



УКРАЇНА

(19) UA (11) 15902 (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) u200601127

(22) 06.02.2006

(24) 17.07.2006

(46) 17.07.2006, Бюл. № 7, 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 з входами першого, другого і третього компараторів та 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 першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів I, вхід формувача імпульсів разом з другим входом першого елемента I підключені до виходу другого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до першого і другого входів другого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з входом диференціюючого елемента, вихід першого датчика комутації підключений до перших входів тринадцятого, чотирнадцятого і п'ятнадцятого елементів I, вихід другого датчика комутації з'єднаний з першими входами десятого, одинадцятого і дванадцятого елементів I, виходи з десятого по п'ятнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другі входи десятого і тринадцятого елементів I з'єднані між собою, другі входи одинадцятого і чотирнадцятого елементів I підключені один до одного, другі входи дванадцятого і п'ятнадцятого елементів I з'єднані між собою, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів сьомого, восьмого і дев'ятого елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з першим, другим і

третьом 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 I, виходи яких з'єднані відповідно з другими входами тринадцятого, чотирнадцятого і п'ятнадцятого елементів I, вихід другого елемента АБО через елемент NI підключений до другого входу шостого елемента I, 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 другого елемента АБО, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу третього 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 сьомого, восьмого і дев'ятого елементів I підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані відповідно з першим і другим 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, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з другим входом другого елемента I, який відрізняється тим, що в нього введені 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 восьмого компаратора підключений до керуючого входу шостого електронного ключа, вихід першого електронного ключа з'єднаний зі входами шостого, сьомого, восьмого 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 сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з дру-

(19) UA (11) 15902 (13) U

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, виходи яких, а також вихід шостого електронного ключа підключені до входу 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 №36250А (Україна), М. кл. G07C3/10, 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 відповідно 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 через 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 сімнадцятого 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 магнітопроводу при вимірюванні струмів короткого замикання.

За прототип обрано пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів [Патент №9599 (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 та до аналогових входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані з 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 першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів І, вхід формувача імпульсів разом з другим входом першого елемента І підключені до виходу другого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до першого і другого входів другого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з входом диференціюючого елемента, вихід першого датчика комутації підключений до перших входів тринадцятого, чотирнадцятого і п'ятнадцятого елементів І, вихід другого датчика комутації з'єднаний з першими входами десятого, одинадцятого і дванадцятого елементів

I, виходи з десятого по п'ятнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другі входи десятого і тринадцятого елементів I з'єднані між собою, другі входи одинадцятого і чотирнадцятого елементів I підключені один до одного, другі входи дванадцятого і п'ятнадцятого елементів I з'єднані між собою, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів сьомого, восьмого і дев'ятого елементів I, 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 I, виходи яких з'єднані відповідно з другими входами тринадцятого, чотирнадцятого і п'ятнадцятого елементів I, вихід другого елемента АБО через елемент НІ підключений до другого входу шостого елемента I, 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 другого елемента АБО, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу третього 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 сьомого, восьмого і дев'ятого елементів I підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані відповідно з першим і другим 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, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з другим входом другого елемента 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 магнітопроводу при вимірюванні струмів короткого замикання.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення 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 з входами першого, другого і третього компараторів та з аналоговими входами першого, другого і тре-

тього 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 першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів I, вхід формувача імпульсів разом з другим входом першого елемента I підключені до виходу другого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до першого і другого входів другого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з виходом диференціюючого елемента, вихід першого датчика комутації підключений до перших входів тринадцятого, чотирнадцятого і п'ятнадцятого елементів I, вихід другого датчика комутації з'єднаний з першими входами десятого, одинадцятого і дванадцятого елементів I, виходи з десятого по п'ятнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другі входи десятого і тринадцятого елементів I з'єднані між собою, другі входи одинадцятого і чотирнадцятого елементів I підключені один до одного, другі входи дванадцятого і п'ятнадцятого елементів I з'єднані між собою, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів сьомого, восьмого і дев'ятого елементів I, 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 I, виходи яких з'єднані відповідно з другими входами тринадцятого, чотирнадцятого і п'ятнадцятого елементів I, вихід другого елемента АБО через елемент НІ підключений до другого входу шостого елемента I, 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 другого елемента АБО, вихід диференціюючого елемента підключений до першого входу третього 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 сьомого, восьмого і дев'ятого елементів I підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи четвертого і п'ятого компараторів з'єднані відповідно з першим і другим 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, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної

цифрової шини першого лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з другим входом другого елемента І, 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 восьмого компаратора підключений до керуючого входу шостого електронного ключа, вихід першого електронного ключа з'єднаний зі входами шостого, сьомого, восьмого 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 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, виходи яких, а також вихід шостого електронного ключа підключені до входу 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 - сьомий, восьмий і дев'ятий елементи І; 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, 24 - четвертий і п'ятий компаратори; 25 - функціональний перетворювач; 26 - регістр; 27 - перший лічильник з дешифратором; 28 - другий генератор імпульсів; 29 - шостий елемент І; 30 - елемент ІІ; 31 - диференціюючий елемент; 32 - третій елемент АБО; 33 - другий лічильник з дешифратором; 34 - перший генератор імпульсів; 35 - перший елемент І; 36 - другий елемент АБО; 37 другий елемент І; 38 - блок установки нуля; 39 - формувач імпульсів; 40 - перший елемент АБО; 41 - перший лічильник імпульсів; 42 - цифровий компаратор; 43, 44, 45 - третій, четвертий і п'ятий елементи І; 46, 47 - перший і другий датчики комутації; 48, 49, 50, 51, 52, 53 - десятий, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий, чотирнадцятий і п'ятнадцятий елементи І; 54, 55, 56, 57, 58, 59 - другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий 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 та з аналоговими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи яких підключені один до одного, входи четвертого 23 і п'ятого 24 компараторів з'єднані між собою, другий вхід першого лічильника імпульсів 41 підключений до виходу першого елемента АБО 40, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 38, а другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 39, вихід першого генератора імпульсів 34 з'єднаний з першим входом першого елемента І 35, вихід якого підключений до першого входу

першого лічильника імпульсів 41 і з'єднаний з першими входами третього 43, четвертого 44 і п'ятого 45 елементів І, вхід формувача імпульсів 39 разом з другим входом першого елемента І 35 підключені до виходу другого елемента І 37, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 36, виходи першого 46 і другого 47 датчиків комутації підключені відповідно до першого і другого входів другого елемента АБО 36, вихід якого з'єднаний з входом диференціюючого елемента 31, вихід першого датчика комутації 46 підключений до перших входів тринадцятого 51, чотирнадцятого 52 і п'ятнадцятого 53 елементів І, вихід другого датчика комутації 47 з'єднаний з першими входами десятого 48, одинадцятого 49 і дванадцятого 50 елементів І, виходи з десятого 48 по п'ятнадцятий 53 елементів І підключені відповідно до входів з другого 54 по сьомий 59 лічильників імпульсів, другі входи десятого 48 і тринадцятого 51 елементів І з'єднані між собою, другі входи одинадцятого 49 і чотирнадцятого 52 елементів І підключені один до одного, другі входи дванадцятого 50 і п'ятнадцятого 53 елементів І з'єднані між собою, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів підключені відповідно до перших входів сьомого 7, восьмого 8 і дев'ятого 9 елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого лічильника з дешифратором 27, а також з першим, другим і третім входами регістра 26, четвертий, п'ятий і шостий входи якого підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника з дешифратором 33, а також до других входів третього 43, четвертого 44 і п'ятого 45 елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з другими входами тринадцятого 51, чотирнадцятого 52 і п'ятнадцятого 53 елементів І, вихід другого елемента АБО 36 через елемент ІІ 30 підключений до другого входу шостого елемента І 29, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 28, а вихід підключений до першого входу першого лічильника з дешифратором 27, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 36, вихід диференціюючого елемента 31 підключений до першого входу третього елемента АБО 32, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача імпульсів 39, а вихід підключений до першого входу другого лічильника з дешифратором 33, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 38, виходи сьомого 7, восьмого 8 і дев'ятого 9 елементів І підключені відповідно до керуючих входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи четвертого 23 і п'ятого 24 компараторів з'єднані відповідно з першим і другим входами функціонального перетворювача 25, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини регістра 26, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора 42, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 41, а вихід з'єднаний з другим входом другого елемента І 37, вихід восьмого компаратора 15 підключений до керуючого входу шостого електронного ключа 22, вихід першого електронного ключа 10 з'єднаний зі входами шостого 13,

сьомого 14, восьмого 15 компараторів, першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів, а також з аналоговим входом четвертого електронного ключа 20, виходи першого 18 і другого 19 масштабуючих підсилювачів підключені до аналогових входів п'ятого 21 і шостого 22 електронних ключів відповідно, виходи 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, виходи яких, а також вихід шостого електронного ключа 22 підключені до входу четвертого компаратора 23.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення блок установки нуля 38 коротким імпульсом скидає другий лічильник з дешифратором 33 та через перший елемент АБО 40 встановлює в нульове положення перший лічильник імпульсів 41. Одночасно перший 34 та другий 28 генератори імпульсів починають виробляти послідовність імпульсів.

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

Як приклад, даний пристрій дозволяє контролювати комутаційний ресурс двох високовольтних вимикачів, причому другим 54, третім 55 і четвертим 56 лічильниками імпульсів враховується пополюсно комутаційний ресурс вимикача з датчиком комутації 47, а п'ятим 57, шостим 58 і сьомим 59 враховується пополюсно комутаційний ресурс вимикача з датчиком комутації 46.

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 сьомого елемента І 7. При цьому з виходу другого генератора імпульсів 28 через відкритий шостий елемент І 29 (на другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчиків комутації 46, 47 через елементи АБО 36 та НІ 30) на перший вхід першого лічильника з дешифратором 27 поступають імпульси, які по черзі формують сигнали логічної одиниці на його виходах, тим самим по черзі відкриваючи сьомий 7, восьмий 8 і дев'ятий 9 елементи І. При цьому, коли на першому і другому входах сьомого елемента І 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 шостий компаратор 13, що відповідає першій ділянці, з виходу якого сигнал логічної одиниці поступає на перший

вихід 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 23 і п'ятого 24 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 23 і п'ятого 24 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 вимикачі введені в роботу, то на виходах першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'являється напруга, пропорційна струму, що протікає в різних фазах вимикачів, 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 сьомого 7, восьмого 8 і дев'ятого 9 елементів І. Також з виходу другого генератора імпульсів 28 через відкритий шостий елемент І 29 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу елемента НІ 30, оскільки на вхід останнього надходить сигнал логічного нуля з виходів першого 46 і другого 47 датчиків комутації через другий елемент АБО 36) на перший вхід першого лічильника з дешифратором 27 поступають імпульси, які по черзі формують сигнали логічної одиниці на його виходах, тим самим по черзі відкриваючи сьомий 7, восьмий 8 і дев'ятий 9 елементи І, а також першу, другу і третю комірки пам'яті регістра 26 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 23 і п'ятого 24 компараторів, які мають різні пороги спрацювання. Сигнали, які

з'являються на виходах четвертого 23 і п'ятого 24 компараторів поступають на входи функціонального перетворювача 25, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає величині струму, який протікає в вимикачах. Цифровий код з виходу функціонального перетворювача 25 поступає на вхідну цифрову шину регістра 26, де по черзі запам'ятовується в одній з трьох комірок пам'яті.

В залежності від значень струму цифровий код на виході функціонального перетворювача 25 змінює своє значення.

Таким чином, в регістрі 26 здійснюється запам'ятовування цифрових кодів, які відповідають величинам струму, що протікають в різних фазах вимикачів.

У випадку, коли один із вимикачів відключає коло, наприклад той, що містить перший датчик комутації 46, на його виході з'являється короткочасний сигнал логічної одиниці, який поступає на перший вхід другого елемента АБО 36. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу другого елемента АБО 36 через елемент ІІ 30 поступає на другий вхід шостого елемента І 29 і закриває його. Також сигнал логічної одиниці з виходу другого елемента АБО 36 поступає на другий вхід першого лічильника з дешифратором 27 і встановлює його виходи в нульове положення. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу другого елемента АБО 36 поступає на вхід диференціюючого елемента 31 і формує на його виході короткий імпульс, який через третій елемент АБО 32 поступає на перший вхід другого лічильника з дешифратором 33. В цей момент на першому виході другого лічильника з дешифратором 33 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на четвертий вхід регістра 26, дозволяючи при цьому зчитування цифрового коду з першої комірки пам'яті, який подається на першу вхідну цифрову шину цифрового компаратора 42. При цьому на виході цифрового компаратора 42 з'являється сигнал логічної одиниці, який через відкритий другий елемент І 37 (при цьому на першому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу другого елемента АБО 36) поступає на другий вхід першого елемента І 35 і відкриває його. З виходу першого генератора імпульсів 34 імпульси поступають на перший вхід першого лічильника імпульсів 41, а також через відкриті третій елемент І 43 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці з першого виходу другого лічильника з дешифратором 33) та тринадцятий елемент 151 (при цьому на першому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу першого датчика комутації 46) надходять у п'ятий лічильник імпульсів 57. Кількість імпульсів, що поступають в п'ятий лічильник імпульсів 57, показує як витрачається робочий ресурс вимикача в залежності від значення комутуваного струму. Імпульси з виходу першого генератора імпульсів 34 поступають до тих пір, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах цифрового компаратора 42 не зрівнюються. В цей момент сигнал логічного нуля з виходу цифрового компаратора 42 через другий елемент І 37 поступає на другий вхід першого елемента І 35 та закриває його, а також на вхід формувача імпульсів 39, який коротким імпульсом через перший елемент АБО 40 об-

нуляє перший лічильник імпульсів 41. Також короткий імпульс з виходу формувача імпульсів 39 через третій елемент АБО 32 поступає на перший вхід другого лічильника з дешифратором 33. При цьому на першому виході другого лічильника з дешифратором 33 встановлюється сигнал логічного нуля, а на другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який дозволяє зчитування цифрового коду з другої комірки пам'яті регістра 26. Зменшення залишкового ресурсу відбувається аналогічним чином.

У випадку коли зменшення залишкового ресурсу вимикача пройшло для всіх трьох фаз вимикача, короткий імпульс з виходу формувача імпульсів 39 через третій елемент АБО 32 поступає на перший вхід другого лічильника з дешифратором 33, 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 п'ятий 57, шостий 58 і сьомий 59 лічильники імпульсів. При цьому дотримується визначена залежність між значенням струму, що відключається, і числом імпульсів, які надійшли в лічильники, що показує як витрачається ресурс вимикача в залежності від різних значень комутуваного струму.

У випадку, коли спрацює інший датчик комутації, пристрій працює аналогічним чином. Єдина відмінність полягає в тому, що зменшення залишкового ресурсу відбувається у відповідних лічильниках імпульсів.

Для коректної роботи пристрою необхідно стало часу диференціюючого елемента 31 вибрати меншою періоду проходження імпульсів першого генератора імпульсів 34.

Частота імпульсів першого генератора імпульсів 34 є значно більшою частоти імпульсів другого генераторів імпульсів 28.

Даний пристрій дозволяє контролювати ресурс більшої кількості вимикачів. Для цього необхідно лише збільшити кількість входів другого елемента АБО 36 та додати по три лічильники імпульсів та по три елементи І на кожен додатково діагностуємий вимикач.

Кількість розрядів першого 41, другого 54, третього 55, четвертого 56, п'ятого 57, шостого 58 і сьомого 59 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів, що фіксують значення комутуваного струму, вибирається в залежності від діапазону вимірюваного струму і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Функціональний перетворювач 25 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.

Тривалість імпульсів на виходах датчиків комутації 46 або 47 повинна бути не меншою часу, потрібного для проходження максимальної кількості імпульсів в усі лічильники імпульсів, в яких фіксується робочий ресурс відповідного вимикача.

Кусково-лінійну лінеаризацію можна також здійснювати з використанням більшої кількості ділянок кривої намагнічування, для чого слід збі-

льшити кількість компараторів, елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, масштабуючих підсилювачів, а також електронних ключів.

