



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 154469

(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 02050**
(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**

(72) Винахідник(и):
**Грабко Володимир Віталійович (UA),
Грабко Валентин Володимирович (UA),
Розводюк Катерина Михайлівна (UA)**
(73) Володілець (володільці):
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця,
21021 (UA)**

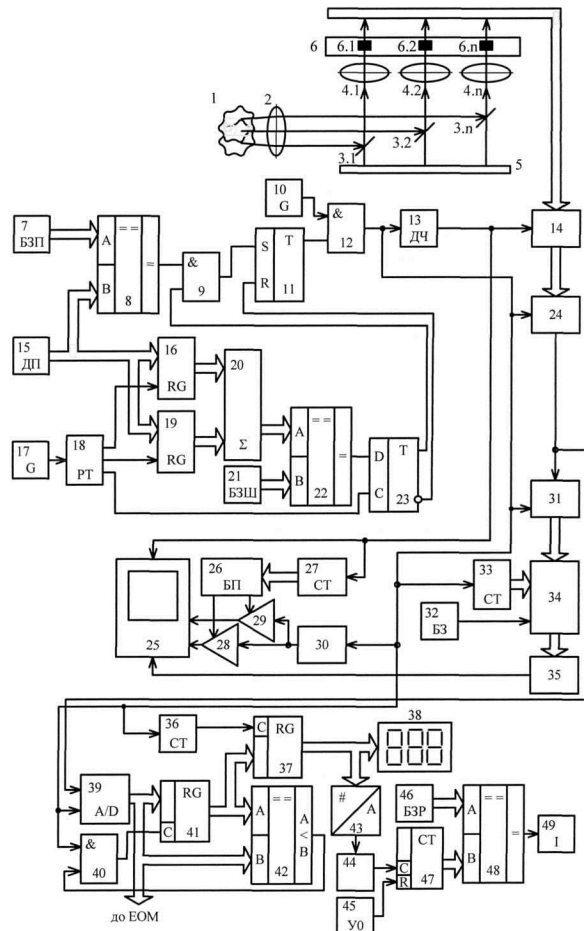
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора містить об'єкти, п дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, п лінз, встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка п інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, перший аналого-цифровий перетворювач, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, блок запуску, буфер даних, перший цифро-аналоговий перетворювач, розподільувач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи I та індикатор. Вихід дільника частоти підключений до входу 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, що змінюється ступінчасто. 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 першого аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих інфрачервоних датчиків. Вихідна цифрова шина блока задання положення підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора. Друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів з'єднані з вихідною цифровою шиною датчика положення. Вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого елемента I, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого тригера. Вихід підключений до першого входу першого тригера, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом другого тригера, перший вхід якого підключений до виходу другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового суматора. Перша і друга вхідні цифрові шини якого з'єднані відповідно з вихідними цифровими шинами першого та другого регістрів, входи яких підключені відповідно до першого та другого виходів розподільувача тактів, третій вихід якого з'єднаний з другим входом другого тригера, вихід другого генератора імпульсів підключений до входу розподільувача тактів. Вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента I, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів. Вихід з'єднаний з виходами дільника частоти, генератора

UA 154469 U

напруги, що змінюється ступінчасто, комутатора та з другим входом першого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини буфера даних, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока. Вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого лічильника, вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І. 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. 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 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. 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. 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 № 66867, МПК G01K 13/00, бюл. № 2, 2012), що містить об'єкти, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n інфрачервоних (ІЧ) датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, аналого-цифровий перетворювач (АЦП), інтерфейсний блок, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, лічильник, генератор напруги, що змінюють ступінчасто, 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, що змінюють ступінчасто, 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 АЦП з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина АЦП через інтерфейсний блок з'єднана з колами 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, що змінюють ступінчасто, комутатора та до другого входу АЦП.

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

Найближчим аналогом є пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 127509, МПК G01K 13/08, бюл. № 15, 2018), що містить об'єкти, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n ІЧ датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, АЦП (в подальшому - перший АЦП), інтерфейсний блок, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюють ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, блок запуску, буфер даних, цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) (в подальшому перший ЦАП), 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, 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, що змінюють ступінчасто, 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 першого АЦП з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина блока задання положення підключена до першої вхідної цифрової шини першого

цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів з'єднані з вихідною цифровою шиною датчика положення, вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого тригера, а вихід підключений до першого входу першого тригера, другий вхід якого разом зі входом індикатора з'єднані з другим виходом другого тригера, перший вхід якого підключений до виходу другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого з'єднані відповідно з вихідними цифровими шинами першого та другого регістрів, входи яких підключені відповідно до першого та другого виходів розподільвача тактів, третій вихід якого з'єднаний з другим входом другого тригера, вихід другого генератора імпульсів підключений до входу розподільвача тактів, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, що змінюють ступінчасто, комутатора та з другим входом першого АЦП, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини буфера даних, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною першого ЦАП, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого лічильника, вхід якого разом з другим входом інтерфейсного блока з'єднані з виходом другого елемента І, вихід комутатора підключений до першого входу інтерфейсного блока, вихід якого з'єднаний з колами ЕОМ.

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 обертають, зокрема потужними електричними машинами, та не дозволяє оцінювати стан роботоздатності об'єкта дослідження.

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

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єктів, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n ІЧ датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, перший АЦП, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюють ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, блок запуску, буфер даних, перший ЦАП, розподільвач тактів, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий суматор, два тригери, два елементи І 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, що змінюють ступінчасто, 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 першого АЦП з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих ІЧ датчиків, вихідна цифрова шина блока задання положення підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів з'єднані з вихідною цифровою шиною датчика положення, вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого тригера, а вихід підключений до першого входу першого тригера, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом другого тригера, перший вхід якого підключений до виходу другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого з'єднані відповідно з вихідними цифровими шинами першого та другого регістрів, входи

яких підключені відповідно до першого та другого виходів розподільвача тактів, третій вихід якого з'єднаний з другим входом другого тригера, вихід другого генератора імпульсів підключений до входу розподільвача тактів, вихід першого тригера з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, що змінюють ступінчасто, комутатора та з другим входом першого АЦП, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини буфера даних, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною першого ЦАП, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого лічильника, вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І, згідно з корисною моделлю введено два лічильники, два регістри, два цифрових компаратори, цифровий індикатор, третій елемент І, другий АЦП, другий ЦАП, перетворювач напруга-частота, блок установки нуля та блок задання ресурсу, причому вихідна цифрова шина другого АЦП 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 АЦП, другий вхід третього елемента І разом зі входом третього лічильника та з другим входом другого АЦП 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 ЦАП, 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 з входом четвертого регістра, вихід третього лічильника підключений до входу третього регістра, вихід комутатора з'єднаний з першим входом другого АЦП, вихідна цифрова шина якого підключена в кола ЕОМ.

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

На схемі: 1 - ротор гідрогенератора; 2 - об'єктив; 3 - п дзеркал; 4 - п лінз; 5 - оптична лінійка; 6 - лінійка п ІЧ датчиків; 7 - блок задання положення; 8 - перший цифровий компаратор; 9 - перший елемент І; 10 - перший генератор імпульсів; 11 - перший тригер; 12 - другий елемент І; 13 - дільник частоти; 14 - буферний регістр; 15 - датчик положення; 16 - перший регістр; 17 - другий генератор імпульсів; 18 - розподільвач тактів; 19 - другий регістр; 20 - цифровий суматор; 21 - блок задання швидкості; 22 - другий цифровий компаратор; 23 - другий тригер; 24 - комутатор; 25 - відеоконтрольний блок; 26 - блок пам'яті; 27 - перший лічильник; 28, 29 - перший та другий керовані підсилювачі; 30 - генератор напруги, що змінюють ступінчасто; 31 - перший АЦП; 32 - блок запуску; 33 - другий лічильник; 34 - буфер даних; 35 - перший ЦАП; 36 - третій лічильник; 37 - третій регістр; 38 - цифровий індикатор; 39 - другий АЦП; 40 - третій елемент І; 41 - четвертий регістр; 42 - третій цифровий компаратор; 43 - другий ЦАП; 44 - перетворювач напруга-частота; 45 - блок установки нуля; 46 - блок задання ресурсу; 47 - четвертий лічильник; 48 - четвертий цифровий компаратор; 49 - індикатор, причому за об'єктивом 2 п дзеркал 3.1-3.п закріплені на оптичній лінійці 5 таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю і на одній оптичній осі з дзеркалами встановлені п лінз 4.1-4.п, вихід дільника частоти 13 підключений до входів буферного регістра 14, першого лічильника 27 та до першого входу відеоконтрольного блока 25, другий та третій входи якого з'єднані з виходами першого 28 та другого 29 керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, що змінюють ступінчасто, 30, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті 26, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини першого лічильника 27, перший вхід першого АЦП 31 з'єднаний з виходом комутатора 24, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра 14, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки п окремих ІЧ датчиків 6.1 - 6.п, вихідна цифрова шина блока задання положення 7 підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора 8, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого 16 та другого 19 регістрів з'єднані з вихідною цифровою шиною датчика положення 15, вихід першого цифрового компаратора 8 підключений до першого входу першого елемента І 9, другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого тригера 23, а вихід підключений до першого входу першого тригера 11, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом другого тригера 23, перший вхід якого підключений до

виходу другого цифрового компаратора 22, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання швидкості 21, а перша вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового суматора 20, перша і друга вхідні цифрові шини якого з'єднані відповідно з вихідними цифровими шинами першого 16 та другого 19 5 реєстрів, входи яких підключені відповідно до першого та другого виходів розподільвача тактів 18, третій вихід якого з'єднаний з другим входом другого тригера 23, вихід другого генератора імпульсів 17 підключений до входу розподільвача тактів 18, вихід першого тригера 11 з'єднаний з першим входом другого елемента І 12, другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів 10, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти 13, генератора напруги, що змінюють ступінчасто, 30, комутатора 24 та з другим входом першого АЦП 31, вихідна 10 цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини буфера даних 34, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною першого ЦАП 35, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока 25, вихід блока запуску 32 з'єднаний зі входом буфера даних 34, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової 15 шини другого лічильника 33, вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І 12, вихідна цифрова шина другого АЦП 39 з'єднана зі вхідною цифровою шиною четвертого реєстра 41, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини третього реєстра 37 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 42, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною другого АЦП 39, другий вхід третього елемента І 40 20 разом зі входом третього лічильника 36 та з другим входом другого АЦП 39 підключені до виходу другого елемента 112, вихідна цифрова шина третього реєстра 37 з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора 38 та зі вхідною цифровою шиною другого ЦАП 43, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 44, вихід якого з'єднаний з першим входом четвертого лічильника 47, другий вхід якого підключений до виходу блока 25 установки нуля 45, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 48, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 46, а вихід з'єднаний зі входом індикатора 49, вихід третього цифрового компаратора 42 підключений до першого входу третього елемента І 40, вихід якого з'єднаний зі входом четвертого реєстра 41, вихід третього лічильника 36 30 підключений до входу третього реєстра 37, вихід комутатора 24 з'єднаний з першим входом другого АЦП 39, вихідна цифрова шина якого підключена в кола ЕОМ.

Запропонований пристрій працює так. При подачі напруги живлення перший 10 та другий 17 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 45 четвертий лічильник 47 скидають. Потік 35 інфрачервоного випромінювання, який створює поверхнею ротора гідрогенератора 1, що знаходиться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єктив 2, через п дзеркал 3.1-3.n, що розташовані на оптичній лініїці 5, та через п лінз 4.1-4.n на лінійку п ІЧ датчиків 6.1-6.n, розташованих вздовж радіуса ротора. Очевидно, що при обертанні ротора гідрогенератора 1 в кожен момент часу в поле зору лінійки п ІЧ датчиків 6.1-6.n потрапляє лише 40 фрагмент поверхні вздовж радіуса ротора. Отримуючи фрагменти теплового зображення, можна побудувати тепловий портрет всієї поверхні ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Якщо ротор гідрогенератора 1 знаходиться в нерухомому стані або його швидкість обертання менша від номінальної, то на екран відеоконтрольного блока 25 теплове зображення 45 поверхні ротора не виводять. Це обумовлено наступним. Під впливом другого генератора імпульсів 17 по чергово на виходах розподільвача тактів 18 формують сигнали. Сигналом з першого виходу розподільвача тактів 18 в перший реєстр 16 записують код з виходу датчика положення 15. В другий реєстр 19 сигналом з другого виходу розподільвача тактів 18 записують інший код з виходу датчика положення 15. Різниця зазначених кодів за одиницю 50 часу, що забезпечують другим генератором імпульсів 17, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора 1, що і визначають в цифровому суматорі 20 та подають на перший вхід другого цифрового компаратора 22, в якому здійснюють порівняння у вигляді кодів поточної швидкості обертання ротора гідрогенератора 1 з номінальною, яка записана в блоці задання швидкості 21. У випадку, коли швидкість менша від номінальної, на виході другого цифрового 55 компаратора 22 з'являється сигнал логічного нуля, який під дією сигналу з третього виходу розподільвача тактів 18 записують в другий тригер 23. При цьому тепловий портрет ротора не фіксують.

Якщо ж швидкість обертання ротора гідрогенератора 1 стає рівною номінальній, то на 60 другому виході другого тригера 23 з'являється сигнал логічного нуля, на його першому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який подають на вхід першого елемента І 9. В момент

обертання ротора, коли він знаходиться в умовному початковому положенні, коди з виходу датчика положення 15 та з виходу блока задання положення 7 співпадають, на виході першого цифрового компаратора 8 з'являється сигнал логічної одиниці, яким через перший елемент І 9 встановлений в одиничний стан перший тригер 11. Внаслідок цього імпульси з виходу першого генератора імпульсів 10 через другий елемент І 12 починають надходити в блоки, за допомогою яких формують тепловий портрет на екрані відеоконтрольного блока 25.

В залежності від кутової швидкості обертання ω ротора гідрогенератора 1 вибрана частота формування імпульсів f_1 першого генератора імпульсів 10, 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 лінійки n ІЧ датчиків 6.1-6. n , n - коефіцієнт ділення дільника частоти 13, що відповідає кількості окремих ІЧ датчиків 6.1, 6.2, ..., 6. n . Отже, з частотою f_1/n , при номінальній швидкості обертання ротора, на виході дільника частоти 13 з'являються імпульси, якими фіксують у буферному регістрі 14 на час $\Delta T = n/f_1$ електричні сигнали в аналоговому вигляді з виходів n окремих ІЧ датчиків 6.1, 6.2, ..., 6. n . Амплітуди цих сигналів пропорційні температурі елементарних ділянок поверхні об'єкта (кількість таких ділянок $N = n \cdot m$). Комутатором 24 здійснюють зчитування інформації з буферного регістра 14 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний. Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 24 потрапляє на вхід відеоконтрольного блока 25 і на вхід другого АЦП 39, в якому він перетворюють в цифрову форму.

Зазначимо, що потік інформації з виходу комутатора 24 про теплове зображення обмотки ротора потрапляє також в буфер даних 34 через перший АЦП Зів цифровій формі. Під управлінням другого лічильника 33 інформація послідовно розміщують в буфері даних 34. Розмір буфера може бути різним, але не меншим, ніж для розміщення в ньому інформації про теплове зображення ротора, що отримують за один оберт ротора. В подальшому цей потік інформації через перший ЦАП 35 перетворюють в аналогову форму та подають на вхід відеоконтрольного блока 25.

Генератор напруги, що змінюють ступінчасто, 30, перший 28 та другий 29 керовані підсилювачі і блок пам'яті 26 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 25. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги, що змінюють ступінчасто, 30, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подають на входи першого 28 і другого 29 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задають вихідними сигналами блока пам'яті 26. При цьому коефіцієнти підсилення першого 28 та другого 29 керованих підсилювачів задають так, що на їх виходах формують 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 15. При цьому $i = \overline{0, n}$, $j = \overline{0, m}$.

На вхід блока пам'яті 26 сигнали надходять з першого лічильника 27, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . В результаті на екрані відеоконтрольного блока 25 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу дільника частоти 13 формують зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора 1.

У випадку, коли оперативному персоналу необхідно відстежити фрагмент теплового зображення, який може мати інтерес для попереднього дослідження, сигналом з блока запуску 32 буфер даних 34 переводять в режим повторного неперервного зчитування записаної в ньому інформації з подальшим її виведенням через перший ЦАП 35 на відеоконтрольний блок 25. Цей процес здійснюють до тих пір, поки активним є сигнал з виходу блока запуску 32.

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

Вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, в залежності від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюють так. Одночасно аналогові сигнали з виходу комутатора 24 потрапляють і на вхід першого АЦП 31, і на вхід другого АЦП 39, в якому по сигналу з виходу другого елемента І 12 здійснюють їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в третьому цифровому компараторі 42 здійснюють порівняння цифрового коду з виходу другого АЦП 39 та нульового коду, записаного в четвертому регістрі 41. При цьому на виході третього цифрового компаратора 42 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривають третій елемент І 40 і по сигналу з виходу другого елемента І 12 цифровий код з виходу другого АЦП 39 записують в четвертий регістр 41. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході другого АЦП 39 з'являється

цифровий код, який порівнюють з кодом, записаним в четвертому регістрі 41. І якщо цифровий код на виході другого АЦП 39 перевищує код, записаний в четвертому регістрі 41, то відбувається перезапис коду в четвертий регістр 41. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження, в четвертому регістрі 41 зберігають код, що відповідає найвищій температурі об'єкта дослідження. По завершенні повного оберту досліджуваного об'єкта на виході третього лічильника 36, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з четвертого регістра 41 переписують в третій регістр 37 та виводять на цифровий індикатор 38. Одночасно цифровий код з виходу третього регістра 37 надходить на вхід другого ЦАП 43, вихідний аналоговий сигнал якого подають на вхід перетворювача напруга-частота 44. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в четвертий лічильник 47 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора 1, яка накопичують за кожен оберт ротора гідрогенератора 1 в процесі його роботи.

Зауважимо, що температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора 1 може змінюватись, а отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в четвертий лічильник 47, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної ділянки поверхні ротора гідрогенератора 1 і передають за допомогою відповідного інфрачервоного датчика.

У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпує цифровий код на виході четвертого лічильника 47 досягає значення, записаного в блоці задання ресурсу 46. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 48 з'являється сигнал логічної одиниці, яким вмикають індикатор 49, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора 1.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єкти, n дзеркал, закріплених на оптичній лінійці таким чином, що їх площини утворюють кут 45° з головною оптичною віссю, n лінз, що встановлені на одній оптичній осі з дзеркалами, лінійка n інфрачервоних датчиків, дільник частоти, буферний регістр, комутатор, перший аналого-цифровий перетворювач, два генератори імпульсів, два керовані підсилювачі, відеоконтрольний блок, два лічильники, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, блок пам'яті, датчик положення, блок задання положення, блок задання швидкості, блок запуску, буфер даних, перший цифро-аналоговий перетворювач, 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, 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, що змінюється ступінчасто, 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 першого аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами лінійки n окремих інфрачервоних датчиків, вхідна цифрова шина блока задання положення підключена до першої вхідної цифрової шини першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів з'єднані з вихідною цифровою шиною датчика положення, вихід першого цифрового компаратора підключений до першого входу першого елемента I , другий вхід якого з'єднаний з першим виходом другого тригера, а вихід підключений до першого входу першого тригера, другий вхід якого з'єднаний з другим виходом другого тригера, перший вхід якого підключений до виходу другого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною блока задання швидкості, а перша вхідна цифрова шина підключена до вихідної цифрової шини цифрового суматора, перша і друга вхідні цифрові шини якого з'єднані відповідно з вихідними цифровими шинами першого та другого регістрів, входи яких підключені відповідно до першого та другого виходів розподільувача тактів, третій вихід якого з'єднаний з другим виходом другого тригера, вихід другого генератора імпульсів підключений до входу розподільувача тактів, вихід першого тригера з'єднаний з першим виходом другого елемента I , другий вхід якого підключений до виходу першого генератора імпульсів, а вихід з'єднаний з входами дільника частоти, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, комутатора та з другим виходом першого аналого-цифрового перетворювача, вхідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної

цифрової шини буфера даних, вихідна цифрова шина якого з'єднана зі вхідною цифровою шиною першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихід блока запуску з'єднаний зі входом буфера даних, друга вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого лічильника, вхід якого з'єднаний з виходом другого елемента І, який **відрізняється** тим, що 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 EOM.

