

## АЦП И ЦАП КОМПАНИИ MAXIM. НОВАЯ ПРОДУКЦИЯ

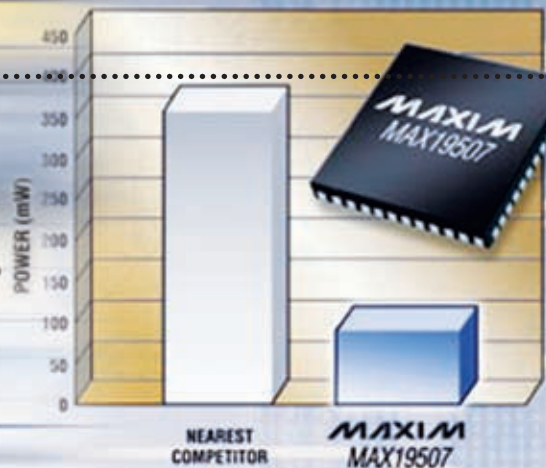
Сегодня трудно назвать область радиоэлектронной промышленности, где бы не использовались аналоговые микросхемы. Примечательно, что доля аналоговой части в современных сложных системах контроля и управления превышает долю цифровой части. Поэтому с развитием процессов автоматизации и цифровой электронной техники будет расти и рынок аналоговых микросхем. Разработка, изготовление и продажа стандартных аналоговых микросхем — одно из основных направлений развития современной микроэлектроники.

Ведущие мировые производители разрабатывают и выпускают 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 и обработки информации с помощью встроенного микроконтроллера.

Интегральные цифроаналоговые и аналого-цифровые преобразователи (ЦАП и АЦП) относятся к классу наиболее распространенных и широко используемых компонентов современной электронной техники.

Исторически сложилось так, что название "аналоговые микросхемы" ассоциируется в России прежде всего с такими фирмами, как Analog Device, Texas Instruments, Maxim и Linear Technology.

Фирма Maxim была основана в 1983 году и с первых дней ориентирована на разработку и выпуск широкого класса аналоговых и аналого-цифровых интегральных схем. Производственная программа фирмы базировалась на том, что пользователь уже имеет в составе своего прибора микропроцессор и нуждается в хорошем связующем звене между процессором и реальным "аналоговым" внешним миром. Микросхемы компании Maxim предназначены для регистрации, измерения, усиления и преобразования реальных сигналов, таких как температура, давление или звук, в цифровую форму, пригодную для дальнейшей компьютерной обработки.



И.Романова

Фирма Maxim разрабатывает и внедряет в производство больше новых интегральных схем, чем любая другая компания в мире. Достаточно отметить, что за 17 лет работы на мировом рынке фирма Maxim разработала и внедрила около 2000 новых интегральных схем, более 1800 из которых — это уникальные разработки. Практически каждые две недели Maxim объявляет о 5–10 новых разработках. Ежегодно Maxim выпускает 200–300 новых микросхем, и известно, что 20% оборота расходуется на НИР.

Спектр выпускаемой компанией продукции охватывает аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи, источники опорного напряжения, интерфейсы RS-232 и RS-485, супервизоры питания микропроцессоров, операционные усилители и компараторы, аналоговые коммутаторы и мультиплексоры, различные датчики и формирователи сигналов датчиков, схемы построения источников питания, зарядки и контроля исправности батарей, микросхемы для беспроводной и волоконно-оптической связи.

Большая часть выпускаемой продукции ориентирована на использование в малогабаритной переносной аппаратуре с автономным питанием. Поэтому основной упор делается на достижение минимального энергопотребления, сохранение работоспособности микросхемы при значительном снижении питающего напряжения, и все это — без ущерба основным электрическим параметрам. Параллельно с этим ведется работа по упаковке микросхем в современные корпуса, обеспечивающие минимальную площадь, занимаемую микросхемой на печатной плате.

АЦП (ADC, Analog to Digital Converter) — аналого-цифровой преобразователь. Это устройство принимает входные аналоговые сигналы и генерирует соответствующие им цифровые сигналы, пригодные для дальнейшей цифровой обработки микропроцессорами и другими устройствами. Еще их иногда называют цифровыми потенциометрами, поскольку они могут применяться для цифрового измерения уровня аналогового сигнала.

Не исключена возможность и непосредственного преобразования различных физических величин в цифровую форму, однако эту задачу удается решить лишь в редких случаях ввиду сложности таких преобразователей. Поэтому сегодня наиболее рациональным способом являются преобразования различных



по физической природе величин сначала в функционально связанные с ними электрические величины, а затем уже с помощью преобразователей напряжение-код – в цифровые. Именно такие преобразователи имеют обычно в виду, когда говорят об АЦП.

АЦП делятся на параллельные, последовательные и последовательно-параллельные (комбинированные). В настоящее время наиболее популярны последовательные интегрирующие АЦП. По принципу работы они также делятся на два типа. АЦП первого типа постоянно измеряют уровень входящего сигнала, обнуляя свой регистр каждый раз после отправки значения в буфер. АЦП второго типа отслеживают лишь изменение сигнала, сравнивая уровень входящего сигнала с его предыдущим значением.

Практически все современные АЦП, за редким исключением, работают в режиме "оверсэмплинг" (англ. oversampling – дискретизация с избыточностью), т.е. производят оцифровку сигнала на частоте, которая в несколько и даже в десятки раз выше, чем получаемая частота результирующего сигнала. Это позволяет на несколько порядков снизить ошибки квантования и погрешности, вносимые как шумами сигнала, так и собственными шумами микросхемы, и в результате – повысить качество цифрового сигнала.

ЦАП (DAC, Digital to Analog Converter) – это цифроаналоговый преобразователь. Вместе с АЦП они составляют основу получения как цифрового сигнала из аналогового (этот процесс называется "оцифровкой" сигнала), так и восстановления аналогового сигнала из цифрового.

Цифроаналоговый преобразователь предназначен для преобразования числа, определенного обычно в виде двоичного кода, в напряжение или ток, пропорциональные его значению. Схемотехника цифроаналоговых преобразователей весьма разнообразна, но все они делятся на две большие группы: с последовательным и с параллельным вводом входного кода. Кроме того, они классифицируются по следующим признакам: стандартному и высокому быстродействию, одноканальному и многоканальному типам (имеется в виду несколько одноканальных схем, объединенных в один блок, – это сродни кодеку), вариантам с токовым выходом и выходом в виде напряжения.

## АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Компания Maxim выпускает аналого-цифровые преобразователи большинства известных типов. С одной стороны, это быстродействующие преобразователи невысокой разрядности. Уникальное место среди таких микросхем занимают, конечно же, MAX106, MAX104 и MAX108. Это 8-битные параллельные функционально законченные АЦП со встроенной схемой выборки-хранения и частотой дискретизации 600, 1000 и 1500 Мвыб./с соответственно. С другой стороны, это интегрирующие АЦП для цифровых мультиметров MAX130–MAX139 разрядностью 3,5- или 4,5-десятичных разряда и непосредственным управлением жидкокристаллическим или светодиодным индикатором. Но основное внимание компания уделя-

ет малогабаритным экономичным АЦП разрядностью 8–14 бит преимущественно с последовательным интерфейсом. И здесь, как и в остальной продукции Maxim, упор сделан на минимальные габариты и максимальную экономичность.

О достигнутом компанией уровне говорят параметры АЦП: при числе входных каналов от одного до восьми, разрядности 10–12 бит и напряжении питания 2,7–5,25 В среднее значение потребляемого тока составляет 1,9–2,5 мА (при частоте преобразования 400 кГц), 0,9–1,5 мА (при частоте около 100 кГц) и 0,25 мА – при частоте 1 кГц. Благодаря возможности перевода микросхемы в режим пониженного энергопотребления в паузах между выборками средний потребляемый ток не превышает 10 мкА.

**АЦП MAX19586** – 16-битный аналого-цифровой преобразователь с быстродействием 80 Мвыб./с. MAX19586 имеет высокие динамические характеристики, в том числе уровень собственных шумов – 82 дБ, отношение сигнал/шум (SNR) – 80 дБ и динамический диапазон без искажений (SFDR) – 96 дБ при входной частоте 10 МГц (уровень входного сигнала 2 дБ). Параметры микросхемы – собственные шумы, отношение сигнал/шум и динамический диапазон – на несколько децибел лучше, чем у ее аналогов. АЦП может обрабатывать входную частоту до 170 МГц, работает от источника питания 1,8 В, а также обрабатывает входные сигналы с амплитудой до 2,6 В.

"Maxim упрочил свое лидерство в технологии преобразования данных, выпустив быстродействующий АЦП, который установил рекорды и по динамическим параметрам и по энергопотреблению", – говорит Тед Тьюксбери (Ted Tewksbury), директор по маркетингу отделения высокоскоростной обработки сигналов.

MAX19586 потребляет 1,1 Вт, что на 48% меньше, чем у ближайших аналогов. Микросхема выпускается в 56-выводном корпусе QFN-EP, размер которого составляет четвертую часть размера корпуса аналога, и работает в промышленном температурном диапазоне от -40 до 85°C.

Характеристики MAX19586 позволяют использовать его в высококачественном вещательном оборудовании. АЦП применяются в базовых станциях сотовой связи (BTS), мультимедийных приемниках с несколькими несущими, для обработки сигналов антенных решеток, а также в передовом измерительном и тестовом оборудовании.

**АЦП MAX109** – 8-битный АЦП с частотой преобразования 2,2 ГГц – обладает высокими динамическими характеристиками в широком диапазоне частот. MAX109 выполнен по современной технологии SiGe и содержит на одном кристалле высококачественный усилитель выборки-хранения, дискретизатор и демультимплексор 1,4. При оцифровке входной частоты 300 МГц с частотой преобразования 2,2 ГГц АЦП достигает рекордных значений свободного от искажений динамического диапазона (SFDR) – 62 дБ и отношения сигнал-шум (SNR) – 45 дБ. Неравномерность отношения сигнал-шум остается в пределах 1,6 дБ при частоте входного сигнала до 2 ГГц. АЦП MAX109 позволяет напрямую

оцифровывать РЧ-сигналы, что исключает потребность в ИС для снижения частоты РЧ-сигнала. Данный АЦП оптимален для применения в радарных, высококачественных контрольно-измерительных системах и приемниках широкополосной связи.

Входной сигнал может быть дифференциальным или несимметричным с диапазоном  $\pm 250$  мВ. Результат преобразования выводится в LVDS-формате и демультимплексируется с помощью демультимплексора 1:4. LVDS-выходы питаются от напряжения 3,0–3,6 В. Таким образом, АЦП совместимы с системами, в которых только одно напряжение питания – 3 В. Имеются также входы управления чередованием работы нескольких MAX109, что повышает эффективность работы.

MAX109 выпускается в 256-выводном корпусе SBGA и рассчитан на работу в температурном диапазоне от  $-40$  до  $85^\circ\text{C}$ .

**АЦП MAX1449** – быстродействующий 10-разрядный АЦП со встроенным широкополосным устройством выборки-хранения (VBX) и источником опорного напряжения. Частота преобразования для MAX1449 составляет 105 Мвыб./с.

Модель MAX1449, разработанная по схеме с полным дифференциальным входом и с использованием принципа конвейерной обработки сигнала (pipeline architecture), позволяет проводить оцифровку сигнала с высокими скоростями при минимальной потребляемой мощности.

Области применения MAX1449: ультразвуковая визуализация; обработка сигнала изображения ПЗС; дискретизация сигналов ПЧ; цифровые телеприставки, приложения с дискретизацией видеосигналов.

#### Параметры АЦП MAX1449

Напряжение питания.....	от 2,7 до 3,6 В
Потребляемая мощность.....	186 мВт
Ток потребления.....	62 мА (5 мкА в режиме ожидания)
Полоса входного сигнала.....	400 МГц (-3 дБ)
Источник опорного напряжения.....	2,048 В
Параллельный КМОП-выход.....	три уровня

Отношение сигнал/шум (SNR) составляет 58,5 дБ при частоте 20 МГц, динамический диапазон без искажений (SFDR) – 72 дБ при частоте 20 МГц. Имеется встроенный прецизионный ИОН – 2,048 В.

MAX1449 выпускается в корпусе 32-TQFP (32 вывода), габаритные размеры  $5 \times 5$  мм. Интервал рабочих температур составляет  $-40$ – $85^\circ\text{C}$ .

Существуют полностью совместимые по выводам модели, рассчитанные на работу с меньшими скоростями. Например, скорости преобразования для более дешевых моделей MAX1444, MAX1446, MAX1448 соответственно равны 40, 60 и 80 М/с.

**АЦП MAX11043** – высокоинтегрированный четверенный 16-разрядный АЦП с независимой выборкой каналов, предназначенный для датчиков, был представлен в конце 2008 года.

Схема разработана для использования в радарных системах непрерывного излучения с линейной частотной модуляцией. Микросхема обрабатывает и оцифровывает сигналы ПЧ от входных каскадов радаров (24 или 77 ГГц) для их дальнейшей обработки DSP или микропроцессором. В

микросхему включены четыре дискретных аналоговых фильтра, четыре прецизионных АЦП с независимой выборкой каналов и 12-битный управляющий ЦАП. И все это размещается в корпусе размером  $6 \times 6$  мм.

Свободный от искажений динамический диапазон (SFDR) составляет 90 дБ, отношение сигнал/шум – 77 дБ (на  $f = 100$  кГц), скорость оцифровки – 400 тыс. преобр./с, когда используется четыре канала, и 800 тыс. преобр./с, когда используется два канала. К числу других возможностей MAX11043 относятся работа от встроенного (2,5 В) или внешнего ИОН (2,0–2,8 В), экономичные режимы работы и наличие программируемого усилителя с возможностью установки коэффициента усиления от 1 до 64. У этого усилителя предусмотрена функция эквалайзера, т.е. автоматического усиления слабых высокочастотных сигналов.

MAX11043 работает в диапазоне напряжений питания от 3 до 3,6 В. Микросхема выпускается в 40-выводном TQFN-корпусе и работает в температурном диапазоне от  $-40$  до  $125^\circ\text{C}$ .

**АЦП MAX1377/MAX1379/MAX1383** компания Maxim Integrated Products представила в конце 2008 года. Это вдвоенные 12-разрядные АЦП с синхронной выборкой и быстродействием 1,25 Мвыб./с. Особенность ИС в том, что оба АЦП имеют независимый последовательный интерфейс SPI для связи со схемой управления, что дает возможность при максимальной частоте выборки снизить рабочую частоту интерфейса SPI до 20 МГц. Кроме того, можно совместить два потока данных в одном порту SPI, если снизить частоту выборки или повысить частоту SPI до 40 МГц. Гибкость такой архитектуры позволяет выбирать в качестве устройства управления микроконтроллеры или сигнальные процессоры. Дополнительную гибкость системе придает возможность конфигурации входов ИС в виде четырех несимметричных или двух дифференциальных каналов. В результате для различных приложений можно применять одну платформу на базе MAX1377, MAX1379, MAX1383. Возможность конфигурирования позволяет сократить номенклатуру используемых компонентов и сократить время выхода разработки на рынок.

Отличные характеристики АЦП по переменному току (соотношение SINAD равно 71 дБ), гарантированная высокая точность преобразования (интегральная нелинейность  $\pm 1,25$  младшего значащего разряда и дифференциальная нелинейность  $\pm 1$  младшего значащего разряда), а также быстрота и одновременность выборки делает эти микросхемы подходящими для систем управления электродвигателями, вращающихся координатографов, преобразователей синфазно-квадратурного сигнала.

MAX1377/MAX1379/MAX1383 выпускаются в 20-выводных корпусах TQFN размером  $5 \times 5$  мм и работают в расширенном температурном диапазоне от  $-40$  до  $125^\circ\text{C}$ .

В конце 2008 года компания Maxim представила **АЦП MAX19515, MAX19516, MAX19517**. Это совместимое по выводам семейство двухканальных, 10-битных АЦП с быстродействием 65/100/130 Мвыб./с.





Эти микросхемы отличаются низким потреблением энергии. MAX19515 потребляет 43 мВт, MAX19516 – 57 мВт, а MAX19517 – 75 мВт мощности на канал от источника питания аналоговой части. Микросхемы АЦП имеют отношение сигнал/шум 60 дБ (относительно всего диапазона) и величину SFDR 85 дБ на частоте 70 МГц. Семейство микросхем АЦП предназначено для экономичной, портативной аппаратуры, например систем ультразвукового и медицинского зондирования, портативных измерительных приборов и экономичных систем сбора данных. Данный ряд микросхем разработан для создания систем, имеющих ограничения по габаритам, с тем чтобы свести к минимуму количество необходимых внешних компонентов. АЦП работает от источника питания аналоговой части 1,8; 2,5 или 3,3 В.

Встроенные выходные КМОП-резисторы дают возможность пользователю программировать сопротивление КМОП-выхода, что позволяет обойтись без внешних демпфирующих резисторов. MAX19515/MAX19516/MAX19517 выпускаются в 48-выводном TQFN-корпусе размером 7×7 мм и предназначены для работы в расширенном температурном диапазоне от -40 до 85°C.

**АЦП MAX104** – быстродействующий, 8-разрядный, параллельный, функционально законченный АЦП со встроенным широкополосным устройством выборки-хранения (УВХ). Частота преобразования для MAX104 составляет 1 Гвыб/с.

Эта интегральная схема разработана с использованием так называемой параллельной (или флеш-) архитектуры. Встроенный малощумящий широкополосный усилитель с УВХ позволяет обрабатывать входной сигнал с частотой до 2,2 ГГц. Значения отношения сигнал/шум на частотах 1000, 500 и 125 МГц для дифференциального входного сигнала составляют соответственно 46,4; 47,0 и 47,4 дБ.

Номинальное значение напряжения питания составляет 5 В, однако схема сохраняет работоспособность и при снижении напряжения питания до 3 В. MAX104 выпускается в корпусе 192-ESBGA (192 вывода) размером 25×25 мм с шариковыми выводами на нижней поверхности.

В начале февраля 2009 года появилось сообщение, что компания Maxim представила **MAX19505/MAX19506/MAX19507** – ряд совместимых по выводам двухканальных 8-битных АЦП с быстродействием 65/100/130 Мвыб/с.

Микросхемы отличаются низким потреблением энергии – 43 мВт (MAX19505), 57 мВт (MAX19506) и 74 мВт (MAX19507) на канал от источника питания аналоговой части. Кроме того, АЦП имеют близкий к идеальному 8-битный динамический диапазон: полную шкалу SNR – 49,8 дБ и SFDR – 69 дБ на частоте 70 МГц. MAX19505/MAX19506/MAX19507 хорошо подходят для экономичных, портативных приложений, таких как ультразвуковое и медицинское оборудование, портативные измерительные приборы и экономичные системы сбора данных. Созданные для аппаратуры с ограниченными габаритами, интегральные микросхемы минимизируют число необходимых внешних компонентов. Они содержат саморегулируемый стабилизатор

аналогового напряжения, который дает возможность пользователям запитать микросхему от 1,8; 2,5 или 3,3 В аналоговых источников без использования внешнего стабилизатора.

Встроенные выходные согласующие КМОП-резисторы дают возможность пользователям программировать выходное КМОП-сопротивление, что позволяет исключить внешний демпфирующий резистор. MAX19505/MAX19506/ MAX19507 являются функциональными и конструктивными аналогами 10-битных АЦП MAX19515/MAX19516/MAX19517, что делает применение микросхем более гибким.

Микросхемы выпускаются в 48-выводном TQFN корпусе размером 7×7 мм и работают в температурном диапазоне от -40 до 85°C.

В начале февраля 2009 года компания Maxim представила **АЦП MAX1329** – экономичную систему сбора данных со встроенным прецизионным блоком преобразования данных для обработки сигнала с датчика, а также схему его питания. MAX1329 – это 16-разрядная система сбора данных со встроенной схемой подключения датчиков и микроконтроллеров.

Особенностью ИС является наличие 12-/16-разрядного АЦП, сдвоенного 12-разрядного высокочувствительного ЦАП, а также источника опорного напряжения. АЦП в режиме 12-разрядной работы имеет частоту дискретизации 300 кГц, что позволяет оцифровывать кратковременные быстро затухающие сигналы, например показатели измерителя уровня сахара в крови. Чтобы повысить точность и устранить влияние внутренней погрешности измерений, используется цифровая обработка, позволяющая увеличить разрядность преобразования с имеющихся 12 до 16 разрядов. Интегрированные 12-разрядные ЦАП демонстрируют высокую точность, быстрое установление результата (10 мкс) и используются для управления датчиками. Подобная функция обеспечивает достаточно простое подключение недорогого микроконтроллера и позволяет создавать законченную высокопроизводительную систему сбора данных с питанием от аккумуляторов.

АЦП, ЦАП, источник опорного напряжения и аналоговые блоки интегрированы в корпусе MAX1329, что делает ИС идеальной для применения в портативных системах. Аналоговые блоки включают: операционные усилители, входной мультиплексор 16:1, усилитель с программируемым коэффициентом усиления, два ключа с низким падением напряжения в канале (однополюсный переключатель на два направления SPDT и однополюсный переключатель SPST).

Высокая степень интеграции данной ИС упрощает проектирование, позволяет уменьшить габариты и дает свободу при выборе микроконтроллера. MAX1329 оптимизирована для применения в системах с питанием от аккумуляторов. Она использует источник номиналом от 1,8 до 3,6 В для питания цифровой части и источник номиналом от 2,7 до 5,5 В для питания аналоговой части. Кроме того, встроенный повышающий преобразователь позволяет применять номинал 5 В, 25 мА для питания дополнительных внешних устройств.

ИС потребляет 3,75 мА в активном режиме и 0,5 мкА в "спящем" режиме. MAX1329 выпускается в 40-выводных корпусах TQFN размером 6×6 мм и работает в температурном диапазоне от -40 до 85°C.

### ЦИФРОАНАЛОГОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Напомним, что цифро-аналоговым преобразователем (Digital Analog Converters) называется узел или микросхема, предназначенные для преобразования входного цифрового кода в выходной аналоговый ток или напряжение. Микросхемы цифроаналоговых преобразователей выпускают несколько фирм. Однако безусловным лидером как по разнообразию типов, так и по объемам продаж ЦАП является компания Maxim. Сегодня она выпускает 181 тип микросхем ЦАП.

Прежде чем перейти к ассортименту выпускаемых микросхем, отметим, что наиболее важные параметры ЦАП – это разрядность, тип интерфейса, быстродействие, тип корпуса, характеристики питания и тип выхода (по току или по напряжению).

Разрядность ЦАП определяет точность преобразования. В настоящее время выпускаются микросхемы с разрядностью от 4 до 24 двоичных разрядов и выше. Наиболее часто используются ЦАП с разрядностью от 8 до 12 разрядов.

По типам входного интерфейса микросхемы ЦАП подразделяются на микросхемы с параллельным и последовательным интерфейсом. Микросхемы с параллельным интерфейсом, в свою очередь, подразделяются на микросхемы с байтовым интерфейсом и микросхемы с интерфейсом большей разрядности. Микросхемы с байтовым интерфейсом оптимизированы для применения в системах с 8-битными микроконтроллерами. Микросхемы с параллельным интерфейсом больше байта могут использоваться совместно с 16-битными микропроцессорами и в других изделиях.

Микросхемы с последовательным интерфейсом также подразделяются на несколько групп в зависимости от типа интерфейса: SPI, I<sup>2</sup>C (SMBus), 1-Wire и т. д. Очевидно, что последовательный интерфейс значительно замедляет время записи данных и снижает общую производительность. Однако использование трех-четырёх выводов для организации последовательного интерфейса вместо восьми или более выводов в случае с параллельным интерфейсом позволяет использовать корпус с меньшим числом выводов, что, в свою очередь, значительно снижает стоимость микросхем, площадь, сложность и стоимость печатных плат и повышает надежность изделия за счет меньшего количества паек.

Быстродействие цифроаналогового преобразователя также важно. По быстродействию современные ЦАП можно условно разделить на три группы: низкого быстродействия – до 100 квыб./с, среднего быстродействия – от 100 до 500 квыб./с, высокого быстродействия – более 500 квыб./с. Наиболее часто используются ЦАП низкого или среднего быстродействия.

Современные микросхемы ЦАП производятся с токовым выходом (без встроенного масштабирующего операционного усилителя) и с выходом по напряжению (со встроенным выходным операционным усилителем). Кроме того, в случае, если микросхема в одном корпусе содержит несколько ЦАП, часть из них может иметь токовый выход, а часть – выход по напряжению. Выходы по напряжению могут быть различной нагрузочной способности.

Микросхемы ЦАП могут иметь одно или несколько различных напряжений питания. Очевидно, что чем меньше источников питания использует микросхема ЦАП, тем она удобнее. Важно только, чтобы применение одного напряжения питания не снижало другие параметры микросхем ЦАП, например, линейность.

**ЦАП MAX19692** – 12-битный цифроаналоговый преобразователь с быстродействием 2,3 Гвыб./с осуществляет прямой синтез высокочастотных и широкополосных сигналов в различных зонах Найквиста.

MAX19692 может напрямую синтезировать сигналы с шириной спектра до 1 ГГц в частотном диапазоне от постоянного тока и до 2 ГГц. Микросхема имеет превосходные динамические характеристики: динамический диапазон без искажений (SFDR) – 68 дБ при выходной частоте 1200 МГц (3-я зона Найквиста). Это на 14 дБ лучше параметра SFDR у других конкурентов, работающих на этой высокой выходной частоте. MAX19692 работает от источников питания 3,3 и 1,8 В. Имеет мультиплексные LVDS-входы.

При частоте преобразования 1,5 Гвыб./с MAX19692 потребляет всего 950 мВт мощности – на 67% меньше, чем ближайший конкурент. Эта микросхема работает в промышленном температурном диапазоне от -40 до 5°C и выпускается в компактном 169-выводном CSBGA корпусе размером 11×11 мм.

"Упрочив свое лидерство в технологии преобразования данных, Maxim разработал новую высокоскоростную архитектуру ЦАП, которая расширяет границы доступных параметров ЦАП в части скорости обновления данных, динамических параметров и возможности работы в различных зонах Найквиста. Эти улучшения параметров достигнуты при впечатляющем снижении потребления энергии", – так отзывается об этой схеме Тед Тьюксбери (Ted Tewksbury), директор по маркетингу отделения высокоскоростной обработки данных компании Maxim.

Высокие параметры MAX19692 делают его применение предпочтительным в высококачественном широкополосном коммуникационном оборудовании. Примером могут служить формирование сигнала радара и синтез сигнала гетеродина (LO), прямая цифровая генерация широкополосного ВЧ-сигнала, радиомодемы с очень высокой пропускной способностью, прямой цифровой синтез, автоматическое тестовое оборудование и генераторы шумовых сигналов.

**ЦАП MAX5232/MAX5233** – микромощные, двухканальные, 10-разрядные цифроаналоговые преобразовате-



ли. Имеют встроенный источник опорного напряжения с прецизионной нестабильностью 10 ppm/°C и прецизионные выходные усилители. ИС MAX5233 питается от однополярного источника напряжением 5 В со встроенным источником опорного напряжения 2,465 В и имеет полномасштабный выходной диапазон 4092 В. ИС MAX5232 питается от однополярного источника напряжением 3 В со встроенным источником опорного напряжения 1,234 В и имеет полномасштабный выходной диапазон 2,046 В. ИС MAX5233 потребляет ток 470 мкА, тогда как MAX5230 – 420 мкА. Обе ИС имеют как программно, так и аппаратно управляемый режим отключения (shutdown) со сниженным уровнем энергопотребления 2 мкА.

ИС MAX5232/MAX5233 включает 13,5-МГц, 3-проводной последовательный интерфейс, совместимый с SPI/QSPI/MICROWIRE. Дополнительный выход данных (DOUT) предназначен для последовательного соединения и опроса цепочки устройств и для режима обратного чтения. У каждого ЦАП имеется цифровой вход с двойной буферизацией.

ИС MAX5232/MAX5233 предназначены для эксплуатации в расширенном диапазоне рабочих температур от -40 до 85°C и выпускаются в 16-выводном QSOP-корпусах.

**ЦАП MAX5873-MAX5878, MAX5893-MAX5895 и MAX5898** обеспечивают высокие динамические параметры до частоты Найквиста, высокое усиление и балансировку смещения. Высококачественные ЦАП оптимизированы для архитектуры передачи несущей частоты с аналоговым квадратным смесителем и фазированной антенной решеткой, применяемыми в различных передающих системах.

ЦАП MAX5873 (12 бит), MAX5874 (14 бит) и MAX5875 (16 бит) имеют КМОП- входы и частоту обновления 200 Мвыб./с. ЦАП MAX5876 (12 бит), MAX5877 (14 бит) и MAX5878 (16 бит) имеют частоту обновления 250 Мвыб./с и LVDS-входы.

Микросхемы MAX5893 (12 бит), MAX5894 (14 бит), MAX5895 и MAX5898 (16 бит) имеют и КМОП- и LVDS-входы, частоту обновления 500 Мвыб./с.

Другие параметры ЦАП тоже высокие. При частоте обновления 200 Мвыб./с 12-битный MAX5873 обеспечивает динамический диапазон без искажений (SFDR) 78 дБ при выходной частоте 16 МГц, потребляя при этом всего 225 мВт.

MAX5873 имеет входную КМОП-шину данных, которая может быть сконфигурирована как двойной порт данных или как единый разделяемый порт данных.

Частота преобразования 16-битного MAX5873 – 250 Мвыб./с. Общий разделяемый LVDS-порт данных работает на частоте 500 МГц для поддержки двух каналов ЦАП.

При частоте преобразования 500 Мвыб./с 16-битный MAX5895 обеспечивает динамический диапазон без искажений (SFDR) 92 дБ при выходной частоте 10 МГц. Потребление ЦАП при этом составляет 1,1 Вт.

Все эти ЦАП предназначены для работы в расширенном промышленном температурном диапазоне от -40 до 85°C и

выпускаются в компактном 68-выводном QFN-EP корпусе.

В конце 2008 года компания Maxim выпустила микросхемы ЦАП с токовым выходом для управления блоками питания **DS4422** и **DS4424**. Это недорогие двух- и четырехканальные ЦАП с выходным втекающим/вытекающим током. Они имеют два или четыре выходных канала, которые специально разработаны для регулировки блоков питания. Каждый выходной канал микросхемы обеспечивает управление DC/DC-источником питания путем подачи или отбора тока прямо из цепей обратной связи источника питания. Такой способ управления позволяет перенастроить имеющиеся конструкции источников питания при минимальном изменении их конструкции, делая тем самым DS4422 и DS4424 идеально подходящими для серверов, карт видеобработки и других приложений с DC/DC-источниками питания.

При включении DS4422 и DS4424 имеют нейтральный выходной сигнал (или нулевой ток) для снижения нагрузок на систему при запуске и дают возможность резисторам обратной связи источника питания выполнять свою обычную роль. Для получения максимальной универсальности эти ЦАП используют внешний резистор для задания максимального тока полной шкалы для каждого выхода, от 50 до 200 мкА, с точностью ±6%. После чего по шине I<sup>2</sup>C выходные токи могут быть линейно установлены на любую из 127 ступеней вытекающего и 127 ступеней втекающего тока от максимального уровня. Два входа задания адреса позволяют, по одной I<sup>2</sup>C-шине, управлять четырьмя и менее микросхемами, или до 16 источниками питания.

DS4422 и DS4424 выпускаются в 14-выводном TDFN-корпусе размером 3x3 мм, работают в полном расширенном температурном диапазоне от -40 до 85°C.

Каждый выходной канал микросхемы обеспечивает управление DC/DC-источником питания путем подачи или отбора тока прямо из цепей обратной связи источника питания. Такой способ управления позволяет перенастроить имеющиеся конструкции источников питания при минимальном изменении их конструкции. Таким образом, DS4422 и DS4424 идеально подходят для серверов, карт видеобработки и других приложений с DC/DC-источниками питания. ○