

# МЕТОД ПІДТРИМАННЯ ВІДМОВОСТІЙКОСТІ БАГАТОРОЗРЯДНИХ АЦП І ЦАП ІЗ ВАГОВОЮ НАДЛИШКОВІСТЮ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

В статті наведено метод підтримання відмовостійкості багаторозрядних ацп і цап із ваговою надлишковістю.

**Ключові слова:** АЦП, ЦАП, вагова надлишковість, відмовостійкість, багаторозрядний.

## Abstract

In the article the method of maintaining resiliency multi-ADC and DAC with weight redundancy.

**Keywords:** ADC, DAC, weight redundancy, fault tolerance, multi.

Застосування багаторозрядних цифро-аналогових (ЦАП) та аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) послідовного наближення як пристроїв зв'язку комп'ютерів з об'єктами, зокрема, в інформаційно-вимірювальних системах, багатоканальних системах збору даних, системах управління та інших вимагає відповідності їх метрологічних характеристик заданим нормам протягом всього циклу експлуатації, а також при роботі у складних умовах[1]. Слід відзначити, що за таких вимог під час функціонування у вказаних пристроях можуть виникати три види відмов: катастрофічні, збої і часткові параметричні. Катастрофічні відмови і збої порушують роботу схеми перетворювача через вихід з ладу аналогових вузлів і не є характерними для багаторозрядних перетворювачів форми інформації (ПФІ). Разом з тим, у процесі експлуатації через старіння і під впливом чинників навколишнього середовища характеристики елементів будуть змінюватися, що викликає появу додаткових похибок і відповідно появу часткових параметричних відмов [2]. При цьому властивість багаторозрядних АЦП і ЦАП утримувати похибку перетворення у заданих межах, незважаючи на змінення протягом циклу експлуатації параметрів аналогових вузлів під дією чинників, що впливають, будемо називати відмовостійкістю ПФІ. Багато розробників ПФІ для зменшення похибки перетворення протягом циклу експлуатації пропонують використовувати різні методи самокоригування і самокалібрування, що до того ж сприяє підтриманню відмовостійкості[3].

Запропоновано метод самокалібрування ваг розрядів і характеристики перетворення ПФІ з ваговою надлишковістю, для якого виконується послідовність операцій по заданню значення калібрувального сигналу  $A_{\text{кал}}$  і по відношенню до ваги розряду  $\alpha$ -ЦАП  $Q_i$ , що калібрується, а також інших розрядів. Розглядаються одноциклове самокалібрування із заданням індивідуального рівня калібрувального сигналу і з усередненням на розгортках.

Самокалібрування починається з калібрування похибки зміщення нуля. При цьому на вхід перетворювача інформації подається калібрувальний сигнал  $A_{\text{кал}} = 0$ . Далі проводиться його врівноваження компенсуючим сигналом з допомогою основного ЦАП. Отриманий код  $N(\Delta_0)$ , що відповідає  $A_{\text{кал}} = 0$ , буде кодом зміщення нуля:

$$K(\Delta_0) = \sum_{i=0}^{n-1} a_i K(Q_i) \quad (1)$$

де  $a_i$  – розрядні коефіцієнти коду  $N(\Delta_0)$ ;  $K(Q_i)$  – цифровий еквівалент коду ваги розряду.

Код  $N(\Delta_0)$  фіксується в блоці пам'яті і використовується при визначенні реальних ваг розрядів як адитивна складова[4].

Для визначення похибки масштабу на вхід АЦП подається опорна аналогова величина, проводиться її врівноваження, в результаті чого формується код  $N_M$ . Далі визначається масштабний множник:

$$M = \frac{K(N_M) - K(\Delta_0)}{K_{\text{оп}}} \quad (2)$$

де  $K(N_M)$  – цифровий еквівалент коду;  $K_{OP}$  – код опорної величини.

У результаті виконання процедури самокалібрування АЦП порозрядного наближення з ваговою надлишковістю відбувається значне зменшення інтегральної та диференціальної нелінійності по діапазону перетворення, що визначаються похибками інтегральної та диференціальної лінійності відповідно.

Слід відзначити, що під час самокалібрування відбувається зменшення як похибок лінійності, так і масштабу[5].

При використанні методу самокалібрування з усередненням на розгортках реальна методична похибка буде меншою в порівнянні з іншими процедурами. Оскільки похибки окремих розрядів, розподілені за нормальним законом, мають різний знак, то методична складова похибки зменшиться через виконання усереднення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Високоточні АЦП порозрядного врівноваження із ваговою надлишковістю, що самокалібруються, для комп'ютерних систем оброблення даних / О. Д. Азаров, О. В. Кадук // Пробл. інформатизації та упр. - 2008. - Вип. 1. - С. 84-91. - Бібліогр.: 9 назв. - укр.
2. Методи побудови АЦП порозрядного наближення, що самокалібруються / О. Д. Азаров, О. В. Кадук // Оптико-електрон. інформ.-енерг. технології. - 2008. - № 1. - С. 56-66. - Бібліогр.: 15 назв. - укр.
3. Багаторозрядні АЦП і ЦАП із ваговою надлишковістю, стійкі до параметричних відмов : монографія / О. Д. Азаров, О. В. Кадук; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця, 2010. - 149 с. - укр.
4. Amplifier and Data Converter Guide [Електронний ресурс] / Texas Instruments // офіційний сайт. Режим доступу : <http://focus.ti.com/general/docs/lit/getliterature.tsp?literatureNumber=slyb115c&fileType=pdf>.
5. Біліченко Н. О. Високоточні аналого-цифрові перетворювачі з перерозподілом заряду на основі інформаційної надлишковості : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.05 / Н. О. Біліченко. – Вінниця, 2001. – 16 с.

**Яворський Дмитро Ігорович** – студент групи 2КІ-16м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [dima.y6666@gmail.com](mailto:dima.y6666@gmail.com)

Науковий керівник: **Азаров Олексій Дмитрович** – доктор технічних наук, професор обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [azarov2@vntu.edu.ua](mailto:azarov2@vntu.edu.ua)

**Yavorskiy Dmitro I.** – Department of Information Technology and Computer Engineering, e-mail: [dima.y6666@gmail.com](mailto:dima.y6666@gmail.com)

Supervisor: **Azarov Olexsiy D.** – Doctor of Engineering, Professor of the Computer Techniques Chair, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [azarov2@vntu.edu.ua](mailto:azarov2@vntu.edu.ua)