



УКРАЇНА

(19) UA (11) 154468 (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 2023 02048	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Розводюк Катерина Михайлівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.05.2023	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 16.11.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 15.11.2023, Бюл.№ 46	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

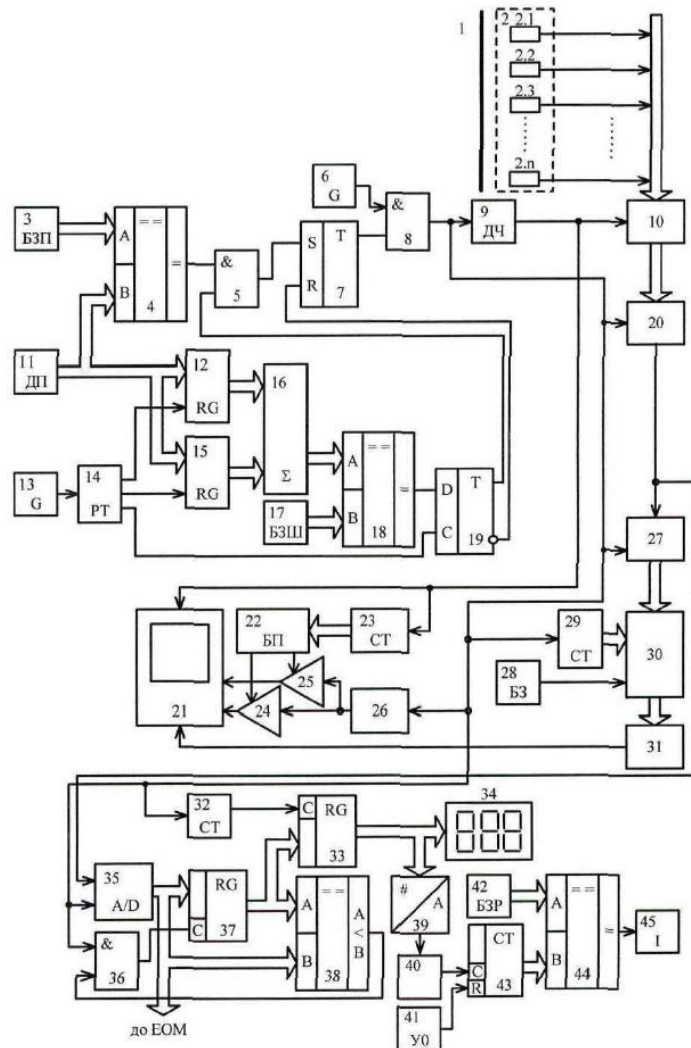
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора містить об'єктив, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, перший аналого-цифровий перетворювач, перший цифро-аналоговий перетворювач, буфер даних, блок запуску, два елементи I 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, вхідна цифрова шина комутатора 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 I, 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 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 та комутатора, вихід якого з'єднано з першим входом першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом зі входом другого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента I, вихід блока запуску з'єднаний зі входом

UA 154468 U

буфера даних, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з четвертим входом відеоконтрольного блока. Вихідна цифрова шина другого лічильника підключена до другої вхідної цифрової шини буфера даних. Перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною першого аналого-цифрового перетворювача. Додатково введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, третій елемент І, другий аналого-цифровий перетворювач, другий цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу. Причому вихідна цифрова шина другого аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифрою шиною четвертого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід третього елемента І разом зі входом третього лічильника та з другим входом другого аналого-цифрового перетворювача підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина третього регістра з'єднана зі вхідною цифрою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифрою шиною другого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифрою 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 третього елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом четвертого регістра. Вихід третього лічильника підключений до входу третього регістра. Вихід комутатора з'єднаний з першим входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена в кола 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. G01K 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, 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 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 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.

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 зружує 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 № 127224, М. кл. G01K 13/08, бюл. № 14, 2018], 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, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, аналого-цифровий перетворювач (АЦП) (в подальшому - перший АЦП), цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) (в подальшому - перший ЦАП), буфер даних, блок запуску, два елементи I 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, перший вхід блока підготовки даних 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, 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 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 розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільвача 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, вихід комутатора з'єднано з першим входом першого АЦП, другий вхід якого разом зі входом другого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента I, вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого ЦАП, вихід якого з'єднаний з четвертим входом відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина другого лічильника підключена до другої вхідної цифрової шини буфера даних, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого АЦП.

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 створити пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з можливістю 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'єкти, інфрачервоний приймач містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільвач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, перший аналого-цифровий перетворювач, перший цифро-аналоговий перетворювач, буфер даних, блок запуску, два елементи I 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, вхідна цифрова шина комутатора 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 I, 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 розподільвача тактів, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера, вихід другого генератора імпульсів з'єднаний зі входом розподільвача 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 та комутатора, вихід якого з'єднано

з першим входом першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом зі входом другого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента І, вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з четвертим входом відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина другого лічильника підключена до другої вхідної цифрової шини буфера даних, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого аналого-цифрового перетворювача, згідно з корисною моделлю додатково введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, третій елемент І, другий аналого-цифровий перетворювач, другий цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина другого аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифровою шиною четвертого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід третього елемента І разом зі входом третього лічильника та з другим входом другого аналого-цифрового перетворювача підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина третього регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною другого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого 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 третього елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом четвертого регістра, вихід третього лічильника підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена в кола ЕОМ.

Суть корисної моделі пояснює креслення.

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 - дільник частоти; 10 - буферний регістр; 11 - датчик положення; 12 - перший регістр; 13 - другий генератор імпульсів; 14 - розподільувач тактів; 15 - другий регістр; 16 - цифровий суматор; 17 - блок задання швидкості; 18 - другий цифровий компаратор; 19 - другий тригер; 20 - комутатор; 21 - відеоконтрольний блок; 22 - блок пам'яті; 23 - перший лічильник; 24, 25 - перший та другий керовані підсилювачі; 26 - генератор напруги; 27 - перший АЦП; 28 - блок запуску; 29 - другий лічильник; 30 - буфер даних; 31 - перший ЦАП; 32 - третій лічильник; 33 - третій регістр; 34 - цифровий індикатор; 35 - другий АЦП; 36 - третій елемент І; 37 - четвертий регістр; 38 - третій цифровий компаратор; 39 - другий ЦАП; 40 - перетворювач напруга-частота; 41 - блок установки нуля; 42 - блок задання ресурсу; 43 - четвертий лічильник; 44 - четвертий цифровий компаратор; 45 - індикатор, причому вихід дільника частоти 9 підключений до входів буферного регістра 10, першого лічильника 23 та до першого входу відеоконтрольного блока 21, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 24 та другого 25 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги 26, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 22, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 23, вхідна цифрова шина комутатора 20 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, 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 12 та другого 15 регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення 11, вихід першого цифрового компаратора 4 з'єднаний з першим входом першого елемента І 5, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера 19, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера 7, другий вхід якого підключений до другого виходу другого тригера 19, перший вхід якого з'єднаний з виходом другого цифрового компаратора 18, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання швидкості 17, а перша і друга вхідні цифрові шини якого підключені відповідно до вихідних цифрових шин першого 12 та другого 15 регістрів, входи яких з'єднані відповідно з

першим та другим виходами розподільвача тактів 14, третій вихід якого підключений до другого входу другого тригера 19, вихід другого генератора імпульсів 13 з'єднаний зі входом розподільвача тактів 14, вихід першого тригера 7 підключений до першого входу другого елемента І 8, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів 6, а вихід підключений до входів дільника частоти 9, генератора напруги 26 та комутатора 20, вихід якого з'єднано з першим входом першого АЦП 27, другий вхід якого разом зі входом другого лічильника імпульсів 29 підключені до виходу другого елемента І 8, вихід блока запуску 28 з'єднаний зі входом буфера даних 30, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого ЦАП 31, вихід якого з'єднаний з четвертим входом відеоконтрольного блока 21, вихідна цифрова шина другого лічильника 29 підключена до другої вхідної цифрової шини буфера даних 30, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого АЦП 27, вихідна цифрова шина другого АЦП 35 з'єднана зі вхідною цифровою шиною четвертого регістра 37, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього регістра 33 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 38, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП 35, другий вхід третього елемента І 36 разом зі входом третього лічильника 32 та з другим входом другого АЦП 35 підключені до виходу другого елемента І 8, вихідна цифрова шина третього регістра 33 з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора 34 та зі вхідною цифровою шиною другого ЦАП 39, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 40, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого лічильника 43, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 41, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 44, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 42, а вихід з'єднаний зі входом індикатора 45, вихід третього цифрового компаратора 38 підключений до першого входу третього елемента І 36, вихід якого з'єднаний зі входом четвертого регістра 37, вихід третього лічильника 32 підключений до входу третього регістра 33, вихід комутатора 20 з'єднаний з першим входом другого АЦП 35, вихідна цифрова шина якого підключена в кола ЕОМ.

Запропонований пристрій працює наступним чином.

При подачі напруги живлення перший 6 та другий 13 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 41 четвертий лічильник 43 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 21 теплове зображення поверхні ротора не виводиться. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 13 по чергову 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 другим генератором імпульсів 13, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначається в цифровому суматорі 16 та подається на перший вхід другого цифрового компаратора 18, в якому здійснюється порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 17. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виході другого цифрового компаратора 18 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу з третього виходу розподільвача тактів 14 записується в другий тригер 19. При цьому тепловий портрет ротора не фіксується.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора стає рівною номінальній, то на другому виході другого тригера 19 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 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 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 21.

5 Залежно 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 $m = 360^\circ / \beta$, β - 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 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 20 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 10 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний.

10 Потік інформації з виходу комутатора 20 про теплове зображення обмотки ротора потрапляє в буфер даних 30 через перший АЦП 27 в цифровій формі. Під управлінням другого лічильника 29 інформація послідовно розміщується в буфері даних 30. Розмір буфера може бути різним, але не меншим, ніж для розміщення в ньому інформації про теплове зображення ротора, що отримується за один оберт ротора. В подальшому цей потік інформації через перший ЦАП 31 перетворюється в аналогову форму та подається на вхід відеоконтрольного блока 21.

20 Генератор напруги 26, перший 24 та другий 25 керовані підсилювачі і блок пам'яті 22 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 21. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги 26, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 24 і другого 25 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами блока пам'яті 22. При цьому коефіцієнти підсилення першого 24 та другого 25 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 11. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

25 На вхід блока пам'яті 22 сигнали надходять з першого лічильника 23, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 21 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 9 формується зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

30 У випадку, коли оперативному персоналу необхідно відстежити фрагмент теплового зображення, який може мати інтерес для попереднього дослідження, сигналом з блока запуску 28 буфер даних 30 переводиться в режим повторного неперервного зчитування записаної в ньому інформації з подальшим її виведенням через перший ЦАП 31 на відеоконтрольний блок 21.

40 Цей процес здійснюється до тих пір, поки активним є сигнал з виходу блока запуску 28.

Очевидно, що згідно з запропонованим алгоритмом 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, залежно від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюється так. Одночасно аналогові сигнали з виходу комутатора 20 потрапляють і на вхід першого АЦП 27, і на вхід другого АЦП 35, в якому по сигналу з виходу другого елемента І 8 здійснюється їх перетворення в цифровий код. Після закінчення першого перетворення в третьому цифровому компараторі 38 здійснюється порівняння цифрового коду з виходу другого АЦП 35 та нульового коду, записаного в четвертому регістрі 37. При цьому на виході третього цифрового компаратора 38 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривається третій елемент І 36 і по сигналу з виходу другого елемента І 8 цифровий код з виходу другого АЦП 35 записується в четвертий регістр 37. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході другого АЦП 35 з'являється цифровий код, який порівнюється з кодом, записаним в четвертому регістрі 37. І якщо цифровий код на виході другого АЦП 35 перевищує код, записаний в четвертому регістрі 37, то відбувається перезапис коду в четвертий регістр 37. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження, в четвертому регістрі 37 зберігається код, що відповідає найвищій температурі об'єкта

дослідження. Після завершення повного оберту досліджуваного об'єкта на виході третього лічильника 32, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з четвертого регістра 37 переписується в третій регістр 33 та виводиться на цифровий індикатор 34. Одночасно цифровий код з виходу третього регістра 33 надходить на вхід другого ЦАП 39, вихідний аналоговий сигнал якого подається на вхід перетворювача напруга-частота 40. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в четвертий лічильник 43 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, яка накопичується за кожен оберт ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора може змінюватись, а отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в четвертий лічильник 43, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної ділянки поверхні ротора гідрогенератора і передається за допомогою відповідного інфрачервоного датчика.

У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпується цифровий код на виході четвертого лічильника 43 досягає значення, записаного в блоці задання ресурсу 42. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 44 з'являється сигнал логічної одиниці, яким вмикається індикатор 45, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єктів, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, перший аналого-цифровий перетворювач, перший цифро-аналоговий перетворювач, буфер даних, блок запуску, два елементи I 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, вхідна цифрова шина комутатора 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 цифрою шини 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 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 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 та комутатора, вихід якого з'єднано з першим входом першого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід якого разом зі входом другого лічильника імпульсів підключені до виходу другого елемента I , вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з четвертим входом відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина другого лічильника підключена до другої вхідної цифрової шини буфера даних, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною першого аналого-цифрового перетворювача, який **відрізняється** тим, що додатково введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, третій елемент I , другий аналого-цифровий перетворювач, другий цифро-аналоговий перетворювач,

перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина другого аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифровою шиною четвертого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого аналого-цифрового перетворювача, другий вхід третього елемента І разом зі входом третього лічильника та з другим входом другого аналого-цифрового перетворювача підключені до виходу другого елемента І, вихідна цифрова шина третього регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною другого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого 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 третього елемента І, вихід якого з'єднаний зі входом четвертого регістра, вихід третього лічильника підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена в кола ЕОМ.

