



Евгений Звонарев (КОМПЭЛ)

АЦП и ЦАП TEXAS INSTRUMENTS ДЛЯ ПРИЛОЖЕНИЙ С НИЗКИМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ

Рассмотрены АЦП и ЦАП из широкого ассортимента компании Texas Instruments, ориентированные на устройства с минимальным энергопотреблением. Низкое потребление энергии АЦП и ЦАП от источника питания ассоциируется обычно с низкой скоростью обработки сигналов, однако современные достижения микроэлектроники демонстрируют сочетание относительно высокого быстродействия и экономичного расходования энергии.

АЦП с низким потреблением

Наиболее экономичные архитектуры АЦП — это дельта-сигма АЦП (delta-sigma или) и SAR АЦП (Successive-Approximation Register или АЦП последовательного приближения). Самые оптимальные из них с сочетанием высокой точности и щадящим отношением к источнику питания сведены в таблицу 1, которая составлена на основе рекомендаций производителя. Конечно, выбор наиболее оптимальных микросхем с точки зрения низкого потребления не ограничивается только данными таблицы 1, так как все зависит от мощности и емкости источника питания и некоторых других параметров системы обработки сигналов.

Максимально высокой точностью и линейностью характеристик преобразования обладают $\Delta\Sigma$ АЦП при относительно невысоком быстродействии (см. наименования в первых четырех строчках таблицы 1). Среди них нельзя отставить без внимания новые $\Delta\Sigma$ АЦП ADS1225/ADS1226 с одним или двумя дифференциальными каналами. Структурная схема этих аналого-цифровых преобразователей и их основные характе-

ристики показаны на рисунке 1. Одна из особенностей ADS1225/ADS1226 — наличие встроенного отключаемого буферного усилителя. Включение буферного усилителя позволяет повысить точность преобразования, но увеличивает ток потребления от аналогового источника питания. Например, при напряжении аналогового питания 5 В с включенным буфером этот ток составляет 400 мкА, а при отключенном — 280 мкА. При напряжении питания 3 В — 380 и 270 мкА соответственно. Кроме того, ADS1225/ADS1226 имеют вход запуска преобразования. После окончания преобразования АЦП переходит в режим shutdown. Ток потребления в этом режиме составляет менее 1 мкА, что позволяет в отключенном режиме существенно экономить энергию источника питания. Для дальнейшей обработки цифровых данных целесообразно использовать микроконтроллеры Texas Instruments MSP430 с очень низким потреблением электроэнергии.

Среди новых 24-разрядных дельта-сигма АЦП вызывают интерес



Новый IEEE 802.15.4 трансивер CC2520 для сетей ZigBee

CC2520 — это микросхема IEEE 802.15.4 трансивера второго поколения, выпущенная Texas Instruments и предназначенная для использования в сетях ZigBee в безлицензионном диапазоне 2,4 ГГц. Этот чип можно применять в ответственных приложениях в условиях высоких промышленных электромагнитных помех. Трансивер CC2520 обладает высоким энергетическим потенциалом радиоканала, низким уровнем потребляемого тока и может работать в интервале рабочих температур от -40 до 125°C. Также трансивер CC2520 предоставляет широкую аппаратную поддержку для управления пакетами, буферизации данных, пакетной передачи, шифрования и аутентификации данных, оценки уровня зашумленности канала, индикации уровня сигнала, формирования точных временных характеристик пакетов. Эта достоинства уменьшают вычислительную нагрузку на управляющий контроллер.

Ключевые характеристики:

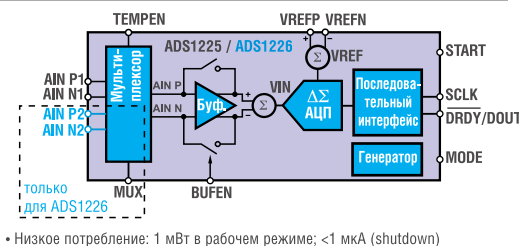
- большая помехозащищенность (избирательность по соседнему каналу — минимум 48 дБ);
- высокий энергетический потенциал канала (103 дБ);
- широкий рабочий диапазон температур (-40...125°C);
- поддержка стандарта IEEE 802.15.4;
- аппаратная совместимость с трансивером CC2420;
- модуль шифрования AES-128.

ADS1225, ADS1226 24 разряда, $\Delta\Sigma$ АЦП, 1 или 2 канала со встроенным генератором



- ADS1225 - один канал
- ADS1226 - два канала

- 24 разряда, дельта-сигма АЦП
- Встроенный буферный усилитель с отключением
- Скорость преобразования: 100 sps (в режиме "high-speed")
- Низкий шум: 4 мкВ (RMS) в режиме "высокое разрешение"
- Последовательный интерфейс 2-wire (только чтение)
- Встроенный датчик температуры
- Внутренний генератор
- Аналоговое и цифровое питание: 2.7 - 5.5 В
- Простое сопряжение с микроконтроллерами MSP430
- Корпус: QFN-16



• Низкое потребление: 1 мВт в рабочем режиме; <1 мкА (shutdown)

Рис. 1. Структурная схема и основные параметры новых АЦП ADS1225/ADS1226

ADS1271 (один канал), ADS1274 (два канала), ADS1278 (четыре канала) с максимальной скоростью преобразования до 125 ksp/s. Эти микросхемы отличаются высокими динамическими и статическими характеристиками. Полоса пропускания составляет 51 кГц, суммарный коэффициент гармонических искажений -105 дБ. У разработчика есть возможность выбора режимов работы — высокая скорость

Таблица 1. Аналого-цифровые преобразователи Texas Instruments для приложений с низким потреблением электроэнергии

Наименование	Описание	Свойства	Корпус(а)
ADS1222/4	24 разряда, 2/4 канала, дельта-сигма, дифференциальный вход	2,7...5,5 В, SPI, 240 sps, ± 5 В дифф. вход, 0,0003% INL**	TSSOP-14
ADS1225/26	24 разряда, 2/4 канала, дельта-сигма, дифференциальный вход	2,7...5,5 В, SPI, 100 sps, 0,0005% INL	4x4 QFN-16
ADS1244/1	24 разряда, 15 sps*, 1/8 каналов, дельта-сигма, I ² C, shutdown	1,8...3,6 В, 90 мкА, 50/60 Гц цифровой фильтр	MSOP-10
ADS1110/2	16 разрядов, 15 sps, 1/2 канала, дельта-сигма, I ² C-интерфейс	2,7...5,5 В, 240 мкА, внутренний ИОН, PGA***	SOT23-6
ADS7823/8	16 разрядов, 50 ksps, 1/8 каналов, SAR АЦП, I ² C-интерфейс	2,7...5,5 В, внутренний ИОН 2,5 В	TSSOP-16
ADS8325	16 разрядов, 100 ksps, 1 канал, SAR АЦП, SPI-интерфейс	2,7...5,5 В, 4,5 мВт при 100 кГц (1 мВт при 10 кГц)	3x3 QFN-8
ADS7886/7/8	12/10/8 разрядов, 1 Msps, SAR АЦП, SPI-интерфейс	2,5...5,75 В, 71,2 дБ SNR и -84 дБ при 100 кГц	SOT23-6, SC70-6
ADS7822	12 разрядов, 75 ksps, 1 канал, SAR АЦП, SPI-интерфейс	2,7...3,6 В, 60 мкВт при 7,5 кГц, 540 мкВт при 75 кГц	MSOP-8
ADS7829	12 разрядов, 125 ksps, 1 канал, SAR АЦП, SPI-интерфейс	2,7...5,25 В, <60 мкВт при 75 кГц, наличие режима shutdown	3x3 QFN-8
ADS7827	8 разрядов, 250 ksps, 1 канал, SAR АЦП, SPI-интерфейс	2,7...5,25 В, <60 мкВт при 75 кГц, наличие режима shutdown	3x3 QFN-8

*sps — samples per second — количество отсчетов (выборки) в секунду.

**INL — интегральная нелинейность характеристики преобразования.

***PGA — Programmable Gain Amplifier — усилитель с программируемым усилением.

ADS1271, ADS1274, ADS1278 24-разрядные дельта-сигма АЦП с высокой точностью

NEW

- ADS1271 - один канал
- ADS1274 - четыре канала
- ADS1278 - восемь каналов

- Полоса пропускания: 51 кГц
- Гармонические искажения: -105 дБ
- Дрейф напряжения смещения: 1,8 мкВ/°C
- Дрейф коэффициента усиления: 2ppm/°C
- Возможность выбора режима работы:
 - Высокое быстродействие : 105 ksps
 - Высокое разрешение: 109dB SNR (сигнал/шум)
 - Низкое потребление: 35 мВт

- Аналоговое напряжение питания: 5 В
- Цифровое напряжение питания: 1,8 - 3,3 В
- Корпус: TSSOP-16

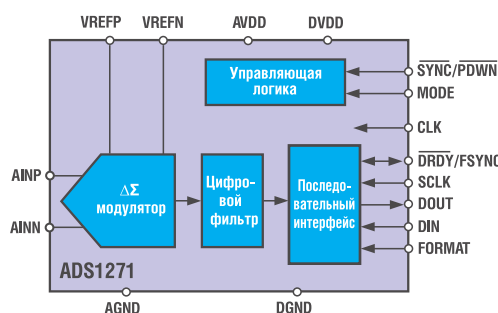


Рис. 2. Структурная схема и основные характеристики ADS1271, ADS1274, ADS1278

ного выбора соответствующего преобразователя.

Новые цифроаналоговые преобразователи в таблице 2 выделены красным цветом. DAC8830 и DAC8831 — одноканальные 16-разрядные ЦАП с однополярным питанием от 2,7 до 5,5 В. Они характеризуются высокой линейностью (1 LSB INL, то есть интегральная нелинейность в пределах одного младшего значащего разряда), малым временем установления (1 мкс при достижении максимального значения с точностью 1/2 МЗР). Диапазон рабочих температур от -40 до 85°C . Производитель отмечает очень низкое потребление этих микросхем (15 мкВт при напряжении питания 3 В). Структурная схема и основные параметры рассмотренных ЦАП приведены на рисунке 3.

На рисунке 4 приведены параметры еще двух семейств цифроаналоговых преобразователей общего применения DAC855x и DAC856x. Среди них Texas Instruments обращает особенное внимание на DAC8554. Это счетверенный 16-разрядный ЦАП с прецизионными rail-to-rail операционными усилителями на выходах. Время установления этих преобразователей составляет 10 мкс при достижении точности выходного сигнала 0,003% от максимального сигнала (FSR). Преобразователь DAC8560 имеет встроенный прецизионный ИОН, стабильность

DAC8830, DAC8831, DAC8832

Прецизионные ЦАП

NEW

- 16 разрядов
- Однополярное питание: 2,7 - 5,5 В
- Очень низкое потребление: 15 мкВт при $U_p = 3$ В
- Высокая точность: INL = 1LSB (макс.)
- Low glitch: 8nV-s
- Низкий шум : $10 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$
- Время установления 1 мкс
- Скоростной SPI интерфейс (до 50 МГц)
- Диапазон рабочих температур: $-40 \dots 85^{\circ}\text{C}$
- Корпуса: SOIC-8 (DAC8830), SOIC-14, QFN-14

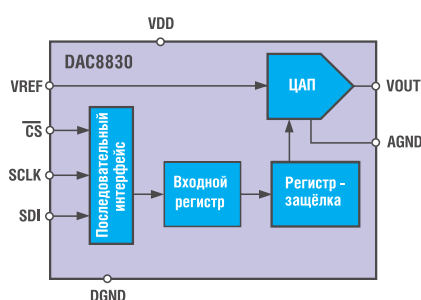


Рис. 3. Структурная схема DAC8830, DAC8831, DAC8832

преобразования, высокое разрешение или режим максимальной экономии электроэнергии. Структурная схема этих преобразователей и их основные параметры приведены на рисунке 2. Очень низкий дрейф и шум АЦП достигается за счет стабилизированных по чопперной (chopper) схеме дельта-сигма модуляторов.

ЦАП с низким потреблением

Параметры цифроаналоговых преобразователей Texas Instruments для приложений с низким потреблением приведены в таблице 2. Конечно, этим перечнем не исчерпывается весь спектр подходящих ЦАП для этих целей. Таблицу 2 следует рассматривать в качестве исход-

Таблица 2. Цифроаналоговые преобразователи Texas Instruments для приложений с низким потреблением электроэнергии

Наименование	Описание	Свойства	Корпус(а)
DAC857x	16 разрядов, 1/4 канала, I ² C интерфейс	2,7...5,5 В, 160 мкА/канал, время установления 10 мкс	MSOP-8
DAC855x	16 разрядов, ultra-low glitch, 1/2/4 канала, SPI-интерфейс	2,7...5,5 В, 200 мкА/канал, время установления 10 мкс (0.003%)	MSOP-8
DAC8560	16 разрядов, 1 канал, внутренний ИОН 2.5 В, 2 ppm/°C	2,7...5,5 В, SPI-интерфейс, время установления 10 мкс	MSOP-8
DAC8830/1	16 разрядов, ультранизкое потребление, 1 канал	2,7...5,5 В, SPI-интерфейс, время установления 10 мкс, 10нВ/√Гц	SO-8/SO-14/QFN-14
DAC8801/11	14/16 разрядов, однополярное питание	2,7...5,5 В, SPI-интерфейс, 2 мкА, INL = ±1 LSB*	MSOP-8, SON-8
DAC7512	12 разрядов, 1 канал, SPI интерфейс	2,7...5,5 В, SPI-интерфейс, 135 мкА, встроенный RRO** буферный усилитель	SOT23-6
DAC755x	12 разрядов, ultra-low glitch, 1/2/4/8 каналов	2,7...5,5 В, SPI-интерфейс, 200 мкА, встроенный буферный усилитель	SON
DAC657x	10 разрядов, 1/4 канала, I ² C-интерфейс	2,7...5,5 В, 160 мкА/канал, время установления 10 мкс, RRO-усилитель	SOP-6
DAC557x	8 разрядов, 1/4 канала, I ² C-интерфейс	2,7...5,5 В, 160 мкА/канал, время установления 10 мкс, RRO-усилитель	SOP-6

*LSB – Least Significant Bit – младший значащий разряд (МЗР).

**RRO – Rail-to-Rail Output – буферный усилитель с выходным сигналом, близким к напряжению питания.

выходного напряжения которого составляет 2 ppm/°C.

Еще один интересный микро-мощный цифроаналоговый преобразователь – это DAC8871 с биполярным выходом и типовой потребляемой мощностью 15 мкВт при двуполярном напряжении питания ±18 В. Производитель не встроил в эту микросхему выходной усилитель. Это сделано для уменьшения потребляемой мощности и предоставления разработчику выбора операционного усилителя для достижения оптимальных параметров преобразования. Время установления DAC8871 находится в пределах 1 мкс при достижении точности выходного сигнала 1 МЗР (LSB). Низкий собственный шум 10 нВ/√Гц микросхемы DAC8871 позволяет получить широкий динамический диапазон выходного сигнала. Основные параметры и структурная схема DAC8871 приведены на рисунке 5.

Закключение

В печатном руководстве Texas Instruments по выбору электронных компонентов для приложений с низким потреблением «Analog and Logic for Low – Power Processors» предлагаются также микросхемы для создания экономичных DC/DC-преобразователей, LDO-стабилизаторы, супервизоры для мониторинга питания, низковольтные операционные усилители с напряжением питания от 1,8 В, компараторы с очень низким потреблением, инструментальные усилители, источники опорного напряжения,

DAC855x, DAC856x

- 16 разрядов, 1/2/4 канала
- Точность: ±4LSB INL (тип.)
- Напряжение питания: 2.7 - 5.5 В
- microPower : 850 мкА при 5 В
- Время установления: 10 мкс при ±0,003% FSR
- Интерфейс 3-wire
- Встроенные выходные усилители
- Встроенный ИОН 2 ppm/°C
- Глитч (Glitch energy): 0.15 nV-s
- Корпус TSSOP-16

ЦАП для широкого применения

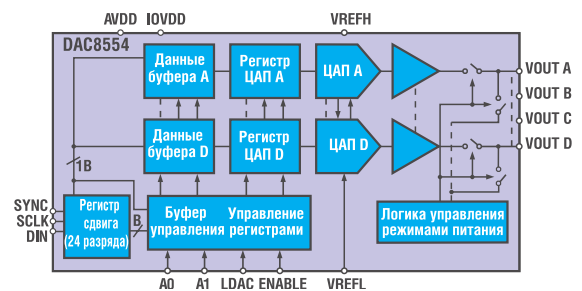


Рис. 4. Структурная схема и параметры ЦАП серий DAC855x и DAC856x

DAC8871

ЦАП с очень высокой точностью и биполярным выходом



- 16 разрядов
- Напряжение питания до ±18 В
- Выходное напряжение до ±18 В
- Высокая точность: ±1LSB INL (макс.)
- Низкий шум: 10 нВ/√Гц
- Время установления: 1 мкс до 1 LSB
- Скоростной SPI интерфейс (до 50 МГц)
- Очень низкое потребление (very low power)
- Корпус TSSOP-16

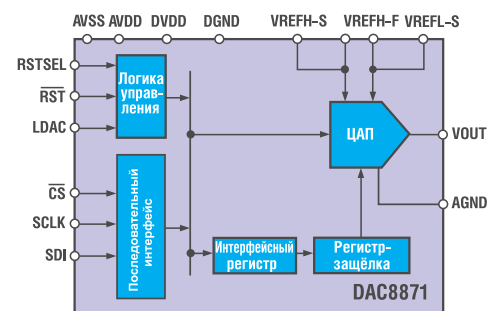


Рис. 5. Основные параметры и структурная схема DAC8871

преобразователи логических уровней, датчики температуры, интерфейсные микросхемы и радиочастотные схемы для беспроводной передачи данных. Под микроконтроллерами с низким потреблением Texas Instruments по умолчанию подразумевается популярное семейство MSP 430, очень хорошо известное нашим разработчикам. Каждый месяц на сайте Texas Instruments www.ti.com появляются новинки среди разных категорий продук-

ции. Основная тенденция развития микросхем – повышение производительности при одновременном снижении энергопотребления.

Ответственный за направление в КОМПЭЛе – Мария Рудяк

Получение технической информации, заказ образцов, поставка – e-mail: analog.vesti@compel.ru