



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104549** (13) **U**  
(51) МПК  
**G07C 3/10** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

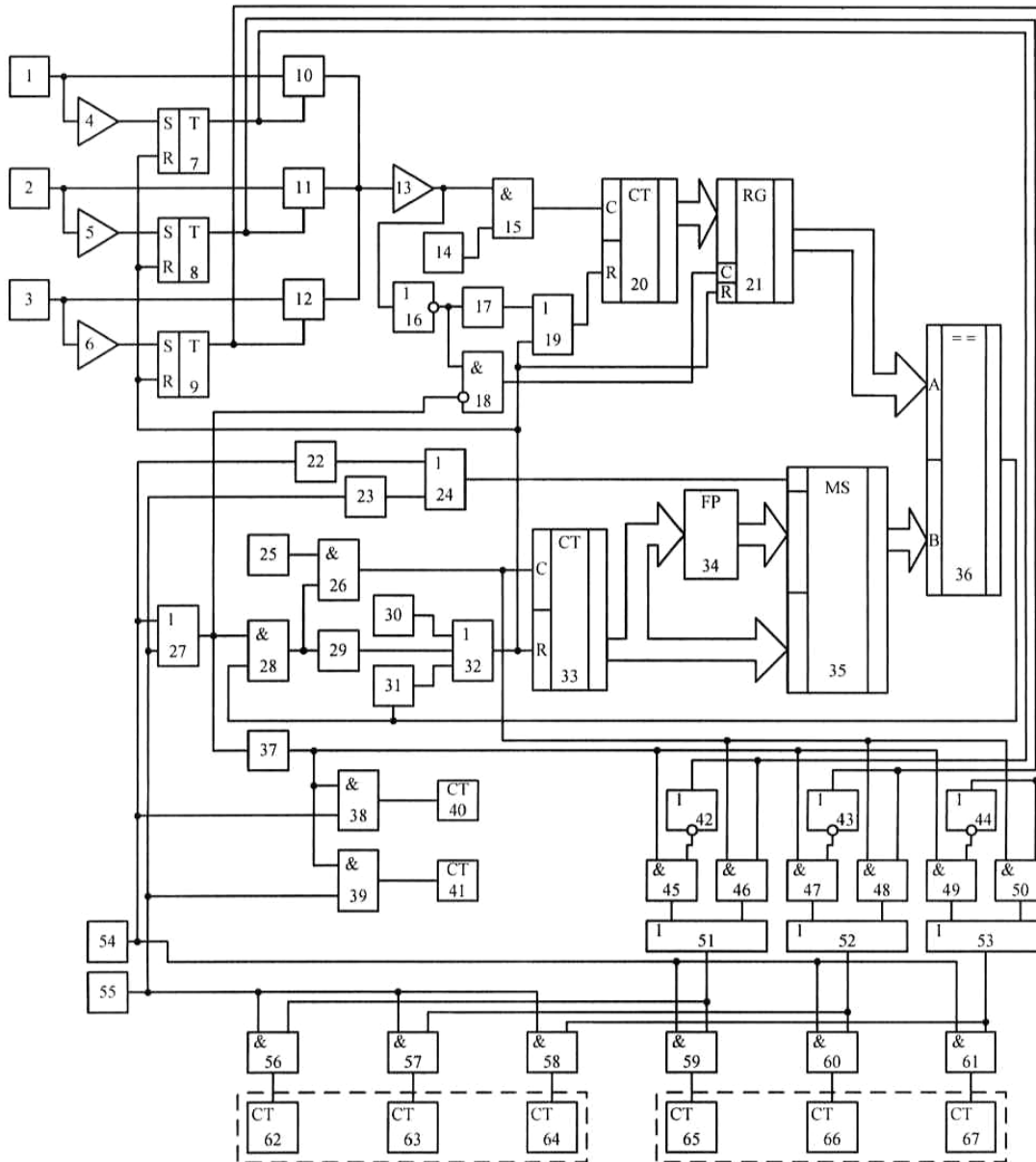
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2015 06643</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>06.07.2015</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.02.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.02.2016, Бюл.№ 3</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Янчук Олександр Миколайович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна (UA)</b></p>
---	---

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ ГРУПИ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ**

**(57) Реферат:**

Пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів містить датчики струму і комутації, лічильники електричного ресурсу на кожен фазу та механічного ресурсу кожного вимикача, блок аналого-цифрового перетворення, блок вагових коефіцієнтів, в якому обчислюється нерівномірно відпрацьований ресурс групи вимикачів в момент комутації, в тому числі з врахуванням ввімкнення останніх на коротке замикання в електричній мережі та блок синхронізації.

**UA 104549 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 № 28950, МПК G07C 3/10, бюл. № 21, 2007), що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і підключені до аналогових входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані з входами четвертого і п'ятого компараторів, другі входи першого, другого і третього 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 I підключені один до одного, вихід генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів I, вхід формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента I підключені до виходу першого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом шостого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, а також з'єднані з першим, другим і третім входами першого елемента АБО, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до першого і другого входів шостого елемента АБО, вихід якого 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 II відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів II, 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 третього, четвертого і п'ятого 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, вихід першого датчика комутації підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, вихід другого датчика комутації з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, вихід першого елемента АБО з'єднаний з першим входом регістра, виходи четвертого і п'ятого компараторів підключені відповідно до другого і третього входів регістра, четвертий вхід якого з'єднаний з виходом шостого елемента АБО, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з другим входом першого елемента I.

Недоліками даного пристрою є те, що він не дозволяє враховувати вичерпання комутаційного ресурсу вимикача при ввімкненні його на коротке замикання в електричній мережі, оскільки ресурсні характеристики вимикача при ввімкненні та вимиканні не співпадають. Крім того, даний пристрій не дозволяє враховувати витрачання механічного комутаційного ресурсу вимикача.

Найближчим аналогом є пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів (Патент України № 58280, МПК G07C 3/10, бюл. № 7, 2011), що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і підключені до аналогових входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані з входом четвертого компаратора, другі входи першого, другого і третього 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 (в подальшому - першого формувача імпульсів), а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу, вхід якого і другий вхід першого елемента I підключені до виходу цифрового компаратора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів I, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента I підключені до виходу першого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом шостого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого,

другого і третього електронних ключів, друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації підключені відповідно до першого і другого входів шостого елемента АБО, вихід якого через диференціюючий елемент з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів ІІ відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів ІІ, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого елементів І, 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 до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід першого датчика комутації підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід другого датчика комутації з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів І підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, вихід четвертого компаратора з'єднаний з входом четвертого елемента ІІ та підключений до першого входу п'ятнадцятого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу восьмого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу одновібратора, вхід якого, а також перший вхід шістнадцятого елемента І з'єднані з виходом четвертого елемента ІІ, вихід шостого елемента АБО підключений до другого входу шістнадцятого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра, другий вхід якого, а також другий вхід першого елемента АБО підключені до виходу другого елемента АБО, вихідна цифрова шина восьмого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора.

Головним недоліком даного пристрою є його низька точність, тому що він не дозволяє враховувати вичерпання комутаційного ресурсу групи вимикачів при їх ввімкненні на коротке замикання, оскільки ресурсні характеристики вимикача при ввімкненні та вимиканні не співпадають, а також даний пристрій не дозволяє враховувати витрачання механічного комутаційного ресурсу вимикача.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається можливість враховувати витрачання комутаційного ресурсу групи вимикачів при їх ввімкненні на коротке замикання в електричній мережі та витрачання механічного ресурсу групи комутаційних апаратів, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і підключені до аналогових входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані з входом четвертого компаратора, другі входи першого, другого і третього 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, вхід якого і другий вхід першого елемента І підключені до виходу цифрового компаратора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента І підключені до виходу першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом шостого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи першого і другого датчиків комутації з'єднані відповідно з першим і другим входами шостого елемента АБО, вихід якого підключений до входу диференціюючий елемент, вихід якого з'єднаний з першими входами третього, п'ятого і сьомого елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого, другого і третього елементів ІІ відповідно, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів ІІ, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого елементів І, 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 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, вихід першого датчика комутації підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів I, вихід другого датчика комутації з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів I, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів I підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, вихід четвертого компаратора з'єднаний з входом четвертого елемента HI та підключений до першого входу п'ятнадцятого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу восьмого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу одновібратора, вхід якого, а також перший вхід шістнадцятого елемента I з'єднані з виходом четвертого елемента HI, вихід шостого елемента АБО підключений до другого входу шістнадцятого елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра, другий вхід якого, а також другий вхід першого елемента АБО підключені до виходу другого елемента АБО, вихідна цифрова шина восьмого лічильника імпульсів з'єднана з другою цифровою шиною регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, згідно з корисною моделлю, введено дев'ятий і десятый лічильники імпульсів, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, другий і третій формувачі імпульсів, сімнадцятий і вісімнадцятий елементи I, сьомий елемент АБО, причому друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора 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 сімнадцятого і вісімнадцятого елементів I підключений відповідно до входів дев'ятого і десятого лічильників імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації з'єднані відповідно з другими входами сімнадцятого і вісімнадцятого 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.

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

На кресленні: 1, 2, 3 - перший, другий і третій датчики струму відповідно; 4, 5, 6 - перший, другий і третій компаратори відповідно; 7, 8, 9 - перший, другий і третій тригери відповідно; 10, 11, 12 - перший, другий і третій електронні ключі відповідно; 13 - четвертий компаратор; 14 - другий генератор імпульсів; 15 - п'ятнадцятий елемент I; 16 - четвертий елемент HI; 17 - одновібратор; 18 - шістнадцятий елемент I; 19 - перший елемент АБО; 20 - восьмий лічильник імпульсів; 21 - регістр; 22, 23 - другий і третій формувачі імпульсів відповідно; 24 - сьомий елемент АБО; 25 - перший генератор імпульсів; 26 - другий елемент I; 27 - шостий елемент АБО; 28 - перший елемент I; 29 - перший формувач імпульсів; 30 - блок установки нуля; 31 - елемент затримки сигналу; 32 - другий елемент АБО; 33 - перший лічильник імпульсів; 34 - функціональний перетворювач; 35 - цифровий комутатор; 36 - цифровий компаратор; 37 - диференціюючий елемент; 38, 39 - сімнадцятий і вісімнадцятий елементи I відповідно; 40, 41 - дев'ятий і десятый лічильники імпульсів відповідно; 42, 43, 44 - перший, другий і третій елементи HI відповідно; 45, 46, 47, 48, 49, 50 - третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий і восьмий елементи I відповідно; 51, 52, 53 - третій, четвертий і п'ятий елементи АБО відповідно; 54, 55 - перший і другий датчики комутації відповідно; 56, 57, 58, 59, 60, 61 - дев'ятий, десятый, одинадцятий, дванадцятий, тринадцятий і чотирнадцятий елементи I відповідно; 62, 63, 64, 65, 66, 67 - другий, третій, четвертий, п'ятий, шостий і сьомий лічильники імпульсів відповідно, 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 підключені до аналогових входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи яких з'єднані з входом четвертого компаратора 13, другі входи першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів і другий вхід першого лічильника імпульсів 33 підключені до виходу другого елемента АБО 32, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 30, другий вхід підключений до виходу першого формувача імпульсів 29, а третій вхід з'єднаний з виходом елемента затримки сигналу 31, вхід якого і другий вхід першого елемента I 28 підключені до виходу цифрового компаратора 36, вихід першого генератора імпульсів 25 з'єднаний з першим входом другого елемента I 26, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів 33 і з'єднаний з першими входами четвертого 46, шостого 48 і восьмого 50 елементів I, вхід першого формувача

імпульсів 29 разом з другим входом другого елемента І 26 підключені до виходу першого елемента І 28, перший вхід якого з'єднаний з виходом шостого елемента АБО 27, виходи першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого 10, другого 11 і третього 12 електронних ключів, виходи першого 54 і другого 55 датчиків комутації з'єднані відповідно з першим і другим входами шостого елемента АБО 27, вихід якого підключений до входу диференціюючий елемент 37, вихід якого з'єднаний з першими входами третього 45, п'ятого 47 і сьомого 49 елементів І, другі входи яких підключені до виходів першого 42, другого 43 і третього 44 елементів НІ відповідно, виходи першого 4, другого 5 і третього 6 компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого 7, другого 8 і третього 9 тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого 42, другого 43 і третього 44 елементів НІ, а також відповідно до других входів четвертого 46, шостого 48 і восьмого 50 елементів І, 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 до виходів четвертого 46, шостого 48 і восьмого 50 елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого 56, десятого 57 і одинадцятого 58 елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого 59, тринадцятого 60 і чотирнадцятого 61 елементів І, вихід першого датчика комутації 54 підключений до других входів дванадцятого 59, тринадцятого 60 і чотирнадцятого 61 елементів І, вихід другого датчика комутації 55 з'єднаний з другими входами дев'ятого 56, десятого 57 і одинадцятого 58 елементів І, виходи з дев'ятого 56 по чотирнадцятий 61 елементів І підключені відповідно до входів з другого 62 по сьомий 67 лічильників імпульсів, вихід четвертого компаратора 13 з'єднаний з входом четвертого елемента НІ 16 та підключений до першого входу п'ятнадцятого елемента І 15, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 14, а вихід підключений до першого входу восьмого лічильника імпульсів 20, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента АБО 19, перший вхід якого підключений до виходу одновібратора 17, вхід якого, а також перший вхід шістнадцятого елемента І 18 з'єднані з виходом четвертого елемента НІ 16, вихід шостого елемента АБО 27 підключений до другого входу шістнадцятого елемента І 18, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра 21, другий вхід якого, а також другий вхід першого елемента АБО 19 підключені до виходу другого елемента АБО 32, вихідна цифрова шина восьмого лічильника імпульсів 20 з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра 21, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 36, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною цифрового комутатора 35, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача 34, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача 34 з'єднані з вихідною цифровою шиною першого лічильника імпульсів 33, вихід диференціюючого елемента 37 через перші входи сімнадцятого 38 і вісімнадцятого 39 елементів І підключений відповідно до входів дев'ятого 40 і десятого 41 лічильників імпульсів, виходи першого 54 і другого 55 датчиків комутації з'єднані відповідно з другими входами сімнадцятого 38 і вісімнадцятого 39 елементів І, виходи першого 54 і другого 55 датчиків комутації через другий 22 і третій 23 формувачі імпульсів підключені відповідно до першого і другого входів сьомого елемента АБО 24, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора 35.

Запропонований пристрій працює наступним чином. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 30 коротким імпульсом через другий елемент АБО 32 встановлює перший 7, другий 8 і третій 9 тригери, перший лічильник імпульсів 33, регістр 21 та через перший елемент АБО 19 восьмий лічильник імпульсів 20 у нульовий стан. Одночасно генератори імпульсів 14 і 25 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 датчиком комутації 55, а п'ятим 65, шостим 66 і сьомим 67 враховується пополюсно комутаційний ресурс вимикача з датчиком комутації 54.

Якщо будь-який з вимикачів (наприклад, другий, на якому встановлений другий датчик комутації 55) відключає коло зі струмом, значення якого не перевищує номінальний робочий струм, то при цьому на виході другого датчика комутації 55 з'являється сигнал логічної одиниці. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу датчика комутації 55 відкриває дев'ятий 56, десятий 57 і одинадцятий 58 елементи І та через шостий елемент АБО 27 і через диференціюючий елемент 37 у вигляді короткого імпульсу через відкритий вісімнадцятий елемент І 39 надходить

на вхід десятого лічильника імпульсів 41, який є лічильником механічного ресурсу комутаційного апарата, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та через відкриті третій 41, п'ятий 43 і сьомий 45 елементи I, а потім через відкриті третій 45, п'ятий 47 і сьомий 49 елементи I, а потім через третій 51, четвертий 52 і п'ятий 53 елементи АБО на відповідні входи елементів I 56, 57, 58, з виходів яких одиночні 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 елементи I 45, 47, 49 були відкритими, оскільки на входах елементів HI 42, 43, 44 були присутні сигнали логічного нуля з виходів тригерів 7, 8 і 9, 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 54, то в цьому випадку струм короткого замикання протікає через ввідний вимикач системи збірних шин, на виходах другого 2 і третього 3 датчиків струму з'являється змінна напруга, пропорційна комутуємому струму, яка 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 надходить на перший вхід п'ятнадцятого елемента I 15 і відкриває його. Імпульси з виходу другого генератора імпульсів 14 через п'ятнадцятий елемент I 15 надходять на перший вхід восьмого лічильника імпульсів 20. При цьому на виході останнього з'являється цифровий код, який збільшується. Збільшення цифрового коду на виході восьмого лічильника 20 відбувається доки значення півхвилі синусоїди, отриманої з виходів датчиків струму 2 і 3, не стане меншим за рівень спрацювання четвертого компаратора 13. При цьому на виході останнього з'являється сигнал логічного нуля, який через четвертий елемент HI 16 надходить на перший вхід шістнадцятого елемента I 18. Також сигнал логічної одиниці з виходу четвертого елемента HI 16 надходить на вхід однофазного генератора 17 і запускає його. На виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який з затримкою часу через перший елемент АБО 19 обнуляє восьмий лічильник імпульсів 20. На другий інверсний вхід шістнадцятого елемента I 18 надходить сигнал логічного нуля з виходів датчиків комутації 54 і 55 через шостий елемент АБО 27. На виході шістнадцятого елемента I 18 з'являється сигнал логічної одиниці, що надходить на перший вхід регістра 21, який запам'ятовує цифровий код з виходу восьмого лічильника імпульсів 20. Цифровий код з виходу регістра 21 надходить на перший вхід цифрового компаратора 36. На виході першого лічильника імпульсів 33 встановлений нульовий цифровий код, який через цифровий комутатор 35 надходить на другий вхід цифрового компаратора 36. При цьому на його виході встановлюється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід елемента затримки сигналу 31 і на другий вхід першого елемента I 28.

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 31 надходить сигнал логічної одиниці, який через другий елемент АБО 32 обнуляє тригери 7, 8, 9 та регістр 21.

Якщо ж після проходження струму короткого замикання через вимикач останній відключається, то спрацює перший датчик комутації 54, вихідний сигнал якого подається через шостий елемент АБО 27 і відкриває перший елемент I 28. З виходу останнього сигнал надходить на другий елемент I 26, відкриває його, тим самим дозволяючи проходження імпульсів від першого генератора імпульсів 25 в перший лічильник імпульсів 33. При цьому на виході останнього встановлюється цифровий код, який надходить на вхід цифрового компаратора 36. В момент, коли цифрові коди, що надходять на входи цифрового компаратора 36, зрівнюються, на його виході формується сигнал логічного нуля, який закриває перший 28 і другий 26 елементи I, припиняючи подачу імпульсів у перший лічильник імпульсів 33. При цьому перший формувач імпульсів 29 виробляє сигнал, що скидає всі тригери, а також лічильники імпульсів 33 і 20 та регістр 21. В момент проходження імпульсів в лічильник 33 шостий 48 і восьмий 50 елементи I відкриті (на виходах тригерів 8 і 9 присутній сигнал логічної одиниці) і через них, через четвертий 52 і п'ятий 53 елементи АБО, через відкриті тринадцятий 60 і чотирнадцятий 61 елементи I відповідна кількість імпульсів надходить також у шостий 66 та сьомий 67 лічильники імпульсів, збільшуючи їх показання і тим самим засвідчуючи спрацювання ресурсу першого вимикача по фазах В і С на величину, що відповідає значенню відключеного вимикачем струму в перерахунку на номінальний робочий струм вимикача. При цьому в п'ятий лічильник імпульсів 65 - лічильник ресурсу полюса фази А першого вимикача - заноситься лише

5 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 лічильник імпульсів 65 організовано наступним чином. При спрацюванні датчика комутації 54, з виходу елемента АБО 27 сигнал надходить на диференціюючий елемент 37, з виходу якого короткий імпульс через відкритий третій елемент І 45 (на виході першого елемента НІ 42 присутній сигнал логічної одиниці, оскільки тригер 7 не спрацював), через елемент АБО 51, через відкритий елемент І 59 подається в п'ятий лічильник імпульсів 65.

10 Зазначимо, що в такому циклі роботи в лічильник механічного ресурсу 40 першого вимикача знову ж надходить один імпульс.

Якщо, наприклад, перший вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, наприклад в фазі С, то при ввімкненні вимикача на виході першого датчика комутації 54 встановлюється сигнал логічного нуля, який надходить на вхід другого формувача імпульсів 22. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який через сьомий елемент АБО 24 подається на керуючий вхід цифрового комутатора 35, що підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 33 до цифрового компаратора 36 через функціональний перетворювач 34, в якому значення струму, що встановлюється на виході лічильника імпульсів 33 після вимкнення першого 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 групи вимикачів по ресурсним характеристикам на вмикання і вимикання при ввімкненні вимикачів на коротке замикання в електричній мережі.

20 Даний пристрій дозволяє контролювати ресурс більшої кількості вимикачів. Для цього необхідно лише збільшити кількість входів елемента АБО 27, додати по три лічильники імпульсів та по три елементи І на кожен додатково діагностований вимикач.

25 Кількість розрядів лічильників імпульсів 33 і 20 вибирається в залежності від діапазону вимірюваних струмів і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

30 Тривалість імпульсу диференціюючого елемента 37 вибирається дещо меншою тривалості імпульсу першого генератора імпульсів 25.

Кількість розрядів дев'ятого 40 і десятого 41 лічильників імпульсів вибирається в залежності від значення механічного ресурсу вимикачів.

35 Час затримки сигналу в елементі затримки сигналу 31 вибирається більшим тривалості циклу, коли в лічильник імпульсів 33 проходить найбільша кількість імпульсів.

Функціональний перетворювач 34 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані коди, що відображають спрацювання ресурсу вимикача при його включенні на коротке замикання в мережі.

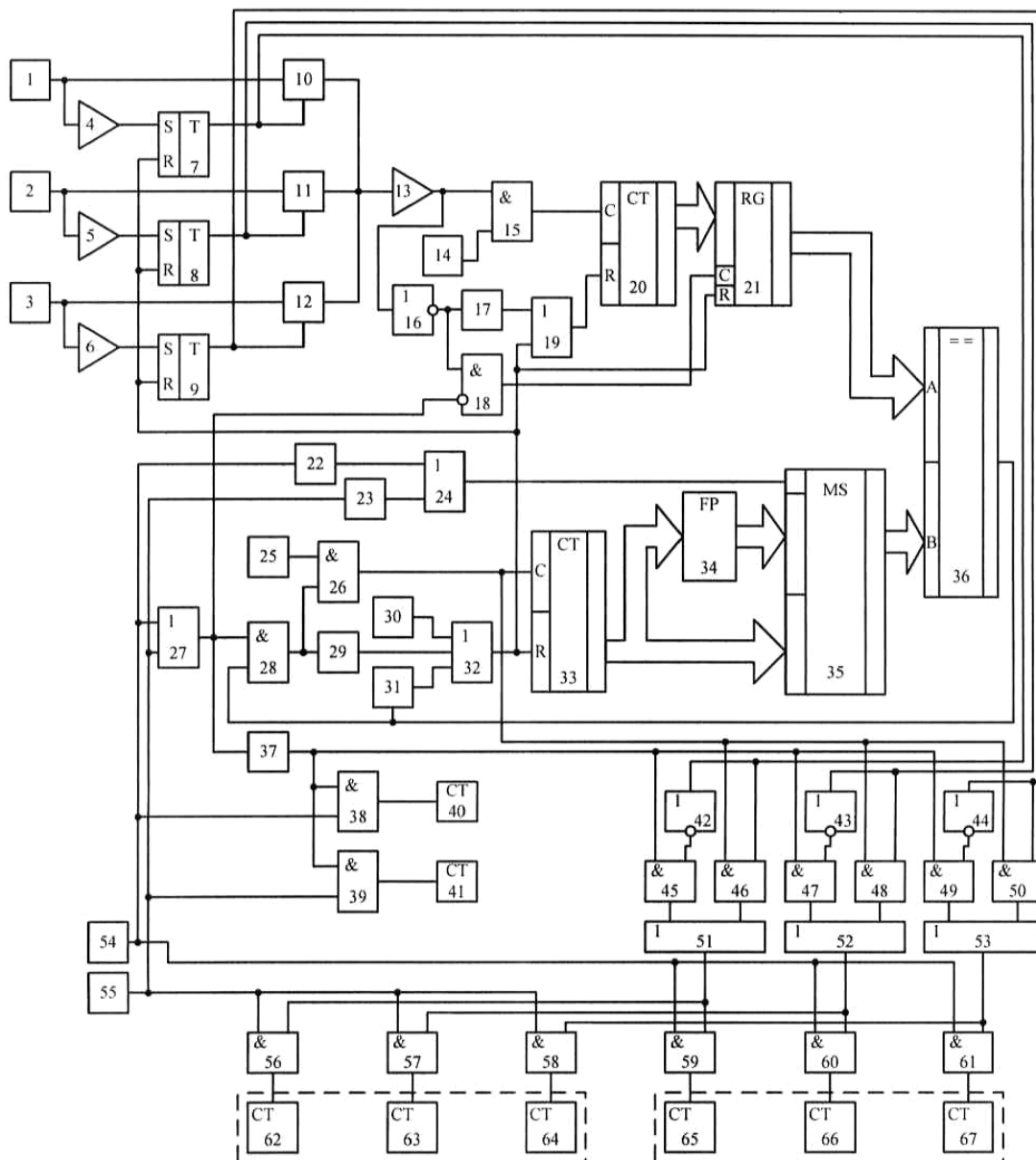
40 Тривалість сигналу на виході формувачів імпульсів 22 і 23 повинна бути не меншою часу відключення вимикача при ввімкненні його на коротке замикання в мережі та часу, за який в лічильник імпульсів 33 надходить найбільша кількість імпульсів.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 Пристрій для контролю ресурсу групи комутаційних апаратів, що містить перший, другий і третій датчики струму, виходи яких з'єднані відповідно зі входами першого, другого і третього компараторів і підключені до аналогових входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи яких з'єднані з входом четвертого компаратора, другі входи першого, другого і третього 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, вхід якого і другий вхід першого елемента І підключені до виходу цифрового компаратора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого лічильника імпульсів і з'єднаний з першими входами четвертого, шостого і восьмого елементів І, вхід першого формувача імпульсів разом з другим входом другого елемента І підключені до виходу першого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом шостого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до керуючих входів першого, другого і третього електронних ключів, виходи першого і другого датчиків комутації з'єднані відповідно з першим і другим входами шостого елемента АБО, вихід якого підключений до входу диференціюючий елемент, вихід якого 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 компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього тригерів, виходи яких підключені відповідно до входів першого, другого і третього елементів НІ, а також відповідно до других входів четвертого, шостого і восьмого елементів І, 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 до виходів четвертого, шостого і восьмого елементів І відповідно, а виходи з'єднані з першими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І відповідно, а також відповідно з першими входами дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід першого датчика комутації підключений до других входів дванадцятого, тринадцятого і чотирнадцятого елементів І, вихід другого датчика комутації з'єднаний з другими входами дев'ятого, десятого і одинадцятого елементів І, виходи з дев'ятого по чотирнадцятий елементів І підключені відповідно до входів з другого по сьомий лічильників імпульсів, вихід четвертого компаратора з'єднаний з виходом четвертого елемента НІ та підключений до першого входу п'ятнадцятого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до першого входу восьмого лічильника імпульсів, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу одновібратора, вхід якого, а також перший вхід шістнадцятого елемента І з'єднані з виходом четвертого елемента НІ, вихід шостого елемента АБО підключений до другого входу шістнадцятого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом регістра, другий вхід якого, а також другий вхід першого елемента АБО підключені до виходу другого елемента АБО, вихідна цифрова шина восьмого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, який **відрізняється** тим, що в нього введені дев'ятий і десятий лічильники імпульсів, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, другий і третій формувачі імпульсів, сімнадцятий і вісімнадцятий елементи І, сьомий елемент АБО, причому друга вхідна цифрова шина цифрового компаратора 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 сімнадцятого і вісімнадцятого елементів І підключений відповідно до входів дев'ятого і десятого лічильників імпульсів, виходи першого і другого датчиків комутації з'єднані відповідно з другими входами сімнадцятого і вісімнадцятого елементів І, 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.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601