



УКРАЇНА

(19) UA (11) 157981 (13) U
(51) МПК (2024.01)
G01R 31/00

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2024 02552	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Козаченко Богдан Віталійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.05.2024	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 19.12.2024	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 18.12.2024, Бюл.№ 51	

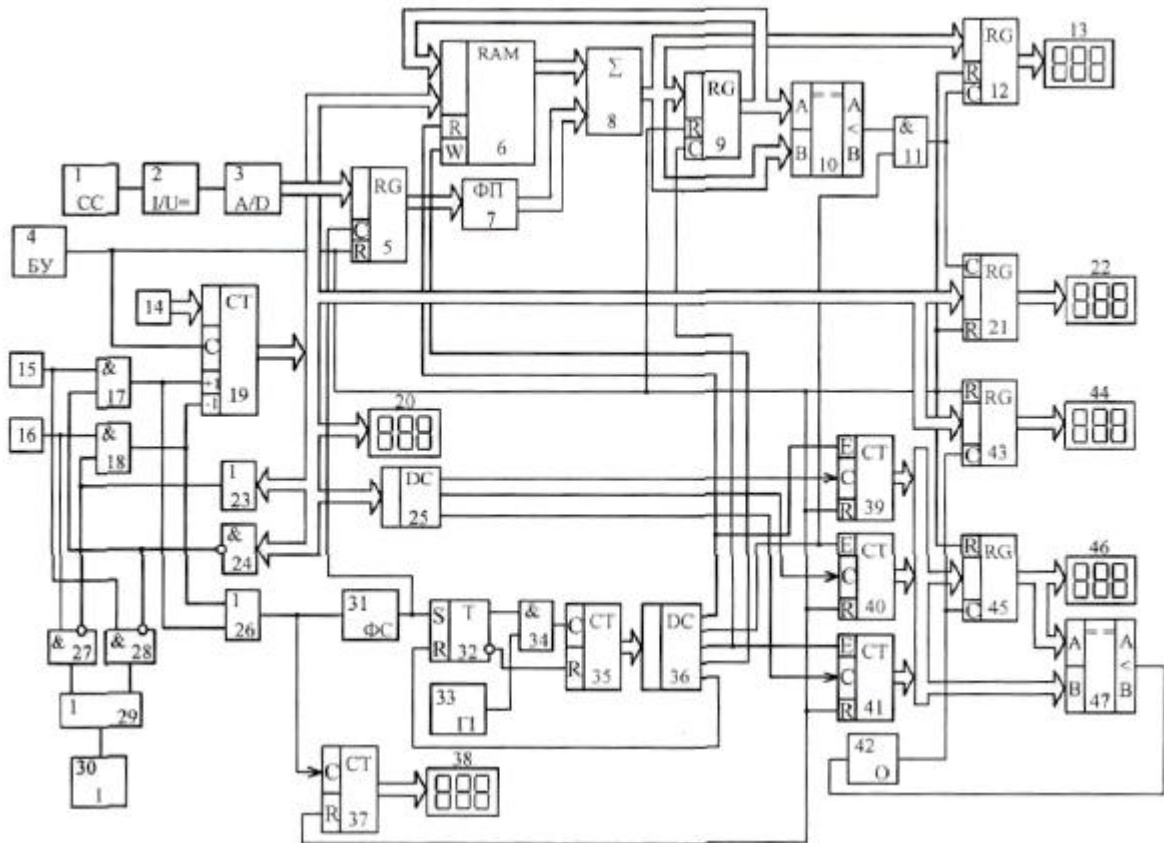
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РОБОТИ ПРИСТРОЮ РЕГУЛЮВАННЯ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для контролю роботи пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора містить сенсор струму, три логічні елементи АБО, шість логічних елементів І, генератор імпульсів, формувач імпульсів, чотири лічильники імпульсів, два цифрові компаратори, індикатор, RS-тригер, блок установки. Вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, вихід формувача імпульсів підключений до першого входу RS-тригера, перший вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника. В нього введено перетворювач струму в постійну напругу, аналого-цифровий перетворювач, шість регістрів, шість блоків індикації, два дешифратори, цифровий суматор, блок пам'яті, реверсивний лічильник, функціональний перетворювач, елемент І-НІ, лічильник імпульсів, одиниця, блок початкового значення, сенсор перемикачання на одне відгалуження вгору та сенсор перемикачання на одне відгалуження вниз. Вихід сенсора струму підключений до входу перетворювача струму в постійну напругу, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини цифрового суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока пам'яті. Вихідна цифрова шина підключена до вхідних цифрових шин другого регістра, третього регістра та до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого разом з першою вхідною цифровою шиною блока пам'яті з'єднані з вихідною цифровою шиною другого регістра, вихід сенсора перемикачання на одне відгалуження вгору підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого разом з другим входом п'ятого елемента І з'єднані з виходом елемента І-НІ, вихід сенсора перемикачання на одне відгалуження вниз підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента І з'єднані з виходом першого елемента АБО. Виходи другого та третього елементів І підключені, відповідно, до першого та другого входів другого елемента АБО, а також до другого та третього входів реверсивного лічильника, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки, вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини блока початкового значення, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідними цифровими шинами другого блока індикації, четвертого та п'ятого регістрів, елемента І-НІ, першого елемента АБО, першого дешифратора та блока пам'яті, перший і другий входи якого підключені, відповідно, до першого і четвертого

UA 157981 U

виходів другого дешифратора, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника, другий вхід якого підключений до другого виходу RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з п'ятим виходом другого дешифратора, другий вихід якого підключений до першого входу третього лічильника та до другого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з першими входами третього та четвертого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого та третього блоків індикації, третій вихід другого дешифратора з'єднаний з першим входом другого регістра та з першим входом четвертого лічильника, другий вхід якого підключений до третього виходу першого дешифратора, перший та другий виходи якого з'єднані, відповідно, з другими входами другого та третього лічильників. Треті входи другого, третього та четвертого лічильників, а також другі входи п'ятого лічильника, першого, другого, третього, четвертого, п'ятого та шостого регістрів підключені до виходу блока установки, вихідні цифрові шини другого, третього та четвертого лічильників з'єднані зі вхідною цифровою шиною шостого регістра та другою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора. Перша вхідна цифрова шина якого разом зі вхідною цифровою шиною шостого блока індикації підключені до вихідної цифрової шини шостого регістра, а вихід з'єднаний зі входом одновібратора, вихід якого підключений до перших входів п'ятого і шостого регістрів, вихід другого елемента АБО з'єднаний зі входом формувача імпульсів та з першим входом п'ятого лічильника, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого блока індикації, виходи четвертого та п'ятого елементів І з'єднані, відповідно, з першим і другим входами третього елемента АБО, вихід якого підключений до входу індикатора, вихідна цифрова шина п'ятого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого блока індикації.



Корисна модель належить до області електротехніки і може бути використана для діагностування пристроїв регулювання під навантаженням (РПН) силових трансформаторів.

Відомий пристрій для діагностування спрацювання обмоток силового масляного трансформатора (Патент України № 65179, МПК G01R 31/06, бюл. № 22, 2011), що містить два датчики температури, виходи першого і другого датчиків температури підключені, відповідно, до входів першого і другого перетворювачів температури в постійну напругу, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з входом першого лічильника імпульсів, вихід суматора через перший функціональний перетворювач підключений до першого входу першого компаратора, другий вхід якого з'єднаний з виходом цифро-аналогового перетворювача, а вихід підключений до першого входу RS-тригера, вихід якого з'єднаний з другим входом першого логічного елемента I, перший вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом другого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифро-аналогового перетворювача, вихід першого перетворювача температури в постійну напругу через перший нормуючий перетворювач підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого з'єднана з першою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини регістра, вхідна цифрова шина якого разом з третьою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача з'єднані з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вхід якого разом з першим входом другого компаратора підключені до виходу першого перетворювача змінної напруги в постійну, вхід якого з'єднаний з виходом блока обчислення потужності, вихід блока задання потужності підключений до другого входу другого компаратора, вихід якого з'єднаний зі входами другого функціонального перетворювача, другим входом третього логічного елемента I, входом логічного елемента NI та першим входом другого логічного елемента I, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів, а вихід з'єднаний зі входом регістра, вихід датчика напруги через другий нормуючий перетворювач підключений до першого входу блока обчислення потужності, вихід датчика струму з'єднаний з входом третього нормуючого перетворювача, вихід другого перетворювача змінної напруги в постійну з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до виходу четвертого нормуючого перетворювача, вхід якого з'єднаний з виходом другого перетворювача температури в постійну напругу, вихід RS-тригера підключений до входу формувача імпульсів, вихід якого з'єднаний з другим входом RS-тригера і другим входом другого лічильника імпульсів, вихід першого логічного елемента I підключений до другого входу четвертого логічного елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента NI, а вихід підключений до другого входу першого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний зі входом третього лічильника імпульсів, а перший вхід підключений до виходу третього логічного елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого функціонального перетворювача, а n - входів з'єднані, відповідно, з n - виходами першого лічильника імпульсів, вихід першого датчика початку руху підключений до першого входу логічного елемента АБО-NI, другого входу третього логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО і до першого входу першого логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого датчика початку руху, третім входом логічного елемента АБО-NI і першим входом другого логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, другий вхід якого підключений до виходу третього датчика початку руху, другого входу логічного елемента АБО-NI і першого входу третього логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, виходи першого, другого та третього логічних елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО з'єднані, відповідно, з першими входами п'ятого, шостого та сьомого логічних елементів I, другі входи яких підключені до виходу четвертого генератора імпульсів, а виходи з'єднані з першими входами четвертого, п'ятого та шостого лічильників імпульсів, відповідно, другі входи лічильників імпульсів підключені до виходу логічного елемента АБО-NI та до керуючого входу електронного ключа, вхід якого з'єднаний з виходом третього нормуючого перетворювача, а вихід підключений до другого входу блока обчислення потужності та входу другого перетворювача змінної напруги в постійну, цифровий вихід блока задання ресурсу з'єднаний з другими входами першого, другого та третього цифрових компараторів, перші цифрові входи яких підключені до виходів четвертого, п'ятого та шостого лічильників імпульсів, відповідно, перші та другі входи першого, другого та третього цифрових компараторів з'єднані з першими та другими входами третього, четвертого та п'ятого логічних елементів АБО, відповідно, виходи яких підключені до першого, другого та третього індикаторів та до першого, другого та третього входів другого логічного елемента АБО, відповідно, вихід якого з'єднаний з колами сигналізації оперативного персоналу.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє контролювати роботу пристрою РПН силового трансформатора з оцінкою комутаційного ресурсу, що витрачають на кожному відгалуженні обмоток силового трансформатора при кожному перемиканні відгалужень.

5 За найбільш близький аналог вибрано пристрій для контролю роботи пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора (Патент України № 83332, МПК G01R 31/06, бюл. № 17, 2013), що містить три датчики початку руху, датчик струму (в подальшому - сенсор струму), три логічні елементи ВИКЛЮЧНЕ АБО, три логічні елементи АБО, логічний елемент АБО-НІ, сім логічних елементів І, два генератори імпульсів, три формувачі імпульсів, чотири лічильники імпульсів, п'ять цифрових компараторів, п'ять індикаторів, блок задання ресурсу, три 10 RS-тригери, блок установки, два блоки задання часу, причому вихід першого датчика початку руху підключений до першого входу логічного елемента АБО-НІ, другого входу третього логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО і до першого входу першого логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого датчика початку руху, третім 15 входом логічного елемента АБО-НІ і першим входом другого логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, другий вхід якого підключений до виходу третього датчика початку руху, другого входу логічного елемента АБО-НІ і першого входу третього логічного елемента ВИКЛЮЧНЕ АБО, виходи першого, другого та третього логічних елементів ВИКЛЮЧНЕ АБО з'єднані, відповідно, з 20 першими входами першого, другого та третього логічних елементів І, другі входи яких підключені до виходу першого генератора імпульсів, а виходи з'єднані з першими входами першого, другого та третього лічильників імпульсів, відповідно, цифровий вихід блока задання ресурсу підключений до других цифрових входів першого, другого та третього цифрових компараторів, перші цифрові входи яких з'єднані з виходами першого, другого та третього лічильників імпульсів, відповідно, вихід першого RS-тригера підключений до першого входу 25 п'ятого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з другим генератором імпульсів, а вихід підключений до першого входу четвертого лічильника імпульсів, вихід сенсора струму з'єднаний з S-входом першого RS-тригера через другий формувач імпульсів, виходи першого, другого та третього цифрових компараторів підключені, відповідно, до входів першого, другого та третього індикаторів та до першого, другого та третього входів другого логічного елемента АБО, відповідно, вихід якого з'єднаний з колами сигналізації оперативного персоналу, вихід 30 блока установки підключений до першого входу першого логічного елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента АБО-НІ через перший формувач імпульсів, а вихід підключений до других входів першого, другого та третього лічильників імпульсів та до S-входу другого RS - тригера, вихід якого з'єднаний з третіми входами першого, другого та третього логічних елементів І, а R-вхід підключений до виходу четвертого логічного елемента І, перший, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого, другого та третього датчиків 35 початку руху, відповідно, R-вхід першого RS-тригера підключений до виходу третього логічного елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з S-входом третього RS-тригера, R-вхід останнього разом із другим входом четвертого лічильника імпульсів підключений до виходу першого логічного елемента АБО, перший та другий блоки задання часу з'єднані з першими цифровими 40 входами четвертого та п'ятого цифрових компараторів, відповідно, другі цифрові входи яких підключені до цифрового виходу четвертого лічильника імпульсів, вихід третього RS-тригера з'єднаний з другими входами шостого та сьомого логічних елементів І, перші входи яких підключені до виходів четвертого та п'ятого цифрових компараторів, відповідно, а виходи з'єднані з входами четвертого та п'ятого індикаторів, вихід логічного елемента АБО-НІ через 45 третій формувач імпульсів підключений до першого входу третього логічного елемента АБО, другий вхід останнього з'єднаний з виходом блока установки.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє контролювати роботу пристрою РПН силового трансформатора з оцінкою комутаційного ресурсу, що витрачають на кожному відгалуженні обмоток силового трансформатора при кожному перемиканні відгалужень.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю роботи пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора, в якому за рахунок введення нових елементів та блоків, а також зв'язків між ними з'являється можливість 55 оцінювати комутаційний ресурс, що витрачають на кожному відгалуженні обмоток силового трансформатора при кожному перемиканні відгалужень, що дозволяє підвищити точність у визначенні роботоздатності пристрою РПН.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю роботи пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора, що містить сенсор струму, три 60 логічні елементи АБО, шість логічних елементів І, генератор імпульсів, формувач імпульсів,

чотири лічильники імпульсів, два цифрові компаратори, індикатор, RS-тригер, блок установки, причому вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента I, вихід формувача імпульсів підключений до першого входу RS-тригера, перший вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника, згідно з корисною моделлю, введено перетворювач струму в постійну напругу, аналого-цифровий перетворювач, шість регістрів, шість блоків індикації, два дешифратори, цифровий суматор, блок пам'яті, реверсивний лічильник, функціональний перетворювач, елемент I-NI, лічильник імпульсів, одинвібратор, блок початкового значення, сенсор перемикачання на одне відгалуження вгору та сенсор перемикачання на одне відгалуження вниз, причому вихід сенсора струму підключений до входу перетворювача струму в постійну напругу, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини цифрового суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока пам'яті, а вихідна цифрова шина підключена до вхідних цифрових шин другого регістра, третього регістра та до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого разом з першою вхідною цифровою шиною блока пам'яті з'єднані з вихідною цифровою шиною другого регістра, вихід сенсора перемикачання на одне відгалуження вгору підключений до першого входу другого елемента I, другий вхід якого разом з другим входом п'ятого елемента I з'єднані з виходом елемента I-NI, вихід сенсора перемикачання на одне відгалуження вниз підключений до першого входу третього елемента I, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента I з'єднані з виходом першого елемента АБО, виходи другого та третього елементів I підключені, відповідно, до першого та другого входів другого елемента АБО, а також до другого та третього входів реверсивного лічильника, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки, вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини блока початкового значення, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідними цифровими шинами другого блока індикації, четвертого та п'ятого регістрів, елемента I-NI, першого елемента АБО, першого дешифратора та блока пам'яті, перший і другий входи якого підключені, відповідно, до першого і четвертого виходів другого дешифратора, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника, другий вхід якого підключений до другого виходу RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з п'ятим виходом другого дешифратора, другий вихід якого підключений до першого входу третього лічильника та до другого входу першого елемента I, вихід якого з'єднаний з першими входами третього та четвертого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого та третього блоків індикації, третій вихід другого дешифратора з'єднаний з першим входом другого регістра та з першим входом четвертого лічильника, другий вхід якого підключений до третього виходу першого дешифратора, перший та другий виходи якого з'єднані, відповідно, з другими входами другого та третього лічильників, треті входи другого, третього та четвертого лічильників, а також другі входи п'ятого лічильника, першого, другого, третього, четвертого, п'ятого та шостого регістрів підключені до виходу блока установки, вихідні цифрові шини другого, третього та четвертого лічильників з'єднані зі вхідною цифровою шиною шостого регістра та другою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого разом зі вхідною цифровою шиною шостого блока індикації підключені до вихідної цифрової шини шостого регістра, а вихід з'єднаний зі входом одинвібратора, вихід якого підключений до перших входів п'ятого і шостого регістрів, вихід другого елемента АБО з'єднаний зі входом формувача імпульсів та з першим входом п'ятого лічильника, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого блока індикації, виходи четвертого та п'ятого елементів I з'єднані, відповідно, з першим і другим входами третього елемента АБО, вихід якого підключений до входу індикатора, вихідна цифрова шина п'ятого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого блока індикації.

Пристрій для контролю роботи пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора пояснюють кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - сенсор струму; 2 - перетворювач струму в постійну напругу; 3 - аналого-цифровий перетворювач; 4 - блок установки; 5 - перший регістр; 6 - блок пам'яті; 7 - функціональний перетворювач; 8 - цифровий суматор; 9 - другий регістр; 10 - перший цифровий компаратор; 11 - перший елемент I; 12 - третій регістр; 13 - перший блок індикації; 14 - блок початкового значення; 15 - сенсор перемикачання на одне відгалуження вгору; 16 - сенсор перемикачання на одне відгалуження вниз; 17 - другий елемент I; 18 - третій елемент I; 19 -

реверсивний лічильник; 20 - другий блок індикації; 21 - четвертий регістр; 22 - третій блок індикації; 23 - перший елемент АБО; 24 - елемент I-II; 25 - перший дешифратор; 26 - другий елемент АБО; 27, 28 - четвертий і п'ятий елементи I; 29 - третій елемент АБО; 30 - індикатор; 31 - формувач імпульсів; 32-RS-тригер; 33 - генератор імпульсів; 34 - шостий елемент I; 35 - перший лічильник; 36 - другий дешифратор; 37 - п'ятий лічильник; 38 - четвертий блок індикації; 39, 40, 41 - другий, третій та четвертий лічильники, відповідно; 42 - одновібратор; 43 - п'ятий регістр; 44 - п'ятий блок індикації; 45 - шостий регістр; 46 - шостий блок індикації; 47 - другий цифровий компаратор, причому вихід першого цифрового компаратора 10 з'єднаний з першим входом першого елемента 111, вихід формувача імпульсів 31 підключений до першого входу RS-тригера 32, перший вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента I 34, другий вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів 33, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника 35, вихід сенсора струму 1 підключений до входу перетворювача струму в постійну напругу 2, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача 3, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого регістра 5, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача 7, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини цифрового суматора 8, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока пам'яті 6, а вихідна цифрова шина підключена до вхідних цифрових шин другого регістра 9, третього регістра 12 та до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 10, перша вхідна цифрова шина якого разом з першою вхідною цифровою шиною блока пам'яті 6 з'єднані з вихідною цифровою шиною другого регістра 9, вихід сенсора перемикачання на одне відгалуження вгору 15 підключений до першого входу другого елемента I 17, другий вхід якого разом з другим входом п'ятого елемента I 28 з'єднані з виходом елемента I-II 24, вихід сенсора перемикачання на одне відгалуження вниз 16 підключений до першого входу третього елемента 118, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента I 27 з'єднані з виходом першого елемента АБО 23, виходи другого 17 та третього 18 елементів I підключені, відповідно, до першого та другого входів другого елемента АБО 26, а також до другого та третього входів реверсивного лічильника 19, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки 4, вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини блока початкового значення 14, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідними цифровими шинами другого блока індикації 20, четвертого 21 та п'ятого 43 регістрів, елемента I-II 24, першого елемента АБО 23, першого дешифратора 25 та блока пам'яті 6, перший і другий входи якого підключені, відповідно, до першого і четвертого виходів другого дешифратора 36, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника 35, другий вхід якого підключений до другого виходу RS-тригера 32, другий вхід якого з'єднаний з п'ятим виходом другого дешифратора 36, другий вихід якого підключений до першого входу третього лічильника 40 та до другого входу першого елемента I 11, вихід якого з'єднаний з першими входами третього 12 та четвертого 21 регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені, відповідно, до вхідних цифрових шин першого 13 та третього 22 блоків індикації, третій вихід другого дешифратора 36 з'єднаний з першим входом другого регістра 9 та з першим входом четвертого лічильника 41, другий вхід якого підключений до третього виходу першого дешифратора 25, перший та другий виходи якого з'єднані, відповідно, з другими входами другого 39 та третього 40 лічильників, треті входи другого 39, третього 40 та четвертого 41 лічильників, а також другі входи п'ятого лічильника 37, першого 5, другого 9, третього 12, четвертого 21, п'ятого 43 та шостого 45 регістрів підключені до виходу блока установки 4, вихідні цифрові шини другого 39, третього 40 та четвертого 41 лічильників з'єднані зі вхідною цифровою шиною шостого регістра 45 та другою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора 47, перша вхідна цифрова шина якого разом зі вхідною цифровою шиною шостого блока індикації 46 підключені до вихідної цифрової шини шостого регістра 45, а вихід з'єднаний зі входом одновібратора 42, вихід якого підключений до перших входів п'ятого 43 і шостого 45 регістрів, вихід другого елемента АБО 26 з'єднаний зі входом формувача імпульсів 31 та з першим входом п'ятого лічильника 37, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого блока індикації 38, виходи четвертого 27 та п'ятого 28 елементів I з'єднані, відповідно, з першим і другим входами третього елемента АБО 29, вихід якого підключений до входу індикатора 30, вихідна цифрова шина п'ятого регістра 43 з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого блока індикації 44.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення з виходу блока установки 4 надходить імпульс, яким скидають перший 5, другий 9, третій 12, четвертий 21, п'ятий 43, шостий 45 регістри, а також другий 39, третій 40, четвертий 41 та п'ятий 37 лічильники. Цим же імпульсом в реверсивний лічильник 19 заноситься з блока початкового значення 14 цифровий код, який визначає положення пристрою РПН в даний момент. При

цьому одразу ж на виході реверсивного лічильника 19 встановлюють відповідний цифровий код. Одночасно на виході генератора імпульсів 33 формують послідовність імпульсів.

5 Сенсори пристрою розподілені по об'єкту таким чином. Сенсор струму 1 розташований в колі перемикання відгалужень пристрою РПН. Блок початкового значення 14 установлений у блоці управління пристроєм РПН на диску із позначенням номерів відгалужень, сенсори перемикання на одне відгалуження вверх 15 або вниз 16 установлені у відповідних колах ввімкнення електромагнітних реле, якими запускають електричний двигун приводу пристрою РПН.

10 Зауважимо, що при появі цифрового коду на виході реверсивного лічильника 19 у другому блоці індикації 20 виводять інформацію про поточний номер відгалуження пристрою РПН. Підкреслимо також, що другий 39, третій 40, четвертий 41 та п'ятий 37 лічильники мають прямий динамічний лічильний вхід.

15 В даній структурі пристрою контролю роботи розглядаємо пристрій РПН, яким перемикають лише три відгалуження, що містяться в силовому трансформаторі. Очевидно, що у разі більшої кількості відгалужень силового трансформатора принцип роботи пристрою залишається тим же. Припустимо, що в поточний момент часу пристрій РПН знаходиться в середньому положенні.

20 Розглянемо ситуацію, коли пристрій РПН перемикають з середнього на крайнє верхнє відгалуження. При цьому на виході сенсора перемикання на одне відгалуження вверх 15 з'являється імпульс, який через відкритий другий елемент І 17 надходить на другий вхід реверсивного лічильника 19, внаслідок чого на його виході цифровий код зростає на одиницю. Крім цього, зазначений імпульс через другий елемент АБО 26 надходить на лічильний вхід п'ятого лічильника 37, що призводить до зростання цифрового коду на його виході, внаслідок чого в четвертому блоці індикації 38 здійснюють індикація числа, яке відповідає загальній кількості перемикань пристрою РПН в даний момент. Очевидно, що коли пристрій діагностування вводять в роботу, при проходженні зазначеного імпульсу в четвертому блоці індикації 38 буде висвітлюватись число один. Цей же імпульс надходить на вхід формувача імпульсів 31.

30 В момент перемикання пристрою РПН між контактами сусідніх відгалужень протікає струм, значення якого фіксують сенсором струму 1 і через перетворювач струму в постійну напругу 2 надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача 3, який є швидкодіючим паралельним аналого-цифровим перетворювачем. Цифровий код з його виходу надходить в перший регістр 5, в якому його фіксують по сигналу з виходу формувача імпульсів 31. При цьому на виході першого регістра 5 з'являється цифровий код, який подають у функціональний перетворювач 7, в якому значення виміряного комутованого струму перетворюють у значення відпрацьованого ресурсу поточного відгалуження РПН за одну комутацію.

35 Вихідним сигналом формувача імпульсів 31 також встановлюють RS-тригер 32, яким розблоковують роботу першого лічильника 35 і імпульси з виходу генератора імпульсів 33 починають надходити через шостий елемент І 34 на перший вхід першого лічильника 35. Після проходження першого імпульсу на першому виході другого дешифратора 36 встановлюють сигнал логічної одиниці.

40 Зауважимо, що блок пам'яті 6 призначений для зберігання в окремих комірках, відповідно до вхідної адреси, відпрацьованого ресурсу контактів пристрою РПН при перемиканні кожного відгалуження. Враховуючи те, що при перемиканні відгалужень обмотки силового трансформатора в різні моменти часу протікають різні по величині струми, то і робочий ресурс контактної системи кожного відгалуження витрачають нерівномірно.

45 Отже, по сигналу на першому виході другого дешифратора 36 та цифровому коду, що надходить на другий вхід в блок пам'яті 6 з виходу реверсивного лічильника 19, організують доступ до комірки, в якій зберігають залишковий робочий (комутаційний) ресурс контактів пристрою РПН відповідно до підключеного в поточний момент відгалуження обмотки силового трансформатора. При цьому цифровий код із зазначеної комірки виводиться на вихід блока пам'яті 6 і подають на перший вхід цифрового суматора 8, на другий вхід якого з виходу функціонального перетворювача 7 надходить цифровий код, що відповідає значенню відпрацьованого комутаційного ресурсу в момент здійснення поточного перемикання. Зазначені цифрові коди в цифровому суматорі 8 додають і результируючий цифровий код надходить на другий вхід першого цифрового компаратора 10, на перший вхід якого подають з виходу другого регістра 9 значення відпрацьованого комутаційного ресурсу під час попереднього перемикання іншого відгалуження пристрою РПН. Очевидно, коли пристрій діагностування тільки введено в роботу в другому регістрі 9 буде записаний нульовий цифровий код. І якщо в процесі роботи цифровий код з виходу цифрового суматора 8 перевищує цифровий код, що зберігають в 50 другому регістрі 9, на виході першого цифрового компаратора 10 з'являється сигнал логічної

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60

одиниці. При проходженні чергового імпульсу з виходу генератора імпульсів 33 на другому виході другого дешифратора 36 з'являється сигнал логічної одиниці, який відкриває перший елемент І 11 і сигналом з виходу першого цифрового компаратора 10 в третій регістр 12 записують цифровий код з виходу цифрового суматора 8 та виводять у перший блок індикації 13, в якому відображають найбільше значення витрачання, серед відгалужень, ресурсу контактів пристрою РПН в момент перемикання відгалуження силового трансформатора. Одночасно сигналом з виходу першого елемента І 11 в четвертий регістр 21 записують цифровий код з виходу реверсивного лічильника 19, який відображають на третім блоком індикації 22 у вигляді номера відгалуження з найбільшим відпрацьованим комутаційним ресурсом.

В момент появи чергового імпульсу на виході генератора імпульсів 33 сигнал логічної одиниці з'являється на третьому виході другого дешифратора 36, внаслідок чого цифровий код з цифрового суматора 8 перезаписують в другий регістр 9. Під впливом наступного імпульсу з виходу генератора імпульсів 33 сигнал логічної одиниці з'являється на четвертому виході другого дешифратора 36, яким цифровий код з виходу другого регістра 9 перезаписують в комірку блока пам'яті 6 замість попереднього цифрового коду.

Черговим імпульсом з виходу генератора імпульсів 33 встановлюють сигнал логічної одиниці на п'ятому виході другого дешифратора 36, внаслідок чого RS-тригер 32 скидається і подача імпульсів з генератора імпульсів 33 в перший лічильник 35 припиняють, перший лічильник 35 обнуляють.

Цикл фіксації спрацьовування комутаційного ресурсу по одному відгалуженню при перемиканні пристрою РПН з врахуванням значення комутуваного струму на цьому завершують.

Очевидно, що коли здійснюють чергове перемикання відгалуження пристрою РПН з іншої комірки блока пам'яті 6 виводять відповідний цифровий код і на його місце перезаписують оновлений цифровий код, що враховує поточне вичерпання комутаційного ресурсу вибраного відгалуження.

Зазначимо, що в пристрої діагностування передбачено не тільки оцінювання спрацьовування комутаційного ресурсу пристрою РПН по кожному відгалуженню в процесі його роботи, але і оцінювання витрачання механічного ресурсу контактної системи пристрою РПН по кожному відгалуженню в процесі його роботи. Слід підкреслити, що контроль за витрачанням зазначених ресурсів відбувається паралельно.

Це організовано таким чином. Повернемося до моменту перемикання пристрою РПН з середнього положення у крайнє верхнє положення, коли на виході реверсивного лічильника 19 встановлюють цифровий код. При цьому на третьому виході першого дешифратора 25 встановлюють сигнал логічної одиниці, внаслідок чого в четвертий лічильник 41 на другий вхід надходить імпульс та записують в ньому, що підтверджує виконання однієї комутації пристроєм РПН на крайньому відгалуженню. При цьому в процесі тривалої роботи в шостому регістрі 45 зберігають цифровий код, що відповідає максимальній кількості комутацій по певному відгалуженню силового трансформатора. Очевидно, що при введенні пристрою діагностування в роботу в шостому регістрі 45 зберігають нульовий цифровий код. В момент появи сигналу на третьому виході другого дешифратора 36 цифровий код з'являється на виході четвертого лічильника 41 та подають на другий вхід другого цифрового компаратора 47. І якщо цифровий код з виходу четвертого лічильника 41 перевищує цифровий код, що зберігають в шостому регістрі 45, то на виході другого цифрового компаратора 47 з'являється сигнал логічної одиниці, яким запускають одинівбратор 42 і цифровий код з виходу четвертого лічильника 41 перезаписують в шостий регістр 45 та виводить в шостий блок індикації 46, що свідчить про максимальну кількість комутацій, виконану по одному відгалуженню. Одночасно сигналом з виходу одинівбратора 42 в п'ятий регістр 43 записують цифровий код, що відповідає положенню пристрою РПН, та виводять в п'ятий блок індикації 44 у вигляді числа, що відображає номер відгалуження з найбільшою кількістю виконаних комутацій.

Зауважимо, що номер відгалуження з найбільшою кількістю комутацій може не співпадати з номером відгалуження, по якому є найбільше спрацювання комутаційного ресурсу в процесі роботи пристрою РПН.

Аналогічним чином здійснюють обрахунок залишкового механічного ресурсу по іншому відгалуженню при перемиканні пристрою РПН. Отже, коли з'являється сигнал на виході сенсора перемикання на одне відгалуження вниз 16, цей сигнал через третій елемент І 18 подають на третій вхід реверсивного лічильника 19, цифровий код на його виході зменшують, сигнал логічної одиниці встановлюють на другому виході першого дешифратора 25, внаслідок чого в третій лічильник 40 заносять один імпульс. RS-тригер 32 знову встановлюють в одиничний стан,

імпульси з генератора імпульсів 33 починають надходити в перший лічильник 35 та на виходах другого дешифратора 36 по чергово знову з'являються сигнали логічної одиниці. Цикл роботи по визначенню залишкового комутаційного та механічного ресурсів повторюють. Відмінність полягає лише в тому, що тепер в другому цифровому компараторі 47 порівнюють цифрові коди з виходу шостого регістра 45 та третього лічильника 40.

При черговій появі сигналу на виході сенсора перемикавання на одне відгалуження вниз 16 механічний ресурс відгалуження фіксують в другому лічильнику 39.

У разі, коли пристрій РПН знаходиться в крайньому верхньому положенні, що відповідає максимальному цифровому коду на виході реверсивного лічильника 19, на виході елемента I-НІ 24 з'являється сигнал логічного нуля, яким блокують другий елемент I 17, забороняючи проходження імпульсів в реверсивний лічильник 19 від сенсора перемикавання на одне відгалуження вгору 15. Але якщо на виході сенсора перемикавання на одне відгалуження вгору 15 з'являється сигнал логічної одиниці, то відкривають п'ятий елемент I 28 і через третій елемент АБО 29 сигнал надходить в індикатор 30, що свідчить про несправність в колах регулятора або в колах комутації пристрою РПН.

Аналогічно, коли пристрій РПН знаходиться в крайньому нижньому положенні, що відповідає нульовому цифровому коду на виході реверсивного лічильника 19, на виході першого елемента АБО 23 з'являється нульовий сигнал, яким блокують третій елемент I 18 і забороняють проходження імпульсів в реверсивний лічильник 19 на подальше зменшення в ньому цифрового коду. У випадку появи сигналу на виході сенсора перемикавання на одне відгалуження вниз 16 сигнал через відкритий четвертий елемент I 27 і через третій елемент АБО 29 надходить в індикатор 30, що також свідчить про несправність в колах регулятора або в колах комутації пристрою РПН.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю роботи пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора, що містить сенсор струму, три логічні елементи АБО, шість логічних елементів I, генератор імпульсів, формувач імпульсів, чотири лічильники імпульсів, два цифрові компаратори, індикатор, RS-тригер, блок установки, причому вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента I, вихід формувача імпульсів підключений до першого входу RS-тригера, перший вихід якого з'єднаний з першим входом шостого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з першим входом першого лічильника, який **відрізняється** тим, що в нього введено перетворювач струму в постійну напругу, аналого-цифровий перетворювач, шість регістрів, шість блоків індикації, два дешифратори, цифровий суматор, блок пам'яті, реверсивний лічильник, функціональний перетворювач, елемент I-НІ, лічильник імпульсів, одиницебратор, блок початкового значення, сенсор перемикавання на одне відгалуження вгору та сенсор перемикавання на одне відгалуження вниз, причому вихід сенсора струму підключений до входу перетворювача струму в постійну напругу, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого регістра, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини цифрового суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока пам'яті, а вихідна цифрова шина підключена до вхідних цифрових шин другого регістра, третього регістра та до другої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого разом з першою вхідною цифровою шиною блока пам'яті з'єднані з вихідною цифровою шиною другого регістра, вихід сенсора перемикавання на одне відгалуження вгору підключений до першого входу другого елемента I, другий вхід якого разом з другим входом п'ятого елемента I з'єднані з виходом елемента I-НІ, вихід сенсора перемикавання на одне відгалуження вниз підключений до першого входу третього елемента I, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента I з'єднані з виходом першого елемента АБО, виходи другого та третього елементів I підключені, відповідно, до першого та другого входів другого елемента АБО, а також до другого та третього входів реверсивного лічильника, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока установки, вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини блока початкового значення, а вихідна цифрова шина з'єднана зі вхідними цифровими шинами другого блока індикації, четвертого та п'ятого регістрів, елемента I-НІ, першого елемента АБО, першого дешифратора та блока пам'яті, перший і другий входи якого підключені, відповідно, до першого і четвертого виходів другого дешифратора, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого лічильника, другий вхід якого

підключений до другого виходу RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з п'ятим виходом
 другого дешифратора, другий вихід якого підключений до першого входу третього лічильника та
 до другого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з першими входами третього та
 5 четвертого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені, відповідно, до вхідних цифрових
 шин першого та третього блоків індикації, третій вихід другого дешифратора з'єднаний з
 першим входом другого регістра та з першим входом четвертого лічильника, другий вхід якого
 підключений до третього виходу першого дешифратора, перший та другий виходи якого
 з'єднані, відповідно, з другими входами другого та третього лічильників, треті входи другого,
 10 третього та четвертого лічильників, а також другі входи п'ятого лічильника, першого, другого,
 третього, четвертого, п'ятого та шостого регістрів підключені до виходу блока установки, вихідні
 цифрові шини другого, третього та четвертого лічильників з'єднані зі вхідною цифровою шиною
 шостого регістра та другою вхідною цифровою шиною другого цифрового компаратора, перша
 вхідна цифрова шина якого разом зі вхідною цифровою шиною шостого блока індикації
 15 підключені до вихідної цифрової шини шостого регістра, а вихід з'єднаний зі входом
 одновібратора, вихід якого підключений до перших входів п'ятого і шостого регістрів, вихід
 другого елемента АБО з'єднаний зі входом формувача імпульсів та з першим входом п'ятого
 лічильника, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого
 блока індикації, виходи четвертого та п'ятого елементів І з'єднані, відповідно, з першим і другим
 20 входами третього елемента АБО, вихід якого підключений до входу індикатора, вихідна
 цифрова шина п'ятого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого блока індикації.

