

АЦП ФИРМЫ LINEAR TECHNOLOGY ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ



И.Романова

Современные телекоммуникационные системы, системы управления и другое оборудование различного функционального назначения требуют, чтобы в их состав входили устройства, преобразующие аналоговый сигнал в цифровой и обратно. Это необходимо для обработки сигнала и выделения из него полезной информации для принятия решения. Данные функции выполняют АЦП и ЦАП. Их выпускают многие производители электронных компонентов, в том числе и фирма Linear Technology.

Компания Linear Technology была основана в 1981 году как производитель аналоговых интегральных схем. Ее продукция используется в различных электронных устройствах, таких как беспроводные и кабельные коммуникационные устройства, мобильные телефоны, сетевые устройства и спутниковые системы, компьютерная техника и периферия, видеоаппаратура, промышленное и медицинское оборудование, автомобильная электроника, системы автоматизации производства, бытовая техника.

Под компактным наименованием "промышленные применения" скрывается множество отраслей, каждая из которых имеет свою собственную специфику. Однако у различных отраслей промышленности есть общие черты. Одна из них заключается в том, что для эффективного управления производственными процессами необходимы специальные электронные системы контроля и управления. Такие системы собирают информацию о процессах с помощью датчиков, а для ввода информации с тех датчиков, у которых предусмотрен аналоговый выход, предназначены специальные микросхемы – АЦП. АЦП может быть основан на различных архитектурах, однако в промышленных применениях широко распространены следующие типы преобразователей: сигма-дельта АЦП, АЦП последовательного приближения и конвейерные АЦП.

СИГМА-ДЕЛЬТА АЦП

Данные АЦП являются современной альтернативой АЦП интегрирующего типа, от которых они унаследовали отличную стойкость к низкочастотному электрическому шуму, что очень важно для многих промышленных применений. Однако свойствен-

ное многим сигма-дельта АЦП невысокое быстродействие, которое, в принципе, допустимо во многих промышленных измерительных устройствах, с запасом компенсируется высокой разрешающей способностью и высокой линейностью передаточной характеристики. Они применяются в основном в контрольно-измерительном оборудовании низкого и среднего быстродействия, цифровых аудиосистемах, модулях аналогового ввода промышленных контроллеров, системах сбора данных.

АЦП ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ

АЦП данного типа широко применяются в критичных к стоимости системах с разрешающей способностью дискретизации от 8 до 16 бит и частотой дискретизации до 1–5 МГц. Типичные области применения: встраиваемые системы управления, устройства управления электродвигателями, устройства автоматики, робототехника, обработка сигналов в реальном времени, устройства с батарейным питанием. Среди рассматриваемых здесь архитектур АЦП последовательного приближения при прочих равных условиях обеспечивают лучшие значения времени преобразования и энергопотребления.

КОНВЕЙЕРНЫЕ АЦП

У таких АЦП процесс преобразования разбит на стадии. За выполнение каждой стадии отвечают независимые друг от друга, но синхронизированные между собой ступени конвейера. Благодаря этому новое аналоговое преобразование можно начать сразу после освобождения первой ступени конвейера (т.е. не надо ждать завершения всего преобразования). В результате конвейерные АЦП достигают высокой производительности преобразований (от единиц мегагерц до единиц гигагерц), но время преобразования при этом ограничивается, так как любой конвейер приносит запаздывание. Конвейерные АЦП используют в случаях, когда требуется высокое быстродействие оцифровки данных, в том числе в лабораторном контрольно-измерительном оборудовании (осциллографах, анализаторах спектра), диагностическом оборудовании, средствах связи и телекоммуникационных системах.



Основная направленность технической политики Linear Technology – это повышение производительности изделий с одновременным снижением уровня потребления.

Наиболее существенно изменилась номенклатура выпускаемых АЦП: прецизионных – дельта-сигма, повышенной точности – последовательного приближения и быстродействующие – конвейерного типа.

Linear Technology производит и поставляет АЦП следующих групп: высокоскоростные, сигма-дельта без задержки и широкого применения.

ВЫСОКОСКОРОСТНЫЕ АЦП

Linear Technology предлагает большое семейство АЦП высокой производительности, в том числе 10-, 12, 14- и 16-разрядных с частотой дискретизации от 1 до 250 Мвыб/с:

- LTC2217 – 16-разрядный АЦП, 105 Мвыб/с;
- LTC2274 – 16-разрядный АЦП, 105 Мвыб/с, высокоскоростной последовательный интерфейс;
- LTC2175-14* – 14-разрядный АЦП, 125 Мвыб/с, низкая мощность потребления;
- LTC2262-14* – 14-разрядный АЦП, 125 Мвыб/с, низкая мощность потребления.

LTC2217 – малозащумный, высокопроизводительный

* В.Шурыгина. Микросхемы смешанной обработки сигнала. Результаты 2009 года. – Наст. номер, с. 16.

16-разрядный АЦП. Максимальная частота дискретизации составляет 105 Мвыб/с, отношение сигнал/шум (SNR) 81,2 дБ и динамический диапазон (SFDR) 100 дБ. Сверхмалый джиттер позволяет сохранять высокое отношение сигнал-шум 80,4 дБ в полосе частот до 70 МГц, а линейная цепь выборки и хранения – достигать малого искажения 92 дБ при 70 МГц. При частоте дискретизации 105 Мвыб/с АЦП LTC2217 обеспечивает высокие SNR и SFDR при потреблении всего 1,19 мкВт, что в два раза меньше чем у конкурентных решений.

LTC2217 соединяется с широким спектром цифровых систем через интерфейсы: низковольтный LVDS, обычный CMOS и демультиплексированный CMOS. Наличие интегрированного рандомизатора цифровых выходов значительно уменьшает эффект обратной наводки от цифровых каналов на аналоговые. Дополнительный источник питания выхода позволяет достигать перепада выходного напряжения на CMOS-выходах менее чем 0,5 В, что дополнительно уменьшает шумы. В АЦП LTC2217 имеется опциональная встроенная цепь подавления помех для улучшения SFDR на малых сигналах. Оба эти технические решения используются только в АЦП фирмы Linear Technology.

АЦП LTC2217 имеет диапазон входных напряжений 2,75 В, монополярный источник питания 3,3 В и диапазон CMOS от 0,5 до 3,6 В. Выпускается в 64-выводном корпусе типа QFN размером 9×9 мм. По выводам совместим с существующими моделями LTC2208 (16-разрядный, 130 Мвыб/с) и LTC2209 (16-разряд-

ный, 160 Мвыб/с). Предлагаются также модели LTC2216 (16-разрядный, 80 Мвыб/с, мощность потребления 0,97 мВт) и LTC2215 (16-разрядный, 65 Мвыб/с, мощность потребления 0,7 мВт). Область применения этих АЦП – телекоммуникационное, контрольно-измерительное и медицинское оборудование.

АЦП LTC2274 компании Linear Technology представляет собой 16-разрядный АЦП с последовательным выходом, с частотой дискретизации 105 Мвыб/с (LTC2273 – 80 Мвыб/с, LTC2273 – 65 Мвыб/с).

Формат последовательных выходных данных АЦП LTC2274 соответствует спецификации JEDEC на последовательные интерфейсы для преобразователей данных (JESD204), используется 8b10b кодировка. Этот интерфейс совместим со многими высокоскоростными интерфейсами FPGA, включая Xilinx Rocket IO, Altera Stratix II GX I/O и Lattice ECP2M I/O.

Скорость передачи данных последовательного интерфейса LTC2274 составляет 2,1 Гбайт/с, и сегодня это наивысшая скорость среди последовательных интерфейсов, представленных на рынке. Уровень помех (SNR) – 77,7 дБ, динамический диапазон (SFDR) 100 дБ. АЦП выпускается в 40-выводном корпусе типа QFN размером 6×6 мм.

СИГМА-ДЕЛЬТА АЦП БЕЗ ЗАДЕРЖКИ

АЦП не имеют аналоговой задержки преобразования и сочетают в себе высокую производительность с простотой использования. АЦП имеют до 16 входов, их разрешение – от 16 до 24 разрядов, в них предусмотрен последовательный интерфейс I2C или SPI. Устройства применимы для различных измерений любой точности. Компания выпускает следующие модели сигма-дельта АЦП без задержки:

- LTC2440 – 24-разрядный высокоскоростной дифференциальный АЦП;
- LTC2460/62 – миниатюрные, 16-разрядные АЦП, 10 ppm/°C (макс), прецизионный источник опорного напряжения;
- LTC2453 – миниатюрный, дифференциальный, 16-разрядный АЦП с интерфейсом I2C;
- LTC2472* – 16-разрядный АЦП, от 250 выб/с до 1 квыб/с, 10 ppm/°C (макс.), прецизионный источник опорного напряжения;
- LTC2497 – 16-разрядный 8- и 16-канальный АЦП с регулированием входного тока и I2C интерфейсом;
- LTC2393-16 – 16-разрядный АЦП, 1 Мвыб/с.

LTC2460/62 – 16-разрядные АЦП – Linear Technology представила в мае 2009 года. Напряжение питания от 2,7 до 5,5 В, последовательный интерфейс – SPI. LTC2460 может измерять входные напряжения от 0 до 1,25 В, а LTC2462 имеет дифференциальный вход и измеряет напряжение до ±1,25 В.

LTC2460/62 потребляют ток 2,5 мА (макс.) на максимальной частоте дискретизации 60 Гц, а в обычном режиме –

1,5 мА. В режиме сна потребляемый ток может быть уменьшен менее чем до 2 мкА.

Модели LTC2460 и LTC2462 выпускаются в 12-выводных миниатюрных DFN- и MSOP-корпусах размером 3×3 мм. АЦП имеют коммерческий (-40...85°C) и промышленный температурный диапазон (-40...125°C).

Температурная стабильность имеет типовое значение 2 ppm/°C и максимальное 10 ppm/°C. Напряжение питания составляет от 2,7 до 5,5 В. Компоненты оснащены последовательным интерфейсом SPI.

Низкая потребляемая мощность, компактные размеры и гарантированное 16-разрядное разрешение без пропуска кода делают эти АЦП идеальными для применения в портативном оборудовании с батарейным питанием, например в системах с удаленными датчиками и в промышленных датчиках контроля температуры или давления.

АЦП имеют один источник питания напряжением от 2,7 до 5,5 В и способны измерять сигналы с датчиков по несимметричному или дифференциальному входному каналу. Модель LTC2460 имеет I2C-интерфейс и несимметричный вход, а модель LTC2462 – SPI-интерфейс и дифференциальный вход.

LTC2460 и LTC2462 дополняют семейство ранее выпущенных АЦП LTC2450 (несимметричный вход) и LTC2452 (дифференциальный вход).

LTC2453 – миниатюрный, дифференциальный, 16-разрядный дельта-сигма АЦП с интерфейсом I2C. Ток потребления составляет 800 мА. Ток в режиме сна – 0,2 мкА. Напряжение питания от 2,7 до 5,5 В. Имеет интерфейс I2C. Выпускается в 8-выводных миниатюрных корпусах: DFN-типа размером 3×2 мм и TSOT-типа размером 3×3 мм. В режим сна переходит автоматически.

В июне 2009 года Linear Technology представила LTC2463 – 16-разрядный сигма-дельта АЦП с прецизионным источником опорного напряжения. Выпускается в миниатюрных 12-выводных корпусах DFN (3×3 мм) и MSOP (4×5 мм). Температурная стабильность – 2 ppm/°C (типичная) и 10 ppm/°C (максимальная) – позволяет производить точные измерения. LTC2463 имеет интерфейс I2C и применяется в датчиках температуры, давления, напряжения и для мониторинга электропитания.

Напряжение питания модели LTC2463 от 2,7 до 5,5 В, диапазон изменения напряжения на выходной частоте до 60 Гц составляет ±1,25 В, что позволяет применять его для измерения сигналов датчиков низкой частоты.

Ток питания модели 2,5 мА (макс.) на частоте дискретизации 60 Гц. В стандартном режиме ток потребления уменьшается до 1,5 мА, а в режиме сна – менее 2 мкА.

АЦП LTC2463 дополняется моделью LTC2461, который имеет несимметричные входы 0 – 1,25 В. Оба АЦП – LTC2463 и LTC2461 – дополняют ранее выпущенные модели LTC2453 (дифференциальный вход, ±5 В) и LTC2451 (несимметричный вход, 0–5 В).

* В.Шурыгина. Микросхемы смешанной обработки сигнала. Результаты 2009 года. – Наст. номер, с. 16.



В январе 2010 года Linear Technology Corporation представила LTC2393-16 – 16-разрядный АЦП с регистром последовательной аппроксимации и частотой дискретизации до 1 Мвыб/с без задержки сигнала. LTC2393-16 рекомендуется применять в жестких промышленных условиях с высоким уровнем фоновых шумов.

LTC2393-16 имеет точность температурной компенсации 0,1% и 20 ppm/°C (макс.), рассеивает 140 мВт при частоте дискретизации 1 Мвыб/с и потребляет до 175 мкВт в режиме покоя. Устройство поддерживает частоту дискретизации 1 Мвыб/с, оснащено параллельным и последовательным интерфейсами.

Модель LTC2393-16 совместима с LTC2392-16 (500 квыб/с) и LTC2391-16 (250 квыб/с). АЦП выпускается в 48-выводных корпусах типов LQFP и QFN размером 7×7 мм.

АЦП ШИРОКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Linear Technology предлагает широкий спектр 8-, 12- и 16-битных АЦП для общего применения с высокой производительностью и низким энергопотреблением:

- LTC2356-14 – 14-разрядный АЦП, частота дискретизации 3,5 Мвыб/с;
- LTC2366 – 12-разрядный, 3 Мвыб/с;
- LTC2308 – 12-разрядный, 8-канальный АЦП, интерфейс I2C;
- LTC1864 – 12- и 16-разрядный, 8-канальный АЦП, 250 квыб/с;
- LTC2301 – 12-разрядный, 1-канальный АЦП, интерфейс I2C.

АЦП LTC2356-14 – 14-разрядный, имеет последовательный интерфейс, совместимый с SPI, и частоту дискретизации до 3,5 Мвыб/с. LTC2356-14 работает от источника питания 3,3 В, потребляет всего 18 мВт на максимальной частоте преобразования и выпускается в миниатюрном 10-выводном корпусе MSOP. Благодаря архитектуре АЦП, в которой используется регистр последовательной аппроксимации, можно разработать маломощные АЦП с исключительными характеристиками по переменному току. Сочетание скорости, низкого энергопотребления и малых размеров делает LTC2356-14 идеальным для применения в высокоскоростных переносных устройствах, таких как коммуникационное и медицинское измерительное оборудование и оборудование для сбора данных.

LTC2356-14 имеет коэффициент SINAD (отношение суммы мощностей сигнала, шума и искажений к сумме мощностей шума и искажений), равный 72,3 дБ, и действительный динамический диапазон 82 дБ на частоте 1,4 МГц. LTC2356-14 имеет дифференциальные биполярные входы с диапазоном напряжения ±1,25 В. В режиме ожидания потребление электроэнергии может быть снижено до 4 мВт (при активном внутреннем опорном напряжении 2,5 В), а в режиме сна – до 13 мкВт. Для областей применения, где требуется униполярный входной диапазон, Linear Technology также предоставляет LTC2355-14 – 14-разрядный АЦП с SAR (с регистром последовательной аппроксимации),

который в остальном идентичен LTC2356-14. LTC2355-14 преобразует униполярные напряжения на входе от 0 до 2,5 В. Для областей применения, где требуется более низкое разрешение, Linear Technology также предлагает модели LTC2356-12 и LTC2355-12 – 12-битные модификации LTC2356-14 и LTC2355-14, совместимые по функциональному назначению выводов и по программному обеспечению. Параметры АЦП LTC2356-14: напряжение питания – 3,3 В; внутреннее опорное напряжение – 2,5 В; коэффициент подавления синфазного сигнала – 80 дБ; биполярный входной диапазон – 1,25 В (LTC2356-14, LTC2356-12); униполярный входной диапазон – от 0 до 2,5 В (LTC2355-14, LTC2355-12).

LTC2308 – это 12-битный АЦП с частотой дискретизации до 500 квыб/с. АЦП имеет внутренний 8-канальный мультиплексор (восемь одиночных и четыре дифференциальных канала), связь с которым осуществляется по последовательному интерфейсу, совместимому с SPI. Встроенный источник опорного напряжения уменьшает площадь, занимаемую АЦП на плате, и общую стоимость системы. Вследствие этого LTC2308 идеален для портативных измерительных приборов и устройств с ограничениями по размеру.

LTC2308 отличается низкой рассеиваемой мощностью – 17 мВт на частоте 500 квыб/с, 1,15 мВт на частоте 1 квыб/с и 35 нВт в режиме сна. Работает от одиночного источника питания напряжением 5 В. Выпускается в миниатюрном 24-выводном корпусе QFN-24 размером 4×4 мм. LTC2308 поставляется в модификациях для коммерческого (-40...85°C) и промышленного (-40...125°C) диапазонов температур.

Ниже описана новая продукция Linear Technology конца 2009 – начала 2010 годов. В декабре 2009 года компания представила микромощную многофункциональную микросхему управления питанием LTC3553, которая в режиме ожидания забирает от аккумуляторов всего лишь 12 мкА, сохраняя при этом способность управления всеми выходами. В микросхему интегрированы функции USB совместимого устройства управления питанием PowerPath, она оснащена автономным контроллером заряда, синхронным понижающим преобразователем, линейным LDO-стабилизатором и кнопочным интерфейсом. Микросхема выпускается в корпусе QFN высотой 0,55 мм.

Микросхема предназначена для устройств персональной навигации (GPS), медиапроигрывателей, переносных медицинских и промышленных приборов. Устройство обеспечивает ток заряда батареи до 400 мА от USB-порта компьютера или сетевого адаптера с выходным напряжением 5 В. Выходное напряжение при токе до 200 мА регулируется до уровня 0,8 В. Выходной ток линейного LDO-стабилизатора составляет 150 мА.

В январе 2010 года Linear Technology Corporation представила LTC2357 – первый в отрасли 18-разрядный ЦАП. Благодаря снижению гармонических искажений ЦАП работает на более высоких частотах. Область применения LTC2357 – автоматизированное испытательное оборудование, системы сбора данных, а также медицинское оборудование.

ЦАП LTC2357 имеет шесть диапазонов выходного напряжения с гарантированной линейностью – 0–5 В, 0–10 В (униполярный выход), ±10 В, ±5 В, ±2,5 В и от -2,5 до 7,5 В (биполярный выход). Потребляемый ток составляет 1 мкА, напряжение питания – от 2,7 до 5,5 В.

Преимущества этого ЦАП в том, что пользователь может выбирать внешний усилитель, чтобы оптимизировать быстродействие, точность, шум, мощность потребления или другие параметры. ЦАП LTC2357 выпускается в 48-выводном LQFP-корпусе размером 7×7 мм.

В январе 2010 года Linear Technology представила микросхему для преобразования энергии LTC3588-1, предназначенную для работы с маломощными источниками, в том числе с пьезоэлектрическими преобразователями. В микросхему LTC3588-1 интегрированы двухполупериодный мостовой выпрямитель с малыми потерями и высокоэффективный понижающий преобразователь. Используя с помощью пьезопреобразователя энергию внешних колебаний, микросхема выдает хорошо стабилизированное напряжение, которым можно питать микроконтроллеры, датчики, компоненты беспроводных систем.

LTC3588-1 может работать как с пьезоэлектрическими, так и с любыми другими высокоимпедансными преобразователями энергии. Диапазон входных напряжений микросхемы составляет от 2,7 до 20 В. Внутренний преобразователь напряжения может обеспечить длительное питание нагрузки током 100 мА и даже большим – при импульсном потреблении. Выходное напряжение, программируемое с помощью специальных выводов, может принимать значения 1,8; 2,5; 3,3 или 3,6 В и позволяет питать беспроводные передатчики или сенсоры. Ток покоя LTC3588-1 при отключенной нагрузке равен 950 нА.

LTC3588-1 подключается непосредственно к пьезоэлектрическому преобразователю или иному источнику переменного напряжения, которое выпрямляется и заряжает внешний конденсатор. Излишки поступающей энергии гасит внутренний параллельный стабилизатор. Ток покоя 450 нА и схема защиты от недонапряжения с большим гистерезисом позволяет заряжать конденсатор, аккумулируя в нем энергию до момента, пока внутренний преобразователь сможет эффективно преобразовать ее в выходное напряжение. При отключенной нагрузке LTC3588-1 поддерживает заданное выходное напряжение, потребляет ток всего 950 нА (заряд накопительного конденсатора не прекращается).

Микросхема требует минимального количества внешних компонентов и поставляется либо в корпусе DFN размером 3×3 мм, либо в корпусе MSOP-10 с пониженным тепловым сопротивлением.

Микросхема LTC3588 выпускается в корпусах: EDD-1, DFN-10, EMSE-1, MSOP-10, IDD-1, DFN-10, IMSE-1, MSOP и предназначена для работы в двух температурных диапазонах: -40...85°C (коммерческий) и -40...125°C (промышленный).