



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150623** (13) **U**
(51) МПК
G07C 3/10 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

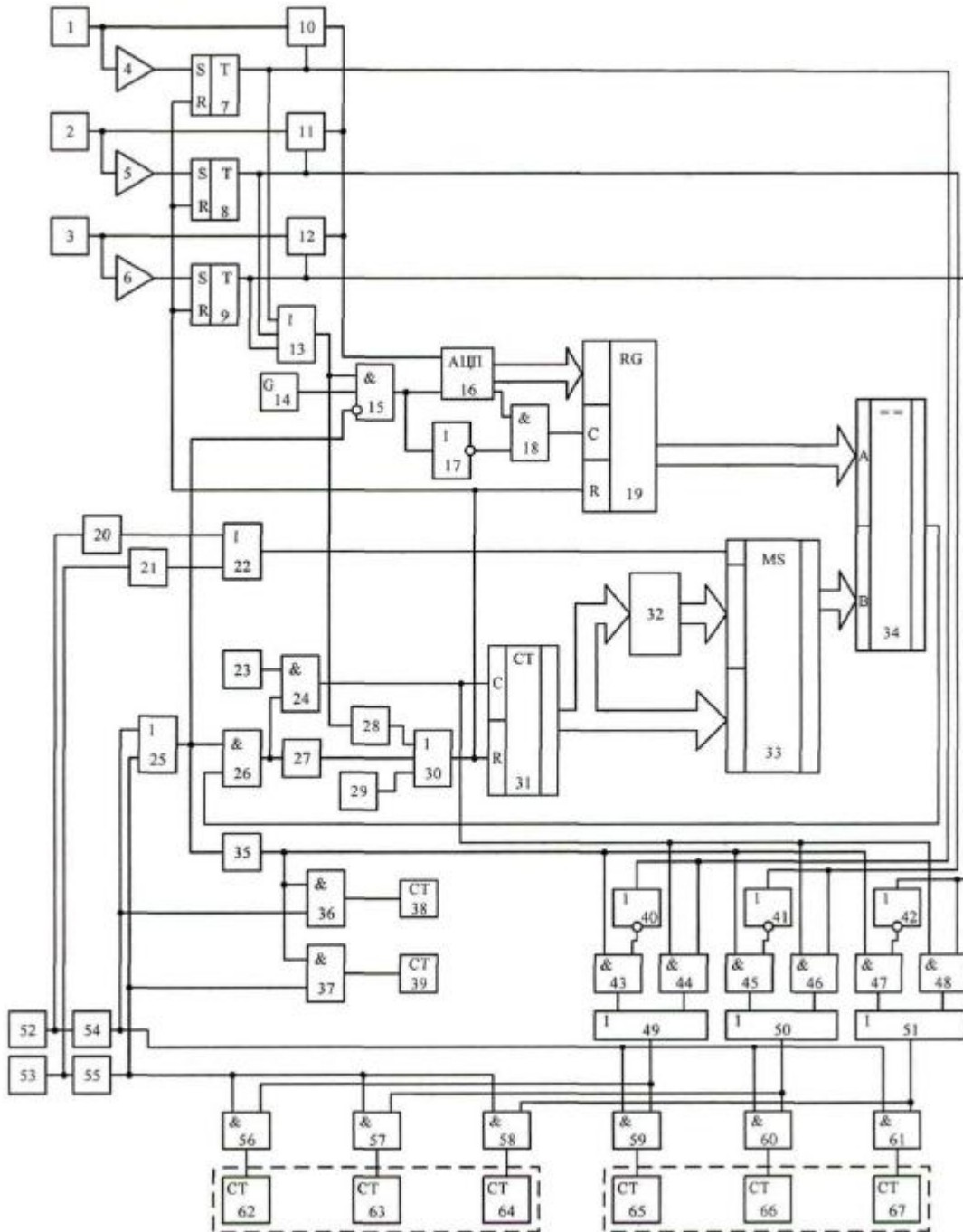
(21) Номер заявки: u 2021 04975	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Захаров Василь Володимирович (UA)
(22) Дата подання заявки: 03.09.2021	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 10.03.2022	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 09.03.2022, Бюл.№ 10	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ ГРУПИ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

(57) Реферат:

Пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів містить два датчики комутації, сім елементів АБО, шістнадцять елементів I, три датчики струму, три компаратори, три тригери, три електронні ключі, дев'ять лічильників імпульсів, перший генератор імпульсів, блок установки нуля, три формувачі імпульсів, елемент затримки сигналу, диференціюючий елемент, три елементи HI, два одновібратори, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор. Виходи першого, другого і третього датчиків струму з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів. Виходи першого, другого і третього компараторів підключені до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, а також з першим, другим і третім входами першого елемента АБО. Додатково введено другий генератор імпульсів, аналого-цифровий перетворювач, регістр, два елементи I та четвертий елемент HI. Виходи першого, другого та третього електронних ключів підключені до першого входу аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом зі входом четвертого елемента HI з'єднані з виходом сімнадцятого елемента I. Вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора. Вихід четвертого елемента HI підключений до другого входу вісімнадцятого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО. Вихід другого генератора імпульсів підключений до другого входу сімнадцятого елемента I, перший вхід якого разом зі входом елемента затримки сигналу з'єднані з виходом першого елемента АБО, а третій вхід підключений до виходу третього елемента АБО.

UA 150623 U



Корисна модель належить до області електротехніки і може бути використана для вимірювання комутаційного ресурсу групи високовольтних вимикачів в радіальних електричних мережах з одностороннім живленням.

Відомий пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів (Патент України № 36250А, М. кл. G07 С 3/10, бюл. № 3, 2001), що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами першого і другого тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього, четвертого і п'ятого тригерів і другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого 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, вхід якого і другий вхід першого елемента І підключені до виходу третього елемента АБО, перший, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з виходами другого, третього і четвертого елементів І, виходи першого і другого тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора, перший, другий і третій виходи якого з'єднані з першими входами другого, третього і четвертого елементів І, другі входи яких підключені відповідно до першого, другого і третього виходів першого лічильника імпульсів через перший, другий і третій елементи НІ відповідно, вихід генератора імпульсів з'єднаний з першим входом п'ятого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів сьомого, дев'ятого і одинадцятого елементів І, вхід формувача імпульсів разом з другим входом п'ятого елемента І з'єднані з виходом першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого елемента АБО, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, а також до першого, другого і третього входів першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з першим входом шифратора, виходи першого і другого датчиків комутації підключені до першого і другого входів четвертого елемента АБО, вихід якого через диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами шостого, восьмого і десятого елементів І, другі входи яких підключені до виходів четвертого, п'ятого і шостого елементів НІ відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів четвертого, п'ятого і шостого елементів НІ, а також відповідно до других входів сьомого, дев'ятого і одинадцятого елементів І, виходи шостого, восьмого і десятого елементів І з'єднані відповідно з першими входами п'ятого, шостого і сьомого елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів сьомого, дев'ятого і одинадцятого елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами п'ятнадцятого, шістнадцятого і сімнадцятого елементів І, вихід першого датчика комутації підключений до других входів п'ятнадцятого, шістнадцятого і сімнадцятого елементів І, вихід другого датчика комутації з'єднаний з другими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи з дванадцятого по сімнадцятий елементів І підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів. Головним недоліком даного пристрою є недостатня точність вимірювання аварійних струмів в момент відключення вимикача, що знижує точність роботи пристрою.

За найближчий аналог вибрано пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів (Патент України № 3743, М. кл. G07С 3/10, бюл. № 12, 2004), що містить два датчики комутації, сім елементів АБО, шістнадцять елементів І, три датчики струму, п'ять компараторів, п'ять тригерів, шифратор, три електронні ключі, дев'ять лічильників імпульсів, генератор імпульсів (в подальшому - перший генератор імпульсів), блок установки нуля, три формувачі імпульсів, елемент затримки сигналу, диференціюючий елемент, три елементи НІ, два одинвібратори, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор, причому виходи першого, другого і третього датчиків струму з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких підключені до входів четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першими входами першого і другого тригерів, другі входи яких, а також другі входи третього, четвертого і п'ятого тригерів і другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, виходи першого і другого тригерів підключені відповідно до другого і третього входів шифратора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу

першого лічильника імпульсів і до перших входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента I з'єднані з виходом першого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, виходи третього, четвертого і п'ятого тригерів з'єднані відповідно з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, а також з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, вихід якого підключений до першого входу шифратора, вихід третього елемента АБО через диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів I, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів HI відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами третього, четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів HI, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів I з'єднані відповідно з першими входами четвертого, п'ятого і шостого елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів I відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента I, а також вхід елемента затримки сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента через перші входи п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів I підключений відповідно до входів восьмого і дев'ятого лічильників імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації через перший і другий одинівбратори з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО, а також з другими входами п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів I, виходи першого і другого датчиків комутації через другий і третій формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід першого одинівбратора підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, вихід другого одинівбратора з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I.

Головним недоліком даного пристрою є недостатня точність вимірювання аварійних струмів в момент відключення вимикача, що знижує точність роботи пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення пристрою для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість розширити діапазон вимірювання струмів в момент комутації, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, що містить два датчики комутації, сім елементів АБО, шістнадцять елементів I, три датчики струму, три компаратори, три тригери, три електронні ключі, дев'ять лічильників імпульсів, перший генератор імпульсів, блок установки нуля, три формувачі імпульсів, елемент затримки сигналу, диференціюючий елемент, три елементи HI, два одинівбратори, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор, причому виходи першого, другого і третього датчиків струму з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, а також з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, другі входи першого, другого і третього тригерів разом з другим входом першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід диференціюючого елемента через перші входи п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів I підключений відповідно до входів восьмого і дев'ятого лічильників імпульсів, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів четвертого, шостого і восьмого елементів I, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента I з'єднані з виходом першого елемента I, перший вхід якого разом зі входом

диференціюючого елемента підключені до виходу третього елемента АБО, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів НІ відповідно, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього елементів НІ, а також відповідно з другими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, виходи третього, п'ятого і сьомого елементів І підключені відповідно до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів АБО, другі входи яких з'єднані з виходами четвертого, шостого і восьмого елементів І відповідно, а виходи підключені до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І відповідно, а також відповідно до перших входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів І з'єднані відповідно зі входами з другого по сьомий лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента І підключений до виходу цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації через другий і третій формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до входів першого і другого одинвібраторів, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО, а також з другими входами п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І, вихід першого одинвібратора підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід другого одинвібратора з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, введено другий генератор імпульсів, аналого-цифровий перетворювач, регістр, два елементи І та четвертий елемент НІ, причому виходи першого, другого та третього електронних ключів підключені до першого входу аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом зі входом четвертого елемента НІ з'єднані з виходом сімнадцятого елемента І, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, вихід четвертого елемента НІ підключений до другого входу вісімнадцятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, вихід другого генератора імпульсів підключений до другого входу сімнадцятого елемента І, перший вхід якого разом зі входом елемента затримки сигналу з'єднані з виходом першого елемента АБО, а третій вхід підключений до виходу третього елемента АБО.

Пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів 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 - перший елемент АБО; 14 - другий генератор імпульсів; 15 - сімнадцятий елемент І; 16 - аналого-цифровий перетворювач; 17 - четвертий елемент НІ; 18 - вісімнадцятий елемент І; 19 - регістр; 20, 21 - другий і третій формувачі імпульсів; 22 - сьомий елемент АБО; 23 - перший генератор імпульсів; 24 - другий елемент І; 25 - третій елемент АБО; 26 - перший елемент І; 27 - перший формувач імпульсів; 28 - елемент затримки сигналу; 29 - блок установки нуля; 30 - другий елемент АБО; 31 - перший лічильник імпульсів; 32 - функціональний перетворювач; 33 - цифровий комутатор; 34 - цифровий компаратор; 35 - диференціюючий елемент; 36,37 - п'ятнадцятий і шістнадцятий елементи І; 38,39 - восьмий і дев'ятий лічильники імпульсів; 40,41,42 - перший, другий і третій елементи НІ; 43,44,45,46,47,48 - третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий елементи І; 49,50,51 - четвертий, п'ятий і шостий елементи АБО; 52,53 - перший і другий датчики комутації; 54,55 - перший і другий одинвібратори; 56,57,58,59,60,61 - дев'ятий, десятий, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий і чотирнадцятий елементи І; 62,63,64,65,66,67 - другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий лічильники імпульсів, причому виходи першого 1, другого 2 і третього 3 датчиків струму з'єднані відповідно зі входами першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів і з аналоговими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів підключені до перших входів першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з керуючими входами першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, а також з першим, другим і третім входами першого елемента АБО 13, другі входи першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів разом з другим входом першого лічильника імпульсів 31 підключені до виходу другого елемента АБО 30, перший вхід якого з'єднаний з виходом

блока установки нуля 29, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів 27, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу 28, вихід диференціюючого елемента 35 через перші входи п'ятнадцятого 36 і шістнадцятого 37 елементів I підключений відповідно до входів восьмого 38 і дев'ятого 39 лічильників імпульсів, вихід першого генератора імпульсів 23 з'єднаний з першим входом другого елемента I 24, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів 31 і до перших входів четвертого 44, шостого 46 і восьмого 48 елементів I, вхід першого формувача імпульсів 27 разом з другим входом другого елемента I 24 з'єднані з виходом першого елемента I 26, перший вхід якого разом зі входом диференціюючого елемента 35 підключені до виходу третього елемента АБО 25, вихід диференціюючого елемента 35 з'єднаний з першими входами третього 43, п'ятого 45 і сьомого 47 елементів I, другі входи яких підключені до виходів першого 40, другого 41 і третього 42 елементів HI відповідно, виходи першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів з'єднані відповідно зі входами першого 40, другого 41 і третього 42 елементів HI, а також відповідно з другими входами четвертого 44, шостого 46 і восьмого 48 елементів I, виходи третього 43, п'ятого 45 і сьомого 57 елементів I підключені відповідно до перших входів четвертого 49, п'ятого 50 і шостого 51 елементів АБО, другі входи яких з'єднані з виходами четвертого 44, шостого 46 і восьмого 48 елементів I відповідно, а виходи підключені до перших входів дев'ятого 56, десятого 57 і одинадцятого 58 елементів I відповідно, а також відповідно до перших входів дванадцятого 59, тринадцятого 60 і чотирнадцятого 61 елементів I, виходи з дев'ятого 56 по чотирнадцятий 61 елементів I з'єднані відповідно зі входами з другого 62 по сьомий 67 лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента I 26 підключений до виходу цифрового компаратора 34, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора 33, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача 32, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача 32 з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів 31, виходи першого 52 і другого 53 датчиків комутації через другий 20 і третій 21 формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО 22, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 33, виходи першого 52 і другого 53 датчиків комутації підключені відповідно до входів першого 54 і другого 55 одинівраторів, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО 25, а також з другими входами п'ятнадцятого 36 і шістнадцятого 37 елементів I, вихід першого одинівратора 54 підключений до других входів дванадцятого 59, тринадцятого 60 і чотирнадцятого 61 елементів I, вихід другого одинівратора 55 з'єднаний з другими входами дев'ятого 56, десятого 57 і одинадцятого 58 елементів I, виходи першого 10, другого 11 та третього 12 електронних ключів підключені до першого входу аналого-цифрового перетворювача 16, другий вхід якого разом зі входом четвертого елемента HI 17 з'єднані з виходом сімнадцятого елемента I 15, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра 19, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора 34, вихід четвертого елемента HI 17 підключений до другого входу вісімнадцятого елемента 118, перший вхід якого з'єднаний з виходом аналого-цифрового перетворювача 16, а вихід підключений до першого входу регістра 19, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 30, вихід другого генератора імпульсів 14 підключений до другого входу сімнадцятого елемента 115, перший вхід якого разом зі входом елемента затримки сигналу 28 з'єднані з виходом першого елемента АБО 13, а третій вхід підключений до виходу третього елемента АБО 25.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 29 коротким імпульсом через другий елемент АБО 30 встановлює перший 7, другий 8, третій 9 тригери, регістр 19, а також перший лічильник імпульсів 31 у нульовий стан. Одночасно перший 23 та другий 14 генератори імпульсів починають виробляти послідовності імпульсів.

Датчики струму пристрою розташовані в фазах А, В, і С ввідного вимикача системи живлення збірних шин, а датчики комутацій входять в конструкцію кожного високовольтного вимикача.

Як приклад, даний пристрій дозволяє контролювати комутаційний ресурс двох високовольтних вимикачів, причому другим 62, третім 63 і четвертим 64 лічильниками імпульсів враховується пополюсно комутаційний ресурс вимикача з другим датчиком комутації 53, а п'ятим 65, шостим 66 і сьомим 67 лічильниками імпульсів враховується пополюсно комутаційний ресурс вимикача з першим датчиком комутації 52. Механічний ресурс цих вимикачів враховується восьмим 38 і дев'ятим 39 лічильниками імпульсів, які підключені

відповідно до першого 52 і другого 53 датчиків комутації через п'ятнадцятий 36 та шістнадцятий 37 елементи І.

5 Якщо будь-який з вимикачів (наприклад, другий, на якому встановлений другий датчик комутації 53) відключає коло зі струмом, значення якого не перевищує номінальний робочий
 10 струм, то при цьому на виході другого датчика комутації 53 з'являється сигнал логічної одиниці, який переднім фронтом запускає другий однофазний 55. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу другого однофазного 55 відкриває дев'ятий 56, десятий 57 і одинадцятий 58 елементи І та через третій елемент АБО 25 і через диференціюючий елемент 35 у вигляді короткого імпульсу через відкритий шістнадцятий елемент 137 надходить на вхід дев'ятого лічильника імпульсів 39, який є лічильником механічного ресурсу комутаційного апарату, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, а також через відкриті третій 43, п'ятий 45 і сьомий 47 елементи І, а потім через четвертий 49, п'ятий 50 і шостий 51 елементи АБО на відповідні входи дев'ятого 56, десятого 57 та одинадцятого 58 елементів І відповідно, з виходів яких
 15 одиничні імпульси подаються на входи другого 62, третього 63 і четвертого 64 лічильників імпульсів, які є лічильниками залишкового ресурсу кожного полюса трифазного високовольтного вимикача. Занесення в кожний лічильник по одному імпульсу свідчить про зменшення залишкового ресурсу на одиницю рахунку, а також про те, що відбулася комутація струму, значення якого не перевищує номінальний робочий струм вимикача. При цьому третій 43, п'ятий 45 і сьомий 47 елементи І були відкритими, оскільки на входах першого 40, другого 41 та
 20 третього 42 елементів ІІ присутні сигнали логічного нуля, що свідчить про відсутність відключення вимикачем аварійного струму електричної мережі.

Якщо в електричній мережі виникає струм короткого замикання, спричинений, наприклад, замиканням між фазами В і С, і його необхідно відключити, наприклад, за допомогою першого вимикача, що містить перший датчик комутації 52, то в цьому випадку струм короткого
 25 замикання протікає через ввідний вимикач системи збірних шин, на виходах другого 2 і третього 3 датчиків струму з'являється постійна напруга, пропорційна комутваному струму, яка надходить відповідно на входи другого 5 і третього 6 компараторів, що призводить до встановлення в одиничний стан другого 8 і третього 9 тригерів відповідно. Пороги спрацьовування компараторів 4, 5 і 6 однакові і лише незначно перевищують значення номінального робочого струму вимикача. Одночасно з виходів датчиків струму 2 і 3 сигнал відповідно через другий 11 і третій 12 електронні ключі, які відкриті керуючими сигналами з виходів тригерів 8 і 9, надходить на перший вхід аналого-цифрового перетворювача 16. Одночасно на виході першого елемента АБО 13 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається сімнадцятий елемент І 15 (на його третьому вході, інверсному, присутній сигнал логічного нуля), внаслідок чого на другий вхід аналого-цифрового перетворювача 16 починають
 35 надходити імпульси з виходу другого генератора імпульсів 14.

Частота надходження імпульсів з другого генератора імпульсів 14 вибрана такою, щоб за час тривалості імпульсу в аналого-цифровому перетворювачі 16 здійснювалось перетворення аналогового сигналу в цифровий код.

40 В момент закінчення формування зазначеного коду на виході аналого-цифрового перетворювача 16 з'являється сигнал, який надходить на перший вхід вісімнадцятого елемента І 18. В момент появи на його другому вході сигналу логічної одиниці з виходу четвертого елемента ІІ 17 (в цей момент на виході другого генератора імпульсів 14 та сімнадцятого елемента І 15 з'являється сигнал логічного нуля) цифровий код, що відповідає струму комутації в поточний момент, записується з виходу аналого-цифрового перетворювача 16 в регістр 19. Така послідовність дій повторюється до моменту відключення вимикача, коли на виході першого датчика комутації 52 з'являється сигнал логічної одиниці. При цьому на виході першого однофазного 54 з'являється сигнал логічної одиниці, внаслідок чого на виході третього елемента АБО 25 з'являється такий же сигнал і сімнадцятий елемент І 15 закривається. Подача імпульсів в аналого-цифровий перетворювач 16 припиняється, а в регістрі 19 записаним залишається у вигляді цифрового коду останнє значення струму перед моментом відключення. Зазначений цифровий код подається на вхід цифрового компаратора 34.

Враховуючи те, що на виході першого лічильника імпульсів 31 встановлений нульовий цифровий код, який через цифровий комутатор 33 надходить на вхід цифрового компаратора 34, на виході останнього встановлюється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 26. Крім того, при спрацьовуванні першого 7, другого 8 або третього 9 тригерів на виході першого елемента АБО 13 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід елемента затримки сигналу 28.

60 Якщо струм короткого замикання пройшов через вимикач, але вимикач не відключився (а таке часто трапляється в електричних мережах при селективній роботі релейного захисту), то

через певний час з виходу елемента затримки сигналу 28 надходить сигнал логічної одиниці, яким через другий елемент АБО 30 тригери 7, 8, 9 та регістр 19 переводяться в нульовий стан.

5 Якщо ж після проходження струму короткого замикання через вимикач останній відключається, то спрацьовує перший датчик комутації 52, який переднім фронтом запускає перший 5
перший одновібратор 54, вихідний сигнал якого подається через третій елемент АБО 25 і відкриває перший елемент І 26. З виходу останнього сигнал надходить на другий елемент І 24, відкриває його, тим самим дозволяючи проходження імпульсів від першого генератора імпульсів 23 в перший лічильник імпульсів 31. При цьому на виході першого лічильника імпульсів 31 здійснюється нарощування цифрового коду, який через цифровий комутатор 33
10 надходить на вхід цифрового компаратора 34. В момент, коли цифрові коди, що надходять на входи цифрового компаратора 34, зрівнюються, на його виході формується сигнал логічного нуля, який закриває перший 26 і другий 24 елементи І, припиняючи подачу імпульсів у перший лічильник 31. При цьому перший формувач імпульсів 27 виробляє сигнал, що скидає перший 7, другий 8, третій 9 тригери, регістр 19, а також перший лічильник імпульсів 31. В момент
15 проходження імпульсів в перший лічильник 31 шостий 46 і восьмий 48 елементи І відкриті (на виходах тригерів 8 і 9 присутній сигнал логічної одиниці) і через них, через п'ятий 50 і шостий 51 елементи АБО, через відкриті тринадцятий 60 і чотирнадцятий 61 елементи І відповідна кількість імпульсів надходить також у шостий 66 та сьомий 67 лічильники імпульсів, збільшуючи їх вміст, і тим самим засвідчуючи спрацьовування ресурсу першого вимикача по фазах В і С на величину, що відповідає значенню відключеного вимикачем струму в перерахунку на
20 номінальний робочий струм вимикача. При цьому в п'ятий лічильник імпульсів 65 - лічильник ресурсу полюса фази А першого вимикача - заноситься лише один імпульс, що свідчить про те, що полюс фази А вимикача не приймав участі у відключенні струму короткого замикання, а ним проводилась комутація лише робочого струму, що не перевищує номінальний робочий струм вимикача. Проходження одного імпульсу в п'ятий лічильник імпульсів 65 організовано наступним чином. При спрацюванні першого датчика комутації 52, що запускає перший
25 одновібратор 54, з виходу третього елемента АБО 25 сигнал надходить на диференціюючий елемент 35, з виходу якого короткий імпульс через відкритий третій елемент І 43 (на виході першого елемента НІ 40 присутній сигнал логічної одиниці, оскільки перший тригер 7 не спрацював), через четвертий елемент АБО 49, через відкритий дванадцятий елемент І 59 подається в п'ятий лічильник імпульсів 65.

Зазначимо, що в такому циклі роботи у восьмий лічильник імпульсів 38 - лічильник механічного ресурсу першого вимикача - знову ж надходить один імпульс.

35 Якщо, наприклад, перший вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, наприклад в фазі А, то при ввімкненні вимикача на виході першого датчика комутації 52 встановлюється сигнал логічного нуля, який надходить на вхід другого формувача імпульсів 20. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який через сьомий елемент АБО 22 подається на керуючий вхід цифрового комутатора 33, що підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 31 до цифрового компаратора 34 через функціональний перетворювач 32, в якому значення струму, що встановлюється на виході першого лічильника імпульсів 31 після вимкнення першого 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 групи вимикачів по ресурсних
40 характеристиках на вмикання і вимикання при ввімкненні вимикачів на коротке замикання в електричній мережі.

Алгоритм роботи пристрою, коли напруга, пропорційна струму у фазі А, а з виходу датчика струму 1 через електронний ключ 10 перетворюється у певну послідовність імпульсів, залишається таким, як описано вище. При цьому, наприклад, в п'ятий лічильник імпульсів 65 з
50 виходу першого генератора імпульсів 23 надходить послідовність імпульсів через другий елемент І 24, четвертий елемент І 44, четвертий елемент АБО 49 та дванадцятий елемент І 59.

Даний пристрій дозволяє контролювати ресурс більшої кількості вимикачів. Для цього необхідно лише збільшити кількість входів елементів АБО 22, 25, додати по три лічильники імпульсів та по три елементи І на кожен додатково діагностований вимикач, а також додати
55 один одновібратор і один формувач імпульсів на кожен вимикач.

Кількість розрядів першого лічильника імпульсів 31 вибирається залежно від діапазону вимірюваних струмів і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу. Тривалість імпульсу диференціюючого елемента 35 вибирається дещо меншою тривалості імпульсу першого генератора імпульсів 23.

Час затримки сигналу в елементі затримки сигналу 28 вибирається більшим тривалості циклу, коли в перший лічильник імпульсів 31 проходить найбільша кількість імпульсів.

Тривалість роботи першого 54 і другого 55 одиниць, які спрацьовують по передньому фронту сигналу, підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в ресурсний лічильник 31.

Кількість розрядів восьмого 38 і дев'ятого 39 лічильників імпульсів вибирається залежно від значення механічного ресурсу вимикачів.

Функціональний перетворювач 32 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту перерахунку спрацювання робочого ресурсу вимикача залежно від будь-якого із можливих значень струму, комутованих вимикачем при його включенні на коротке замикання в мережі.

Тривалість сигналу на виході другого 20 і третього 21 формувачів імпульсів повинна бути не меншою часу відключення вимикача при ввімкненні його на коротке замикання в мережі та часу, за який в лічильник імпульсів 31 надходить найбільша кількість імпульсів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, що містить два датчики комутації, сім елементів АБО, шістнадцять елементів І, три датчики струму, три компаратори, три тригери, три електронні ключі, дев'ять лічильників імпульсів, перший генератор імпульсів, блок установки нуля, три формувачі імпульсів, елемент затримки сигналу, диференціюючий елемент, три елементи НІ, два одиниць, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор, причому виходи першого, другого і третього датчиків струму з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і з аналоговими входами першого, другого і третього електронних ключів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з керуючими входами першого, другого і третього електронних ключів, а також з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, другі входи першого, другого і третього тригерів разом з другим входом першого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вихід диференціюючого елемента через перші входи п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І підключений відповідно до входів восьмого і дев'ятого лічильників імпульсів, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і до перших входів четвертого, шостого і восьмого елементів І, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента І з'єднані з виходом першого елемента І, перший вхід якого разом зі входом диференціюючого елемента підключені до виходу третього елемента АБО, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і шостого елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів НІ відповідно, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього елементів НІ, а також відповідно з другими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, виходи третього, п'ятого і шостого елементів І підключені відповідно до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів АБО, другі входи яких з'єднані з виходами четвертого, шостого і восьмого елементів І відповідно, а виходи підключені до перших входів дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І відповідно, а також відповідно до перших входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів І з'єднані відповідно зі входами з другого по сьомий лічильників імпульсів, другий вхід першого елемента І підключений до виходу цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації через другий і третій формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів шостого елемента АБО, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до входів першого і другого одиниць, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами третього елемента АБО, а також з другими входами п'ятнадцятого і шістнадцятого елементів І, вихід першого одиниць підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід другого одиниць з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і

одинадцятого елементів І, який **відрізняється** тим, що додатково введено другий генератор імпульсів, аналого-цифровий перетворювач, регістр, два елементи І та четвертий елемент НІ, причому виходи першого, другого та третього електронних ключів підключені до першого входу аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом зі входом четвертого елемента НІ з'єднані з виходом сімнадцятого елемента І, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, вихід четвертого елемента НІ підключений до другого входу вісімнадцятого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом аналого-цифрового перетворювача, а вихід підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, вихід другого генератора імпульсів підключений до другого входу сімнадцятого елемента І, перший вхід якого разом зі входом елемента затримки сигналу з'єднані з виходом першого елемента АБО, а третій вхід підключений до виходу третього елемента АБО.

