



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65497 (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) u201105612

(22) 04.05.2011

(24) 12.12.2011

(46) 12.12.2011, Бюл.№ 23, 2011 р.

(72) ГРАБКО ВОЛОДИМИР ВІТАЛІЙОВИЧ, ГРАБКО ВАЛЕНТИН ВОЛОДИМИРОВИЧ, БАЛЬЗАН ІГОР ВІКТОРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу четвертого елемента I, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний 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 четвертого елемента I, вихід блока установки нуля підключений до першого входу першого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого 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 першим, другим і третім входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів I, вихід першого генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу четвертого елемента I, вихід датчика початку комутації з'єднаний зі входом елемента NI, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів I, вихід третього елемента I з'єднаний з

входом другого лічильника імпульсів, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, 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 ВИКЛЮЧЕНЕ 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, який відрізняється тим, що в нього введено перетворювач напруги змінного струму в напругу постійного струму, датчик початку руху, диференціюючий елемент, датчик напруги, сьомий і восьмий компаратори, другий і третій елементи АБО, тригер, другий генератор імпульсів, п'ятий, шостий, сьомий, восьмий і дев'ятий елементи I, блок затримки сигналу, четвертий лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, третій цифровий компаратор, перший і другий індикатори, причому перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до першого і другого входів третього елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом диференціюючого елемента, вихід якого підключений до першого входу тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом п'ятого 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 третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення, а вихід підключений до перших входів шостого і сьомого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим індикаторами, виходи восьмого і дев'ятого елементів I підключені до других входів сьомого і шостого елементів I відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом сьомого компаратора, вихід якого підключений до другого входу восьмо-

(19) UA (11) 65497 (13) U

го елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом 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 компара-

тора, виходи восьмого і дев'ятого елементів I з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення, вихід восьмого компаратора підключений до другого входу дев'ятого елемента I, вихід якого з'єднаний з третім входом другого елемента АБО, перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до перших входів восьмого і дев'ятого 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 № 8515, М. кл. G07C3/10, бюл. №8, 2005], що містить датчик струму, вихід якого з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу четвертого елемента I, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом четвертого елемента I, вихід блока установки нуля підключений до першого входу елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого 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, виходи першого, другого і третього оптронів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів I, вихід генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу четвертого елемента I, вихід датчика початку комутації з'єднаний зі входом елемента III, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів I, вихід третього елемента I з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів.

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 №15903, М. кл. G07C 3/10, бюл. № 7, 2006], що містить перший, другий і третій компаратори, входи яких з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу четвертого елемента I, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний 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 четвертого елемента I, вихід блока установки нуля підключений до першого входу елемента АБО (в подальшому - першого елемента АБО), другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого 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 першим, другим і третім входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів I, вихід першого генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу четвертого елемента I, вихід датчика початку комутації з'єднаний зі входом елемента III, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів I, вихід третього елемента I з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, 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 до входу першого компаратора, вихід дат-

чика 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.

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, диференціюючого елемента, датчика напруги, сьомого і восьмого компараторів, другого і третього елементів АБО, тригера, другого генератора імпульсів, п'ятого, шостого, сьомого, восьмого і дев'ятого елементів І, блока затримки сигналу, четвертого лічильника імпульсів, блока задання часу ввімкнення-вимкнення, третього 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, входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу четвертого елемента І, перший вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом четвертого елемента І, вихід блока установки нуля підключений до першого входу першого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до другого входу першого 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 першим, другим і третім входами функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів І, вихід першого генератора імпульсів підключений до перших входів першого і другого елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора,

друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу четвертого елемента І, вихід датчика початку комутації з'єднаний зі входом елемента НІ, вихід якого підключений до третіх входів першого і другого елементів І, вихід третього елемента І з'єднаний з виходом другого лічильника імпульсів, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, 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, введено перетворювач напруги змінного струму в напругу постійного струму, датчик початку руху, диференціюючий елемент, датчик напруги, сьомий і восьмий компаратори, другий і третій елементи АБО, тригер, другий генератор імпульсів, п'ятий, шостий, сьомий, восьмий і дев'ятий елементи І, блок затримки сигналу, четвертий лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, третій цифровий компаратор, перший і другий індикатори, причому перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до першого і другого входів третього елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом диференціюючого елемента, вихід якого підключений до першого входу тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом п'ятого елемента І, 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 третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення, а вихід підключений до перших входів шостого і сьомого елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим індикаторами, виходи восьмого і дев'ятого елементів І підключені до других входів сьомого і шостого елементів І відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом сьомого компаратора, вихід якого підключений до другого входу восьмого елемента І, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом 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 восьмого і дев'ятого елементів І з'єд-

нані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення, вихід восьмого компаратора підключений до другого входу дев'ятого елемента I, вихід якого з'єднаний з третім входом другого елемента АБО, перший і другий виходи датчика початку руху підключені відповідно до перших входів восьмого і дев'ятого 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 - функціональний перетворювач; 21 - перший генератор імпульсів; 22, 23 - перший і другий елементи I; 24 - третій лічильник імпульсів; 25 - перший цифровий компаратор; 26 - елемент HI; 27 - третій елемент I; 28 - другий лічильник імпульсів; 29 - датчик початку комутації; 30 - четвертий елемент I; 31 - блок установки нуля; 32 - формувач імпульсів; 33 - перший елемент АБО; 34 - перший лічильник імпульсів; 35 - другий цифровий компаратор; 36 - датчик початку руху; 37 - датчик напруги; 38, 39 - восьмий і сьомий компаратори; 40 - третій елемент АБО; 41, 42 - восьмий і дев'ятий елементи I; 43 - диференціюючий елемент; 44 - другий елемент АБО; 45 - тригер; 46 - другий генератор імпульсів; 47 - п'ятий елемент I; 48 - блок затримки сигналу; 49 - четвертий лічильник імпульсів; 50 - блок задання часу ввімкнення-вимкнення; 51 - третій цифровий компаратор; 52, 53 - шостий і сьомий елементи I; 54, 55 - перший і другий індикатори, причому входи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації 29 підключений до першого входу четвертого елемента I 30, перший вхід першого лічильника імпульсів 34 з'єднаний з виходом третього елемента I 27, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 21, а другий вхід і вхід формувача сигналу 32 з'єднані з виходом четвертого елемента I 30, вихід блока установки нуля 31 підключений до першого входу першого елемента АБО 33, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу 32, а вихід підключений до другого входу першого лічильника імпульсів 34, виходи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого 16, другого 17 і третього 18 оптронів, другі входи яких підключені до виходу джерела опорної напруги 19, а виходи з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами функціонального перетворювача 20, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 25, перший і другий виходи якого з'єднані відповідно з другими входами першого 22 і другого 23 елементів I, вихід першого генератора імпульсів 21 підключений до перших входів першого 22 і другого 23

елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього лічильника імпульсів 24, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 25 та до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора 35, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів 34, а вихід підключений до другого входу четвертого елемента I 30, вихід датчика початку комутації 29 з'єднаний зі входом елемента HI 26, вихід якого підключений до третіх входів першого 22 і другого 23 елементів I, вихід третього елемента I 27 з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів 28, вихід шостого компаратора 5 підключений до керуючого входу третього електронного ключа 12, 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 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 керуючими входами першого 10 і другого 11 електронних ключів відповідно, перший і другий виходи датчика початку руху 36 підключені відповідно до першого і другого входів третього елемента АБО 40, вихід якого з'єднаний зі входом диференціюючого елемента 43, вихід якого підключений до першого входу тригера 45, вихід якого з'єднаний з першим входом п'ятого елемента I 47, другий вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів 46, а вихід з'єднаний з першим входом четвертого лічильника імпульсів 49, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 51, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання часу ввімкнення-вимкнення 50, а вихід підключений до перших входів шостого 52 і сьомого 53 елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим 54 і другим 55 індикаторами, виходи восьмого 41 і дев'ятого 42 елементів I підключені до других входів сьомого 53 і шостого 52 елементів I відповідно, вихід датчика напруги 37 з'єднаний з входом сьомого компаратора 39, вихід якого підключений до другого входу восьмого елемента I 41, вихід якого з'єднаний з другим входом другого елемента АБО 44, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента АБО 33, а вихід з'єднаний з другим входом тригера 45 та з входом блока затримки сигналу 48, вихід якого підключений до другого входу четвертого лічильника імпульсів 49, вихід датчика струму 1 з'єднаний з входами восьмого компаратора 38 та перетворювача напруги змінного струму в напругу постійного струму 2, вихід якого підключений до входу четвертого компаратора 3, виходи восьмого 41 і дев'ятого 42 елементів I з'єднані відповідно з

першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення 50, вихід восьмого компаратора 38 підключений до другого входу дев'ятого елемента І 42, вихід якого з'єднаний з третім входом другого елемента АБО 44, перший і другий виходи датчика початку руху 36 підключені відповідно до перших входів восьмого 41 і дев'ятого 42 елементів І відповідно.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 31 коротким імпульсом через перший елемент АБО 33 встановлює у нульове положення лічильник імпульсів 34, через другий елемент АБО 44 тригер 45, а також через другий елемент АБО 44 та блок затримки сигналу 48 четвертий лічильник імпульсів 49. Одночасно перший 21 і другий 46 генератори імпульсів починають виробляти послідовності імпульсів.

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 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 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, яка 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.

Зазначимо, що використання оптронів дозволяє здійснити гальванічну розв'язку між вимірювальним колом та блоками обробки інформації.

Якщо вимикач введений в роботу, то на виході датчика струму 1 з'являється напруга, пропорційна струму, що протікає в вимикачі, яка подається на входи першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів, які мають різні пороги спрацювання. Сигнали, які з'являються на виходах першого 13, другого 14 і третього 15 компараторів через перший 16, другий 17 і третій 18 оптрони відповідно надходять на входи функціонального перетворювача 20, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає величині струму, який протікає в вимикачі. Цифровий код з виходу функціонального перетворювача 20 надходить на першу вхідну цифрову шину першого цифрового компаратора 25, на другу вхідну цифрову шину якого надходить код з виходу третього лічильника імпульсів 24.

В залежності від значення струму цифровий код на виході функціонального перетворювача 20 змінює своє значення.

Якщо цифровий код на першому вході першого цифрового компаратора 25 більший, ніж на другому, то на першому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на другий вхід першого елемента І 22, на третій вхід якого надходить сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку комутації 29 через елемент ІІ 26. При цьому перший елемент І 22 відкривається і дозволяє проходження імпульсів, від першого генератора імпульсів 21, на перший вхід третього лічильника імпульсів 24, цифровий код на виході якого збільшується. Цифровий код на виході третього лічильника імпульсів 24 збільшується доти, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах першого цифрового компаратора 25 не зрівняються. При цьому на обох виходах першого цифрового компаратора 25 з'являються сигнали логічного нуля і перший елемент І 22 закривається.

Якщо цифровий код на першому вході першого цифрового компаратора 25 менший, ніж на другому, то на другому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на другий вхід другого елемента І 23, на третій вхід якого надходить сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку комутації 29 через елемент ІІ 26. При цьому другий елемент І 23 відкривається і дозволяє проходження імпульсів від першого генератора імпульсів 21, на другий вхід третього лічильника імпульсів 24, цифровий код на виході якого зменшується. Цифровий код на виході третього лічильника імпульсів 24 зменшується доти, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах першого цифрового компаратора 25 не зрівняються. При цьому на обох виходах першого цифрового компаратора 25 з'являються сигнали логічного нуля і другий елемент І 23 закривається.

Таким чином, в третьому лічильнику імпульсів 24 здійснюється запам'ятовування цифрового ко-

ду, який відповідає величині струму, що протікає в вимикачі.

У випадку, коли вимикач відключає коло, в якому він знаходиться, на виході датчика початку комутації 29 з'являється сигнал логічної одиниці, який через елемент НІ 26 надходить на треті входи першого 22 і другого 23 елементів І, тим самим встановлюючи на їх виходах сигнали логічного нуля. Також сигнал логічної одиниці через четвертий елемент І 30 надходить на другий вхід третього елемента І 27 і відкриває його (з виходу другого цифрового компаратора 35 сигнал логічної одиниці надходить на другий вхід четвертого елемента І 30). При цьому з виходу першого генератора імпульсів 21 імпульси починають надходити на входи першого 34 і другого 28 лічильників імпульсів, зменшуючи залишковий ресурс вимикача. Кількість імпульсів, що надходять в другий лічильник імпульсів 28, показує як витрачається робочий ресурс вимикача в залежності від значення комутаного струму. Імпульси з виходу першого генератора імпульсів 21 надходять доти, поки цифрові коди на першій і другій вхідних цифрових шинах другого цифрового компаратора 35 не зрівняються. В цей момент сигнал логічного нуля з виходу другого цифрового компаратора 35 через четвертий елемент І 30 надходить на вхід третього елемента І 27 та закриває його, а також на вхід формувача імпульсів 32, який коротким імпульсом через перший елемент АБО 33 обнуляє перший лічильник імпульсів 34 та готує пристрій до нового циклу роботи.

Контроль часу ввімкнення високовольтного вимикача здійснюється таким чином. Як тільки починається процес ввімкнення вимикача, то на другому виході датчика початку руху 36 з'являється сигнал, який через третій елемент АБО 40 та диференціюючий елемент 43 встановлює тригер 45 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 46 через п'ятий елемент І 47 надходить в четвертий лічильник імпульсів 49. Надходження імпульсів з другого генератора імпульсів 46 в четвертий лічильник імпульсів 49 припиняється в момент початку протікання струму через високовольтний вимикач, внаслідок чого на виході датчика струму 1 з'являється сигнал, який через восьмий компаратор 38 фіксується у вигляді сигналу логічної одиниці і через відкритий дев'ятий елемент І 42 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 36) та другий елемент АБО 44 обнуляє тригер 45. Також сигнал логічної одиниці з виходу дев'ятого елемента І 42 через другий елемент АБО 44 надходить на вхід блока затримки сигналу 48, який через деякий час обнуляє четвертий лічильник імпульсів 49. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу дев'ятого елемента І 42 відкриває шостий елемент І 52 та надходить на другий вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 50, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу ввімкнення вимикача. При цьому третій цифровий компаратор 51 проводить порівняння кодів, що надходять з четвертого лічильника імпульсів 49 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 50. Як-

що час ввімкнення менший, ніж максимальний, то на виході третього цифрового компаратора 51 з'являється сигнал логічного нуля, який не приводить до спрацювання першого індикатора 54, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час ввімкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході третього цифрового компаратора 51 з'являється сигнал логічної одиниці, перший індикатор 54 спрацює, 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 36 з'являється сигнал, який через третій елемент АБО 40 та диференціюючий елемент 43 встановлює тригер 45 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 46 через п'ятий елемент І 47 надходить в четвертий лічильник імпульсів 49. Це триває доти, поки на виході датчика напруги 37 не з'явиться сигнал, який через сьомий компаратор 39, відкритий восьмий елемент І 41 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 36) та другий елемент АБО 44 переводить тригер 45 у нульовий стан. Також сигнал логічної одиниці з виходу восьмого елемента І 41 через другий елемент АБО 44 надходить на вхід блока затримки сигналу 48, який через деякий час обнуляє четвертий лічильник імпульсів 49. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу восьмого елемента І 41 відкриває сьомий елемент І 53 та надходить на перший вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 50, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу вимкнення вимикача. При цьому третій цифровий компаратор 51 проводить порівняння кодів, що надходять з четвертого лічильника імпульсів 49 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 50. Якщо час вимкнення менший, ніж максимальний, то на виході третього цифрового компаратора 51 з'являється сигнал логічного нуля, який не приводить до спрацювання другого індикатора 55, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час вимкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході третього цифрового компаратора 51 з'являється сигнал логічної одиниці, другий індикатор 55 спрацює, а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Кількість розрядів першого 34, другого 28 та третього 24 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів і оптронів, що фіксують значення комутаного струму, вибирається в залежності від діапазону вимірюваного струму і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Функціональний перетворювач 20 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 можливого значення струму.

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.

