



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104551** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01K 13/08** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

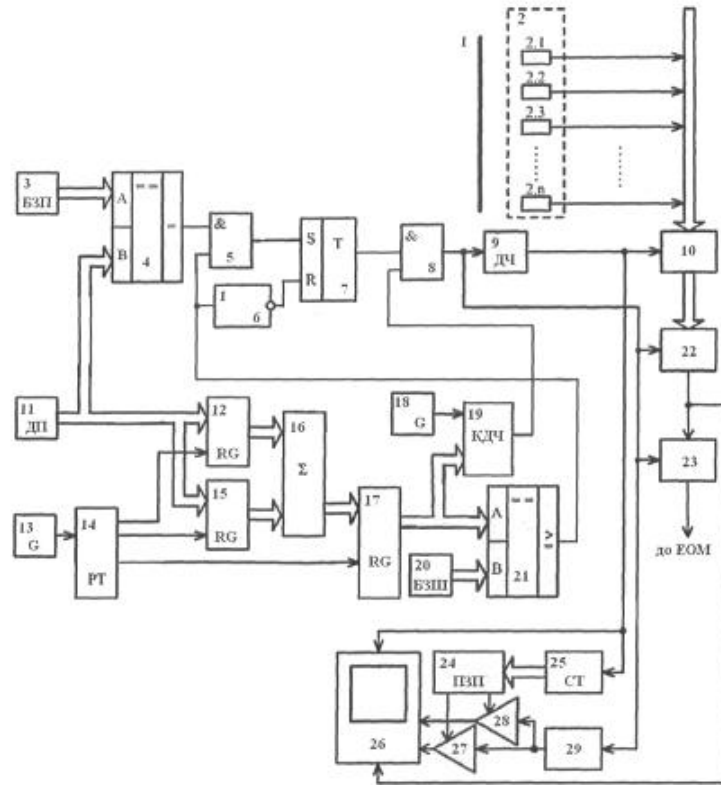
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2015 06654</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>06.07.2015</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.02.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.02.2016, Бюл.№ 3</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Грабко Володимир Віталійович (UA), Поліщук Андрій Леонідович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
---	--

**(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКООНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА**

**(57) Реферат:**

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора містить об'єктив, інфрачервоний приймач, блок синхронізації, блок обробки сигналу, відеоконтрольний блок. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється поверхнею контрольованого об'єкта, через об'єктив потрапляє на інфрачервоний приймач, звідки сигнал через блок обробки з врахуванням швидкості обертання ротора гідрогенератора подається на відеоконтрольний блок.

**UA 104551 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'єктів, 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 генератор 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, 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 керованого тактового генератора, а вихід підключений до входу блока обчислення, вихід якого з'єднаний зі входом АЦП, цифрова вихідна шина якого підключена до другої вхідної цифрової шини постійного запам'ятовуючого пристрою, вихід дільника частоти з'єднаний з першим входом ключа.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє вимірювати тепловий портрет ротора гідрогенератора при швидкостях обертання ротора, відмінних від номінальної.

Найближчим аналогом є пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 66866, МПК G01K 13/08, опубл. 25.01.2012, бюл. №2), що містить об'єктів, 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 та блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи 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 електронної обчислювальної машини, 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 I, 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 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 I, 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 те, що він не дозволяє вимірювати тепловий портрет ротора гідрогенератора при швидкостях обертання ротора, відмінних від номінальної, що знижує точність роботи 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 вимірювати тепловий портрет ротора в процесі його обертання при швидкостях обертання, відмінних від номінальної, що дозволяє підвищити точність роботи пристрою.

10 Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, що містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, що містить  $n$  окремих інфрачервоних сенсорів, блок задання положення, два цифрових компаратори, два елементи I, тригер, два генератори імпульсів, дільник частоти, буферний регістр, датчик положення, два регістри, розподільувач тактів, суматор, блок задання швидкості, комутатор, блок підготовки даних, блок пам'яті, лічильник, відеоконтрольний блок, два керовані підсилювачі, генератор напруги, причому  $n$  виходів інфрачервоного приймача підключені до вхідної шини буферного регістра, блок задання положення та датчик положення з'єднані своїми вихідними цифровими шинами відповідно з першою та другою вхідними цифровими шинами першого цифрового компаратора, вихід якого підключений до першого входу першого елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом тригера, вихід якого підключений до першого входу другого елемента I, вихід якого з'єднаний з першим входом блока підготовки даних та зі входами дільника частоти, комутатора та генератора напруги, вихід якого підключений до других входів першого та другого керованих підсилювачів, виходи яких з'єднані відповідно із третім та другим входами відеоконтрольного блока, вихід дільника частоти підключений до першого входу відеоконтрольного блока, до входів лічильника імпульсів та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до другого входу блока підготовки даних та до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина лічильника з'єднана зі вхідною цифровою шиною блока пам'яті, перший та другий виходи якого підключені до перших входів відповідно другого та першого керованих підсилювачів, вихідна цифрова шина датчика положення з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин цифрового суматора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільувача тактів, перший та другий виходи якого підключені відповідно до входів першого та другого регістрів, вихід блока підготовки даних з'єднаний з колами ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання швидкості підключена до другої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, введено елемент NI, третій регістр, керований дільник частоти, причому вихідна цифрова шина цифрового суматора з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора та до вхідної цифрової шини керованого дільника частоти, вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід другого цифрового компаратора підключений до другого входу першого елемента I та до входу елемента NI, вихід якого з'єднаний з другим входом тригера, вихід керованого дільника частоти підключений до другого входу другого елемента I, третій вихід розподільувача тактів з'єднаний зі входом третього регістра.

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

На схемі: 1 - об'єktiv; 2 - інфрачервоний приймач, що містить  $n$  окремих інфрачервоних сенсорів; 3 - блок задання положення; 4 - перший цифровий компаратор; 5 - перший елемент I; 50 6 - елемент NI; 7 - тригер; 8 - другий елемент I; 9 - дільник частоти; 10 - буферний регістр; 11 - датчик положення; 12 - перший регістр; 13 - перший генератор імпульсів; 14 - розподільувач тактів; 15 - другий регістр; 16 - цифровий суматор; 17 - третій регістр; 18 - другий генератор імпульсів; 19 - керований дільник частоти; 20 - блок задання швидкості; 21 - другий цифровий компаратор; 22 - комутатор; 23 - блок підготовки даних; 24 - блок пам'яті; 25 - лічильник; 26 - відеоконтрольний блок; 27, 28 - перший та другий керовані підсилювачі; 29 - генератор напруги, причому  $n$  виходів 2.1...2. $n$  інфрачервоного приймача 2 підключені до вхідної шини буферного регістра 10, блок задання положення 3 та датчик положення 11 з'єднані своїми вихідними цифровими шинами відповідно з першою та другою вхідними цифровими шинами першого цифрового компаратора 4, вихід якого підключений до першого входу першого елемента I 5, 60 вихід якого з'єднаний з першим входом тригера 7, вихід якого підключений до першого входу

другого елемента І 8, вихід якого з'єднаний з першим входом блока підготовки даних 23 та зі входами дільника частоти 9, комутатора 22 та генератора напруги 29, вихід якого підключений до других входів першого 27 та другого 28 керованих підсилювачів, виходи яких з'єднані із відповідно із третім та другим входами відеоконтрольного блока 26, вихід дільника частоти 9 підключений до першого входу відеоконтрольного блока 26, до входів лічильника імпульсів 25 та буферного регістра 10, вихідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора 22, вихід якого підключений до входу блока підготовки даних 23 та до четвертого входу відеоконтрольного блока 26, вихідна цифрова шина лічильника 25 з'єднана зі вхідною цифровою шиною блока пам'яті 24, перший та другий виходи якого підключені до перших входів відповідно другого 28 та першого 27 керованих підсилювачів, вихідна цифрова шина датчика положення 11 з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого 12 та другого 15 регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних цифрових шин цифрового суматора 16, вихід першого генератора імпульсів 13 з'єднаний зі входом розподільвача тактів 14, перший та другий виходи якого підключені відповідно до входів першого 12 та другого 15 регістрів, вихід блока підготовки даних 23 з'єднаний з колами ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання швидкості 20 підключена до другої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора 21, вихідна цифрова шина цифрового суматора 16 з'єднана з вхідною цифровою шиною третього регістра 17, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора 21 та до вхідної цифрової шини керованого дільника частоти 19, вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів 18, вихід другого цифрового компаратора 21 підключений до другого входу першого елемента І 5 та до входу елемента ІІ 6, вихід якого з'єднаний з другим входом тригера 7, вихід керованого дільника частоти 19 підключений до другого входу другого елемента І 8, третій вихід розподільвача тактів 14 з'єднаний зі входом третього регістра 17.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 13 та другий 18 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 датчиків 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 деякої мінімальної швидкості обертання, то на екран відеоконтрольного блока 26 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це зумовлено наступним. Під впливом першого генератора імпульсів 13 по чергово на виходах розподільвача тактів 14 формуються сигнали. Сигналом з першого виходу розподільвача тактів 14 в перший регістр 12 записується код з виходу датчика положення 11. В другий регістр 15 сигналом з другого виходу розподільвача тактів 14 записується інший код з виходу датчика положення 11. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечується першим генератором імпульсів 13, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 16. Сигналом з третього виходу розподільвача тактів 14 ця різниця кодів записується в третій регістр 17, з якого вона подається на вхідну цифрову шину керованого дільника частоти 19 та першу вхідну цифрову шину другого цифрового компаратора 21, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з мінімальною, яка записана в блоці задання швидкості 20. У випадку, коли швидкість менша від мінімальної, на виході другого цифрового компаратора 21 присутній сигнал логічного нуля, внаслідок чого перший елемент І 5 закритий та на його виході присутній сигнал логічного нуля. При цьому тепловий портрет ротора не фіксується.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною, або більшою за мінімальну, то на виході другого цифрового компаратора 21 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на другий вхід першого елемента І 5, а на виході елемента ІІ 6 з'являється сигнал логічного нуля. В момент обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу датчика положення 11 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 тригер 7. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу тригера 7 подається на перший вхід другого елемента І 8.

Імпульси з виходу другого генератора імпульсів 18 подаються на вхід керованого дільника частоти 19, який керується кодом з вихідної цифрової шини третього регістра 17. З виходу керованого дільника частоти 19 імпульси подаються на другий вхід другого елемента І 8, вихідні послідовності імпульсів починають надходити в блоки, за допомогою яких формується тепловий портрет ротора гідрогенератора на екрані відеоконтрольного блока 26.

В залежності від кутової швидкості  $\omega$  обертання ротора гідрогенератора вибрана частота формування імпульсів  $f_1$  на виході керованого дільника частоти 19, що пов'язано співвідношенням  $f_1/n = \omega/(2\pi \cdot m)$ , де  $m = 360^\circ/\beta$ ,  $\beta$  - мінімальний сектор поверхні ротора, що потрапляє в поле зору інфрачервоного приймача 2,  $n$  - коефіцієнт ділення 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 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 інфрачервоного приймача 2. Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок  $N = n \cdot m$ ). Комутатором 22 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 10 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 22 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 26 і на вхід блока підготовки даних 23, в якому він перетворюється в цифрову форму та приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

Генератор напруги 29, перший 27 та другий 28 керовані підсилювачі і блок пам'яті 24 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 26. 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 24. При цьому коефіцієнти підсилення першого 27 та другого 28 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,  $\varphi_j$  - кут координати елементарної ділянки поверхні ротора в полярній системі координат, що обумовлено сигналами з датчика положення 11. При цьому  $i = \overline{0, n}$ ,  $j = \overline{0, m}$ .

На вхід блока пам'яті 24 сигнали надходять з лічильника 25, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює  $m$ . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 26 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 9 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

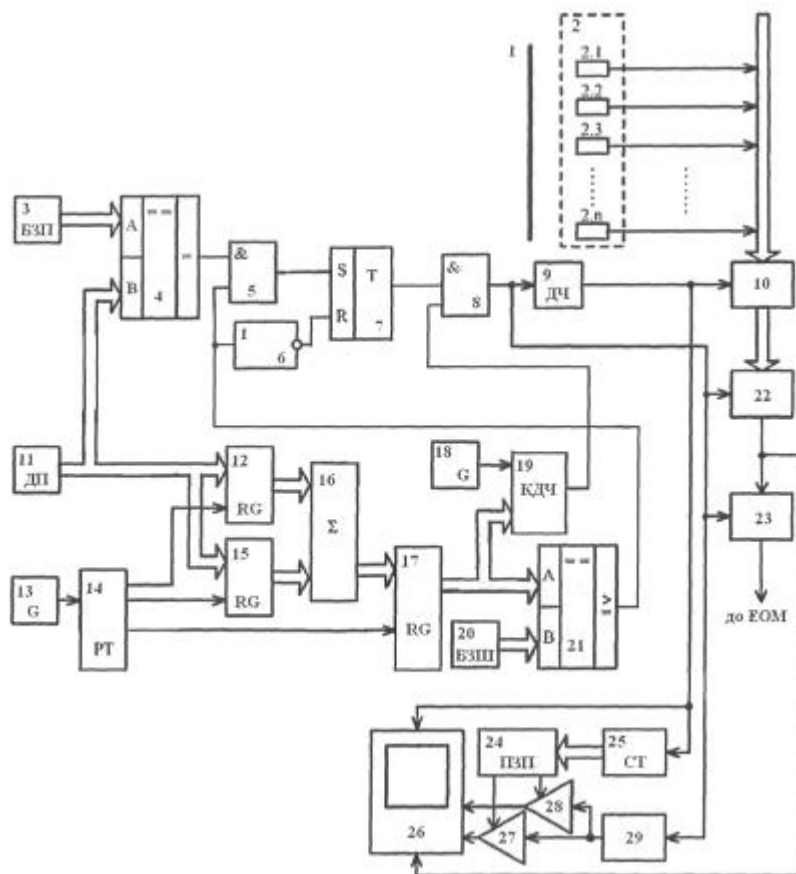
Очевидно, що згідно запропонованого алгоритму сканування ротора гідрогенератора здійснюється спочатку вздовж деякого радіуса  $R_j$ . Коли закінчено сканування  $n$  точок, що лежать вздовж радіуса  $R_j$ , здійснюється сканування  $n$  точок, що лежать вздовж радіуса  $R_{j+1}$ . Так знаходиться кругова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

Зміна швидкості обертання ротора гідрогенератора фіксується в третьому регістрі 17, внаслідок чого змінюється частота імпульсів на виході керованого дільника частоти 19, що забезпечує стабільне виведення теплового портрета об'єкта дослідження на екран відеоконтрольного блока 26.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора, що містить об'єктів, інфрачервоний приймач, що містить  $n$  окремих інфрачервоних сенсорів, блок задання положення, два цифрових компаратори, два елементи І, тригер, два генератори імпульсів, дільник частоти, буферний регістр, датчик положення, два регістра, розподільвач тактів, суматор, блок задання швидкості, комутатор, блок підготовки даних, блок пам'яті, лічильник, відеоконтрольний блок, два керовані підсилювачі, генератор напруги, причому  $n$  виходів інфрачервоного приймача підключені до вхідної шини буферного регістра, блок задання положення та датчик положення з'єднані своїми вихідними цифровими шинами відповідно з першою та другою вхідними цифровими шинами першого цифрового компаратора, вихід якого підключений до першого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом тригера, вихід якого підключений до першого входу другого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом блока підготовки даних та зі входами дільника частоти, комутатора та генератора напруги, вихід якого підключений до других входів першого та другого керованих

підсилювачів, виходи яких з'єднані відповідно із третім та другим входами відеоконтрольного блоку, вихід дільника частоти підключений до першого входу відеоконтрольного блоку, до входів лічильника імпульсів та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана зі входною шиною комутатора, вихід якого підключений до другого входу блока підготовки даних та до четвертого входу відеоконтрольного блоку, вихідна цифрова шина лічильника з'єднана зі входною цифровою шиною блока пам'яті, перший та другий виходи якого підключені до перших входів відповідно другого та першого керованих підсилювачів, вихідна цифрова шина датчика положення з'єднана зі входними цифровими шинами першого та другого регістрів, вихідні цифрові шини яких підключені до першої та другої входних цифрових шин цифрового суматора, вихід першого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільвача тактів, перший та другий виходи якого підключені відповідно до входів першого та другого регістрів, вихід блока підготовки даних з'єднаний з колами ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання швидкості підключена до другої входної цифрової шини другого цифрового компаратора, який **відрізняється** тим, що в нього введено елемент НІ, третій регістр, керований дільник частоти, причому вихідна цифрова шина цифрового суматора з'єднана з входною цифровою шиною третього регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до першої входної цифрової шини другого цифрового компаратора та до входної цифрової шини керованого дільника частоти, вхід якого з'єднаний з виходом другого генератора імпульсів, вихід другого цифрового компаратора підключений до другого входу першого елемента І та до входу елемента НІ, вихід якого з'єднаний з другим входом тригера, вихід керованого дільника частоти підключений до другого входу другого елемента І, третій вихід розподільвача тактів з'єднаний зі входом третього регістра.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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

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