



УКРАЇНА

(19) UA (11) 66044 (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) u201105615

(22) 04.05.2011

(24) 26.12.2011

(46) 26.12.2011, Бюл.№ 24, 2011 р.

(72) ГРАБКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, ГРАБКО ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ, ПИСКЛЯРОВА АННА ВАЛЕРІЇВНА, МУРАВСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, датчик початку комутації, вихід якого через перший диференціюючий елемент підключений до першого входу першого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента NI, вхід якого підключений до виходу першого компаратора, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом другого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, а входи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, вихід блока установки нуля підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів першого, другого і третього тригерів, а також з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу другого елемента I, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого 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 другого лічильника імпульсів, вихід першого диференціюючого елемента підключений до входу

третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент NI з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора, 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 до входу першого компаратора, 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, третій і четвертий елементи АБО; третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий елементи I, другий диференціюючий елемент, четвертий тригер, другий генератор імпульсів, блок затримки сигналу, четвертий лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, другий цифровий компаратор, перший і другий індикатори, причому вихід четвертого елемента АБО з'єднаний зі входом другого диференціюючого елемента, вихід якого підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом четвертого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення, а вихід підключений до перших входів четвертого і п'ятого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим індикаторами, виходи шостого і сьомого елементів I підключені до других входів п'ятого і четвертого елементів I відповідно, вихід датчика напруги

(19) UA (11) 66044 (13) U

з'єднаний з входом сьомого компаратора, вихід якого підключений до другого входу шостого елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом третього елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом четвертого тригера та з входом блока затримки сигналу, вихід якого підключений до другого входу четвертого 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 шостого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення, вихід восьмого компаратора підключений до другого входу сьомого елемента I, вихід якого з'єднаний з третім входом третього елемента АБО, перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до першого і другого входів четвертого елемента АБО, а також з'єднані з першими входами шостого і сьомого 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 № 3396, МПК G 07 C 3/10, бюл. № 11, 2004), що містить датчик початку комутації, вихід якого через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента II, вхід якого з'єднаний з виходом першого компаратора, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом другого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, вихід блока установки нуля підключений до першого входу другого 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, вихід датчика початку комутації з'єднаний з другим входом другого елемента I, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною шифратора, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини 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 цифрою шиною другого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента підключений до входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент II з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора.

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

За найближчий аналог вибрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 16488, МПК G 07 C 3/10, бюл. № 8, 2006), що містить датчик початку комутації, вихід якого через диференціюючий елемент (в подальшому - перший диференціюючий елемент) підключений до першого входу першого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента II, вхід якого підключений до виходу першого компаратора, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом другого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів (в подальшому - першого генератора імпульсів), входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, вихід блока установки нуля підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів першого, другого і третього тригерів, а також з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу другого елемента I, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора (в подальшому - першого цифрового компаратора), перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифрою 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 цифрою шиною другого лічильника імпульсів, вихід першого диференціюючого елемента підключений до входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент II з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора, 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 тре-

тього електронних ключів підключені до входу першого компаратора, 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, третього і четвертого елементів АБО; третього, четвертого, п'ятого, шостого і сьомого елементів I, другого диференціюючого елемента, четвертого тригера, другого генератора імпульсів, блока затримки сигналу, четвертого лічильника імпульсів, блока задання часу ввімкнення-вимкнення, другого 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 через перший диференціюючий елемент підключений до першого входу першого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента NI, вхід якого підключений до виходу першого компаратора, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом другого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, вихід блока установки нуля підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів першого, другого і третього тригерів, а також з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу другого елемента I, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого 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 другого лічильника імпульсів, вихід першого диференціюючого елемента підключений до входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент NI з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора, 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 до входу першого компаратора, 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, третій і четвертий елементи АБО; третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий елементи I, другий диференціюючий елемент, четвертий тригер, другий генератор імпульсів, блок затримки сигналу, четвертий лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, другий цифровий компаратор, перший і другий індикатори, причому вихід четвертого елемента АБО з'єднаний зі входом другого диференціюючого елемента, вихід якого підключений до першого входу четвертого тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента I, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом четвертого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення, а вихід підключений до перших входів четвертого і п'ятого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим індикаторами, виходи шостого і сьомого елементів I підключені до других входів п'ятого і четвертого елементів I відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом сьомого компаратора, вихід якого підключений до другого входу шостого елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом третього елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом четвертого тригера та з входом блока затримки сигналу, вихід якого підключений до другого входу четвертого 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 шостого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення, вихід восьмого компаратора підключений до другого входу сьомого елемента I, вихід якого з'єднаний з третім входом третього елемента АБО, перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до першого і другого входів четвертого елемента АБО, а також з'єднані з першими входами шостого і сьомого елементів I відповідно.

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів пояснюється кресленням, на якому зображено 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 тригери; 19 - шифратор; 20 - датчик початку комутації; 21 - другий елемент HI, 22 - одновібратор; 23 - перший диференціюючий елемент; 24 - перший елемент HI; 25 - третій лічильник імпульсів; 26 - перший елемент I; 27 - перший генератор імпульсів; 28 - другий елемент I; 29 - перший елемент АБО; 30 - перший лічильник імпульсів; 31 - формувач сигналу; 32 - блок установки нуля; 33 - другий елемент АБО; 34 - другий лічильник імпульсів; 35 - функціональний перетворювач; 36 - цифровий комутатор; 37 - перший цифровий компаратор; 38 - датчик початку руху; 39 - датчик напруги; 40, 41 - восьмий і сьомий компаратори; 42 - четвертий елемент АБО; 43, 44 - шостий і сьомий елементи I; 45 - другий диференціюючий елемент; 46 - третій елемент АБО; 47 - четвертий тригер; 48 - другий генератор імпульсів; 49 - третій елемент I; 50 - блок затримки сигналу; 51 - четвертий лічильник імпульсів; 52 - блок задання часу ввімкнення-вимкнення; 53 - другий цифровий компаратор; 54, 55 - четвертий і п'ятий елементи I; 56, 57 - перший і другий індикатори, причому вихід датчика початку комутації 20 через перший диференціюючий елемент 23 підключений до першого входу першого елемента I 26, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента HI 24, вхід якого підключений до виходу першого компаратора 13, вхід першого лічильника імпульсів 30 з'єднаний з виходом першого елемента АБО 29, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I 26, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів 34 з'єднані з виходом другого елемента I 28, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 27, виходи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів з'єднані між собою, а виходи підключені відповідно до перших входів першого 16, другого 17 і третього 18 тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора 19, вихід блока установки нуля 32 підключений до першого входу

другого елемента АБО 33, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу 31, а вихід підключений до других входів першого 16, другого 17 і третього 18 тригерів, а також з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів 34, вихід датчика початку комутації 20 підключений до другого входу другого елемента I 28, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу 31 з'єднані з виходом першого цифрового компаратора 37, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора 19, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора 36, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача 35, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача 35 з'єднані з вихідною цифровою шиною другого лічильника імпульсів 34, вихід першого диференціюючого елемента 23 підключений до входу третього лічильника імпульсів 25, вихід датчика початку комутації 20 через другий елемент HI 21 з'єднаний з входом одновібратора 22, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора 36, виходи 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 до входу першого компаратора 13, 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 керуваними входами першого 10 і другого 11 електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора 5 підключений до керуючого входу третього електронного ключа 12, вихід четвертого елемента АБО 42 з'єднаний зі входом другого диференціюючого елемента 45, вихід якого підключений до першого входу четвертого тригера 47, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента I 49, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів 48, а вихід з'єднаний з першим входом четвертого лічильника імпульсів 51, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора 53, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення 52, а вихід підключений до перших входів четвертого 54 і п'ятого 55 елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим 56 і другим 57 індикаторами, виходи шостого 43 і сьомого 44 елементів I підключені до других входів п'ятого 55 і четвертого 54 елементів I відповідно, вихід датчика напруги 39 з'єднаний з входом сьомого компаратора 41, вихід якого підключений до другого входу шостого елемента I 43, вихід якого з'єднаний з другим входом третього елемента АБО 46, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО 33, а вихід з'єднаний з дру-

гим входом четвертого тригера 47 та з входом блока затримки сигналу 50, вихід якого підключений до другого входу четвертого лічильника імпульсів 51, вихід датчика струму 1 з'єднаний з входами восьмого компаратора 40 та перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму 2, вихід якого підключений до входу четвертого компаратора 3, виходи шостого 43 і сьомого 44 елементів I з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення 52, вихід восьмого компаратора 40 підключений до другого входу сьомого елемента I 44, вихід якого з'єднаний з третім входом третього елемента АБО 46, перший і другий виходи датчика початку руху 38 підключені відповідно до першого і другого входів четвертого елемента АБО 42, а також з'єднані з першими входами шостого 43 і сьомого 44 елементів I відповідно.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 32 коротким імпульсом через другий елемент АБО 33 встановлює у нульове положення перший 16, другий 17, третій 18 тригери, другий лічильник імпульсів 34, через третій елемент АБО 46 четвертий тригер 47, а також через третій елемент АБО 46 і блок затримки сигналу 50 четвертий лічильник імпульсів 51.

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 трьох ділянках кривої намагнічування.

Коли напруга з виходу датчика струму 1, що надходить на вхід перетворювача 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 надходить 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 надходить 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 надходить 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.

Якщо діагностований вимикач відключає коло зі струмом, величина якого менша порога спрацювання першого компаратора 13, то при цьому спрацьовує датчик початку комутації 20, сигнал логічної одиниці через перший диференціюючий елемент 23 подається на перший вхід першого елемента I 26 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу першого елемента NI 24, оскільки на вхід останнього надходить сигнал логічного нуля з виходу першого компаратора 13), а також на вхід третього лічильника імпульсів 25, що призводить до зменшення записаного механічного ресурсу комутаційного апарата на одиницю. З виходу першого елемента I 26 через перший елемент АБО 29 короткий імпульс надходить на вхід першого лічильника імпульсів 30, що приводить до спрацювання останнього. При цьому комутаційний ресурс комутаційного апарата зменшується також на одиницю.

Якщо вимикач відключає коло зі струмом, величина якого більша порога спрацювання першого компаратора 13, то постійна напруга, отримана на виході перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму 2, подається на входи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів. В залежності від значення струму, що відключається, спрацьовує визначена кількість компараторів, вихідні сигнали яких надходять на входи першого 16, другого 17 і третього 18 тригерів. При цьому на виходах тригерів, що спрацювали, встановлюються сигнали логічної одиниці. Якщо, наприклад, спрацювали перший 13 і другий 14 компаратори, то спрацьовують перший 16 і другий 17 тригери, на їх виходах встановлюються сигнали логічної одиниці, які надходять на перший та другий входи шифратора 19. Дана комбінація вхідних сигналів призводить до того, що на виході шифратора 19 встановлюється відповідний цифровий код, який надходить на вхід першого цифрового компаратора 37. Це призводить до того, що на виході першого цифрового компаратора 37 з'являється сигнал логічної одиниці, оскільки цифровий код на першій вхідній цифровій шині більший за цифровий код на другій вхідній цифровій шині.

В момент відключення вимикача на виході датчика початку комутації 20 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий вхід другого елемента I 28 (на виході першого елемента I 26 залишається сигнал логічного нуля, оскільки на другому вході присутній логічний нуль), а на третій вхід подається сигнал логічної одиниці з виходу першого цифрового компаратора 37. При цьому на виході другого елемента I 28 з'являється послідо-

вність імпульсів від першого генератора імпульсів 27, яка надходить на перший вхід другого лічильника імпульсів 34 і на вхід першого лічильника імпульсів 30 через перший елемент АБО 29. Цифровий код з виходу другого лічильника імпульсів 34 через цифровий комутатор 36 надходить на вхід першого цифрового компаратора 37. Другий лічильник імпульсів 34 відраховує імпульси першого генератора імпульсів 27 доки коди на входах першого цифрового компаратора 37 не зрівняються. При цьому на виході першого цифрового компаратора 37 з'являється сигнал логічного нуля, який надходить на третій вхід другого елемента І 28. Перший 30 та другий 34 лічильники імпульсів припиняють відлік імпульсів, на виході формувача сигналу 31 з'являється короткий імпульс, який через другий елемент АБО 33 надходить на другі входи першого 16, другого 17 і третього 18 тригерів, а також на другий вхід другого лічильника імпульсів 34 і обнуляє їх.

За час роботи другого лічильника імпульсів 34 послідовність імпульсів, яка надійшла на вхід першого лічильника імпульсів 30, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення струму відключення в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

Зазначимо, що в такому циклі роботи в лічильник механічного ресурсу вимикача 25 знову ж надходить один імпульс.

Якщо високовольтний вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, то при ввімкненні вимикача на виході датчика початку комутації 20 встановлюється сигнал логічного нуля, який проходить через другий елемент ІІ 21 і переднім фронтом запускає одновібратор 22, який в свою чергу вихідним сигналом логічної одиниці, що подається на цифровий комутатор 36, підключає вихідну цифрову шину другого лічильника імпульсів 34 до першого цифрового компаратора 37 через функціональний перетворювач 35, в якому значення струму, що встановлюється на виході лічильника імпульсів 34 після вимкнення високовольтного вимикача системою релейного захисту, множиться на коефіцієнт, яким враховується додаткове спрацювання ресурсу вимикача, що витрачається згідно з ресурсними характеристиками на ввімкнення. Таким чином, в пристрої в такому циклі роботи враховується спрацювання робочого ресурсу вимикача по ресурсних характеристиках на вмикання і вимикання при ввімкненні останнього на коротке замикання в електричній мережі.

Контроль часу ввімкнення високовольтного вимикача здійснюється таким чином. Як тільки починається процес ввімкнення вимикача, то на другому виході датчика початку руху 38 з'являється сигнал, який через четвертий елемент АБО 42 та другий диференціюючий елемент 45 встановлює четвертий тригер 47 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 48 через третій елемент І 49 надходить в четвертий лічильник імпульсів 51. Надходження імпульсів з другого генератора імпульсів 48 в четвертий лічильник імпульсів 51 припиняється в мо-

мент початку протікання струму через високовольтний вимикач, внаслідок чого на виході датчика струму 1 з'являється сигнал, який через восьмий компаратор 40 фіксується у вигляді сигналу логічної одиниці і через відкритий сьомий елемент І 44 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 38) та третьої елемент АБО 46 обнуляє четвертий тригер 47. Також сигнал логічної одиниці з виходу сьомого елемента І 44 через третій елемент АБО 46 надходить на вхід блока затримки сигналу 50, який через деякий час обнуляє четвертий лічильник імпульсів 51. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу сьомого елемента І 44 відкриває четвертий елемент І 54 та надходить на другий вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 52, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу ввімкнення вимикача. При цьому другий цифровий компаратор 53 проводить порівняння кодів, що надходять з четвертого лічильника імпульсів 51 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 52. Якщо час ввімкнення менший ніж максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 53 з'являється сигнал логічного нуля, який не призводить до спрацювання першого індикатора 56, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час ввімкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 53 з'являється сигнал логічної одиниці, перший індикатор 56 спрацювує, а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Контроль часу вимкнення високовольтного вимикача здійснюється аналогічним чином. Як тільки починається процес вимикання вимикача, то на першому виході датчика початку руху 38 з'являється сигнал, який через четвертий елемент АБО 42 та другий диференціюючий елемент 45 встановлює четвертий тригер 47 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 48 через третій елемент І 49 надходить в четвертий лічильник імпульсів 51. Це триває до тих пір, поки на виході датчика напруги 39 не з'явиться сигнал, який через сьомий компаратор 41, відкритий шостий елемент І 43 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 38) та третій елемент АБО 46 переводить четвертий тригер 47 у нульовий стан. Також сигнал логічної одиниці з виходу шостого елемента І 43 через третій елемент АБО 46 надходить на вхід блока затримки сигналу 50, який через деякий час обнуляє четвертий лічильник імпульсів 51. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу шостого елемента І 43 відкриває п'ятий елемент І 55 та надходить на перший вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 52, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу вимкнення вимикача. При цьому другий цифровий компаратор 53 проводить порівняння кодів, що надходять з четвертого лічильника імпульсів 51 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 52. Якщо час вимкнення менший, ніж максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 53 з'являється сигнал логічного нуля, який не призводить до спрацюван-

ня другого індикатора 57, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час вимкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 53 з'являється сигнал логічної одиниці, другий індикатор 57 спрацьовує, а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Тривалість роботи одновібратора 22 підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в перший лічильник імпульсів 30.

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

Кількість розрядів третього лічильника імпульсів 25 вибирається в залежності від значення механічного ресурсу вимикача.

Для коректної роботи пристрою постійну частоту першого диференціюючого елементу 23 необхідно вибрати меншою періоду чергування імпульсів першого генератора імпульсів 27.

Функціональний перетворювач 35 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 включенні на коротке замикання в мережі.

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.

