



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **152195** (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

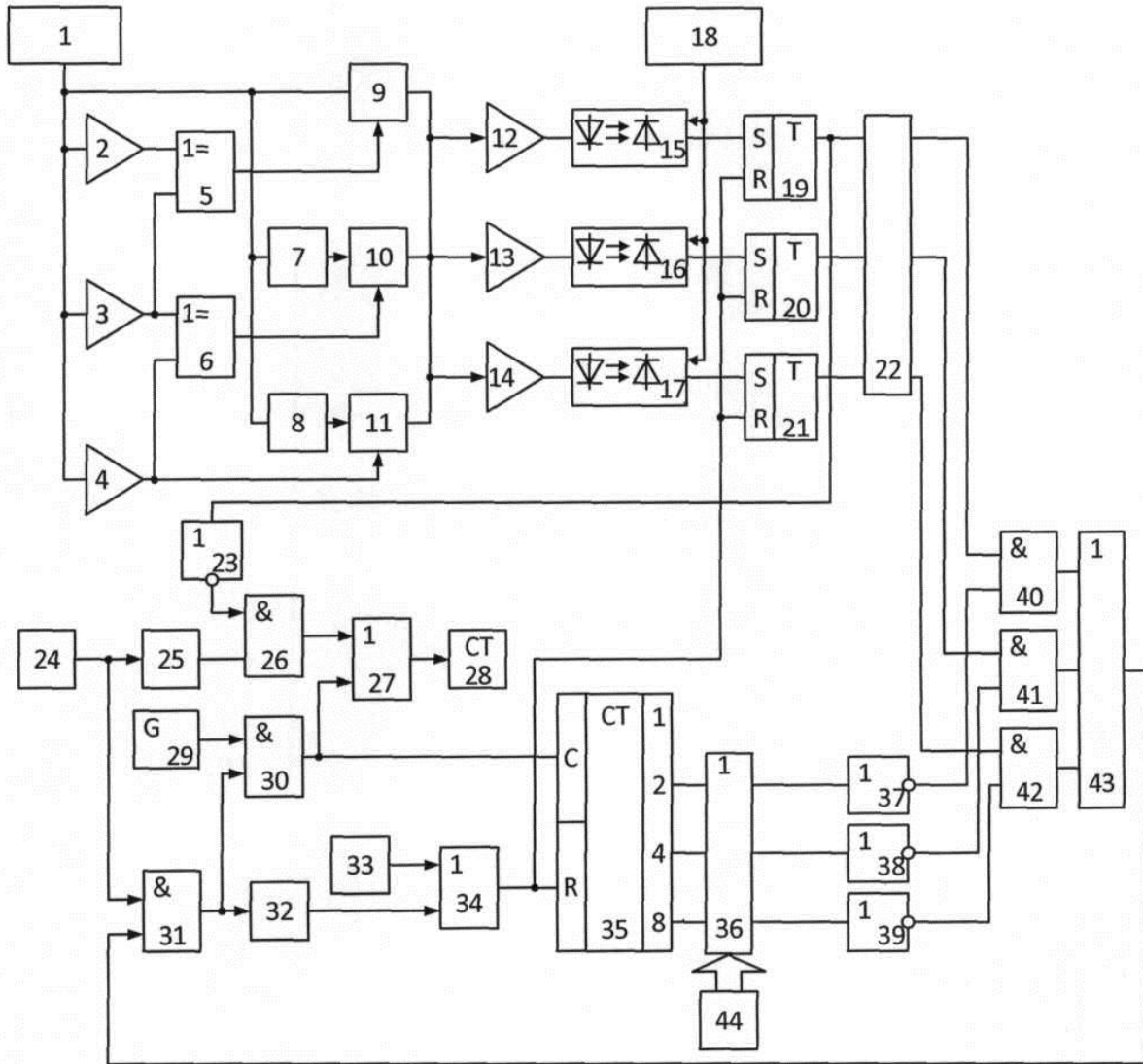
(21) Номер заявки: u 2021 06749	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Захаров Василь Володимирович (UA), Романюк Ілля Романович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.11.2021	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 05.01.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 04.01.2023, Бюл.№ 1	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

(57) Реферат:

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів містить датчик струму, датчик початку комутації, а також ресурсний лічильник, блок аналого-цифрового перетворення, в якому виміряне значення струму через оптронну розв'язку подається в блок пам'яті, блок вагових коефіцієнтів, в якому обчислюється нерівномірно відпрацьований ресурс вимикача в момент комутації, блок лінеаризації, блок синхронізації, блок вибору типу вимикача. Технічний результат корисної моделі - це можливість вводити в пристрій ресурсні характеристики різних комутаційних апаратів, що розширює його функціональні можливості.

UA 152195 U



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

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 54157А, М. кл. G07 С 3/10, бюл. № 2, 2003), що містить датчик початку комутації, вихід якого підключений до першого входу першого елемента І і через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент НІ, перший лічильник імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно з'єднані з першими входами четвертого, п'ятого і шостого елементів І, виходи яких підключені до першого, другого і третього входів другого елемента АБО, а другі входи з'єднані відповідно з першим, другим і третім виходами другого лічильника імпульсів через другий, третій і четвертий елементи НІ відповідно, вихід блока установки нуля підключений до першого входу третього елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів першого, другого і третього тригерів, а також до другого входу другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього оптронів, другі входи яких підключені до виходу джерела опорної напруги, а виходи з'єднані відповідно з першими входами першого, другого і третього тригерів.

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 комутаційних апаратів (Патент України № 6509, М. кл. G07 С 3/10, бюл. № 5, 2005), що містить датчик струму, шість компараторів, три тригери, шифратор, два лічильники імпульсів, три оптрони, джерело опорної напруги, три електронних ключі, два масштабуючих підсилювачі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, генератор імпульсів, диференціюючий елемент, чотири елементи НІ, три елементи АБО, шість елементів І, блок установки нуля, формувач сигналу, датчик початку комутації, причому вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого елемента І та через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент НІ, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів І, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО, а другі входи підключені відповідно до першого, другого і третього входів другого лічильника імпульсів через другий, третій і четвертий елементи НІ відповідно, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами першого, другого і третього тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами четвертого, п'ятого і шостого 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 п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з

керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа.

5 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.

10 В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для контролю ресурсу комутаційних апаратів, 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.

15 Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, шість компараторів, три тригери, шифратор, два лічильники імпульсів, три оптрони, джерело опорної напруги, три електронних ключі, два масштабуючих підсилювачі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, генератор імпульсів, диференціюючий елемент, чотири елементи НІ, три елементи АБО, шість елементів І, блок установки нуля, формувач сигналу, датчик початку комутації, причому вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого елемента І та через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент НІ, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів І, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО, а другі входи підключені відповідно до виходів другого, третього і четвертого елементів НІ відповідно, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами першого, другого і третього тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами четвертого, п'ятого і шостого 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 п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, введено блок вибору типу вимикача та функціональний перетворювач, причому перший, другий та третій виходи другого лічильника імпульсів з'єднані з першим, другим та третім входами функціонального перетворювача відповідно, перший, другий та третій виходи якого підключені до входів другого, третього та четвертого елементів НІ відповідно, а вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною блока вибору типу вимикача.

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

На схемі: 1 - датчик струму; 2, 3, 4 - четвертий, п'ятий і шостий 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 оптрони; 18 - джерело опорної напруги; 19, 20, 21 - перший, другий і третій тригери; 22 - шифратор; 23 - перший елемент НІ; 24 - датчик початку комутації; 25 - диференціюючий елемент; 26 - другий елемент І; 27 - перший елемент АБО; 28 - перший лічильник імпульсів; 29 - генератор імпульсів; 30, 31 - третій і перший елементи І; 32 - формувач сигналу; 33 - блок установки нуля; 34 - третій елемент АБО; 35 - другий лічильник імпульсів; 36 - функціональний перетворювач; 37, 38, 39 - другий, третій і четвертий елементи НІ; 40, 41, 42 -

четвертий, п'ятий і шостий елементи І; 43 - другий елемент АБО, 44 - блок вибору типу вимикача, причому вихід датчика початку комутації 24 підключений до першого входу першого елемента І 31 та через диференціюючий елемент 25 з'єднаний з першим входом другого елемента І 26, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера 19 через перший елемент НІ 23, вхід першого лічильника імпульсів 28 з'єднаний з виходом першого елемента АБО 27, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І 26, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів 35 з'єднані з виходом третього елемента І 30, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів 29, а другий вхід і вхід формувача сигналу 32 з'єднані з виходом першого елемента І 31, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО 43, виходи першого 19, другого 20 і третього 21 тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора 22, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого 40, п'ятого 41 і шостого 42 елементів І, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО 43, а другі входи підключені відповідно до виходів другого 37, третього 38 і четвертого 39 елементів НІ відповідно, вихід блока установки нуля 33 з'єднаний з першим входом третього елемента АБО 34, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу 32, а вихід з'єднаний з другими входами першого 19, другого 20 і третього 21 тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів 35, виходи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів підключені відповідно до перших входів першого 15, другого 16 і третього 17 оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги 18, а виходи підключені відповідно до перших входів першого 19, другого 20 і третього 21 тригерів, вихід датчика струму 1 з'єднаний зі входами четвертого 2, п'ятого 3 і шостого 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 масштабюючих підсилювачів, виходи яких підключені до аналогових входів другого 10 і третього 11 електронних ключів, виходи п'ятого 3 і шостого 4 компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого 5 і другого 6 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого 2 і п'ятого 3 компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого 9 і другого 10 електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора 4 підключений до керуючого входу третього електронного ключа 11, перший, другий та третій виходи другого лічильника імпульсів 35 з'єднані з першим, другим та третім входами функціонального перетворювача 36 відповідно, перший, другий та третій виходи якого підключені до входів другого 37, третього 38 та четвертого 39 елементів НІ відповідно, а вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною блока вибору типу вимикача 44.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 33 коротким імпульсом через третій елемент АБО 34 встановлює у нульове положення перший 19, другий 20, третій 21 тригери і другий лічильник імпульсів 35. При цьому на виходах другого 37, третього 38 і четвертого 39 елементів НІ встановлюються сигнали логічної одиниці.

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 четвертий 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 четвертий 2 і п'ятий 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 масштабюючого 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 перший 9 і другий 10 електронні ключі закриваються, а третій електронний ключ 11 відкривається і напруга, пропорційна струму, проходить через другий масштабуючий підсилювач 8 і 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, 10 та 11.

Також зазначимо, що використання першого 15, другого 16 та третього 17 оптронів дозволяє здійснити гальванічну розв'язку між вимірювальним колом та блоками обробки інформації.

Якщо діагностований вимикач відключає коло зі струмом, величина якого менша порогів спрацювання першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів, то при цьому спрацьовує датчик початку комутації 24, сигнал логічної одиниці через диференціюючий елемент 25 подається на перший вхід другого елемента І 26 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу елемента НІ 23, оскільки на вхід останнього надходить сигнал логічного нуля з виходу першого тригера 19). З виходу другого елемента І 26 через елемент АБО 27 короткий імпульс надходить на вхід першого лічильника імпульсів 28, що приводить до спрацювання останнього. При цьому комутаційний ресурс комутаційного апарата зменшується на одиницю, тим самим фіксуючи спрацювання вимикача.

Якщо вимикач відключає коло зі струмом, величина якого більша порога спрацювання першого компаратора 12, то постійна напруга подається на перші входи першого 12, другого 13 і третього 14 компараторів. Залежно від величини струму, що відключається, спрацьовує визначена кількість компараторів, вихідні сигнали яких через перший 15, другий 16 і третій 17 оптрони надходять відповідно на входи першого 19, другого 20 і третього 21 тригерів. Зазначимо, що живлення першого 15, другого 16 і третього 17 оптронів здійснюється від джерела опорної напруги 18. При цьому на виходах зазначених тригерів, що спрацювали, встановлюються сигнали логічної одиниці. Якщо, наприклад, спрацювали перший 12 і другий 13 компаратори, то спрацьовують перший 19 і другий 20 тригери, на їх виходах встановлюються сигнали логічної одиниці, які надходять на перший та другий входи шифратора 22. Дана комбінація вхідних сигналів призводить до того, що на другому виході шифратора 22 встановлюється сигнал логічної одиниці, який надходить на вхід п'ятого елемента І 41. Підкреслимо, що у разі появи іншої комбінації сигналів на виходах шифратора 22 сигнал логічної одиниці надходить на входи четвертого елемента І 40 або шостого елемента І 42.

З виходу першого тригера 19 сигнал логічної одиниці надходить також на вхід першого елемента НІ 23, на виході якого з'явиться сигнал логічного нуля. У момент відключення вимикача на виході датчика початку комутації 24 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на перший вхід першого елемента І 26 (на виході другого елемента І 26 залишається сигнал логічного нуля, оскільки на другому вході присутній логічний нуль), а на другий вхід подається сигнал логічної одиниці з виходу другого елемента АБО 43, на другому вході якого присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу п'ятого елемента І 41. З виходу першого елемента І 40 сигнал логічної одиниці подається на формувач сигналу 32 та на другий вхід третього елемента І 30. При цьому на перший вхід третього елемента І 30 подається послідовність імпульсів з виходу генератора імпульсів 29, що надходить на перший вхід другого лічильника імпульсів 35 і на вхід першого лічильника імпульсів 28 через перший елемент АБО 27. Другий лічильник імпульсів 35 відраховує імпульси генератора імпульсів 29 доти, поки на другому виході другого лічильника імпульсів 35 не з'явиться сигнал логічної одиниці, який через функціональний перетворювач 36 подається на вхід третього елемента НІ 38. При цьому на виході останнього з'являється сигнал логічного нуля, який закриває п'ятий елемент І 41. Це призводить до появи на виході другого елемента АБО 43 сигналу логічного нуля, який надходить на другий вхід першого елемента І 30, сигнал логічного нуля на виході якого надходить на другий вхід третього елемента І 30. Перший 28 та другий 35 лічильники імпульсів припиняють відлік імпульсів. При цьому на виході формувача сигналу 32 з'являється короткий імпульс, який через третій елемент АБО 34 надходить на входи першого 19, другого 20 і третього 21 тригерів, а також на вхід другого лічильника імпульсів 35 і обнуляє їх.

За час роботи другого лічильника імпульсів 35 послідовність імпульсів, яка надійшла на вхід першого лічильника імпульсів 28, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення комутуваного струму в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

Зазначимо, що ресурсні характеристики діагностованого вимикача, якими визначається подання необхідної кількості імпульсів при різних значеннях комутуваного струму в перший лічильник імпульсів 28, в функціональному перетворювачі 36 фіксуються шляхом подачі на його

вхідну цифрову шину цифрового коду з виходу блока вибору типу вимикача 44. У разі визначення залишкового ресурсу іншого типу вимикача з виходу блока вибору типу вимикача 44 на вхід функціонального перетворювача 36 подається цифровий код, яким активується інша область пам'яті останнього, де записані ресурсні характеристики іншого типу діагностованого вимикача.

Кількість компараторів, оптронів і тригерів, а також кількість розрядів першого та другого лічильників імпульсів вибирається залежно від найбільшої величини струмів, що відключаються, а також від необхідного ступеня точності визначення залишкового комутаційного ресурсу вимикача.

Для коректної роботи пристрою сталу часу диференціюючого елемента 25 необхідно вивести меншою періоду чергування імпульсів першого генератора імпульсів 29.

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.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, шість компараторів, три тригери, шифратор, два лічильники імпульсів, три оптрони, джерело опорної напруги, три електронних ключі, два масштабуючих підсилювачі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, генератор імпульсів, диференціюючий елемент, чотири елементи НІ, три елементи АБО, шість елементів І, блок установки нуля, формувач сигналу, датчик початку комутації, причому вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого елемента І та через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого тригера через перший елемент НІ, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу другого елемента І, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу другого елемента АБО, виходи першого, другого і третього тригерів з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, перший, другий і третій виходи якого відповідно підключені до перших входів четвертого, п'ятого і шостого елементів І, виходи яких з'єднані з першим, другим і третім входами другого елемента АБО, а другі входи підключені відповідно до виходів другого, третього і четвертого елементів НІ відповідно, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами першого, другого і третього тригерів, а також з другим входом другого лічильника імпульсів, виходи першого, другого і третього компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього оптронів, другі входи яких з'єднані з виходом джерела опорної напруги, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами четвертого, п'ятого і шостого 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 п'ятого і шостого компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів четвертого і п'ятого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід шостого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, який **відрізняється** тим, що в нього введено блок вибору типу вимикача та функціональний перетворювач, причому перший, другий та третій виходи другого лічильника імпульсів з'єднані з першим, другим та третім входами функціонального перетворювача відповідно, перший, другий та третій виходи якого підключені до входів другого, третього та четвертого елементів НІ відповідно, а вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною блока вибору типу вимикача.

