



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **154673** (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 02768	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Жуков Олексій Анатолійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Штурба Анатолій Григорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.06.2023	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 30.11.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 29.11.2023, Бюл.№ 48	(73) Володілець (володільці): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

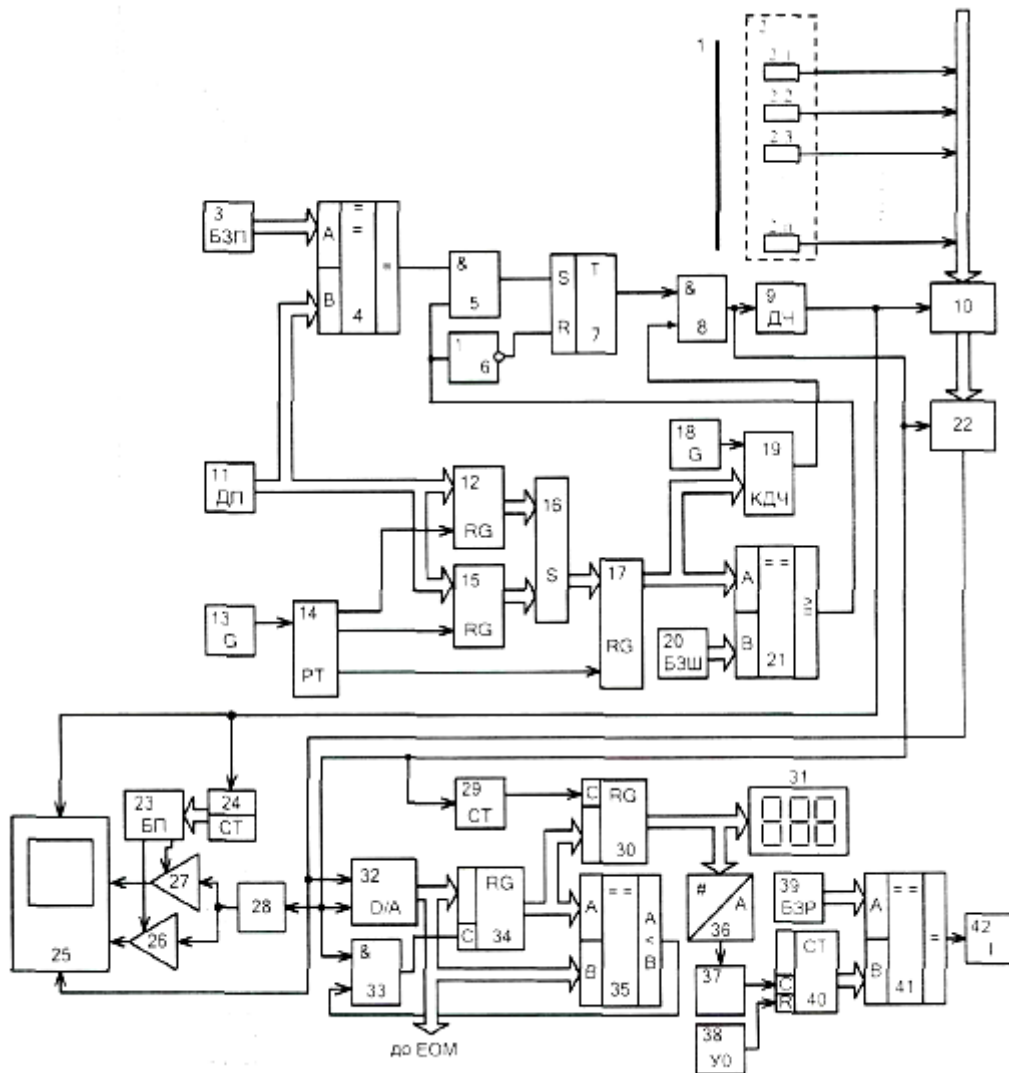
(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ РОТОРА ГІДРОГЕНЕРАТОРА

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора містить об'єктив, інфрачервоний приймач, містить n окремих інфрачервоних сенсорів, блок задання положення, два цифрові компаратори, два елементи I, елемент NI, тригер, два генератори імпульсів, дільник частоти, буферний регістр, датчик положення, три регістри, розподільювач тактів, цифровий суматор, блок задання швидкості, керований дільник частоти, комутатор, блок пам'яті, перший лічильник, відеоконтрольний блок, два керовані підсилювачі, генератор напруги, 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 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 першого лічильника імпульсів та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина першого 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 розподільювача тактів, перший, другий та третій виходи якого підключені відповідно до входів першого, другого та третього регістрів, вихідна цифрова шина блока задання швидкості підключена до другої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, 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 якою з'єднаний з другим входом тригера, вихід керованого дільника частоти підключений до другого входу другого

UA 154673 U

елемента І. Введено аналого-цифровий перетворювач, третій елемент І, два лічильники, два регістри, два цифрові компаратори, цифровий індикатор, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок задання ресурсу, індикатор та блок установки нуля. Вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі входною цифрою шинною п'ятого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до входної цифрової шини четвертого регістра та до першої входної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга входна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою шинною аналого-цифрового перетворювача. Другий вхід третього елемента І разом з другим входом аналого-цифрового перетворювача та зі входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І. Вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі входною цифрою шинною цифрового індикатора та зі входною цифрою шинною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля. Вихідна цифрова шина з'єднана з другою входною цифрою шинною цифрою шинною четвертого цифрового компаратора, перша входна 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 п'ятого регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами 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, МПК G01K 13/08, бюл. № 2, 2012), що містить об'єкти, дільник частоти, вихід якого підключений до входів буферного регістра, лічильника та до першого входу відеоконтрольного блока, другий та третій входи якого з'єднані відповідно з виходами першого та другого керованих підсилювачів, перші входи яких підключені до виходу генератора напруги, а другі входи з'єднані відповідно з першим та другим виходами блока пам'яті, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини лічильника, четвертий вхід відеоконтрольного блока разом з першим входом блока підготовки даних з'єднані з виходом комутатора, вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини буферного регістра, вхідна цифрова шина якого з'єднана з виходами п окремих інфрачервоних сенсорів інфрачервоного приймача, вихід блока підготовки даних підключений в кола ЕОМ, вихідна цифрова шина блока задання положення з'єднана з першою вхідною цифровою шиною першого цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого разом з вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів підключені до вихідної цифрової шини датчика положення, вихід першого цифрового компаратора з'єднаний з першим входом першого елемента І, другий вхід якого підключений до першого виходу другого тригера, а вихід з'єднаний з першим входом першого тригера, другий вхід якого разом з 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 з входом розподільвача тактів, вихід першого тригера підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого генератора імпульсів, а вихід підключений до входів дільника частоти, генератора напруги, комутатора та до другого входу блока підготовки даних.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє 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 обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

За аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури ротора гідрогенератора (Патент України № 104551, МПК G01K 13/08, бюл. № 3, 10.02.2016), що містить об'єкти, інфрачервоний приймач, що містить п окремих інфрачервоних сенсорів, блок задання положення, два цифрові компаратори, два елементи І, елемент НІ, тригер, два генератори імпульсів, дільник частоти, буферний регістр, датчик положення, три регістри, розподільвач тактів, цифровий суматор, блок задання швидкості, комутатор, керований дільник частоти, блок підготовки даних, блок пам'яті, лічильник (в подальшому перший лічильник), відеоконтрольний блок, два керовані підсилювачі, генератор напруги, причому п 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 блока, вихід дільника частоти підключений до першого входу відеоконтрольного блока, до входів лічильника імпульсів та буферного регістра, вхідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до другого входу блока підготовки даних та до четвертого входу відеоконтрольного блока, вхідна 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, вхідна цифрова шина датчика положення з'єднана зі вхідними цифровими шинами першого та другого регістрів, вхідні цифрові шини яких підключені до першої та другої вхідних 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 електронно-обчислюваної машини (ЕОМ), вихідна цифрова шина блока задання швидкості підключена до другої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, 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 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.

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 обертаються, зокрема потужними електричними машинами.

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 тепловий портрет та оцінювати витрачання ресурсу ізоляції обмоток ротора гідрогенератора в процесі його обертання при швидкостях обертання, відмінних від номінальної, 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'єкти, інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів, блок задання положення, два цифрові компаратори, два елементи І, елемент НІ, тригер, два генератори імпульсів, дільник частоти, буферний регістр, датчик положення, три регістри, розподільвач тактів, цифровий суматор, блок задання швидкості, керований дільник частоти, комутатор, блок пам'яті, перший 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 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 першого лічильника імпульсів та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина першого 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 розподільвача тактів, перший, другий та третій виходи якого підключені відповідно до входів першого, другого та третього регістрів, вихідна цифрова шина блока задання швидкості підключена до другої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, 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 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, згідно з корисною моделлю, введено аналого-цифровий перетворювач, третій елемент І, два лічильники, два регістри, два цифрові компаратори, цифровий індикатор, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок задання ресурсу, індикатор та блок установки нуля, причому вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, другий вхід третього елемента І разом з другим входом аналого-

цифрового перетворювача та зі входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента І, перший вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднано з виходом комутатора та четвертим входом відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього 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 п'ятого регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами ЕОМ.

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

На схемі: 1 - об'єктив; 2 - інфрачервоний приймач, що містить n окремих інфрачервоних сенсорів; 3 - блок задання положення; 4 - перший цифровий компаратор; 5 - перший елемент І; 6 - елемент НІ; 7 - тригер; 8 - другий елемент І; 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 пам'яті; 24 - перший лічильник; 25 - відеоконтрольний блок; 26, 27 - перший та другий керовані підсилювачі; 28 - генератор напруги, 29 - другий лічильник; 30 - четвертий регістр; 31 цифровий індикатор; 32 - аналого-цифровий перетворювач; 33 - третій елемент І; 34 - п'ятий регістр; 35 - третій цифровий компаратор; 36 - цифро-аналоговий перетворювач; 37 - перетворювач напруга-частота; 38 - блок установки нуля; 39 - блок задання ресурсу; 40 - третій лічильник; 41 - четвертий цифровий компаратор; 42 - індикатор, 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 І 5, вихід якого з'єднаний з першим входом тригера 7, вихід якого підключений до першого входу другого елемента І 8, вихід якого з'єднаний з входами дільника частоти 9, комутатора 22, другого лічильника 29, другим входом аналого-цифрового перетворювача 32, другим входом третього елемента І 33 та входом генератора напруги 28, вихід якого підключений до других входів першого 26 та другого 27 керованих підсилювачів, виходи яких з'єднані відповідно із третім та другим входами відеоконтрольного блока 25, вихід дільника частоти 9 підключений до першого входу відеоконтрольного блока 25, до входів першого лічильника 24, та буферного регістра 10, вихідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора 22, вихід якого підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача 32 та до четвертого входу відеоконтрольного блока 25, вихідна цифрова шина першого лічильника 24 з'єднана зі вхідною цифровою шиною блока пам'яті 23, перший та другий виходи якого підключені до перших входів відповідно другого 27 та першого 26 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 розподільувача тактів 14, перший та другий виходи якого підключені відповідно до входів першого 12 та другого 15 регістрів, 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 НІ 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 розподільувача тактів 14 з'єднаний зі входом третього регістра 17, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача 32 з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого регістра 34, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра 30 та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора 35, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана

з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача 32, вихідна цифрова шина четвертого регістра 30 з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора 31 та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача 36, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота 37, вихід якого з'єднаний з першим входом третього лічильника 40, другий вхід якого підключений до виходу блока установки нуля 38, а вихідна цифрова шина з'єднана з другою вхідною цифровою шиною четвертого цифрового компаратора 41, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини блока задання ресурсу 39, а вихід з'єднаний зі входом індикатора 42, вихід третього цифрового компаратора 35 підключений до першого входу третього елемента I 33, вихід якого з'єднаний зі входом четвертого регістра 30, вихід другого лічильника 29 підключений до входу четвертого регістра 30, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача 32 з'єднана з колами ЕОМ, позицією 1 позначено об'єktiv.

Запропонований пристрій працює наступним чином.

При подачі напруги живлення перший 13 та другий 18 генератори імпульсів починають формувати відповідні послідовності імпульсів. Одночасно вихідним сигналом блока установки нуля 38 третій лічильник 40 скидають. Потік інфрачервоного випромінювання, який створюють поверхнею ротора гідрогенератора, що знаходяться на деякій відстані від оптичної системи пристрою, потрапляє через об'єktiv 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 25 теплове зображення поверхні ротора не виводять. Це зумовлено наступним. Під впливом першого генератора імпульсів 13 по чергову на виходах розподільвача тактів 14 формують сигнали. Сигналом з першого виходу розподільвача тактів 14 в перший регістр 12 записують код з виходу датчика положення 11. В другий регістр 15 сигналом з другого виходу розподільвача тактів 14 записують інший код з виходу датчика положення 11. Різниця зазначених кодів за одиницю часу, що забезпечують першим генератором імпульсів 13, являє собою швидкість обертання ротора гідрогенератора, що і визначають в цифровому суматорі 16. Сигналом з третього виходу розподільвача тактів 14 цю різницю кодів записують в третій регістр 17, з якого її подають на вхідну цифрову шину керованого дільника частоти 19 та першу вхідну цифрову шину другого цифрового компаратора 21, в якому здійснюють 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 I 5 закритий та на його виході присутній сигнал логічного нуля. При цьому тепловий портрет ротора не фіксують.

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 подають на другий вхід першого елемента I 5, а на виході елемента NI 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 I 5 встановлюють в одиничний стан тригер 7. При цьому сигнал логічної одиниці з виходу тригера 7 подають на перший вхід другого елемента I 8.

Імпульси з виходу другого генератора імпульсів 18 подають на вхід керованого дільника частоти 19, з якого керують кодом з вихідної цифрової шини третього регістра 17. З виходу керованого дільника частоти 19 імпульси подають на другий вхід другого елемента I 8, вихідні послідовності імпульсів починають надходити в блоки, за допомогою яких формують тепловий портрет ротора гідрогенератора на екрані відеоконтрольного блока 25.

Залежно від кутової швидкості ω 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 $m = 360^\circ / \beta$, 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 фіксують 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 здійснюють 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 25.

Генератор напруги 28, перший 26 та другий 27 керовані підсилювачі і блок пам'яті 23 призначені для формування сигналів розгортки відеоконтрольного блока 25. Сигнал частотою f_1 , що надходить на вхід генератора напруги 28, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подають на входи першого 26 і другого 27 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задають вихідними сигналами блока пам'яті 23. При цьому коефіцієнти підсилення першого 26 та другого 27 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 11. При цьому $i = 0, n$, $j = 0, m$.

На вхід блока пам'яті 23 сигнали надходять з першого лічильника 24, 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 9 формують зображення, що відповідає тепловому портрету ротора гідрогенератора.

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

Зміну швидкості обертання ротора гідрогенератора фіксують в третьому регістрі 17, внаслідок чого змінюють частота імпульсів на виході керованого дільника частоти 19, що забезпечує стабільне виведення теплового портрета об'єкта дослідження на екран відеоконтрольного блока 25.

Вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, залежно від температури впливу на ізоляцію, за тепловим портретом здійснюють так. Одночасно аналогові сигнали з виходу комутатора 22 потрапляють і на відеоконтрольний блок 25, і на вхід аналого-цифрового перетворювача 32, в якому по сигналу з виходу другого елемента І 8 здійснюють їх перетворення в цифровий код. По закінченню першого перетворення в третьому цифровому компараторі 35 здійснюють порівняння цифрового коду з виходу аналого-цифрового перетворювача 32 та нульового коду, записаного в п'ятому регістрі 34. При цьому на виході третього цифрового компаратора 35 з'являється сигнал логічної одиниці, яким відкривають третій елемент І 33, і по сигналу з виходу другого елемента І 8 цифровий код з виходу аналого-цифрового перетворювача 32 записують в п'ятий регістр 34. При черговому циклі аналого-цифрового перетворення на виході аналого-цифрового перетворювача 32 з'являється цифровий код, який порівнюють з кодом, записаним в п'ятому регістрі 34. І якщо цифровий код на виході аналого-цифрового перетворювача 32 перевищує код, записаний в п'ятому регістрі 34, то відбувається перезапис коду в п'ятий регістр 34. Таким чином в процесі аналого-цифрового перетворення сигналів, що відповідають температурі різних точок об'єкта дослідження, в п'ятому регістрі 34 зберігають код, що відповідає найвищій температурі об'єкта дослідження.

По завершенні повного оберту досліджуваного об'єкта на виході другого лічильника 29, коефіцієнт ділення якого дорівнює N , з'являється імпульс, яким інформація з п'ятого регістра 34 переписують в четвертий регістр 30 та виводять на цифровий індикатор 31. Одночасно цифровий код з виходу четвертого регістра 30 надходить на вхід цифро-аналогового перетворювача 36, вихідний аналоговий сигнал якого подають на вхід перетворювача напруга-частота 37. З виходу останнього послідовність імпульсів надходить в третій лічильник 40 - лічильник відпрацьованого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, яка накопичують за кожен оберт ротора гідрогенератора в процесі його роботи.

Зауважимо, що температура в місці нагріву ізоляції обмотки ротора гідрогенератора може змінюватись, а, отже, буде змінюватись і частота надходження імпульсів в третій лічильник 40, яка залежить від значення аналогового сигналу, що відповідає температурі елементарної ділянки поверхні ротора гідрогенератора і передають за допомогою відповідного інфрачервоного сенсора.

У випадку, коли ресурс роботи ізоляції ротора, що залежить від температури, вичерпують, цифровий код на виході третього лічильника 40 досягає значення, записаного в блоці задання

ресурсу 39. При цьому на виході четвертого цифрового компаратора 41 з'являється сигнал логічної одиниці, яким вмикають індикатор 42, що свідчить про вичерпання робочого ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора.

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання ресурсу ізоляції ротора гідрогенератора, що містить об'єktiv, інфрачервоний приймач, що містить п окремих інфрачервоних сенсорів, блок задання положення, два цифрові компаратори, два елементи I, елемент HI, тригер, два генератори імпульсів, дільник частоти, буферний регістр, датчик положення, три регістри, розподільувач тактів, цифровий суматор, блок задання швидкості, керований дільник частоти, комутатор, блок пам'яті, перший лічильник, відеоконтрольний блок, два керовані підсилювачі, генератор напруги, причому п 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 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 першого лічильника імпульсів та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана зі вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до четвертого входу відеоконтрольного блока, вихідна цифрова шина першого 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, другий та третій виходи якого підключені відповідно до входів першого, другого та третього регістрів, вихідна цифрова шина блока задання швидкості підключена до другої вхідної цифрової шини другого цифрового компаратора, 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 HI, вихід якого з'єднаний з другим входом тригера, вихід керованого дільника частоти підключений до другого входу другого елемента I, який **відрізняється** тим, що введено аналого-цифровий перетворювач, третій елемент I, два лічильники, два регістри, два цифрові компаратори, цифровий індикатор, цифро-аналоговий перетворювач, перетворювач напруга-частота, блок задання ресурсу, індикатор та блок установки нуля, причому вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана зі вхідною цифровою шиною п'ятого регістра, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини четвертого регістра та до першої вхідної цифрової шини третього цифрового компаратора, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, другий вхід третього елемента I разом з другим входом аналого-цифрового перетворювача та зі входом другого лічильника підключені до виходу другого елемента I, вихідна цифрова шина четвертого регістра з'єднана зі вхідною цифровою шиною цифрового індикатора та зі вхідною цифровою шиною цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до входу перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з першим входом третього 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 I, вихід якого з'єднаний зі входом п'ятого регістра, вихід другого лічильника підключений до входу четвертого регістра, вихідна цифрова шина аналого-цифрового перетворювача з'єднана з колами ЕОМ.

