



УКРАЇНА

(19) UA (11) 66263 (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) u201107803

(22) 21.06.2011

(24) 26.12.2011

(46) 26.12.2011, Бюл.№ 24, 2011 р.

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

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить 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 елемента 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, вихід датчика струму підключений до виходу першого компаратора, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід першого компаратора підключений до першого входу першого оптрона, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, друга вхідна цифрова шина першого цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід першого диференціюючого елемента з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент HI підключений до входу першого однофазного генератора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого цифрового компаратора підключений до другого входу першого елемента I, вихідна цифрова шина регістра з'єд-

нана з вхідною цифровою шиною першого елемента HI, вихід першого оптрона підключений до входу третього елемента HI та до першого входу четвертого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу четвертого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого однофазного генератора, вихід якого, а також перший вхід п'ятого елемента I, з'єднані з виходом третього елемента HI, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу п'ятого елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра, другий вхід якого, а також другий вхід третього елемента АБО, підключені до виходу другого елемента АБО, вихідна цифрова шина четвертого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, який відрізняється тим, що в нього введені датчик початку руху, датчик напруги, другий і третій компаратори, другий і третій оптрони, четвертий і п'ятий елементи АБО, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий і десятий елементи I, другий диференціюючий елемент, тригер, третій генератор імпульсів, блок затримки сигналу, п'ятий лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, другий 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 тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом п'ятого 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 сьомого і восьмого елементів I, виходи яких з'єднані, відповідно, з першим і другим індикаторами, виходи дев'ятого і десятого елементів I підключені до других входів восьмого і сьомого елементів I, відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом другого компаратора, вихід якого підключений до першого

(19) UA (11) 66263 (13) U

входу другого оптрона, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, а вихід підключений до другого входу дев'ятого елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом тригера та з входом блока затримки сигналу, вихід якого підключений до другого входу п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика струму з'єднаний з входом третього компаратора, вихід якого підключений до першого входу третьо-

го оптрона, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, а вихід підключений до другого входу десятого 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 до перших входів дев'ятого і десятого елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення.

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

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 8448, М. кл. G07C3/10, бюл. № 8, 2005), 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, вихід датчика струму підключений до входів першого, другого і третього компараторів, виходи першого, другого і третього тригерів 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, 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, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент HI підключений до входу одновібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини шифрато-

ра, а вихід з'єднаний з другим входом першого елемента I.

Головним недоліком даного пристрою є обмежені функціональні можливості за рахунок того, що він не дозволяє вимірювати комутаційний ресурс апаратів з врахуванням часу їхнього ввімкнення та вимкнення.

За найближчий аналог обрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 51201, М. кл. G07C3/10, бюл. № 13, 2010), 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 елемента 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, вихід датчика струму підключений до входу компаратора (в подальшому - першого компаратора), вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід першого компаратора підключений до першого входу оптрона (в подальшому - першого оптрона), другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора (в подальшому - першого цифрового компаратора) підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід першого диференціюючого елемента з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент HI підключений до входу першого одновібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого цифрового компаратора підключений до другого входу першого елемента I, вихідна цифрова шина регістра з'єднана з вхідною цифро-

вою шиною першого елемента НІ, вихід першого оптрона підключений до входу третього елемента НІ та до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу четвертого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого однобратора, вхід якого, а також перший вхід п'ятого елемента І з'єднані з виходом третього елемента НІ, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу п'ятого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра, другий вхід якого, а також другий вхід третього елемента АБО підключені до виходу другого елемента АБО, вихідна цифрова шина четвертого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора.

Головним недоліком даного пристрою є обмежені функціональні можливості за рахунок того, що він не дозволяє вимірювати комутаційний ресурс апаратів 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 нових блоків 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 досягається тим, що в пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик початку комутації, вихід якого підключений до першого входу першого елемента І і через перший диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента НІ, перший лічильник імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані 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 першого елемента І, вихід датчика струму підключений до входу першого компаратора, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід першого компаратора підключений до першого входу першого оптрона, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, друга вхідна цифрова шина першого цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід

першого диференціюючого елемента з'єднаний зі виходом третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент НІ підключений до входу першого однобратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого цифрового компаратора підключений до другого входу першого елемента І, вихідна цифрова шина регістра з'єднана з вхідною цифровою шиною першого елемента НІ, вихід першого оптрона підключений до входу третього елемента НІ та до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу четвертого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого однобратора, вхід якого, а також перший вхід п'ятого елемента І, з'єднані з виходом третього елемента НІ, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу п'ятого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра, другий вхід якого, а також другий вхід третього елемента АБО, підключені до виходу другого елемента АБО, вихідна цифрова шина четвертого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, введено датчик початку руху, датчик напруги, другий і третій компаратори, другий і третій оптрони, четвертий і п'ятий елементи АБО, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий і десятий елементи І, другий диференціюючий елемент, тригер, третій генератор імпульсів, блок затримки сигналу, п'ятий лічильник імпульсів, блок задання часу ввімкнення-вимкнення, другий 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 тригера, вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом п'ятого 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 сьомого і восьмого елементів І, виходи яких з'єднані, відповідно, з першим і другим індикаторами, виходи дев'ятого і десятого елементів І підключені до других входів восьмого і сьомого елементів І, відповідно, вихід датчика напруги з'єднаний з входом другого компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого оптрона, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, а вихід підключений до другого входу дев'ятого елемента І, вихід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, а вихід з'єднаний з другим входом тригера та з входом блока затримки сигналу, вихід якого підключений до другого входу п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика струму з'єднаний з входом третього

компаратора, вихід якого підключений до першого входу третього оптрона, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги, а вихід підключений до другого входу десятого елемента І, 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 до перших входів дев'ятого і десятого елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами блока завдання часу ввімкнення-вимкнення.

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

На схемі: 1 - датчик струму; 2 - перший компаратор; 3 - перший оптрон; 4 - джерело опорної напруги; 5 - другий генератор імпульсів; 6 - четвертий елемент І; 7 - третій елемент НІ; 8 - другий одновібратор; 9 - третій елемент АБО; 10 - четвертий лічильник імпульсів; 11 - регістр; 12 - п'ятий елемент І; 13 - перший елемент НІ; 14 - датчик початку комутації; 15 - перший диференціюючий елемент; 16 - другий елемент І; 17 - перший елемент АБО; 18, 19 - перший і третій лічильники імпульсів; 20 - другий елемент НІ; 21 - перший одновібратор; 22 - перший генератор імпульсів; 23, 24 - третій і перший елементи І; 25 - формувач сигналу; 26 - блок установки нуля; 27 - другий елемент АБО; 28 - другий лічильник імпульсів; 29 - функціональний перетворювач; 30 - цифровий комутатор; 31 - перший цифровий компаратор; 32 - датчик початку руху; 33 - датчик напруги; 34, 35 - третій і другий компаратори; 36, 37 - другий і третій оптрони; 38 - п'ятий елемент АБО; 39, 40 - дев'ятий і десятий елементи І; 41 - другий диференціюючий елемент; 42 - четвертий елемент АБО; 43 - тригер; 44 - третій генератор імпульсів; 45 - шостий елемент І; 46 - блок затримки сигналу; 47 - п'ятий лічильник імпульсів; 48 - блок завдання часу ввімкнення-вимкнення; 49 - другий цифровий компаратор; 50, 51 - сьомий і восьмий елементи І; 52, 53 - перший і другий індикатори, причому вихід датчика початку комутації 14 підключений до першого входу першого елемента І 24 і через перший диференціюючий елемент 15 з'єднаний з першим входом другого елемента І 16, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента НІ 13, перший лічильник імпульсів 18 з'єднаний з виходом першого елемента АБО 17, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І 16, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів 28 з'єднані з виходом третього елемента І 23, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 22, а другий вхід і вхід формувача сигналу 25 з'єднані з виходом першого елемента І 24, вихід датчика струму 1 підключений до входу першого компаратора 2, вихід блока установки нуля 26 з'єднаний з першим входом другого елемента АБО 27, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу 25, а вихід з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів 28, вихід першого компаратора 2 підключений до першого входу першого оптрона 3, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела

опорної напруги 4, друга вхідна цифрова шина першого цифрового компаратора 31 підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 30, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача 29, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача 29 підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів 28, вихід першого диференціюючого елемента 15 з'єднаний з входом третього лічильника імпульсів 19, вихід датчика початку комутації 14 через другий елемент НІ 20 підключений до входу першого одновібратора 21, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 30, вихід першого цифрового компаратора 31 підключений до другого входу першого елемента І 24, вихідна цифрова шина регістра 11 з'єднана з вхідною цифровою шиною першого елемента НІ 13, вихід першого оптрона 3 підключений до входу третього елемента НІ 7 та до першого входу четвертого елемента І 6, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 5, а вихід підключений до першого входу четвертого лічильника імпульсів 10, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього елемента АБО 9, перший вхід якого підключений до виходу другого одновібратора 8, вхід якого, а також перший вхід п'ятого елемента І 12 з'єднані з виходом третього елемента НІ 7, вихід датчика початку комутації 14 підключений до другого входу п'ятого елемента І 12, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра 11, другий вхід якого, а також другий вхід третього елемента АБО 9 підключені до виходу другого елемента АБО 27, вихідна цифрова шина четвертого лічильника імпульсів 10 з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра 11, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 31, вихід п'ятого елемента АБО 38 з'єднаний з входом другого диференціюючого елемента 41, вихід якого підключений до першого входу тригера 43, вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента І 45, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів 44, а вихід з'єднаний з першим входом п'ятого лічильника імпульсів 47, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора 49, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока завдання часу ввімкнення-вимкнення 48, а вихід підключений до перших входів сьомого 50 і восьмого 51 елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим 52 і другим 53 індикаторами, виходи дев'ятого 39 і десятого 40 елементів І підключені до других входів восьмого 51 і сьомого 50 елементів І відповідно, вихід датчика напруги 33 з'єднаний з входом другого компаратора 35, вихід якого підключений до першого входу другого оптрона 36, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги 4, а вихід підключений до другого входу дев'ятого елемента І 39, вихід якого з'єднаний з другим входом четвертого елемента АБО 42, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО 27, а вихід з'єднаний з другим входом тригера 43 та з входом блока

затримки сигналу 46, вихід якого підключений до другого входу п'ятого лічильника імпульсів 47, вихід датчика струму 1 з'єднаний з входом третього компаратора 34, вихід якого підключений до першого входу третього оптрона 37, другий вхід якого з'єднаний з виходом джерела опорної напруги 4, а вихід підключений до другого входу десятого елемента І 40, вихід якого з'єднаний з третім входом четвертого елемента АБО 42, перший і другий виходи датчика початку руху 32 підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого елемента АБО 38, а також до перших входів дев'ятого 39 і десятого 40 елементів І, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами блока задання часу ввімкнення-вимкнення 48.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 26 коротким імпульсом через другий елемент АБО 27 встановлює у нульове положення другий лічильник імпульсів 28, регістр 11 та через третій елемент АБО 9 четвертий лічильник імпульсів 10, а також через четвертий елемент АБО 42 тригер 43 та через блок затримки сигналу 46 п'ятий лічильник імпульсів 47.

Зазначимо, що застосування шунта в датчику струму 1 замість трансформатора струму дозволяє отримувати вихідний сигнал, який має лінійну залежність від його вхідного сигналу, а використання оптронів дозволяє здійснити гальванічну розв'язку між вимірювальним колом та блоками обробки інформації.

Якщо діагностований вимикач відключає коло зі струмом, величина якого менша порога спрацювання першого компаратора 2, то при цьому спрацьовує датчик початку комутації 14, сигнал логічної одиниці через перший диференціюючий елемент 15 подається на перший вхід другого елемента І 16 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу першого елемента НІ 13, оскільки на вхід останнього надходить нульовий цифровий код з виходу регістра 9), а також на вхід третього лічильника імпульсів 19, що призводить до зменшення записаного механічного ресурсу комутаційного апарату на одиницю. З виходу другого елемента І 16 через перший елемент АБО 17 короткий імпульс надходить на вхід першого лічильника імпульсів 18, що приводить до спрацювання останнього. При цьому комутаційний ресурс комутаційного апарату зменшується на одиницю, тим самим фіксуєчи спрацювання вимикача.

Якщо вимикач відключає коло зі струмом, величина якого більша порога спрацювання першого компаратора 2, то змінна напруга з виходу датчика струму 1 подається на вхід першого компаратора 2. При цьому, коли значення напруги збільшується до рівня спрацювання першого компаратора 2, на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який через перший оптрон 3 (на другому вході присутня напруга з виходу джерела опорної напруги 4) надходить на перший вхід четвертого елемента І 6 і відкриває його. Імпульси з виходу другого генератора імпульсів 5 через четвертий елемент І 6 надходять на перший вхід четвертого лічильника імпульсів 10. При цьому на виході останнього з'яв-

ляється цифровий код, який збільшується. Збільшення цифрового коду на виході четвертого лічильника 10 відбувається доки значення напівхвилі синусоїди, отриманої з виходу датчика струму 1, не стане меншим за рівень спрацювання першого компаратора 2. При цьому на виході першого компаратора 2 з'являється сигнал логічного нуля, який через третій елемент НІ 7 надходить на перший вхід п'ятого елемента І 12, на другий інверсний вхід якого надходить сигнал логічного нуля з виходу датчика початку комутації 14. На виході п'ятого елемента І 12 з'являється сигнал логічної одиниці, що надходить на перший вхід регістра 11, який запам'ятовує цифровий код з виходу четвертого лічильника імпульсів 10. Цифровий код з виходу регістра 11 надходить на вхід першого цифрового компаратора 31. Це призводить до того, що на виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, оскільки цифровий код на першій вхідній цифровій шині більший за цифровий код на другій вхідній цифровій шині. Також сигнал логічної одиниці з виходу третього елемента НІ 7 надходить на вхід другого одновібратора 8 і запускає його. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який з затримкою часу через третій елемент АБО 9 обнуляє четвертий лічильник імпульсів 10.

Нульовий цифровий код з виходу регістра 11 надходить на вхід першого елемента НІ 13, на виході якого з'являється сигнал логічного нуля. В момент відключення вимикача на виході датчика початку комутації 14 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий вхід п'ятого елемента І 12 і блокує можливість запису нового цифрового коду з виходу четвертого лічильника імпульсів 10 в регістрі 11. Також сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку комутації 14 подається на перший вхід першого елемента І 24 (на виході другого елемента І 16 залишається сигнал логічного нуля, оскільки на другому вході присутній логічний нуль), а на другий вхід подається сигнал логічної одиниці з виходу першого цифрового компаратора 31. З виходу першого елемента І 24 сигнал логічної одиниці подається на формувач сигналу 25 та на другий вхід третього елемента І 23. При цьому на перший вхід третього елемента І 23 подається послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 22, що надходить на перший вхід другого лічильника імпульсів 28 і на вхід першого лічильника імпульсів 18 через перший елемент АБО 17. Цифровий код з виходу другого лічильника імпульсів 28 через цифровий комутатор 30 надходить на вхід першого цифрового компаратора 31. Другий лічильник імпульсів 28 відраховує імпульси першого генератора імпульсів 22 доти, поки коди на входах першого цифрового компаратора 31 не зрівняються. При цьому на виході першого цифрового компаратора 31 з'являється сигнал логічного нуля, який надходить на другий вхід першого елемента І 24, сигнал логічного нуля на виході якого надходить на другий вхід третього елемента І 23. Перший 18 та другий 28 лічильники імпульсів припиняють відлік імпульсів. При цьому на виході формувача сигналу 25 з'являється короткий імпульс, який через другий елемент АБО 27 надходить на входи другого 28 і чет-

вертого 10 лічильників імпульсів, а також на вхід регістра 11 і обнуляє їх.

За час роботи другого лічильника імпульсів 28 послідовність імпульсів, яка надійшла на вхід першого лічильника імпульсів 18, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення комутованого струму в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

Зазначимо, що в такому циклі роботи в третій лічильник імпульсів 19 механічного ресурсу вимикача 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 14 встановлюється сигнал логічного нуля, який проходить через другий елемент НІ 20 і переднім фронтом запускає перший одновібратор 21, який в свою чергу вихідним сигналом логічної одиниці, що подається на цифровий комутатор 30, підключає вихідну цифрову шину другого лічильника імпульсів 28 до першого цифрового компаратора 31 через функціональний перетворювач 29, в якому значення струму, що встановлюється на виході другого лічильника імпульсів 28 після ввімкнення 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 32 з'являється сигнал, який через п'ятий елемент АБО 38 та другий диференціюючий елемент 41 встановлює тригер 43 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з третього генератора імпульсів 44 через шостий елемент І 45 надходить в п'ятий лічильник імпульсів 47. Надходження імпульсів з третього генератора імпульсів 44 в п'ятий лічильник імпульсів 47 припиняється в момент початку протікання струму через високовольтний вимикач, внаслідок чого на виході датчика струму 1 з'являється сигнал, який через третій компаратор 34 фіксується у вигляді сигналу логічної одиниці і через третій оптрон 37, відкритий десятий елемент І 40 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 32) та четвертий елемент АБО 42 обнуляє тригер 43. Також сигнал логічної одиниці з виходу десятого елемента І 40 через четвертий елемент АБО 42 надходить на вхід блока затримки сигналу 46, який через деякий час обнуляє п'ятий лічильник імпульсів 47. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу десятого елемента І 40 відкриває сьомий елемент І 50 та надходить на другий вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 48, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу ввімкнення вимикача. При цьому

другий цифровий компаратор 49 проводить порівняння кодів, що надходять з п'ятого лічильника імпульсів 47 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 48. Якщо час ввімкнення менший ніж максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 49 з'являється сигнал логічного нуля, який не призводить до спрацювання першого індикатора 52, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час ввімкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 49 з'являється сигнал логічної одиниці, перший індикатор 52 спрацьовує, а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Контроль часу ввімкнення високовольтного вимикача здійснюється аналогічним чином. Як тільки починається процес вимикання вимикача, то на першому виході датчика початку руху 32 з'являється сигнал, який через п'ятий елемент АБО 38 та другий диференціюючий елемент 41 встановлює тригер 43 в одиничний стан. Одночасно послідовність імпульсів з третього генератора імпульсів 44 через шостий елемент І 45 надходить в п'ятий лічильник імпульсів 47. Це триває до тих пір, поки на виході датчика напруги 33 не з'явиться сигнал, який через другий компаратор 35, другий оптрон 36, відкритий дев'ятий елемент І 39 (на його другому вході присутній сигнал логічної одиниці з виходу датчика початку руху 32) та четвертий елемент АБО 42 переводить тригер 43 у нульовий стан. Також сигнал логічної одиниці з виходу дев'ятого елемента І 39 через четвертий елемент АБО 42 надходить на вхід блока затримки сигналу 46, який через деякий час обнуляє п'ятий лічильник імпульсів 47. Одночасно сигнал логічної одиниці з виходу дев'ятого елемента І 39 відкриває восьмий елемент І 51 та надходить на перший вхід блока задання часу ввімкнення-вимкнення 48, на виході якого з'являється цифровий код, що відповідає максимальному часу ввімкнення вимикача. При цьому другий цифровий компаратор 49 проводить порівняння кодів, що надходять з п'ятого лічильника імпульсів 47 і блока задання часу ввімкнення-вимкнення 48. Якщо час ввімкнення менший ніж максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 49 з'являється сигнал логічного нуля, який не призводить до спрацювання другого індикатора 53, що свідчить про правильну роботу високовольтного вимикача. Якщо ж час ввімкнення вимикача перевищує максимальний, то на виході другого цифрового компаратора 49 з'являється сигнал логічної одиниці, другий індикатор 53 спрацьовує, а це свідчить про некоректну роботу високовольтного вимикача.

Тривалість роботи одновібраторів 8 і 21 підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в другий лічильник імпульсів 28.

Кількість розрядів першого 18, другого 28 та четвертого 10 лічильників імпульсів вибирається в залежності від найбільшої величини струмів, що відключаються, а також від необхідного ступеня точності визначення залишкового комутаційного ресурсу вимикача.

Кількість розрядів третього лічильника імпульсів 19 вибирається в залежності від значення механічного ресурсу вимикача.

Для коректної роботи пристрою постійну часу першого диференціюючого елемента 15 необхідно вибрати меншою періоду чергування імпульсів першого генератора імпульсів 22.

Функціональний перетворювач 29 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.

