



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38414 (13) A

(51) 7 G01R19/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

(21) 2000063864

(22) 30.06.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Водотовка Володимир Ілліч, Репа Федір Михайлович

(73) Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут"

(57) Спосіб вимірювання фізичних величин, що включає перше вимірювання обернено перетвореної фізичної величини (ФВ) x , друге вимірювання при зміні в $q < 1$ разів чутливості оберненого перетворення ФВ, який відрізняється тим, що викону-

ють додатково третє і четверте вимірювання, причому перед третім вимірюванням встановлюють чутливість оберненого перетворення ФВ на початкове значення, після чого визначають величину ФВ за формулою

$$x = \frac{y_1 - y_4}{(y_2 - y_1) - (y_3 - y_4)} x_0,$$

де: y_1, y_2, y_3, y_4 - результати першого, другого, третього і четвертого допоміжних вимірювань значення фізичної величини x .

Винахід відноситься до вимірювальної техніки і може бути використаний для вимірювання електричних та неелектричних величин.

Відомий спосіб вимірювання фізичних величин (ФВ), який використовує принцип від'ємного зворотного зв'язку, згідно з яким вимірювана величина x врівноважується величиною, рівною її обернено перетвореному значенню (див., наприклад: Земельман М.А. Автоматическая коррекция погрешностей измерительных устройств. - М.: Изд-во стандартов, 1972. - С. 48-51 та Дубовой Н.Д. Автоматические многофункциональные измерительные преобразователи. - М.: Радио и связь, 1989. - 256 с.).За цим способом функція перетворення вимірюваної ФВ x в вихідну величину y визначається як

$$y = \frac{a + K \cdot x}{1 + K \cdot \beta} = \frac{K + S_a}{1 + K \cdot \beta} \cdot x,$$

де: a - абсолютна адитивна похибка, K - чутливість прямого перетворення ФВ, β - чутливість оберненого перетворення (коефіцієнт зворотного зв'язку) ФВ, $S_a = \frac{a}{x}$ - відносна адитивна похибка вимірювання ФВ, $K \cdot \beta$ - петльове підсилення ФВ.

Відомою перевагою такого способу вимірювання є зменшення мультиплікативної похибки

прямого перетворення ФВ. Однак відносна адитивна похибка S_a суттєво не зменшується. Деякі ФВ, яким не притаманна направленість, як то температура та ін., не можуть бути виміряні даним способом, бо для них залишається не здійсненою операція віднімання від вимірюваної величини обернено перетвореної ФВ.Технічним рішенням, найбільш близьким за суттю до способу, що пропонується, є спосіб вимірювання фізичних величин (див. А.с. № 1190272 (СРСР), Водотовка В.І. Спосіб вимірювання фізичних величин, опубл. 07.11.85, Бюл. Изобр. № 41, 1985), обраний за прототип, який полягає в тому, що в процесі вимірювання обернено перетвореної ФВ проводять перше вимірювання сигналу ФВ x , перед другим вимірюванням змінюють в q раз чутливість прямого перетворення, перед третім вимірюванням в q раз змінюють чутливість оберненого перетворення, а чутливість прямого перетворення встановлюють рівною початковій, після чого визначають вимірювану величину x за формулою

$$x = \frac{y_2 - y_3}{y_1 - y_3} \cdot y_1 \cdot \beta,$$

де: y_1, y_2, y_3 - результати першого, другого та третього допоміжних вимірювань сигналу ФВ.

Суттєвими недоліками даного способу вимірювання є наступні:

- необхідна точність перетворення вимірюваної ФВ x в електричний сигнал не забезпечується при значеннях петльового підсилення $K\beta < 1$,

(19) UA (11) 38414 (13) A

що не відповідає умові динамічної стійкості вимірювання фізичної величини;

- спосіб не забезпечує компенсацію похибок коефіцієнта зворотного зв'язку β оберненого перетворення ФВ;

- способом передбачена наявність однакової зміни чутливості прямого та оберненого перетворення, що важко здійснити в пристрої, який реалізує даний спосіб вимірювання.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити спосіб вимірювання ФВ, шляхом виключення операції вимірювання ФВ при зміні чутливості прямого перетворення та введення двох нових операцій вимірювання, що дозволить виключити вплив на змінювання коефіцієнта оберненого зв'язку β , за рахунок чого буде здійснено підвищення точності вимірювання ФВ.

Поставлена задача досягається тим, що в способі вимірювання ФВ, що включає перше вимірювання обернено перетвореної фізичної величини (ФВ) x , друге вимірювання при зміні в $q < 1$ разів чутливості оберненого перетворення ФВ, новим є те, що виконують додатково третє і четверте вимірювання, причому перед третім вимірюванням до вимірюваної ФВ додають сигнал еталонної ФВ x_0 , перед четвертим вимірюванням встановлюють чутливість оберненого перетворення ФВ на початкове значення, після чого визначають величину ФВ за формулою

$$x = \frac{y_1 - y_4}{(y_2 - y_1) - (y_3 - y_4)} x_0,$$

де: y_1, y_2, y_3, y_4 - результати першого, другого, третього і четвертого вимірювань значення фізичної величини x .

Введення нових та додаткових дій дозволяє підвищити точність вимірювання ФВ відомого способу.

Сутність запропонованого винаходу пояснює графічний матеріал, на якому зображено функціональну схему пристрою, який реалізує запропонований спосіб вимірювання фізичних величин.

Пристрій містить перший суматор 1, другий суматор 2, канал 3 прямого перетворення, канал 4 оберненого перетворення, параметричний модулятор 5, аналого-цифровий перетворювач (АЦП) 6, керований перемикач 7, обчислювально-керуючий пристрій (ОКП) 8, реєстратор 9, джерело сигналу еталонної фізичної величини 10, загальну шину (ЗШ) 11.

ОКП 8 здійснює зв'язок, по типу керуючий - керований, між всіма об'єктами керування, з'єднаними ЗШ 11.

Робота пристрою - вимірювальний цикл - складається з чотирьох тактів.

В першому такті ОКП 8 через ЗШ 11 встановлює коефіцієнт передачі параметричного модулятора 5 рівним $q = 1$ і вносить значення обернено перетвореної ФВ

$$y_1 = \frac{K + S_a}{1 \pm K\beta} \cdot x, \quad (1)$$

через АЦП 6 та ЗШ 11 в ОКП 8, яке зберігається в ньому до закінчення вимірювального циклу.

В другому такті ОКП 8 через ЗШ 11 змінює коефіцієнт передачі параметричного 5 модулятора каналу 4 оберненого перетворення в $q < 1$ разів, тобто змінює чутливість оберненого перетворення ФВ в $q < 1$ разів. Через АЦП 6 значення результату

$$y_2 = \frac{K + S_a}{1 \pm K\beta \cdot q} \cdot x, \quad (2)$$

запам'ятовуються ОКП 8, яке зберігається в ньому до закінчення вимірювального циклу.

У третьому такті ОКП 8 через ЗШ 11 включає керований перемикач 7 і перший суматор 1 сумує сигнал еталонної ФВ x_0 джерела еталонної фізичної величини 10 з вимірюваним сигналом ФВ x . Значення вимірювання

$$y_3 = \frac{K + S_a}{1 \pm K\beta \cdot q} \cdot (x + x_0). \quad (3)$$

через АЦП 6 запам'ятовується ОКП 8 і зберігається в ньому до закінчення вимірювального циклу.

В четвертому такті ОКП 8 через ЗШ 11 і параметричний модулятор 5 встановлює чутливість оберненого перетворення ФВ до початкового значення, тобто встановлює коефіцієнт передачі параметричного модулятора 5 $q = 1$.

Результат вимірювання

$$y_4 = \frac{K + S_a}{1 \pm K\beta} \cdot (x + x_0). \quad (4)$$

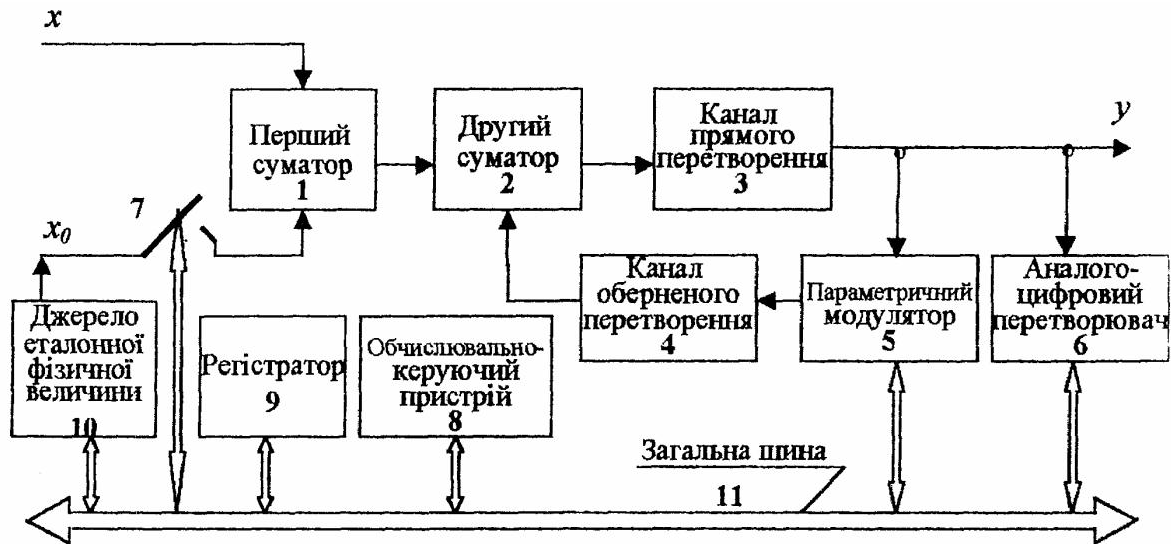
через АЦП 6 та ЗШ 11 запам'ятовується ОКП 8 та зберігається в ньому до закінчення вимірювального циклу.

Використовуючи значення вимірювань y_1, y_2, y_3, y_4 , ОКП 8 проводить розрахунок системи рівнянь (1) - (4) вимірюваної фізичної величини x за формулою

$$x = \frac{y_1 - y_4}{(y_2 - y_1) - (y_3 - y_4)} x_0$$

і виводить результат на реєстратор 9.

Таким чином, в запропонованому способі вимірювання ФВ виключені не тільки мультиплікативні похибки чутливостей обох каналів, так і самі величини чутливостей прямого та оберненого перетворення ФВ, включаючи коефіцієнт оберненого зв'язку β , а також адитивна похибка S_a . Пристрій, що реалізує запропонований спосіб забезпечує похибку вимірювання 0,1%, яка в десять разів менша, ніж її має прототип.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22