



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 100440

(13) U

(51) МПК

G01R 29/027 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

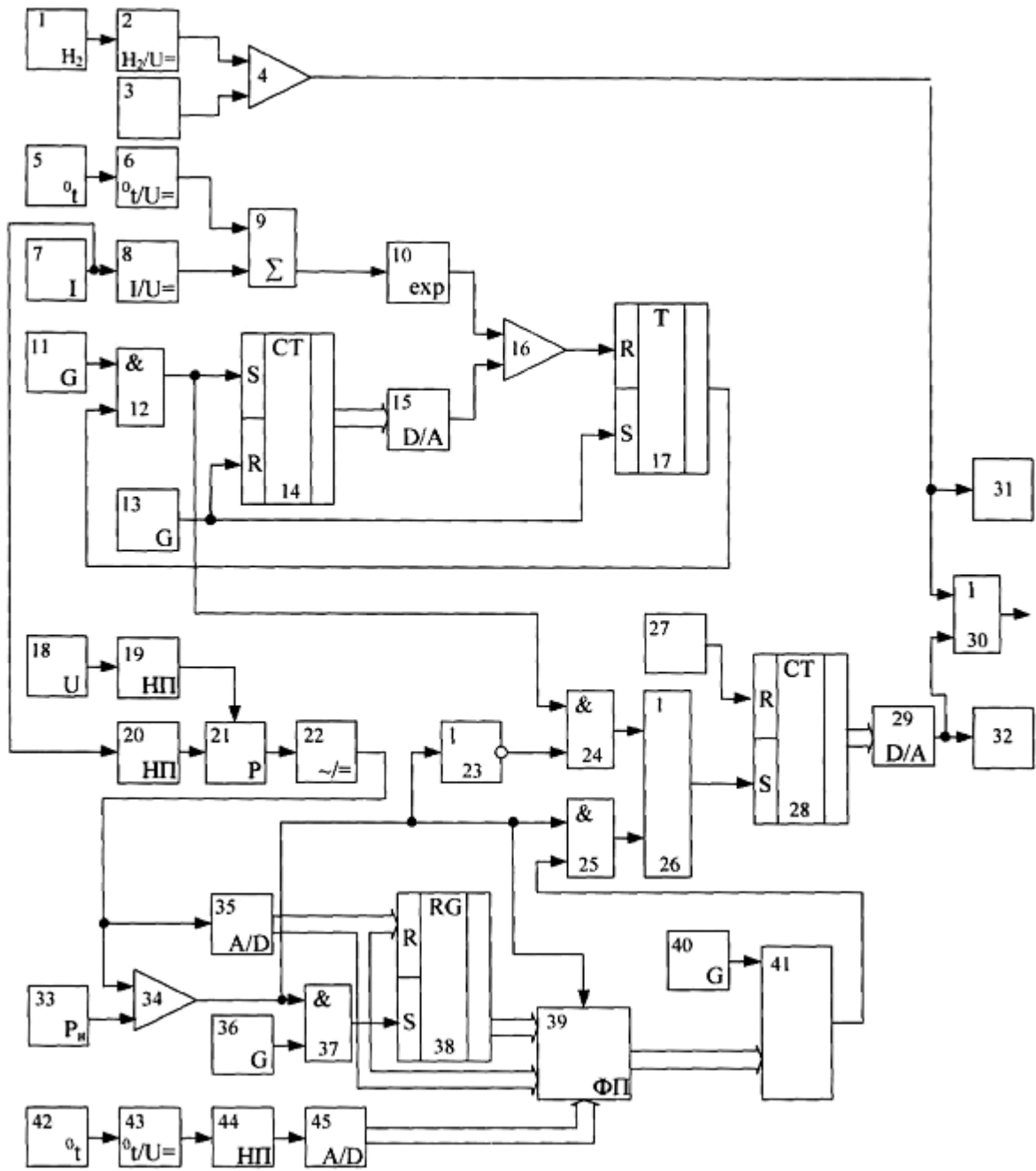
(21) Номер заявки: u 2015 00997	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Бомбик Вадим Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 09.02.2015	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.07.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.07.2015, Бюл.№ 14	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РОБОЧОГО РЕСУРСУ СИЛОВОГО МАСЛЯНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора містить три компаратори, два датчики температури, два перетворювачі температури в постійну напругу, суматор, два функціональні перетворювачі, чотири генератори імпульсів, два лічильники імпульсів, RS-тригер, два індикатори, датчик струму, перетворювач струму в постійну напругу, датчик напруги, три нормуючих перетворювачі, блок обчислення потужності, перетворювач змінної напруги в постійну, логічний елемент НІ, два аналого-цифрові перетворювачі, керований дільник частоти, регістр, цифро-аналоговий перетворювач, п'ять логічних елементів І, блок задання потужності, два логічних елементи АБО, блок установки нуля. Введені газоаналізатор, перетворювач концентрації газу в постійну напругу, блок задання опорного значення концентрації газу, причому вихід газоаналізатора з'єднаний із першим входом третього компаратора через перетворювач концентрації газу в постійну напругу, другий вхід третього компаратора підключений до виходу блока задання опорного значення концентрації газу, а вихід з'єднаний з входом першого індикатора.

UA 100440 U



Корисна модель належить до області електротехніки.

Відомий пристрій для вимірювання спрацювання силових трансформаторів (авт. св. СРСР № 691787, опублік. 1979), що містить вимірювальний трансформатор струму, установлений в фазі силового трансформатора і з'єднаний через функціональний перетворювач з другим входом суматора, перший вхід якого підключений до датчика температури верхніх слоїв трансформаторного масла через перетворювач температури в постійну напругу, виходи суматора через n порогових елементів з'єднані з входами генератора імпульсів, керуючий вхід якого підключений до виходу блока управління, а вихід з'єднаний з лічильником імпульсів.

Недоліком даного пристрою є низька точність та відсутня можливість визначення концентрації газу в трансформаторному маслі.

За прототип вибрано пристрій для вимірювання спрацювання силових трансформаторів (Патент № 62360 (Україна), м. кл. G01R 31/06 (2006.01), бюл. № 16, 2011), що містить перший датчик температури, вихід якого через перший перетворювач температури в постійну напругу підключений до першого входу першого суматора, другий вхід якого з'єднаний з датчиком струму через перетворювач струму в постійну напругу, вихід другого датчика температури через другий перетворювач температури в постійну напругу з'єднаний з входом першого масштабуючого підсилювача, вихід якого підключений до другого входу другого суматора і до першого входу третього суматора, другий вхід якого з'єднаний з третім входом другого суматора і з виходом другого масштабуючого підсилювача, до входу якого підключений вихід першого перетворювача температури в постійну напругу, вихід джерела опорної напруги з'єднаний з першим входом другого суматора, вихід якого підключений до першого входу першого компаратора, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого цифро-аналогового перетворювача, до вхідної цифрової шини якого підключена вихідна цифрова шина другого реверсивного лічильника імпульсів, перший і другий входи якого з'єднані з виходами п'ятого і шостого логічних елементів I відповідно, вихід першого компаратора підключений до катоду другого діода і до аноду першого діода, катод якого з'єднаний з першими входами першого логічного елемента I і п'ятого логічного елемента I, другий вхід якого, а також перший вхід шостого логічного елемента I та вхід дільника частоти підключені до виходу четвертого логічного елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього генератора імпульсів, а другий вхід і перший вхід третього логічного елемента I підключені до виходу другого компаратора, вхід якого з'єднаний з виходом третього суматора, вихід дільника частоти підключений до других входів першого і другого логічних елементів I, виходи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами першого реверсивного лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифрового комутатора, перший, другий, третій і четвертий входи якого з'єднані відповідно з четвертим, третім, другим і першим виходами другого лічильника імпульсів, а вихід підключений до другого входу третього логічного елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника імпульсів, а другий вхід останнього, а також і другий вхід першого лічильника імпульсів підключені до виходу блока установки нуля, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний з входом другого лічильника імпульсів, з S-входом RS-тригера і з другим входом четвертого лічильника імпульсів, перший вхід якого підключений до виходу сьомого логічного елемента I, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а другий вхід підключений до виходу RS-тригера, R-вхід якого з'єднаний з виходом третього компаратора, перший вхід якого підключений до виходу першого суматора через перший функціональний перетворювач, а другий вхід з'єднаний з виходом другого цифро-аналогового перетворювача, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини четвертого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина блока задання ресурсу з'єднана з першою вхідною цифровою шиною цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини третього лічильника імпульсів, а вихід з'єднаний з входом першого індикатора і з першим входом першого логічного елемента АБО, вихід якого підключений в коло сигналізації оперативного персоналу, а другий вхід і вхід другого індикатора з'єднані з виходом восьмого логічного елемента I, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, анод другого діода через інвертор з'єднаний з першим входом другого логічного елемента I та з другим входом шостого логічного елемента I, вхід третього нормуючого перетворювача підключений до виходу другого перетворювача температури в постійну напругу, а вихід з'єднаний з входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до третьої вхідної цифрової шини другого функціонального перетворювача, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною регістра, вхідна цифрова шина якого разом з другою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого аналого-цифрового перетворювача, вхід якого разом з першим входом

четвертого компаратора з'єднані з виходом перетворювача змінної напруги в постійну, вхід якого підключений до виходу блока обчислення потужності, блок задання потужності з'єднаний з другим входом четвертого компаратора, вихід якого підключений до входів другого функціонального перетворювача, входом логічного елемента НІ, першим входом десятого логічного елемента І та другим входом одинадцятого логічного елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом четвертого генератора імпульсів, а вихід підключений до входу регістра, вихід датчика напруги через перший нормуючий перетворювач з'єднаний з другим входом блока обчислення потужності, перший вхід якого через другий нормуючий перетворювач підключений до виходу датчика струму, вихід сьомого логічного елемента І з'єднаний з першим входом дев'ятого логічного елемента, другий вхід якого підключений до виходу логічного елемента НІ, а вихід з'єднаний з першим входом другого логічного елемента АБО, вихід якого підключений до входу першого лічильника імпульсів, а другий вхід з'єднаний з виходом десятого логічного елемента І, другий вхід якого підключений до виходу керованого дільника частоти, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача, а вхід підключений до виходу п'ятого генератора імпульсів.

Головним недоліком даного пристрою є відсутність визначення концентрації газу в трансформаторному маслі.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора, в якому за рахунок введення нових елементів та блоків, а також зв'язків між ними з'являється можливість визначення концентрації газу в трансформаторному маслі силового трансформатора та її індикації при перевищенні допустимого значення, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для оцінювання залишкового ресурсу силового масляного трансформатора, що містить три компаратори, два датчики температури, два перетворювачі температури в постійну напругу, суматор, два функціональні перетворювачі, чотири генератори імпульсів, два лічильники імпульсів, RS-тригер, два індикатори, датчик струму, перетворювач струму в постійну напругу, датчик напруги, три нормуючих перетворювачі, блок обчислення потужності, перетворювач змінної напруги в постійну, логічний елемент НІ, два аналого-цифрові перетворювачі, керований дільник частоти, регістр, цифро-аналоговий перетворювач, п'ять логічних елементів І, блок задання потужності, два логічних елементи АБО, блок установки нуля, причому вихід першого датчика температури з'єднаний з першим входом суматора через перший перетворювач температури в постійну напругу, другий вхід суматора підключений до виходу датчика струму через перетворювач струму в напругу, вихід суматора з'єднаний з входом першого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до першого входу першого компаратора, вихід якого з'єднаний з R-входом RS-тригера, S-вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів та R-входу першого лічильника імпульсів, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого підключений до виходу RS-тригера, а вихід з'єднаний з C-входом першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з другим входом першого компаратора, вихід датчика напруги підключений до першого входу блоку обчислення потужності через перший нормуючий перетворювач, другий вхід блоку обчислення потужності з'єднаний із виходом датчика струму через другий нормуючий перетворювач, а вихід підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача через перетворювач змінної напруги в постійну, вихід другого датчика температури з'єднаний з входом другого перетворювача температури в постійну напругу, вихід якого підключений до входу третього нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до третьої вхідної цифрової шини другого функціонального перетворювача, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною регістра, вхідна цифрова шина якого разом з другою вхідною цифровою шиною другого функціонального перетворювача підключені до вхідної цифрової шини першого аналого-цифрового перетворювача, вхід якого з'єднаний з першим входом другого компаратора, другий вхід якого підключений до виходу блока задання потужності, а вихід з'єднаний з входами другого функціонального перетворювача, логічного елемента НІ, першим входом третього логічного елемента І та першим входом п'ятого логічного елемента І, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з C-входом регістра, вихід першого логічного елемента І підключений до першого входу другого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента НІ, а вихід підключений до першого входу першого логічного елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з

виходом третього логічного елемента I, другий вхід якого підключений до виходу керованого дільника частоти, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною другого функціонального перетворювача, а вхід підключений до виходу четвертого генератора імпульсів, вихід першого логічного елемента АБО з'єднаний з С-входом другого лічильника імпульсів, R-вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною четвертого логічного елемента I, вихід якого підключений до входу другого індикатора та до другого входу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з входом першого індикатора, а вихід підключений до кола сигналізації обслуговуючого персоналу, введено газоаналізатор, перетворювач концентрації газу в постійну напругу, блок задання опорного значення концентрації газу, причому вихід газоаналізатора з'єднаний із першим входом третього компаратора через перетворювач концентрації газу в постійну напругу, другий вхід компаратора підключений до виходу блока задання опорного значення концентрації газу, а вихід з'єднаний з входом першого індикатора.

15 Пристрій для оцінювання залишкового робочого ресурсу масляного силового трансформатора пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На кресленні: 1 - газоаналізатор; 2 - перетворювач концентрації газу в постійну напругу; 3 - блок задання опорного значення концентрації газу; 4 - третій компаратор; 5 - перший датчик температури; 6 - перший перетворювач температури в постійну напругу; 7 - датчик струму; 8 - перетворювач струму в постійну напругу; 9 - суматор; 10 - перший функціональний перетворювач; 11 - перший генератор імпульсів; 12 - перший логічний елемент I; 13 - другий генератор імпульсів; 14 - перший лічильник імпульсів; 15 - цифро-аналоговий перетворювач; 16 - перший компаратор; 17-RS-тригер; 18 - датчик напруги; 19 - перший нормуючий перетворювач; 20 - другий нормуючий перетворювач; 21 - блок обчислення потужності; 22 - перетворювач змінної напруги в постійну; 23 - логічний елемент NI; 24, 25 - другий і третій логічні елементи I; 26 - перший логічний елемент АБО; 27 - блок установки нуля; 28 - другий лічильник імпульсів; 29 - четвертий логічний елемент I; 30 - другий логічний елемент АБО; 31 - перший індикатор; 32 - другий індикатор; 33 - блок задання потужності; 34 - другий компаратор; 35 - перший аналогово-цифровий перетворювач; 36 - третій генератор імпульсів; 37 - п'ятий логічний елемент I; 38 - регістр; 39 - другий функціональний перетворювач; 40 - четвертий генератор імпульсів; 41 - керований дільник частоти; 42 - другий датчик температури; 43 - другий перетворювач температури в постійну напругу; 44 - третій нормуючий перетворювач; 45 - другий аналогово-цифровий перетворювач, причому вихід газоаналізатора 1 з'єднаний із першим входом третього компаратора 4 через перетворювач концентрації газу в постійну напругу 2, другий вхід третього компаратора 4 підключений до виходу блока задання опорного значення концентрації газу 3, а вихід з'єднаний з входом першого індикатора 31 та з першим входом другого логічного елемента АБО 30, вихід якого підключений до кіл сигналізації обслуговуючого персоналу, вихід першого датчика температури 5 з'єднаний з першим входом суматора 9 через перший перетворювач температури в постійну напругу 6, другий вхід суматора 9 підключений до виходу датчика струму 7 через перетворювач струму в напругу 8, вихід суматора 9 з'єднаний з входом першого функціонального перетворювача 10, вихід якого підключений до першого входу першого компаратора 16, вихід якого з'єднаний з R-входом RS тригера 17, S-вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів 13 та R-входу першого лічильника імпульсів 14, вихід першого генератора імпульсів 11 з'єднаний з першим входом першого логічного елемента I 12, другий вхід якого підключений до виходу RS-тригера 17, а вихід з'єднаний з С-входом першого лічильника імпульсів 14, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифро-аналогового перетворювача 15, вихід якого з'єднаний з другим входом першого компаратора 16, вихід датчика напруги 18 підключений до першого входу блоку обчислення потужності 21 через перший нормуючий перетворювач 19, другий вхід блоку обчислення потужності 21 з'єднаний із виходом датчика струму 7 через другий нормуючий перетворювач 20, а вихід підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача 35 через перетворювач змінної напруги в постійну 22, вихід другого датчика температури 42 з'єднаний з входом другого перетворювача температури в постійну напругу 43, вихід якого підключений до входу третього нормуючого перетворювача 44, вихід якого з'єднаний з входом другого аналого-цифрового перетворювача 45, вихідна цифрова шина якого підключена до третьої вхідної цифрової шини другого функціонального перетворювача 39, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною регістра 38, вхідна цифрова шина якого разом з другою вхідною цифрою шиною другого функціонального перетворювача 39 підключені до вхідної цифрової шини першого аналого-цифрового перетворювача 35, вхід якого з'єднаний з першим входом другого компаратора 34, другий вхід якого підключений до

виходу блока задання потужності 33, а вихід з'єднаний з входами другого функціонального перетворювача 39, входом логічного елемента НІ 23, першим входом третього логічного елемента І 25 та першим входом п'ятого логічного елемента І 37, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів 36, а вихід з'єднаний з С-входом регістра 38, вихід першого логічного елемента І 12 підключений до першого входу другого логічного елемента І 24, другий вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента НІ 23, а вихід підключений до першого входу першого логічного елемента АБО 26, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього логічного елемента І 25, другий вхід якого підключений до виходу керованого дільника частоти 41, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною другого функціонального перетворювача 39, а вхід підключений до виходу четвертого генератора імпульсів 40, вихід першого логічного елемента АБО 26 з'єднаний з С-входом другого лічильника імпульсів 28, R-вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 27, вхідна цифрова шина другого лічильника імпульсів 28 з'єднана з вхідною цифрою шиною четвертого логічного елемента І 29, вихід якого підключений до входу другого індикатора 32 та до другого входу другого елемента АБО 30, перший вхід якого з'єднаний з входом першого індикатора 31, а вихід підключений до кіл сигналізації обслуговуючого персоналу.

Запропонований пристрій працює так. При подачі живлячої напруги на схему блок установки нуля 27 виробляє імпульс, який встановлює другий лічильник імпульсів 28. Одночасно починають генерувати імпульси перший 11, другий 13, третій 36 та четвертий 40 генератори імпульсів. На виході блока задання потужності 33 з'являється значення номінальної потужності трансформатора.

Для оцінювання спрацювання силового трансформатора датчики пристрою розподілені по об'єкту таким чином: перший датчик температури 5 установлений на кришці бака силового трансформатора та призначений для вимірювання температури найбільш нагрітої точки верхніх шарів трансформаторного масла. Датчик струму 7 установлений в колі вторинної обмотки силового трансформатора. Ці два датчики дозволяють здійснити оцінку робочого ресурсу обмоток силового трансформатора. Другий датчик температури 42 призначений для вимірювання температури навколишнього середовища. Датчик напруги 18 призначений для вимірювання значення напруги в електричній мережі. За допомогою датчиків 5, 7 та 18 можна контролювати спрацювання ресурсу ізоляції обмоток силового трансформатора, який працює в режимі перевантаження.

Згідно рівняння Монтзінгера, яке прийнято як закон старіння ізоляції обмоток:

$$L = L_0 \cdot \alpha^{\theta} = L_0 \cdot e^{\alpha(\theta_T + \theta_M)}, \quad (1)$$

де L - тривалість "життя" ізоляції; L_0 - термін служби ізоляції, що відповідає нормованій температурі, нормативний термін служби обмоток силового трансформатора; α - коефіцієнт, що враховує зміну терміну служби ізоляції при зміні температури θ найбільш нагрітої точки ізоляції обмоток; θ_T - перевищення температури найбільш нагрітої точки ізоляції над температурою масла; θ_M - температура масла.

Перевищення температури обмотки θ_T , враховуючи можливість нехтування її сталої часу нагрівання, можна представити у вигляді:

$$\theta_T = \beta' \cdot \tau_H \cdot k^n, \quad (2)$$

де β' - коефіцієнт, що враховує різницю температур між середньою та найбільш нагрітою точками обмоток; τ_H - усталений середній перегрів обмотки над температурою масла в номінальному режимі; k - кратність струму навантаження трансформатора; n - коефіцієнт, який залежить від системи охолодження трансформатора.

У відповідності з (1), миттєве старіння ізоляції трансформатора визначається експоненціальною функцією зі сталінню, яка дорівнює $(\theta_T + \theta_M)$.

Тоді сумарне значення спрацювання обмоток силового трансформатора за деякий проміжок часу визначається як:

$$R = m \int_0^t e^{\alpha(\theta_T + \theta_M)} dt, \quad (3)$$

де m - масштабний коефіцієнт.

При зміні робочого ресурсу обмоток силового трансформатора сигнали з першого датчика температури 5 і датчика струму 7 через відповідні перетворювачі 6 і 8 подаються на входи суматора 9. При цьому на його виході з'являється сигнал, пропорційний $(\theta_T + \theta_M)$. Якщо RS-тригер 17 встановлений в одиничний стан, то перший логічний елемент І 12 відкритий і імпульси з виходу першого генератора імпульсів 11 надходять на С-вхід першого лічильника імпульсів 14, з виходу якого сигнали по цифровій шині подаються на вхід цифро-аналогового перетворювача 15 із його виходу лінійно зростаючий аналоговий сигнал надходить на другий вхід першого компаратора 16, на перший вхід якого надходить сигнал, пропорційний $e^{\alpha(\theta_T + \theta_M)}$ з виходу першого функціонального перетворювача 10, який перетворює вхідний сигнал по експоненціальному закону. Якщо сигнали на входах першого компаратора 16 зрівнюються, то на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який переводить RS-тригер 17 в нульовий стан, перший логічний елемент І 12 закривається і подача імпульсів від першого генератора імпульсів 11 в перший лічильник імпульсів 14 зупиняється. З приходом наступного імпульсу з виходу другого генератора імпульсів 13 відбувається скид першого лічильника імпульсів 14 і установка в одиничний стан RS-тригера 17. Цикл роботи при цьому повторюється. В період, коли відкритий перший логічний елемент І 12, імпульси з його виходу надходять в другий лічильник імпульсів 28 через другий логічний елемент І 24 та через перший логічний елемент АБО 26 і фіксується в лічильнику як вичерпаний ресурс роботи ізоляції обмоток трансформатора за період, починаючи з часу t_1 , коли відкритий перший логічний елемент І 12 при відкритому другому логічному елементі І 24, і до часу t_2 , коли закривається перший логічний елемент І 12 або другий логічний елемент І 24, в вигляді інтеграла:

$$\int_{t_1}^{t_2} e^{\alpha(\theta_T + \theta_M)} dt.$$

Вираховуючи суму інтегралів в вигляді суми імпульсів, які надходять в другий лічильник імпульсів 28 в кожному циклі роботи блоків пристрою, можна визначити момент вичерпання повного робочого ресурсу ізоляції обмоток трансформатора. В пристрої цей момент фіксується шляхом заповнення імпульсами другого лічильника імпульсів 28. При цьому на виході четвертого логічного елемента І 29 з'являється сигнал логічної одиниці, який включає другий індикатор 32. Крім того, з виходу четвертого логічного елемента І 29 сигнал через другий логічний елемент АБО 30 надходить в кола сигналізації, попереджуючи оперативний персонал, який обслуговує трансформатор, про вичерпання робочого ресурсу обмоток останнього.

В режимі перевантаження трансформатора з виходів другого датчика температури 42, датчика напруги 18 та датчика струму 7 сигнали, що відповідають значенням температури навколишнього середовища, напруги трансформатора, струму, що протікає через трансформатор, надходять через відповідні перетворювачі сигналів - другий перетворювач температури в постійну напругу 43, другий нормуючий перетворювач 20, перший нормуючий перетворювач 19 та третій нормуючий перетворювач 44.

У блоці обчислення потужності 21 визначається поточне значення активної потужності трансформатора. Сигнал, що відповідає значенню обчисленої потужності, надходить через перетворювач змінної напруги в постійну 22 на перший вхід другого компаратора 34, на другий вхід якого подається з виходу блока задання потужності 33 сигнал, пропорційний найбільшому значенню потужності нормального режиму роботи силового трансформатора.

У разі, коли поточне значення потужності силового трансформатора перевищує межу нормального режиму роботи, на виході другого компаратора 34 з'являється сигнал логічної одиниці, яким закривається п'ятий логічний елемент І 37, внаслідок чого в регістрі 38 залишається записаним після подачі останнього імпульсу з третього генератора імпульсів 36 значення потужності нормального режиму роботи трансформатора. Одночасно вихідним сигналом другого компаратора 34 відкривається третій логічний елемент І 25 та через логічний елемент ІІ 23 закривається другий логічний елемент І 24.

Крім того, вихідним сигналом другого компаратора 34 розблоковується робота другого функціонального перетворювача 39, на входи якого подається з виходу другого аналого-цифрового перетворювача 45 код, пропорційний температурі навколишнього середовища, з виходу регістра 38 - код, пропорційний значенню потужності роботи трансформатора в нормальному режимі, та код, що відповідає значенню потужності трансформатора в режимі перевантаження, який надходить з виходу першого аналого-цифрового перетворювача 35, на вхід якого надходить сигнал з виходу перетворювача змінної напруги в постійну 22.

Під дією вхідних сигналів на виході другого функціонального перетворювача 39 формується в цифровій формі коефіцієнта ділення частоти генератора для врахування залишкового робочого ресурсу ізоляції обмоток силового трансформатора. Вихідний цифровий код з виходу другого функціонального перетворювача 39 надходить на вхідну цифрову шину керованого дільника частоти 41, внаслідок чого в залежності від поданого цифрового коду керований дільник частоти починає змінювати частоту імпульсів, які подаються з четвертого генератора імпульсів 40. На виході керованого дільника частоти 41 з'являється послідовність імпульсів, яка через третій логічний елемент І 25 та перший логічний елемент АБО 26 подається на С-вхід другого лічильника імпульсів 28, що характеризує спрацювання робочого ресурсу силового трансформатора в режимі перевантаження.

Якщо параметри перевантаження силового трансформатора змінюються, то на виході другого функціонального перетворювача 39 з'являється інший код і відповідно змінюється частота імпульсів, що подається в другий лічильник імпульсів 28.

При завершенні режиму перевантаження силового масляного трансформатора на виході другого компаратора 34 з'являється сигнал логічного нуля і пристрій переходить в режим відслідковування спрацювання ресурсу ізоляції обмоток в нормальному режимі роботи трансформатора.

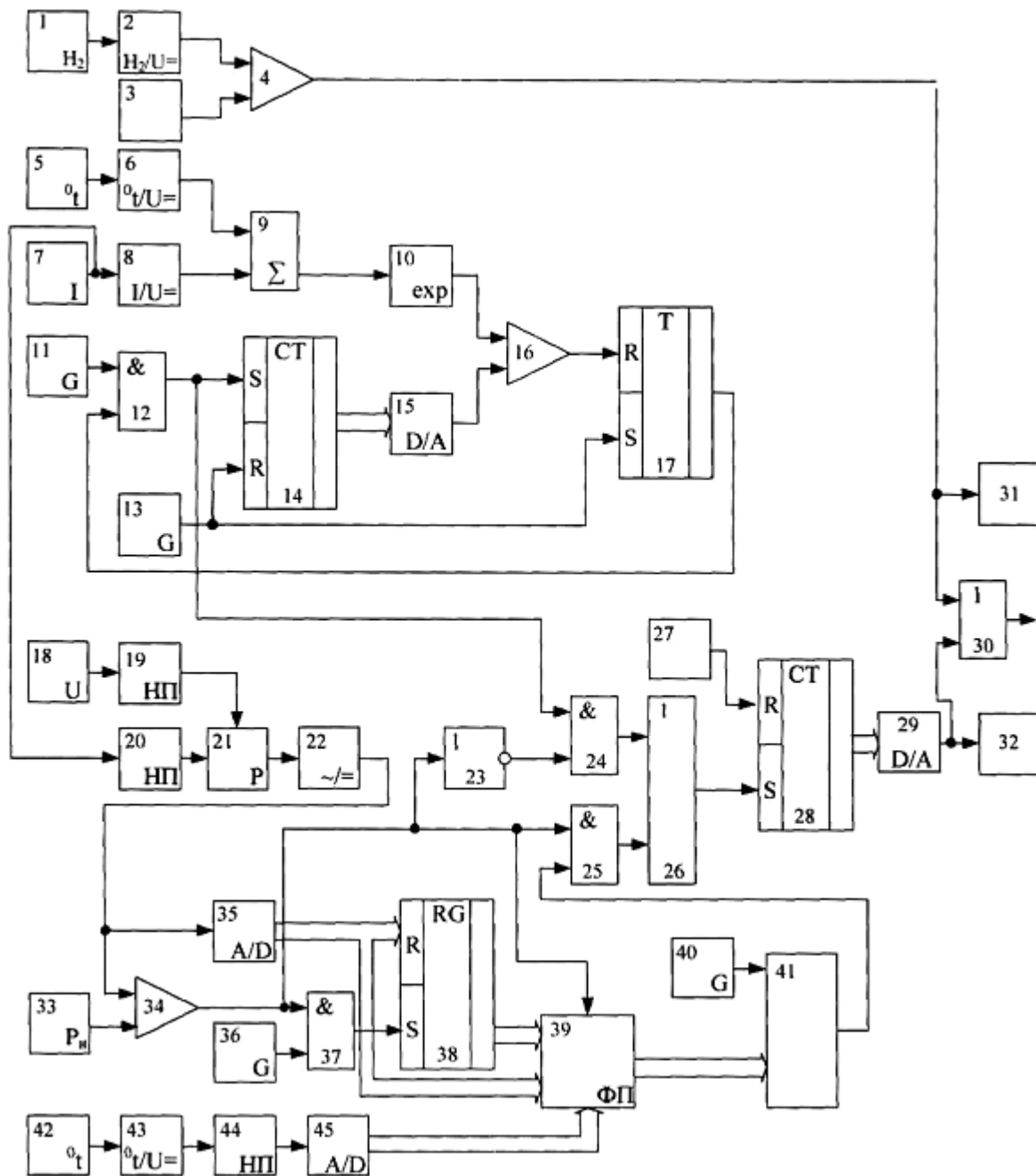
Для визначення перевищення допустимої норми концентрації газу в трансформаторному маслі використовується газоаналізатор 1. З його виходу сигнал, який відповідає відповідному значенню концентрації газу в трансформаторному маслі, надходить на перший вхід третього компаратора 4 через перетворювач концентрації газу в постійну напругу 2. На другий вхід третього компаратора надходить сигнал із блока задання опорного значення концентрації газу 3. У разі, якщо значення концентрації газу в трансформаторному маслі перевищує нормативне значення, записане в блоці задання опорного значення концентрації газу 3, то на виході третього компаратора 4 формується сигнал логічної одиниці, який надходить на вхід першого індикатора 31, а також через другий логічний елемент АБО 30 в кола сигналізації обслуговуючого персоналу.

Для коректної роботи пристрою частота слідування імпульсів першого генератора імпульсів 11 повинна бути більшою частоти слідування імпульсів другого генератора імпульсів 13.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для оцінювання залишкового робочого ресурсу силового масляного трансформатора, що містить три компаратори, два датчики температури, два перетворювачі температури в постійну напругу, суматор, два функціональні перетворювачі, чотири генератори імпульсів, два лічильники імпульсів, RS-тригер, два індикатори, датчик струму, перетворювач струму в постійну напругу, датчик напруги, три нормуючих перетворювачі, блок обчислення потужності, перетворювач змінної напруги в постійну, логічний елемент НІ, два аналого-цифрові перетворювачі, керований дільник частоти, регістр, цифро-аналоговий перетворювач, п'ять логічних елементів І, блок задання потужності, два логічних елементи АБО, блок установки нуля, причому вихід першого датчика температури з'єднаний з першим входом суматора через перший перетворювач температури в постійну напругу, другий вхід суматора підключений до виходу датчика струму через перетворювач струму в напругу, вихід суматора з'єднаний з входом першого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до першого входу першого компаратора, вихід якого з'єднаний з R-входом RS тригера, S-вхід якого підключений до виходу другого генератора імпульсів та R-входу першого лічильника імпульсів, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого підключений до виходу RS-тригера, а вихід з'єднаний з С-входом першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з другим входом першого компаратора, вихід датчика напруги підключений до першого входу блока обчислення потужності через перший нормуючий перетворювач, другий вхід блока обчислення потужності з'єднаний із виходом датчика струму через другий нормуючий перетворювач, а вихід підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача через перетворювач змінної напруги в постійну, вихід другого датчика температури з'єднаний з входом другого перетворювача температури в постійну напругу, вихід якого підключений до входу третього нормуючого перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до третьої вхідної цифрової шини другого функціонального перетворювача, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною регістра, вхідна цифрова шина якого разом з другою вхідною цифровою шиною другого функціонального

перетворювача підключені до вихідної цифрової шини першого аналого-цифрового перетворювача, вхід якого з'єднаний з першим входом другого компаратора, другий вхід якого підключений до виходу блока задання потужності, а вихід з'єднаний з входами другого функціонального перетворювача, логічного елемента НІ, першим входом третього логічного елемента І та першим входом п'ятого логічного елемента І, другий вхід якого підключений до виходу третього генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з С-входом регістра, вихід першого логічного елемента І підключений до першого входу другого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом логічного елемента НІ, а вихід підключений до першого входу першого логічного елемента АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього логічного елемента І, другий вхід якого підключений до виходу керованого дільника частоти, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною другого функціонального перетворювача, а вхід підключений до виходу четвертого генератора імпульсів, вихід першого логічного елемента АБО з'єднаний з С-входом другого лічильника імпульсів, R-вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, вхідна цифрова шина другого лічильника імпульсів з'єднана з вхідною цифровою шиною четвертого логічного елемента І, вихід якого підключений до входу другого індикатора та до другого входу другого елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний з входом першого індикатора, а вихід підключений до кіл сигналізації обслуговуючого персоналу, який **відрізняється** тим, що в нього введені газоаналізатор, перетворювач концентрації газу в постійну напругу, блок задання опорного значення концентрації газу, причому вихід газоаналізатора з'єднаний із першим входом третього компаратора через перетворювач концентрації газу в постійну напругу, другий вхід третього компаратора підключений до виходу блока задання опорного значення концентрації газу, а вихід з'єднаний з входом першого індикатора.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601