

Терморезистивний перетворювач на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичних коливань

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто перспективу створення резистивного термоперетворювача на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичних коливань для підвищення чутливості засобу вимірювання.

Ключові слова: генератор детерміновано-хаотичних коливань, чутливість, вимірювання, резистивні термоперетворювачі.

Abstract

Was reviewed the prospect of creation of resistance temperature detector based on the RL-diode generator of deterministic-chaotic oscillations for the increasing of sensitivity of the measuring instrument.

Keywords: generator of deterministic chaotic oscillations, sensitivity, measuring, resistance temperature detector.

Для вимірювання температури широко використовуються різноманітні вимірювальні первинні перетворювачі, одними з найбільш поширених є резистивні термоперетворювачі [1]. Платинові резистивні термоперетворювачі є найбільш точними і стабільними в часі [2]. Вони використовуються в широкому температурному діапазоні від -260 до 850°C, а деякі навіть до 1100 °C.

Резистивні термоперетворювачі (Resistance Temperature Detector – RTD) представляють собою пристрої, чутливі до змінення температури їх чутливого елементу (платина, мідь). Опір RTD (50 Ом або 100 Ом при температурі 0 °C) збільшується із підвищенням температури, тобто вони мають позитивний температурний коефіцієнт опору (ТКО). У порівнянні з іншими температурними сенсорами, RTD виділяються підвищеною точністю (до 0.026 °C). Опір RTD змінюється лінійно залежно від температури

$$R_{RTD}(T) = R_0(1 + \alpha T), \quad (1)$$

де R_0 - опір при температурі 0 °C; α - ТКО (платина - $3.911 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, мідь - $4.3 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Для врахування більш тонких ефектів, що викликають невеликі відхилення температурної залежності від прямої лінії, використовують апроксимацію. Найбільш поширеною є апроксимація Callendar-Van Dusen

$$R_{RTD}(T) = R_0 \left(1 + C_1 T + C_2 T^2 + C_3 (T - 100)^3 \right), \quad (2)$$

де коефіцієнти C_1, C_2, C_3 знаходяться, наприклад, за методом найменших квадратів.

Позитивною стороною їх є висока точність і часова стабільність, недоліком - нелінійність функції перетворення, особливо в діапазоні низьких температур, в якому суттєво падає чутливість.

При високих температурах (понад 1000°C) на стабільність RTD впливає випаровування платини, що обмежує їх застосування. RTD з міді, нікелю та інших металів мають меншу часову стабільність, що зумовлює їх нижчий клас точності.

При вимірюванні низьких і середніх температур використовуються RTD з високим номінальним опором (від 100 до 500 Ом), а при вимірюванні високих температур – низькоомні RTD з номінальним опором від 10 до 1 Ом. Увімкнення RTD у вимірювальне коло з допомогою з'єднувальних провідників впливає на точність вимірювання. Існують дво-, три- та чотирипровідні схеми увімкнення RTD у вимірювальне коло.

Для зменшення похибок, що з'являються через невідповідність опору з'єднувальних провідників їхньому градуовальному значенню, використовують термоперетворювачі з трьома і чотирима відводами і відповідне їх увімкнення у мостове або компенсаційне коло. Потрібно також враховувати можливість додаткових похибок, які виникають від нагрівання RTD вимірювальним струмом. Для цього необхідно, щоб вимірювальний струм був таким, щоб викликана ним зміна опору не

перевищувала 0,1% [2].

Таким чином, RTD із опором 50 Ом має температурний коефіцієнт 0.196 Ом/°C для платини та 0.215 Ом/°C для міді. Типові значення струмів збудження складають 250 мкА для платинових RTD та 1 мА для мідних RTD. При струмі збудження 1 мА та ТКО 0.215 Ом/°C температурний коефіцієнт напруги на RTD буде дорівнювати 0.215 мВ/°C. Тому для досягнення потенційної розрізнявальної здатності термосенсора 0.1 °C і при використанні 12-розрядного АЦП необхідний підсилювач з коефіцієнтом підсилення 125. Це в свою чергу призводить до підсилення випадкових завад на корисний сигнал, внаслідок чого збільшується випадкова похибка вимірювань. Тому підвищення чутливості резистивних термоперетворювачів із одночасним забезпеченням низького рівня випадкових шумів є актуальним завданням.

Недостатньо дослідженою областю є застосування властивостей хаотичних систем у вимірюваннях. Використання генератора детерміновано-хаотичних коливань (ГДХК) як вимірювального перетворювача для отримання вимірювальної інформації дозволяє суттєво підвищити чутливість засобів вимірювань, так як в нелінійних хаотичних системах найбільш сильна залежність процесу від параметрів системи виникає саме в режимі хаотичних коливань [3].

Структурна схема терморезистивного перетворювача на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичних коливань являє собою послідовне з'єднання терморезистора і вимірювальної схеми.

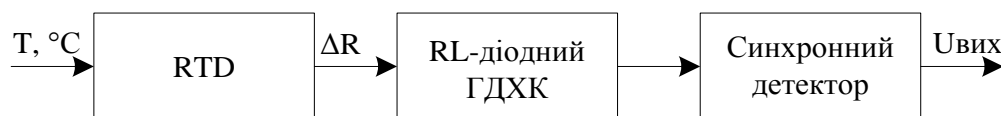


Рис. 1. Структурна схема терморезистивного перетворювача на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичних коливань

В програмному середовищі Multisim була виконана схема RL-діодного генератора детерміновано-хаотичних коливань, а також схема синхронного детектора. Для реалізації перетворення опору в постійну напругу на вихід генератора детерміновано-хаотичних коливань підключений синхронний детектор.

Результати моделювання показали, що використання вимірювального перетворювача на основі RL-діодного генератора детерміновано-хаотичних коливань дозволяє збільшити чутливість при вимірюванні малих значень опорів. Значне підвищення чутливості відбувається при вимірюванні опорів менше 200 Ом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Official website pyromation.com. – [Electronic resource]. – Access mode: http://www.pyromation.com/Downloads/Doc/Training_RT_D_Theory.pdf (Eng).
2. Official website omega.com. - [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.omega.com/techref/rtd-measurement-and-theory.html> (Eng).
3. V. Kucheruk Generator oscylacji chaotycznych o układzie RL- dioda jako przetwornik rezystancja - napięcie / Volodymyr Kucheruk, Zygmunt L. Warsza, Volodymyr Sevastyanow, Wiktoria Mankowska // Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R. 89 NR 10/2013

Маньковська Вікторія Сергіївна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри метрології та промислової автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Viktoriya_M@i.ua

Mankovska Viktoriya S. – Cand. Sc. (Eng), senior lecturer of Department of Metrology and Industrial Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Viktoriya_M@i.ua