УКРАЇНА **(19) UA** **(11) 164561** **(13) U**

(51) МПК
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 2026 00975**

(22) Дата подання заявки: **24.02.2026**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **15.10.2026**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **14.10.2026, Бюл.№ 41**

(72) Винахідник(и):
Грабко Володимир Віталійович (UA),
Грабко Валентин Володимирович (UA),
Мошноріз Микола Миколайович (UA),
Чорна Ольга Анатоліївна (UA)

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

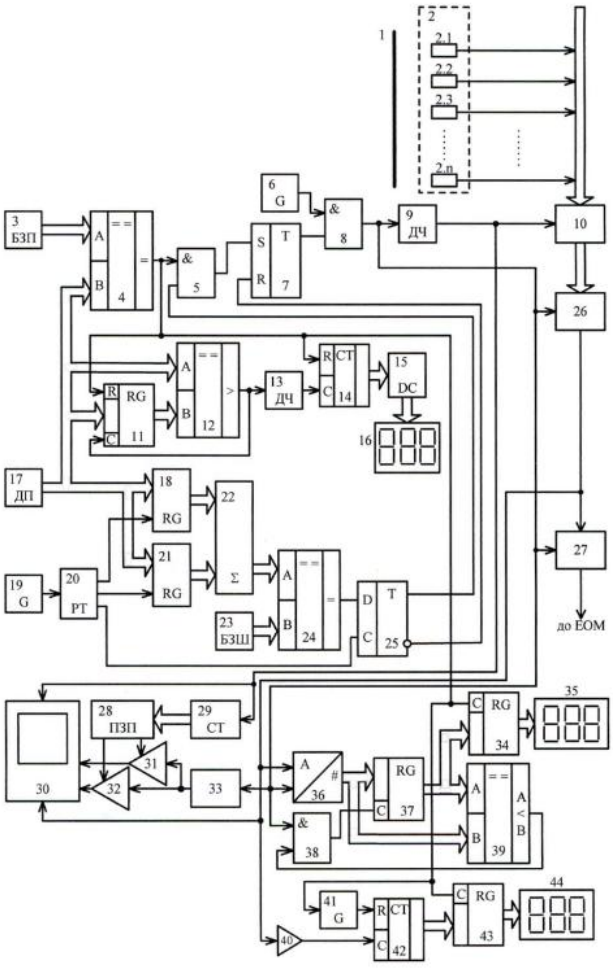
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора містить об'єктив, інфрачервоний приймач, містить n окремих інфрачервоних сенсорів, перший дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, п'ять регістрів, три цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, індикатор, аналого-цифровий перетворювач, формувач сигналу, компаратор, два цифрових індикатори. Вихід першого 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. Другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника. Перший вхід блока підготовки даних разом з четвертим входом відеоконтрольного блока 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 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. 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 зі 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 першого дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних. Вихідна цифрова

UA 164561 U

шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з 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. Вихід підключений до другого входу третього елемента І, перший вхід якого разом з другим входом аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом другого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра. Вихід комутатора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів. Введено четвертий цифровий компаратор, другий дільник частоти, шостий регістр, третій лічильник та дешифратор, причому вихідна цифрова шина датчика положення, з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора та зі вхідною цифровою шиною шостого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини четвертого цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з другим входом шостого регістра та зі входом другого дільника частоти, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника, перший вхід якого разом з першим входом шостого регістра з'єднані з виходом першого цифрового компаратора. Вихідна цифрова шина третього лічильника підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною індикатора.



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

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 66866, МПК G 01 K 13/00, 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 зі 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 зі 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 визначати положення ротора гідрогенератора в процесі його роботи, оскільки гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання, що ускладнює оперативний пошук місця прогнозованого перегріву або пошкодження ізоляції, виявленого тепловізійним методом.

Найближчим аналогом до корисної моделі є пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 128194, МПК G 01 K 13/08, бюл. № 17, 2018), що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти (в подальшому -перший дільник частоти), буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, п'ять регістрів, три цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, індикатор, аналого-цифровий перетворювач (АЦП), формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, причому вихід першого 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, перший вхід блока підготовки даних разом з четвертим входом відеоконтрольного блока 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 зі 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 зі 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 першого дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних, вихідна цифрова шина АЦП з'єднана з 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 АЦП, а вихід підключений до другого входу третього елемента І, перший вхід якого разом з другим входом АЦП з'єднані з виходом другого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом АЦП та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє під час вимірювання теплового портрета ротора гідрогенератора в процесі його роботи визначати положення ротора гідрогенератора із-за відсутності можливості доступу до його обертових частин, що ускладнює оперативний пошук місця прогнозованого перегріву або пошкодження ізоляції, внаслідок чого збільшується час діагностування ротора гідрогенератора та звужуються функціональні можливості пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість на працюючому гідрогенераторі під час вимірювання теплового портрета ротора гідрогенератора визначати положення його ротора, що дозволяє оперативно визначати місця прогнозованого перегріву або пошкодження ізоляції, внаслідок чого зменшується час діагностування ротора гідрогенератора, а, отже, розширюються функціональні можливості пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, перший дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, п'ять регістрів, три цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, індикатор, аналого-цифровий перетворювач, формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, причому вихід першого 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, перший вхід блока підготовки даних разом з четвертим входом відеоконтрольного блока 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 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 другого генератора імпульсів з'єднаний зі. 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 першого дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з 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, а вихід підключений до другого входу третього елемента І, перший вхід якого разом з другим входом аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом другого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів, згідно з корисною моделлю, в нього введено четвертий цифровий компаратор, другий дільник частоти, шостий регістр, третій лічильник та дешифратор, причому вихідна цифрова шина датчика положення, з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора та зі вхідною цифровою шиною шостого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини четвертого цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з другим входом шостого регістра та зі входом другого дільника частоти, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника, перший вхід якого разом з першим входом шостого регістра з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідна цифрова шина третього лічильника підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною індикатора.

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - об'єктив; 2 - інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n; 3 - блок задання положення; 4 - перший цифровий компаратор; 5 - перший елемент І; 6 – перший генератор імпульсів; 7 - перший тригер; 8 - другий елемент І; 9 - перший дільник частоти; 10 - буферний регістр; 11 - шостий регістр; 12 - четвертий цифровий компаратор; 13 - другий дільник частоти; 14 - третій лічильник; 15 - дешифратор; 16 - індикатор; 17 - датчик положення; 18 - перший регістр; 19 - другий генератор імпульсів; 20 - розподілювач тактів; 21 - другий регістр; 22 - цифровий суматор; 23 - блок задання швидкості; 24 - другий цифровий компаратор; 25 - другий тригер; 26 - комутатор; 27 - блок підготовки даних; 28 - блок пам'яті; 29 - перший лічильник; 30 -відеоконтрольний блок; 31, 32 - перший та другий керовані підсилювачі; 33 - генератор напруги; 34 - четвертий регістр; 35 - перший цифровий індикатор; 36 - АЦП; 37 - третій регістр; 38 - третій елемент І; 39 - третій цифровий компаратор; 40 - компаратор; 41 - формувач сигналу; 42 - другий лічильник; 43 - п'ятий регістр; 44 - другий цифровий індикатор, причому вихід першого дільника частоти 9 підключений до входів буферного регістра 10, першого лічильника 29 та до першого входу відеоконтрольного блока 30, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 31 та другого 32 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 33, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 28, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 29, перший вхід блока підготовки даних 27 разом з четвертим входом відеоконтрольного блока 30 з'єднані з виходом комутатора 26, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 10, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2, вихід блока підготовки даних 27 підключений в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення 3 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора 4, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого 18 та другого 21 регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення 17, вихід першого цифрового компаратора 4 з'єднаний з першим входом

першого елемента І 5, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера 25, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 7, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера 25, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 24, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 23, а перша вхідна цифрова шина з'єднана з вихідною цифровою шиною цифрового суматора 22, перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого 18 та другого 21 регістрів, входи яких з'єднані відповідно з першим та другим виходами розподілювача тактів 20, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 25, вихід другого генератора імпульсів 19 з'єднаний зі входом розподілювача тактів 20, вихід першого тригера 7 підключений до першого входу другого елемента 18, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 6, а вихід підключений до входів першого дільника частоти 9, генератора напруги 33, комутатора 26 та до другого входу блока підготовки даних 27, вихідна цифрова шина АЦП 36 з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра 37, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра 34 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 39, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП 36, а вихід підключений до другого входу третього елемента І 38, перший вхід якого разом з другим входом АЦП 36 з'єднані з виходом другого елемента І 8, а вихід підключений до входу третього регістра 37, вихід комутатора 26 з'єднаний з першим входом АЦП 36 та зі входом компаратора 40, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника 42, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра 43, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу 41, вхід якого разом зі входами четвертого 34 та п'ятого 43 регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора 4, вихідні цифрові шини четвертого 34 та п'ятого 43 регістрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого 35 та другого 44 цифрових індикаторів, вихідна цифрова шина датчика положення 17 з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 12 та зі вхідною цифровою шиною шостого регістра 11, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини четвертого цифрового компаратора 12, вихід якого з'єднаний з другим входом шостого регістра 11 та зі входом другого дільника частоти 13, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника 14, перший вхід якого разом з першим входом шостого регістра 11 з'єднані з виходом першого цифрового компаратора 4, вихідна цифрова шина третього лічильника 14 підключена до вхідної цифрової шини дешифратора 15, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною індикатора 16, позицією 1 позначено об'єктив.

При подачі напруги живлення перший 6 та другий 19 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. 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 30 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 19 почергово на виходах розподілювача тактів 20 формуються сигнали. Сигналом з першого виходу, розподілювача тактів 20 в перший регістр 18 записується код з виходу датчика положення 17. В другий регістр 21 сигналом з другого виходу розподілювача тактів 20 записується інший код з виходу датчика положення 17. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечується другим генератором імпульсів 19, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 22 та подається на перший вхід другого цифрового компаратора 24, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 23. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на, виході другого цифрового компаратора 24 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу; з третього виходу розподілювача тактів 20 записується в другий тригер 25. При цьому тепловий портрет ротора не фіксується.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 25 з'являється сигнал логічного нуля, на його першому виході

з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід першого елемента І 5. В момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, ; коди з виходу датчика положення 17 та з виходу блока задання положення 3 співпадають, на виході першого цифрового компаратора 4 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент І 5 встановлюється в одиничний стан перший тригер 7. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 6 через другий елемент І 8 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 30.

В залежності від кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 6, 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 першого дільника частоти 9, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Отже, з частотою f_1/n, при номінальній швидкості обертання ротора, на виході першого дільника частоти 9 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 10 на час $\Delta T=n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N=n \cdot m$). Комутатором 26 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 10 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 26 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 30 і на вхід блока підготовки даних 27, в якому він перетворюється в цифрову форму та приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

Генератор напруги 33, перший 31 та другий 32 керовані підсилювачі і блок пам'яті 28 призначені для формування сигналів розгортай відеоконтрольного блока 30. Сигнал, частотою f_1 що поступає на вхід генератора напруги 33, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 31 і другого 32 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 28. При цьому коефіцієнти підсилення першого 31 та другого 32 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin\varphi_j$ та $R_i \cdot \cos\varphi_j$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат, що обумовлено сигналами з датчика положення 17. При цьому $i=\overline{0,n}$, $j=\overline{0,m}$.

На вхід блока пам'яті 28 сигнали надходять з першого лічильника 29, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює т. В результаті на екрані відеоконтрольного блока 30 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортай та сигналу з виходу першого дільника частоти 9 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

Визначення найбільш нагрітої точки обмотки ротора гідрогенератора в процесі його роботи відбувається наступним чином. Послідовність сигналів з виходу комутатора 26 потрапляє на перший вхід АЦП 36, в якому по сигналу з першого генератора імпульсів 6 через другий елемент І 8 здійснюється їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в третьому цифровому компараторі 39 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу АЦП 36 та нульового коду, записаного в третьому регістрі 37. При цьому на виході третього цифрового компаратора 39 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається третій елемент І 38 і по сигналу з виходу другого елемента І 8 цифровий код з виходу АЦП 36 записується в третій регістр 37. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході АЦП 36 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в третьому регістрі 37. І якщо цифровий код на виході АЦП 36 перевищує код, записаний в третьому регістрі 37, то відбувається перезапис коду в третій регістр 37. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок обмотки ротора гідрогенератора, в третьому регістрі 37 зберігається код, що відповідає найвищій температурі обмотки ротора. По завершенню повного оберту ротора гідрогенератора на виході першого цифрового компаратора 4 з'являється імпульс, яким інформація з третього регістра 37 переписується в четвертий регістр 34 та виводиться на перший цифровий індикатор 35.

Розмір області підвищеної температури обмотки ротора здійснюється так. Інформаційний сигнал з комутатора 26, що надходить на вхід компаратора 40, в залежності від значення вимірюваної температури, на його виході перетворюється в логічний сигнал нуля або одиниці та у вигляді імпульсів подається на вхід другого лічильника 42, яким підраховується кількість точок теплового портрета ротора гідрогенератора, температура яких перевищує значення, що визначається порогом спрацьовування компаратора 40. По завершенню сканування всіх точок теплового портрета обмотки ротора гідрогенератора на виході першого цифрового компаратора 4 з'являється імпульс, яким дані з другого лічильника 42 (кількість точок з підвищеною

температурою) переносяться в п'ятий регістр 43 та відображаються на другому цифровому індикаторі 44. По закінченні імпульсу з виходу першого цифрового компаратора 4 на виході формувача сигналу 41 з'являється короткий імпульс, яким другий лічильник 42 обнуляється. Число, що записане в п'ятому регістрі 43, свідчить про розмір локальної області підвищеної температури обмотки ротора гідрогенератора, за яким оперативний персонал приймає рішення про роботоздатність гідрогенератора.

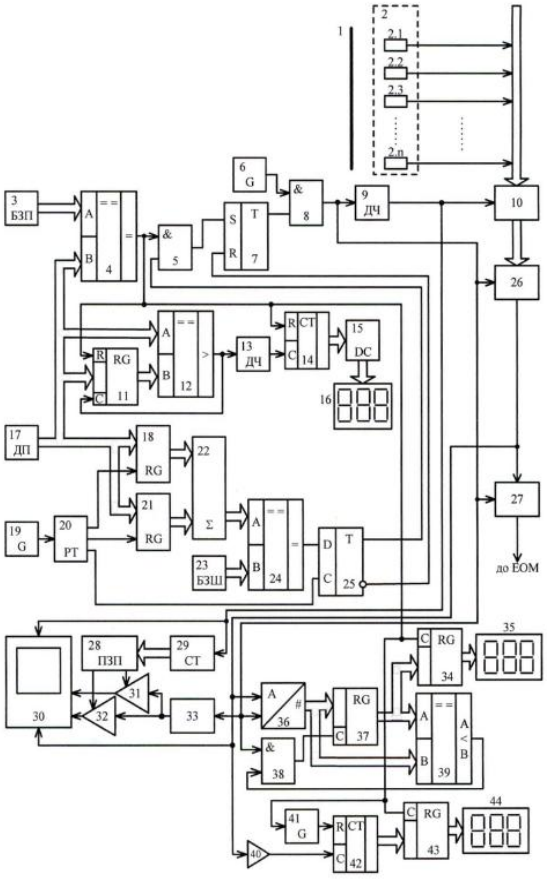
Очевидно, що згідно запропонованого алгоритму сканування ротора гідрогенератора здійснюється спочатку вздовж деякого радіуса R_j. Коли закінчено сканування n точок, що лежать на радіусі R_j, здійснюється сканування n точок, що лежать на радіусі R_{j+1}. Так знаходиться кругова розгортка всього теплового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

Визначення положення ротора гідрогенератора в кожен момент часу здійснюється так. В момент появи сигналу на виході першого цифрового компаратора 4 шостий регістр 11 та третій лічильник 14 обнуляються. Припустимо, що це здійснюється в момент, коли на виході датчика положення 17 з'являється нульовий код. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 12 з'являється сигнал логічного нуля. Через деякий час при поверненні ротора на певний кут на виході датчика положення 17 з'являється код, відмінний від нуля, внаслідок чого на виході четвертого цифрового компаратора 12 з'являється сигнал логічної одиниці, яким код з виходу датчика положення 17 записується в шостий регістр 11. В результаті на виході четвертого цифрового компаратора 12 знову з'являється сигнал логічного нуля. При черговій зміні цифрового коду на виході датчика положення 17 на виході четвертого цифрового компаратора 12 знову з'являється сигнал логічної одиниці. Таким чином, сформована послідовність імпульсів подається на вхід другого дільника частоти 13, коефіцієнт ділення якого дорівнює m. При цьому на виході третього лічильника 14 формується послідовність кодів, зміна яких здійснюється при зміщенні ротора гідрогенератора на один полюс. Ці коди подаються через дешифратор 15 в індикатор 16, за допомогою якого можна відслідковувати в кожен момент часу, в якому положенні знаходиться ротор гідрогенератора.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, що містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, перший дільник частоти, буферний регістр, комутатор, блок підготовки даних, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподілювач тактів, п'ять регістрів, три цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, три елементи І, індикатор, аналого-цифровий перетворювач, формувач сигналу, компаратор та два цифрових індикатори, причому вихід першого 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, перший вхід блока підготовки даних разом з четвертим входом відеоконтрольного блока 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 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 другого генератора імпульсів з'єднаний зі. 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 першого дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з 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, а вихід підключений до другого входу третього елемента І, перший вхід якого разом з другим входом аналого-цифрового перетворювача з'єднані з виходом другого елемента І, а вихід підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача та зі входом компаратора, вихід якого підключений до першого входу другого лічильника, вихідна цифрова шина якого з'єднана з вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами четвертого та п'ятого регістрів з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідні цифрові шини четвертого та п'ятого регістрів підключені відповідно до вхідних цифрових шин першого та другого цифрових індикаторів, який **відрізняється** тим, що введено четвертий цифровий компаратор, другий дільник частоти, шостий регістр, третій лічильник та дешифратор, причому вихідна цифрова шина датчика положення, з'єднана з першою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора та зі вхідною цифровою шиною шостого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини четвертого цифрового компаратора, вихід якого з'єднаний з другим входом шостого регістра та зі входом другого дільника частоти, вихід якого підключений до другого входу третього лічильника, перший вхід якого разом з першим входом шостого регістра з'єднані з виходом першого цифрового компаратора, вихідна цифрова шина третього лічильника підключена до вхідної цифрової шини дешифратора, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною індикатора.



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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