



УКРАЇНА

(19) UA (11) 58284 (13) U  
(51) МПК  
G07C 3/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ ПОВІТРЯНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ

1

2

(21) u201010716

(22) 06.09.2010

(24) 11.04.2011

(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.

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

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить три датчики струму, шість компараторів, три тригери, три електронних ключі, датчик тиску, регістр, два функціональних перетворювачі, цифровий компаратор, чотири елементи НІ, перший одновібратор, перший генератор імпульсів, датчик комутації, вісім елементів І, блок установки нуля, формувач імпульсів, елемент затримки сигналу, п'ять лічильників імпульсів, диференціюючий елемент, цифровий комутатор, п'ять елементів АБО, причому виходи першого, другого і третього датчиків струму з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою та підключені до входу четвертого компаратора, а аналогові входи з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього датчиків струму, другі входи першого, другого і третього тригерів, а також другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід датчика комутації підключений до входу диференціюючого елемента та до першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів і з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, вихід диференціюючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких

з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього елементів НІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів І з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів І, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, другі входи четвертого, шостого і восьмого елементів І підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами п'ятого і шостого компараторів, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента І підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, виходи п'ятого і шостого компараторів підключені відповідно до першого і другого входів регістра, вихід першого елемента АБО з'єднаний з четвертим входом регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, вихід першого одновібратора з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора підключена до вхідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент НІ підключений до входу першого одновібратора, який відрізняється тим, що в нього введені другий генератор імпульсів, п'ятий елемент НІ, дев'ятий і десятий елементи І, другий одновібратор, шостий лічильник імпульсів, причому вихід четвертого компаратора з'єднаний з входом п'ятого елемента НІ та підключений до першого входу дев'ятого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу шостого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом

UA (19) 58284 (11) 58284 (13) U

другого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого однофазного генератора, вхід якого, а також перший вхід десятого елемента І з'єднані з виходом п'ятого елемента ІІ, вихід датчика комутації підключений до другого входу десятого еле-

мента І, вихід якого з'єднаний з третім входом регістра, другий вхід другого елемента АБО підключений до виходу першого елемента АБО, вихідна цифрова шина шостого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра.

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

Відомий пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів (Патент України № 11320, М. кл. G 07 C 3/10, бюл. № 12, 2005), що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, а також відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою та підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, а аналогові входи з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього датчиків струму, другі входи першого, другого і третього тригерів, а також другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід датчика комутації підключений до входу диференціуючого елемента та до першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів і з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, вихід диференціуючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього елементів ІІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів І з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів І, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, другі входи четвертого, шостого і восьмого елементів І підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента І підключені до виходу цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з

вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, перший вхід регістра підключений до виходу другого елемента АБО, виходи четвертого, п'ятого, шостого і сьомого компараторів з'єднані відповідно з другим, третім, четвертим і п'ятим входами регістра, шостий вхід регістра підключений до виходу датчика комутації, вихід першого елемента АБО з'єднаний з сьомим входом регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача.

Головним недоліком даного пристрою є невисока точність вимірювання аварійних струмів та низька його надійність.

За прототип обрано пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів (Патент України № 29312, М. кл. G 07 C 3/10, бюл. № 1, 2008), що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, а також відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою та підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, а аналогові входи з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього датчиків струму, другі входи першого, другого і третього тригерів, а також другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід датчика комутації підключений до входу диференціуючого елемента та до першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів (в подальшому - першого генератора імпульсів), а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів і з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, вихід диференціуючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього елементів ІІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів І з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого, шостого і восьмого елемен-

тів I, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, другі входи четвертого, шостого і восьмого елементів I підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами шостого і сьомого компараторів, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента I підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, перший вхід регістра підключений до виходу другого елемента АБО, виходи четвертого, п'ятого, шостого і сьомого компараторів з'єднані відповідно з другим, третім, четвертим і п'ятим входами регістра, шостий вхід регістра підключений до виходу датчика комутації, вихід першого елемента АБО з'єднаний з сьомим входом регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, вихід одновібратора (в подальшому - першого одновібратора) з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент HI підключений до входу першого одновібратора.

Головним недоліком даного пристрою є невисока точність вимірювання аварійних струмів та низька його надійність.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, в якому за рахунок введення другого генератора імпульсів, п'ятого елемента HI, дев'ятого і десятого елементів I, другого одновібратора, шостого лічильника імпульсів та зв'язків між ними з'являється можливість вимірювати струм комутації по ширині імпульсу, який відповідає значенню струму, а також спростити структуру пристрою, що дозволяє підвищити точність та надійність його роботи.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрої для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить три датчика струму, шість компараторів, три тригера, три електронних ключа, датчик тиску, регістр, два функціональних перетворювача, цифровий компаратор, чотири елемента HI, перший одновібратор, перший генератор імпульсів, датчик комутації, вісім елементів I, блок установки нуля, формувач імпульсів, елемент затримки сигналу, п'ять лічильників імпульсів, диференціюючий елемент, цифровий комутатор, п'ять елементів АБО, причому виходи першого, другого і третього датчиків струму з'єднані відповідно через перший, другий і третій компаратори з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені

відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою та підключені до входу четвертого компаратора, а аналогові входи з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього датчиків струму, другі входи першого, другого і третього тригерів, а також другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід датчика комутації підключений до входу диференціюючого елемента та до першого входу другого елемента I, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів і з другим входом першого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів і з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів I, вихід диференціюючого елемента підключений до перших входів третього, п'ятого і сьомого елементів I, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого і третього елементів HI, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів I, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого, третього і четвертого лічильників імпульсів, другі входи четвертого, шостого і восьмого елементів I підключені відповідно до виходів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами п'ятого і шостого компараторів, вхід елемента затримки сигналу та другий вхід другого елемента I підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, виходи п'ятого і шостого компараторів підключені відповідно до першого і другого входів регістра, вихід першого елемента АБО з'єднаний з четвертим входом регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, вихід першого одновібратора з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом п'ятого лічильника імпульсів, вихід датчика комутації через четвертий елемент HI підключений до входу першого одновібратора, введено другий генератор імпульсів, п'ятий елемент HI, дев'ятий і десятий елементи I, другий одновібратор, шостий лічильник імпульсів, причому вихід четвертого компаратора з'єднаний з входом

п'ятого елемента НІ та підключений до першого входу дев'ятого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу шостого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого однофазного генератора, вхід якого, а також перший вхід десятого елемента І з'єднані з виходом п'ятого елемента НІ, вихід датчика комутації підключений до другого входу десятого елемента І, вихід якого з'єднаний з третім входом регістра, другий вхід другого елемента АБО підключений до виходу першого елемента АБО, вихідна цифрова шина шостого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра.

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1, 2, 3 - перший, другий і третій датчики струму; 4, 5, 6 - перший, другий і третій компаратори; 7, 8, 9 - перший, другий і третій тригери; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні ключі; 13 - четвертий компаратор; 14 - другий генератор імпульсів; 15 - дев'ятий елемент І; 16 - п'ятий елемент НІ; 17 - другий однофазний генератор; 18 - десятий елемент І; 19 - другий елемент АБО; 20 - шостий лічильник імпульсів; 21 - датчик тиску; 22, 23 - п'ятий і шостий компаратори; 24 - регістр; 25 - перший функціональний перетворювач; 26 - четвертий елемент НІ; 27 - перший однофазний генератор імпульсів; 29 - перший елемент І; 30 - датчик комутації; 31 - другий елемент І; 32 - блок установки нуля; 33 - формувач імпульсів; 34 - елемент затримки сигналу; 35 - перший елемент АБО; 36 - перший лічильник імпульсів; 37 - другий функціональний перетворювач; 38 - цифровий комутатор; 39 - цифровий компаратор; 40 - диференціальний елемент; 41 - п'ятий лічильник імпульсів; 42, 43, 44 - перший, другий і третій елементи НІ; 45, 46, 47, 48, 49, 50 - третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий елементи І; 51, 52, 53 - третій, четвертий і п'ятий елементи АБО; 54, 55, 56 - другий, третій і четвертий лічильники імпульсів, причому виходи першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'єднані відповідно через перший 4, другий 5 і третій 6 компаратори з першими входами першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, виходи яких підключені відповідно до керуючих входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи яких з'єднані між собою та підключені до входу четвертого компаратора 13, а аналогові входи з'єднані відповідно з виходами першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму, другі входи першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, а також другий вхід першого лічильника імпульсів 36 підключені до виходу першого елемента АБО 35, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 32, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 33, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу 34, вихід датчика комутації 30 підключений до входу диференціального елемента 40 та до першого входу другого елемента І 31, вихід якого з'єднаний зі входом формувача імпульсів 33 і з

другим входом першого елемента І 29, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 28, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника імпульсів 36 і з першими входами четвертого 46, шостого 48 і восьмого 50 елементів І, вихід диференціального елемента 40 підключений до перших входів третього 45, п'ятого 47 і сьомого 49 елементів І, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого 42, другого 43 і третього 44 елементів НІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до виходів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, виходи третього 45, п'ятого 47 і сьомого 49 елементів І з'єднані відповідно з першими входами третього 51, четвертого 52 і п'ятого 53 елементів АБО, другі входи яких підключені відповідно до виходів четвертого 46, шостого 48 і восьмого 50 елементів І, а виходи з'єднані відповідно зі входами другого 54, третього 55 і четвертого 56 лічильників імпульсів, другі входи четвертого 46, шостого 48 і восьмого 50 елементів І підключені відповідно до виходів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, вихід датчика тиску 21 з'єднаний зі входами п'ятого 22 і шостого 23 компараторів, вхід елемента затримки сигналу 34 та другий вхід другого елемента І 31 підключені до виходу цифрового компаратора 39, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача 25, виходи п'ятого 22 і шостого 23 компараторів підключені відповідно до першого і другого входів регістра 24, вихід першого елемента АБО 35 з'єднаний з четвертим входом регістра 24, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача 25, вихід першого однофазного генератора 27 з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 38, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора 39 підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 38, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 37, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача 37 підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 36, вихід диференціального елемента 40 з'єднаний з входом п'ятого лічильника імпульсів 41, вихід датчика комутації 30 через четвертий елемент НІ 26 підключений до входу першого однофазного генератора 27, вихід четвертого компаратора 13 з'єднаний з входом п'ятого елемента НІ 16 та підключений до першого входу дев'ятого елемента І 15, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 14, а вихід підключений до першого входу шостого лічильника імпульсів 20, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 19, перший вхід якого підключений до виходу другого однофазного генератора 17, вхід якого, а також перший вхід десятого елемента І 18 з'єднані з виходом п'ятого елемента НІ 16, вихід датчика комутації 30 підключений до другого входу десятого елемента І 18, вихід якого з'єднаний з третім входом регістра 24, другий вхід другого елемента АБО 19 підключений до виходу першого елемента АБО 35, вихідна цифрова шина шостого лічильника імпульсів 20 з'єднана з вхід-

ною цифровою шиною регістра 24.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення блок установки нуля 32 коротким імпульсом через перший елемент АБО 35 встановлює в нульове положення перший 7, другий 8 і третій 9 тригери, а також обнуляє перший 36 і шостий 20 лічильники імпульсів та регістр 24.

Якщо діагностуємий трифазний вимикач відключає коло зі струмом, значення якого менше порога спрацювання першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів, то при цьому спрацює датчик комутації 30 і сигнал логічної одиниці подається на вхід диференціюючого елемента 40, з виходу якого короткий імпульс надходить на вхід п'ятого лічильника імпульсів 41, який є лічильником механічного ресурсу вимикача, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та у другий 54, третій 55 і четвертий 56 лічильники імпульсів відповідно через третій 45, п'ятий 47 і сьомий 49 елементи І та третій 51, четвертий 52 і п'ятий 53 елементи АБО. На других входах третього 45, п'ятого 47 і сьомого 49 елементів І в цей час присутні сигнали логічної одиниці, оскільки на входи першого 42, другого 43 і третього 44 елементів ІІ, підключених до цих елементів, подаються сигнали логічного нуля з виходів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів. При цьому значення кодів, записаних в другому 54, третьому 55 і четвертому 56 лічильниках імпульсів, збільшуються на одиницю, тим самим фіксуючи спрацювання робочого ресурсу кожного полюса трифазного вимикача.

В процесі експлуатації трифазних вимикачів в електричній мережі виникають одно-, двох- і трифазні короткі замикання. Пристрій у різних ситуаціях працює таким чином. Якщо виникає однофазне коротке замикання, наприклад у фазі А, (вважаємо, що датчик струму 1 встановлений у фазі А, датчик струму 2 - у фазі В, датчик струму 3 - у фазі С), що відключається вимикачем, то на виході першого датчика струму 1 з'являється напруга, що відповідає первинному струму. Оскільки перший 4, другий 5 і третій 6 компаратори спрацювують при однакових рівнях сигналу і їх уставка відповідає нижньому порогові спрацювання пристрою, то при короткому замиканні у фазі А (при цьому рівень первинного струму перевищує уставку спрацювання) спрацює перший компаратор 4, що встановлює в одиничний стан перший тригер 7, який в свою чергу подає сигнал логічної одиниці на керуючий вхід першого електронного ключа 10 та відкриває його. Електронні ключі 11 і 12 при цьому залишаються в закритому стані. Змінна напруга з виходу першого датчика струму 1 надходить на вхід четвертого компаратора 13. При цьому, коли значення напруги збільшується до рівня спрацювання четвертого компаратора 13, на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який поступає на перший вхід дев'ятого елемента І 15 і відкриває його. Імпульси з виходу другого генератора імпульсів 14 через дев'ятий елемент І 15 надходять на перший вхід шостого лічильника імпульсів 20. При цьому на виході останнього з'являється цифровий код, який

збільшується. Збільшення цифрового коду на виході шостого лічильника 20 відбувається доки значення напівхвилі синусоїди, отриманої з виходу датчика струму 1, не стане меншим за рівень спрацювання четвертого компаратора 13. При цьому на виході останнього з'являється сигнал логічного нуля, який через п'ятий елемент ІІ 16 надходить на перший вхід десятого елемента І 18. На другий інверсний вхід десятого елемента І 18 надходить сигнал логічного нуля з виходу датчика комутації 30. Одночасно, на виході датчика тиску 21 з'являється напруга, пропорційна тиску стисненого повітря в момент виникнення короткого замикання, яка подається на входи п'ятого 22 і шостого 23 компараторів. В залежності від значення цієї напруги спрацює або п'ятий 22 або шостий 23 компаратори. Вихідні сигнали п'ятого 22 і шостого 23 компараторів надходять відповідно на перший і другий входи регістра 24. На виході десятого елемента ІІ 18 з'являється сигнал логічної одиниці, що надходить на третій вхід регістра 24, який запам'ятовує цифровий код з виходу лічильника імпульсів 20 та сигнали з виходів компараторів 22 і 23. Також сигнал логічної одиниці з виходу п'ятого елемента ІІ 16 надходить на вхід другого однобратора 17 і запускає його. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який з затримкою часу через другий елемент АБО 19 обнуляє шостий лічильник імпульсів 20.

Цифровий код з виходу регістра 24 надходить на вхід першого функціонального перетворювача 25. При цьому на його вихідній цифровій шині встановлюється цифровий код, який відповідає поточним значенням струму і тиску стисненого повітря.

Оскільки цифровий код на виході першого лічильника імпульсів 36 має нульове значення, то на виході цифрового компаратора 39 встановлюється сигнал логічної одиниці.

В момент відключення вимикача спрацює датчик комутації 30, сигнал логічної одиниці з виходу якого подається на перший вхід другого елемента І 31, з виходу якого сигнал логічної одиниці подається на другий вхід першого елемента І 29, внаслідок чого послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 28 надходить в перший лічильник імпульсів 36 і через четвертий елемент І 46 та елемент АБО 51 в другий лічильник імпульсів 54 фази А. Шостий 48 і восьмий 50 елементи І при цьому закриті, оскільки другий 8 і третій 9 тригери не спрацювали. При спрацюванні датчика комутації 30 сигнал логічної одиниці поступає на вхід диференціюючого елемента 40, формуючи на його виході короткий імпульс, який поступає на вхід п'ятого лічильника імпульсів 41, що фіксує спрацювання механічного ресурсу вимикача і призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, а також на входи третього 55 і четвертого 56 лічильників імпульсів, що свідчить про спрацювання комутаційного ресурсу полюсами фаз В і С при значенні струму, яке не перевищує номінальний робочий струм повітряного високовольтного вимикача. Збільшення значення коду в другому лічильнику імпульсів 54 проходить до тих пір, поки цифровий код на виході першого

лічильника імпульсів 36 не зрівняється з цифровим кодом на виході першого функціонального перетворювача 25. При цьому на виході цифрового компаратора 39 встановлюється сигнал логічного нуля, який поступає через другий вхід другого елемента І 31 на другий вхід першого елемента І 29, припиняючи подачу імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 28 в перший лічильник імпульсів 36. Також сигнал логічного нуля поступає на вхід формувача імпульсів 33, внаслідок чого на його виході формується імпульс, який через перший елемент АБО 35 поступає на другі входи першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, першого 36 і шостого 20 лічильників імпульсів та регістра 24, обнуляючи їх.

На цьому цикл роботи пристрою закінчується. В залежності від числа компараторів, що спрацювали, певна кількість імпульсів заноситься в перший 54, другий 55 і третій 56 лічильники імпульсів. При цьому дотримується визначена залежність між значенням струму, що відключається, і числом імпульсів, які надійшли в лічильники, що показує як витрачається ресурс вимикача в залежності від різних значень комутованого струму у перерахунку на номінальний робочий струм вимикача.

Якщо в електричній мережі виникає однофазне коротке замикання в інших фазах або виникає двох- чи трифазне коротке замикання, то алгоритм роботи пристрою залишається незмінним, а змінюється лише комбінація в спрацюваннях першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів і, в залежності від виду короткого замикання, послідовності імпульсів заносяться у відповідні лічильники імпульсів.

Якщо діагностуємих трифазний вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, наприклад в фазі С, то при ввімкненні вимикача на виході датчика комутації 30 встановлюється сигнал логічного нуля, який через четвертий елемент НІ 26 по передньому фронту запускає перший однофазатор 27. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на керуючий вхід цифрового комутатора 38, що підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 36 до цифрового компаратора 39 через другий функціональний перетворювач 37, в якому значення струму, що встановлюється на виході лічильника імпульсів 36 після ввімкнення вимикача системою релейного захисту, множиться на коефіцієнт, яким враховується додаткове спрацювання ресурсу вимикача, що витрачається згідно ресурсних характеристик на ввімкнення. Таким чином, в пристрої в такому циклі роботи враховується спрацювання робочого ресурсу вимикача по ресурсним характеристикам на вмикання і вимикання при ввімкненні вимикачів на коротке замикання в електричній мережі.

Для захисту від короточасних кидків струму по різним причинам в електричних мережах (наприклад, при подвійних замиканнях чи замиканнях при селективній дії захистів) в пристрої передбачений елемент затримки сигналу 34, робота якого пояснюється так. При короточасних кидках струму в залежності від рівня струму спрацює визначена кількість компараторів, на виході цифрового компаратора 39 встановлюється сигнал логічної одиниці, який запускає елемент затримки сигналу 34. Якщо через визначений час (що залежить від зовнішніх умов, часу дії релейного захисту, але не менше часу найбільшого циклу роботи пристрою) не спрацює датчик комутації 30, що призводить до завершення циклу роботи пристрою, то на виході елемента затримки сигналу 34 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через логічний елемент АБО 35 обнуляються тригери 7-9, лічильники 20 і 36 та регістр 24.

Для коректної роботи пристрою необхідно постійну часу диференціюючого елемента 40 вибирати меншою періоду проходження імпульсів першого генератора імпульсів 28.

Кількість розрядів першого 36, другого 54, третього 55, четвертого 56, п'ятого 41 і шостого 20 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів, що фіксують значення тиску стисненого повітря, вибирається в залежності від діапазону вимірюваного струму та тиску і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Тривалість роботи однофазаторів 17 і 27 вибирається більшою циклу роботи пристрою, коли на виході першого лічильника імпульсів 36 з'являється найбільший цифровий код.

Перший функціональний перетворювач 25 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані в кожній із декількох областей пам'яті коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту перерахунку спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму, комутованого вимикачем, при певному значенні тиску стисненого повітря. Вибір тієї чи іншої області пам'яті здійснюється в залежності від того, який код, що відповідає значенню тиску стисненого повітря, подається з компараторів 22 і 23 на перший і другий входи регістра 24.

Другий функціональний перетворювач 37 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.

