

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ТЕПЛОВИХ СЕНСОРІВ ПОТОКУ БІОМЕДИЧНОГО
ТА ЕКОЛОГІЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Павлов С. В.¹, д.т.н., проф., e-mail: psv@vntu.edu.ua

Вуйцік Вальдемар², д.т.н., проф., e-mail: waldemar.wojcik@pollub.pl

Мамирбаєв Оркен³, Ph.D., e-mail: morkenj@mail.ru

Голяка Р. Л.⁴, д.т.н., проф., e-mail: roman.I.holiaka@lpnu.ua

Тітова Н. В.⁵, д.т.н., проф., e-mail: tnv.titova@gmail.com

Айтказіна Асель⁶, аспірантка, e-mail: aitkazina.aseel@gmail.com

Вінницький національний технічний університет¹, Україна

Люблінський технологічний університет², Польща

Інститут інформаційних та комп'ютерних технологій МОН РК³, Алмати, Казахстан

Національний університет «Львівська Політехніка»⁴, Україна

Національний університет «Одеська політехніка»⁵, Україна

Казахський національний університет ім. Аль-Фарабі⁶

Актуальність дослідження. Розвиток сучасної діагностичної апаратури біомедичного та екологічного призначення характеризується стрімким розширенням фізичних методів вимірювального перетворення, розширенням функціональних можливостей, підвищенням технічних характеристик, широким впровадженням мікроелектронних технологій та мікропроцесорної техніки. Ці тенденції яскраво проявляються в одному з важливих класів діагностичної апаратури – пристроях вимірювання швидкості потоку газів та рідин (сенсорах потоку), що застосовуються для вимірювання параметрів дихальної системи (зокрема, при астматичних захворюваннях), в системах штучного дихання, засобах біохімічного аналізу. Крім того, сенсори потоку знаходять широке застосування в технологічних процесах фармакології, вимірювання потужності лазерного випромінювання при фізіотерапевтичному впливі [1,2,3].

Таким чином, задача розробки сучасних інтегральних сигнальних перетворювачів мікроелектронних теплових сенсорів потоку виходить за межі інженерних підходів та вимагає нових підходів та наукових досліджень.

Метою роботи є розроблення нових алгоритмічно-структурних підходів у побудові сигнальних перетворювачів теплових мікроелектронних сенсорів потоку, які відповідають вимогам біомедичної апаратури та сучасної низьковольтної електроніки.

Основні матеріали досліджень. Тепловий сенсор потоку (термоанемометр, thermal flow sensors, hot-wire anemometer) – це пристрій вимірювання швидкості потоку рідини чи газу, який базується на принципі вимірювання температурного поля локально нагрітої речовини потоку [3,4].

Універсальними компонентами розробленого пристрою вимірювання швидкості потоку є аналого-цифровий перетворювач (АЦП), стабілізатор напруги живлення та інтерфейс з персональним комп'ютером. Реалізація аналого-цифрового перетворювача залежить від вимог щодо точності – при акцентуванні на собівартість вибирають 12-розрядні АЦП, а для унікальних високопрецизійних сенсорів – 24-розрядні, зокрема, розглянуті вище мікроконвертери ADuC824 чи ADuC834 [4]. Стабілізатор напруги повинен відповідати вимогам низьковольтної електроніки і базуватися на схемах формування напруги, чисельно рівній ширині забороненої зони ($V_{REF}=1.2\text{ В}$) – це, зокрема, інтегральна схема стабілізатора з низьким падінням напруги на керуючому елементі ADP3367AR.

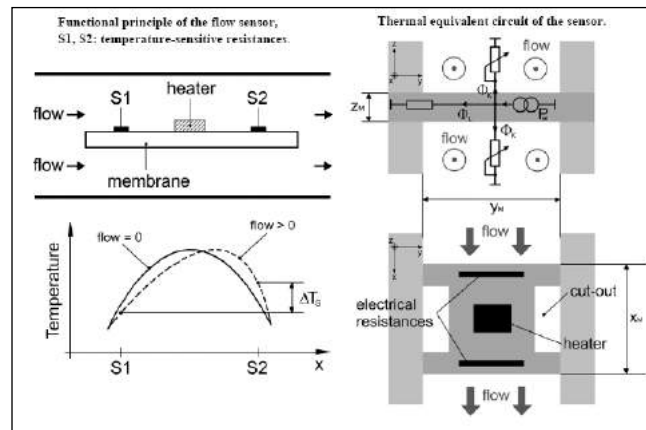


Рисунок 1 – Структура та функціональний принцип роботи мікроелектронних теплових сенсорів потоку

Для реалізації інтерфейсу вибрано універсальний послідовний USB мікроконтролер FT232R компанії FTDI. Питання інженерної реалізації універсальних компонентів сенсорного пристрою потоку є доволі універсальними для більшості сучасних мікроелектронних сенсорів для біомедичного призначення.

Сигнальний перетворювач є доцільними при необхідності реалізувати сенсори для широкого діапазону вимірювання швидкості потоків, що забезпечується керованим розігрівом терморезисторів. Цей тип перетворювача є доцільним, також, в сенсорах біомедичного призначення при обмеженні максимальної температури розігріву потоку та актуальності обмежити енергоспоживання. Це реалізується широким рядом імпульсних, зокрема Sleep Mode [4], режимами роботи.

Висновок. Розроблені сигнальні перетворювачі у повній мірі відповідають вимогам до сучасної апаратури біомедичного призначення та енергоекономної низьковольтної електроніки (однополярне 3В живлення), забезпечують незначний тепловий вплив на середовище потоку та реалізуються на новітній елементній базі – високопрецизійних CMOS rail-to-rail операційних підсилювачах, двонаправлених мультиплексорах типу ADG, мікроконвертерах типу ADuC, потужних D-MOS HEX FET транзисторах тощо.

Робота виконана в рамках гранту Республіки Казахстан AP19677201

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Highly linear Microelectronic Sensors Signal Converters Based on Push-Pull Amplifier Circuits / edited by Waldemar Wojcik and Sergii Pavlov, Monograph, (2022) NR 181, Lublin, Comitet Inzynierii Srodowiska PAN, 283 Pages. ISBN 978-83-63714-80-2.
2. Sevenhans Jan, Craninckx Jan. Europe's Analog Design Experts Convened at 16th AACD Workshop // Solid-State Circuits Newsletter, IEEE. 2007. Vol. 12. № 3. P.30.
3. Analog microcircuit technology of measuring and sensor devices / [ed. Z. Gotry, R. Holyaka]. Lviv: Ed. State University "Lviv Polytechnic", 1999. 364 p.
4. Sergii Pavlov, Oleg Avrunin, Oleksandr Hrushko and etc. System of three-dimensional human face images formation for plastic and reconstructive medicine // Teaching and subjects on bio-medical engineering Approaches and experiences from the BIOART-project Peter Arras and David Luengo (Eds.), 2021, Corresponding authors, Peter Arras and David Luengo. Printed by Acco cv, Leuven (Belgium). 22 P. ISBN: 978-94-641-4245-7.