



УКРАЇНА

(19) UA (11) 63830 (13) U  
(51) МПК  
G07C 3/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

ОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

1

2

(21) u201102670

(22) 09.03.2011

(24) 25.10.2011

(46) 25.10.2011, Бюл.№ 20, 2011 р.

(72) ГРАБКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, ГРАБКО ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ, МІСЯЦЬ ОЛЕКСАНДР В'ЯЧЕСЛАВОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, датчик початку комутації, вихід якого підключений до першого входу першого елемента I і через перший диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент NI, перший лічильник імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів I, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО, а другі входи підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника імпульсів через другий, третій і четвертий елементи NI відповідно, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами першого, другого і третього тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, входи четвертого, п'ятого і шостого компараторів з'єднані з аналоговим входом першого елек-

тронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, другого і третього компараторів, вхід четвертого компаратора з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, який **відрізняється** тим, що в нього введено перетворювач напруги змінного струму в напругу постійного струму, датчик початку руху, датчик напруги, сьомий і восьмий компаратори, четвертий і п'ятий елементи АБО, сьомий, восьмий, дев'ятий, десятий і одинадцятий елементи I, другий диференціюючий елемент, четвертий тригер, другий генератор імпульсів, блок затримки сигналу, третій лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, цифровий компаратор, перший і другий індикатори, причому вихід п'ятого елемента АБО з'єднаний зі входом другого диференціюючого елемента, вихід якого підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом сьомого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення, а вихід підключений до перших входів восьмого і дев'ятого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим індикаторами, виходи десятого і одинадцятого елементів I підключені до других входів дев'ятого і восьмого елементів I відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом сьомого компаратора, вихід якого підключений до другого входу десятого елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, а ви-

UA (19) 63830 (13) U

хід з'єднаний з другим входом четвертого тригера та з входом блока затримки сигналу, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика струму з'єднаний з входами восьмого компаратора та перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму, вихід якого підключений до входу четвертого компаратора, виходи десятого і одинадцятого елементів I з'єднані відповідно з першим і другим входа-

ми блока задання часу ввімкнення-вимкнення, вихід восьмого компаратора підключений до другого входу одинадцятого елемента I, вихід якого з'єднаний з третім входом четвертого елемента АБО, перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого елемента АБО, а також з'єднані з першими входами десятого і одинадцятого елементів I відповідно.

Корисна модель належить до області електротехніки і може бути використана для вимірювання комутаційного ресурсу високовольтних вимикачів.

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 54157А, М. кл. G07С3/10, бюл. № 2, 2003), що містить датчик початку комутації, вихід якого підключений до першого входу першого елемента I і через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент HI, перший лічильник імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно з'єднані з першими входами четвертого, п'ятого і шостого елементів I, виходи яких підключені до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами другого лічильника імпульсів через другий, третій і четвертий елементи HI відповідно, вихід блока установки нуля підключений до першого входу третього елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів першого, другого і третього тригерів, а також до другого входу другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього оптронів, другі входи яких підключені до виходу джерела опорної напруги, а виходи з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього тригерів.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати комутаційний ресурс вимикачів з врахуванням часу їхнього ввімкнення та вимкнення.

За прототип обрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 6509, М. кл. G07С3/10, бюл. № 5, 2005), що містить датчик початку комутації, вихід якого підключений до першого входу першого елемента I і через диференціюючий елемент (в подальшому -

перший диференціюючий елемент) з'єднаний з першим входом другого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент HI, перший лічильник імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів (в подальшому - першого генератора імпульсів), а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів I, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО, а другі входи підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого лічильника імпульсів через другий, третій і четвертий елементи HI відповідно, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами першого, другого і третього тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами четвертого, п'ятого і шостого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, другого і третього компараторів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати комутаційний ресурс вимикачів з врахуванням часу їхнього ввімкнення та вимкнення.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю ресурсу комутаційних апаратів, в якому за рахунок введення перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму, датчика початку руху, датчика напруги, сьомого і восьмого компараторів, четвертого і п'ятого елементів АБО, сьомого, восьмого, дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, другого диференціюючого елемента, четвертого тригера, другого генератора імпульсів, блока затримки сигналу, третього лічильника імпульсів, блока задання часу ввімкнення-вимкнення, цифрового компаратора, першого і другого індикаторів та зв'язків між ними з'являється можливість контролювати комутаційний ресурс вимикачів з врахуванням їхнього часу ввімкнення та вимкнення, що розширює функціональні можливості та підвищує точність роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, датчик початку комутації, вихід якого підключений до першого входу першого елемента I і через перший диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент HI, перший лічильник імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів I, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО, а другі входи підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника імпульсів через другий, третій і четвертий елементи HI відповідно, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами першого, другого і третього тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, входи четвертого, п'ятого і шостого компараторів з'єднані з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, друго-

го і третього компараторів, вхід четвертого компаратора з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, введено перетворювач напруги змінного струму в напругу постійного струму, датчик початку руху, датчик напруги, сьомий і восьмий компаратори, четвертий і п'ятий елементи АБО, сьомий, восьмий, дев'ятий, десятий і одинадцятий елементи I, другий диференціюючий елемент, четвертий тригер, другий генератор імпульсів, блок затримки сигналу, третій лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, цифровий компаратор, перший і другий індикатори, причому вихід п'ятого елемента АБО з'єднаний зі входом другого диференціюючого елемента, вихід якого підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом сьомого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення, а вихід підключений до перших входів восьмого і дев'ятого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим індикаторами, виходи десятого і одинадцятого елементів I підключені до других входів дев'ятого і восьмого елементів I відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом сьомого компаратора, вихід якого підключений до другого входу десятого елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом четвертого тригера та з входом блока затримки сигналу, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика струму з'єднаний з входами восьмого компаратора та перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму, вихід якого підключений до входу четвертого компаратора, виходи десятого і одинадцятого елементів I з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення, вихід восьмого компаратора підключений до другого входу одинадцятого елемента I, вихід якого з'єднаний з третім входом четвертого елемента АБО, перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого елемента АБО, а також з'єднані з першими входами десятого і одинадцятого елементів I відповідно.

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - датчик струму; 2 - перетворювач напруги змінного струму в напругу постійного струму; 3, 4, 5 - четвертий, п'ятий і шостий компаратори; 6, 7 - перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО; 8, 9 - перший і другий масштабуючі підсилювачі; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні ключі; 13, 14, 15 - перший, другий і третій компаратори; 16, 17, 18 - перший, другий і третій оптрони; 19 - джерело опорної напруги; 20, 21, 22 - перший, другий і третій тригери; 23 - шифратор; 24 - перший елемент НІ; 25 - датчик початку комутації; 26 - перший диференціюючий елемент; 27 - другий елемент І; 28 - перший елемент АБО; 29 - перший лічильник імпульсів; 30 - перший генератор імпульсів; 31, 32 - третій і перший елементи І; 33 - формувач сигналу; 34 - блок установки нуля; 35 - третій елемент АБО; 36 - другий лічильник імпульсів; 37, 38, 39 - другий, третій і четвертий елементи НІ; 40, 41, 42 - четвертий, п'ятий і шостий елементи І; 43 - другий елемент АБО; 44 - датчик початку руху; 45 - датчик напруги; 46, 47 - восьмий і сьомий компаратори; 48 - п'ятий елемент АБО; 49, 50 - десятий і одинадцятий елементи І; 51 - другий диференціюючий елемент; 52 - четвертий елемент АБО; 53 - четвертий тригер; 54 - другий генератор імпульсів; 55 - сьомий елемент І; 56 - блок затримки сигналу; 57 - третій лічильник імпульсів; 58 - блок задання часу ввімкнення-вимкнення; 59 - цифровий компаратор; 60, 61 - восьмий і дев'ятий елементи І; 62, 63 - перший і другий індикатори, причому вихід датчика початку комутації 25 підключений до першого входу першого елемента І 32 і через перший диференціюючий елемент 26 з'єднаний з першим входом другого елемента І 27, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера 20 через перший елемент НІ 24, перший лічильник імпульсів 29 з'єднаний з виходом першого елемента АБО 28, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І 27, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів 36 з'єднані з виходом третього елемента І 31, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 30, а другий вхід і вхід формувача сигналу 33 з'єднані з виходом першого елемента І 32, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО 43, виходи першого 20, другого 21 і третього 22 тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора 23, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого 40, п'ятого 41 і шостого 42 елементів І, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО 43, а другі входи підключені відповідно до першого, другого і третього виходів другого лічильника імпульсів 36 через другий 37, третій 38 і четвертий 39 елементи НІ відповідно, вихід блока установки нуля 34 з'єднаний з першим входом третього елемента АБО 35, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу 33, а вихід з'єднаний з другими входами першого 20, другого 21 і третього 22 тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів 36, виходи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів підключені відповідно до перших входів першого 16, другого 17 і третього

18 оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги 19, а виходи підключені відповідно до перших входів першого 20, другого 21 і третього 22 тригерів, входи четвертого 3, п'ятого 4 і шостого 5 компараторів з'єднані з аналоговим входом першого електронного ключа 10, вихід якого, а також виходи другого 11 і третього 12 електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів, вхід четвертого компаратора 3 з'єднаний зі входами першого 8 і другого 9 масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи п'ятого 4 і шостого 5 компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого 6 і другого 7 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого 3 і п'ятого 4 компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого 10 і другого 11 електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора 5 підключений до керуючого входу третього електронного ключа 12, вихід п'ятого елемента АБО 48 з'єднаний зі входом другого диференціюючого елемента 51, вихід якого підключений до першого входу четвертого тригера 53, вихід якого з'єднаний з першим входом сьомого елемента І 55, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів 54, а вихід з'єднаний з першим входом третього лічильника імпульсів 57, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 59, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення 58, а вихід підключений до перших входів восьмого 60 і дев'ятого 61 елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим 62 і другим 63 індикаторами, виходи десятого 49 і одинадцятого 50 елементів І підключені до других входів дев'ятого 61 і восьмого 60 елементів І відповідно, вихід датчика напруги 45 з'єднаний з входом сьомого компаратора 47, вихід якого підключений до другого входу десятого елемента І 49, вихід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО 52, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО 35, а вихід з'єднаний з другим входом четвертого тригера 53 та з входом блока затримки сигналу 56, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника імпульсів 57, вихід датчика струму 1 з'єднаний з входами восьмого компаратора 46 та перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму 2, вихід якого підключений до входу четвертого компаратора 3, виходи десятого 49 і одинадцятого 50 елементів І з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення 58, вихід восьмого компаратора 46 підключений до другого входу одинадцятого елемента І 50, вихід якого з'єднаний з третім входом четвертого елемента АБО 52, перший і другий виходи датчика початку руху 44 підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого елемента АБО 48, а також з'єднані з першими входами десятого 49 і одинадцятого 50 елементів І відповідно.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 34 коротким імпульсом через елемент АБО 35 встановлює у нульове положення перший 20, другий 21, третій 22 тригери, лічильник імпульсів 36, через четвертий елемент АБО 52 четвертий тригер 53, а також через четвертий елемент АБО 52 та блок затримки сигналу 56 третій елемент АБО 57. При цьому на виходах другого 37, третього 38 і четвертого 39 елементів НІ встановлюються сигнали логічної одиниці.

Зазначимо, що як датчик струму 1 використовується трансформатор струму, вихідний сигнал якого має нелінійну залежність від його вхідного сигналу. Для лінеаризації цього сигналу використовуються блоки 3-12, в яких кусково-лінійна лінеаризація здійснюється по трьом ділянкам кривої намагнічування.

Коли напруга з виходу датчика струму 1 через перетворювач напруги змінного струму в напругу постійного струму 2 досягає значення, пропорційного номінальному робочому струму, спрацьовує четвертий компаратор 3, що відповідає першій ділянці, з виходу якого сигнал логічної одиниці поступає на перший вхід першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 6. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на керуючий вхід першого електронного ключа 10, тим самим відкриваючи його і дозволяючи проходження сигналу з виходу датчика струму 1 на входи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів.

Якщо напруга, що пропорційна струму, зростає далі, то спрацьовують четвертий 3 і п'ятий 4 компаратори, що відповідає другій ділянці характеристики датчика струму 1. При цьому на виході першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 6 встановлюється сигнал логічного нуля, а на виході другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 7 - сигнал логічної одиниці, який відкриває другий електронний ключ 11. Значення напруги, пропорційної струму, яке поступає на вхід першого масштабуючого підсилювача 8, 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 другий електронний ключ 11 поступає на входи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів.

Якщо напруга з виходу датчика струму 1 приймає ще більше значення, то перший 10 і другий 11 електронні ключі закриваються, а третій електронний ключ 12 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 датчика струму 1, будемо розуміти сигнал, який отримується на виході електронних ключів 10-12.

Також зазначимо, що використання оптронів 16-18 дозволяє здійснити гальванічну розв'язку між вимірювальним колом та блоками обробки інформації.

Якщо діагностований вимикач відключає коло зі струмом, величина якого менша порогів спрацювання першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів, то при цьому спрацьовує датчик початку комутації 25, сигнал логічної одиниці через перший диференціюючий елемент 26 подається на перший вхід другого елемента І 27 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу першого елемента НІ 24, оскільки на вхід останнього надходить сигнал логічного нуля з виходу першого тригера 20). З виходу другого елемента І 27 через перший елемент АБО 28 короткий імпульс надходить на вхід першого лічильника імпульсів 29, що приводить до спрацювання останнього. При цьому комутаційний ресурс комутаційного апарату зменшується на одиницю, тим самим фіксуючи спрацювання вимикача.

Якщо вимикач відключає коло зі струмом, величина якого більша порога спрацювання першого компаратора 13, то постійна напруга подається на перші входи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів. В залежності від величини струму, що відключається, спрацьовує визначена кількість компараторів, вихідні сигнали яких через перший 16, другий 17 і третій 18 оптрони поступають відповідно на входи першого 20, другого 21 і третього 22 тригерів. При цьому на виходах тригерів, що спрацювали, встановлюються сигнали логічної одиниці. Якщо, наприклад, спрацювали перший 13 і другий 14 компаратори, то спрацьовують перший 20 і другий 21 тригери, на їх виходах встановлюються сигнали логічної одиниці, які поступають на перший та другий входи шифратора 23. Дана комбінація вхідних сигналів призводить до того, що на другому виході шифратора 23 встановлюється сигнал логічної одиниці, який поступає на вхід п'ятого елемента І 41.

З виходу першого тригера 20 сигнал логічної одиниці поступає також на вхід першого елемента НІ 24, на виході якого з'явиться сигнал логічного нуля. У момент відключення вимикача на виході датчика початку комутації 25 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на перший вхід першого елемента І 32 (на виході другого елемента І 27 залишається сигнал логічного нуля, оскільки на другому вході присутній логічний нуль), а на другий вхід подається сигнал логічної одиниці з виходу другого елемента АБО 43, на другому вході якого присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу п'ятого елемента І 41. З виходу першого елемента І 32 сигнал логічної одиниці подається на формувач сигналу 33 та на другий вхід третього елемента І 31. При цьому на перший вхід третього елемента І 31 подається послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 30, що поступає на перший вхід другого лічильника імпульсів 36 і на вхід першого лічильника імпульсів 29 через перший елемент АБО 28. Другий лічильник імпульсів 36 відраховує імпульси першого генератора імпульсів 30 доти, поки на другому виході другого лічильника імпульсів 36 не з'явиться сигнал логічної одиниці. При цьому на виході третього елемента НІ 38 з'явиться сигнал логічного нуля, який закрий п'ятий елемент І 41. Це призведе до появи на виході другого елемента АБО 43

сигналу логічного нуля, який поступає на другий вхід першого елемента І 32, сигнал логічного нуля на виході якого поступає на другий вхід третього елемента І 31. Перший 29 та другий 36 лічильники імпульсів припиняють відлік імпульсів. При цьому на виході формувача сигналу 33 з'являється короткий імпульс, який через третій елемент АБО 35 поступає на другі входи першого 20, другого 21 і третього 22 тригерів, а також на другий вхід другого лічильника імпульсів 36 і обнуляє їх.

За час роботи другого лічильника імпульсів 36 послідовність імпульсів, яка поступила на вхід першого лічильника імпульсів 29, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення комутованого струму в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

Контроль часу ввімкнення високовольтного вимикача здійснюється таким чином. Як тільки починається процес ввімкнення вимикача, то на другому виході датчика початку руху 44 з'являється сигнал, який через п'ятий елемент АБО 48 та другий диференціюючий елемент 51 встановлює четвертий тригер 53 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 54 через сьомий елемент І 55 надходить в третій лічильник імпульсів 57. Надходження імпульсів з другого генератора імпульсів 54 в третій лічильник імпульсів 57 припиняється в момент початку протікання струму через високовольтний вимикач, внаслідок чого на виході датчика струму 1 з'являється сигнал, який через восьмий компаратор 46 фіксується у вигляді сигналу логічної одиниці і через відкритий одинадцятий елемент І 50 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 44) та четвертий елемент АБО 52 обнуляє четвертий тригер 53. Також сигнал логічної одиниці з виходу одинадцятого елемента І 50 через четвертий елемент АБО 52 надходить на вхід блока затримки сигналу 56, який через деякий час обнуляє третій лічильник імпульсів 57. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу одинадцятого елемента І 50 відкриває восьмий елемент І 60 та надходить на другий вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 58, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу ввімкнення вимикача. При цьому цифровий компаратор 59 проводить порівняння кодів, що поступають з третього лічильника імпульсів 57 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 58. Якщо час ввімкнення менший ніж максимальний, то на виході цифрового компаратора 59 з'являється сигнал логічного нуля, який не призводить до спрацювання першого індикатора 62, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час ввімкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході цифрового компаратора 59 з'являється сигнал логічної одиниці, перший індикатор 62 спрацьовує,

а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Контроль часу вимкнення високовольтного вимикача здійснюється аналогічним чином. Як тільки починається процес вимкнення вимикача, то на першому виході датчика початку руху 44 з'являється сигнал, який через п'ятий елемент АБО 48 та другий диференціюючий елемент 51 встановлює четвертий тригер 53 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 54 через сьомий елемент І 55 надходить в третій лічильник імпульсів 57. Це триває до тих пір, поки на виході датчика напруги 45 не з'явиться сигнал, який через сьомий компаратор 47, відкритий десятій елемент І 49 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 44) та четвертий елемент АБО 52 переводить четвертий тригер 53 у нульовий стан. Також сигнал логічної одиниці з виходу десятого елемента І 49 через четвертий елемент АБО 52 надходить на вхід блока затримки сигналу 56, який через деякий час обнуляє третій лічильник імпульсів 57. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу десятого елемента І 49 відкриває дев'ятий елемент І 61 та надходить на перший вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 58, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу вимкнення вимикача. При цьому цифровий компаратор 59 проводить порівняння кодів, що поступають з третього лічильника імпульсів 57 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 58. Якщо час вимкнення менший ніж максимальний, то на виході цифрового компаратора 59 з'являється сигнал логічного нуля, який не призводить до спрацювання другого індикатора 63, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час вимкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході цифрового компаратора 59 з'являється сигнал логічної одиниці, другий індикатор 63 спрацьовує, а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Кількість компараторів, оптронів і тригерів, а також кількість розрядів першого та другого лічильників імпульсів вибирається в залежності від найбільшої величини струмів, що відключаються, а також від необхідного ступеня точності визначення залишкового комутаційного ресурсу вимикача.

Для коректної роботи пристрою постійну часу першого диференціюючого елемента 26 необхідно вибрати меншою періоду чередування імпульсів першого генератора імпульсів 30.

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

