



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **137513** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
H02K 51/00

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

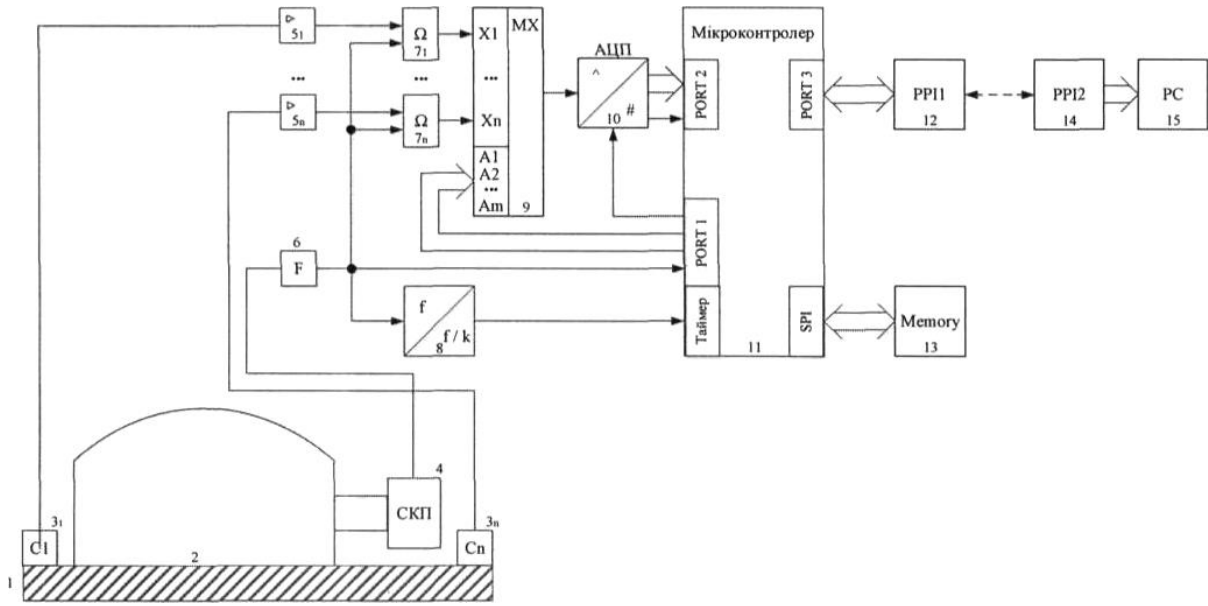
(21) Номер заявки: u 2019 03577	(72) Винахідник(и): Граняк Валерій Федорович (UA), Кухарчук Василь Васильович (UA), Кацев Самуїл Шулімович (UA)
(22) Дата подання заявки: 08.04.2019	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця 21021 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.10.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2019, Бюл.№ 20	

(54) СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

(57) Реферат:

Стенд для випробування електричних машин, який містить n вимірювальних канали віброприскорення та вимірювальний канал кутового положення ротора машини, до складу кожного вимірювального каналу віброприскорення входить віброперетворювач, вихід якого з'єднаний з входом масштабуючого підсилювача та елемент аналогової пам'яті, вихід якого з'єднаний з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплексора, номер якого відповідає номеру каналу віброприскорення, адресний вхід аналогового мультиплексора з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера, вихід аналогового мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим виходом першого порту мікроконтролера, перший та другий вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера відповідно, вихід сенсора кутового положення ротора з'єднаний з входом формувача, а його вихід з'єднаний з входом подільника частоти, входом першого порту мікроконтролера та другими входами елементів аналогової пам'яті, вихід подільника частоти з'єднаний з входом таймера мікроконтролера, вхід-вихід SPI мікроконтролера з'єднаний з входом-виходом зовнішньої пам'яті, вхід-вихід третього порту мікроконтролера з'єднаний з першим входом-виходом першого пристрою перетворення інтерфейсу, другий вхід-вихід першого пристрою перетворення інтерфейсу через лінію зв'язку з'єднаний з першим входом-виходом другого пристрою перетворення інтерфейсу, а другий вхід-вихід другого пристрою перетворення інтерфейсу з'єднаний з входом-виходом сервера, причому введено станину для кріплення випробовуваної електричної машини, на якій закріплені n віброперетворювачів у n просторово розподілених точках, виходи n масштабуючих підсилювачів з'єднані відповідно з першими входами n елементів аналогової пам'яті, а на станині жорстко закріплена випробовувана електрична машина, на валу якої закріплено сенсор кутового положення.

UA 137513 U



Корисна модель належить до електромеханічної галузі, а саме випробування електричних машин.

Корисна модель направлена на вирішення існуючої проблеми щодо зменшення енергетичних витрат на проведення випробувань електричних машин, зниження собівартості нових випробувальних станцій та підвищення надійності їх роботи.

Відомий стенд для випробування електричних машин постійного струму послідовного збудження (патент України на корисну модель № 50929, м. кл. H02K 51/00 опубл. 25.06.2010 р.), що містить джерело постійної напруги, електричні двигун та генератор, вали яких з'єднані між собою, причому обмотки якоря і збудження генератора та джерело постійної напруги з'єднані послідовно та підключені до входу конвертора напруги з коефіцієнтом перетворення, менше одиниці, до виходу якого підключені обмотки якоря та збудження двигуна, які з'єднані послідовно.

Недоліком зазначеного стенда є обмежена функціональність, так як випробовуються лише машинами постійного струму послідовного збудження, а також відсутня можливість виявлення дефектів механічних частин електричних машин.

Відома система для вимірювання і контролю параметрів вібрації електричних машин (патент України на корисну модель № 102700, м. кл. G01M 7/00, G01M 7/02 опубл. 02.06.2015 р.), яка вибрана як найближчий аналог. Система містить n вимірювальних каналів віброприскорення, у кожному з n каналів віброприскорення вихід віброперетворювача з'єднаний з входом масштабуючого підсилювача, а вихід масштабуючого підсилювача з'єднаний з входом смугового фільтра, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента аналогової пам'яті, а вихід елемента аналогової пам'яті з'єднаний з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплексора, номер якого відповідає номеру каналу віброприскорення, адресний вхід аналогового мультиплексора з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера, вихід аналогового мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим виходом першого порту мікроконтролера, перший та другий вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера відповідно, вихід сенсора кутового положення ротора з'єднаний з входом формувача, а його вихід з'єднаний з входом подільника частоти, входом першого порту мікроконтролера та другими входами елементів аналогової пам'яті, вихід подільника частоти з'єднаний з входом таймера мікроконтролера, вхід-вихід SPI мікроконтролера з'єднаний з входом-виходом зовнішньої пам'яті, вхід-вихід третього порту мікроконтролера з'єднаний з першим входом-виходом першого пристрою перетворення інтерфейсу, другий вхід-вихід першого пристрою перетворення інтерфейсу через лінію зв'язку з'єднаний з першим входом-виходом другого пристрою перетворення інтерфейсу, а другий вхід-вихід другого пристрою перетворення інтерфейсу з'єднаний з входом-виходом сервера.

Проте зазначена система, хоча і передбачає можливість виявлення широкого класу дефектів електричних машин, призначена для безперервного контролю конкретної електричної машини (зазвичай великої потужності) у режимі її промислової експлуатації та не адаптована для тестування широкого класу електричних машин різної потужності та конструкції в процесі їх заводських випробувань, випробувань під час планової діагностики чи випробувань перед введенням в експлуатацію після капітального ремонту.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення стенда для випробування електричних машин, в якому за рахунок введення нових елементів, зв'язків та програмних ланок обробки вимірюваних параметрів отримується можливість здійснення тестування широкого класу електричних машин різної потужності та конструкції при забезпеченні можливості виявлення дефектів як електромагнітної, так і механічної природи на ранніх стадіях їх формування, що сприяє розширенню функціональних можливостей.

Згідно з корисною моделлю, стенд для випробування електричних машин, який містить станину для кріплення випробовуваної електричної машини, на якій закріплені n віброперетворювачів у n просторово розподілених точках, та до якої жорстко закріплена випробовувана електрична машина, на валу якої закріплений сенсор кутового положення, n вимірювальних каналів віброприскорення та вимірювальний канал кутового положення ротора машини, до складу кожного вимірювального каналу вібрації входить віброперетворювач, вихід якого з'єднаний з входом масштабуючого підсилювача, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента аналогової пам'яті, вихід якого, в свою чергу, з'єднаний з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплексора, номер якого відповідає номеру каналу вібрації, адресний вхід аналогового мультиплексора з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера, вихід мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим виходом першого порту

мікроконтролера, перший та другий вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера відповідно, вихід сенсора кутового положення ротора з'єднаний з входом формувача, а вихід формувача з'єднаний з входом подільника частоти, входом першого порту мікроконтролера та другими входами елементів аналогової пам'яті, вихід подільника частоти з'єднаний з входом таймера мікроконтролера, вхід-вихід SPI мікроконтролера з'єднаний з входом-виходом зовнішньої пам'яті, вхід-вихід третього порту мікроконтролера з'єднаний з першим входом-виходом першого пристрою перетворення інтерфейсу, другий вхід-вихід першого пристрою перетворення інтерфейсу через лінію зв'язку з'єднаний з першим входом-виходом другого пристрою перетворення інтерфейсу, а другий вхід-вихід другого пристрою перетворення інтерфейсу з'єднаний з входом-виходом сервера.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де 1 - станина для кріплення випробовуваної електричної машини, 2 - випробувана електрична машина, 3-3n - віброперетворювачі, 4 - сенсор кутового положення ротора, 5-5n - масштабуючі підсилювачі, 6 - формувач; 7-7n - елементи аналогової пам'яті, 8 - подільник частоти; 9 - аналоговий мультиплексор, 10 - аналого-цифровий перетворювач, 11 - мікроконтролер, 12 і 14 - пристрої перетворення інтерфейсу, 13 - зовнішня пам'ять, 15 - сервер.

Пристрій містить станину для кріплення випробовуваної електричної машини 1, на якій закріплені n віброперетворювачів 3 у n просторово розподілених точках, та до якої жорстко закріплюється випробовувана електрична машина 2, на валу якої закріплюється сенсор кутового положення ротора 4, n вимірювальних каналів віброприскорення та вимірювальний канал кутового положення ротора машини, до складу кожного вимірювального каналу віброприскорення входить віброперетворювач 3, вихід якого з'єднаний з входом масштабуючого підсилювача 5, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента аналогової пам'яті 7, вихід якого, в свою чергу, з'єднаний з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплексора 9, номер якого відповідає номеру каналу віброприскорення, адресний вхід аналогового мультиплексора 9 з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера 11, вихід аналогового мультиплексора 9 з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача 10, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача 10 з'єднаний з першим виходом першого порту мікроконтролера 11, перший та другий вихід аналого-цифрового перетворювача 10 з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера 11 відповідно, вихід сенсора кутового положення ротора 4 з'єднаний з входом формувача 6, а його вихід з'єднаний з входом подільника частоти 8, входом першого порту мікроконтролера 11 та другими входами елементів аналогової пам'яті 7-7n, вихід подільника частоти 8 з'єднаний з входом таймера мікроконтролера 11, вхід-вихід SPI мікроконтролера 11 з'єднаний з входом-виходом зовнішньої пам'яті 13, вхід-вихід третього порту мікроконтролера 11 з'єднаний з першим входом-виходом першого пристрою перетворення інтерфейсу 12, другий вхід-вихід першого пристрою перетворення інтерфейсу 12 через лінію зв'язку з'єднаний з першим входом-виходом другого пристрою перетворення інтерфейсу 14, а другий вхід-вихід другого пристрою перетворення інтерфейсу 14 з'єднаний з входом-виходом сервера 15.

Пристрій працює наступним чином.

На станині для кріплення випробовуваної електричної машини 1 жорстко, з витримуванням відповідного затягуючого моменту, кріпиться випробувана електрична машина 2, на вал якої закріплюється сенсор кутового положення ротора 4, до обмоток якої підводиться номінальне живлення відповідного їй типу струму. При цьому у n просторово рознесених точках станини для кріплення випробовуваної електричної машини 1 знаходяться n віброперетворювачів 3-3n.

Після запуску машини та виходу її швидкості обертання на швидкість холостого ходу n віброперетворювачів 3-3n здійснюють перетворення рівня вібросигналу, у n точках станини для кріплення випробовуваної електричної машини 1, в рівень постійної напруги, значення якої підсилюється до значення, придатного для роботи системи у n масштабуючих підсилювачах 5-5n. Сигнали з виходів n масштабуючих підсилювачів 5-5n надходять на входи n елементів аналогової пам'яті 7-7n відповідно, де запам'ятовують у момент надходження з виходу формувача 6 одиничного сигналу, що відповідає повороту ротора електричної машини на визначений кут. Цей же сигнал логічної одиниці з виходу формувача 6 надходить на перший вхід першого порту мікроконтролера 11 та служить сигналом початку операції вимірювального перетворення віброприскорення. Після цього на другому виході першого порту мікроконтролера 11 формується адресний сигнал, що відповідає першому інформаційному входу аналогового мультиплексора 9, що призводить до встановлення сигналу з його першого входу на його виході. Тоді на першому виході першого порту мікроконтролера 11 формується сигнал запуску аналого-цифрового перетворення, яке реалізується аналого-цифровим перетворювачем 10, результат якого зчитується з першого входу другого порту мікроконтролера 11 при приході на

вхід другого порту мікроконтролера 11 сигналу закінчення вимірювального перетворення. Після цього на другому виході першого порту мікроконтролера 11 формується адреса наступного інформаційного входу аналогового мультиплексора 9. Решта операцій повторюється циклічно, доки не буде отримано цифрове значення сигналу на усіх входах аналогового мультиплексора 9, що відповідають рівням вібросигналу з усіх n віброперетворювачів 31-3 n . Після завершення цих операцій вимірювальна система переходить у режим очікування наступного одиничного імпульсу з виходу формувача 6, а після його отримання операції повторюються циклічно.

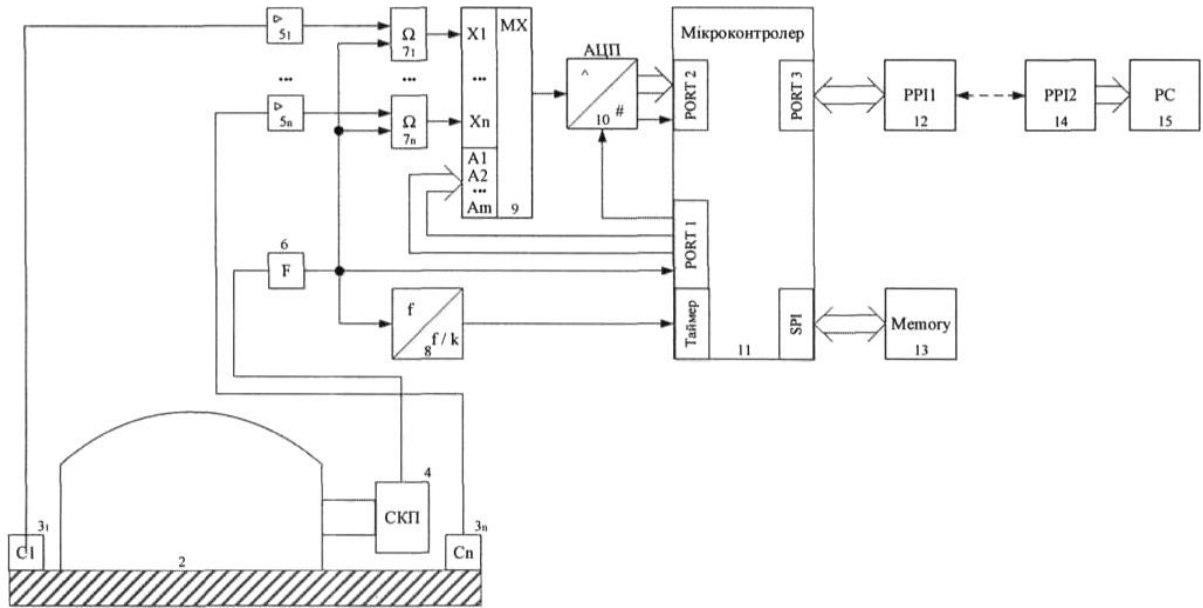
На виході сенсора кутового положення 4 формується сигнал при повороті ротора електричної машини на заданий кут, який надходить на вхід формувача 6. У формувачі 6 цей сигнал перетворюється у сигнал логічної одиниці та надходить, окрім других входів елементів аналогової пам'яті 71-7 n та першого входу першого порту мікроконтролера 11, на вхід подільника частоти 8, на виході якого, при надходженні на його вхід k -го імпульсу, що відповідає коефіцієнту ділення частоти, формується сигнал логічної одиниці, який надходить на вхід таймера мікроконтролера 11, де служить сигналом запису поточного числа, відрахованого таймером мікроконтролера 11.

Отримані значення віброприскорення у всіх просторово розподілених точках станини для кріплення випробовуваної електричної машини 1 та числовий код, відрахований таймером за час повороту ротора електричної машини на кут α_k , передається через перший 12 та другий 14 пристрої перетворення інтерфейсу та лінію зв'язку на сервер 15, де здійснюється його розкладання у ряд Фур'є, додаткова числова обробка та порівняння із базою даних вібросигналів для тестованого типу електричної машини. На основі цього порівняння запрограмованим у сервері 15 алгоритмом приймається рішення про вірогідність наявності того чи іншого дефекту випробовуваної електричної машини 2. Інформація про вірогідність наявності різних видів дефектів випробовуваної електричної машини 2 надається оператору через екран сервера.

Зовнішня пам'ять 13 застосовується для проміжного зберігання отриманих числових значень, пропорційних вібросигналу, числового коду з виходу таймера та, при потребі, програмного коду роботи мікроконтролера 11.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Стенд для випробування електричних машин, який містить n вимірювальних каналів віброприскорення та вимірювальний канал кутового положення ротора машини, до складу кожного вимірювального каналу віброприскорення входить віброперетворювач, вихід якого з'єднаний з входом масштабуючого підсилювача та елемент аналогової пам'яті, вихід якого з'єднаний з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплексора, номер якого відповідає номеру каналу віброприскорення, адресний вхід аналогового мультиплексора з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера, вихід аналогового мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з першим виходом першого порту мікроконтролера, перший та другий вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера відповідно, вихід сенсора кутового положення ротора з'єднаний з входом формувача, а його вихід з'єднаний з входом подільника частоти, входом першого порту мікроконтролера та другими входами елементів аналогової пам'яті, вихід подільника частоти з'єднаний з входом таймера мікроконтролера, вхід-вихід SPI мікроконтролера з'єднаний з входом-виходом зовнішньої пам'яті, вхід-вихід третього порту мікроконтролера з'єднаний з першим входом-виходом першого пристрою перетворення інтерфейсу, другий вхід-вихід першого пристрою перетворення інтерфейсу через лінію зв'язку з'єднаний з першим входом-виходом другого пристрою перетворення інтерфейсу, а другий вхід-вихід другого пристрою перетворення інтерфейсу з'єднаний з входом-виходом сервера, який **відрізняється** тим, що введено станину для кріплення випробовуваної електричної машини, на якій закріплені n віброперетворювачів у n просторово розподілених точках, виходи n масштабуючих підсилювачів з'єднані відповідно з першими входами n елементів аналогової пам'яті, а на станині жорстко закріплена випробовувана електрична машина, на валу якої закріплено сенсор кутового положення.



Комп'ютерна верстка М. Шамоніна

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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