

УДК 681.5

Р.П. Вархоляк

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТИСКУ ТА ТЕМПЕРАТУРИ В ПРОМИСЛОВИХ УМОВАХ

R. Varkholiak

INCREASING THE ACCURACY OF AUTOMATION SYSTEMS FOR PRESSURE AND TEMPERATURE CONTROL IN INDUSTRIAL CONDITIONS

Для того, щоб запропонувати технічні нововведення, які забезпечать покращення сучасних АЦП для використання в сенсорних системах інтелектуальних перетворювачів тиску і температури, спочатку необхідно провести аналіз вже існуючих систем, їх переваг та недоліків. Нижче буде описаний та графічно відображений результат такого аналізу.

АЦП (аналого-цифрові перетворювачі) різних типів та з різними характеристиками неможливо порівнювати безпосередньо. З цієї причини їхнє порівняння виконується шляхом об'єднання найважливіших спільних параметрів в єдиний показник якості. Показник якості Волдена (Walden FOM) широко використовується і визначається як:

$$FOMW = \frac{P}{2 \cdot BW \cdot 2^{ENOB}} \quad (1)$$

де P — це статична споживана потужність, а $ENOB$ — це ефективна кількість біт.

При порівнянні АЦП з високою роздільною здатністю показник якості Волдена не підходить, оскільки він базується на моделі потужності схеми, де кожен рівень квантування додає постійну величину додаткового споживання, як, наприклад, в архітектурі АЦП паралельної дії (flash-ADC). У моєму випадку найкращим вибором є показник якості Шраєра (Schreier FOM), який також враховує обмеження, пов'язані з тепловим шумом:

$$FOMS = SNDR + 10 \log\left(\frac{BW}{P}\right) \quad (2)$$

Порівняння характеристик сучасних АЦП різних архітектур проілюстровано на Рис. 1. Цей тип аналізу продуктивності буде використано в подальшому при порівнянні з результатами всієї дисертаційної роботи. Наразі можна побачити, що архітектура $\Delta\Sigma$ (Дельта-Сигма) на конденсаторах які перемикаються (SC) є найкращим вибором для розробки АЦП з високою роздільною здатністю. Інші якісні параметри, які не включені в Рис. 1, такі як затримка (latency) та площа, порівнюються для всіх груп АЦП у Таблиці 1. З цього порівняння випливає, що, якщо нижча смуга пропускання та вища затримка допускаються, як у випадку сенсорних застосувань, $\Delta\Sigma$ залишається найбільш привабливою архітектурою АЦП.

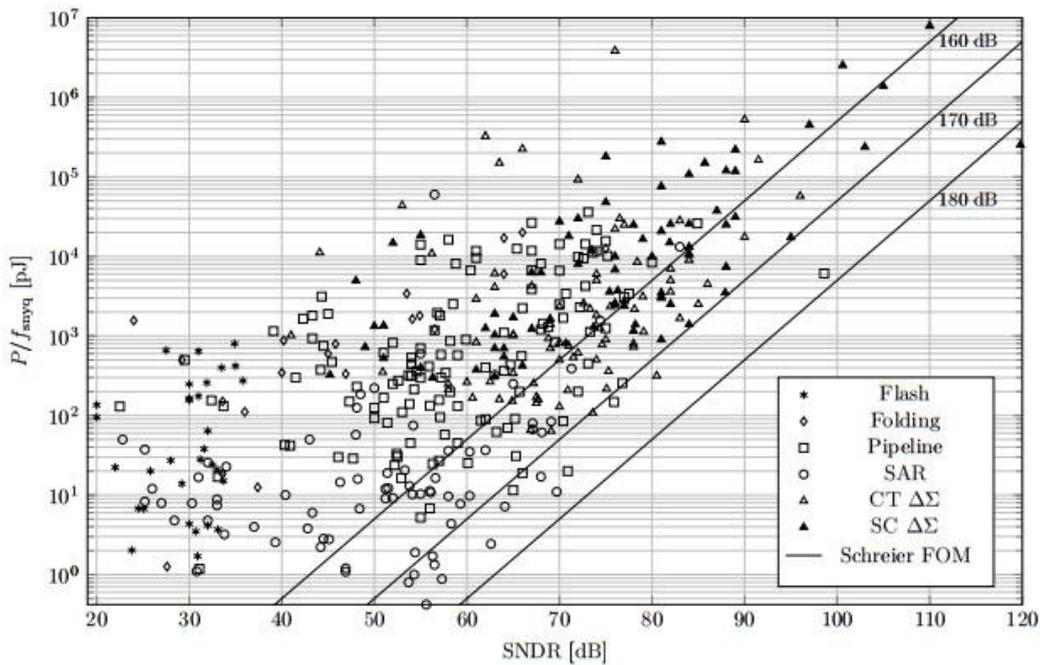


Рис.1 Порівняння характеристик найсучасніших АЦП, представлених в період з 2010 по 2020 рік. Лінії 160-, 170- та 180-дБ показника якості Шраєра нанесені як візуальний орієнтир.

Архітектура	Роздільна здатність	Смуга пропускання	Затримка	Площа
Паралельна (Flash)	Низька	Висока	Низька	Висока
Складна (Folding)	Середня	Середньо-висока	Низька	Висока
Конвеєрна (Pipeline)	Середньо-висока	Середньо-висока	Висока	Середня
Послід. наближення (SAR)	Середньо-висока	Низько-середня	Низька	Низька
ΔΣ (Дельта-Сигма)	Висока	Низька	Висока	Середня

Таб.1 Порівняльний аналіз архітектур АЦП.

Література:

1. Verreault A., Cicek P.-V., Robichaud A. Oversampling ADC: A review of recent design trends. IEEE Access. 2024. Vol. 12. P. 121753–121779.
2. Schreier R., Temes G. C. Understanding Delta-Sigma Data Converters. New York : IEEE Press/Wiley, 2005. 464 p.