

БРАЙЛОВСЬКИЙ В.В., ЖУК О.П., ІЛАРІОНОВ О.Є.

## **ЛІНЕАРИЗАТОР ХАРАКТЕРИСТИК ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ**

Розроблений прилад дозволяє лінеаризувати характеристики вимірювальних перетворювачів за допомогою методу перетворення аналогової величини в цифрову форму, з послідуною корекцію шляхом використанням записаної в постійній пам'ятовуючий пристрій градуовальної таблиці.

При використанні радіоелектронних методів вимірювання неелектричних величин виникає питання наявності відповідних вимірювальних перетворювачів (ВП). В термінах електроніки ВП визначається як прилад, перетворюючий неелектричну фізичну величину (яка називається вимірюваною) в електричний сигнал, або навпаки. [1].

В кожному конкретному вимірювальному приладі принцип роботи перетворюючого елементу оснований на певному фізичному явищі, яке пов'язане з електричними характеристиками ВП так, що зміна вимірюваної величини викликає зміну цих характеристик. В більшості випадків ця залежність має досить складний характер, особливо при сукупному впливі ряду факторів.

Досить часто [2] у вимірювану величину необхідно вносити поправку на вплив навколишнього середовища з тим, щоб зменшити систематичну похибку. Ця поправка може також носити нелінійний характер. Накладання двох нелінійностей приводить до того, що залежність результуючої поправки від вимірюваної величини носить досить складний характер. Лінеаризація цих нелінійностей може виконуватись з допомогою введення нелінійних зворотних зв'язків [2,3]. Проте, з допомогою методу лінеаризацію можна забезпечити лише наближено і в обмеженому діапазоні зміни вимірюваної величини.

Для усунення цих недоліків розроблений прилад, який,

завдяки використанню цифрових, методів дозволяє підвищити точність вимірювання.

Принцип роботи запропонованого пристрою лінеаризації характеристик вимірювальних перетворювачів розглянемо на прикладі діодного перетворювача температури.

Вольт-амперна характеристика діода відповідає співвідношенню, відомого як рівняння Шоклі, або рівняння ідеального діода, а саме:

$$I = I_0(e^{U/mU_t} - 1),$$

де  $I_0$  - струм насичення,  $U_t = kT/e_0$  - термічний потенціал,  $m$  - поправочний коефіцієнт, що враховує відхилення від теорії діода Шоклі. Він знаходиться в межах 1-2.

Як слідує з приведеного рівняння залежність протікаючого через діод струму є нелінійною функцією температури. Отже діод, як температурний вимірювальний перетворювач має яскраво виражену нелінійність характеристики перетворення.

Структурна схема лінеаризатора характеристик приведена на рис.1. Датчик температури, в якості якого використовується напівпровідниковий діод, живиться від генератора стабільного струму. При цьому на діоді створюється спад напруги, величина якої залежить від температури. Напруга з діода подається на диференційний підсилювач постійного струму 3, на інвертуючий вхід якого подається напруга, рівна спаду напруги на діоді при 0<sup>0</sup>C. Підсилений сигнал подається на перетворювач напруга-частота (ПНЧ) 4.

На протязі часу, рівного тривалості імпульсу “воріт”, який формується вузлом керування через клапан 7 на вхід двійкового лічильника поступають імпульси, кількість яких залежить від вимірної величини.

Після закінчення процесу підрахування імпульсів лічильник міститиме двійковий код, пропорційний величині напруги на вході диференційного підсилювача постійного струму (ППС). Отже, блоки 4-8 по суті виконують функції аналогово-цифрового перетворювача (АЦП).

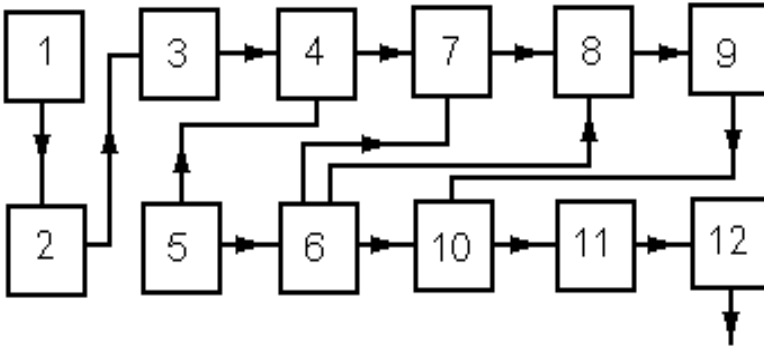


Рис. 1. Структурна схема лінеаризатора характеристик вимірювальних перетворювачів

1 - генератор струму; 2 - діодний датчик температури; 3 - підсилювач постійного струму; 4 - перетворювач напруга-частота; 5 - генератор синхронізуючих імпульсів; 6 - вузол керування; 7 - схема логічного множення; 8 - двійковий лічильник; 9 - постійний запам'ятовуючий пристрій; 10 - регістр пам'яті; 11 - цифро-аналоговий перетворювач; 12 - вихідний підсилювач.

Вихідний код АЦП поступає на адресні входи постійного запам'ятовуючого пристрою (ПЗП). В ПЗП записується таблиця відповідності вихідного коду від вхідного, яка враховує існуючу залежність вихідного сигналу від температури.

В моменти часу, коли на виході АЦП встановиться відповідний код, по команді з вузла керування вихідна інформація з ПЗП записується в паралельний регістр пам'яті (РП). Внаслідок цього на виході РП завжди знаходиться код, що відповідає останньому виміру температури.

В подальшому двійковий код ПЗП за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП) перетворюється в постійну напругу, величина якої пропорційна необхідній поправці, що залежить від виміряної температури.

Приведена структурна схема забезпечує ефективне коректування температурної залежності показів діодних вимірювальних перетворювачів. Це пояснюється тим, що, як правило, швидкість зміни температури навколишнього середовища незначна.

У випадку використання швидкозмінних вхідних коректуючих сигналів структурна схема дещо змінюється (рис.2).

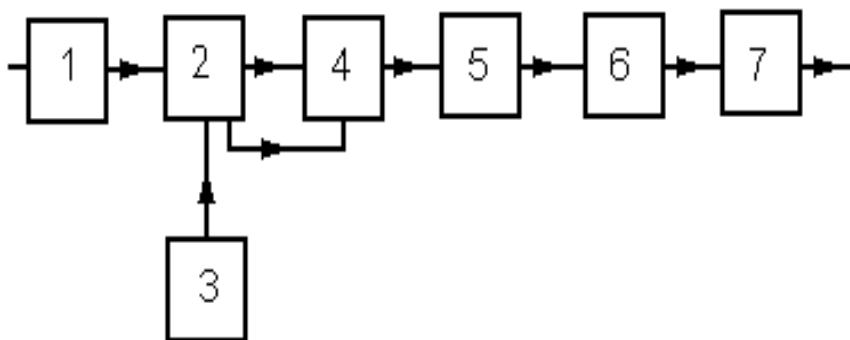


Рис. 2.

1 - вхідний підсилювач постійного струму; 2 - АЦП; 3 - генератор тактових імпульсів; 4 - регістр пам'яті; 5 - ПЗП; 6 - ЦАП; 7 - вихідний підсилювач.

На відміну від попередньої структурної схеми для перетворення аналогового сигналу в цифрову форму використовується швидкодіючий інтегральний ЦАП [5], а інформація у двійковому коді запам'ятовується за допомогою РП до постійного запам'ятовуючого пристрою. Це пов'язано з тим, що, як правило, широко розповсюджені ПЗП мають відносно невисоку швидкодію [5,6], тому вхідну інформацію в них краще обновлювати тільки один

раз на протязі циклу вимірювання. Інші елементи схеми залишаються без змін.

Для зменшення енергоспоживання пристрій виконаний, в основному, на мікросхемах КМОН логіки. В якості постійного запам'ятовуючого пристрою використано репрограмований постійний запам'ятовуючий пристрій на мікросхемі К573РФ5.

Перетворення цифрової інформації, представлені у двійковому коді здійснюється за допомогою інтегрального десятирозрядного ЦАП типу К572ПА1А.

У вимірювальних пристроях необхідно забезпечити підсилення без спотворень слабких електричних сигналів вимірювальних перетворювачів. Виміри ускладнюються наявністю значного рівня синфазних, температурних та інших перешкод. Прецизійний підсилювач, що використовується для цих цілей, повинен володіти не тільки великим значенням коефіцієнту підсилення (більше ніж  $5 \cdot 10^5$ ), малою напругою зміщення нуля (не більше 0,5 мВ) та його дрейфом, а також малим рівнем шумів, великим вхідним опором. Найбільш повно відповідає вказаним вимогам операційний підсилювач типу К1404УД17, який забезпечує коефіцієнт підсилення  $1,2 \cdot 10^5$  при напрузі зміщення не більше 150 мкВ.

Прилад повинен працювати при зміні температури навколишнього середовища в широких межах. Для зменшення впливу температури на результат вимірів у відповідальних колах приладу використані резистори типу С2-29В, які мають малий, порядку  $25 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , температурний коефіцієнт опору (ТКО), що на порядок нижче ніж у резисторів типу МЛТ.

В стабілізаторі опорної напруги використовується кремнієвий стабілітрон з малим температурним коефіцієнтом напруги стабілізації типу Д818Е.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Кузнецов В.А., Долгов В.А., Коневских В.М. и др. Измерения в электронике. Справочник / Под ред. В.А. Кузнецова.- М.: Энергоатомиздат, 1987.
2. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения. - М.: Энергия, 1975.- 600 с.
3. Анатычук Л.И., Лусте О.Я. Микрокалориметрия. - Львов: Вища школа, 1981.-158 с.
4. Атамалян. Э.Г., Приборы и методы измерения электрических величин.- М.: Высш. школа, 1989.- 84 с.
5. Якубовский С.В., Барканов Н.А., Ниссельсон Л.И. и др. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. Справочное пособие / Под ред. Якубовского С.В. - М.: Радио и связь, 1984.- 432 с.
6. Васенков А.А., Воробьев Н.М., Дшухунян В.Л. и др.; Микропроцессорные БИС и микро-ЭВМ.- М.: Сов. радио, 1980.

## SUMMARY

BRAIŁOWSKY W.W., ZHUK O.P., ILARIONOV O.E.

### **MEASURING CONVERTER CHARACTERISTICS LINEARIZATOR**

Designed device gives a possibility to linearize measuring converter characteristics using analog quantity into digital shape transformation method with further correcting by usage of graduating grid, saved in ROM.