



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **150350** (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**

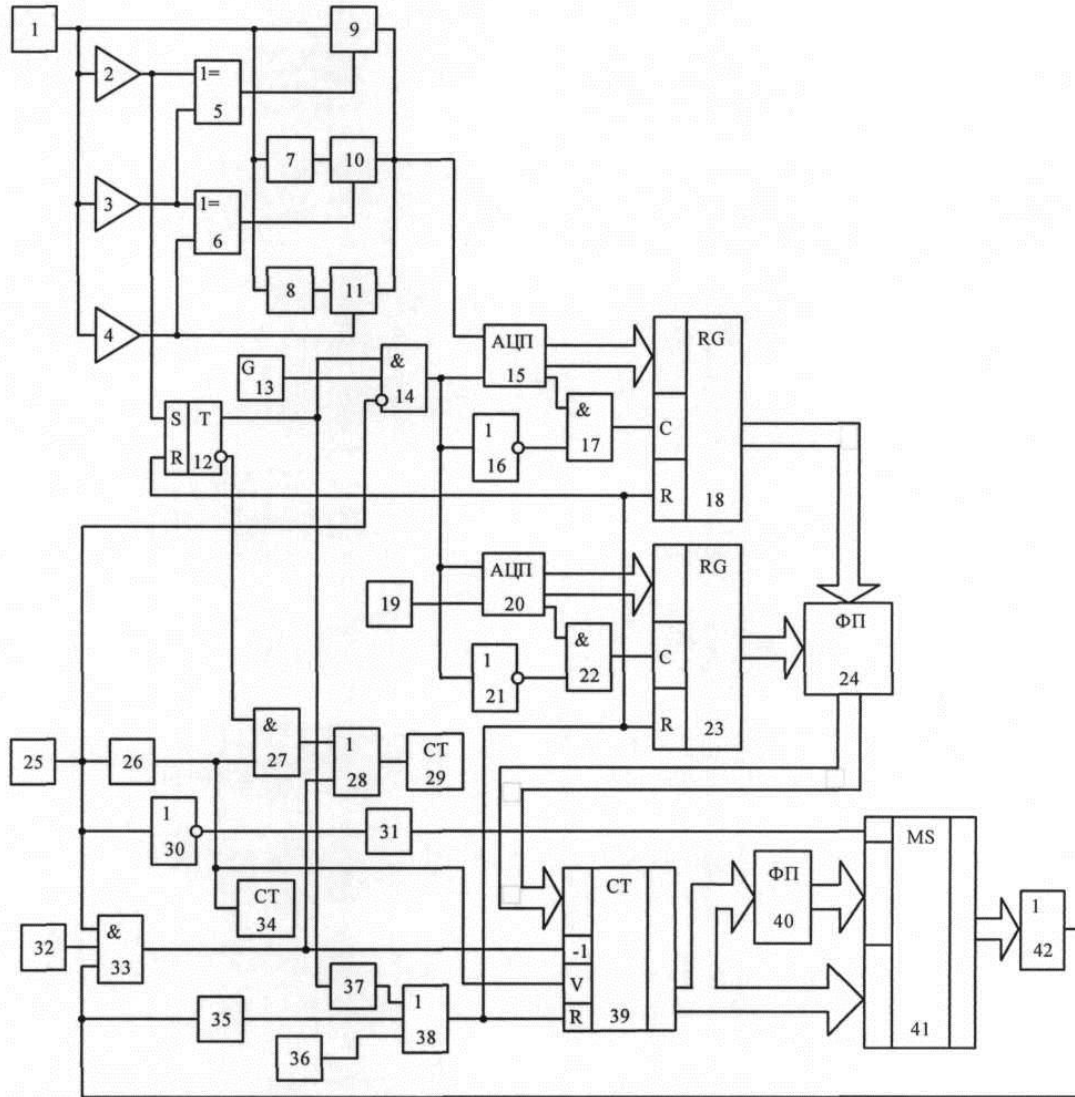
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2021 05282</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>20.09.2021</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>03.02.2022</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>02.02.2022, Бюл.№ 5</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Проценко Дмитро Петрович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
--	---

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

**(57) Реферат:**

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів містить датчик струму, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, тригер, три компаратори, три лічильники імпульсів, два елементи НІ, чотири елементи І, два елементи АБО, два масштабуючі підсилювачі, диференціюючий елемент, три електронні ключі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, датчик комутації, датчик тиску, перший генератор імпульсів, одновібратор, два функціональні перетворювачі, цифровий комутатор. Крім цього, в нього додатково введено другий генератор імпульсів, два аналого-цифрові перетворювачі, два регістри, третій елемент АБО, третій елемент НІ, п'ятий елемент І.

UA 150350 U



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

Відомий пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів (Патент № 3742 (Україна), МПК G07C3/10, бюл. № 12, 2004), 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, перший вхід лічильника імпульсів підключений до виходу четвертого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, вихід датчика комутації через диференціюючий елемент підключений до другого входу третього елемента І, вихід датчика струму з'єднаний з 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 з 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, вихід датчика комутації підключений до другого входу четвертого елемента І, другий вхід першого елемента АБО з'єднаний з виходом четвертого елемента І, третій вхід якого, а також входи формувача імпульсів і блока затримки сигналу підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина першого шифратора підключена до першої вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого шифратора, вихід датчика комутації через другий елемент НІ підключений до входу одновібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора.

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

За найближчий аналог вибрано пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів (Патент № 15899 (Україна), МПК G07C3/10, бюл. № 7, 2006), що містить датчик струму, вісім компараторів, п'ять тригерів, три лічильники імпульсів, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, генератор імпульсів (в подальшому - перший генератор імпульсів), датчик комутації, диференціюючий елемент, датчик тиску, два шифратори, два функціональні перетворювачі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, два масштабуючі підсилювачі, три електронні ключі, два елементи АБО, чотири елементи І, цифровий комутатор, одновібратор, цифровий компаратор, два елементи НІ, 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, перший вхід першого лічильника імпульсів підключений до виходу четвертого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід датчика комутації через диференціюючий елемент підключений до другого входу третього елемента І, входи першого, другого і третього компараторів з'єднані між собою, виходи першого, другого і третього тригерів підключені відповідно до першого, другого і третього входів першого шифратора, вихід датчика тиску з'єднаний з входами четвертого і п'ятого компараторів, виходи яких підключені відповідно

до перших входів першого і другого елементів I, 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, вихід датчика комутації підключений до другого входу четвертого елемента I, другий вхід першого елемента АБО з'єднаний з виходом четвертого елемента I, третій вхід якого, а також входи формувача імпульсів і блока затримки сигналу підключені до виходу цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина першого шифратора підключена до першої вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого шифратора, вихід датчика комутації через другий елемент HI підключений до входу одновібратора, вихід якого з'єднаний з керуючим входом цифрового комутатора, вихід восьмого компаратора підключений до керуючого входу третього електронного ключа, 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 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 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 недостатня точність вимірювання аварійних струмів та тиску стисненого повітря в момент відключення вимикача, що знижує точність роботи 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 розширити діапазон вимірювання струмів та тиску стисненого повітря в момент комутації, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить датчик струму, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, тригер, три компаратори, три лічильники імпульсів, два елементи HI, чотири елементи I, два елементи АБО, два масштабуючі підсилювачі, диференціюючий елемент, три електронні ключі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, датчик комутації, датчик тиску, перший генератор імпульсів, одновібратор, два функціональні перетворювачі, цифровий комутатор, 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 комутації через диференціюючий елемент підключений до першого входу першого елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, вихід другого елемента HI з'єднаний з другим входом другого елемента I, другі входи тригера 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, вихід датчика комутації підключений до другого входу четвертого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід підключений до другого входу першого елемента АБО та до першого входу першого лічильника імпульсів, а третій вхід з'єднаний з входом формувача імпульсів, вихід датчика комутації підключений до входу першого елемента HI, вихід якого з'єднаний зі входом одновібратора, вихід якого

підключений до входу цифрового комутатора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина першого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом третього лічильника імпульсів, згідно з корисною моделлю, введено другий генератор імпульсів, два аналого-цифрові перетворювачі, два регістри, третій елемент АБО, третій елемент HI, п'ятий елемент I, причому вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента I, другий вхід якого разом з входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, третій вхід підключений до виходу датчика комутації, а вихід з'єднаний з другими входами першого та другого аналого-цифрових перетворювачів та з входами другого та третього елементів HI, вихід першого електронного ключа підключений до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента I, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини першого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина цифрового комутатора з'єднана з входами третього елемента АБО, вихід датчика тиску підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента I, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини другого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, виходи другого та третього елементів I підключені відповідно до перших входів першого та другого регістрів, другі входи яких з'єднані з виходом другого елемента АБО, третій вхід першого лічильника імпульсів підключений до виходу диференціюючого елемента, другий вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента I, вихід третього елемента HI підключений до другого входу третього елемента I, вихід третього елемента АБО з'єднаний з входом формувача імпульсів.

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів 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 - тригер; 13 - другий генератор імпульсів; 14 - п'ятий елемент I; 15 - перший аналого-цифровий перетворювач; 16 - другий елемент HI; 17 - другий елемент I; 18 - перший регістр; 19 - датчик тиску; 20 - другий аналого-цифровий перетворювач; 21 - третій елемент HI; 22 - третій елемент I; 23 - другий регістр; 24 - другий функціональний перетворювач; 25 - датчик комутації; 26 - диференціюючий елемент; 27 - перший елемент I; 28 - перший елемент АБО; 29 - другий лічильник імпульсів; 30 - перший елемент HI; 31 - одновібратор; 32 - перший генератор імпульсів; 33 - четвертий елемент I; 34 - третій лічильник імпульсів; 35 - формувач імпульсів; 36 - блок установки нуля; 37 - блок затримки сигналу; 38 - другий елемент АБО; 39 - перший лічильник імпульсів; 40 - перший функціональний перетворювач; 41 - цифровий комутатор; 42 - третій елемент АБО, причому вихід датчика струму 1 з'єднаний з входами першого 2, другого 3 і третього 4 компараторів, з аналоговим входом першого електронного ключа 9 та зівходами 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 12 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 комутації 25 через диференціюючий елемент 26 підключений до першого входу першого елемента I 27, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента АБО 28, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів 29, вихід другого елемента HI 16 з'єднаний з другим входом другого елемента I 17, другі входи тригера 12 та першого лічильника імпульсів 39 підключені до виходу другого елемента АБО 38, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 36, другий вхід підключений до виходу формувача імпульсів 35, а третій вхід з'єднаний з виходом блока затримки сигналу 37, вихід датчика комутації 25 підключений до другого входу четвертого елемента I 33, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 32, вихід підключений до другого входу першого елемента АБО 60 28 та до першого входу першого лічильника імпульсів 39, а третій вхід з'єднаний зі входом

формувача імпульсів 35, вихід датчика комутації 25 підключений до входу першого елемента НІ 30, вихід якого з'єднаний зі входом одинівбратора 31, вихід якого підключений до входу цифрового комутатора 41, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача 40, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина першого функціонального перетворювача 40 підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 39, вихід диференціюючого елемента 26 з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів 34, вихід другого генератора імпульсів 13 підключений до першого входу п'ятого елемента І 14, другий вхід якого разом зі входом блока затримки сигналу 37 з'єднані з першим виходом тригера 12, третій вхід підключений до виходу датчика комутації 25, а вихід з'єднаний з другими входами першого 15 та другого 20 аналого-цифрових перетворювачів та зі входами другого 16 та третього 21 елементів НІ, вихід першого електронного ключа 9 підключений до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача 15, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента І 17, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини першого регістра 18, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 24, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів 39, вихідна цифрова шина цифрового комутатора 41 з'єднана зі входами третього елемента АБО 42, вихід датчика тиску 19 підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача 20, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента І 22, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини другого регістра 23, вихідна цифрова шина якого з'єднана з другою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача 24, виходи другого 17 та третього 22 елементів І підключені відповідно до перших входів першого 18 та другого 23 регістрів, другі входи яких з'єднані з виходом другого елемента АБО 38, третій вхід першого лічильника імпульсів 39 підключений до виходу диференціюючого елемента 26, другий вихід тригера 12 з'єднаний з другим входом першого елемента І 27, вихід третього елемента НІ 21 підключений до другого входу третього елемента І 22, вихід третього елемента АБО 42 з'єднаний зі входом формувача імпульсів 35.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 36 коротким імпульсом через другий елемент АБО 38 встановлює тригер 12, перший 18 та другий 23 регістри, а також перший лічильник імпульсів 39 у нульовий стан. Одночасно перший 32 та другий 13 генератори імпульсів починають виробляти послідовності 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 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 першого аналого-цифрового перетворювача 15.

Якщо напруга, що пропорційна струму, зростає далі, то спрацьовують перший 2 і другий 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, 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 першого аналого-цифрового перетворювача 15.

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. При цьому значення сигналу множиться на інший коефіцієнт в другому масштабуючому підсилювачі 8, 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 25 з'являється сигнал логічної одиниці,

який через диференціюючий елемент 26 у вигляді короткого імпульсу надходить на вхід третього лічильника імпульсів 34, який є лічильником механічного ресурсу комутаційного апарата, що призводить до зменшення записаного в ньому ресурсу на одиницю, та через відкритий перший елемент I 27, а потім через перший елемент АБО 28 на вхід другого лічильника імпульсів 29, який є лічильником залишкового ресурсу високовольтного вимикача. Занесення в лічильник імпульсів 29 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 перший елемент I 27 був відкритим, оскільки на другому виході тригера 12 був присутній сигнал логічної одиниці, що свідчить про відсутність відключення вимикачем аварійного струму електричної мережі.

Якщо в електричній мережі виникає струм короткого замикання, який відключається діагностованим вимикачем, то в залежності від значення комутуваного струму на виходах першого 9, другого 10 і третього 11 електронних ключів з'являється відповідна постійна напруга. При цьому спрацьовує тригер 12, встановлюється в одиничний стан, внаслідок чого відкривається п'ятий елемент I 14 (на його третьому вході присутній сигнал логічного нуля) і імпульси з виходу другого генератора імпульсів 13 надходять в перший аналого-цифровий перетворювач 15. При цьому останній здійснює перетворення вхідного сигналу в цифровий код. В момент закінчення формування зазначеного коду на його виході з'являється сигнал, який надходить на перший вхід другого елемента I 17. В момент появи на його другому вході сигналу логічної одиниці з виходу другого елемента HI 16 (в цей момент на виході другого генератора імпульсів 13 та п'ятого елемента I 14 з'являється сигнал логічного нуля) цифровий код, що відповідає струму комутації в поточний момент, записується з виходу першого аналого-цифрового перетворювача 15 в перший регістр 18. Така послідовність дій повторюється до моменту відключення вимикача, коли на виході датчика комутації 25 з'являється сигнал логічної одиниці.

Одночасно сигнал напруги, пропорційний тиску стисненого повітря, з виходу датчика тиску 19 надходить на вхід другого аналого-цифрового перетворювача 20. При цьому останній здійснює перетворення вхідного сигналу в цифровий код. В момент закінчення формування зазначеного коду на його виході з'являється сигнал, який надходить на перший вхід третього елемента I 22. В момент появи на його другому вході сигналу логічної одиниці з виходу третього елемента HI 21 (в цей момент на виході другого генератора імпульсів 13 та п'ятого елемента I 14 з'являється сигнал логічного нуля) цифровий код, що відповідає тиску стисненого повітря в поточний момент, записується з виходу другого аналого-цифрового перетворювача 20 в другий регістр 23. Така послідовність дій повторюється до моменту відключення вимикача, коли на виході датчика комутації 25 з'являється сигнал логічної одиниці.

Зауважимо, що при надходженні цифрових кодів з виходів першого 18 та другого 23 регістрів на виході другого функціонального перетворювача 24 формується цифровий код, який подається на вхід першого лічильника імпульсів 39.

Отже, безпосередньо перед моментом комутації в першому регістрі 18 та в другому регістрі 23 зберігаються останні значення комутуваного струму та тиску стисненого повітря відповідно, за якими обчислюється спрацьовування комутаційного ресурсу за одну комутацію, і коли датчик комутації 25 спрацьовує, то п'ятий елемент I 14 закривається і процес перетворення аналогових сигналів в цифрові припиняється.

У момент відключення вимикача на виході датчика комутації 25 з'являється сигнал логічної одиниці, яким формується імпульс на виході диференціюючого елемента 26, внаслідок чого з виходу другого функціонального перетворювача 24 цифровий код перезаписується в перший лічильник імпульсів 39. Цей цифровий код через цифровий комутатор 41 подається на входи третього елемента АБО 42, внаслідок чого на виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід формувача імпульсів 35 та на третій вхід четвертого елемента I 33.

Одночасно з виходу датчика комутації 25 сигнал логічної одиниці надходить на другий вхід четвертого елемента I 33, внаслідок чого імпульси з виходу першого генератора імпульсів 32 починають надходити в перший лічильник імпульсів 39.

Одночасно імпульси надходять і на вхід другого лічильника імпульсів 29 через перший елемент АБО 28. Підкреслимо, що перший лічильник імпульсів 39 є лічильником зворотного рахунку, тобто надходження кожного імпульсу зменшує його вихідний цифровий код на одиницю. Зазначений лічильник відраховує імпульси першого генератора імпульсів 32 доти, поки цифровий код на його виході не стане нульовим. В цей момент на виході третього елемента АБО 42 з'являється сигнал логічного нуля, який надходить на третій вхід четвертого елемента I 33. При цьому перший 39 та другий 29 лічильники імпульсів припиняють відлік

імпульсів, а на виході формувача імпульсів 35 з'являється короткий імпульс, який через другий елемент АБО 38 надходить на входи першого 18 та другого 23 регістрів, тригера 12, а також на вхід першого лічильника імпульсів 39 і обнуляє їх.

5 За час роботи першого лічильника імпульсів 36 послідовність імпульсів, яка надійшла на вхід другого лічильника імпульсів 29, зменшує значення залишкового ресурсу вимикача на визначене число одиниць, яке залежить від значення комутованого струму та тиску стисненого повітря в перерахунку на кількість комутацій номінального робочого струму вимикача.

Зазначимо, що в такому циклі роботи в третій лічильник імпульсів 34 - 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 комутації 25 встановлюється сигнал логічного нуля, який проходить через перший елемент НІ 30 і переднім фронтом запускає одновібратор 31, який в свою чергу вихідним сигналом логічної одиниці, що подається на цифровий комутатор 41, підключає вихідну цифрову шину першого лічильника імпульсів 39 до входу третього елемента АБО 42 через перший функціональний перетворювач 40, в якому значення струму, що встановлюється на виході першого лічильника імпульсів 39 після вимкнення високовольтного вимикача системою релейного захисту, множить на коефіцієнт, яким враховується додаткове спрацювання ресурсу вимикача, що витрачається згідно з ресурсними характеристиками 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 Якщо через вимикач протікає струм короткого замикання, тобто коли спрацюває перший компаратор 2 і тригер 12, але відключення струму відбувається іншим вимикачем (в умовах узгодженої селективної роботи релейного захисту), то через деякий час на виході блока затримки сигналу 37 з'являється сигнал логічної одиниці, яким обнуляються перший 18 та другий 23 регістри та тригер 12 і пристрій переходить в режим очікування.

25 Тривалість роботи одновібратора 31 підібрана таким чином, щоб забезпечити після відключення вимикача надходження найбільшої можливої кількості імпульсів в перший лічильник імпульсів 39.

30 Кількість розрядів першого 39 та другого 29 лічильників імпульсів вибирається в залежності від найбільшої величини струмів, що відключаються, та тиску стисненого повітря.

Кількість розрядів третього лічильника імпульсів 34 вибирається в залежності від значення механічного ресурсу вимикача.

35 Тривалість імпульсу диференціюючого елемента 26 вибирається меншою тривалості імпульсу першого генератора імпульсів 32. Частота формування імпульсів другим генератором імпульсів 13 значно перевищує частоту формування імпульсів першим генератором імпульсів 32.

Час затримки сигналу в блоці затримки сигналу 37 вибирається більшим тривалості циклу, коли в перший лічильник імпульсів 39 надходить найбільша кількість імпульсів.

40 Перший 40 і другий 24 функціональні перетворювачі можна реалізувати на мікросхемі постійного запам'ятовуючого пристрою, в якій записані відповідні коди, причому в другому функціональному перетворювачі 24 записані коди, кожен із яких відповідає певному коефіцієнту спрацювання робочого ресурсу вимикача в залежності від будь-якого із можливих значень струму і тиску стисненого повітря в перерахунку на комутацію номінального робочого струму, а в першому функціональному перетворювачі 40 записані коди, які відображають спрацювання ресурсу вимикача при його включенні на коротке замикання в мережі.

45 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.

50

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю ресурсу повітряних високовольтних вимикачів, що містить датчик струму, блок установки нуля, формувач імпульсів, блок затримки сигналу, тригер, три компаратори, три лічильники імпульсів, два елементи НІ, чотири елементи І, два елементи АБО, два масштабуючі підсилювачі, диференціюючий елемент, три електронні ключі, два елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, датчик комутації, датчик тиску, перший генератор імпульсів, одновібратор, два функціональні перетворювачі, цифровий комутатор, причому вихід датчика струму з'єднаний з входами першого, другого і третього компараторів, з аналоговим входом першого електронного ключа та з входами першого і другого масштабуючих підсилювачів, виходи яких

60



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  
5 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 комутації через диференціюючий елемент підключений до першого входу першого елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом першого елемента  
10 АБО, вихід якого підключений до входу другого лічильника імпульсів, вихід другого елемента HI з'єднаний з другим входом другого елемента I, другі входи тригера 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, вихід датчика комутації підключений до другого  
15 входу четвертого елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід підключений до другого входу першого елемента АБО та до першого входу першого лічильника імпульсів, а третій вхід з'єднаний з входом формувача імпульсів, вихід датчика комутації підключений до входу першого елемента HI, вихід якого з'єднаний з входом одновібратора, вихід якого підключений до входу цифрового комутатора, перша вхідна цифрова  
20 шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого функціонального перетворювача, а друга вхідна цифрова шина та вхідна цифрова шина першого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихід диференціюючого елемента з'єднаний з входом третього лічильника імпульсів, який **відрізняється** тим, що в нього введено другий генератор імпульсів, два аналого-цифрові перетворювачі, два регістри,  
25 третій елемент АБО, третій елемент HI, п'ятий елемент I, причому вихід другого генератора імпульсів підключений до першого входу п'ятого елемента I, другий вхід якого разом з входом блока затримки сигналу з'єднані з першим виходом тригера, третій вхід підключений до виходу датчика комутації, а вихід з'єднаний з другими входами першого та другого аналого-цифрових  
перетворювачів та з входами другого та третього елементів HI, вихід першого електронного  
30 ключа підключений до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента I, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини першого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина  
35 цифрового комутатора з'єднана з входами третього елемента АБО, вихід датчика тиску підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом третього елемента I, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини другого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана з другою вхідною  
цифровою шиною другого функціонального перетворювача, виходи другого та третього  
40 елементів I підключені відповідно до перших входів першого та другого регістрів, другі входи яких з'єднані з виходом другого елемента АБО, третій вхід першого лічильника імпульсів підключений до виходу диференціюючого елемента, другий вихід тригера з'єднаний з другим входом першого елемента I, вихід третього елемента HI підключений до другого входу третього елемента I, вихід третього елемента АБО з'єднаний з входом формувача імпульсів.

