



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150265** (13) **U**  
(51) МПК  
**G07C 3/10** (2006.01)

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

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2021 05286</b>	(72) Винахідник(и): <b>Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Розводюк Михайло Петрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>20.09.2021</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>20.01.2022</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>19.01.2022, Бюл.№ 3</b>	

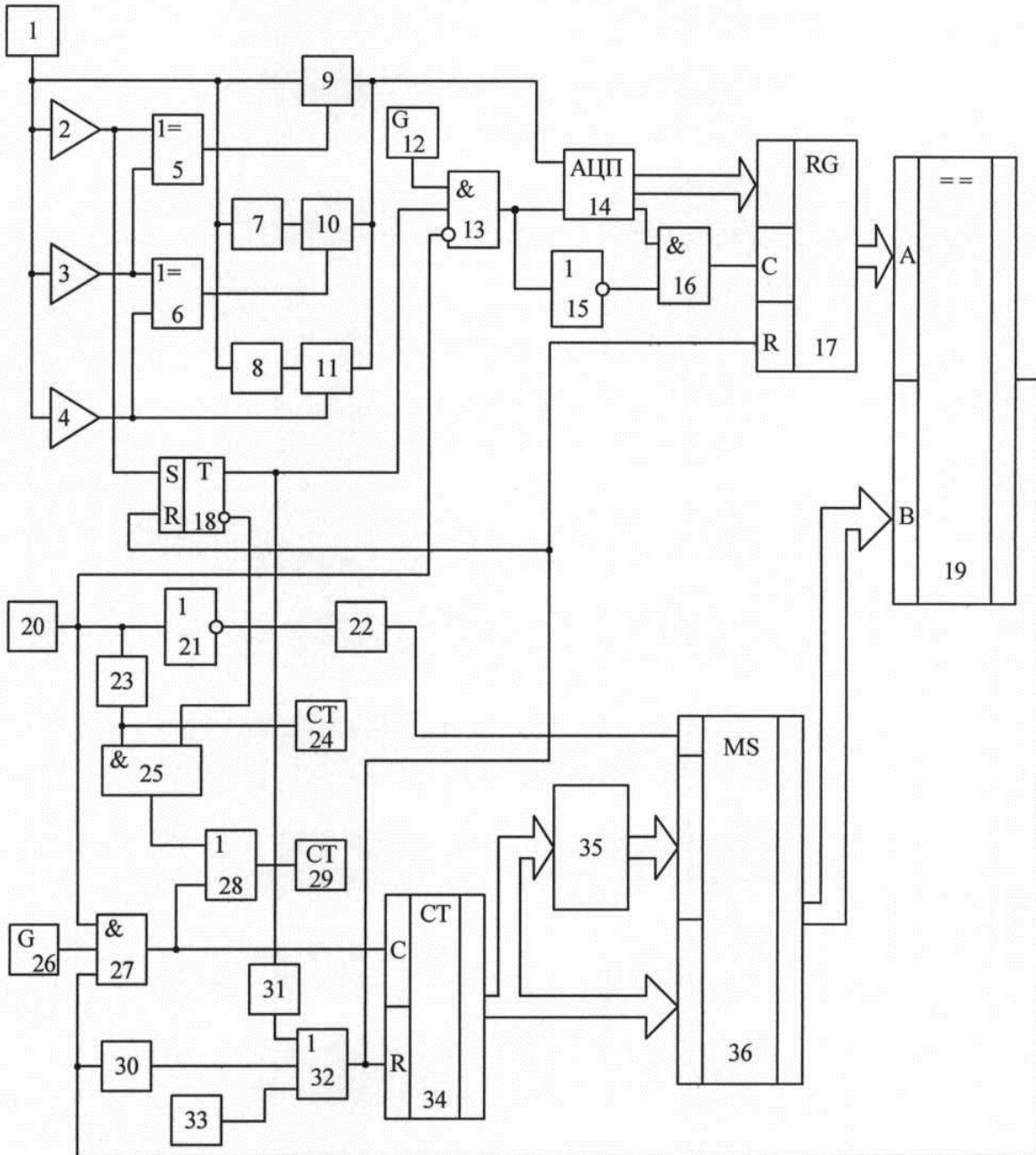
## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РЕСУРСУ КОМУТАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

### (57) Реферат:

Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів містить датчик струму, три компаратори, датчик початку комутації, два елементи I, диференціюючий елемент, два елементи HI, три лічильники імпульсів, два елементи АБО, перший генератор імпульсів, формувач сигналу, тригер, блок установки нуля, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, одинвібратор, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор, 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 першими входами тригера та 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, до входу першого елемента HI та через диференціюючий елемент з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів та першим входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника імпульсів, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а третій вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина разом з вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами тригера та другого лічильника імпульсів, вихід першого елемента HI підключений до входу одинвібратора, вихід якого з'єднаний зі входом цифрового комутатора. Додатково вводять другий генератор імпульсів, аналого-цифровий перетворювач, два елементи I, регістр та блок затримки сигналу. Вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу

UA 150265 U

третього елемента І, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, другий вихід якого підключений до другого входу другого елемента І. Вихід блока затримки сигналу з'єднаний з третім входом другого елемента АБО, третій вхід третього елемента І підключений до виходу датчика початку комутації, а вихід з'єднаний зі входом другого 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, вихід четвертого елемента І підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, вихід другого елемента НІ підключений до другого входу четвертого елемента І.



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

Відомий пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент № 3396 (Україна), М. кл. G07C 3/10, бюл. № 11, 2004), що містить датчик початку комутації, вихід якого через диференціюючий елемент з'єднаний з першим входом першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого елемента II, вхід якого з'єднаний з виходом першого компаратора, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом другого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, вихід датчика струму з'єднаний зі входами першого, другого і третього компараторів, виходи яких підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, 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 першого, другого і третього тригерів, а також до другого входу другого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації з'єднаний з другим входом другого елемента I, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною шифратора, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини 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 другого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента підключений до входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент II з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора.

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

За прототип вибрано пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів (Патент № 16488 (Україна), М. кл. G07C 3/10, бюл. № 8, 2006), що містить датчик струму, датчик початку комутації, шість компараторів, два елементи ВИКЛЮЧЕНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, три тригери, шифратор, диференціюючий елемент, два елементи II, одновібратор, два елементи I, два елементи АБО, три лічильники імпульсів, формувач сигналу, блок установки нуля, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор, генератор імпульсів (в подальшому - перший генератор імпульсів), причому вихід початку датчика комутації через диференціюючий елемент підключений до першого входу першого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого елемента II, вхід якого підключений до виходу першого компаратора, вхід першого лічильника імпульсів з'єднаний з виходом першого елемента АБО, перший вхід якого підключений до виходу першого елемента I, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів з'єднані з виходом другого елемента I, перший вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, а виходи підключені відповідно до перших входів першого, другого і третього тригерів, виходи яких з'єднані відповідно з першим, другим і третім входами шифратора, 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 першого, другого і третього тригерів, а також з'єднаний з другим входом другого лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації підключений до другого входу другого елемента I, третій вхід якого, а також вхід формувача сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини шифратора, а друга вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною другого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента підключений до входу третього лічильника імпульсів, вихід датчика початку комутації через другий елемент II з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до керуючого входу цифрового комутатора, 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 до входу першого компаратора, 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 недостатня точність вимірювання аварійних струмів в момент відключення вимикача, що знижує точність роботи пристрою.

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 розширити діапазон вимірювання струмів в момент комутації, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

10 Поставлена задача вирішується тим, що Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів містить датчик струму, три компаратори, датчик початку комутації, два елементи I, диференціюючий елемент, два елементи HI, три лічильники імпульсів, два елементи АБО, перший генератор імпульсів, формувач сигналу, тригер, блок установки нуля, два елементи  
 15 ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, одинібратор, функціональний перетворювач, цифровий комутатор, цифровий компаратор, 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  
 20 електронних ключів, вихід першого компаратора з'єднаний з першими входами тригера та 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  
 25 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, до входу першого елемента HI та через диференціюючий елемент з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів та першим  
 30 входом другого елемента I, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника імпульсів, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а третій вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до  
 35 вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина разом з вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а  
 40 вихід з'єднаний з другими входами тригера та другого лічильника імпульсів, вихід першого елемента HI підключений до входу одинібратора, вихід якого з'єднаний зі входом цифрового комутатора. Додатково вводять другий генератор імпульсів, аналого-цифровий перетворювач, два елементи I, реєстр та блок затримки сигналу. Вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу третього елемента I, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, другий вихід якого підключений до  
 45 другого входу другого елемента I. Вихід блока затримки сигналу з'єднаний з третім входом другого елемента АБО, третій вхід третього елемента I підключений до виходу датчика початку комутації, а вихід з'єднаний зі входом другого 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  
 50 підключена до вхідної цифрової шини реєстра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, вихід четвертого елемента I підключений до першого входу реєстра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, вихід другого елемента HI підключений до другого входу четвертого елемента I.

Суть корисної моделі пояснює креслення.

55 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 - третій елемент I; 14 - аналого-цифровий перетворювач; 15 - другий елемент HI; 16 - четвертий елемент I; 17 - реєстр; 18 - тригер; 19 - цифровий компаратор; 20 - датчик початку комутації; 21 - перший  
 60 елемент HI, 22 - одинібратор; 23 - диференціюючий елемент; 24 - третій лічильник імпульсів;

25 - другий елемент І; 26 - перший генератор імпульсів; 27 - перший елемент І; 28 - перший елемент АБО; 29 - перший лічильник імпульсів; 30 - формувач сигналу; 31 - блок затримки сигналу; 32 - другий елемент АБО; 33 - блок установки нуля; 34 - другий лічильник імпульсів; 35 - функціональний перетворювач; 36 - цифровий комутатор, 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 першими входами тригера 18 та 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, до входу першого елемента НІ 21 та через диференціюючий елемент 23 з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів 24 та першим входом другого елемента І 25, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО 28, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника імпульсів 29, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів 34 підключені до виходу першого елемента І 27, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 26, а третій вхід і вхід формувача сигналу 30 з'єднані з виходом цифрового компаратора 19, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора 36, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача 35, а друга вхідна цифрова шина разом з вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача 35 підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів 34, вихід блока установки нуля 33 з'єднаний з першим входом другого елемента АБО 32, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу 30, а вихід з'єднаний з другими входами тригера 18 та другого лічильника імпульсів 34, вихід першого елемента НІ 21 підключений до входу одновібратора 22, вихід якого з'єднаний зі входом цифрового комутатора 36, вихід другого генератора імпульсів 12 підключений до першого входу третього елемента І 13, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу 31 з'єднані з першим виходом тригера 18, другий вихід якого підключений до другого входу другого елемента І 25, вихід блока затримки сигналу 31 з'єднаний з третім входом другого елемента АБО 32, третій вхід третього елемента І 13 підключений до виходу датчика початку комутації 20, а вихід з'єднаний зі входом другого 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 19, вихід четвертого елемента І 16 підключений до першого входу регістра 17, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО 32, вихід другого елемента НІ 15 підключений до другого входу четвертого елемента І 16.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 33 коротким імпульсом через другий АБО 32 встановлює у нульове положення регістр 17, тригер 18 і другий лічильник імпульсів 34.

Зазначимо, що в якості датчика 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 18 встановлюється в одиничний стан, внаслідок чого відкривається третій 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 другого елемента HI 15 (в цей момент на виході другого генератора імпульсів 12 та третього елемента I 13 з'являється сигнал логічного нуля) цифровий код, що відповідає струму комутації в поточний момент, записується з виходу аналого-цифрового перетворювача 14 в реєстр 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 1 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.

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 діагностуємий 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 23 подається на перший вхід другого елемента I 25 (при цьому на другому вході присутній сигнал логічної одиниці, отриманий з виходу тригера 18, оскільки перший компаратор 2 не активований), а також на вхід третього лічильника імпульсів 24, що призводить до зменшення записаного в ньому значення механічного ресурсу комутаційного апарату на одиницю... З виходу другого елемента I 25 через перший елемент АБО 28 короткий імпульс надходить на вхід першого лічильника імпульсів 29, що приводить до спрацювання останнього. При цьому комутаційний ресурс комутаційного апарату зменшується на одиницю, тим самим фіксуючи 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 реєстр 17.

Зазначимо, що коли в реєстр 17 записується цифровий код, то на виході цифрового компаратора 19 з'являється сигнал логічної одиниці. Окрім того, безпосередньо перед моментом комутації в реєстрі 17 зберігається останнє значення комутуваного струму, за яким обчислюється спрацювання комутаційного ресурсу за одну комутацію, і коли датчик початку комутації 20 спрацьовує, то третій елемент I 13 закривається і процес перетворення аналогового сигналу в цифровий припиняється.

В момент відключення вимикача на виході датчика початку комутації 20 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на перший вхід першого елемента I 27 (на виході другого елемента I 25 залишається сигнал логічного нуля, оскільки на другому вході присутній логічний нуль з виходу тригера 18), а на третій вхід подається сигнал логічної одиниці з виходу цифрового компаратора 19. При цьому послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 26 починає надходити в другий лічильник імпульсів 34.

Одночасно імпульси надходять і на вхід першого лічильника імпульсів 29 через перший елемент АБО 28. Другий лічильник імпульсів 34 відраховує імпульси першого генератора імпульсів 26 доти, поки цифрові коди на входах цифрового компаратора 19 не зрівняються. В момент зрівняння зазначених цифрових кодів на виході цифрового компаратора 19 з'являється сигнал логічного нуля, який надходить на вхід формувача сигналу 30 та на третій вхід першого елемента I 27, внаслідок чого перший елемент I 27 закривається. Перший 29 та другий 34 лічильники імпульсів припиняють відлік імпульсів. При цьому на виході формувача сигналу 30 з'являється короткий імпульс, який через другий елемент АБО 32 надходить на входи реєстра 17, тригера 18, а також на вхід другого лічильника імпульсів 34 і обнуляє їх.

За час роботи другого лічильника імпульсів 34 послідовність імпульсів, яка надійшла на вхід першого лічильника імпульсів 29, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення комутованого струму в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

5 Зазначимо, що в такому циклі роботи в третій лічильник імпульсів 24 -лічильник механічного ресурсу вимикача - знову ж надходить один імпульс.

10 Якщо високовольтний вимикач включається, а в електричній мережі присутнє коротке замикання, то при ввімкненні вимикача на виході датчика початку комутації 20 встановлюється сигнал логічного нуля, який проходить через перший елемент НІ 21 і переднім фронтом запускає одинвібратор 22, який в свою чергу вихідним сигналом логічної одиниці, що подається на цифровий комутатор 36, підключає вихідну цифрову шину другого лічильника імпульсів 34 до цифрового компаратора 19 через функціональний перетворювач 35, в якому значення струму, що встановлюється на виході другого лічильника імпульсів 34 після вимкнення високовольтного вимикача системою релейного захисту, множить на коефіцієнт, яким враховується додаткове  
15 спрацювання ресурсу вимикача, що витрачається згідно ресурсних характеристик на ввімкнення. Таким чином, в пристрої в такому циклі роботи враховується спрацювання робочого ресурсу вимикача по ресурсних характеристиках на вмикання і вимикання при ввімкненні останнього на коротке замикання в електричній мережі.

20 Тривалість роботи одинвібратора 22 підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в перший лічильник імпульсів 29.

25 Якщо через вимикач протікає струм короткого замикання, тобто коли спрацьовує перший компаратор 2 і тригер 18, але відключення струму відбувається іншим вимикачем (в умовах узгодженої селективної роботи релейного захисту), то через деякий час на виході блока затримки сигналу 31 з'являється сигнал логічної одиниці, яким обнуляються регістр 17 та тригер 18 і пристрій переходить в режим очікування.

Кількість розрядів першого 29 та другого 34 лічильників імпульсів вибирається в залежності від найбільшої величини струмів, що відключаються.

30 Для коректної роботи пристрою стали часу диференціюючого елемента 23 необхідно вибрати меншою періоду чередування імпульсів першого генератора імпульсів 26. Частота формування імпульсів другим генератором імпульсів 12 значно перевищує частоту формування імпульсів першим генератором імпульсів 26.

Час затримки сигналу в блоці затримки сигналу 31 дещо перевищує час запису в перший лічильник імпульсів 29 найбільшого витрачання комутаційного ресурсу в одну комутацію.

35 Функціональний перетворювач 35 можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту перерахунку спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму, комутованих вимикачем при його включенні на коротке замикання в мережі.

40 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

45 Пристрій для контролю ресурсу комутаційних апаратів, що містить датчик струму, три компаратори, датчик початку комутації, два елементи І, диференціюючий елемент, два елементи НІ, три лічильники імпульсів, два елементи АБО, перший генератор імпульсів, формувач сигналу, тригер, блок установки нуля, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, одинвібратор, функціональний перетворювач,  
50 цифровий комутатор, цифровий компаратор, 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 першими входами тригера та першого елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО,  
55 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  
60 з'єднані між собою, вихід датчика початку комутації підключений до першого входу першого

елемента І, до входу першого елемента НІ та через диференціюючий елемент з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів та першим входом другого елемента І, вихід якого підключений до першого входу першого елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом першого лічильника імпульсів, а другий вхід і перший вхід другого лічильника імпульсів підключені до виходу першого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а третій вхід і вхід формувача сигналу з'єднані з виходом цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина разом з вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, вихід блока установки нуля з'єднаний з першим входом другого елемента АБО, другий вхід якого підключений до виходу формувача сигналу, а вихід з'єднаний з другими входами тригера та другого лічильника імпульсів, вихід першого елемента НІ підключений до входу одновібратора, вихід якого з'єднаний зі входом цифрового комутатора, який **відрізняється** тим, що додатково вводять другий генератор імпульсів, аналого-цифровий перетворювач, два елементи І, регістр та блок затримки сигналу, причому вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, другий вихід якого підключений до другого входу другого елемента І, вихід блока затримки сигналу з'єднаний з третім входом другого елемента АБО, третій вхід третього елемента І підключений до виходу датчика початку комутації, а вихід з'єднаний зі входом другого 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, вихід четвертого елемента І підключений до першого входу регістра, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента АБО, вихід другого елемента НІ підключений до другого входу четвертого елемента І.



