

АЦП И ЦАП КОМПАНИИ MAXIM INTEGRATED ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

П. Чуприна chuprina_pavel@mail.ru

Компания Maxim Integrated Products разрабатывает и выпускает широкий спектр аналоговых микросхем – от простейших регуляторов напряжения до "интеллектуальных" систем сбора и обработки информации, основанных на сложных методах коррекции с применением оцифровки полезного сигнала. Компания тесно взаимодействует с заказчиками, чтобы лучше понимать их потребности и создавать оптимизированные целостные решения. Итог такого сотрудничества – более компактные микросхемы и системы с улучшенными рабочими характеристиками, уменьшение числа компонентов, снижение энергопотребления и себестоимости. Основная доля интегральных схем, выпускаемых Maxim Integrated, предназначена для промышленной и медицинской техники.

КЛАССИФИКАЦИЯ АЦП И ЦАП

Для построения прецизионных АЦП, применяемых в промышленной электронике, компания Maxim использует архитектуру последовательных (8, 10, 12, 14, 16 бит) и сигма-дельта-приближений (до 24 бит). Основные критерии выбора – это разрешающая способность и быстродействие преобразования, но немаловажное значение имеют и другие характеристики:

- вид входа (симметричный/дифференциальный, одно-/двухполярный);
- программная конфигурация входа;
- число каналов (1, 2, 4, 8, 12, 24 и т.д.);
- вид интерфейса считывания данных (последовательный или параллельный);
- источник опорного напряжения (встроенный или внешний) и др.

Кроме того, в ассортименте Maxim имеются АЦП одновременного преобразования, применение которых актуально в устройствах защиты и мониторинга электротехнического оборудования, а также в устройствах измерения активной мощности.

В группе ЦАП для промышленного применения подавляющая часть – это прецизионные приборы с разрешающей способностью 6–16 бит и временем установления выходного сигнала менее 1 мкс. Число выходных каналов варьируется от 1 до 32, а для ввода данных используется параллельный или последовательный (SPI, I²C) интерфейс.

Классифицируются ЦАП по одному из следующих признаков:

- по виду выходного сигнала (выход по току или по напряжению);

- по виду интерфейса (последовательный или параллельный);
- по числу ЦАП на кристалле (одноканальные или многоканальные);
- по быстродействию;
- по разрядности.

Компания Maxim по быстродействию разделяет ЦАП на:

- высокоскоростные с частотой дискретизации свыше 1 МГц;
- низкоскоростные (или прецизионные) с частотой дискретизации до 1 МГц.

В свою очередь прецизионные подразделяются на две группы в зависимости от разрядности:

- с малым разрешением – от 4 до 10 бит;
- с высоким разрешением – от 12 до 16 бит.

АЦП и ЦАП применяются в измерительном и испытательном оборудовании, для

автоматического тестирования, в высокоскоростных системах сбора данных, промышленных системах управления, робототехнике, в приборах с батарейным питанием.

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Новые АЦП, выпущенные компанией Maxim Integrated в 2012–2013 годах, представлены в табл.1. Рассмотрим более подробно их характеристики.

MAX1166 и **MAX1167** – 16-разрядные АЦП последовательного приближения со скоростью преобразования 500 и 250 квыб./с соответственно.

Сегодня это самые миниатюрные в отрасли биполярные АЦП с входным напряжением ±5 В. Превосходные параметры аналоговой части – отношение сигнал/шум (SNR) 92,6 дБ и величина динамического диапазона, свободного от искажений (SFDR), 106 дБ – позволяют проводить прецизионные

Таблица 1. Характеристики аналого-цифровых преобразователей компании Maxim Integrated Products

Марка	Разрядность	Число каналов	Быстродействие, квыб./с	SNR, дБ	SFDR, дБ	Интегральная нелинейность, LSB	Дифференциальная нелинейность, LSB	ИОН	I _{пот.} мКА	P _{пот.} мВт	Интерфейс	Тип корпуса
MAX11166	16	1	500	92,6	106	±0,5	±2,0	Встроенный	1,0	19,5	SPI/QSPI/Microwire/DSP	TQFN 12 выводов
MAX11167			250									
MAX1300	16	Многоканальный	115					Встроенный Внешний.	1,3		SPI/QSPI/Microwire	TSSOP, 20, 24 вывода
MAX1301												
MAX11044	16	4	250	92,0	106	±0,8	±0,5	Встроенный			Высокоскоростной	TQFN 56 выводов
MAX11045		6										
MAX11046		8										
MAX11040	24	4	Программируемое 0,25–64	106				Встроенный			SPI/QSPI/Microwire	TSSOP, 38 выводов
MAX11120–MAX11128	8 10 12	4 8 16	1000	70	100	±1,0	±1,0	Внешний	2,0	5,4	Послед. SPI/QSPI/Microwire	TQFN 28 выводов
MAX11329–MAX11332	10 12	8 16	3000	70		±1,0	±1,0	Внешний	2,0	15,2	SPI/QSPI/Microwire	TQFN 32 вывода

Примечание. SNR – отношение сигнал/шум, SFDR – динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих, LSB – малый значащий разряд.

измерения сигналов в широком динамическом диапазоне с лучшей в своем классе линейностью. Потребляемая мощность при этом в два раза меньше по сравнению с ближайшими аналогами. Типовые значения интегральной нелинейности составляют $\pm 0,5$ LSB (LSB – малый значащий разряд), дифференциальной нелинейности – $\pm 0,2$ LSB.

В этих высокоинтегрированных АЦП используется технология Beyond-the-Rails, разработанная в компании Maxim Integrated Products. Эта технология позволяет работать с входными сигналами в диапазоне ± 5 В при однополярном питании 5 В и исключает необходимость в источнике питания отрицательной полярности, что упрощает конечную схему.

MAX1166 и MAX1167 отличаются низким энергопотреблением и высокой интеграцией. Величина потребляемой мощности при скорости преобразования 500 квыб./с составляет 19,5 мВт, ток потребления – 1 мкА в дежурном режиме (ограниченное потребление). В АЦП встроен источник опорного напряжения (ИОН) с внутренним буфером, температурный дрейф которого – 6 ppm/°C.

Последовательный SPI/QSPI™/Microwire/DSP-совместимый интерфейс может использоваться для параллельного включения нескольких АЦП в многоканальных приложениях.

MAX1166 и MAX1167 выпускаются в 12-выводных корпусах типа TDFN (3×3 мм) и предназначены для работы в диапазоне температур от –40 до 85°C. Эти АЦП имеют более низкую стоимость и экономят до 88% площади, занимаемой на печатной плате, по сравнению с решениями конкурентов.

MAX1300 и **MAX1301** – многоканальные 16-разрядные АЦП, работающие от одного источника питания напряжением 5 В и обеспечивающие максимальную скорость преобразования 115 квыб./с. Отличные рабочие характеристики для переменных сигналов – коэффициент нелинейных искажений 97 дБ и интегральная точность ± 2 LSB – делают эти микросхемы идеальными для систем управления промышленными производственными процессами, измерительной аппаратуры и систем сбора данных.

У встроенного цифрового каскада предусмотрен отдельный вывод питания, что облегчает подключение к системам с напряжением питания 2,7–5,5 В через SPI-/QSPI-/Microwire-совместимый последовательный интерфейс. Перевод в режим пониженного потребления уменьшает потребляемый ток до 1,3 мА, а в режиме полного отключения величина тока потребления менее 1 мкА.

MAX1300 позволяет настраивать восемь несимметричных или четыре дифференциальных

аналоговых входных каналов; MAX1301 – четыре несимметричных или два дифференциальных аналоговых входных канала. У каждого аналогового входного канала предусмотрена возможность раздельного программирования входных диапазонов: семь диапазонов для несимметричных входов (0...+6 В, –6...0 В, 0...+12 В, –12...0 В, ± 3 В, ± 6 В и ± 12 В) и три диапазона для дифференциальных входов (± 6 В, ± 12 В, ± 24 В).

Наличие встроенного источника опорного напряжения 4,096 В позволяет реализовать недорогие и малогабаритные решения для аналогово-цифрового преобразования. При необходимости MAX1300 и MAX1301 могут работать совместно с внешним источником опорного напряжения (3,8...4,136 В).

MAX1300 поставляется в 24-выводном корпусе типа TSSOP, MAX1301 – в 20-выводном корпусе TSSOP. Рабочий температурный диапазон – от –40 до 85°C.

MAX11046 – первый в отрасли 16-разрядный 8-канальный АЦП с одновременной выборкой, в котором используется метод последовательного приближения (SAR). Запатентованная архитектура АЦП предусматривает встроенный источник отрицательного напряжения питания с низким уровнем шума. Эта инновационная технология позволяет реализовать измерения с разрешением 16 бит через биполярный вход с высоким импедансом при использовании только одного внешнего источника положительного напряжения. Рабочие характеристики прибора превышают нормативные требования класса точности 0,2 (0,2% от 220 В), установленные стандартом IEC 62053.

Высокий входной импеданс позволяет использовать фильтр нижних частот перед входами АЦП, в результате чего можно отказаться от прецизионных внешних буферов. Биполярный вход исключает необходимость в схемах сдвига уровня. Одновременная выборка снижает типичные требования к встраиваемому ПО для подстройки фазы, благодаря этому удастся сократить сроки разработки устройств и ускорить их вывод на рынок.

Характеристики MAX11046:

- время преобразование – 3 мкс;
- скорость преобразования – 250 квыб./с для всех восьми каналов;
- 16-разрядный высокоскоростной параллельный интерфейс;
- внутренний источник опорного напряжения (4,096 В) с малым дрейфом, обеспечивающий входной диапазон ± 5 В.

АЦП выпускаются в 56-выводных корпусах типа TQFN (8×8 мм).

MAX11040K – 24-разрядный 4-канальный дельта-сигма-АЦП с одновременной выборкой и отношением сигнал/шум, равным 117 дБ. Число каналов может быть увеличено до 32 (восемь АЦП MAX11040K, включенных параллельно). АЦП MAX11040K с программируемой фазой и частотой выборки идеально подходит для высокоточных, критичных к фазе измерений для мониторинга мощности в средах с высоким уровнем помех. Последовательный интерфейс АЦП, совместимый с SPI, позволяет с помощью одной команды считывать данные со всех устройств, соединенных каскадно.

Встроенный ИОН (2,5 В) имеет дрейф 50 ppm/°C. Программируемая скорость преобразования АЦП MAX11040K – от 0,25 до 64 квыб./с. Диапазон напряжения питания аналоговой части – 3,0–3,6 В, цифровой – 2,7–3,6 В.

MAX11040K обеспечивает компенсацию фазовых сдвигов, вызываемых резисторными делителями, трансформаторами или фильтрами на аналоговых входах, посредством введения программируемой задержки от 0 до 333 мкс. MAX11040 рекомендуется для применения в оборудовании защиты промышленных электросетей, в медицинском оборудовании (электрокардиографы, электроэнцефалографы) и в других приложениях, требующих точного и синхронного преобразования каналов АЦП со скоростью 0,25–64 квыб./с.

MAX11040 выпускается в 38-выводном корпусе типа TSSOP.

MAX11120–MAX11128 – семейство 4-, 8- и 16-канальных высокоскоростных АЦП с низким энергопотреблением и самой широкой в отрасли полосой (1,5 МГц), в которой обеспечивается линейность.

MAX11120–MAX11128 поддерживают режимы AutoShutdown и быстрого пробуждения, для оптимального управления энергопотреблением АЦП поддерживают режим полного отключения.

Отличные динамические характеристики, низкое напряжение питания и энергопотребление, простая схема включения и небольшие размеры корпуса делают эти АЦП идеально подходящими для портативных приборов с батарейным питанием, а также для других приложений, требующих низкого энергопотребления и небольших габаритов.

Основные характеристики семейства MAX11120–MAX11128:

- скорость преобразования до 1 Мвыб./с без задержек;

- высокая интегральная и дифференциальная точность – ± 1 LSB без пропуска кода во всем диапазоне рабочих температур;
- отношение сигнал/шум – 70 дБ на частоте 250 кГц;
- диапазон напряжения питания – 2,35–3,6 В;
- внешний дифференциальный ИОН (от 1 В до напряжения питания).

MAX11120–MAX11128 выпускаются в 28-выводных корпусах типа TQFN (5×5 мм) и работают в диапазоне температур от –40 до 125°C.

MAX11329–MAX11332 – семейство 8- и 16-канальных высокоскоростных 10-, 12-разрядных АЦП с внешним источником опорного напряжения, линейной полосой пропускания 500 кГц и низким энергопотреблением. АЦП отличаются широким динамическим диапазоном, высокой скоростью, низким энергопотреблением.

MAX11329–MAX11332 работают в режиме внешнего и внутреннего тактирования. Режим внутреннего тактирования с усреднением позволяет увеличить отношение сигнал/шум. В режиме внешнего тактирования поддерживается технология SampleSet, позволяющая пользователю задавать последовательность сканирования каналов. SampleSet обеспечивает большую гибкость в установке последовательности сканирования для многоканальных приложений, что значительно снижает нагрузку на микроконтроллер.

В режиме внутреннего тактирования встроенный буфер FIFO позволяет считывать данные в любое время при высокой скорости выборки. Также в этом режиме поддерживается встроенное усреднение, улучшающее обработку входных сигналов с большим уровнем шумов. Входные каналы АЦП конфигурируются как однополярные, дифференциальные или псевдодифференциальные относительно одного общего входа.

Трехпроводный последовательный интерфейс обеспечивает режимы подключения SPI без дополнительной логики; тактовая частота до 48 МГц.

Основные характеристики:

- скорость преобразования до 3 Мвыб./с без задержек;
- высокая интегральная и дифференциальная точность – ± 1 LSB;
- уровень сигнал/шум – 70 дБ на частоте 100 кГц;
- диапазон напряжений питания – 2,35–3,6 В;
- энергопотребление:
- мощность – 15,2 мВт при 3 Мвыб./с (питание 3 В),
- ток в дежурном режиме – 2 мкА;
- внешний дифференциальный ИОН (от 1 В до напряжения питания).

MAX11329–MAX11332 выпускаются в 32-выводных корпусах TQFN (5×5 мм) и работают в диапазоне температур от –40 до 125°C.

MAX11200, MAX11203, MAX11206, MAX11207, MAX11209–MAX11211 и MAX11213 – семейство 16-, 18-, 20-, 24-разрядных одноканальных АЦП с ультранизким энергопотреблением (менее 300 мкА активном режиме), высокой разрядностью и последовательным интерфейсом. Микросхемы обеспечивают самое высокое соотношение разрядности к потребляемой мощности и предназначены для применения в устройствах, требующих сочетания широкого динамического диапазона и низкого энергопотребления. Встроенные буферы входного сигнала обеспечивают развязку источника сигнала от коммутируемых конденсаторов АЦП, что позволяет подключать данные преобразователи к источникам с высоким выходным импедансом, не делая выбор между широким динамическим диапазоном и высокой линейностью. Микросхемы содержат высокоточный внутренний тактовый генератор.

Внутренний цифровой фильтр обеспечивает уровень подавления сетевых помех (50 и 60 Гц) более 100 дБ. Преобразователи конфигурируются через последовательный интерфейс SPI и содержат четыре вывода общего назначения, которые могут быть использованы для управления внешним мультиплексором.

Программируемый коэффициент усиления для MAX11213, MAX11209 и MAX11206 – от 1 до 128, для MAX11210 – 1, 2, 4, 8 или 16.

Интегральная нелинейность имеет величину ± 3 LSB (MAX11203, MAX11213, MAX11209, MAX11211, MAX11206, MAX11207) и ± 1 LSB (MAX11200, MAX11210).

Другие характеристики:

- среднеквадратичный уровень шумов – 570 нВ (при скорости преобразования 10 выб./с и полном диапазоне входного сигнала $\pm 3,6$ В);
- ультранизкое энергопотребление – менее 0,4 мкА в дежурном режиме;
- диапазон напряжения питания аналоговой части – 2,7–3,6 В, цифровой части – 1,7–3,6 В.

Преобразователи выпускаются в 16-выводном корпусе типа QSOP, диапазон рабочих температур – от –40 до 85°C.

MAX11210 – одноканальный 24-разрядный сигма-дельта-АЦП, обеспечивающий лучшее в отрасли эффективное разрешение 23,9 разряда при токе потребления менее 300 мкА. Микросхема – отличный выбор для устройств, где требуется высокая точность при минимальном потреблении,

особенно для портативных прецизионных измерительных приборов.

Микросхема имеет встроенные буферизирующие усилители на аналоговых входах и входах для подключения источника опорного напряжения. Микросхема программируется для однократных измерений с нулевой задержкой и скоростью до 120 измерений/с или для непрерывного измерения со скоростью до 480 измерений/с.

Ток потребления у АЦП MAX11210 меньше 300 мкА при полнофункциональной работе и меньше 0,4 мкА в дежурном режиме.

Напряжение питания для аналоговой части составляет 2,7–3,6 В, для цифровой – 1,7–3,6 В. Интерфейс – SPI, QSPI, Microwire-совместимый.

АЦП выпускается в 16-выводном корпусе типа QSOP, рабочий температурный диапазон – от –40 до 85°C.

ЦИФРОАНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Новые ЦАП, выпущенные компанией Maxim Integrated в 2012–2013 годах, представлены в табл. 2. Рассмотрим более подробно их характеристики.

MAX5214/MAX5216 – 14- и 16-битные одноканальные маломощные ЦАП с потенциальным выходом и низким энергопотреблением. Малый ток потребления 80 мкА (максимально) и высокая точность установления выходного напряжения $\pm 0,25$ мВ обеспечиваются буферизацией выхода ЦАП.

Цифроаналоговые преобразователи MAX5214 и MAX5216 поддерживают трехпроводной последовательный интерфейс, совместимый со стандартами SPI/QSPI/Microwire/DSP, что позволяет сэкономить место на печатной плате и облегчает согласование изолированных приложений. Чтобы обеспечить размах выходного сигнала Rail-to-Rail, равный напряжению питания, и низкое энергопотребление системы, прецизионный источник опорного напряжения подключается через вход с высоким сопротивлением.

При подаче питания на выходе ЦАП устанавливается нулевое напряжение, т.е. обеспечивается дополнительный уровень безопасности (или надежности) в устройствах, которые должны находиться в пассивном состоянии во время включения системы. У ближайших аналогов минимальное выходное напряжение составляет 20–30 мВ.

MAX5214/MAX5216 выпускаются в сверхминиатюрном 8-выводном корпусе μ MAX (3×5 мм) и рассчитаны на работу в промышленном диапазоне температур от –40 до 105°C. Высокие точностные характеристики ЦАП, интегральная нелинейность ($\pm 0,25$ LSB у MAX5214 и ± 1 LSB у MAX5216) и малые

ошибки усиления и смещения сохраняются во всем рабочем диапазоне температур.

MAX5318 – прецизионный 18-разрядный ЦАП с низким уровнем шумов и малым временем установления выходного сигнала.

MAX5318 имеет буферизованный выход, что обеспечивает быструю установку выходного сигнала – 3 мкс при нагрузке 10 кОм и 100 пФ, а также малое напряжение смещения и температурный дрейф $\pm 0,5$ ppm/°C.

При подаче питания на выходе устанавливается нулевое напряжение. ЦАП имеет трехпроводной интерфейс SPI с частотой до 50 МГц (логические уровни от 1,8 до 5,5 В).

Интегральная (± 2 LSB) и дифференциальная (± 1 LSB) точность сохраняются во всем рабочем диапазоне температур (от –40 до 105°C).

Цифроаналоговый преобразователь выпускается в 24-выводном корпусе типа TSSOP размером 4,4×7,8 мм.

MAX5215 и MAX5217 – 14-, 16-разрядные ЦАП с буферизованным выходом по напряжению и малым

потреблением. В ЦАП MAX5215 и MAX5217 используется внешний прецизионный источник опорного напряжения, он подключается ко входу с высоким входным сопротивлением и обеспечивает диапазон выходного сигнала Rail-to-Rail и снижение энергопотребления; ток потребления составляет всего 80 мкА.

Микросхемы MAX5215 и MAX5217 имеют двухпроводной интерфейс I²C, работающий со скоростями до 400 кГц. При включении питания MAX5215 и MAX5217 сбрасывают выходы ЦАП в нулевой уровень напряжения, обеспечивая тем самым дополнительную защиту устройств, управляемых выходным напряжением ЦАП. Выход ЦАП имеет встроенный буфер, в результате – низкий ток потребления 80 мкА (макс.) и малая ошибка смещения $\pm 0,25$ мВ. Диапазон напряжений питания – от 2,7 до 5,5 В.

Высокие интегральная точность $\pm 0,4$ LSB (MAX5215) и $\pm 1,2$ LSB (MAX5217) и малая ошибка усиления и смещения ($\pm 0,25$ мВ) гарантируются во всем интервале рабочих температур.

Таблица 2. Характеристики цифроаналоговых преобразователей компании Maxim Integrated Products

Марка	Разрядность	Число каналов	Интегральная нелинейность, LSB	Время установления сигнала, мкс	Точность, мВ	Ток потребления, мкА	Потребляемая мощность, мВт	Источник опорного напряжения	Напряжение питания, В	Интерфейс	Тип корпуса	Температурный диапазон, °С
MAX5134	16	4	±10	5	±0,5			Внешний Встроенный	2,7–5,5	Последовательный SPI (30 МГц)	TQFN 24 вывода TSSOP 16 выводов	2,7–5,5
MAX5135	12	4	±1									
MAX5136	16	2	±8									
MAX5137	12	2	±1									
MAX5214	14	1	±0,25	18	±0,25	80		Внешний Встроенный	2,7–5,5	SPI/QSPI/ Microwire/ DSP	µMAX 8 выводов	–40–105
MAX5216	16	1	±1									
MAX5215	14	1	±0,4	18	±0,25	80	Незначительная	Внешний Встроенный		2-проводный I ² C (400 кГц)	µMAX 8 выводов	–40–125
MAX5217	16	1	±1,2									
MAX5318	18	1	±2	3				Внешний Встроенный	2,7–5,5	3-проводный SPI (50 МГц)	TSSOP, 14 выводов	–40–105
MAX5700	8	2	±1	4,5	±0,5	250 (на канал)	1,5	Внешний Встроенный (2,048; 2,5 или 4,096 В)	2,7–5,5	3-проводный SPI/QSPI/ Microwire/ DSP (50 МГц)	µMAX 10 выводов TDFN 10 выводов	–40–125
MAX5701	10	2										
MAX5702	12	2										
MAX5703	8	1	±1	6,3	±0,5	155	<1	Внешний Встроенный (2,048; 2,5 или 4,096 В)	2,7–5,5	3-проводный SPI/QSPI/ Microwire/ DSP (50 МГц)	µMAX 8 выводов TDFN 10 выводов	–40–125
MAX5704	10	1										
MAX5705	12	1										
MAX5713	8	4	±1	4,5	±0,5	250 (на канал)	3,0	Внешний Встроенный (2,048; 2,5 или 4,096 В)	2,7–5,5	SPI/QSPI/ Microwire/ DSP (50 МГц)	TSSOP, 14 выводов WLP, 12 выводов	–40–125
MAX5714	10	4										
MAX5715	12	4										
MAX5723	8	8	±1	4,5	±0,5	250 (на канал)	6,0	Внешний Встроенный (2,048; 2,5 или 4,096 В)	2,7–5,5	4-проводный SPI (50 МГц)	TSSO, 20 выводов WLP, 20 выводов	–40–125
MAX5724	10	8										
MAX5725	12	8										
MAX5800	8	2	±1	4,5	±0,5	350 (на канал)	1,5	Внешний Встроенный (2,048; 2,5 или 4,096 В)	2,7–5,5	2-проводный I ² C (400 кГц)	µMAX 10 выводов TDFN 10 выводов	–40–125
MAX5801	10	2										
MAX5802	12	2										
MAX5823	8	8	±1	4,5	±0,5	250 (на канал)	6,0	Внешний Встроенный (2,048; 2,5 или 4,096 В)	2,7–5,5	2-проводный I ² C (400 кГц)	TSSO, 20 выводов WLP, 20 выводов	–40–125
MAX5824	10	8										
MAX5825	12	8										

MAX5215 и MAX5217 доступны в миниатюрном восьмивыводном корпусе µMAXR размером 3×5 мм. Диапазон рабочих температур – от –40 до 105°С, температур хранения – от –65 до 150°С.

MAX5703–MAX5705 представляют собой прецизионные одноканальные, 8-, 10-, 12-разрядные ЦАП.

Широкий диапазон напряжений питания (от 2,7 до 5,5 В) в сочетании с ультранизким энергопотреблением (<1 мВт) позволяет успешно применять их во многих низковольтных системах. Высокоомный вход (100 кОм) для подключения внешнего прецизионного ИОН обеспечивает диапазон напряжений Rail-to-Rail. Стабильность параметров ЦАП гарантируется во всем диапазоне рабочих температур.

Микросхемы MAX5703–MAX5705 имеют трехпроводной SPI/QSPI/Microwire/DSP-совместимый интерфейс с частотой 50 МГц. Буферизованный выход ЦАП имеет малый ток потребления – менее 155 мкА (при 3 В) и малое напряжение смещения ±0,5 мВ.

При подключении внешних источников опорных напряжений встроенный ИОН (напряжение 2,048; 2,5 или 4,096 В) находится в выключенном состоянии.

MAX5703–MAX5705 (рис.1) имеют асинхронный вход (активный "0"), настраиваемый пользователем, вход AUX (активный "0") для обеспечения дополнительной гибкости системы. Данный вход может быть запрограммирован для асинхронной очистки (CLR, активный "0") или как временный выход (GATE, активный "0") ЦАП с заданным пользователем значением. Также микросхемы имеют отдельный асинхронный вход LDAC (активный "0"). Это позволяет производить синхронное обновление данных на выходах нескольких устройств. Напряжение на входе V_{DDIO} – от 1,8 до 5,5 В.

MAX5703–MAX5705 выпускаются в миниатюрных десятивыводных корпусах типа TDFN (2×3 мм) и µMAX (3×5 мм). Диапазон рабочих температур – от –40 до 125°С, температур хранения – от –65 до 150°С. Высокие точностные характеристики (интегральная нелинейность ±1 LSB, точность установления напряжения ±0,5) сохраняются во всем интервале рабочих температур.

MAX5700–MAX5702 – 2-канальные, 8-, 10- и 12-разрядные ЦАП с ультранизким энергопотреблением (1,5 мВт), что позволяет успешно применять их во многих низковольтных системах. Высокоомный вход (100 кОм) для подключения внешнего прецизионного ИОН обеспечивает работу в диапазоне Rail-to-Rail.

Микросхемы MAX5700–MAX5702 имеют трехпроводной SPI/QSPI/Microwire/DSP-совместимый интерфейс, работающий с частотой до 50 МГц.

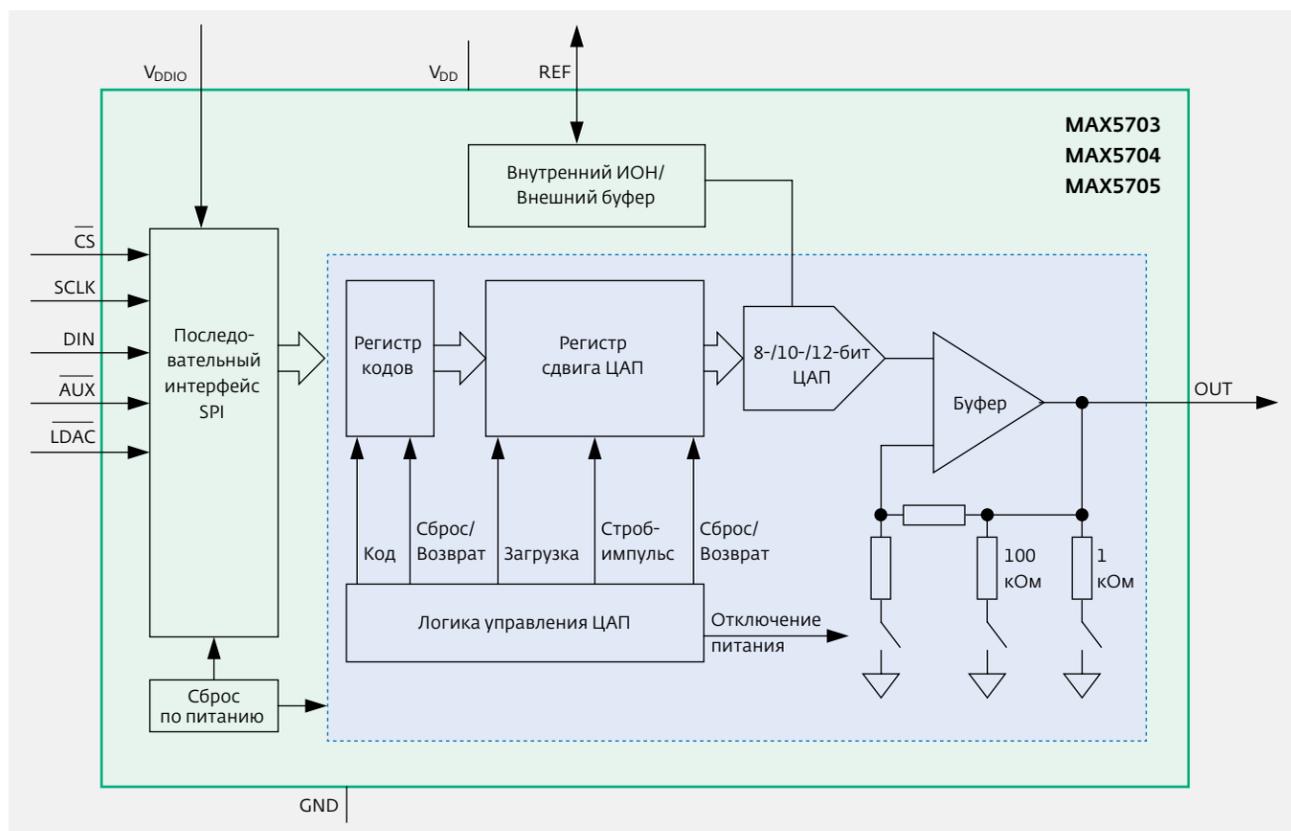


Рис.1. Блок-схема ЦАП MAX5703–MAX5705 (одноканальные, 8-, 10-, 12-разрядные)

Буферизованные выходы ЦАП потребляют ток величиной менее 250 мкА на канал и имеют малую ошибку смещения $\pm 0,5$ мВ. При включении питания на выходах ЦАП устанавливается нулевое напряжение, т.е. обеспечивается дополнительная безопасность устройств, управляемых выходным напряжением ЦАП и требующих нулевого напряжения при включении. Встроенный ИОН (2,048; 2,5 и 4,096 В) находится в выключенном состоянии при включении питания, чтобы иметь возможность подключения внешних источников опорных напряжений.

MAX5700–MAX5702 выпускаются в миниатюрных десятивыводных корпусах типа μ MAX (5×3 мм) и TDFN (3×3 мм) и рассчитаны на работу в температурном диапазоне от -40 до 125°C . Температуры хранения – от -65 до 150°C . Во всем интервале рабочих температур гарантируется стабильность параметров.

MAX5713–MAX5715 представляют собой 4-канальные 8-, 10-, 12-разрядные ЦАП с буферизованными выходами по напряжению и встроенным ИОН (2,048; 2,5 или 4,096 В). MAX5713–MAX5715 отличаются низким энергопотреблением (3 мВт), что позволяет успешно применять их в большинстве низковольтных

систем. Высокоомный вход (100 кОм) для подключения внешнего прецизионного ИОН обеспечивает работу в диапазоне Rail-to-Rail. Стабильность характеристик при всех условиях эксплуатации гарантируется. Независимые режимы конфигурирования каждого канала. Установка выходного напряжения в "0" при включении питания.

MAX5713–MAX5715 имеют SPI/QSPI/Microwire/DSP-совместимый интерфейс с частотой до 50 МГц для работы в приложениях, требующих последовательного подключения устройств. Буферизованные выходы каналов ЦАП имеют ток потребления всего 250 мкА на канал и смещение напряжения $\pm 0,5$ мВ. При включении питания на выходах ЦАП устанавливается нулевое напряжение. Встроенный ИОН находится в выключенном состоянии при включении питания, чтобы можно было подключить внешние ИОН. В MAX5713–MAX5715 возможно одновременное обновление данных на выходе с использованием программных команд.

Входы LDAC и CLR (активные низкие) предназначены для асинхронного управления ЦАП: очищают содержимое регистров кода и ЦАП и одновременно устанавливают на выходах ЦАП нулевой уровень

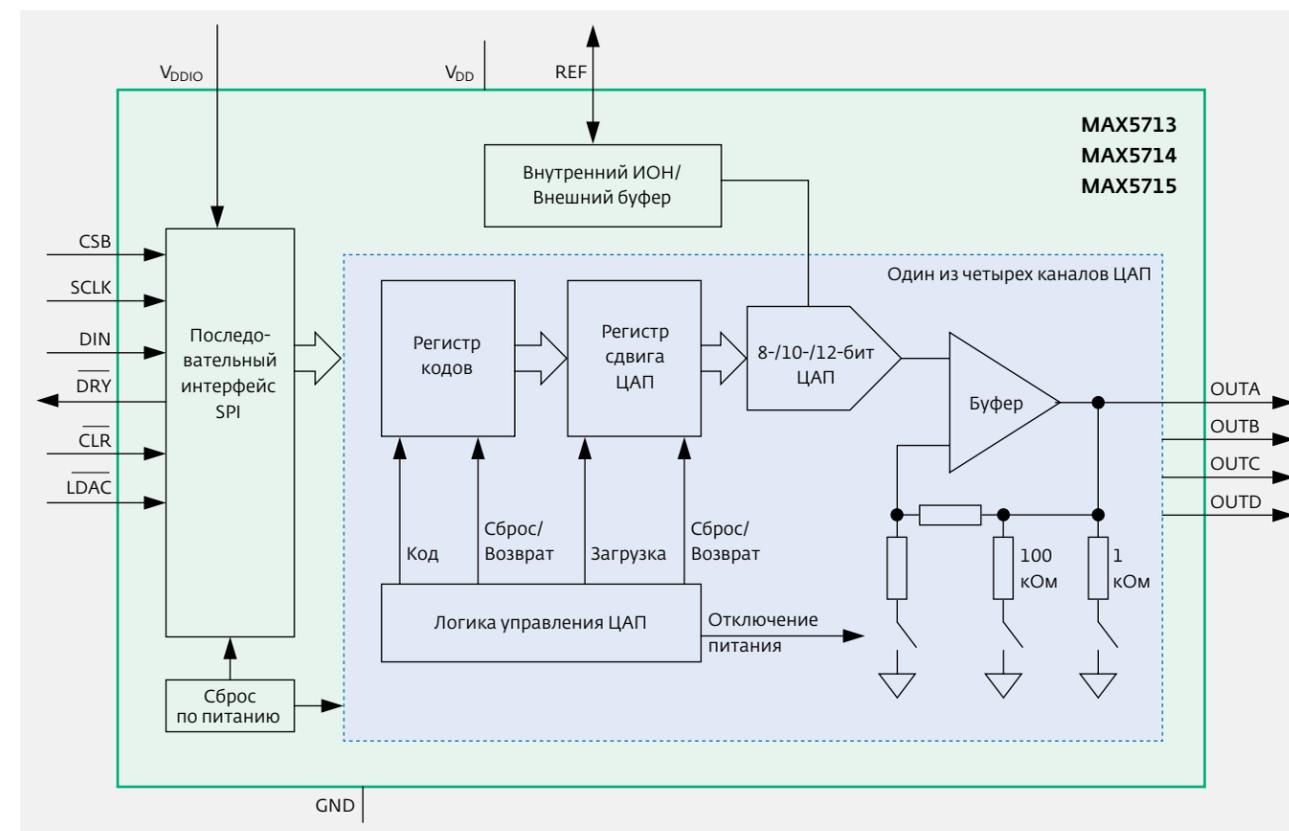


Рис.2. Блок-схема ЦАП MAX5713–MAX5715 (4-канальные, 8-, 10-, 12-разрядные)

напряжения (рис.2). На отдельный вывод питания V_{DDIO} подается напряжение 1,8–5,5 В.

Микросхемы MAX5713–MAX5715 выпускаются в 14-выводных корпусах типа TSSOP (5×4,4 мм) и 12-выводных WLP (1,6×2,2 мм).

Диапазон рабочих температур составляет от -40 до 125°C .

MAX5800–MAX5802 – 2-канальные ультраминиатюрные 8-, 10-, 12-разрядные ЦАП с буферизованным выходом по напряжению, внутренним ИОН (2,048; 2,5 или 4,096 В) и малым энергопотреблением.

Широкий диапазон (2,7–5,5 В) напряжений питания MAX5800–MAX5802 в сочетании с ультранизким энергопотреблением (1,5 мВт) позволяет успешно применять их во многих низковольтных системах. Высокоомный вход (100 кОм) внешнего прецизионного ИОН обеспечивает диапазон напряжений Rail-to-Rail.

Микросхемы MAX5800–MAX5802 имеют двухпроводной интерфейс I²C с частотой до 400 кГц. Буферизованный выход ЦАП имеет малый ток потребления (менее 250 мкА на канал) и малое

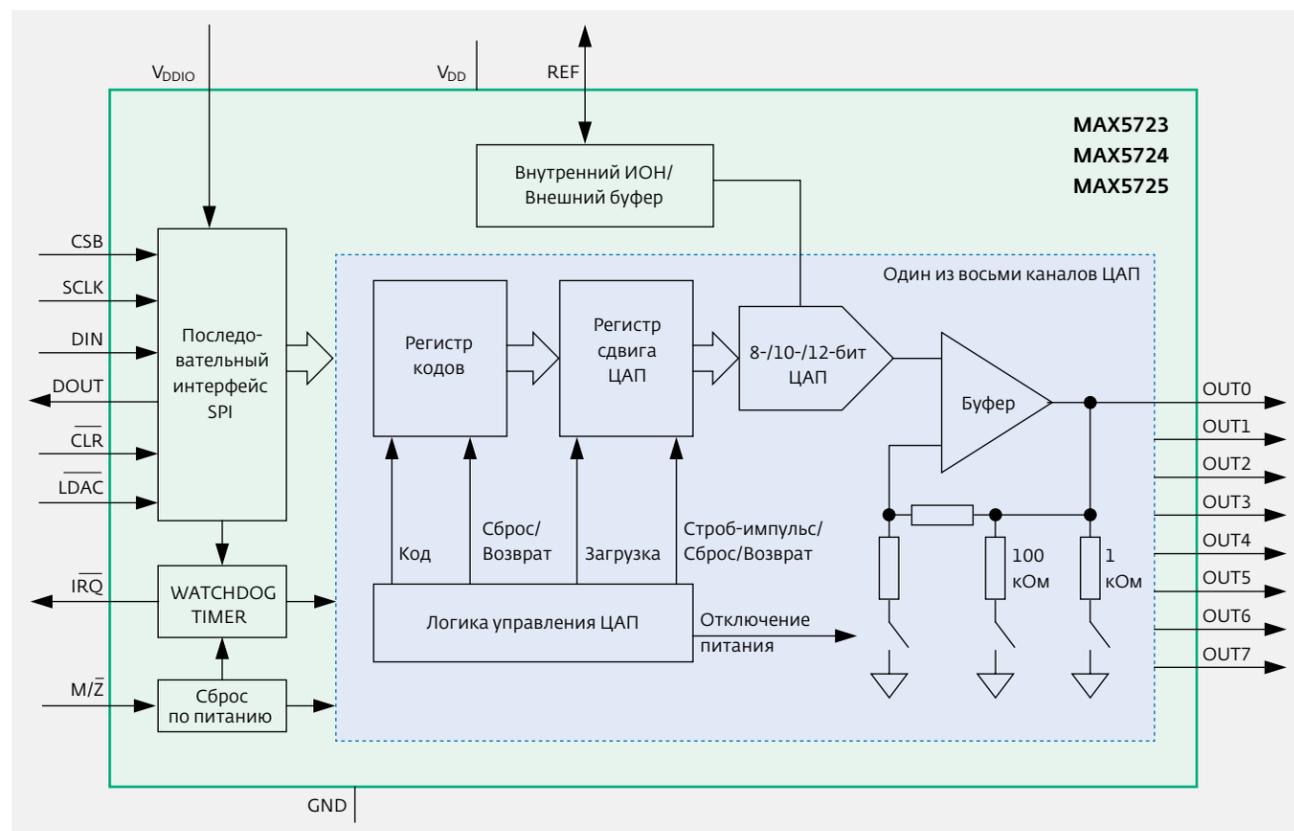


Рис.3. Блок-схема ЦАП MAX5823–MAX5825 (8-канальные, 8-, 10- и 12-разрядные)

смещение напряжения – $\pm 0,5$ мВ. Встроенный ИОН находится в выключенном состоянии при включении питания, чтобы была возможность подключения внешних источников опорных напряжений. MAX5800–MAX5802 позволяют выполнить одновременное обновление данных на выходе с использованием программных команд "Загрузка".

Логический вход CLR (активный "0") позволяет асинхронно очищать содержимое регистров ЦАП и кода (см. рис.2) и устанавливать выходы ЦАП в нулевое состояние. На отдельный вывод питания V_{DDIO} подается напряжение 1,8–5,5 В.

MAX5800–MAX5802 доступны в миниатюрных 10-выводных корпусах типа μ MAX (5×3 мм) и TDFN (3×3 мм) и рассчитаны на работу в температурном диапазоне от –40 до 125°C. Во всем диапазоне рабочих температур гарантирована стабильность характеристик.

MAX5823–MAX5825 – семейство 8-канальных 8-, 10- и 12-разрядных ЦАП в корпусе WLP. Микросхемы занимают всего 6,25 мм² на печатной плате. Имеют буферизованный выход по напряжению, встроенный ИОН (2,048; 2,5 или 4,096 В) с дрейфом 3 ppm/°C, низкое энергопотребление (6 мВт). Высокоомный вход (100 кОм) для подключения

внешнего прецизионного ИОН обеспечивает диапазон Rail-to-Rail. Интегральная нелинейность (погрешность напряжения на выходе) – ± 1 LSB.

MAX5823–MAX5825 имеют интерфейс I²C тактовой частотой до 400 кГц. Ток потребления всего 250 мкА на канал, смещение напряжения – $\pm 0,5$ мВ.

MAX5823–MAX5825 позволяют выполнить одновременное обновление данных с использованием программных команд "Загрузка" (рис.3) или с помощью логического входа LDAC (активный "0").

Особенностью семейства ЦАП MAX5823–MAX5825 является программируемый сторожевой таймер, который может быть включен для контроля активности и работоспособности входов/выходов интерфейса.

Вход CLR (активный низкий) позволяет асинхронно очистить содержимое регистров кода и ЦАП и одновременно перевести выходы ЦАП в состояние, соответствующее заводской настройке. На отдельный вывод V_{DDIO} подается питание 1,8–5,5 В.

MAX5823–MAX5825 выпускаются в 20-выводных корпусах TSSOP и WLP. Диапазон рабочих температур – от –40 до 125°C.

По материалам компании Maxim Integrated Products