



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120311** (13) **U**
(51) МПК
G01K 13/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

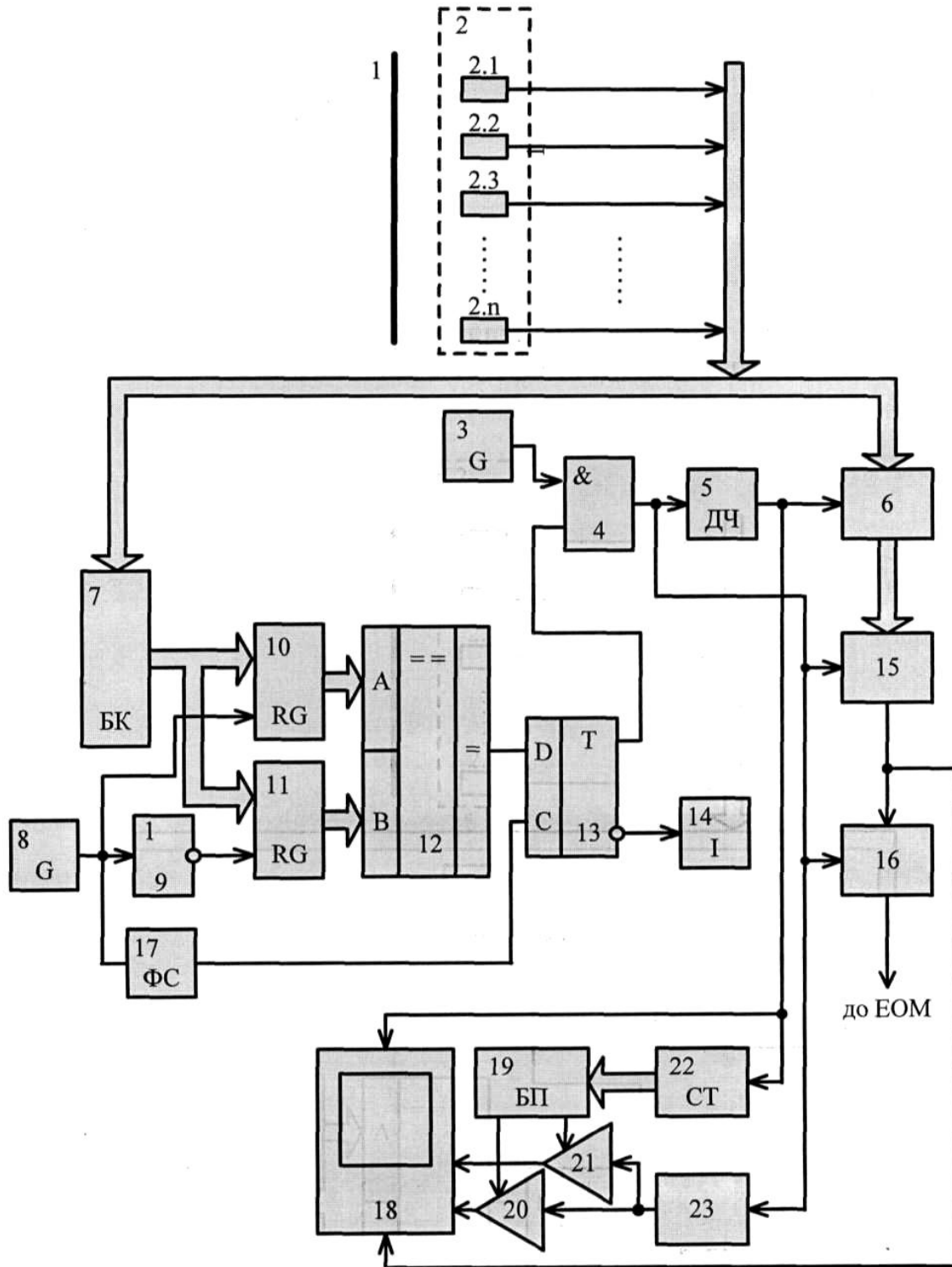
(21) Номер заявки: u 2017 04890	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Равков Анатолій Валерійович (UA), Здітовецький Юрій Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 22.05.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2017, Бюл.№ 20	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, блок синхронізації, блок обробки сигналу, відеоконтрольний блок. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється поверхнею контрольованого об'єкта, через об'єktiv потрапляє на інфрачервоний приймач, звідки сигнал через блок обробки сигналу з врахуванням швидкості обертання ротора гідрогенератора подається на відеоконтрольний блок, внаслідок чого на екрані останнього формується тепловий портрет ротора, що обертається.

UA 120311 U



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 (Патент України № 14687, М. кл. G01K 13/00, бюл. № 5, 2006), що містить об'єktiv, діафрагму, дзеркало, виконане у вигляді ввігнутого конуса з поверхнею, що відображає промені світлового потоку, інфрачервоний приймач, що являє собою циліндр, секції якого є окремими інфрачервоними сенсорами, виходи яких з'єднані відповідно зі вхідною шиною буферного регістра та зі вхідною шиною блока синхронізації, вихід якого через керований тактовий генератор в подальшому - перший генератор імпульсів, підключений до першого входу блока підготовки даних, до входу комутатора, до входу генератора напруги та до входу дільника частоти, вихід якого з'єднаний з першим входом буферного регістра, з першим входом відеоконтрольного блока та з першим входом лічильника, вихід якого підключений до другого входу ключа, вихід якого з'єднаний зі входом крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини комутатора, вихід якого з'єднаний з другим входом блока підготовки даних та з другим входом відеоконтрольного блока, третій і четвертий входи якого підключені відповідно до виходів першого і другого керованих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, а другі входи підключені відповідно до першого і другого виходів постійного запам'ятовуючого пристрою (в подальшому - блок пам'яті), перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною лічильника, другий вхід якого підключений до першого виходу блока управління, другий вихід якого з'єднаний зі входом блока синхронізації, а третій вихід підключений до другого входу буферного регістра, вихід блока підготовки даних з'єднаний з колами ЕОМ, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входу блока обчислення, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача (АЦП), цифрова вихідна шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини блока пам'яті, вихід дільника частоти з'єднаний з першим входом ключа.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати тепловий портрет ротора гідрогенератора в процесі його роботи, із-за відсутності можливості доступу до його обертових частин, враховуючи, що гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання.

За прототип вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури (Патент України № 66866, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 2, 2012), що містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, що містить п 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, розподільувач 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 п 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 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 розподільувача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільувача 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.

5 Головним недоліком даного пристрою є недостатня точність вимірювання теплового портрета ротора гідрогенератора в процесі його роботи у разі відсутності у останнього датчика положення ротора через недоступність до його обертових частин, враховуючи, що гідрогенератор є специфічною електричною машиною закритого виконання.

10 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 без використання датчика положення ротора вимірювати тепловий портрет ротора в процесі його обертання, що дозволяє підвищити точність візуалізації теплового стану ротора, а, отже, точність роботи пристрою.

15 Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, що містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, що містить η 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, два регістри, цифровий компаратор, тригер, елемент I 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, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом елемента I, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу блока підготовки даних, вихід цифрового компаратора підключений до першого входу тригера, другий вихід якого з'єднаний зі входом індикатора, введено блок компараторів, елемент NI та формувач сигналу, причому вихідна цифрова шина блока компараторів підключена до вхідних цифрових шин першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких з'єднані з першою та другою вхідними цифровими шинами цифрового компаратора, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом елемента I, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента NI з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента NI підключений до входу другого регістра, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача.

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

45 На схемі: 1 - об'єktiv; 2 - інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів; 3 - перший генератор імпульсів; 4 - елемент I; 5 - дільник частоти; 6 - буферний регістр; 7 - блок компараторів; 8 - другий генератор імпульсів; 9 - елемент NI; 10 - перший регістр; 11 - другий регістр; 12 - цифровий компаратор; 13 - тригер; 14 - індикатор; 15 - комутатор; 16 - блок підготовки даних; 17 - формувач сигналу; 18 - відеоконтрольний блок; 19 - блок пам'яті; 20, 21 - перший та другий керовані підсилювачі; 22 - лічильник; 23 - генератор напруги, причому вихід дільника частоти 5 підключений до входів буферного регістра 6, лічильника 22 та до першого входу відеоконтрольного блока 18, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 20 та другого 21 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 23, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 19, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини лічильника 22, четвертий вхід відеоконтрольного блока 18 разом з першим входом блока підготовки даних 16 з'єднані з виходом комутатора 15, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 6, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2. n інфрачервоного приймача 2, вихід блока підготовки даних 16 підключений в кола ЕОМ, вихід першого генератора імпульсів 3 з'єднаний з першим входом елемента I 4, вихід якого підключений до входів дільника частоти 5, комутатора 15, генератора напруги 23 та до другого входу блока підготовки даних 16, другий вихід тригера 13 з'єднаний зі входом індикатора 14, вихідна цифрова шина блока компараторів 7 підключена до вхідних цифрових шин першого 10 та другого 11 регістрів, вихідні цифрові шини яких з'єднані

з першою та другою вхідними цифровими шинами цифрового компаратора 12, вихід якого підключений до першого входу тригера 13, перший вихід якого з'єднаний з другим входом елемента І 4, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу 17, вхід якого разом зі входами першого регістра 10 та елемента НІ 9 з'єднані з виходом другого генератора імпульсів 8, вихід елемента НІ 9 підключений до входу другого регістра 11, вхідна цифрова шина блока компараторів 7 з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 3 та другий 8 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 п 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 18 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним.

Сигнали, що надходять з виходів п окремих інфрачервоних сенсорів 2.1-2.n інфрачервоного приймача 2 на вхід блока компараторів 7, перетворюються в цифрову форму та записуються по сигналу логічної одиниці з виходу другого генератора імпульсів 8 в перший регістр 10, а по сигналу логічного нуля, який перетворюється в сигнал логічної одиниці в елементі НІ 9, записуються в другий регістр 11. Зазначимо, що обидва регістри 10 та 11 мають синхронний прямий динамічний вхід і сигнали записуються в них по передньому фронту імпульсів з виходу другого генератора імпульсів 8. Якщо на виході цифрового компаратора 12 присутній сигнал логічного нуля, то це значить, що в першому 10 та другому 11 регістрах цифрові коди не співпадають, а, отже, частота сигналів другого генератора імпульсів 8 відрізняється від частоти обертання ротора гідрогенератора, що визначається кутовою швидкістю, розташованого по радіусу ротора, мінімального сектора поверхні ротора β , що потрапляє в поле зору інфрачервоного приймача 2. Сигнал логічного нуля з виходу цифрового компаратора 12 перезаписується в тригер 13 по імпульсу, що з'являється на виході формувача сигналу 17 по задньому фронту вихідного імпульсу з другого генератора імпульсів 8. Враховуючи те, що в тригері 13 зберігається сигнал логічного нуля, то індикатор 14 залишається ввімкненим, тепловий портрет ротора не фіксується.

Очевидно, що у разі співпадання кутової швидкості мінімального сектора поверхні ротора β з частотою надходження імпульсів другого генератора імпульсів 8 в перший 10 та другий 11 регістри буде записуватись один і той же цифровий код.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на виході цифрового компаратора 12, а, отже, і на другому виході тригера 13 з'являється сигнал логічного нуля, індикатор 14 вимикається, на першому виході тригера 13 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід елемента І 4. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 3 через елемент І 4 починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 18.

В залежності від номінальної кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 3, що пов'язано співвідношенням $f_1/n = \omega / (2\pi \cdot m)$, де $m = 360^\circ / \beta$, β - мінімальний сектор поверхні ротора, що потрапляє в поле зору інфрачервоного приймача 2, n - коефіцієнт ділення дільника частоти 5, що відповідає кількості окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 5 з'являються імпульси, якими фіксуються у буферному регістрі 6 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача 2. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N = n \cdot m$). Комутатором 15 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 6 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 15 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 18 і на вхід блока підготовки даних 16, в якому він перетворюється в цифрову форму та приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

Генератор напруги 23, перший 20 та другий 21 керовані підсилувачі і блок пам'яті 19 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 18. Сигнал частотою f_1 ,

що надходить на вхід генератора напруги 23, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 20 і другого 21 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 19. При цьому коефіцієнти підсилення першого 20 та другого 21 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin \varphi_i$ та $R_i \cdot \cos \varphi_i$ відповідно, де R_i - радіус, φ_i - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На вхід блока пам'яті 19 сигнали надходять з лічильника 22, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює t . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 18 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 5 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

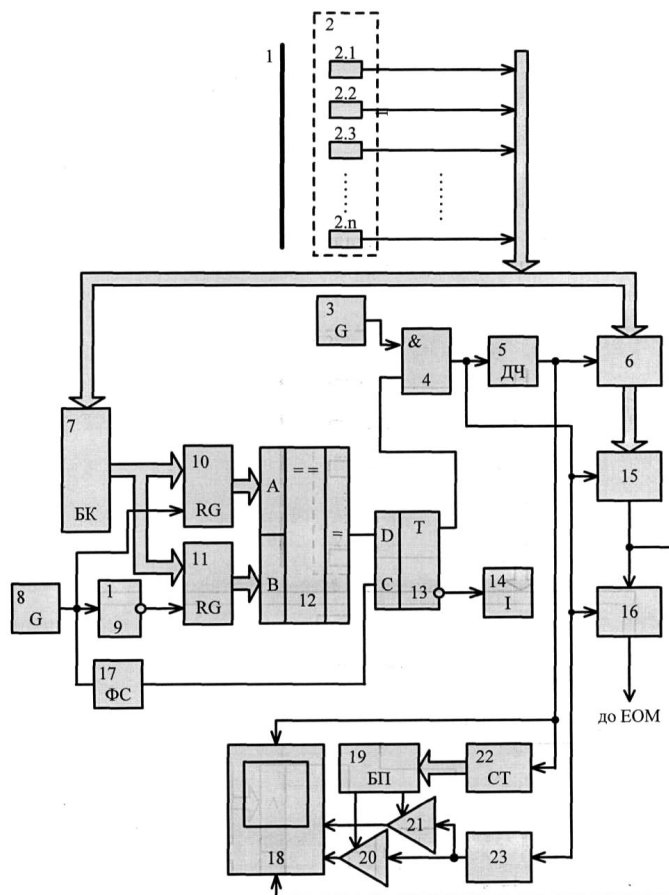
Очевидно, що, згідно із запропонованим алгоритмом, сканування ротора гідрогенератора здійснюється спочатку вздовж деякого радіуса R_i . Коли закінчено сканування n точок, що лежать на радіусі R_i , здійснюється сканування n точок, що лежать на радіусі R_{i+1} . Так знаходиться кругова розгортка всього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

Зазначимо, що частота імпульсів з другого генератора імпульсів 8 співпадає з частотою імпульсів, що формуються на виході дільника частоти 5. Тривалість імпульсу на виході формувача сигналів вибирається суттєво меншою тривалості напівперіоду частоти сигналів другого генератора імпульсів 8.

Поріг спрацьовування компараторів в блоці компараторів 7 вибирається дослідним шляхом.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, 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, два регістри, цифровий компаратор, тригер, елемент 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 коло ЕОМ, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний з першим входом елемента І, вихід якого підключений до входів дільника частоти, комутатора, генератора напруги та до другого входу блока підготовки даних, вихід цифрового компаратора підключений до першого входу тригера, другий вихід якого з'єднаний зі входом індикатора, який **відрізняється** тим, що в нього введено блок компараторів, елемент НІ та формувач сигналу, причому вихідна цифрова шина блока компараторів підключена до вхідних цифрових шин першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких з'єднані з першою та другою вхідними цифровими шинами цифрового компаратора, перший вихід тригера з'єднаний з другим входом елемента І, а другий вхід підключений до виходу формувача сигналу, вхід якого разом зі входами першого регістра та елемента НІ з'єднані з виходом другого генератора імпульсів, вихід елемента НІ підключений до входу другого регістра, вхідна цифрова шина блока компараторів з'єднана з виходами n окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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