ДЕРЖАВНА СЛУЖБА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ УКРАЇНИ

**УКРАЇНА** **(19) UA** **(11) 97242** **(13) U**

**(51)** МПК (2015.01)
**G01B 7/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

**(21)** Номер заявки: **u 2014 07943**

**(22)** Дата подання заявки: **14.07.2014**

**(24)** Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.03.2015**

**(46)** Публікація відомостей про видачу патенту: **10.03.2015, Бюл.№ 5**

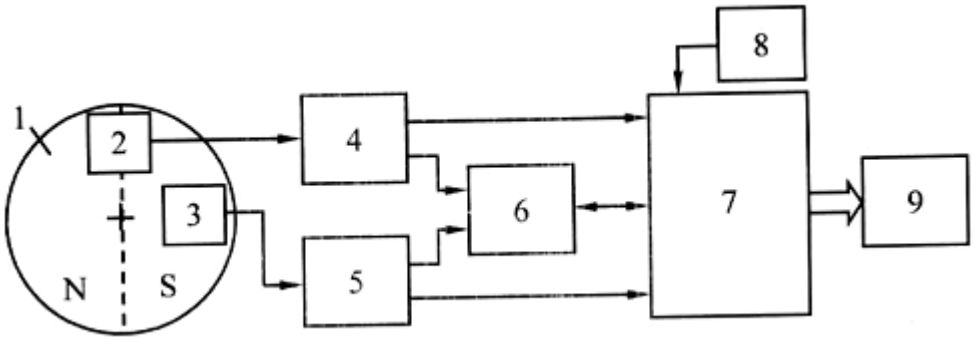
**(72)** Винахідник(и):
**Осадчук Володимир Степанович (UA),**
**Осадчук Олександр Володимирович (UA),**
**Білилівська Ольга Петрівна (UA)**

**(73)** Власник(и):
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**,
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

### (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВИХ ПОЛОЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ АВТОГЕНЕРАТОРНИХ МАГНІТОЧУТЛИВИХ ПРИСТРОЇВ

**(57)** Реферат:

Спосіб визначення кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв, у якому кутове положення контрольованого об'єкту перетворюють за допомогою постійного магніту з діаметральним намагніченням у магнітну індукцію, яка залежить від кутового положення за синусоїдальним законом, значення кутового положення розраховують за виміряним значенням магнітної індукції. Магнітну індукцію перетворюють за допомогою двох автогенераторних магніточутливих пристроїв у синусний та косинусний гармонічні частотні сигнали, які перетворюють в однополярні частотні сигнали з рівнем напруги 5 В, вимірюють температуру навколишнього середовища, вимірюють за допомогою мікроконтролера значення частот синусного та косинусного сигналів, на основі яких обчислюють значення синусної та косинусної складових магнітної індукції шляхом використання однієї із сімейства заданих функцій перетворення автогенераторних магніточутливих пристроїв залежно від значення температури навколишнього середовища, після чого розраховують за виміряним значенням магнітної індукції значення кутового положення та здійснюють його виведення.




UA 97242 U

Корисна модель належить до області контрольно-вимірювальної техніки і може бути використана для визначення кутових положень обертових об'єктів (наприклад вала) в стендах технічної діагностики.

Відомий спосіб вимірювання кутового положення валу [див. патент РФ № 2082088, МПК G01B21/22, опубл. 20.06.1997], який полягає в тому, що відносно контрольованого вала з диском із зубчастим вінцем, рівномірно розташованими зубами і декількома пропущеними, розміщують сенсор, що генерує сигнали з відомою скважністю, вимірюють і запам'ятовують поточний період проходження сигналів сенсора, формують маркерний імпульс, який відповідає пропуску зубів, і кутові імпульси, які відповідають зубам на диску, підраховують кількість кутових імпульсів, сформованих після маркерного імпульсу, і за кількістю підрахованих кутових імпульсів визначають кутове положення контрольованого вала; перед формуванням кутових імпульсів виробляють виділення і відкидання імпульсів завад, для чого по фронту кожного сигналу сенсора на першому етапі роблять порівняння константи, сенсора і поправки, що враховує максимально можливе гальмування контрольованого вала, з відношенням попереднього періоду проходження до поточного періоду проходження, імпульс завади визначають або на першому етапі, якщо зчитують нульовий логічний рівень сигналу сенсора, або на другому етапі, якщо відношення попереднього періоду проходження сигналу сенсора до поточного періоду проходження сигналу сенсора менше константи.

Недоліком такого способу є його низька точність, яка пов'язана з обмеженою можливістю вимірювати малі значення кутових положень внаслідок визначення кутового положення контрольованого вала за кількістю підрахованих кутових імпульсів, які відповідають зубам на диску.

Найбільш близьким технічним рішенням є спосіб визначення кутових положень [див. Щерба А. Магнитные энкодеры производства austriamicrosystems. Позиционирование магнита над корпусом микросхемы // Компоненты и технологи. - 2008. - № 7. - С. 50], у якому кутове положення контрольованого об'єкту перетворюють за допомогою постійного магніту з діаметральним намагніченням у магнітну індукцію, яка залежить від кутового положення за синусоїдальним законом, магнітну індукцію вимірюють елементом Холла, після чого значення кутового положення контрольованого об'єкту розраховують за виміряним значенням магнітної індукції.

Недоліком такого способу є його низька точність, яка пов'язана з тим, що магнітну індукцію вимірюють елементом Холла, який характеризується великим розкидом параметрів, високою залишковою напругою, температурною залежністю чутливості, опору і коефіцієнта Холла, а також з тим, що значення кутового положення контрольованого об'єкту розраховують за магнітною індукцією, яка нелінійно залежить від кутового положення.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу визначення кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв, в якому за рахунок введення нових операцій та їх послідовності досягається перетворення величини кутового положення у частотний інформаційний сигнал і мікроконтролерна обробка частотного сигналу, що приводить до підвищення точності визначення кутових положень.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв, у якому кутове положення контрольованого об'єкту перетворюють за допомогою постійного магніту з діаметральним намагніченням у магнітну індукцію, яка залежить від кутового положення за синусоїдальним законом, значення кутового положення розраховують за виміряним значенням магнітної індукції, магнітну індукцію перетворюють за допомогою двох автогенераторних магніточутливих пристроїв у синусний та косинусний гармонічні частотні сигнали, які перетворюють в однополярні частотні сигнали з рівнем напруги 5 В, вимірюють температуру навколишнього середовища, вимірюють за допомогою мікроконтролера значення частот синусного та косинусного сигналів, на основі яких обчислюють значення синусної та косинусної складових магнітної індукції шляхом використання однієї із сімейства заданих функцій перетворення автогенераторних магніточутливих пристроїв залежно від значення температури навколишнього середовища, після чого розраховують за виміряним значенням магнітної індукції значення кутового положення та здійснюють його виведення.

На кресленні подано схему пристрою для реалізації способу визначення кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв.

Пристрій містить постійний магніт з діаметральним намагніченням 1, перший 2 та другий 3 автогенераторні магніточутливі пристрої, перший 4 та другий 5 вхідні формувачі, блок вибору частоти 6, мікроконтролер 7, сенсор температури 8, блок виведення результатів вимірювання 9, причому постійний магніт з діаметральним намагніченням 1 магнітно пов'язаний з першим 2 та

другим 3 автогенераторними магніточутливими пристроями, які розташовані в одній площині під кутом 90° один до одного та до осі постійного магніту з діаметральним намагніченням 1, виходи першого 2 та другого 3 автогенераторних магніточутливих пристроїв підключені до входів першого 4 та другого 5 вхідних формувачів, відповідно, а виходи першого 4 та другого 5 вхідних формувачів з'єднані із блоком вибору частоти 6 і мікроконтролером 7, блок вибору частоти 6 і сенсор температури 8 підключені до мікроконтролера 7, який з'єднаний із блоком виведення результатів вимірювання 9.

Спосіб здійснюється таким чином.

Кутове положення $\varphi$ контрольованого об'єкту перетворюють за допомогою постійного магніту з діаметральним намагніченням 1 у магнітну індукцію, яка залежить від кутового положення за синусоїдальним законом. Зміну синусної $B_{sin} = B_0 + B_A \sin\varphi$ ($B_0$ - ненульове зміщення магнітної індукції, $B_A$ - амплітудне значення магнітної індукції) та косинусної $B_{cos} = B_0 + B_A \cos\varphi$ складових індукції магнітного поля (тобто індукції в точках, що відповідають кутовим положенням 0° та 90°) реєструють за допомогою першого 2 та другого 3 автогенераторних магніточутливих пристроїв, на виходах яких отримують зміну частот гармонічних сигналів:

$F_{sin} = F(B_{sin}), F_{cos} = F(B_{cos})$.

Частотні сигнали з виходів автогенераторних магніточутливих пристроїв 2 та 3 подають, відповідно, на вхідні формувачі 4 та 5, за допомогою яких перетворюють ці сигнали в однополярні сигнали з рівнем напруги 5 В, не змінюючи при цьому частоти, і надсилають їх на входи внутрішніх таймерів мікроконтролера 7 і блок вибору частоти 6.

При вимірюванні двох частот з використанням входу захоплення мікроконтролера 7 виконують підрахунок кількості імпульсів системної частоти мікроконтролера 7, що ставлять у відповідність кількості імпульсів кожного з частотних сигналів на виходах першого 4 та другого 5 вхідного формувача, за допомогою одного внутрішнього таймера мікроконтролера 7 (тобто, використовують три таймери - один для системних імпульсів, два - для вхідних).

За допомогою блока вибору частоти 6 при надходженні керуючого сигналу із мікроконтролера 7 надсилають на його вхід, що відповідає за захоплення імпульсів вимірюваної частоти, частотний сигнал із першого 4 або другого 5 вхідного формувача за логічною функцією:

$$Y = \overline{\left(\overline{(X_{sin} \,\&\, C)} \,\&\, \overline{(X_{cos} \,\&\, \overline{C})}\right)} \qquad (1)$$

де $X_{sin}$ та $X_{cos}$ - логічні стани сигналів на виходах першого 4 та другого 5 вхідного формувача, відповідно;

$C$ - керуючий сигнал із мікроконтролера 7 ("0" або "1" - керування за рівнем, а не за фронтом);

$Y$ - логічний стан сигналу на виході блока вибору частоти 6.

За алгоритмом вимірювання частот спочатку із мікроконтролера 7 надсилають керуючий сигнал у вигляді логічної "1" на блок вибору частоти 6, з появою сигналу із блоку вибору частоти 6 на вході захоплення зберігають у пам'яті мікроконтролера 7 початкові значення вмісту внутрішнього таймера, за допомогою якого здійснюють підрахунок імпульсів частоти на виході першого вхідного формувача 4, $m_{sin1}$, і таймера, за допомогою якого здійснюють підрахунок імпульсів системної частоти, $n_{sin1}$, потім на блок вибору частоти 6 із мікроконтролера 7 надсилають керуючий сигнал у вигляді логічного "0", зберігають у пам'яті мікроконтролера 7 початкові значення вмісту внутрішнього таймера, за допомогою якого здійснюють підрахунок імпульсів частоти на виході другого вхідного формувача 5, $m_{cos1}$, і таймера, за допомогою якого здійснюють підрахунок імпульсів системної частоти, $n_{cos1}$, а через визначений інтервал часу проведені для початкових значень дії повторюють для кінцевих значень, зберігають числа $m_{sin2}, n_{sin2}, m_{cos2}, n_{cos2}$. Після цього за допомогою мікроконтролера 7 розраховують значення частот із виходів першого 4 та другого 5 вхідних формувачів за формулами

$$F_{sin} = F_{сист.} \cdot \frac{m_{sin2} - m_{sin1}}{n_{sin2} - n_{sin1}} \qquad (2)$$

$$F_{cos} = F_{сист.} \cdot \frac{m_{cos2} - m_{cos1}}{n_{cos2} - n_{cos1}} \qquad (3)$$

де $F_{сист.}$ - системна частота мікроконтролера 7.

Зсув у часі між вимірюваннями частот на виходах першого 4 та другого 5 вхідних формувачів складає всього одну - дві тривалості імпульсу частоти сигналу на виході другого вхідного формувача 5 (час очікування надходження фронту імпульсу для захоплення мікроконтролером 7).

За допомогою сенсора температури 8 здійснюють вимірювання температури навколишнього середовища і надсилають його значення на мікроконтролер 7, за допомогою якого перетворюють виміряні значення частот на виходах першого 4 $(F_{sin})$ та другого 5 $(F_{cos})$ вхідних формувачів у магнітну індукцію $(B_{sin}$ та $B_{cos})$ шляхом використання однієї із сімейства заданих функцій перетворення першого 2 та другого 3 автогенераторних магніточутливих пристроїв залежно від отриманого значення із сенсора температури 8. Потім визначають кутове положення за допомогою мікроконтролера 7, використовуючи формулу:

$$\varphi = \operatorname{arctg}\left(\frac{B_{sin} - B_0}{B_{cos} - B_0}\right) + \varphi_x \qquad (4)$$

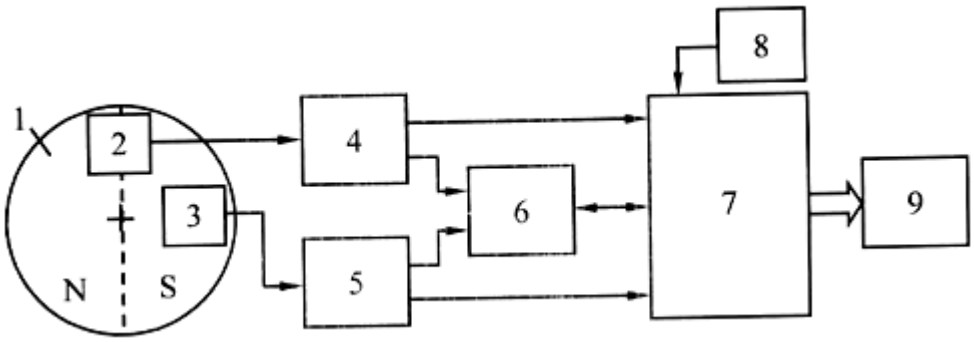
де

$$\varphi_x = \begin{cases} 0, \text{ якщо } (B_{sin} > B_0), (B_{cos} > B_0), \\ 180^\circ, \text{ якщо } (B_{cos} < B_0), \\ 360^\circ, \text{ якщо } (B_{sin} < B_0), (B_{cos} > B_0). \end{cases}$$

Обчислене значення кутового положення $\varphi$ надсилають із мікроконтролера 7 на блок виведення результатів вимірювання 9, за допомогою якого здійснюють відображення кутового положення $\varphi$ в числовому вигляді (від 0° до 360°).

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення кутових положень з використанням автогенераторних магніточутливих пристроїв, у якому кутове положення контрольованого об'єкту перетворюють за допомогою постійного магніту з діаметральним намагніченням у магнітну індукцію, яка залежить від кутового положення за синусоїдальним законом, значення кутового положення розраховують за виміряним значенням магнітної індукції, який **відрізняється** тим, що магнітну індукцію перетворюють за допомогою двох автогенераторних магніточутливих пристроїв у синусний та косинусний гармонічні частотні сигнали, які перетворюють в однополярні частотні сигнали з рівнем напруги 5 В, вимірюють температуру навколишнього середовища, вимірюють за допомогою мікроконтролера значення частот синусного та косинусного сигналів, на основі яких обчислюють значення синусної та косинусної складових магнітної індукції шляхом використання однієї із сімейства заданих функцій перетворення автогенераторних магніточутливих пристроїв залежно від значення температури навколишнього середовища, після чого розраховують за виміряним значенням магнітної індукції значення кутового положення та здійснюють його виведення.



Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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