



# ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 155337

**СПЕКТРО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ  
ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ**

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей  
14.02.2024.

Директор  
Державної організації «Український  
національний офіс інтелектуальної  
власності та інновацій»

О.П. Орлюк





УКРАЇНА

(19) UA (11) 155337 (13) U  
(51) МПК (2024.01)  
G01M 7/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

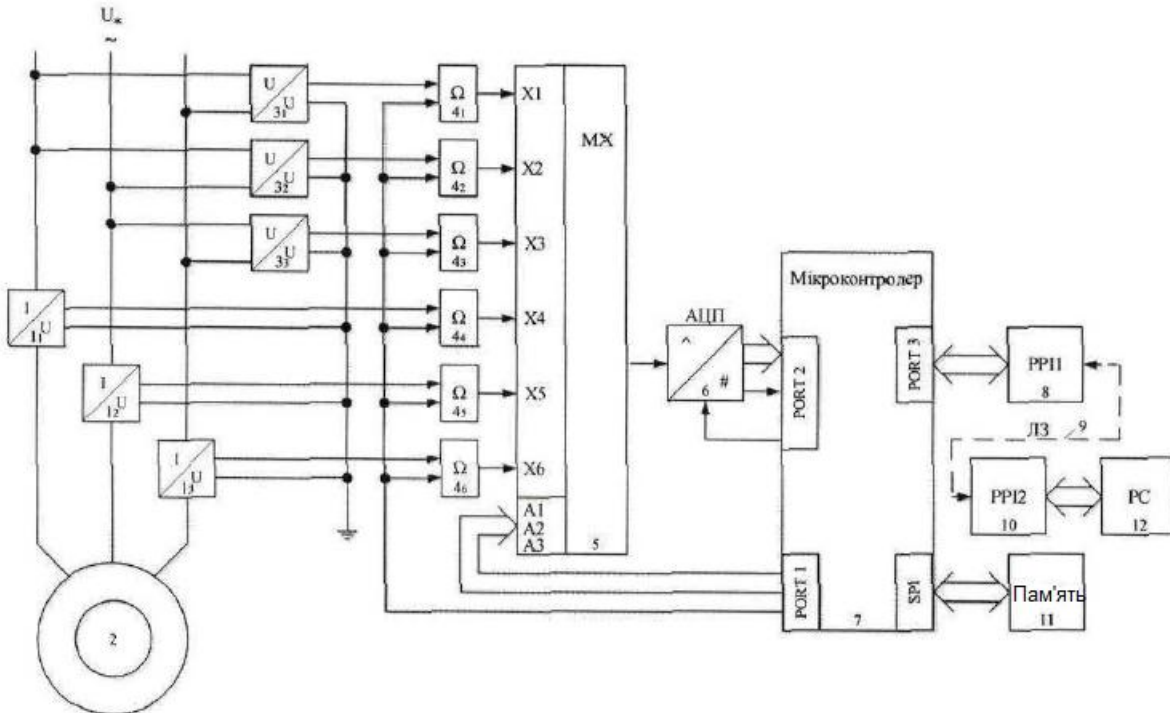
## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2023 04328</b>	(72) Винахідник(и): <b>Гончарук Інна Вікторівна (UA), Граняк Валерій Федорович (UA), Токарчук Олексій Анатолійович (UA), Токарчук Діна Миколаївна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>13.09.2023</b>	(73) Володілець (володільці): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>15.02.2024</b>	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>14.02.2024, Бюл.№ 7</b>	

## (54) СПЕКТРО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

### (57) Реферат:

Спектро-аналітична система діагностування технічного стану асинхронних електродвигунів містить шість елементів аналогової пам'яті, аналоговий мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, зовнішню пам'ять, перший та другий пристрої перетворення інтерфейсу, лінію зв'язку та сервер. В систему введено три вимірювальних перетворювачі напруги та три вимірювальних перетворювачі струму.



UA 155337 U



Корисна модель належить до вимірювальної техніки і може бути використана для визначення параметрів технічного стану та діагностування асинхронних електродвигунів у процесі їхньої експлуатації.

Відомий пристрій для вимірювання параметрів вібрації машин, що містить два вимірювальних канали, кожен із яких містить послідовно з'єднаний віброперетворювач, масштабуючий підсилювач, смуговий фільтр, послідовно з'єднані вимірювач і блок порівняння, до другого входу якого приєднаний задавач, суматор, фазовий детектор, який для підвищення достовірності додатково обладнаний блоком віднімання, індикатором та комутатором, входи якого з'єднані з виходом суматора, блока віднімання та смугового фільтра, а вихід з'єднаний з входом вимірювача, входи суматора та блока віднімання з'єднані з виходами смугових фільтрів, виходи суматора та блока віднімання з'єднані з входами фазового детектора, до входу якого під'єднаний індикатор [патент України № 19897, опубл. 1997 р.].

Недоліком відомого пристрою є недостатня достовірність результатів, обумовлена малою кількістю точок контролю вібрації та неврахуванням поточного положення ротора, а також обмежене застосування його для вібраційної діагностики і контролю машин через неможливість вимірювання параметрів віброшвидкості та віброприскорення у режимах розгону та зупинки електричної машини.

Найближчим аналогом корисної моделі є система для вимірювання і контролю параметрів технічного стану електричних машин, що містить  $n$  вимірювальних каналів вібрації, до складу яких входять віброперетворювачі, виходи яких з'єднані з входами масштабуючих підсилювачів, виходи масштабуючих підсилювачів з'єднані з входами смугових фільтрів, а виходи смугових фільтрів з'єднані з першими входами елементів аналогової пам'яті, вимірювальний канал кутового положення ротора електричної машини, до складу якого входить сенсор кутового положення, вихід якого з'єднаний з формувачем, канал температури полюсних обмоток ротора електричної машини, до складу якого входить безконтактний датчик температури, вихід якого з'єднаний з входом  $n+1$ -го масштабуючого підсилювача, вихід якого, у свою чергу, з'єднаний з першим входом  $n+1$ -го елемента аналогової пам'яті, та вимірювальний канал осьового зміщення ротора електричної машини, до складу якого входить безконтактний датчик осьового зміщення ротора, вихід якого з'єднаний з входом  $n+2$ -го масштабуючого підсилювача, виходи  $n$  елементів аналогової пам'яті з'єднані з відповідними 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 виходи 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  $n$  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, вихід  $n+2$ -го масштабуючого підсилювача, у свою чергу, з'єднаний з першим входом  $n+2$ -го елемента аналогової пам'яті, другі входи  $n+1$ -го та  $n+2$ -го елементів аналогової пам'яті з'єднані з виходом формувача, а їх виходи з'єднані, відповідно, з  $n+1$ -им та  $n+2$ -им інформаційними входами аналогового мультиплексора [патент України № 129338, опубл. 25.10.2018 р.].

Недоліком відомого пристрою є доволі складне конструктивне виконання, що потребує безпосереднього доступу до корпусу електричної машини, а також втручання у конструкцію її окремих вузлів.

В основу корисної моделі поставлена задача створити спектро-аналітичну систему діагностування технічного стану асинхронних електродвигунів, в якій за рахунок введення нових елементів, зв'язків та програмних ланок обробки вимірюваних параметрів забезпечується спрощення конструктивного виконання системи при збереженні високих значень її метрологічних характеристик.

Поставлена задача вирішується тим, що в спектро-аналітичній системі діагностування технічного стану асинхронних електродвигунів міститься шість елементів аналогової пам'яті, аналоговий мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, зовнішня пам'ять, перший та другий пристрої перетворення інтерфейсу, лінія зв'язку, сервер, три

вимірювальних перетворювачі напруги та три вимірювальних перетворювачі струму, причому виходи кожного з шести елементів аналогової пам'яті з'єднані з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплектора, другі входи елементів аналогової пам'яті з'єднані з другим виходом першого порту мікроконтролера, адресний вхід аналогового мультиплектора з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера, вихід аналогового мультиплектора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з виходом другого порту мікроконтролера, перший та другий виходи аналого-цифрового перетворювача з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера відповідно, 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, входи трьох вимірювальних перетворювачів напруги попарно з'єднані з двома з трьох лінійних проводів статора асинхронного електродвигуна, формуючи три унікальні комбінації під'єднання, перші виходи кожного з трьох вимірювальних перетворювачів напруги з'єднані з першими входами першого, другого та третього елементів аналогової пам'яті відповідно, а їх другі виходи з'єднані з заземленням, перші вхід та вихід трьох вимірювальних перетворювачів струму під'єднані у розрив відповідного лінійного проводу статора асинхронного електродвигуна, другі виходи кожного з трьох вимірювальних перетворювачів струму з'єднані з першими входами четвертого, п'ятого та шостого елементів аналогової пам'яті відповідно, а їх треті виходи з'єднані з заземленням.

Корисна модель пояснюється графічним зображенням, на якому представлено структурну схему системи.

Система містить: 1<sub>1-1<sub>3</sub></sub> - перший, другий та третій вимірювальні перетворювачі струму, 2 - асинхронний двигун, 3<sub>1-3<sub>3</sub></sub> - перший, другий та третій вимірювальні перетворювачі напруги, 4<sub>1-4<sub>6</sub></sub> - перший, другий, третій, четвертий, п'ятий та шостий елементи аналогової пам'яті, 5 - аналоговий мультиплектор, 6 - аналого-цифровий перетворювач, 7 - мікроконтролер, 8 - перший пристрій перетворення інтерфейсу, 9 - лінія зв'язку, 10 - другий пристрій перетворення інтерфейсу, 11 - зовнішня пам'ять, 12 - сервер.

Виходи кожного з шести елементів аналогової пам'яті 4<sub>1-4<sub>6</sub></sub> з'єднані з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплектора 5, другі входи елементів аналогової пам'яті 4<sub>1-4<sub>6</sub></sub> з'єднані з другим виходом першого порту мікроконтролера 7, адресний вхід аналогового мультиплектора 5 з'єднаний з другим виходом першого порту мікроконтролера 7, вихід аналогового мультиплектора 5 з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача 6, а другий вхід аналого-цифрового перетворювача 6 з'єднаний з виходом другого порту мікроконтролера 7, перший та другий виходи аналого-цифрового перетворювача 6 з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера 7 відповідно, вхід-вихід SPI мікроконтролера 7 з'єднаний з входом-виходом зовнішньої пам'яті 11, вхід-вихід третього порту мікроконтролера 7 з'єднаний з першим входом-виходом першого пристрою перетворення інтерфейсу 8, другий вхід-вихід першого пристрою перетворення інтерфейсу 8 через лінію зв'язку 9 з'єднаний з першим входом-виходом другого пристрою перетворення інтерфейсу 10, а другий вхід-вихід другого пристрою перетворення інтерфейсу 10 з'єднаний з входом-виходом сервера 12, входи трьох вимірювальних перетворювачів напруги 3<sub>1-3<sub>3</sub></sub> попарно з'єднані з двома з трьох лінійних проводів статора асинхронного електродвигуна 2, формуючи три унікальні комбінації під'єднання, перші виходи кожного з трьох вимірювальних перетворювачів напруги 3<sub>1-3<sub>3</sub></sub> з'єднані з першими входами першого 4<sub>1</sub>, другого 4<sub>2</sub> та третього 4<sub>3</sub> елементів аналогової пам'яті відповідно, а їх другі виходи з'єднані з заземленням, перші вхід та вихід трьох вимірювальних перетворювачів струму 1<sub>1-1<sub>3</sub></sub> під'єднані у розрив відповідного лінійного проводу статора асинхронного електродвигуна 2, другі виходи кожного з трьох вимірювальних перетворювачів струму 1<sub>1-1<sub>3</sub></sub> з'єднані з першими входами четвертого 4<sub>4</sub>, п'ятого 4<sub>5</sub> та шостого 4<sub>6</sub> елементів аналогової пам'яті відповідно, а їх треті виходи з'єднані з заземленням.

Система працює наступним чином.

Три вимірювальні перетворювачі струму 1<sub>1-1<sub>3</sub></sub> та три вимірювальні перетворювачі напруги 3<sub>1-3<sub>3</sub></sub> формують сигнали, пропорційні миттєвим лінійним струмам і напругам асинхронного електродвигуна 2, рівні яких знаходяться у межах, придатних для подальшої обробки цифровими пристроями, що входять до складу системи. Сигнали з відповідних виходів вимірювальних перетворювачів струму 1<sub>1-1<sub>3</sub></sub> та вимірювальних перетворювачів напруги 3<sub>1-3<sub>3</sub></sub> подаються на входи відповідних елементів аналогової пам'яті 4<sub>1-4<sub>6</sub></sub>, де запам'ятовують у момент надходження керуючого сигналу з другого виходу першого порту мікроконтролера 7.

Після цього на першому виході першого порту мікроконтролера 7 формується адресний сигнал, що відповідає першому інформаційному входу аналогового мультиплексора 5, що призводить до встановлення сигналу з його першого входу на його виході. Тоді на першому виході другого порту мікроконтролера 7 формується сигнал запуску аналого-цифрового перетворення, що надходить на другий вхід аналого-цифрового перетворювача 6, на перший вхід якого надходить сигнал із виходу аналогового мультиплексора 5, результат аналого-цифрового перетворення зчитується з виходу аналого-цифрового перетворювача 6 через перший вхід другого порту мікроконтролера 7 при приході на другий вхід другого порту мікроконтролера 7 сигналу закінчення вимірювального перетворення. Після цього на першому виході першого порту мікроконтролера 7 формується адреса наступного інформаційного входу аналогового мультиплексора 5. Решта операцій повторюється циклічно, доки не буде отримано цифрове значення сигналу на усіх входах аналогового мультиплексора 5, що відповідають відповідним лінійним напругам та струмам асинхронного двигуна 2.

Після завершення цих операцій система переходить у режим очікування наступного одиничного імпульсу з другого виходу першого порту мікроконтролера 7, що формуються через певні, точно визначені проміжки часу, що відповідають програмно заданій роздільній здатності системи вимірювання.

Виміряні поточні значення усіх лінійних струмів та напруг передаються через перший 8 та другий 10 пристрої перетворення інтерфейсу та лінію зв'язку 9 на сервер 12, де здійснюється обробка первинної вимірювальної інформації та її подальший аналіз відповідно до наявних у сервері 12 критеріїв наявності типових дефектів асинхронного двигуна 2.

Зовнішня пам'ять 11 застосовується для проміжного зберігання отриманих числових значень, пропорційних виміряним величинам, та, при потребі, програмного коду роботи мікроконтролера 7.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спектро-аналітична система діагностування технічного стану асинхронних електродвигунів, що містить шість елементів аналогової пам'яті, аналоговий мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, зовнішню пам'ять, перший та другий пристрої перетворення інтерфейсу, лінію зв'язку та сервер, причому виходи кожного з шести елементів аналогової пам'яті з'єднані з відповідним інформаційним входом аналогового мультиплексора, 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 виходом другого порту мікроконтролера, перший та другий виходи аналого-цифрового перетворювача з'єднані з першим та другим входами другого порту мікроконтролера, відповідно, 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, яка **відрізняється** тим, що в неї введено три вимірювальних перетворювачів напруги, входи яких попарно з'єднані двома з трьох лінійних проводів статора асинхронного електродвигуна, формуючи три унікальних комбінації під'єднання, перші виходи кожного з трьох вимірювальних перетворювачів напруги з'єднані з першими входами першого, другого та третього елементів аналогової пам'яті, відповідно, а їх другі виходи з'єднані з заземленням, та три вимірювальних перетворювачів струму, перші вхід та вихід яких під'єднані у розрив відповідного лінійного проводу статора асинхронного електродвигуна, другі виходи кожного з трьох вимірювальних перетворювачів струму з'єднані з першими входами четвертого, п'ятого та шостого елементів аналогової пам'яті, відповідно, а їх треті виходи з'єднані з заземленням, також другі входи елементів аналогової пам'яті з'єднані з другим виходом першого порту мікроконтролера.

