 26 і другого 27 тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього 7, четвертого 8 і п'ятого 9 тригерів і другий вхід першого лічильника імпульсів 40 підключені до виходу другого елемента АБО 39, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 37, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів 36, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу 38, виходи першого 26 і другого 27 тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора 28, вихід генератора імпульсів 32 з'єднаний з першим входом другого елемента І 33, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів 40 і до перших входів четвертого 53, шостого 55 і восьмого 57 елементів І, вхід першого формувача імпульсів 36 разом з другим входом другого елемента І 33 з'єднані з виходом першого елемента І 35, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО 34, виходи третього 7, четвертого 8 і п'ятого 9 тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами першого елемента АБО 23, вихід якого підключений до першого входу шифратора 28, вихід третього елемента АБО 34 через диференціюючий елемент 44 з'єднаний з першими входами третього 52, п'ятого 54 і сьомого 56 елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого 49, другого 50 і третього 51 елементів Ш відповідно, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього 7, четвертого 8 і п'ятого 9 тригерів, виходи яких підключені відповідно до

входів першого 49, другого 50 і третього 51 елементів ПІ, а також відповідно до других входів четвертого 53, шостого 55 і восьмого 57 елементів І, виходи третього 52, п'ятого 54 і сьомого 56 елементів І з'єднані відповідно з першими входами четвертого 58, п'ятого 59 і шостого 60 елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів четвертого 53, шостого 55 і восьмого 57 елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого 65, десятого 66 і одинадцятого 67 елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого 68, тринадцятого 69 і чотирнадцятого 70 елементів І підключені відповідно до входів з другого 71 по сьомий 76 лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента І 35, а також вхід блока затримки сигналу 38 з'єднані з виходом цифрового компаратора 43, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора 28, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора 42, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача 41, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача 41 з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів 40, вихід диференціюючого елемента 44 через перші входи п'ятнадцятого 45 і шістнадцятого 46 елементів І підключений відповідно до входів восьмого 47 і дев'ятого 48 лічильників імпульсів, виходи першого 61 і другого 62 датчиків комутації через перший 63 і другий 64 одинівбратори з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО 34, а також з другими входами п'ятнадцятого 45 і шістнадцятого 46 елементів І, виходи першого 61 і другого 62 датчиків комутації через другий 29 і третій 30 формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО 31, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 42, вихід першого одинівбратора 63 підключений до других входів дванадцятого 68, тринадцятого 69 і чотирнадцятого 70 елементів І, вихід другого одинівбратора 64 з'єднаний з другими входами дев'ятого 65, десятого 66 і одинадцятого 67 елементів І, виходи першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів підключені один до одного, виходи третього 7, четвертого 8 і п'ятого 9 тригерів з'єднані з керуючими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, вихід першого електронного ключа 10 підключений до входів шостого 13, сьомого 14 і восьмого 15 компараторів, а також з'єднаний 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 сьомого 14 і восьмого 15 компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого 16 і другого 17 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого 13 і сьомого 14 компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами четвертого 20 і п'ятого 21 електронних ключів відповідно, вихід восьмого компаратора 15 під-

ключений до керуючого входу шостого електронного ключа 22, вихід якого, а також виходи четвертого 20 і п'ятого 21 електронних ключів з'єднані з виходом четвертого компаратора 24.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 37 коротким імпульсом через другий елемент АБО 39 встановлює перший 26, другий 27, третій 7, четвертий 8 і п'ятий 9 тригери, а також перший лічильник імпульсів 40 у нульовий стан. Одночасно генератор імпульсів 32 починає виробляти послідовність імпульсів.

Датчики струму пристрою розташовані в фазах А, В, і С ввідного вимикача системи живлення збірних шин, а датчики комутацій входять в конструкцію кожного високовольтного вимикача.

Як приклад, даний пристрій дозволяє контролювати комутаційний ресурс двох високовольтних вимикачів, причому другим 71, третім 72 і четвертим 73 лічильниками імпульсів враховується поплюсно комутаційний ресурс вимикача з датчиком комутації 62, а п'ятим 74, шостим 75 і сьомим 76 враховується поплюсно комутаційний ресурс вимикача з датчиком комутації 61. Механічний ресурс цих вимикачів враховується восьмим 47 і дев'ятим 48 лічильниками імпульсів, які підключені відповідно до першого 61 і другого 62 датчиків комутації.

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 третього тригера 7. При цьому на виході тригера 7 з'являється сигнал логічної одиниці який через перший 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 шостий 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 шостий 13 і сьомий 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 будь-який з вимикачів (наприклад, другий, на якому встановлений другий датчик комутації 62) відключає коло зі струмом, значення якого не перевищує номінальний робочий струм, то при цьому на виході другого датчика комутації 62 з'являється сигнал логічної одиниці, який переднім фронтом запускає другий одновібратор 64. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу другого одновібратора 64 відкриває дев'ятий 65, десятий 66 і одинадцятий 67 елементи І та через третій елемент АБО 34 і через диференціюючий елемент 44 у вигляді короткого імпульсу через відкритий шістнадцятий елемент І 46 надходить на вхід дев'ятого лічильника імпульсів 48, який є лічильником механічного ресурсу комутаційного апарата, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та через відкриті третій 52, п'ятий 54 і шостий 56 елементи І, а потім через четвертий 58, п'ятий 59 і шостий 60 елементи АБО на відповідні входи елементів І 65, 66, 67, з виходів яких одиничні імпульси подаються на входи другого 71, третього 72 і четвертого 73 лічильників імпульсів, які є лічильниками залишкового ресурсу кожного полюса трифазного високовольтного вимикача. Занесення в кожний лічильник по одному імпульсу свідчить про зменшення залишкового ресурсу на одиницю рахунку, а також про те, що відбулася комутація струму, значення якого не перевищує номінальний робочий струм вимикача. При цьому елементи І 52, 54, 56 були відкритими, оскільки на входах елементів Ш 49, 50, 51 були присутні сигнали логічного нуля, що свідчить про відсутність відключення вимикачем аварійного струму електричної мережі.

Якщо в електричній мережі виникає струм короткого замикання спричинений, наприклад, замиканням між фазами В і С, і його необхідно відключити, наприклад, за допомогою першого вимикача, що містить перший датчик комутації 61, то в цьому випадку струм короткого замикання протікає через ввідний вимикач системи збірних шин, на виходах другого 2 і третього 3 датчиків струму з'являється постійна напруга, пропорційна комутуємому струму, яка надходить відповідно на входи другого 5 і третього 6 компараторів, що призводить до встановлення в одиничний стан четвертого 8 і п'ятого 9

тригерів відповідно. Пороги спрацювання компараторів 4, 5 і 6 однакові і лише незначно перевищують значення номінального робочого струму вимикача. Одночасно з виходів датчиків струму 2 і 3 сигнали через відповідні електронні ключі 11 і 12, які відкриті керуючими сигналами з виходів тригерів 8 і 9, через блоки 13-22 поступають на входи четвертого 24 і п'ятого 25 компараторів, які мають різні пороги спрацювання, причому компаратор 25 має цей поріг найвищий, а компаратор 24 має поріг спрацювання більший, ніж компаратори 4, 5 і 6.

В залежності від значення струму, що відключається, на входах шифратора 28 встановлюються різні комбінації сигналів.

Наприклад, якщо спрацювали компаратори 24 і 25, то встановилися в одиничний стан перший 26 і другий 27 тригери. При цьому на виході шифратора 28 з'являється цифровий код пропорційний комутуємому струму. На виході першого лічильника імпульсів 40 встановлений нульовий цифровий код, який через цифровий комутатор 42 поступає на вхід цифрового компаратора 43. При цьому на його виході встановлюється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід елемента затримки сигналу 38 і на вхід першого елемента 135.

Якщо струм короткого замикання пройшов через вимикач, але вимикач не відключився (а таке часто трапляється в електричних мережах при селективній роботі релейного захисту), то через певний час з виходу елемента затримки сигналу 38 надходить сигнал логічної одиниці, який через другий елемент АБО 39 обнуляє тригери 7, 8, 9, 26, 27.

Якщо ж після проходження струму короткого замикання через вимикач останній відключається, то спрацює перший датчик комутації 61, який переднім фронтом запускає перший одновібратор 63, вихідний сигнал якого подається через третій елемент АБО 34 і відкриває перший елемент І 35. З виходу останнього сигнал поступає на другий елемент І 33, відкриває його, тим самим дозволяючи проходження імпульсів від генератора імпульсів 32 в лічильник імпульсів 40. При цьому на виході лічильника імпульсів 30 встановлюється цифровий код, який через цифровий комутатор 42 поступає на вхід цифрового компаратора 43. В момент, коли цифрові коди, що поступають на входи цифрового компаратора 43, зрівнюються, на його виході формується сигнал логічного нуля, який закриває перший 35 і другий 33 елементи І, припиняючи подачу імпульсів у лічильник 40. При цьому перший формувач імпульсів 36 виробляє сигнал, що скидає всі тригери, а також лічильник імпульсів 40. В момент проходження імпульсів в лічильник 40 шостий 55 і восьмий 57 елементи І відкриті (на виходах тригерів 8 і 9 присутній сигнал логічної одиниці) і через них, через п'ятий 59 і шостий 60 елементи АБО, через відкриті тринадцятий 69 і чотирнадцятий 70 елементи І відповідна кількість імпульсів надходить також у шостий 75 та сьомий 76 лічильники імпульсів, збільшуючи їх показання і тим самим засвідчуючи спрацювання ресурсу першого вимикача по фазах В і С на величину, що відповідає значенню відключеного вимикачем струму в перерахунку на номінальний робочий струм вимикача. При цьому в п'ятий лічи-

льник імпульсів 74 - лічильник ресурсу полюса фази А першого вимикача - заноситься лише один імпульс, що свідчить про те, що полюс фази А вимикача не приймає участі у відключенні струму короткого замикання, а ним проводилась комутація лише робочого струму, що не перевищує номінальний робочий струм вимикача. Проходження одного імпульсу в лічильник імпульсів 74 організовано наступним чином. При спрацюванні датчика комутації 61, що запускає однофазатор 63, з виходу елемента АБО 34 сигнал поступає на диференційний елемент 44, з виходу якого короткий імпульс через відкритий третій елемент І 52 (на виході першого елемента НІ 49 присутній сигнал логічної одиниці, оскільки третій тригер 7 не спрацював), через елемент АБО 58, через відкритий дванадцятий елемент І 68 подається в лічильник імпульсів 74.

Зазначимо, що в такому циклі роботи в лічильник механічного ресурсу 37 першого вимикача знову ж надходить один імпульс.

Якщо, наприклад, перший вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, наприклад в фазі С, то при ввімкненні вимикача на виході першого датчика комутації 61 встановлюється сигнал логічного нуля, який поступає на вхід другого формувача імпульсів 29. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який через сьомий елемент АБО 31 подається на керуючий вхід цифрового комутатора 42, що підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 40 до цифрового компаратора 43 через функціональний перетворювач 41, в якому значення струму, що встановлюється на виході лічильника імпульсів 40 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 ввімкнення і вимкнення при ввімкненні вимикачів на коротке замикання в електричній мережі.

Даний пристрій дозволяє контролювати ресурс більшої кількості вимикачів. Для цього необхідно

лише збільшити кількість входів елементів АБО 31, 34, додати по три лічильники імпульсів та по три елементи І на кожен додатково діагностуємих вимикач, а також додати один однофазатор і один формувач імпульсів на кожен вимикач.

Кількість розрядів лічильника імпульсів 40, а також кількість тригерів, що фіксують значення комутуваного струму, вибирається в залежності від діапазону вимірюваних струмів і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу. Тривалість імпульсу диференційного елемента 44 вибирається дещо меншою тривалості імпульсу генератора імпульсів 32.

Час затримки сигналу в блоці затримки сигналу 38 вибирається більшим тривалості циклу, коли в лічильник імпульсів 40 проходить найбільша кількість імпульсів.

Тривалість роботи першого 63 і другого 64 однофазаторів, які спрацювають по передньому фронту сигналу, підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в ресурсний лічильник 40.

Кількість розрядів восьмого 47 і дев'ятого 48 лічильників імпульсів вибирається в залежності від значення механічного ресурсу вимикачів.

Функціональний перетворювач 41 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 ввімкненні на коротке замикання в мережі.

Тривалість сигналу на виході формувачів імпульсів 29 і 30 повинна бути не меншою часу відключення вимикача при ввімкненні його на коротке замикання в мережі та часу, за який в лічильник імпульсів 40 надходить найбільша кількість імпульсів.

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

