



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150650** (13) **U**
(51) МПК
G07C 3/10 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

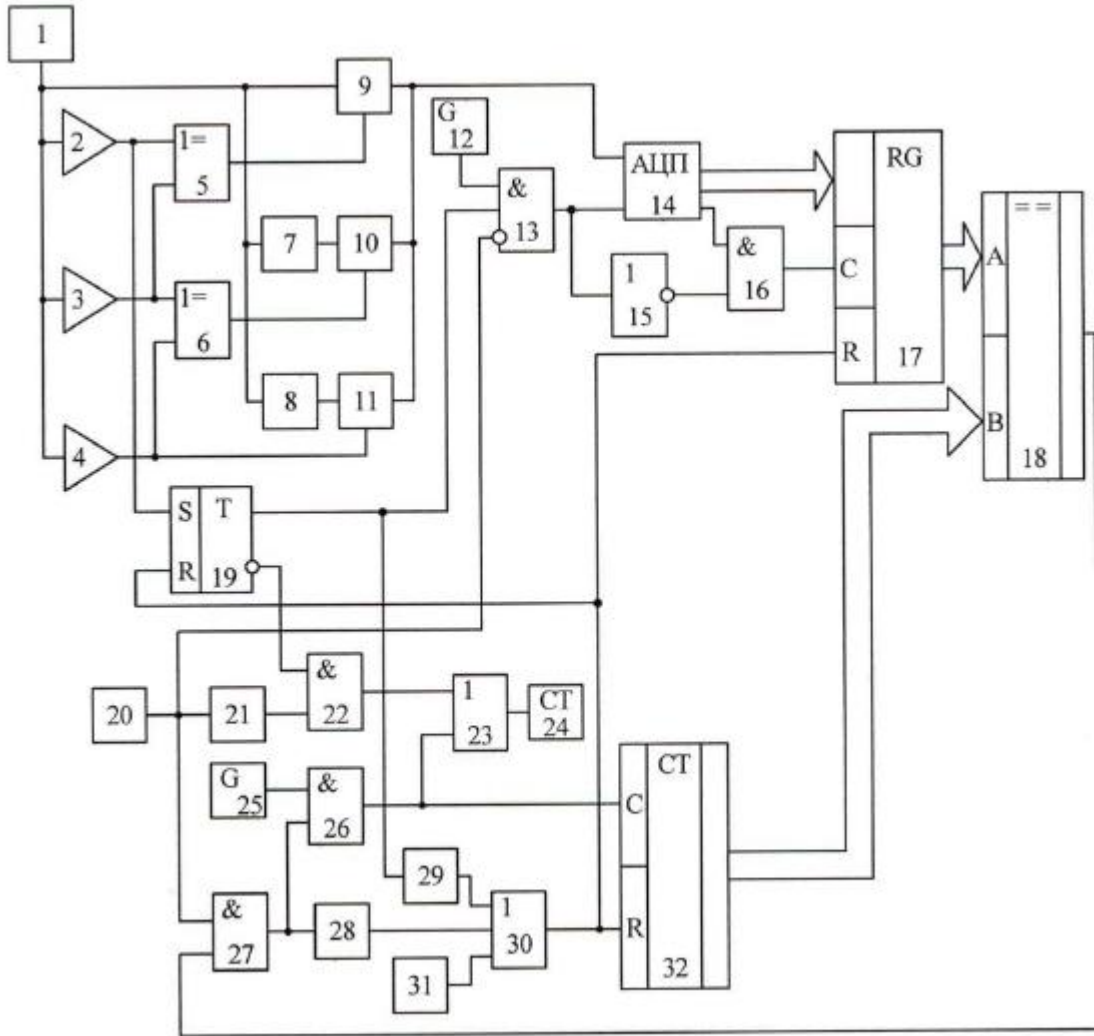
<p>(21) Номер заявки: u 2021 05288</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.09.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 10.03.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 09.03.2022, Бюл.№ 10</p>	<p>(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Розводюк Михайло Петрович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
---	--

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

(57) Реферат:

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, три компаратори, датчик початку комутації, п'ять елементів І, диференціюючий елемент, елемент НІ, два лічильники імпульсів, два елементи АБО, перший генератор імпульсів, формувач сигналу, тригер, блок установки нуля, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі. Містить реєстр, цифровий компаратор, аналого-цифровий перетворювач, другий генератор імпульсів та блок затримки сигналу.

UA 150650 U



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

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (А.С. СРСР № 1446637, М. кл. G07C 3/10 бюл. № 47, 1988), 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 компаратора 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, датчик струму, вихід якого з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких відповідно через шифратор 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, блок установки нуля, вихід якого 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.

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

За аналог обрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент України № 13859, М. кл. G07C 3/10, бюл. № 4, 2006), що містить датчик струму, шість компараторів, датчик початку комутації, шість елементів І, диференціюючий елемент, чотири елементи НІ, два лічильники імпульсів, три елементи АБО, генератор імпульсів (в подальшому - перший генератор імпульсів), формувач сигналу, три тригери, шифратор, блок установки нуля, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, причому вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого елемента І і через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів підключені до виходу третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу першого 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 четвертого, п'ятого і шостого компараторів підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, вихід датчика струму з'єднаний з аналоговим входом першого електронного ключа, вихід якого, а також виходи другого і третього електронних ключів підключені один до одного, а також до входів четвертого, п'ятого і шостого 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 другого і третього компараторів з'єднані відповідно з другими входами першого і другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО, перші входи яких відповідно підключені до виходів першого і другого компараторів, а виходи з'єднані з керуючими входами першого і другого електронних ключів відповідно, вихід третього компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, вихід четвертого компаратора з'єднаний зі входом першого елемента НІ, вихід якого підключений до другого входу другого елемента І.

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

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю ресурсу комутаційних апаратів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними

з'являється можливість розширити діапазон вимірювання струмів в момент комутації, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, три компаратори, датчик початку комутації, п'ять елементів I, диференціюючий елемент, елемент HI, два лічильники імпульсів, два елементи АБО, перший генератор імпульсів, формувач сигналу, тригер, блок установки нуля, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, причому вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, з аналоговим входом першого електронного ключа та зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені відповідно до аналогових входів другого і третього електронних ключів, вихід першого компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, другий вхід якого разом з першим входом другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО підключені до виходу другого компаратора, виходи першого та другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО з'єднані відповідно з керуючими входами першого та другого електронних ключів, вихід третього компаратора підключений до другого входу другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО та до керуючого входу третього електронного ключа, виходи першого другого та третього електронних ключів з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого елемента I і через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів підключені до виходу третього елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента I, вихід блока установки нуля підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів тригера та другого лічильника імпульсів, вихід елемента HI з'єднаний з другим входом четвертого елемента I, введено регістр, цифровий компаратор, аналого-цифровий перетворювач, другий генератор імпульсів та блок затримки сигналу, причому вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента I, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, перший вхід якого підключений до виходу першого компаратора, а другий вихід з'єднаний з другим входом другого елемента I, третій вхід п'ятого елемента I підключений до виходу датчика початку комутації, а вихід з'єднаний зі входом елемента HI та з другим входом аналого-цифрового перетворювача, перший вхід якого підключений до виходу першого електронного ключа, вихід з'єднаний з першим входом четвертого елемента I, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з другим входом першого елемента I, вихід четвертого елемента I підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, третій вхід якого підключений до виходу блока затримки сигналу.

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

На схемі: 1 - датчик струму; 2, 3, 4 - перший, другий і третій 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 - другий генератор імпульсів; 13 - п'ятий елемент I; 14 - аналого-цифровий перетворювач; 15 - елемент HI; 16 - четвертий елемент I; 17 - регістр; 18 - цифровий компаратор; 19 - тригер; 20 - датчик початку комутації; 21 - диференціюючий елемент; 22 - другий елемент I; 23 - перший елемент АБО; 24 - перший лічильник імпульсів; 25 - перший генератор імпульсів; 26, 27 - третій і перший елементи I; 28 - формувач сигналу; 29 - блок затримки сигналу; 30 - другий елемент АБО; 31 - блок установки нуля; 32 - другий лічильник імпульсів, причому вихід датчика струму 1 з'єднаний зі входами першого 2, другого 3 і третього 4 компараторів, з аналоговим входом першого електронного ключа 9 та зі входами першого 7 і другого 8 масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені відповідно до аналогових входів другого 10 і третього 11 електронних ключів, вихід першого компаратора 2 з'єднаний з першим входом першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 5, другий вхід якого разом з першим входом другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 6 підключені до виходу другого компаратора 3, виходи першого 5 та другого 6 елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО з'єднані відповідно з керуючими входами першого 9 та другого 10 електронних ключів, вихід третього компаратора 4 підключений до другого входу другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО 6 та до керуючого входу третього електронного ключа 11, виходи першого 9 другого 10 та третього 11 електронних ключів з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації 20 підключений до першого входу

першого елемента І 27 і через диференціюючий елемент 21 з'єднаний з першим входом другого елемента І 22, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО 23, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника імпульсів 24, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів 32 підключені до виходу третього елемента І 26, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 25, а другий вхід і вхід формувача сигналу 28 з'єднані з виходом першого елемента І 27, вихід блока установки нуля 31 підключений до першого входу другого елемента АБО 30, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу 28, а вихід підключений до других входів тригера 19 та другого лічильника імпульсів 32, вихід елемента НІ 15 з'єднаний з другим входом четвертого елемента І 16, вихід другого генератора імпульсів 12 підключений до першого входу п'ятого елемента І 13, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу 29 з'єднані з першим виходом тригера 19, перший вхід якого підключений до виходу першого компаратора 2, а другий вихід з'єднаний з другим входом другого елемента І 22, третій вхід п'ятого елемента І 13 підключений до виходу датчика початку комутації 20, а вихід з'єднаний зі входом елемента НІ 15 та з другим входом аналого-цифрового перетворювача 14, перший вхід якого підключений до виходу першого електронного ключа 9, вихід з'єднаний з першим входом четвертого елемента І 16, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра 17, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора 18, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів 32, а вихід з'єднаний з другим входом першого елемента І 27, вихід четвертого елемента І 16 підключений до першого входу регістра 17, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 30, третій вхід якого підключений до виходу блока затримки сигналу 29.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 31 коротким імпульсом через другий елемент АБО 30 встановлює у нульове положення регістр 17, тригер 19 і другий лічильник імпульсів 32.

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 характеристики перетворення здійснюється по трьом ділянкам кривої намагнічування.

Коли напруга з виходу датчика струму 1 досягає значення, пропорційного номінальному робочому струму, спрацьовує перший 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 вхід аналого-цифрового перетворювача 14.

Одночасно з відкриванням першого компаратора 2 тригер 19 встановлюється в одиничний стан, внаслідок чого відкривається п'ятий елемент І 13 (на його третьому вході присутній сигнал логічного нуля) і імпульси з виходу другого генератора імпульсів 12 надходять в аналого-цифровий перетворювач 14. При цьому аналого-цифровий перетворювач 14 здійснює перетворення вхідного сигналу в цифровий код. В момент закінчення формування зазначеного коду на його виході з'являється сигнал, який надходить на перший вхід четвертого елемента І 16. В момент появи на його другому вході сигналу логічної одиниці з виходу елемента НІ 15 (в цей момент на виході другого генератора імпульсів 12 та п'ятого елемента І 13 з'являється сигнал логічного нуля) цифровий код, що відповідає струму комутації в поточний момент, записується з виходу аналого-цифрового перетворювача 14 в регістр 17. Така послідовність дій повторюється до моменту відключення вимикача, коли на виході датчика початку комутації 20 з'являється сигнал логічної одиниці.

Якщо напруга, що пропорційна струму, на виході датчика струму зростає далі, то спрацьовує ще і другий компаратор 3, 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 з'являється сигнал логічної одиниці, який відкриває другий електронний ключ 10. Значення напруги, пропорційної струму, яка 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 вхід аналого-цифрового перетворювача 14.

Якщо напруга з виходу датчика струму 1 приймає ще більше значення, то спрацьовує третій компаратор 4, перший 9 і другий 10 електронні ключі закриваються, а третій електронний ключ 11 відкривається. При цьому значення сигналу множиться на інший коефіцієнт, записаний в

другому масштабуючому підсилювачі 8, в результаті чого на третій ділянці кривої намагнічування вхідний і вихідний сигнали датчика струму 1 мають лінійну залежність. З виходу третього електронного ключа 11 сигнал знову ж надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача 14.

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

10 Якщо діагностований вимикач відключає коло зі струмом, величина якого менша порогу спрацювання першого компаратора 2, то при цьому спрацьовує датчик початку комутації 20, сигнал логічної одиниці з виходу якого через диференціюючий елемент 21 подається на перший вхід другого елемента І 22 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу тригера 19, оскільки перший компаратор 2 не активований). З виходу другого елемента І 22 через перший елемент АБО 23 короткий імпульс надходить на вхід першого лічильника імпульсів 24, що приводить до спрацювання останнього. При цьому комутаційний ресурс комутаційного апарата зменшується на одиницю, тим самим фіксуючи

15 спрацювання вимикача. Якщо вимикач відключає коло зі струмом, величина якого більша порога спрацювання першого компаратора 2, то відповідно до викладеного вище алгоритму напруга, пропорційна струму відключення вимикача, перетворюється в цифровий код в аналого-цифровому перетворювачі 14 та постійно перезаписується в регістр 17.

20 Зазначимо, що коли в регістр 17 записується цифровий код, то на виході цифрового компаратора 18 з'являється сигнал логічної одиниці. Окрім цього, безпосередньо перед моментом комутації в регістрі 17 зберігається останнє значення комутуваного струму, за яким обчислюється спрацювання комутаційного ресурсу за одну комутацію, і коли датчик початку комутації 20 спрацьовує, то п'ятий елемент І 13 закривається і процес перетворення аналогового сигналу в цифровий припиняється.

25 У момент відключення вимикача на виході датчика початку комутації 20 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на перший вхід першого елемента І 27 (на виході другого елемента І 22 залишається сигнал логічного нуля, оскільки на другому вході присутній логічний нуль з виходу тригера 19), а на другий вхід подається сигнал логічної одиниці з виходу цифрового компаратора 18. При цьому з виходу першого елемента І 27 сигнал логічної одиниці подається на формувач сигналу 28 та на другий вхід третього елемента І 26, внаслідок чого послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 25 починає надходити в другий лічильник імпульсів 32. Одночасно імпульси надходять і на вхід першого лічильника імпульсів 24 через перший елемент АБО 23. Другий лічильник імпульсів 32 відраховує імпульси першого генератора імпульсів 25 доти, поки цифрові коди на входах цифрового компаратора 18 не зрівняються. В момент зрівняння зазначених цифрових кодів на виході цифрового компаратора 18 з'являється сигнал логічного нуля, який надходить на другий вхід першого елемента І 27, та на другий вхід третього елемента І 26. Перший 24 та другий 32 лічильники імпульсів припиняють відлік імпульсів. При цьому на виході формувача сигналу 28 з'являється короткий імпульс, який через другий елемент АБО 30 надходить на входи регістра 17, тригера 19, а також на вхід другого лічильника імпульсів 32 і обнуляє їх.

30 За час роботи другого лічильника імпульсів 32 послідовність імпульсів, яка надійшла на вхід першого лічильника імпульсів 24, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення комутуваного струму в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

35 Якщо через вимикач протікає струм короткого замикання, тобто коли спрацьовує перший компаратор 2 і тригер 19, але відключення струму відбувається іншим вимикачем (в умовах узгодженої селективної роботи релейного захисту), то через деякий час на виході блока затримки сигналу 29 з'являється сигнал логічної одиниці, яким обнуляються регістр 17 та тригер 19 і пристрій переходить в режим очікування.

40 Кількість розрядів першого 24 та другого 32 лічильників імпульсів вибирається залежно від найбільшої величини струмів, що відключаються.

45 Для коректної роботи пристрою сталу часу диференціюючого елемента 21 необхідно вибрати меншою періоду чередування імпульсів першого генератора імпульсів 25. Частота формування імпульсів другим генератором імпульсів 12 значно перевищує частоту формування імпульсів першим генератором імпульсів 25.

50 Час затримки сигналу в блоці затримки сигналу 29 дещо перевищує час запису в перший лічильник імпульсів 24 найбільшого витрачання комутаційного ресурсу в одну комутацію.

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.

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, три компаратори, датчик початку комутації, п'ять елементів І, диференціюючий елемент, елемент НІ, два лічильники імпульсів, два елементи АБО, перший генератор імпульсів, формувач сигналу, тригер, блок установки нуля, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, причому вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, з аналоговим входом першого електронного ключа та зі входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких підключені відповідно до аналогових входів другого і третього електронних ключів, вихід першого компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, другий вхід якого разом з першим входом другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО підключені до виходу другого компаратора, виходи першого та другого елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО з'єднані відповідно з керуючими входами першого та другого електронних ключів, вихід третього компаратора підключений до другого входу другого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО та до керуючого входу третього електронного ключа, виходи першого, другого та третього електронних ключів з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого елемента І і через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів підключені до виходу третього елемента І, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а другий вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом першого елемента І, вихід блока установки нуля підключений до першого входу другого елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом формувача сигналу, а вихід підключений до других входів тригера та другого лічильника імпульсів, вихід елемента НІ з'єднаний з другим входом четвертого елемента І, який **відрізняється** тим, що в нього введено регістр, цифровий компаратор, аналого-цифровий перетворювач, другий генератор імпульсів та блок затримки сигналу, причому вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента І, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, перший вхід якого підключений до виходу першого компаратора, а другий вихід з'єднаний з другим входом другого елемента І, третій вхід п'ятого елемента І підключений до виходу датчика початку комутації, а вихід з'єднаний зі входом елемента НІ та з другим входом аналого-цифрового перетворювача, перший вхід якого підключений до виходу першого електронного ключа, вихід з'єднаний з першим входом четвертого елемента І, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з другим входом першого елемента І, вихід четвертого елемента І підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, третій вхід якого підключений до виходу блока затримки сигналу.

