АЦП азійських виробників

Частина 3. Багатоканальні АЦП із синхронною вибіркою

Едуард Лобач, технічний директор, РБТронік
E-mail: chip@rbtronic.com.ua

Існує чимало прикладів, де вимірюються характеристики декількох взаємопов'язаних процесів: промислове вимірювальне обладнання, апаратура моніторингу трифазних мереж, мультифазні електроприводи, багатоканальні діагностичні комплекси тощо. У цьому випадку від аналого-цифрового перетворювача зазвичай потрібна не тільки висока продуктивність і роздільна здатність, але й можливість одночасного цифрування сигналів на декількох вимірювальних каналах. Такі перетворювачі називають АЦП із синхронною вибіркою, одночасним перетворенням або Simultaneous sampling ADC. При цьому можливі два варіанти реалізації системи. У першому випадку мікросхема містить один аналого-цифровий перетворювач, а синхронізація здійснюється за пристроями вибірки-зберігання (ПВЗ) (рис. 1).

Такі мікросхеми простіші й дешевші, проте більшу продуктивність забезпечує використання паралельного аналого-цифрового перетворення відразу по всіх каналах (рис. 2).

Серед продукції китайських виробників АЦП з синхронною вибіркою представлені, в основному, 16-бітними перетворювачами послідовного наближення, що дозволяють цифрувати сигнали на швидкості до 1 000 кіловиборок в секунду (рис. 3).

Сигма-дельта АЦП з одночасним перетворенням є тільки в асортименті компанії Analogysemi (рис. 4).

Типовим представником перетворювача з синхронною вибіркою, побудованим на базі SAR, є чип TPAFE5160,

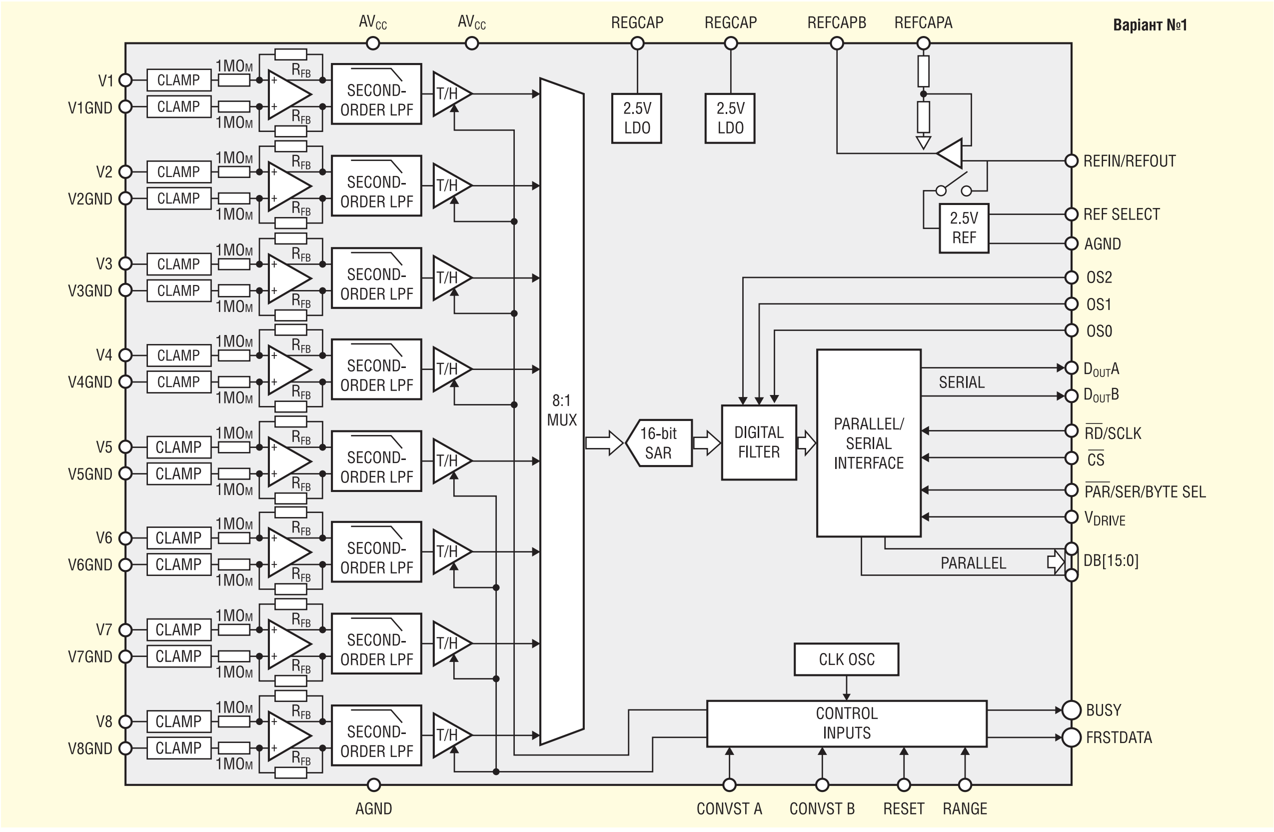

Рис. 1. Синхронне перетворення з одним АЦП і синхронізацією на ПВЗ

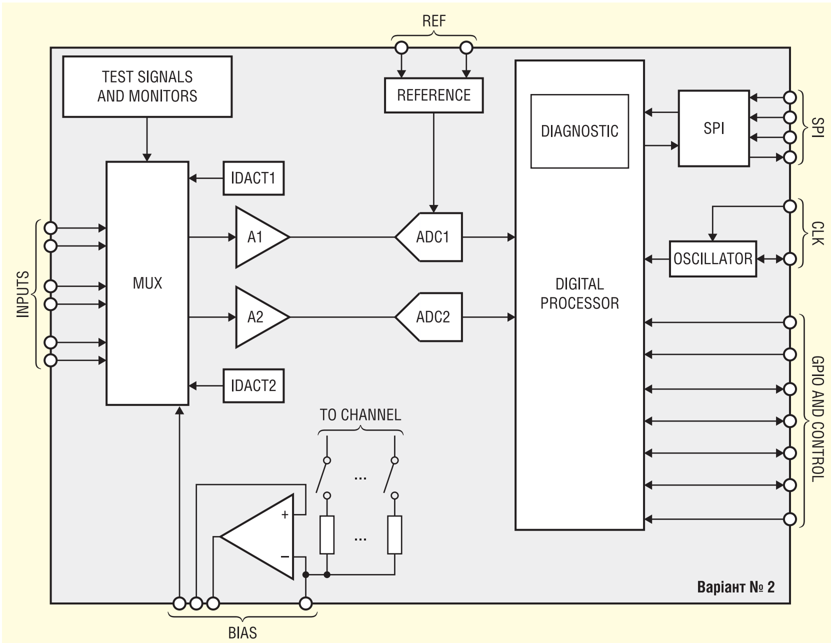

Рис. 2. Синхронне АЦ перетворення з паралельною роботою каналів

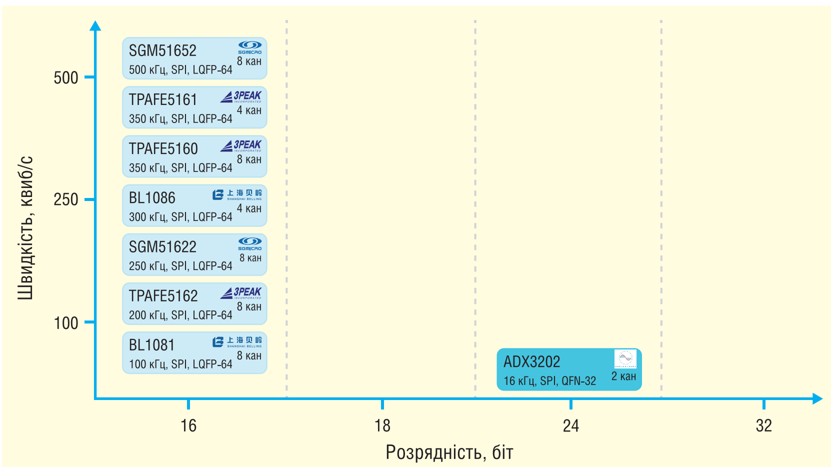

Рис. 3. Приклади АЦП китайського виробництва з синхронною вибіркою

	3PEAK	Belling	SG Micro	AnalogySemi
Сигма-Дельта	–	–	–	★
Послідовного наближення	★	★	★	★
	16 біт 200...350kSPS	16 біт 100...1000kSPS	16 біт 250...800kSPS	16, 24 біт 16...200kSPS

Рис. 4. Китайські виробники АЦП з одночасним перетворенням

що випускається компанією 3PEAK (рис. 5). Це 16-бітний 8-канальний АЦП, що дозволяє цифрувати дані зі швидкістю до 350 іловибірок в секунду.

У кожному вимірювальному каналі TPAFE5160 встановлений підсилювач, що перетворює несиметричний вхідний сигнал в повністю диференційний, як того вимагають внутрішні АЦП мікросхеми. Діапазон вхідних напруг встановлюється виводом «RANGE» і може становити ±5 В або ±10 В. Завдяки наявності на вході підсилювача високоомних резисторів, до TPAFE5160 можуть безпосередньо підключатися трансформатори або інші датчики без зовнішніх схем узгодження. Кожен канал вимірювання оснащений фільтром нижніх частот (LPF) для видалення шуму від вхідних підсилювачів і від резисторів в їх колах зворотного зв'язку. До складу мікросхеми також входить цифровий фільтр, що дозволяє за допомогою передискретизації підвищити відношення «сигнал/шум» завдяки зниженню швидкості цифрування сигналу. Перетворювач може працювати як із зовнішнім джерелом опорної напруги, так і з вбудованим; у другому випадку між виводом «REFIN/REFOUT» і загальним проводом повинен встановлюватися конденсатор ємністю не менше 10 мкФ.

Мікросхема TPAFE5160 випускається в корпусі LQFP-64 і є сумісною за корпусом і призначенням виводів з АЦП Ax7606 (рис. 6)

Пряма заміна мікросхем можлива, якщо буде враховано, що деякі характеристики китайського перетворювача трохи гірші (енергоспоживання, SNR, THD, нелінійність, інші параметри по постійному струму). Крім того, при переході на TPAFE5160 необхідно мати на увазі, що на його виводах REGCAP (№ 36 і № 39) присутня напруга близько +4 В, в той час, як в AD7606 це значення коливається в межах +2.5...+2.7 В.

Аналогічні мікросхеми, pin-to-pin-сумісні з серією 7606, присутні також у виробників Belling і HTC Semi. Порівняння основних характеристик представлено в таблиці 1.

Перетворювачі з синхронною вибіркою, побудовані на базі сигма-дельта АЦП, зазвичай мають нижчу швидкість цифрування сигналу, але при цьому роздільна здатність у них більша. Серед продукції відомих китайських виробників максимальна частота вибірки належить мікросхемам серії ADX322x, що випускаються компанією Analogysemi (рис. 7). Швидкість цифрування сигналу у даних АЦП може досягати 64 кіловибірок в секунду, а роздільна здатність — 24 біт.

Кожен вимірювальний канал мікросхем ADX322x складається з фільтра електромагнітних завад, диференційного підсилювача з програмованим коефіцієнтом підсилення і сигма-дельта АЦП. Смуга пропускання фільтра ЕМЗ становить 3 МГц, коефіцієнт підсилення КП може бути обраний з ряду 1/2/4/8/12/24/48. Вхідний мультиплексор розглянутих АЦП дозволяє підключити кожен вимірювальний канал не тільки до входу мікросхеми, але і до внутрішнього датчика температури, шин живлення або різних службових сигналів. Крім того, є можливість з'єднання входів між собою для вимірювання рівня власних шумів АЦП. Високоомні вхідні

Особливості:
- роздільна здатність: 16 біт
- швидкість: до 350 квиб/с
- каналів: 8
- входи: несиметричні
- IML: ±0.7 LSB (тип.) @200 квиб/с
- DNL: ±0.5 LSB (тип.) @200 квиб/с
- SNR: 90 дБ @1 кГц
- вбудований ІОН: +2.5 В ±1 %
- вбудований ФНЧ на кожному каналі
- вбудований цифровий фільтр
- живлення: +4.75 ...+5.25 В
- інтерфейс: SPI; паралельний
- температура: –40...105 °C

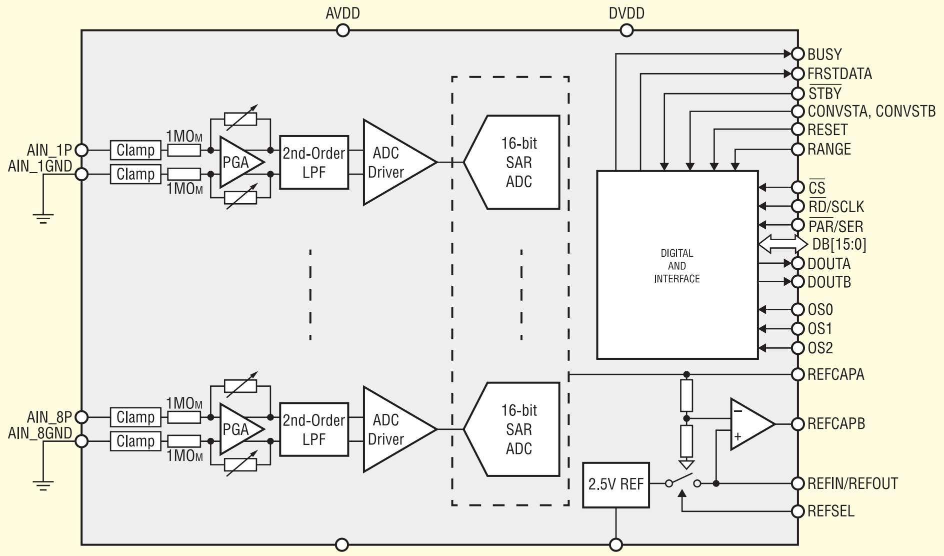

Рис. 5. **Схема і характеристики АЦП TPAFE5160**

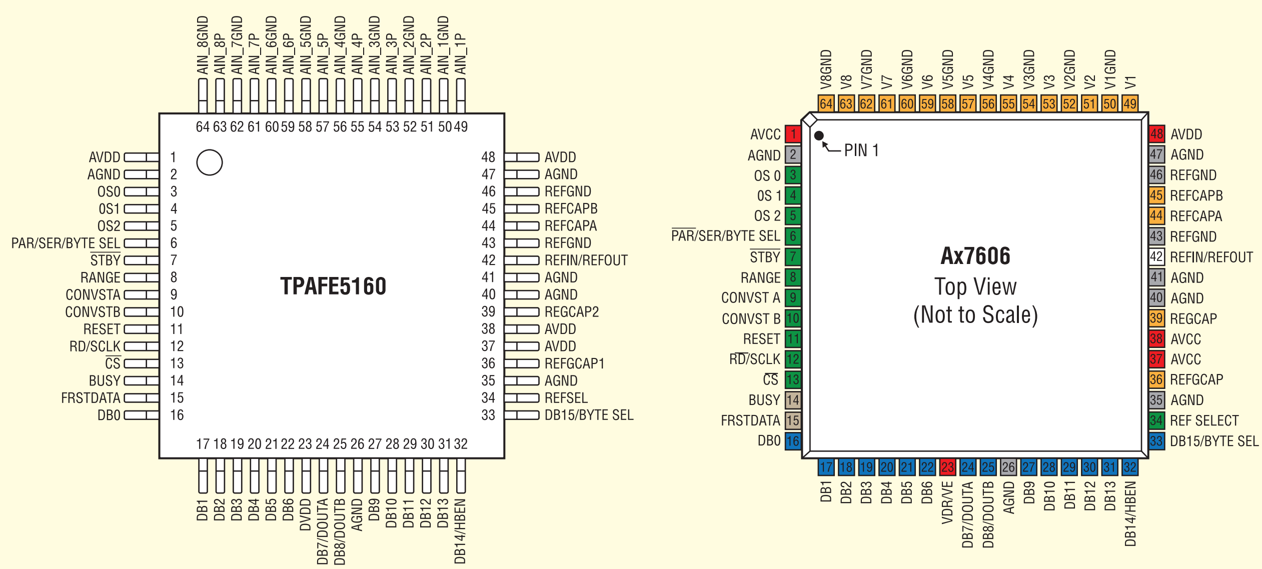

Рис. 6. **Корпус АЦП TPAFE5160 і його аналога**

Таблиця 1. **Порівняння характеристик АЦП китайських виробників, сумісних з АЦП серії 7606**

Параметр	Ax7606C-16	HT7606	TPAFE5160	BL1082
Розрядність АЦП, біт	16	16	16	16
Кількість каналів	8	8	8	8
Макс. частота вибірок, kSPS	200	200	350	200
Діапазон вхідних напруг, В	±10, ±5	±10, ±5, ±12.5	±10, ±5	±10, ±5
SFDR (тип.), дБ	–100	–110	–106	–99
THD (тип.), дБ	–100	–107	–106	–106
DNL (макс.), LSB	±1	±0.5	Не вказано	±0.5
INL (макс.), LSB	±2	±0.5	±2.5	±1.2
Напруга живлення (аналогова частина), В	5	4.75...5.25	5	4.75...5.25
Напруга живлення (цифрова частина), В	1.8...5	2.3...5.25	1.71...5	2.3...5.25
Інтерфейс	Паралельний/послідовний	Паралельний/послідовний	Паралельний/послідовний	Паралельний/послідовний
Струм споживання (макс.), мА	27	10	51 (норм.)	33
Робоча температура, °C	–40...85	–40...85	–40...125	–40...85
Корпус	LQFP-64	LQFP-64	LQFP-64	LQFP-64
Цифровий фільтр	Так	Так	Так	Так
Захист входів	Є	Є	Є	Є
Вбудована система самодіагностики	Так	Так	Так	Так

Особливості:

- роздільна здатність: 24 біт
- швидкість: 0.5...64 квиб/с
- канали: 4/6/8
- входи: диференційні
- IML ±0.000% (тип): OFF SR @ 8 квиб/с
- SNR = 6/8 @ 10 Гц.5 квиб/с $K_y = 1$
- вбудований IOH: +2.4 В/+4.0 В
- вбудований підсилювач з програмованим коефіцієнтом підсилення
- вбудований тактовий генератор
- вбудований механізм виявлення помилок і тестування мікросхеми
- можливість одночасного запуску кількох мікросхем по входу «START»
- живлення: +2 ...5.5 В (±2.5 В)
- інтерфейс: SPI
- температура: –40...105 °C

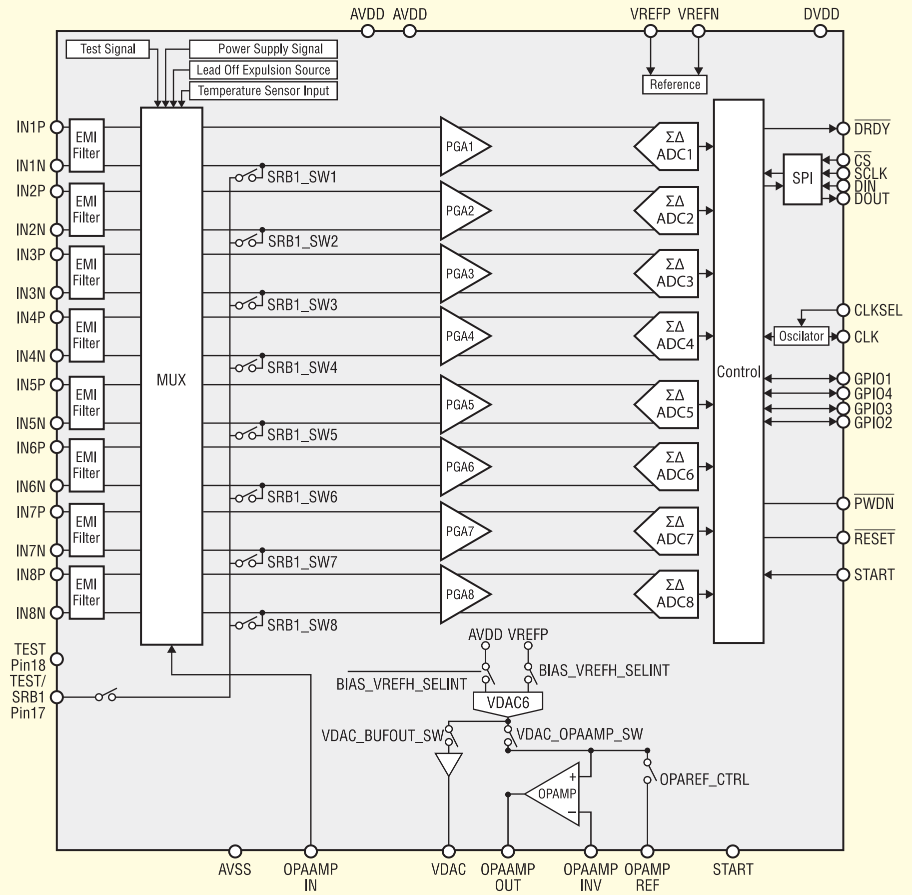

Рис. 7. **Схема і характеристики АЦП ADX322x**

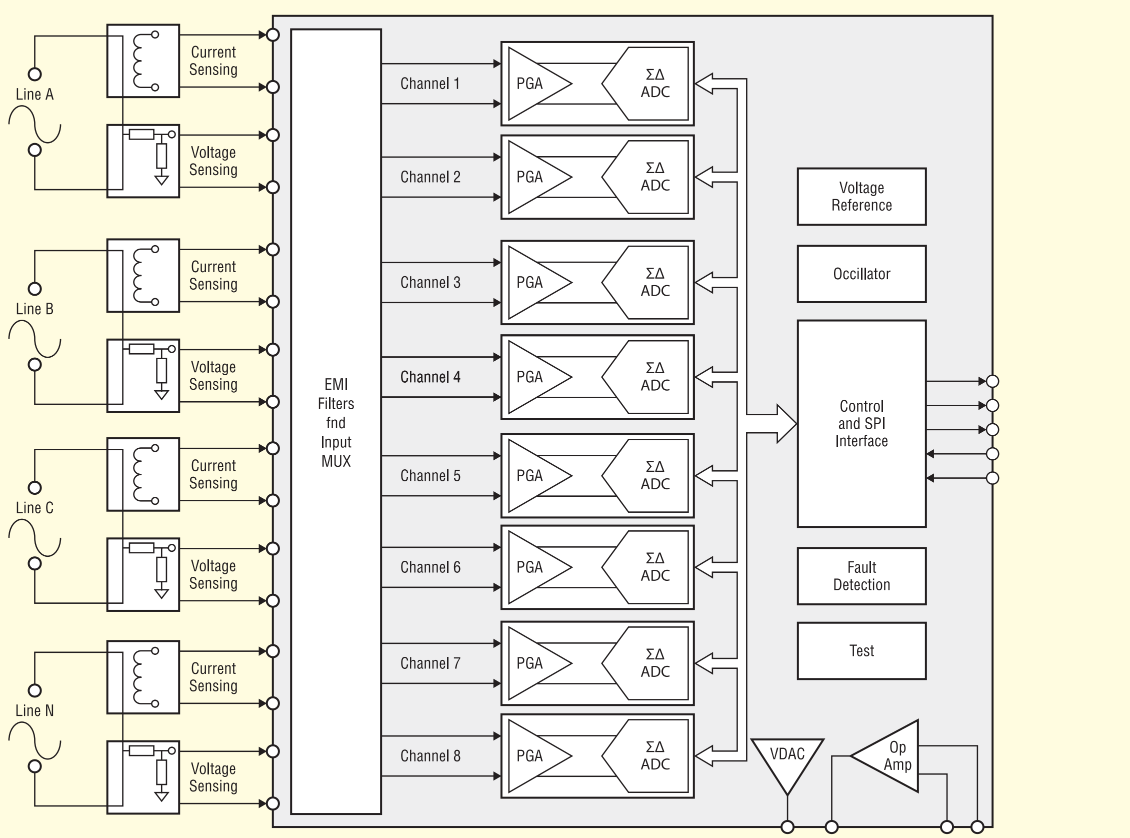

Рис. 8. **Схема підключення входів АЦП ADX322X**

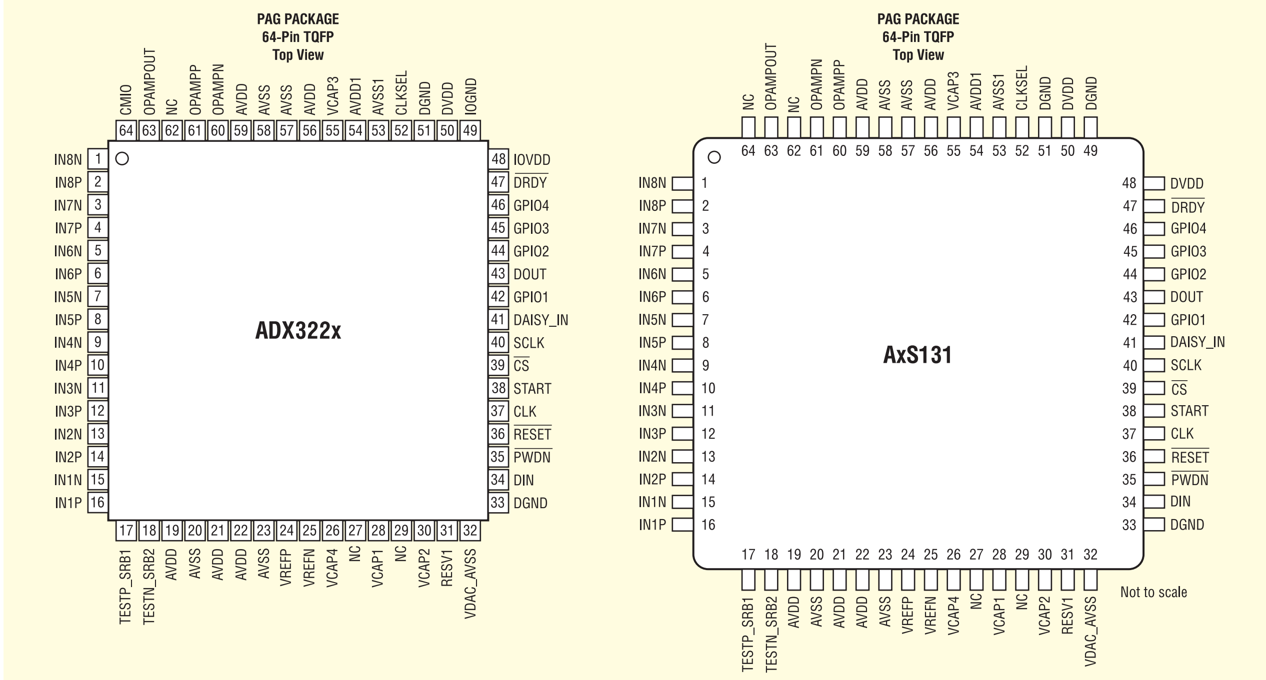

Рис. 9. Корпуси АЦП ADX322x та аналога

кола дозволяють підключати ADX322x безпосередньо до напруги мережі через резистивні дільники, а також до струмових трансформаторів, зокрема до поясів Роговського (рис. 8).

Мікросхеми серії ADX322x випускаються в корпусі TQFP-64 і є сумісними з АЦП сімейства AxS131E0x (рис. 9).

Дані перетворювачі мають схожі електричні характеристики та програмне керування, тому в більшості випадків мікросхеми серії ADX322x можуть розглядатися як пряма заміна AxS131E0x. При цьому слід зазначити, що іноді частина параметрів китайських АЦП краща, ніж у європейських.

Додаткову інформацію щодо продукції, що була представлена в цій статті, можна отримати в ТОВ «РБТронік»:
тел.: +38 (096) 480-38-65, +38 (066) 173-26-79,
+38 (063) 807-13-43,
відділ продажу:
sale@rbtronic.com.ua, sales@rbtronic.com.ua,
технічна консультація:
chip@rbtronic.com.ua, support@rbtronic.com.ua,
www.rbtronic.com.ua
CN

МІКРОКОНТРОЛЕРИ СЕРІЇ NUMICRO® M5531: ВИСОКА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ПОТУЖНІСТЬ І ВИНЯТКОВИЙ ЗАХИСТ БЕЗПЕКИ

*Компанія **Nuvoton Technology** оголосила про випуск мікроконтролерів серії NuMicro® M5531 — потужних мікроконтролерів, розроблених для забезпечення високої продуктивності цифрової обробки сигналів. Серія M5531, що базується на процесорі Arm® Cortex®-M55, працює на частоті до 220 МГц, забезпечуючи обчислювальну потужність до 371 DMIPS. Вона також відрізняється чудовою стійкістю до завад, пройшовши випробування ESD HBM 3 кВ та EFT 4.4 кВ, забезпечуючи користувачам стабільну та високу продуктивність системи.*

Серія M5531 пропонує значні обчислювальні ресурси, що робить її ідеальним вибором для вбудованих додатків з високими вимогами до продуктивності, таких як обробка сигналів у реальному часі та високопродуктивні системи керування.

Основні характеристики:

- *Високопродуктивна архітектура: побудована на 64-бітній архітектурі шини AXI, що забезпечує високу пропускну здатність і підтримує синхронні операції читання/запису даних, зменшуючи послідовну затримку та покращуючи загальну ефективність системи. Крім того, вона забезпечує виділену для ЦП тісно пов'язану пам'ять (Tightly Coupled Memory, TCM), включаючи 64 КБ I-TCM і 128 КБ D-TCM, для виконання критичних за часом інструкцій і даних.*
- *Апаратні прискорювачі: інтегроване векторне розширення Helium™ M-profile, блок з рухомою точкою подвійної точності (Floating-Point Unit, FPU), графічний прискорювач GDMA та апаратний криптографічний двигун.*
- *Інтеграція пам'яті: маючи до 1.5 МБ SRAM і 2 МБ флеш-пам'яті на чипі, серія M5531 може працювати незалежно в більшості додатків без зовнішньої SDRAM, спрощуючи конструкцію системи та зменшуючи загальну вартість.*

З огляду на зростання попиту на підвищену безпеку продуктів, серія M5531 інтегрує декілька апаратних механізмів безпеки для посилення цілісності та захисту системи. До них належать Arm TrustZone®, Secure Boot, криптографічні механізми (AES-256, ECC-571, RSA-4096, SHA-512, HMAC-512), сховище ключів, функція виведення ключів, генератор справжніх випадкових чисел (True Random Number Generator, TRNG), пам'ять тільки для виконання (eXecute-Only-Memory), одноразова програмована пам'ять (One-Time Programmable Memory, OTP) та контакти для виявлення втручання.

www.nuvoton.com