



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134385** (13) **U**
(51) МПК
G07C 3/10 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

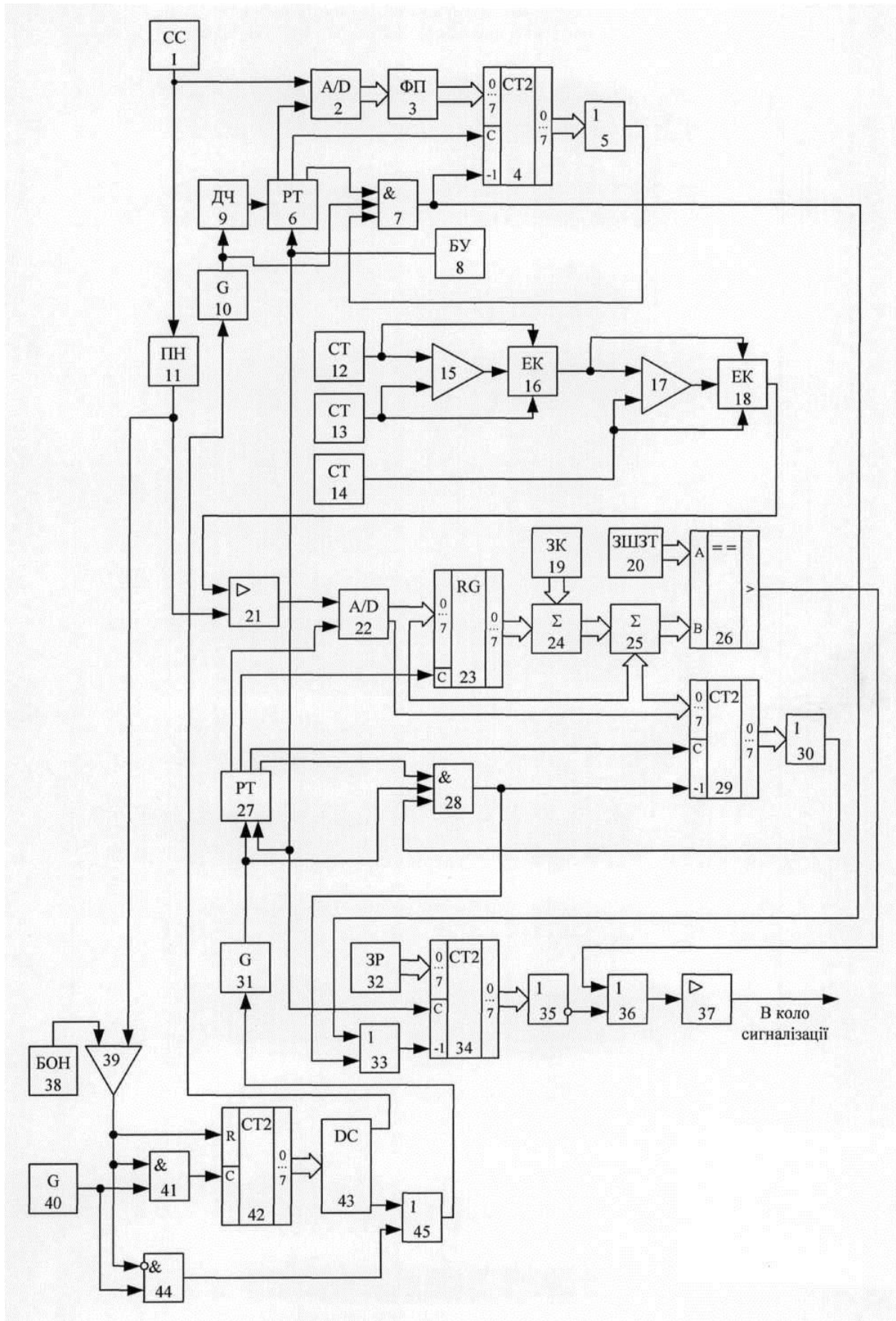
(21) Номер заявки: u 2018 12840	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Остапюк Юрій Михайлович (UA), Асаула Назарій Миколайович (UA)
(22) Дата подання заявки: 26.12.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.05.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2019, Бюл.№ 9	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ РОБОЧОГО РЕСУРСУ ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

(57) Реферат:

Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, що містить сенсор струму, два аналого-цифрових перетворювачі, три лічильники імпульсів, два розподільники тактів, чотири логічних елементи І, дільник частоти, три генератори імпульсів, цифровий компаратор, регістр, два суматори, сенсор температури, задавач ресурсу, функціональний перетворювач, п'ять логічних елементів АБО, блок установки нуля, перетворювач напруги, задавач коду, задавач швидкості зміни температури, диференційний підсилювач, двійковий лічильник ресурсу, логічний елемент АБО-НІ, підсилювач сигналу, блок опорної напруги, компаратор, дешифратор. В нього введено два сенсори температури, два компаратори та два електронні ключі. Причому виходи першого та другого сенсорів температури з'єднані з першим та другим входами другого компаратора, вихід якого підключений до третього входу першого електронного ключа, перший та другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого та другого сенсорів температури, а вихід підключений до першого входу другого електронного ключа та до першого входу третього компаратора, другий вхід якого разом з другим входом другого електронного ключа з'єднані з виходом третього сенсора температури. Вихід третього компаратора підключений до третього входу другого електронного ключа, вихід якого з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача.

UA 134385 U



Корисна модель належить до області електротехніки і може бути використана для вимірювання робочого ресурсу електричного двигуна за станом ізоляції.

Відомий пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна (патент України №70887, МПК G07C3/10, бюл. №10, 2004), що містить сенсор струму, перший та другий аналого-цифрові перетворювачі, перший та другий лічильники імпульсів, перший та другий розподільники тактів, перший та другий логічні елементи I, дільник частоти, перший та другий генератори імпульсів, цифровий компаратор, регістр, перший та другий суматори, сенсор температури, задавач ресурсу, функціональний перетворювач, перший, другий, третій і четвертий логічні елементи АБО, блок установки нуля, перетворювач напруги, задавач коду, задавач швидкості зміни температури, диференціальний підсилювач, двійковий лічильник ресурсу, логічний елемент АБО-НІ, підсилювач сигналу, причому вихід першого генератора імпульсів підключений до входу дільника частоти, вихідна цифрова шина регістра підключена до першої вхідної цифрової шини першого суматора, вихід сенсора струму з'єднаний з входом перетворювача напруги та з першим входом першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів, другий вхід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вихід першого розподільника тактів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента I, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід дільника частоти підключений до першого входу першого розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом першого логічного елемента I, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача ресурсу, вихідна цифрова шина двійкового лічильника ресурсу підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача сигналу, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта, вихід перетворювача напруги підключений до першого входу диференційного підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора температури, вихід диференціального підсилювача підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого розподільника тактів, вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід якого підключений і до другого входу другого логічного елемента I, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, і до другої вхідної цифрової шини другого суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого суматора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача коду, вихідна цифрова шина задавача швидкості зміни температури підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого суматора, третій вихід другого розподільника тактів підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента I, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО, вихід якого підключений до третього входу другого логічного елемента I, вихід цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО.

Недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати коректно температуру зовнішнього впливу на обмотки електричного двигуна у разі появи в зоні його роботи зовнішніх джерел тепла з різними температурними впливами, внаслідок чого ускладнюється прогнозування реального старіння ізоляції з врахуванням точки найвищої температури обмоток електричного двигуна.

Найближчим аналогом корисної моделі є пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна (патент України № 104052, МПК G07C3/10, бюл. №1, 2016), що містить сенсор струму, два аналого-цифрових перетворювачі, три лічильники імпульсів, два

розподільники тактів, чотири логічних елементи І, дільник частоти, три генератори імпульсів, цифровий компаратор, регістр, два суматори, сенсор температури, задавач ресурсу, функціональний перетворювач, п'ять логічних елементів АБО, блок установки нуля, перетворювач напруги, задавач коду, задавач швидкості зміни температури, диференційний підсилювач, двійковий лічильник ресурсу, логічний елемент АБО-НІ, підсилювач сигналу, блок опорної напруги, компаратор, дешифратор, причому вихід першого генератора імпульсів підключений до входу дільника частоти, вихідна цифрова шина регістра з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого суматора, вихід сенсора струму підключений до входу перетворювача напруги та до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вихід першого розподільника тактів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід дільника частоти підключений до першого входу першого розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом першого логічного елемента І, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача ресурсу, вихідна цифрова шина двійкового лічильника ресурсу підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача сигналу, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта, вихід перетворювача напруги підключений до першого входу диференційного підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора температури, вихід диференційного підсилювача підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого розподільника тактів, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід якого підключений і до другого входу другого логічного елемента І, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, і до другої вхідної цифрової шини другого суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача коду, вихідна цифрова шина задавача швидкості зміни температури підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого суматора, третій вихід другого розподільника тактів підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента І, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом другого логічного елемента І, вихід цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід перетворювача напруги з'єднаний з другим входом компаратора, перший вхід якого підключено до виходу блока опорної напруги, вихід компаратора з'єднаний з входом установки третього лічильника імпульсів, з першим входом третього логічного елемента І та з першим інверсним входом четвертого логічного елемента І, вихід третього генератора імпульсів підключений до другого входу третього логічного елемента І та до другого входу четвертого логічного елемента І, вихід якого з'єднаний з другим входом п'ятого логічного елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого генератора імпульсів, вихід третього логічного елемента І з'єднаний з лічильним входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, перший вихід якого з'єднаний з входом першого генератора імпульсів, а другий вихід дешифратора підключений до першого входу п'ятого логічного елемента АБО.

Головним недоліком даного пристрою є те, що у разі появи в зоні роботи електричного двигуна зовнішніх джерел теплового випромінювання з різними температурними впливами

пристрій не дозволяє визначати джерело найбільшого температурного впливу, а отже, не дозволяє коректно оцінювати процес старіння ізоляції обмоток електричного двигуна, що свідчить про низьку точність у прогнозуванні його безвідмовної роботи.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість визначати найвищу температуру зовнішніх впливів на обмотки електричного двигуна, що дозволяє коректно визначати ступінь спрацювання робочого ресурсу обмоток і, як наслідок, дозволяє підвищити точність у визначенні залишкового робочого ресурсу електричного двигуна.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, що містить сенсор струму, два аналого-цифрових перетворювачі, три лічильники імпульсів, два розподільники тактів, чотири логічних елементи І, дільник частоти, три генератори імпульсів, цифровий компаратор, регістр, два суматори, сенсор температури, задавач ресурсу, функціональний перетворювач, п'ять логічних елементів АБО, блок установки нуля, перетворювач напруги, задавач коду, задавач швидкості зміни температури, диференційний підсилювач, двійковий лічильник ресурсу, логічний елемент АБО-НІ, підсилювач сигналу, блок опорної напруги, компаратор, дешифратор, причому вихід першого генератора імпульсів підключений до входу дільника частоти, вихідна цифрова шина регістра з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого суматора, вихід сенсора струму підключений до входу перетворювача напруги та до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вихід першого розподільника тактів з'єднаний з першим входом першого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід дільника частоти підключений до першого входу першого розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом першого логічного елемента І, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача ресурсу, вихідна цифрова шина двійкового лічильника ресурсу підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з виходом підсилювача сигналу, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта, вихід перетворювача напруги підключений до першого входу диференційного підсилювача, вихід якого з'єднаний з першим входом другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого підключений до першого виходу другого розподільника тактів, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід якого підключений і до другого входу другого логічного елемента І, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів, і до другої вхідної цифрової шини другого суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого суматора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача коду, вихідна цифрова шина задавача швидкості зміни температури підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого суматора, третій вихід другого розподільника тактів підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента І, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом другого логічного елемента І, вихід цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід перетворювача напруги з'єднаний з другим входом першого компаратора, перший вхід якого підключено до виходу блока опорної напруги, вихід першого компаратора з'єднаний з виходом установки третього лічильника імпульсів, з першим входом третього

логічного елемента I та з першим інверсним входом четвертого логічного елемента I, вихід третього генератора імпульсів підключений до другого входу третього логічного елемента I та до другого входу четвертого логічного елемента I, вихід якого з'єднаний з другим входом п'ятого логічного елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого генератора імпульсів, вихід
 5 третього логічного елемента I з'єднаний з лічильним входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, перший вихід якого з'єднаний з входом першого генератора імпульсів, а другий вихід дешифратора підключений до першого входу п'ятого логічного елемента АБО, згідно з корисною моделлю, введено два сенсори температури, два компаратори та два електронні ключі, причому виходи
 10 першого та другого сенсорів температури з'єднані з першим та другим входами другого компаратора, вихід якого підключений до третього входу першого електронного ключа, перший та другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого та другого сенсорів температури, а вихід підключений до першого входу другого електронного ключа та до першого входу третього компаратора, другий вхід якого разом з другим входом другого електронного ключа з'єднані з виходом третього сенсора температури, вихід третього компаратора підключений до
 15 третього входу другого електронного ключа, вихід якого з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача.

Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

20 На схемі: 1 - сенсор струму; 2, 22 - відповідно перший і другий аналого-цифрові перетворювачі; 3 - функціональний перетворювач; 4, 29, 42 - відповідно перший, другий і третій лічильники імпульсів; 5, 30, 33, 36, 45 - відповідно перший, другий, третій, четвертий і п'ятий логічні елементи АБО; 6, 27 - відповідно перший і другий розподільники тактів; 7, 28, 41, 44 - відповідно перший, другий, третій і четвертий логічні елементи I; 8 - блок установки нуля; 9 -
 25 дільник частоти; 10, 31, 40 - відповідно перший, другий і третій генератори імпульсів; 11 - перетворювач напруги; 12, 13, 14 - відповідно перший, другий та третій сенсори температури; 15, 17, 39 - відповідно другий, третій та перший компаратори; 16, 18 - відповідно перший та другий електронні ключі; 19 - задавач коду; 20 - задавач швидкості зміни температури; 21 -
 30 диференційний підсилювач; 23 - регістр з інверсними виходами; 24, 25 - перший і другий суматори відповідно; 26 - цифровий компаратор; 32 - задавач ресурсу двигуна; 34 - двійковий лічильник ресурсу; 35 - логічний елемент АБО-НІ; 37 - підсилювач сигналу; 38 - блок опорної напруги; 43 - дешифратор, причому вихід першого генератора імпульсів 10 підключений до
 35 входу дільника частоти 9, вихідна цифрова шина регістра 23 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого суматора 24, вихід сенсора струму 1 підключений до входу перетворювача напруги 11 та до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача 2, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів 6, другий вихід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів 4, третій вихід першого розподільника тактів 6 з'єднаний з першим входом першого логічного елемента I 7, другий вхід
 40 якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 10, вихід дільника частоти 9 підключений до першого входу першого розподільника тактів 6, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля 8, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів 27, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу 34, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача 2 підключена до вхідної цифрової шини функціонального перетворювача 3, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної
 45 цифрової шини першого лічильника імпульсів 4, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО 5, вихід якого з'єднаний з третім входом першого логічного елемента I 7, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів 4 і до першого входу третього логічного елемента АБО 33, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу 34, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною задавача ресурсу 32, а вихідна цифрова шина підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ 35, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО 36, вихід якого з'єднаний з входом підсилювача сигналу 37, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта,
 50 вихід перетворювача напруги 11 підключений до першого входу диференційного підсилювача 21, вихід якого з'єднаний з першим входом другого аналого-цифрового перетворювача 22, другий вхід якого підключений до першого виходу другого розподільника тактів 27, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 31, вихід якого підключений і до другого входу другого логічного елемента I 28, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого розподільника тактів 27, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра
 60 23, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-

цифрового перетворювача 22, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини другого лічильника імпульсів 29, і до другої вхідної цифрової шини другого суматора 25, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого суматора 24, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача коду 19, вихідна цифрова шина задавача швидкості зміни температури 20 підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора 26, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого суматора 25, третій вихід другого розподільника тактів 27 підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів 29, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента I 28, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО 33, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів 29 підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО 30, вихід якого з'єднаний з третім входом другого логічного елемента I 28, вихід цифрового компаратора 26 підключений до першого входу четвертого логічного елемента АБО 36, вихід перетворювача напруги 11 з'єднаний з другим входом першого компаратора 39, перший вхід якого підключено до виходу блока опорної напруги 38, вихід першого компаратора 39 з'єднаний з входом установки третього лічильника імпульсів 42, з першим входом третього логічного елемента I 41 та з першим інверсним входом четвертого логічного елемента I 44, вихід третього генератора імпульсів 40 підключений до другого входу третього логічного елемента I 41 та до другого входу четвертого логічного елемента I 44, вихід якого з'єднаний з другим входом п'ятого логічного елемента АБО 45, вихід якого підключений до входу другого генератора імпульсів 31, вихід третього логічного елемента I 41 з'єднаний з лічильним входом третього лічильника імпульсів 42, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора 43, перший вихід якого з'єднаний з входом першого генератора імпульсів 10, а другий вихід дешифратора 43 підключений до першого входу п'ятого логічного елемента АБО 45, виходи першого 12 та другого 13 сенсорів температури з'єднані з першим та другим входами другого компаратора 15, вихід якого підключений до третього входу першого електронного ключа 16, перший та другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого 12 та другого 13 сенсорів температури, а вихід підключений до першого входу другого електронного ключа 18 та до першого входу третього компаратора 17, другий вхід якого разом з другим входом другого електронного ключа 18 з'єднані з виходом третього сенсора температури 14, вихід третього компаратора 17 підключений до третього входу другого електронного ключа 18, вихід якого з'єднаний з другим входом диференційного підсилювача 21.

Запропонована корисна модель працює наступним чином.

При подачі напруги живлення на схему блок установки нуля 8 коротким імпульсом переводить в початковий нульовий стан перший 6 і другий 27 розподільники тактів, а при подачі імпульсу на двійковий лічильник 34, в останній записується значення робочого ресурсу двигуна із задавача ресурсу 32. Одночасно на виходах першого 10, другого 31 та третього 40 генераторів імпульсів починають формуватись послідовності імпульсів.

Для контролю робочого ресурсу електричного двигуна сенсори пристрою розподілені по електричному двигуну таким чином: сенсор струму 1 встановлюється в колі вмикання двигуна, а три сенсори температури 12, 13 та 14 (як приклад, можлива і інша їх кількість) - по внутрішній та зовнішній поверхнях електричного двигуна, у місцях прогнозованого підвищення температури, обумовленого дією випромінювання як внутрішнього, так і зовнішніх теплових джерел.

Вважаємо, що в блоці задавача швидкості зміни температури 20 записане максимально допустиме значення швидкості зміни температури, а в блоці задавача ресурсу 32 в цифровому вигляді записане значення робочого ресурсу ізоляції обмоток електричного двигуна.

У частині схеми, що містить блоки 1-10, здійснюється вимірювання значення струму, спожитого електродвигуном, і його перерахунок у виділене тепло з подальшим урахуванням його в зміні (зменшенні) залишкового ресурсу двигуна.

У частині схеми, що містить блоки 38-45, здійснюється узгодження роботи першого 10 та другого 31 генераторів імпульсів.

З виходу третього генератора імпульсів 40 сигнали надходять на другі входи третього 41 і четвертого 44 логічних елементів I, на перші входи яких через перший компаратор 39 і перетворювач напруги 11 надходить сигнал з виходу сенсора струму 1.

При наявності струму в обмотці двигуна на виході третього логічного елемента I 41 з'являється послідовність імпульсів з виходу третього генератора імпульсів 40, а на виході четвертого логічного елемента I 44 - сигнал логічного нуля. Зазначена послідовність імпульсів надходить на лічильний вхід третього лічильника імпульсів 42, внаслідок чого на виходах дешифратора 43 формуються по чергово вихідні сигнали, що забезпечують узгодженість (по чергове ввімкнення) роботи першого 10 та другого 31 генераторів імпульсів.

У випадку відключення двигуна від мережі живлення на виході першого компаратора 39 формується сигнал, яким здійснюється обнулення третього лічильника імпульсів 42, на виході третього логічного елемента І 41 з'являється сигнал логічного нуля, а на виході четвертого логічного елемента І 44 - послідовність сигналів з виходу третього генератора імпульсів 40. При цьому на виходах дешифратора 43 встановлюються сигнали логічного нуля, що забезпечує блокування роботи частини схеми, яка містить блоки 2-10. Послідовність сигналів з виходу четвертого логічного елемента І 44 через п'ятий логічний елемент АБО 45 подається на вхід керування другим генератором імпульсів 31, внаслідок чого в блоках 11-31 контролюється теплове старіння ізоляції електродвигуна до моменту його охолодження.

Послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 10 надходить на другий вхід першого логічного елемента І 7 і на вхід дільника частоти 9, з виходу якого подаються на вхід першого розподільника тактів 6. На першому такті вимірювання струму з першого виходу першого розподільника тактів 6 подається сигнал дозволу зчитування інформації з сенсора струму 1 першим аналого-цифровим перетворювачем 2, в якому аналоговий сигнал перетворюється в цифровий код, що надходить на вхід функціонального перетворювача 3. На його виході формується цифровий код, який відповідає значенню відпрацьованого ресурсу двигуна по струму, що протікає в обмотках електричного двигуна. По сигналу з другого виходу першого розподільника тактів 6 код з функціонального перетворювача 3 записується в перший лічильник імпульсів 4.

На третьому такті вимірювання струму на третьому виході першого розподільника тактів 6 з'являється сигнал, який подається на перший вхід першого логічного елемента І 7, внаслідок чого послідовність імпульсів з виходу першого генератора імпульсів 10 надходить в перший лічильник 4. Одночасно ця ж послідовність надходить через третій логічний елемент АБО 33 в двійковий лічильник ресурсу 34, зменшуючи записаний в ньому код. Після проходження певної кількості імпульсів в перший лічильник 4, що відповідають спрацьовуванню ресурсу ізоляції електричного двигуна під дією конкретного значення струму, на виході першого лічильника 4 встановлюється нульове значення коду, внаслідок чого на виході першого логічного елемента АБО 5 з'являється логічний нуль і перший логічний елемент І 7 закривається.

В двійковому лічильнику ресурсу 34 від записаного значення ресурсу двигуна віднімається значення відпрацьованого ресурсу, обумовленого старінням ізоляції обмоток під дією струму, що протікає по них. У випадку обнулення двійкового лічильника ресурсу 34, що свідчить про вичерпання ресурсу роботи двигуна, останній відключається від мережі сигналом, поданим із виходу логічного елемента АБО-НІ 35 через четвертий логічний елемент АБО 36 і підсилювач сигналу 37 та видається попереджувальний сигнал експлуатаційному персоналу. Описаний цикл роботи повторюється появою сигналу логічної одиниці на першому виході першого розподільника тактів 6.

У частині схеми, що містить блоки 11-31, здійснюється вимірювання значення температури і перетворення її у відповідне значення відпрацьованого ресурсу двигуном. Послідовність імпульсів з другого генератора імпульсів 31 надходить на другий вхід другого логічного елемента І 28 і на вхід другого розподільника тактів 27.

Визначення сенсора з найвищою температурою та зняття сигналу з нього здійснюється так.

Спочатку за допомогою другого компаратора 15 здійснюється порівняння напруг на виходах першого 12 та другого 13 сенсорів температури. В залежності від того, на виході якого сенсора напруга вища, відкривається перший електронний ключ 16 та сигнал з відповідного сенсора надходить для порівняння на третій компаратор 17, в якому результуючий сигнал порівнюється з напругою на виході третього сенсора температури 14. В залежності від того, який з двох сигналів має більше значення, через другий електронний ключ 18 сигнал надходить на другий вхід диференційного підсилювача 21, на перший вхід якого надходить сигнал з перетворювача напруги 11, а на вхід останнього надходить сигнал з сенсора струму 1. По першому такту з першого виходу другого розподільника тактів 27 подається сигнал дозволу зчитування інформації з диференційного підсилювача 21 другим аналого-цифровим перетворювачем 22, в якому аналоговий сигнал, що відповідає перевищенню температури електричного двигуна, яка подається від сенсорів температури 12-14, над температурою, викликану нагрівом при протіканні струму в обмотках, перетворюється в цифровий код. На другому такті цифровий код з виходу другого аналого-цифрового перетворювача 22 записується в регістр 23 сигналом з другого виходу другого розподільника тактів 27. Зазначимо, що при циклічному надходженні імпульсів з виходу другого розподільника тактів 27 до моменту перезаписування кодів в регістрі 23 зберігатиметься цифровий код, що відповідає значенню температури в попередньому циклі вимірювання. Отже, цифровий код з виходу регістра 23 надходить на перший вхід першого суматора 24, на другий вхід якого надходить цифровий код із задавача коду 19, внаслідок чого

цифровий код, що записаний в регістрі 23, перетворюється до виду з від'ємним знаком. Цей код з виходу першого суматора 24 надходить на перший вхід другого суматора 25, на другий вхід якого надходить цифровий код з виходу другого аналого-цифрового перетворювача 22, який отриманий в наступному циклі аналого-цифрового перетворення. На виході другого суматора 25 формується цифровий код, який відповідає швидкості зміни температури. У випадку перевищення швидкості зміни температури максимально допустимого значення, яке записане у цифровому коді в задавачі швидкості зміни температури 20, на виході цифрового компаратора 26 з'являється сигнал логічної одиниці, який через четвертий логічний елемент АБО 36 і підсилювач сигналу 37 подається в коло сигналізації. В іншому випадку на виході цифрового компаратора 26 присутній сигнал логічного нуля.

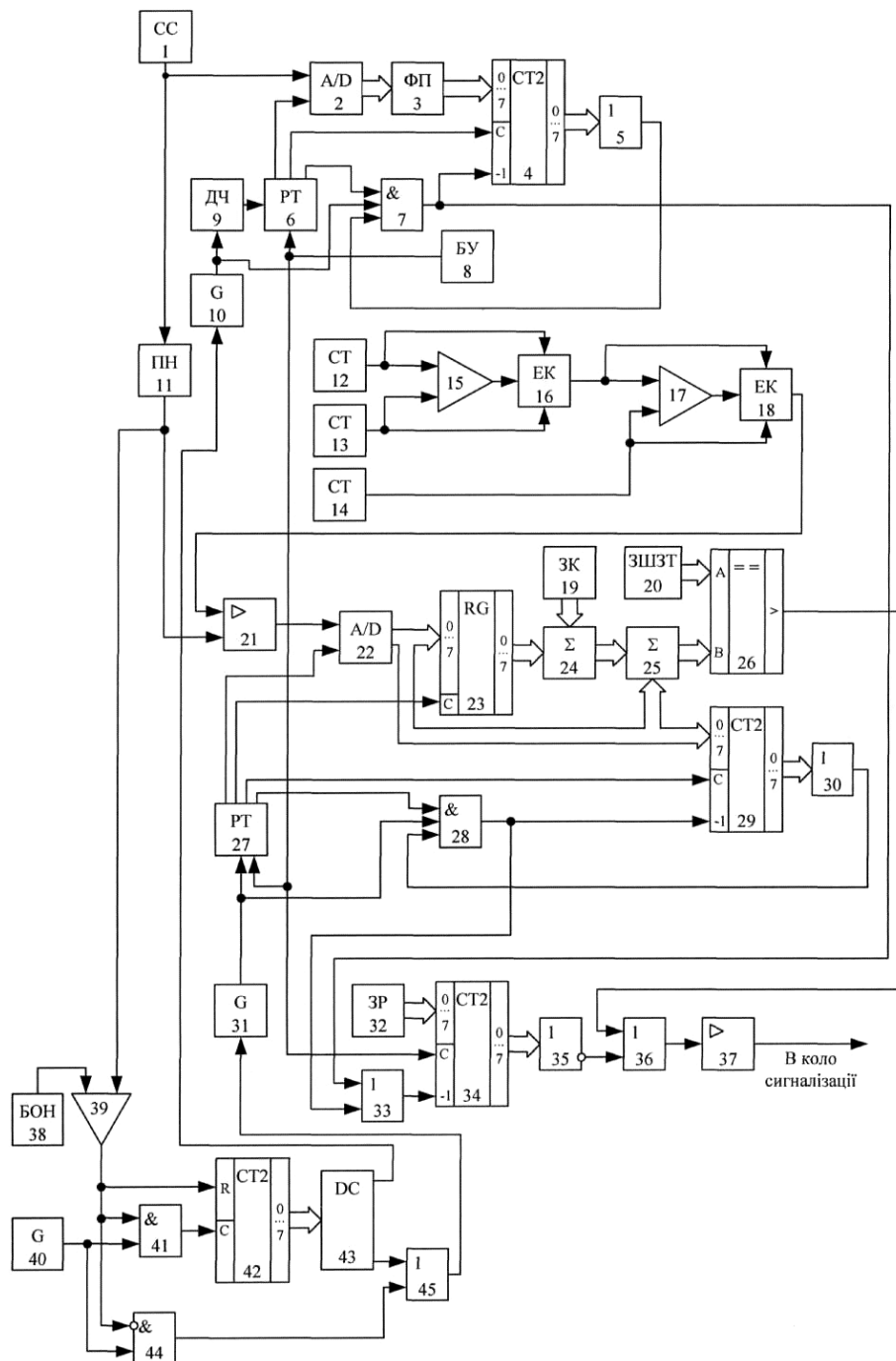
За третім тактом на третьому виході другого розподільника тактів 27 з'являється сигнал, який подається на лічильний вхід другого лічильника імпульсів 29, внаслідок чого в нього записується код з другого аналого-цифрового перетворювача 22. Якщо цифровий код відмінний від нульового, то на виході другого логічного елемента АБО 30 з'являється сигнал логічної одиниці і по четвертому такту з четвертого виходу розподільника тактів 27 імпульси з другого генератора імпульсів 31 починають надходити в другий лічильник імпульсів 29 через другий логічний елемент І 28. Це продовжується, доки на виході другого логічного елемента АБО 30 не з'явиться сигнал логічного нуля. Після цього знову на першому виході другого розподільника тактів 27 з'являється сигнал логічної одиниці і цикл роботи пристрою повторюється. Одночасно імпульси з другого генератора імпульсів 31 надходять через другий логічний елемент І 28 та третій логічний елемент АБО 33 в двійковий лічильник ресурсу 34, в якому від залишкового ресурсу двигуна віднімається відпрацьований ресурс, обумовлений старінням ізоляції обмоток від перевищення температури.

Зауважимо, що частота імпульсів третього генератора імпульсів 40 вибирається значно меншою, ніж для першого 10 та другого 31 генераторів імпульсів.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для контролю робочого ресурсу електричного двигуна, що містить сенсор струму, два аналого-цифрових перетворювачі, три лічильники імпульсів, два розподільники тактів, чотири логічних елементи І, дільник частоти, три генератори імпульсів, цифровий компаратор, регістр, два суматори, сенсор температури, задавач ресурсу, функціональний перетворювач, п'ять логічних елементів АБО, блок установки нуля, перетворювач напруги, задавач коду, задавач швидкості зміни температури, диференційний підсилювач, двійковий лічильник ресурсу, логічний елемент АБО-НІ, підсилювач сигналу, блок опорної напруги, компаратор, дешифратор, причому вихід першого генератора імпульсів підключений до входу дільника частоти, вихідна цифрова шина регістра з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого суматора, вихід сенсора струму підключений до входу перетворювача напруги та до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом першого розподільника тактів, другий вхід якого підключений до лічильного входу першого лічильника імпульсів, третій вхід першого розподільника тактів з'єднаний з першим виходом першого логічного елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, вихід дільника частоти підключений до першого входу першого розподільника тактів, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока установки нуля, вихід якого підключений і до другого входу другого розподільника тактів, і до лічильного входу двійкового лічильника ресурсу, вихідна цифрова шина першого аналого-цифрового перетворювача підключена до вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною першого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім виходом першого логічного елемента І, вихід якого підключений до віднімаючого входу першого лічильника імпульсів і до першого входу третього логічного елемента АБО, вихід якого підключений до віднімаючого входу двійкового лічильника ресурсу, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною задавача ресурсу, вихідна цифрова шина двійкового лічильника ресурсу підключена до вхідної цифрової шини логічного елемента АБО-НІ, вихід якого підключений до другого входу четвертого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з виходом підсилювача сигналу, вихід якого з'єднаний з колом сигналізації контрольованого об'єкта, вихід перетворювача напруги підключений до першого входу диференційного підсилювача, вихід якого з'єднаний з першим виходом другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого підключений до першого виходу другого розподільника тактів, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід якого підключений і

до другого входу другого логічного елемента І, перший вхід якого з'єднаний з четвертим виходом другого розподільника тактів, другий вихід якого підключений до лічильного входу регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена і до вхідної цифрової шини 5 другого лічильника імпульсів, і до другої вхідної цифрової шини другого суматора, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого суматора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною задавача коду, вихідна цифрова шина задавача швидкості зміни температури підключена до першої вхідної цифрової шини цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової 10 шини другого суматора, третій вихід другого розподільника тактів підключений до лічильного входу другого лічильника імпульсів, віднімаючий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного елемента І, вихід якого з'єднаний і з другим входом третього логічного елемента АБО, вихідна цифрова шина другого лічильника імпульсів підключена до вхідної цифрової шини другого логічного елемента АБО, вихід якого з'єднаний з третім входом другого логічного 15 елемента АБО, вихід перетворювача напруги з'єднаний з другим входом першого компаратора, перший вхід якого підключено до виходу блока опорної напруги, вихід першого компаратора з'єднаний з входом установки третього лічильника імпульсів, з першим входом третього логічного елемента І та з першим інверсним входом четвертого логічного елемента І, вихід 20 третього генератора імпульсів підключений до другого входу третього логічного елемента І та до другого входу четвертого логічного елемента І, вихід якого з'єднаний з другим входом п'ятого логічного елемента АБО, вихід якого підключений до входу другого генератора імпульсів, вихід третього логічного елемента І з'єднаний з лічильним входом третього лічильника імпульсів, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, перший вихід 25 якого з'єднаний з входом першого генератора імпульсів, а другий вихід дешифратора підключений до першого входу п'ятого логічного елемента АБО, який **відрізняється** тим, що в нього введено два сенсори температури, два компаратори та два електронні ключі, причому виходи першого та другого сенсорів температури з'єднані з першим та другим входами другого компаратора, вихід якого підключений до третього входу першого електронного ключа, перший 30 та другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого та другого сенсорів температури, а вихід підключений до першого входу другого електронного ключа та до першого входу третього компаратора, другий вхід якого разом з другим входом другого електронного ключа з'єднані з виходом третього сенсора температури, вихід третього компаратора підключений до третього входу другого електронного ключа, вихід якого з'єднаний з другим входом 35 диференційного підсилювача.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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