УКРАЇНА **(19) UA** **(11) 154642** **(13) U**

(51) МПК (2023.01)
G01K 13/00
G01K 13/08 (2006.01)

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 01737**

(22) Дата подання заявки: **17.04.2023**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **30.11.2023**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **29.11.2023, Бюл.№ 48**

(72) Винахідник(и):
Грабко Володимир Віталійович (UA),
Грабко Валентин Володимирович (UA),
Ротар Андрій Вікторович (UA)

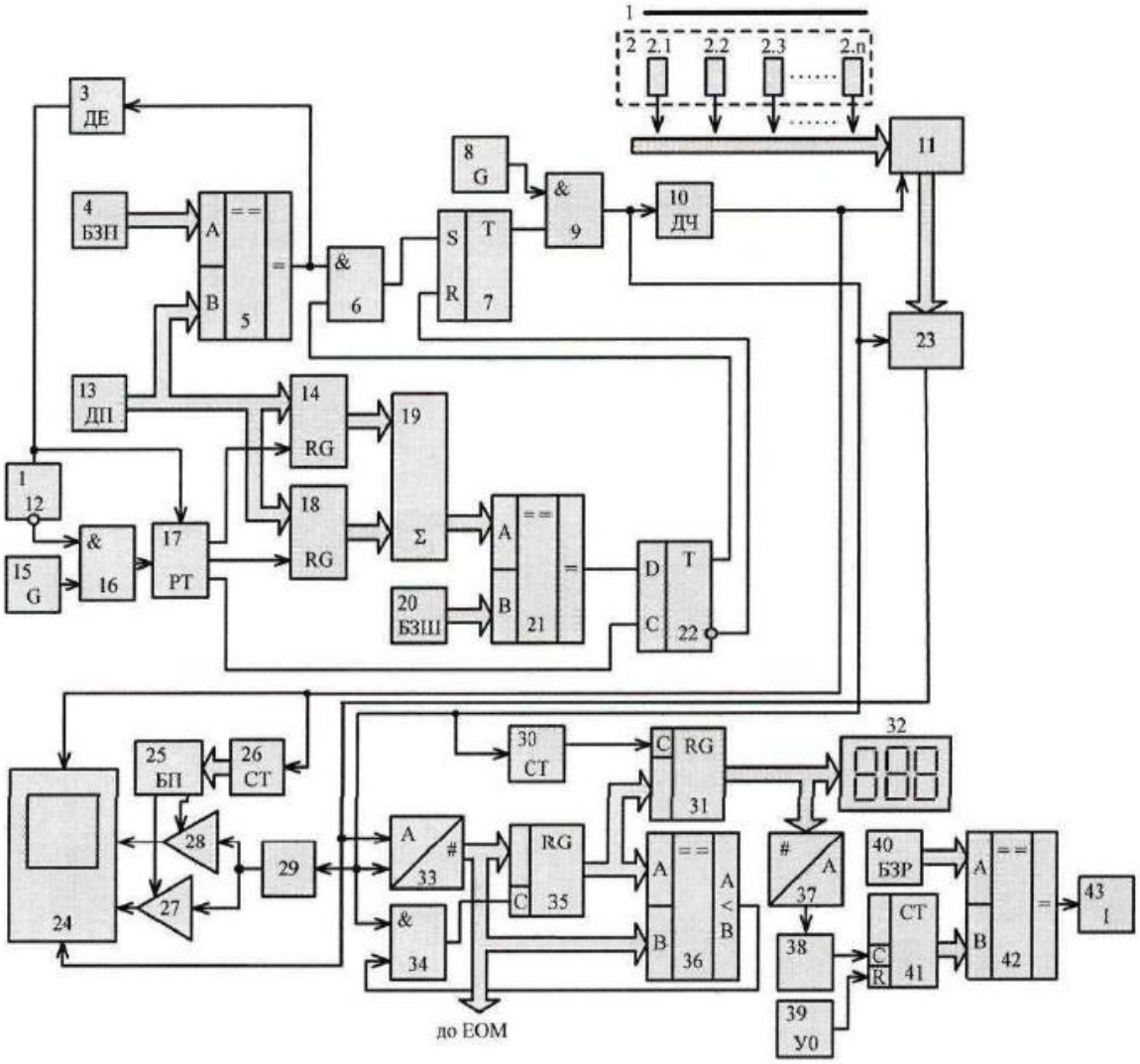
(73) Володілець (володільці):
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора містить об'єктив, інфрачервоний приймач. Додатково введено аналого-цифровий перетворювач, два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, четвертий елемент І, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу. Вихід комутатора підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого з'єднана із вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача. Другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента І та входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана із вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та із вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника. Другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний із входом індикатора. Вихід третього цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого елемента І, вихід якого з'єднаний із входом третього регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами ЕОМ.

UA 154642 U


1
2
2.1
2.2
2.3
2.n
3
ДЕ
4
БЗП
A
B
5
=
&
6
S
R
T
7
8
G
&
9
10
ДЧ
11
23
13
ДП
14
RG
18
RG
19
Σ
1
12
15
G
&
16
17
РТ
20
БЗШ
A
B
21
=
D
C
T
22
24
25
БП
26
СТ
28
27
29
30
СТ
C
RG
31
32
A
#
33
RG
C
35
&
34
A
B
36
A<B
#
A
37
38
39
У0
40
БЗР
CT
C
R
41
A
B
42
=
43
1
до ЕОМ

Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для вимірювання ресурсу ізоляції за температурою об'єктів, що обертаються, зокрема ротора гідрогенераторів.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 66866, М. кл. G 01 K 13/08, бюл. № 2, 2012), що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І та індикатор, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом із входом індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний із входом розподілювача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його роботи, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

Як аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 90253, М. кл. G 01 K 13/08, бюл. № 10, 2014), що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник (в подальшому - перший лічильник), генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, диференціюючий елемент, елемент НІ та індикатор, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого

елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом із входом індикатора підключені до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, комутатора та з другим входом блока підготовки даних, вхід диференціюючого елемента підключений до виходу першого цифрового компаратора, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ та першим входом розподілювача тактів, вихід елемента НІ підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до другого входу розподілювача тактів.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати та оцінювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його роботи, що звужує функціональні можливості пристрою в задачі спостереження за об'єктами, що обертаються, зокрема потужними електричними машинами, та не дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість на працюючому гідрогенераторі вимірювати та оцінювати за тепловим портретом витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора, що розширює функціональні можливості пристрою та дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, диференціюючий елемент, елемент НІ та індикатор, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги та комутатора, вхід диференціюючого елемента підключений до виходу першого цифрового компаратора, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ та першим входом розподілювача тактів, вихід елемента НІ підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до другого входу розподілювача тактів, згідно з корисною моделлю введено аналого-цифровий

перетворювач, два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, четвертий елемент І, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихід комутатора підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого з'єднана із вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента І та входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана із вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та із вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний із входом індикатора, вихід третього цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого елемента І, вихід якого з'єднаний із входом третього регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами ЕОМ.

Суть корисної моделі пояснює схема.

На схемі: 1 - об'єктив; 2 - інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n; 3 - диференціюючий елемент; 4 - блок задання положення; 5 - перший цифровий компаратор; 6 - перший елемент І; 7 - перший тригер; 8 - перший генератор імпульсів; 9 - другий елемент І; 10 - дільник частоти; 11 - буферний регістр; 12 - елемент НІ; 13 - датчик положення; 14 - перший регістр; 15 - другий генератор імпульсів; 16 - третій елемент І; 17 - розподілювач тактів; 18 - другий регістр; 19 - цифровий суматор; 20 - блок задання швидкості; 21 - другий цифровий компаратор; 22 - другий тригер; 23 - комутатор; 24 - відеоконтрольний блок; 25 - блок пам'яті; 26 - перший лічильник; 27, 28 - перший та другий керовані підсилювачі; 29 - генератор напруги; 30 - другий лічильник; 31 - четвертий регістр; 32 - цифровий індикатор; 33 - аналого-цифровий перетворювач; 34 - четвертий елемент І; 35 - третій регістр; 36 - третій цифровий компаратор; 37 - цифро-аналоговий перетворювач; 38 - перетворювач напруга-частота; 39 - блок установки нуля; 40 - блок задання ресурсу; 41 - третій лічильник; 42 - четвертий цифровий компаратор; 43 - індикатор, причому вихід дільника частоти 10 підключений до входів буферного регістра 11, першого лічильника 26 та до першого входу відеоконтрольного блока 24, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 27 та другого 28 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 29, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 25, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 26, четвертий вхід відеоконтрольного блока 24 з'єднаний з виходом комутатора 23, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 11, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2, вихідна цифрова шина блока задання положення 4 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора 5, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого 14 та другого 18 регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення 13, вихід першого цифрового компаратора 5 з'єднаний з першим входом першого елемента І 6, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера 22, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 7, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера 22, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 21, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 20, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора 19, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого 14 та другого 18 регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподілювача тактів 17, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 22, вихід першого тригера 7 з'єднаний з першим входом другого елемента І 9, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 8, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти 10, генератора напруги 29 та комутатора 23, вхід диференціюючого елемента 3 підключений до виходу першого цифрового компаратора 5, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ 12 та першим входом розподілювача тактів 17, вихід елемента НІ 12 підключений до першого входу третього елемента 116, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 15, а вихід підключений до другого входу

розподілювача тактів 17, вихід комутатора 23 підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача 33, вихідна цифрова шина якого з'єднана із вхідною цифровою шиною третього регістра 35, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра 31 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 36, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача 33, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента І 34 та входом другого лічильника 30 підключені до виходу другого елемента І 9, вихідна цифрова шина четвертого регістра 31 з'єднана із вхідною цифровою шиною цифрового індикатора 32 та із вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача 37, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 38, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника 41, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 39, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 42, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 40, а вихід з'єднаний із входом індикатора 43, вихід третього цифрового компаратора 36 підключений до першого входу четвертого елемента І 34, вихід якого з'єднаний із входом третього регістра 35, вихід другого лічильника 30 підключений до входу четвертого регістра 31, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача 33 з'єднана з колами ЕОМ, позицією 1 позначено об'єктив.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 8 та другий 15 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 39 третій лічильник 41 скидається. Потік інфрачервоного випромінювання, який створюється поверхнею ротора гідрогенератора, що знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єктив 1 на лінійку n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2, розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора в кожен момент часу в поле зору інфрачервоного приймача 2 потрапляє лише фрагмент поверхні вздовж радіуса ротора. Отримуючи фрагменти теплового зображення, можна побудувати тепловий портрет всієї поверхні ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Якщо ротор гідрогенератора знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 24 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 15 через відкритий третій елемент 116 сигнали надходять на вхід розподілювача тактів 17 (крім моменту проходження ротором умовного початкового положення). На його виходах формуються сигнали. Сигналом з першого виходу розподілювача тактів 17 в перший регістр 14 записується код з виходу датчика положення 13. В другий регістр 18 сигналом з другого виходу розподілювача тактів 17 записується інший код з виходу датчика положення 13. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечується другим генератором імпульсів 15, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 19 та подається на перший вхід другого цифрового компаратора 21, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 20. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виході другого цифрового компаратора 21 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу з третього виходу розподілювача тактів 17 записується в другий тригер 22. При цьому тепловий портрет ротора не фіксується. В момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу блока задання положення 4 та з виходу датчика положення 13 співпадають, і на виході першого цифрового компаратора 5 з'являється сигнал, який надходить на вхід диференціюючого елемента 3. На його виході формується сигнал, який обнулює розподілювач тактів 17, а також через елемент НІ 12 закриває третій елемент 116, що в свою чергу зумовлює припинення подачі імпульсів з другого генератора імпульсів 15 в розподілювач тактів 17.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 22 з'являється сигнал логічного нуля, на його першому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента 16. В момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу датчика положення 13 та з виходу блока задання положення 4 співпадають, на виході першого цифрового компаратора 5 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент І 6 встановлюється в одиничний стан перший тригер 7. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 8 через другий елемент І 9 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 24.

В залежності від кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів, що пов'язано співвідношенням $f_1/n=\omega/(2\pi \cdot m)$, де $m=360°/\beta$, β - мінімальний сектор поверхні ротора, що потрапляє в поле зору інфрачервоного приймача 2,n - коефіцієнт ділення дільника частоти 10, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Отже, з частотою f_1/n, при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 10 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 11 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N=n \cdot m$). Комутатором 23 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 11 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 23 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 24.

Генератор напруги 29, перший 27 та другий 28 керовані підсилювачі і блок пам'яті 25 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 24. Сигнал частотою f_1, що надходить на вхід генератора напруги 29, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 27 і другого 28 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 25. При цьому коефіцієнти підсилення першого 27 та другого 28 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $Ri\text{-}\sin\varphi_j$ та $Ri\text{-}\cos\varphi_j$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат, що обумовлено сигналами з датчика положення 13. При цьому $i = 0,n$, $j = o,m$.

На вхід блока пам'яті 25 сигнали надходять з першого лічильника 26, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m. В результаті на екрані відеоконтрольного блока 24 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 10 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

Очевидно, що згідно запропонованого алгоритму сканування ротора гідрогенератора здійснюється спочатку вздовж деякого радіуса R_j. Коли закінчено сканування n точок, що лежать на радіусі R_j, здійснюється сканування n точок, що лежать на радіусі R_{j+1} Так знаходиться кругова розгортка всього теплового зображення ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, в залежності від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюється так. Одночасно аналогові сигнали з виходу комутатора 23 потрапляють і на відеоконтрольний блок 24, і на вхід аналого-цифрового перетворювача 33, в якому за сигналом з виходу другого елемента І 9 здійснюється їх перетворення в цифровий код. Після закінчення першого перетворення в третьому цифровому компараторі 36 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу аналого-цифрового перетворювача 33 та нульового коду, записаного в третьому регістрі 35. При цьому на виході третього цифрового компаратора 36 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається четвертий елемент І 34 і за сигналом з виходу другого елемента І 9 цифровий код з виходу аналого-цифрового перетворювача 33 записується в третій регістр 35. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході аналого-цифрового перетворювача 33 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в третьому регістрі 35. І якщо цифровий код на виході аналого-цифрового перетворювача 33 перевищує код, записаний в третьому регістрі 35, то відбувається перезапис коду в третій регістр 35. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження, в третьому регістрі 35 зберігається код, що відповідає найвищій температурі об'єкта дослідження. Після завершення повного оберту об'єкта дослідження на виході другого лічильника 30, коефіцієнт ділення якого дорівнює N, з'являється імпульс, яким інформація з третього регістра 35 переписується в четвертий регістр 31 та виводиться на цифровий індикатор 32. Одночасно цифровий код з виходу четвертого регістра 31 надходить на вхід цифро-аналогового перетворювача 37, вихідний аналоговий сигнал якого подається на вхід перетворювача напруга-частота 38. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в третій лічильник 41 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, яка накопичується за кожен оберт ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Зауважимо, що температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора може змінюватись, а отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в третій лічильник 41, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної ділянки поверхні ротора гідрогенератора і передається за допомогою відповідного інфрачервоного сенсора.

У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпується цифровий код на виході третього лічильника 41 досягає значення, записаного в блоці задання

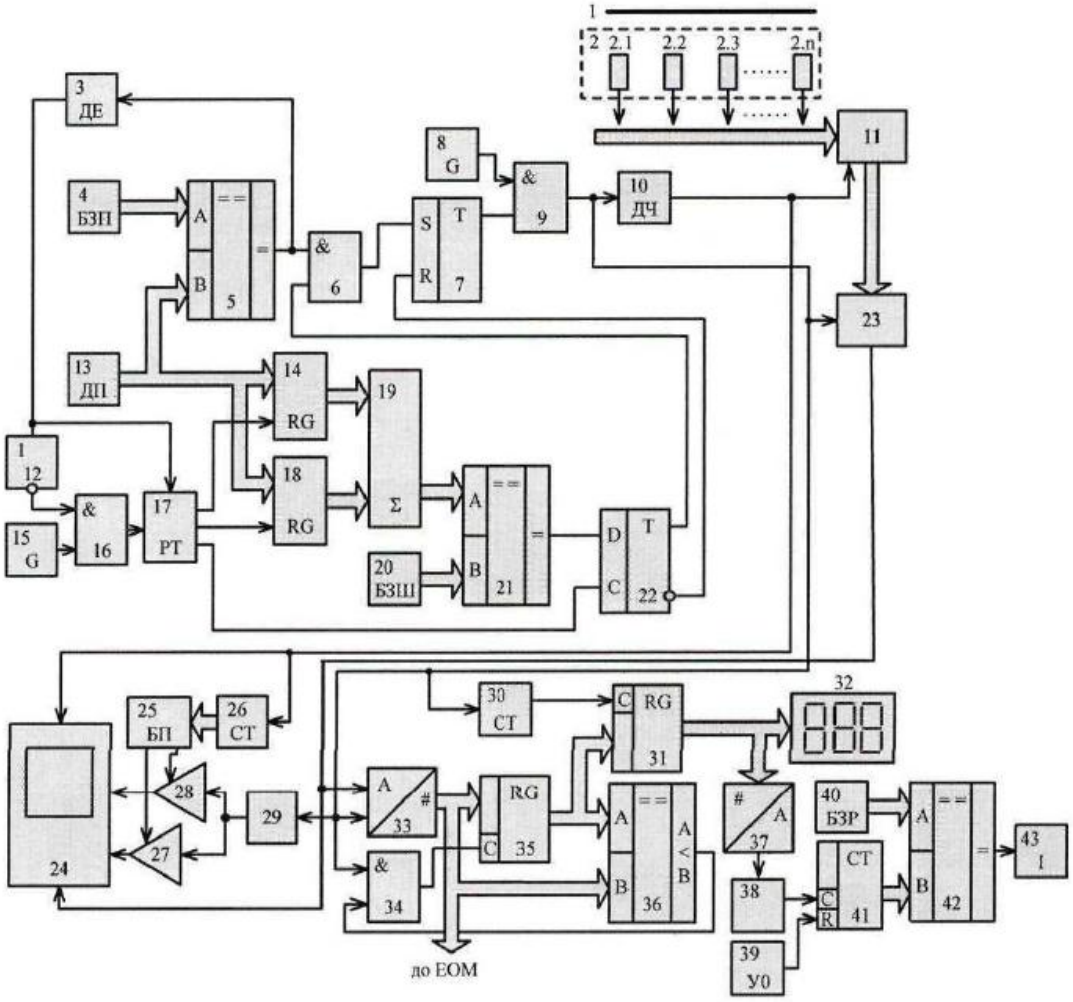
ресурсу 40. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 42 з'являється сигнал логічної одиниці, яким вмикається індикатор 43, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора.

Підкреслимо, що цифровий код з виходу аналого-цифрового перетворювача 33 передається в кола ЕОМ для подальшої обробки.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, перший лічильник, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, диференціюючий елемент, елемент НІ та індикатор, причому вихід дільника частоти підключений до входів буферного регістра, першого лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого та другого регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподілювача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги та комутатора, вхід диференціюючого елемента підключений до виходу першого цифрового компаратора, а вихід з'єднаний з входом елемента НІ та першим входом розподілювача тактів, вихід елемента НІ підключений до першого входу третього елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, а вихід підключений до другого входу розподілювача тактів, який **відрізняється** тим, що в нього введено аналого-цифровий перетворювач, два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, четвертий елемент І, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихід комутатора підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого з'єднана із вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом з другим входом четвертого елемента І та входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана із вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та із вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу, а вихід з'єднаний зі входом індикатора, вихід третього цифрового компаратора підключений до першого входу четвертого елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом третього регістра, вихід другого лічильника підключений до входу

четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами ЕОМ.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ – 42, 01601