



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **71699** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
G01K 7/16 (2006.01)
G01D 3/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

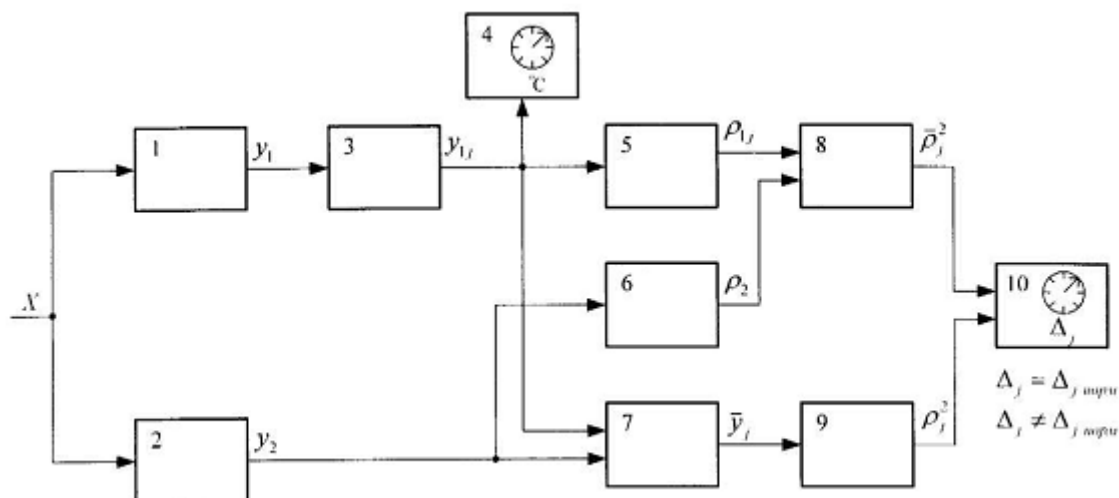
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 15522	(72) Винахідник(и): Щапов Павло Федорович (UA), Камбаєв Іван Іванович (UA), Бойко Валерій Володимирович (UA), Замятін Петро Миколайович (UA), Крутько Євген Миколайович (UA), Клименко Михайло Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 28.12.2011	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2012, Бюл.№ 14	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)

(54) ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

(57) Реферат:

Прилад для вимірювання температури містить два блоки обчислення коефіцієнтів кореляції, вимірювальний блок з пристроєм для відліку температури, еталонний термоперетворювач з'єднаний з другим блоком обчислення коефіцієнтів кореляції та другим входом блока усереднення сигналів термоперетворювачів. Введено робочий термоперетворювач з нелінійною характеристикою та блок кусково-лінійної апроксимації функції перетворення робочого термоперетворювача. Блок обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції виконують з можливістю нормування обчислених різниць для кожної ділянки діапазону вимірювання на етапі ручного калібрування.



U
UA 71699

Запропонована корисна модель належить до вимірювальної техніки і може бути використана для вимірювання температури в приладах та системах автоматичного збору інформації.

На сьогодні відомим є прилад для вимірювання температури [1], що включає первинний перетворювач (напівпровідниковий діод), аналого-цифровий перетворювач, процесор з програмованою логікою і джерело опорної напруги.

Суттєвими недоліками такого приладу є невисока точність, пов'язана з використанням напівпровідникового діода і неможливість визначення аварійного відхилення характеристики (функції) перетворення первинного перетворювача від номінальної (паспортної) в процесі експлуатації.

Також відомим є прилад [2], який складається з двох датчиків температури, аналого-цифрового перетворювача (АЦП), компаратора, двох контролерів, двох схем виходу, вихідного перемикача, інтегрованої схеми діагностики для виявлення небезпечних умов роботи приладу. Процесори обробляють цифрові сигнали отримані від АЦП, виробляють сигнали, що надходять на схеми виводу, які відчиняють чи зачиняють вихідні перемикачі.

Суттєвими недоліками такого приладу є складність схеми і неможливість бездемонтажного контролю відхилення характеристик перетворення температурних датчиків від номінальних в процесі експлуатації приладу.

Також відомим є прилад [3], що має два резистивних датчики температури, два диференційних підсилювачі, підсилювач зовнішньої температури, аналого-цифровий перетворювач, мікроконтролер, таймер, пам'ять і дисплей.

Суттєвими недоліками такого приладу є: значна складність конструкції і неможливість бездемонтажного контролю відхилення характеристик перетворення температурних датчиків від номінальних (паспортних) в процесі експлуатації.

Найбільш близьким до приладу, який заявляється, є прилад [4]. Прилад містить первинні резистивні термоперетворювачі з лінійними характеристиками перетворення: робочий та еталонний, вимірювальний блок з пристроєм для відліку температури, два блоки обчислення коефіцієнтів кореляції сигналів термоперетворювачів, блок усереднення сигналів термоперетворювачів, блок обчислення квадрата середнього значення коефіцієнтів кореляції, блок обчислення квадрата загального коефіцієнта кореляції, блок обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції з додатковим відліковим пристроєм.

Суттєвим недоліком приладу є його недостатня функціональність, тому що він дозволяє використовувати первинні резистивні термоперетворювачі тільки з лінійними характеристиками перетворення.

В основу корисної моделі поставлено задачу розширення функціональних можливостей приладу.

В відомому приладі для вимірювання температури, що містить два блоки обчислення коефіцієнтів кореляції, вимірювальний блок з пристроєм для відліку температури, еталонний термоперетворювач з'єднаний з другим блоком обчислення коефіцієнтів кореляції та другим входом блока усереднення сигналів термоперетворювачів, вихід якого з'єднано з входом блока обчислення квадрата загального коефіцієнта кореляції з'єданого з першим входом блока обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції з додатковим відліковим пристроєм, виходи першого та другого блоків обчислення коефіцієнтів кореляції з'єднано відповідно з першим та другим входами блока обчислення квадрата середнього значення коефіцієнтів кореляції, вихід якого з'єднано з другим входом блока обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції, додатково введено робочий термоперетворювач з нелінійною характеристикою та блок кусково-лінійної апроксимації функції перетворення робочого термоперетворювача, а блок обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції виконують з можливістю нормування обчислених різниць для кожної ділянки діапазону вимірювання на етапі ручного калібрування, робочий термоперетворювач поєднаний з блоком кусково-лінійної апроксимації, який з'єднаний з першим блоком обчислення коефіцієнтів кореляції, вимірювальним блоком з пристроєм для відліку температури та першим входом блока усереднення сигналів термоперетворювачів.

На кресленні зображена схема приладу для контролю температури, що містить: робочий 1 термоперетворювач з нелінійною характеристикою та еталонний 2 термоперетворювач з лінійною характеристикою перетворення; блок 3 кусково-лінійної апроксимації функції перетворення робочого термоперетворювача; вимірювальний блок 4 з пристроєм для відліку температури; блоки 5 і 6 обчислення коефіцієнтів кореляції; блок 7 усереднення вихідних сигналів з блоків 2,3; блок 8 обчислення квадрата середнього значення коефіцієнтів кореляції, блок 9 обчислення квадрата загального коефіцієнта кореляції та блок 10 обчислення різниці

квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції з додатковим відліковим пристроєм та можливістю нормування обчислених різниць на етапі ручного калібрування.

Прилад працює наступним чином. Вимірювана температура x подається на робочий 1 та еталонний 2 термоперетворювачі з характеристиками перетворення відповідно:

$$\begin{aligned} & \overline{B} \\ 5 \quad & y_1 = A e^x ; \\ & y_2 = c_2 + d_2 \cdot x; \\ & \text{де } A - \text{коефіцієнт, що має розмірність опору;} \\ & B - \text{коефіцієнт, що має розмірність температури;} \\ & d_2 - \text{чутливість термоперетворювача 2;} \end{aligned}$$

10 c_2 - значення вихідної величини термоперетворювача 2 при нульовому значенні вхідної.

За допомогою блока 3 відбувається кусково-лінійна апроксимація функції перетворення робочого термоперетворювача, за рахунок розбивання діапазону вимірювань на n піддіапазонів, ширина яких буде визначатися заданою похибкою нелінійності характеристики перетворення на ділянці вимірювання. Блок змінює характеристику перетворення термоперетворювача таким чином, що:

$$\begin{aligned} 15 \quad & y_{1j} = c_1 + d_1 \cdot x, \\ & \text{де } d_1 - \text{чутливість термоперетворювача 1 на } j\text{-тому піддіапазоні;} \\ & j = 1..n (j = \overline{1..n}); \\ & c_1 - \text{значення вихідної величини термоперетворювача 1 при нульовому значенні вхідної на } j\text{-} \\ 20 \quad & \text{тому піддіапазоні.} \end{aligned}$$

Значення температури, що вимірюється, відображається на відліковому пристрої вимірювального блока 4.

Вихідні сигнали y_{1j} та y_2 подаються на входи блоків 5 і 6 обчислення коефіцієнтів кореляції та на блок 7 усереднення цих сигналів. В блоках 5, 6 відповідно формуються коефіцієнти кореляції:

$$\begin{aligned} 25 \quad & \rho_{1j} = d_1 \cdot \frac{\sigma_{1j}}{\sigma_t}; \\ & \rho_2 = d_2 \cdot \frac{\sigma_2}{\sigma_t}, \\ & \text{де } \sigma_{1j}, \sigma_2 - \text{середнє квадратичне відхилення (СКВ) вихідних сигналів } y_{1j}, y_2; \\ & \sigma_t - \text{СКВ часового спостереження величини } x: \end{aligned}$$

$$30 \quad \sigma_t = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N (t_i - m_t)^2},$$

де N - число відліків сигналу x ;
 m_t - середнє значення часу спостереження.

В блоці 7 формується усереднене значення вихідних сигналів y_{1j}, y_2 :

$$\bar{y}_j = \frac{y_{1j} + y_2}{2}.$$

35 Вихідні сигнали з блоків 5, 6 подаються на входи блока 8 обчислення квадрата середнього значення коефіцієнтів кореляції, вихідний сигнал з блока 7 подається на вхід блока 9 обчислення квадрата загального коефіцієнта кореляції. З виходів блоків 8, 9 на перший та другий входи блока 10 обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції відповідно подаються сигнали:

$$40 \quad \rho_j^{-2} = \frac{(d_{1j} \cdot \sigma_{1j} + d_2 \cdot \sigma_2)^2}{4\sigma_t^2} \quad \text{і} \quad \rho_j^2 = \frac{(d_{1j} + d_2)^2 \cdot (\sigma_{1j}^2 \cdot \sigma_2^2)}{8\sigma_t^2}.$$

В блоці 10 відбувається обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції. Через розбивання діапазону вимірювань на піддіапазони, на виході замість однієї різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції буде n різниць, що дорівнює кількості піддіапазонів:

$$\begin{aligned} 45 \quad & \Delta_j = \rho_j^2 - \bar{\rho}_j^2 = \frac{1}{8 \cdot \sigma_t^2} \cdot \left[(\sigma_{1j}^2 - \sigma_2^2) (d_{1j}^2 - d_2^2) - 2 \cdot d_{1j} \cdot d_2 (\sigma_{1j} - \sigma_2)^2 \right] = \\ & = \frac{(\sigma_{1j} - \sigma_2)}{8\sigma_t^2} \cdot \left[(\sigma_{1j} + \sigma_2) (d_{1j}^2 - d_2^2) - 2d_{1j} \cdot d_2 (\sigma_{1j} - \sigma_2) \right], \end{aligned}$$

де $j = \overline{1, n}$.

Окрім обчислення різниці квадратів коефіцієнтів кореляції цей блок буде виконувати додаткову функцію нормування обчислених різниць на етапі ручного калібрування для кожної з n ділянок вимірювання.

5 Значення Δ_i відображається на відліковому пристрої блока 10, причому якщо значення (лінійність) функції перетворення робочого термоперетворювача на j -тому піддіапазоні не порушена, то значення Δ_i буде дорівнювати нормованому значенню $\Delta_{i \text{ норм}}$. В разі порушення лінійності характеристики перетворення робочого первинного термоперетворювача на j -тому піддіапазоні, значення Δ_i буде значно відрізнятися від значення $\Delta_{i \text{ норм}}$.

10 Технічним результатом є те, що такий прилад для вимірювання температури має розширені функціональні можливості, які дозволяють використовувати первинні резистивні термоперетворювачі не тільки з лінійними, але і з нелінійними характеристиками перетворення, а також локалізувати ділянку діапазону вимірювань з підвищеною похибкою, завдяки розбиванню діапазону та виділенню нормативних величин $\Delta_{i \text{ норм}}$, що значно розширює область застосування приладів вимірювання температури.

Джерела інформації:

1. Патент US 7,048,438 B2, G01K 7/01, 2006.

2. Патент US 2004/0128099 A1, G06F 19/00, 2004.

3. Патент US 6,651,020 B2, G01K 15/00, G01K 19/00, G06F 19/00, 2003.

20 4. Патент US 6,651,020 B2, G01K 7/16, G01D 3/02, 2011.

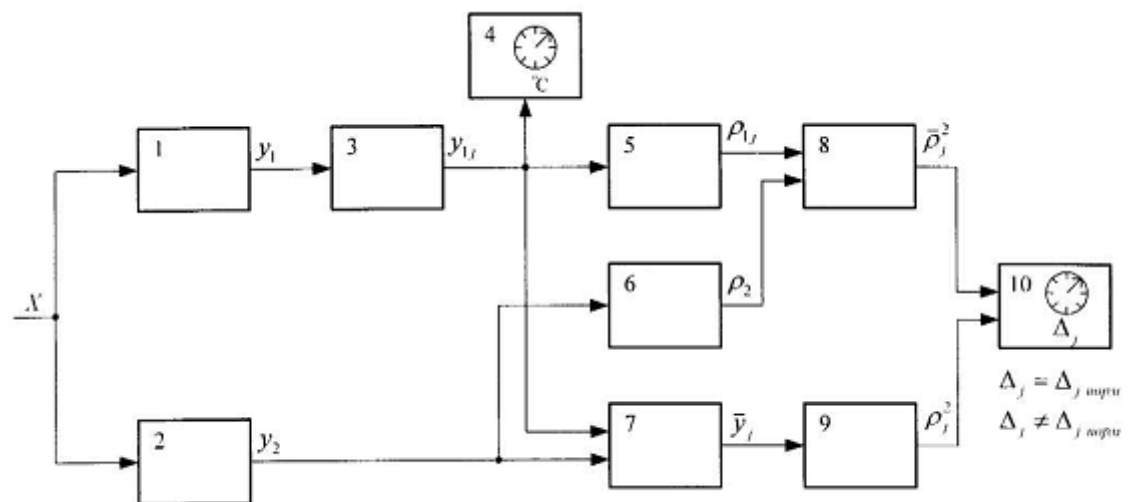
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Прилад для вимірювання температури, що містить два блоки обчислення коефіцієнтів кореляції, вимірювальний блок з пристроєм для відліку температури, еталонний термоперетворювач з'єднаний з другим блоком обчислення коефіцієнтів кореляції та другим входом блока усереднення сигналів термоперетворювачів, вихід якого з'єднано з входом блока обчислення квадрата загального коефіцієнта кореляції з'єданого з першим входом блока обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції з додатковим

30 відліковим пристроєм, виходи першого та другого блоків обчислення коефіцієнтів кореляції з'єднано відповідно з першим та другим входами блока обчислення квадрата середнього значення коефіцієнтів кореляції, вихід якого з'єднано з другим входом блока обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції, який **відрізняється** тим, що введено робочий термоперетворювач з нелінійною характеристикою та блок кусково-лінійної

35 апроксимації функції перетворення робочого термоперетворювача, а блок обчислення різниці квадратів загального і усередненого коефіцієнтів кореляції виконують з можливістю нормування обчислених різниць для кожної ділянки діапазону вимірювання на етапі ручного калібрування, робочий термоперетворювач поєднаний з блоком кусково-лінійної апроксимації, який з'єднаний з першим блоком обчислення коефіцієнтів кореляції, вимірювальним блоком з пристроєм для

40 відліку температури та першим входом блока усереднення сигналів термоперетворювачів.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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