



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **152451** (13) **U**  
(51) МПК  
**G07C 3/10** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2021 07419</b>	(72) Винахідник(и): <b>Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Захаров Василь Володимирович (UA), Остапюк Юрій Михайлович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>20.12.2021</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>09.02.2023</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>08.02.2023, Бюл.№ 6</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>

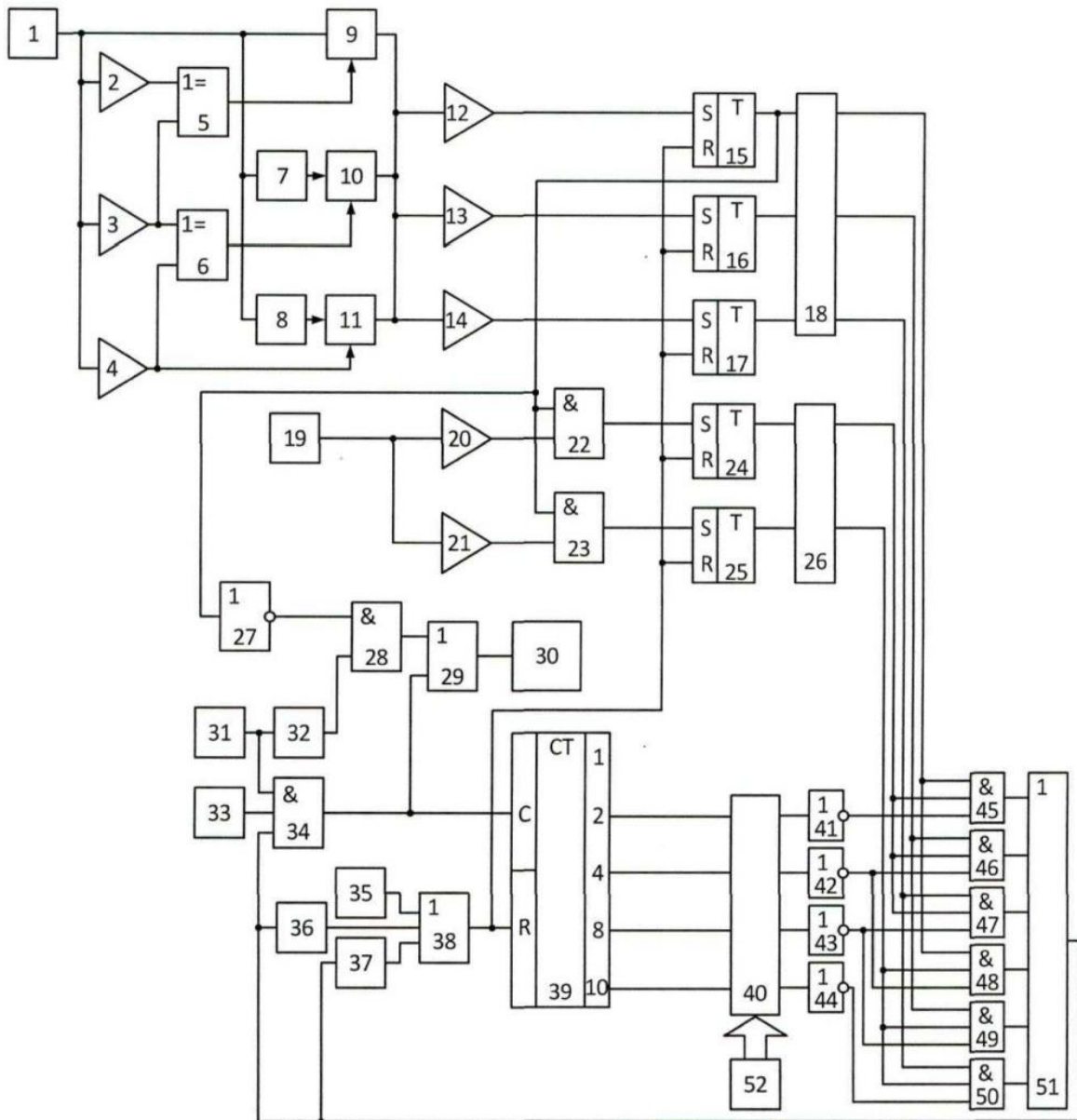
## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ ПОВІТРЯНИХ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ

### (57) Реферат:

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів містить датчик струму, вісім компараторів, п'ять тригерів, два шифратори, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, датчик тиску, три електронні ключі, десять елементів І, три елементи АБО, п'ять елементів НІ, диференціюючий елемент, генератор імпульсів, два лічильники імпульсів, причому вихід першого компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого через перший елемент НІ підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, виходи другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого, четвертого, п'ятого тригерів та 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 блока затримки сигналу, вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, перший, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами п'ятого, шостого і сьомого елементів І, перші входи яких відповідно підключені до першого, другого і третього виходів першого шифратора, а другі входи з'єднані відповідно з виходами другого, третього і четвертого елементів НІ, перший вхід першого лічильника імпульсів разом з другим входом першого елемента АБО підключені до виходу четвертого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а другий вхід і вхід диференціюючого елемента підключені до виходу датчика комутації, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з другим входом третього елемента І, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого і другого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом першого тригера, а виходи підключені відповідно до перших входів четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першим і другим входами другого шифратора, перший вихід якого підключений до третіх входів п'ятого, шостого і сьомого елементів І, а другий вихід з'єднаний з третіми входами восьмого, дев'ятого і десятого елементів І, виходи яких відповідно підключені до четвертого, п'ятого і шостого входів третього елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого шифратора, перші входи восьмого і дев'ятого елементів І підключені відповідно до виходів третього і четвертого елементів НІ, третій вхід четвертого елемента І та вхід формувача імпульсів з'єднані з виходом

UA 152451 U

третього елемента АБО, вихід п'ятого елемента НІ підключений до першого входу десятого елемента І, вихід датчика струму з'єднаний зі входами шостого, сьомого і восьмого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, другого і третього компараторів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід восьмого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа. При цьому в пристрій введено функціональний перетворювач та блок вибору типу вимикача, причому перший, другий, третій та четвертий виходи першого лічильника імпульсів з'єднані з першим, другим, третім та четвертим входами функціонального перетворювача відповідно, перший, другий, третій та четвертий виходи якого підключені відповідно до входів другого, третього, четвертого та п'ятого елементів НІ відповідно, вихідна цифрова шина блока вибору типу вимикача з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача.



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

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 50549А, М. кл. G07С 3/10, бюл. № 10, 2002), що містить датчик струму, вихід якого через перший компаратор з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого через перший елемент НІ підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, виходи другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого, четвертого, п'ятого тригерів та 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 блока затримки сигналу, вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, перший, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами п'ятого, шостого і сьомого елементів І, перші входи яких відповідно підключені до першого, другого і третього виходів першого шифратора, а другі входи з'єднані відповідно з виходами другого, третього і четвертого елементів НІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до першого, другого і третього виходів першого лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, датчик комутації, вихід якого через диференціюючий елемент з'єднаний з другим входом третього елемента І, вихід п'ятого елемента НІ підключений до першого входу десятого елемента І, вихід датчика струму з'єднаний зі входами другого і третього компараторів, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого і другого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом першого тригера, а виходи підключені відповідно до перших входів четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першим і другим входами другого шифратора, перший вихід якого підключений до третіх входів п'ятого, шостого і сьомого елементів І, а другий вихід з'єднаний з третіми входами восьмого, дев'ятого і десятого елементів І, виходи яких відповідно підключені до четвертого, п'ятого і шостого входів третього елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого шифратора, перші входи восьмого і дев'ятого елементів І підключені відповідно до виходів третього і четвертого елементів НІ, четвертий вихід першого лічильника імпульсів з'єднаний зі входом п'ятого елемента НІ, вихід датчика комутації підключений до другого входу четвертого елемента І, третій вхід якого та вхід формувача імпульсів з'єднані з виходом третього елемента АБО, другий вхід першого елемента АБО підключений до виходу четвертого елемента І.

Недоліком даного пристрою є те, що у разі використання його з різними типами комутаційних апаратів необхідно змінювати структуру пристрою, оскільки він налаштований на контроль за вичерпанням комутаційного ресурсу одного типу комутаційного апарата із закладеними в пристрій ресурсними характеристиками.

Як найближчий аналог вибрано пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів (Патент України № 7141, М. кл. G07С 3/10, бюл. № 6, 2005), що містить датчик струму, вісім компараторів, п'ять тригерів, два шифратори, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, датчик тиску, три електронні ключі, десять елементів І, три елементи АБО, п'ять елементів НІ, диференціюючий елемент, генератор імпульсів, два лічильники імпульсів, причому вихід першого компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого через перший елемент НІ підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, виходи другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого, четвертого, п'ятого тригерів та 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 блока затримки сигналу, вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, перший, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами п'ятого, шостого і сьомого елементів І, перші входи яких відповідно підключені до першого, другого і третього виходів першого шифратора, а другі входи з'єднані відповідно з виходами другого, третього і четвертого елементів НІ, входи яких в свою чергу підключені відповідно до першого, другого і третього виходів першого лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу

генератора імпульсів, Вихід датчика комутації через диференціюючий елемент з'єднаний з другим входом третього елемента І, вихід п'ятого елемента НІ підключений до першого входу десятого елемента І, вихід восьмого компаратора з'єднаний з керуючим входом третього електронного ключа, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого і другого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом першого тригера, а виходи підключені відповідно до перших входів четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першим і другим входами другого шифратора, перший вихід якого підключений до третіх входів п'ятого, шостого і сьомого елементів І, а другий вихід з'єднаний з третіми входами восьмого, дев'ятого і десятого елементів І, виходи яких відповідно підключені до четвертого, п'ятого і шостого входів третього елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого шифратора, перші входи восьмого і дев'ятого елементів І підключені відповідно до виходів третього і четвертого елементів НІ, четвертий вихід першого лічильника імпульсів з'єднаний зі входом п'ятого елемента НІ, вихід датчика комутації підключений до другого входу четвертого елемента І, третій вхід якого та вхід формувача імпульсів з'єднані з виходом третього елемента АБО, другий вхід першого елемента АБО підключений до виходу четвертого елемента І, вихід датчика струму з'єднаний зі входами шостого, сьомого і восьмого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, другого і третього компараторів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно.

Головним недоліком даного пристрою є те, що у разі використання його з різними типами комутаційних апаратів необхідно змінювати структуру пристрою, оскільки він налаштований на контроль за вичерпанням комутаційного ресурсу одного типу комутаційного апарата із закладеними в пристрій ресурсними характеристиками, що звужує функціональні можливості пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість вводити в пристрій ресурсні характеристики різних комутаційних апаратів, що розширює його функціональні можливості.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить датчик струму, вісім компараторів, п'ять тригерів, два шифратори, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, датчик тиску, три електронні ключі, десять елементів І, три елементи АБО, п'ять елементів НІ, диференціюючий елемент, генератор імпульсів, два лічильники імпульсів, причому вихід першого компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого через перший елемент НІ підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, виходи другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого, четвертого, п'ятого тригерів та 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 блока затримки сигналу, вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, перший, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами п'ятого, шостого і сьомого елементів І, перші входи яких відповідно підключені до першого, другого і третього виходів першого шифратора, а другі входи з'єднані відповідно з виходами другого, третього і четвертого елементів НІ, перший вхід першого лічильника імпульсів разом з другим входом першого елемента АБО підключені до виходу четвертого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а другий вхід і вхід диференціюючого елемента підключені до виходу датчика комутації, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з другим входом третього елемента І, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого і другого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом першого тригера, а виходи

підключені відповідно до перших входів четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першим і другим входами другого шифратора, перший вихід якого підключений до третіх входів п'ятого, шостого і сьомого елементів I, а другий вихід з'єднаний з третіми входами восьмого, дев'ятого і десятого елементів I, виходи яких відповідно підключені до четвертого, п'ятого і шостого входів третього елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого шифратора, перші входи восьмого і дев'ятого елементів I підключені відповідно до виходів третього і четвертого елементів HI, третій вхід четвертого елемента I та вхід формувача імпульсів з'єднані з виходом третього елемента АБО, вихід п'ятого елемента HI підключений до першого входу десятого елемента I, вихід датчика струму з'єднаний зі входами шостого, сьомого і восьмого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, другого і третього компараторів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід восьмого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, згідно з корисною моделлю, введено функціональний перетворювач та блок вибору типу вимикача, причому перший, другий, третій та четвертий виходи першого лічильника імпульсів з'єднані з першим, другим, третім та четвертим входами функціонального перетворювача відповідно, перший, другий, третій та четвертий виходи якого підключені відповідно до входів другого, третього, четвертого та п'ятого елементів HI відповідно, вихідна цифрова шина блока вибору типу вимикача з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача.

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

На схемі: 1 - датчик струму; 2, 3, 4 - шостий, сьомий і восьмий компаратори; 5, 6 - перший і другий елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО; 7, 8 - перший і другий масштабуючі підсилювачі; 9, 10, 11 - перший, другий і третій електронні ключі; 12, 13, 14 - перший, другий і третій компаратори; 15, 16, 17 - перший, другий і третій тригери; 18 - перший шифратор; 19 - датчик тиску; 20, 21 - четвертий і п'ятий компаратори; 22, 23 - перший і другий елементи I; 24, 25 - четвертий і п'ятий тригери; 26 - другий шифратор; 27 - перший елемент HI; 28 - третій елемент I; 29 - перший елемент АБО; 30 - другий лічильник імпульсів; 31 - датчик комутації; 32 - диференціюючий елемент; 33 - генератор імпульсів; 34 - четвертий елемент I; 35 - блок установки нуля; 36 - формувач імпульсів; 37 - блок затримки сигналу; 38 - другий елемент АБО; 39 - перший лічильник імпульсів; 40 - функціональний перетворювач; 41, 42, 43, 44 - другий, третій, четвертий і п'ятий елементи HI; 45, 46, 47, 48, 49, 50 - п'ятий, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий і десятий елементи I; 51 - третій елемент АБО, 52 - блок вибору типу вимикача, причому вихід першого компаратора 12 з'єднаний з першим входом першого тригера 15, вихід якого через перший елемент HI 27 підключений до першого входу третього елемента I 28, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО 29, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів 30, виходи другого 13 і третього 14 компараторів з'єднані відповідно з першими входами другого 16 і третього 17 тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого 15, четвертого 24, п'ятого 25 тригерів та першого лічильника імпульсів 39 підключені до виходу другого елемента АБО 38, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 35, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 36, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу 37, вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО 51, перший, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами п'ятого 45, шостого 46 і сьомого 47 елементів I, перші входи яких відповідно підключені до першого, другого і третього виходів першого шифратора 18, а другі входи з'єднані відповідно з виходами другого 41, третього 42 і четвертого 43 елементів HI, перший вхід першого лічильника імпульсів 39 разом з другим входом першого елемента АБО 29 підключені до виходу четвертого елемента I 34, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів 33, а другий вхід і вхід диференціюючого елемента 32 підключені до виходу датчика комутації 31, вихід диференціюючого елемента 32 з'єднаний з другим входом третього елемента I 28, виходи першого 15, другого 16 і третього 17 тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора 18, вихід датчика тиску 19 з'єднаний зі входами четвертого 20 і п'ятого 21 компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого 22 і другого 23 елементів I, , другі входи яких з'єднані з виходом першого тригера 15, а виходи

підключені відповідно до перших входів четвертого 24 і п'ятого 25 тригерів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першим і другим входами другого шифратора 26, перший вихід якого підключений до третіх входів п'ятого 45, шостого 46 і сьомого 47 елементів І, а другий вихід з'єднаний з третіми входами восьмого 48, дев'ятого 49 і десятого 50 елементів І, виходи яких відповідно підключені до четвертого, п'ятого і шостого входів третього елемента АБО 51, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого шифратора 18, перші входи восьмого 48 і дев'ятого 49 елементів І підключені відповідно до виходів третього 42 і четвертого 43 елементів ІІ, третій вхід четвертого елемента І 34 та вхід формувача імпульсів 36 з'єднані з виходом третього елемента АБО 51, вихід п'ятого елемента ІІ 44 підключений до першого входу десятого елемента І 50, вихід датчика струму 1 з'єднаний зі входами шостого 2, сьомого 3 і восьмого 4 компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа 9, вихід якого, а також виходи другого 10 і третього 11 електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів, вихід датчика струму 1 з'єднаний зі входами першого 7 і другого 8 масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого 10 і третього 11 електронних ключів, виходи сьомого 3 і восьмого 4 компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого 5 і другого 6 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого 2 і сьомого 3 компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого 9 і другого 10 електронних ключів відповідно, вихід восьмого компаратора 4 підключений до керуючого входу третього електронного ключа 11, перший, другий, третій та четвертий виходи першого лічильника імпульсів 39 з'єднані з першим, другим, третім та четвертим входами функціонального перетворювача 40 відповідно, перший, другий, третій та четвертий виходи якого підключені відповідно до входів другого 41, третього 42, четвертого 43 та п'ятого 44 елементів ІІ відповідно, вихідна цифрова шина блока вибору типу вимикача 52 з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача 40.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 35 коротким імпульсом через другий елемент АБО 38 встановлює перший 15, другий 16, третій 17, четвертий 24 і п'ятий 25 тригери, а також перший лічильник імпульсів 39 у нульовий стан. Одночасно генератор імпульсів 33 починає виробляти послідовність імпульсів.

Зазначимо, що як датчик струму 1 використовується трансформатор струму, вихідний сигнал якого має нелінійну залежність від його вхідного сигналу. Для лінеаризації цього сигналу використовуються блоки 2-11, в яких кусково-лінійна лінеаризація здійснюється по трьох ділянках кривої намагнічування.

Коли напруга з виходу датчика струму 1 досягає значення, пропорційного номінальному робочому струму, спрацьовує шостий компаратор 2, що відповідає першій ділянці, з виходу якого сигнал логічної одиниці надходить на перший вхід першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 5. При цьому на його виході формується сигнал логічної одиниці, який подається на керуючий вхід першого електронного ключа 9, тим самим відкриваючи його і дозволяючи проходження сигналу з виходу датчика струму 1 на входи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів.

Якщо напруга, що пропорційна струму, зростає далі, то спрацьовують шостий 2 і сьомий 3 компаратори, що відповідає другій ділянці характеристики датчика струму 1. При цьому на виході першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 5 встановлюється сигнал логічного нуля, а на виході другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 6 - сигнал логічної одиниці, який відкриває другий електронний ключ 10. Значення напруги, пропорційної струму, яке надходить на вхід першого масштабуючого підсилювача 7, на цій ділянці множиться на коефіцієнт, що дозволяє отримати лінійну залежність між вхідним і вихідним сигналами датчика струму 1 на вибраній ділянці нелінійної характеристики перетворення. Далі нове значення сигналу через другий електронний ключ 10 надходить на входи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів.

Якщо напруга з виходу датчика струму 1 приймає ще більше значення, то спрацьовує восьмий компаратор 4, перший 9 і другий 10 електронні ключі закриваються, а третій електронний ключ 11 відкривається. При цьому значення сигналу з виходу датчика струму 1 надходить через другий масштабуючий підсилювач 8, в якому вхідний сигнал множиться на інший коефіцієнт, в результаті чого на третій ділянці кривої намагнічування вхідний і вихідний сигнали датчика струму 1 мають лінійну залежність.

В подальшому під величиною напруги, що відповідає струму на виході датчика струму 1, будемо розуміти сигнал, який отримується на виході електронних ключів 9-11.

Якщо вимикач відключає коло зі струмом, значення якого не перевищує номінальний робочий струм, то при цьому на виході датчика комутації 31 з'являється сигнал логічної одиниці, який через диференціюючий елемент 32 у вигляді короткого імпульсу надходить через відкритий третій елемент І 28, а потім через перший елемент АБО 29 на вхід другого лічильника

імпульсів 30, який є лічильником залишкового ресурсу високовольтного вимикача. Занесення в лічильник одного 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 елемент I 28 був відкритим, оскільки на вході першого елемента HI 27 був присутній сигнал логічного нуля, що свідчить про відсутність відключення вимикачем аварійного струму електричної мережі.

Якщо в електричній мережі виникає струм короткого замикання, який відключається діагностованим вимикачем, то на входах першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів з'являється постійна напруга, пропорційна комутваному струму. Нехай, наприклад, під дією цієї напруги спрацювають перший 12 та другий 13 компаратори. Нехай, наприклад, в момент комутації аварійного струму тиск стисненого повітря був такий, що постійна напруга на виході датчика тиску 19, пропорційна контрольованому параметру, спричиняє спрацювання четвертого компаратора 20. При цьому в одиничний стан встановлюються перший 15 та другий 16 тригери, а також четвертий тригер 24, вхідний сигнал на який подається з виходу четвертого компаратора 20 через відкритий перший елемент I 22. Пороги спрацювання компараторів 12, 13 і 14 різні та залежать від величини максимального струму короткого замикання, а пороги спрацювання компараторів 20 і 21 залежать від величини максимального тиску стисненого повітря та також є різними. Очевидно, що залежно від спрацювання певної кількості компараторів встановлюється в одиничний стан і певна кількість тригерів (перший 15, другий 16 і третій 17 тригери, якими контролюється струм комутації вимикача, четвертий 24 і п'ятий 25 тригери, якими контролюється значення тиску стисненого повітря). Отже, за даних умов сигнал логічної одиниці з виходу першого тригера 15 через перший елемент HI 27 закриває третій елемент I 28, що свідчить про наявність аварійного струму в електричній мережі. Також сигнали логічної одиниці з виходів з першого 15 та другого 16 тригерів надходять відповідно на перший та другий входи першого шифратора 18, на другому виході якого встановлюється сигнал логічної одиниці, який надходить на перший вхід шостого елемента I 46. Аналогічно можна прослідкувати, що сигнал логічної одиниці з виходу четвертого тригера 24 надходить на перший вхід другого шифратора 26, на першому виході якого встановлюється сигнал логічної одиниці, який надходить на треті входи п'ятого 45, шостого 46 та сьомого 47 елементів I. Також на другі входи п'ятого 45, шостого 46 і сьомого 47 елементів I надходять сигнали логічної одиниці через функціональний перетворювач 40, через другий 41, третій 42 і четвертий 43 елементи HI з першого, другого та третього виходів першого лічильника імпульсів 39 відповідно. Така комбінація сигналів призводить до того, що на виході шостого елемента I 46 з'являється сигнал логічної одиниці, який через третій елемент АБО 51 надходить на входи формувача імпульсів 36, блока затримки сигналу 37 та третій вхід четвертого елемента I 34. При спрацюванні датчика комутації 31 з його виходу сигнал логічної одиниці надходить на другий вхід четвертого елемента I 34. При цьому імпульси з генератора 33 починають надходити через перший елемент АБО 29 у другий лічильник імпульсів 30 та на перший вхід першого лічильника імпульсів 39. Після проходження четвертого імпульсу на другому виході першого лічильника імпульсів 39 з'являється сигнал логічної одиниці, шостий елемент I 46 закривається, на виході третього елемента АБО 51 з'являється сигнал логічного нуля, який надходить на третій вхід четвертого елемента I 34 і тим самим закриває його, а на виході формувача імпульсів 36 з'являється сигнал, який через другий елемент АБО 38 надходить на другі входи першого 15, другого 16, третього 17, четвертого 24, п'ятого 25 тригерів та першого лічильника імпульсів 39 та обнуляє їх. Цикл роботи пристрою на цьому закінчується. Надходження в другий лічильник імпульсів 30 чотирьох імпульсів свідчить, що залишковий ресурс повітряного високовольтного вимикача зменшився на величину, еквівалентну чотирьом комутаціям номінального робочого струму.

Зазначимо, що ресурсні характеристики діагностованого вимикача у функціональному перетворювачі 40 фіксуються шляхом подачі на його другу вхідну цифрову шину цифрового коду з виходу блока вибору типу вимикача 52. У разі визначення залишкового ресурсу іншого типу вимикача з виходу блока вибору типу вимикача 52 на вхід функціонального перетворювача 40 подається цифровий код, яким активується інша область пам'яті останнього, де записані ресурсні характеристики іншого типу діагностованого вимикача.

Аналогічно, пристрій працює у випадку, коли, наприклад, сила струму в колі така, що спрацювали перший 12 та другий 13 компаратори та тиск стисненого повітря такий, що спрацювали четвертий 20 та п'ятий 21 компаратори. При цьому пристрій буде працювати аналогічним чином, але комутаційний ресурс вимикача буде зменшено на число імпульсів, яке дорівнює вісім, що свідчить про спрацювання комутаційного ресурсу повітряного

високовольтного вимикача, яке еквівалентне восьми комутаціям робочого струму, що не перевищує номінальний робочий.

Зазначимо, що підключення до першого лічильника імпульсів 39 через функціональний перетворювач 40, через другий 41, третій 42, четвертий 43 і п'ятий 44 елементи ІІ певної комбінації елементів І, з п'ятого 45, шостого 46, сьомого 47, восьмого 48, дев'ятого 49 і до десятого 50 забезпечую зміну кількості імпульсів, що надходять в другий лічильник імпульсів 30.

У випадку, якщо через вимикач протікає аварійний струм короткого замикання, але комутація цього струму здійснюється іншим вимикачем, то сигнал логічної одиниці, що з'являється на виході елемента АБО 51, надходить на вхід блока затримки сигналу 37, з виходу якого через деякий встановлений час сигнал логічної одиниці через другий елемент АБО 38 надходить на другі входи першого 15, другого 16, третього 17, четвертого 24, п'ятого 25 тригерів та першого лічильника імпульсів 39 тим самим обнуляючи їх та готуючи пристрій до нового циклу роботи.

Кількість розрядів першого 39 та другого 30 лічильників імпульсів, а також кількість компараторів та тригерів, що фіксують значення комутованого струму та тиску стисненого повітря, вибирається залежно від діапазону вимірюваних струму та тиску і від необхідного ступеня точності визначення витраченого вимикачем ресурсу.

Тривалість імпульсу диференціюючого елемента 32 вибирається дещо меншою тривалості імпульсу генератора імпульсів 33.

Кусково-лінійну лінеаризацію можна також здійснювати з використанням більшої кількості ділянок кривої намагнічування, для чого слід збільшити кількість компараторів, елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, масштабуючих підсилювачів, а також електронних ключів.

Функціональний перетворювач 40 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані коди, що відповідають ресурсним характеристикам різних типів високовольтних вимикачів.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить датчик струму, вісім компараторів, п'ять тригерів, два шифратори, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, датчик тиску, три електронні ключі, десять елементів І, три елементи АБО, п'ять елементів ІІ, диференціюючий елемент, генератор імпульсів, два лічильники імпульсів, причому вихід першого компаратора з'єднаний з першим входом першого тригера, вихід якого через перший елемент ІІ підключений до першого входу третього елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, виходи другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами другого і третього тригерів, другі входи яких, а також другі входи першого, четвертого, п'ятого тригерів та 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 блока затримки сигналу, вхід якого підключений до виходу третього елемента АБО, перший, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами п'ятого, шостого і сьомого елементів І, перші входи яких відповідно підключені до першого, другого і третього виходів першого шифратора, а другі входи з'єднані відповідно з виходами другого, третього і четвертого елементів ІІ, перший вхід першого лічильника імпульсів разом з другим входом першого елемента АБО підключені до виходу четвертого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а другий вхід і вхід диференціюючого елемента підключені до виходу датчика комутації, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з другим входом третього елемента І, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора, вихід датчика тиску з'єднаний зі входами четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого і другого елементів І, другі входи яких з'єднані з виходом першого тригера, а виходи підключені відповідно до перших входів четвертого і п'ятого тригерів, виходи яких в свою чергу з'єднані відповідно з першим і другим входами другого шифратора, перший вихід якого підключений до третіх входів п'ятого, шостого і сьомого елементів І, а другий вихід з'єднаний з третіми входами восьмого, дев'ятого і десятого елементів І, виходи яких відповідно підключені до четвертого, п'ятого і шостого входів третього елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами першого шифратора, перші входи восьмого і дев'ятого елементів І підключені відповідно до виходів третього і четвертого елементів ІІ, третій вхід четвертого елемента І та вхід формувача імпульсів з'єднані з виходом



третього елемента АБО, вихід п'ятого елемента НІ підключений до першого входу десятого елемента І, вихід датчика струму з'єднаний зі входами шостого, сьомого і восьмого компараторів, а також з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів першого, другого і третього компараторів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого і другого масштабючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого і третього електронних ключів, виходи сьомого і восьмого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів шостого і сьомого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід восьмого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, який **відрізняється** тим, що в нього введено функціональний перетворювач та блок вибору типу вимикача, причому перший, другий, третій та четвертий виходи першого лічильника імпульсів з'єднані з перший, другим, третім та четвертим входами функціонального перетворювача відповідно, перший, другий, третій та четвертий виходи якого підключені відповідно до входів другого, третього, четвертого та п'ятого елементів НІ відповідно, вихідна цифрова шина блока вибору типу вимикача з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача.

