

Семейство Intel Sandy Bridge: процессоры для ответственных встраиваемых приложений.

Часть 1

ЛЕОНИД АКИНШИН, обозреватель, «МКА:ВКС»

Тема Sandy Bridge в индустрии встраиваемых систем муссируется уже больше года. Выход новых процессоров от Intel регламентируется неукоснительно соблюдаемым принципом «тик-так», и потому о грядущем появлении устройств серии Sandy Bridge на рынке Embedded знали все и очень загодя. Пожалуй, последний раз столь высокий интерес к новым процессорам наблюдался в отрасли лишь в связи с переходом на многоядерные архитектуры.

Это немного необычно, поскольку, по нашему мнению, Sandy Bridge является вполне рядовым новым поколением x86-совместимых многоядерных процессоров. Внутрипроцессорная графика — штука полезная и перспективная, как говорится, расширяющая возможности и открывающая горизонты, но все же, согласитесь, это изменение далеко не того же уровня, что появление процессоров с несколькими равноправными ЦП-ядрами. Тем не менее главным информационным поводом к написанию настоящей статьи послужили даже не встроенные графика и контроллер памяти, которые обычно упоминаются в разговорах о Sandy Bridge, а одно, сравнительно менее существенное с технической точки зрения нововведение, касающееся системы команд.

ВЕКТОРНЫЕ РАСШИРЕНИЯ AVX

Будучи самыми настоящими продуктами нового поколения, представители семейства Sandy Bridge обеспечивают очень хороший прирост по всем основным параметрам, влияющим на выбор микропроцессоров. Эти устройства обеспечивают значительное повышение общей производительности и производительности из расчета на один ватт. В процессорах Sandy Bridge реализованы некоторые архитектурные улучшения (интегрированные контроллеры, усовершенствованная система управления энергопотреблением) и добавились специализированные векторные расширения AVX (Advanced Vector eXtensions). Это далеко не первый и точно не последний случай, когда система команд x86 обогащается новыми инструкциями, тем не менее AVX мы выделяем особо.

Появление расширений AVX важно, прежде всего, как исторический факт, поскольку, на наш взгляд, это может стать отправной точкой для начала масштабных перемен на рынке микропроцессоров и изменить восприятие x86-совместимых чипов Intel в индустрии встраиваемых приложений. Отношение к изделиям Intel во многих очень важных сегментах рынка Embedded меняется прямо на глазах. Благодаря прогрессу в индустрии x86 сфера применимости процессоров Intel стала значительно шире, и теперь она включает те прикладные области, где ранее предпочтение отдавалось PowerPC компании Freescale. Прежде всего имеется в виду сегмент MAG HPEC (Military, Aerospace & Government High Performance Embedded Computing — высокопроизводительные встраиваемые

вычисления для оборонных, аэрокосмических и государственных проектов), где решения на базе быстрых устройств PowerPC с модулями AltiVec исторически играли роль недорогой и эффективной альтернативы более классическим и тяжеловесным конфигурациям на основе цифровых сигнальных процессоров (Digital Signal Processor — DSP).

Благодаря модулям AltiVec, реализующим функции DSP в процессорах общего назначения (маркетологи Freescale называют такие изделия Host Processors, что по смыслу соответствует более традиционному термину CPU (Central Processing Unit) — центральный процессор), высокопроизводительные чипы PowerPC компании Freescale многие годы пользовались большой популярностью у разработчиков радаров, сонаров и сложных систем формирования и обработки изображений.

В последние годы Freescale ощущала растущее давление со стороны корпорации Intel, стремившейся заручиться расположением оборонных, аэрокосмических и государственных заказчиков, однако о сколько-нибудь серьезной конкуренции между Freescale и Intel в соответствующих классах задач до самого недавнего времени речи не шло. Но наступил момент, когда не очень значительные изменения в ЦП марки Intel, накапливавшиеся от поколения к поколению, подвели Intel и полупроводниковую отрасль в целом к определенному рубежу, за которым начинается новое качество жизни и новые правила игры на рынке. Применительно к сегменту MAG HPEC новые процессоры Intel поколения Sandy Bridge не только актуализируют конкуренцию с компанией Freescale, но и заставляют многих поставщиков пересматривать свои доселе незыблемые стратегии в области компонентной базы. И это при том, что еще буквально вчера изделия Freescale PowerPC с ядрами AltiVec доминировали в этом сегменте, и казалось, так будет всегда.

Однако было бы неверным считать расширения AVX единственной или основной причиной того, что происходит с хост-процессорами Freescale в названном сегменте, это заслуга индустрии x86 в целом. Все время своего существования микроархитектура x86 только тем и занималась, что постепенно расширяла свой ареал, вытесняя конкурирующие процессоры со смежных рынков. В таком разрезе приход x86-совместимых процессоров в сегменты MAG HPEC можно считать неизбежным следствием образа

жизни, который индустрия x86 вела всегда, и в сущности, это был лишь вопрос времени.

Правильно ли в таком случае считать появление расширений AVX эпохальным событием в истории микропроцессорной техники? Вспомним риторику полуторагодовой давности относительно будущего векторных модулей AltiVec в задачах высшей производительности. В рассуждениях о преимуществах предыдущего поколения процессоров Intel Core i7/i5/i3 часто отмечалось, что x86-совместимые микропроцессоры достигли в своем развитии того уровня, когда их возможностей — прежде всего, «грубой силы», т.е. общей производительности — стало достаточно для начала их массивного применения на рынках MAG HPEC в требовательных задачах векторного процессинга. Эта смелая мысль обычно подкреплялась отсылкой к таким общеизвестным фактам как неуклонное, длящееся уже много лет, увеличение доли процессоров с архитектурой x86 в приложениях MAG HPEC (работа с изображениями, радио- и гидролокация, интенсивная фильтрация и т.д.). Но тут неизбежно возникал вопрос о конкуренции с хост-процессорами Freescale (а их-то куда девать?), и смелая мысль, испугавшись собственной смелости, начинала буксовать.

Большое и абсолютно заслуженное уважение, которым пользуется продукция Freescale на рынке MAG HPEC вкуче с консервативностью этого рынка не позволяли ставить под сомнение перспективы векторных сопроцессоров AltiVec как архитектурного подхода для обеспечения высшей производительности в векторных вычислениях. Но сейчас на дворе 2011 год, подаривший рынку процессоры серии Sandy Bridge и внесший существенные коррективы в общественное мнение относительно того, какими должны быть перспективные микропроцессоры для приложений MAG HPEC. Грубой силы у x86-совместимых устройств стало еще больше, кроме того, у ЦП от Intel появились векторные расширения AVX, а это — абсолютно весомая претензия в т.ч. на принадлежащую чипам PowerPC с модулями AltiVec рыночную долю.

Учитывая все сказанное, а также тот факт, что Freescale уже достаточно давно не анонсирует новых хост-процессоров с ядрами AltiVec, мы позволим себе не сдерживать фантазию и спрогнозировать постепенный уход Freescale с рынка высокопроизводительных векторных вычислений для задач MAG HPEC, который, как нетрудно догадаться, будет заполняться x86-совместимой продукцией Intel и AMD. Те x86-совместимые процессоры, которые окажутся способны обеспечить достаточный уровень производительности (например, изделия Sandy Bridge с векторными расширениями AVX), смогут находить применение в большинстве задач хост-процессинга и в широком диапазоне задач DSP-процессинга. Технология AVX сыграет здесь роль катализатора или, если угодно, последней капли, которой суждено повлечь давно и объективно назревавшие перемены в некоторых консервативных сегментах рынка Embedded. Но вместе с тем сама по себе, в отрыве от контекста и предшествовавших событий, она не может рассматриваться как причина этих перемен.

ПОБЕДИТЕЛИ И ПРОИГРАВШИЕ

В том подмножестве профессиональных Embedded-задач на рынке MAG HPEC, где применялись различные процессоры общего назначения, PowerPC-устройства марки Freescale занимали доминирующее положение. Доминирование это длилось долго, и вряд ли решение о свертывании работ по столь успешному направлению далось компании Freescale легко, ведь спрос на высокопроизводительные векторные вычисления на рынке MAG HPEC никуда не исчез, наоборот, он всегда рос и будет расти. Это весьма жирный кусок пирога, в связи с чем

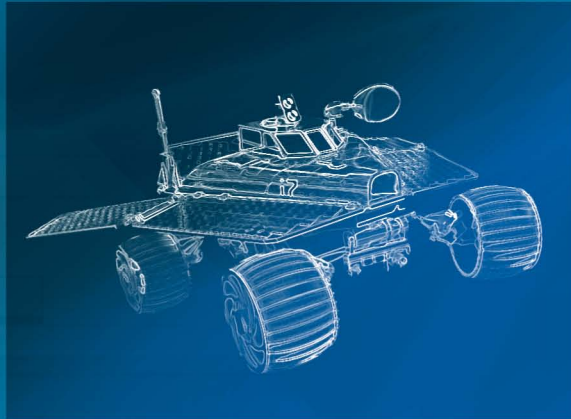
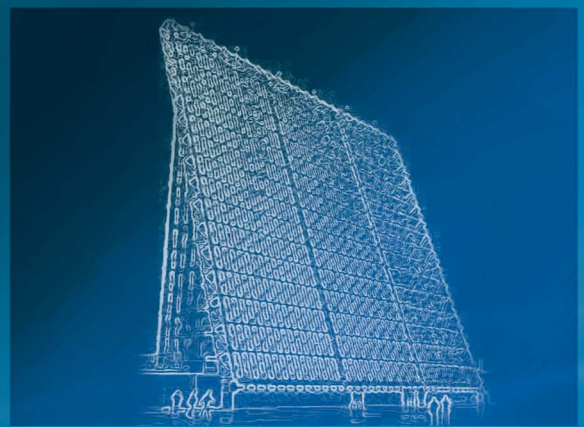
практически свершившийся (хотя и не объявленный официально) уход компании Freescale из данного сегмента через замораживание ориентированных на него продуктовых линеек, нельзя расценивать иначе как результат трезвой оценки своих сил и признания успехов конкурентов.

Какие последствия будет иметь самоустранение Freescale для корпорации Intel? Помимо значительного укрепления своих позиций на рынке встраиваемых систем Intel почувствует дополнительную огромную ответственность, поскольку, несмотря на некоторую узость по сравнению с общекомпьютерным рынком, сегмент MAG HPEC обслуживает весьма солидных и взыскательных заказчиков. Во-вторых, как мы уже говорили, Intel (а вместе с ней и вся отрасль) подошла к очень важному рубежу. Вполне возможно, что историки грядущих десятилетий будут делить прошлое всей индустрии Embedded на то, что было до Sandy Bridge, и то, что стало после Sandy Bridge. Ведь с появлением продуктовой серии Sandy Bridge для процессоров Intel осталось очень мало принципиально закрытых ниш и рынков — x86-совместимая продукция Intel уже сегодня способна удовлетворять требования большинства Embedded-приложений, от микроконтроллеров до мощных многопроцессорных комплексов боевых РЛС.

Впрочем, не будем забегать вперед и делать смелые прогнозы, которые, как известно, не всегда сбываются. Ограничимся констатацией лишь самых бесспорных фактов, например, того, что новые процессоры Intel серии Sandy Bridge с векторными расширениями AVX, без особой спешки, и не встречая организованного сопротивления, устремились в сегмент MAG HPEC и намерены там остаться, поскольку серьезных конкурентов среди полупроводниковых изделий класса CPU у них там просто нет. Конечно, разработчики пока еще могут приобретать у компании Freescale унаследованные версии ее хост-процессоров с AltiVec, вот только новых устройств такого типа компания Freescale производить, похоже, не намерена. Даже при том, что спрос на чипы, обеспечивающие быстрое выполнение операций с плавающей запятой в задачах радио-, гидролокации и высокопроизводительной работы с изображениями, со временем только растет. Мало-помалу, по мере внедрения новых и модернизации старых высокопроизводительных систем (а в периодической модернизации нуждаются даже самые консервативные оборонные и аэрокосмические системы), хост-процессоры PowerPC с модулями AltiVec будут замещаться новыми быстрыми устройствами типа x86. И подавляющую часть этих устройств с учетом расстановки сил в индустрии x86 будут составлять изделия Intel.

Текущее состояние высокопроизводительных продуктовых линеек ключевых игроков рынка Embedded наводит на мысль, что для клиентов, которые в задачах уровня MAG HPEC по-прежнему хотят использовать хост-процессоры Freescale с модулями AltiVec, окно возможностей захлопывается прямо на глазах. Любые новинки, предназначенные для создания встраиваемых систем высокой и высшей производительности, уже не первый год строятся преимущественно на базе x86-совместимых процессоров, причем доля таких продуктов в общей массе высокопроизводительных решений демонстрирует выраженную тенденцию к росту. Сказанное вовсе не означает, что новые высокопроизводительные PowerPC-чипы марки Freescale с поддержкой AltiVec (скажем, представители малопотребляющего семейства QorIQ) не будут успешными в определенных целевых прикладных областях. Напротив, данные устройства были достаточно тепло встречены на рынке, и ведущие производители оборудования успешно интегрировали их в свои продуктовые линейки соответствующей направленности (главным образом, в области коммуникаций). Достаточно

2 поколение
CORE
SANDY BRIDGE
AVX



COM Express/ETX Express



Flex-ATX/MiniITX



AdvancedMC/MicroTCA
AdvancedTCA



VME/VPX



CompactPCI 3U/6U

Встраиваемые платформы на Intel Core i3/i5/i7 второго поколения (Sandy Bridge) фундаментально расширяют возможности и сокращают затраты при разработке перспективных проектов.

- Энергоэффективность. Непревзойденная вычислительная мощность
- Передовые технологии: эффективная обработка векторных данных AVX, 1/10 GB Ethernet, PCI Express Gen2, SATA III, USB 3.0, HD-графика и звук
- Исполнение: 0 +60C и -40 +85C, MTBF – от 150 000 часов
- Поддержка ОС: Windows/WEmbedded, Linux, LynxOS, VxWorks, QNX и др.
- Длительный жизненный цикл до 7 и более лет
- Гарантия: от 2 до 5 лет
- Соответствие современным открытым стандартам и предыдущим поколениям платформ
- Низкие цены
- Профессиональная инженерная поддержка «РТСофт» и Kontron AG!

Подробнее: www.rtsoft.ru/core2c

Закажите тестдрайв!

Готовые комплекты разработчиков



Москва, Никитинская 3, ЗАО «РТСофт»

тел: (495) 967 1505 | факс: (495) 742 6829
почта: rtsoft@rtsoft.ru | сайт: www.rtsoft.ru



Рис. 1. Модуль Kontron AM4120 формата AdvancedMC, выполненный на базе современного PowerPC-процессора Freescale QorIQ P2020 для рынка коммуникаций

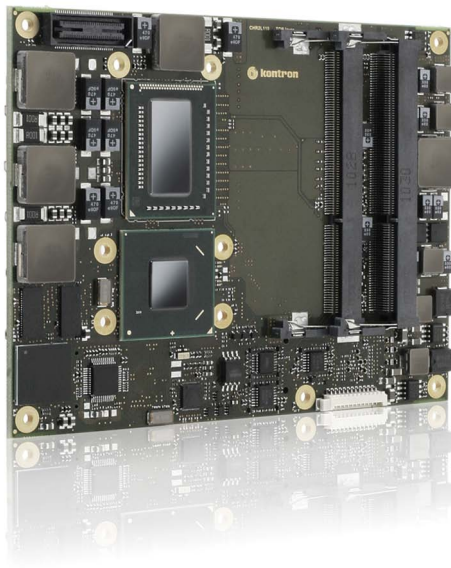


Рис. 2. Компьютер-на-модуле Kontron ETXexpress-SC с 2,1-ГГц процессором Intel Core i7-2715QE, выполненный на базе чипсета Intel Mobile QM67 в конструктиве COM Express Basic

вспомнить весьма удачный AdvancedMC-модуль AM4120 на базе процессора Freescale QorIQ P2020, разработанный инженерами международного холдинга Kontron (www.kontron.com) специально для клиентов из телекоммуникационной отрасли (см. рис. 1).

ТОТАЛЬНАЯ МИГРАЦИЯ

Сегодня переход на решения Intel — это всеобщий тренд, в который вовлечено множество разнообразных сегментов и ниш рынка встраиваемых систем. За последние 10 лет индустрия Embedded приобрела гигантскую инерцию поступательного движения в направлении x86, и если данному тренду и суждено когда-то прерваться, то произойдет это очень нескоро. Началом раскрутки этого маховика можно считать анонс, который сделала Intel относительно увеличения жизненного цикла для встраиваемых версий своих микропроцессоров. Затем последовал длительный процесс снижения полного энергопотребления и повышения производительности на ватт, продолжающийся и в наши дни. Согласно принципу «тик-так», которому корпорация Intel безукоризненно следует,

в марте 2012 г. грядет перевод процессоров Sandy Bridge на разрешение 22 нм (в документации Intel 22-нм версия архитектуры Sandy Bridge фигурирует под кодовым названием Ivy Bridge), в результате чего производительности на ватт станет еще больше. Не дожидаясь этого, крупные и уважаемые производители полупроводников уже сегодня без боя сдают те рыночные сегменты, где раньше никаких x86-совместимых процессоров не было и в помине. На микропроцессоры марки Intel начинают переходить даже самые преданные в недавнем прошлом сторонники PowerPC, в их числе компания Aitech (www.rugged.com), которая поставляет платы для оборонных и аэрокосмических приложений уже почти три десятилетия.

Получается, что в плане миграции на x86-совместимые решения и выдавливания представителей хост-семейств Freescale из тех ниш, где они традиционно правили бал, чипы поколения Sandy Bridge с векторными расширениями AVX лишь ускорили уже происходившие в отрасли процессы. А коли так, то самым главным следствием появления процессоров Sandy Bridge на рынке Embedded является не победа над конкурирующими чипами в отдельных (хотя и очень важных) сегментах, а массовый выпуск разнообразного оборудования тысячами независимых поставщиков. И действительно, по количеству моделей различных встраиваемых изделий на основе микропроцессоров Sandy Bridge они всего за несколько месяцев поставили абсолютный рекорд в отрасли и продолжают увеличивать отрыв как от полупроводниковых изделий конкурентов, так и от предыдущих версий чипов Intel. Посмотрим, какие продукты и решения на базе микропроцессоров Sandy Bridge предлагает, например, международный холдинг Kontron — один из крупнейших поставщиков встраиваемых изделий с годовым оборотом около полу-миллиарда евро.

В общей сложности специалисты Kontron интегрировали чипы серии Sandy Bridge на 10 различных встраиваемых платформах. Наличие в портфеле холдинга широкого спектра стандартных встраиваемых платформ на базе Sandy Bridge способствует повышению качества готовых систем и создает дополнительные удобства для пользователей, снижая риски и позволяя применять одни и те же наработки в разных изделиях, в т.ч. для разных рыночных сегментов.

Первым решением Kontron на базе новой высокопроизводительной продуктовой линейки Intel стал компьютер-на-модуле (Computer-On-Module — COM) Kontron ETXexpress-SC, выполненный в форм-факторе COM Express Basic. Вскоре к нему присоединились плата CompactPCI высоты 6U и встраиваемые материнские платы в конструктивах mini-ITX и Flex-ATX. Затем инженеры Kontron успешно «скрестили» новые процессоры Intel с платформами CompactPCI 3U, VPX 3U, AdvancedMC, PCIe/104 и ATX и стали устанавливать эти ЦП в некоторые промышленные компьютеры. Всем клиентам холдинга, выбравшим микроархитектуру Sandy Bridge, доступны фирменное кросс-платформенное ПО Kontron EAPI (Kontron Embedded Application Programming Interface) и ряд других сервисов, упрощающих и удешевляющих освоение новых аппаратных средств для более быстрой разработки и вывода на рынок решений на их основе.

КОНСТРУКТИВ COM Express Basic: КОМПЬЮТЕР-НА-МОДУЛЕ KONTRON ETXexpress-SC

Компьютер-на-модуле Kontron ETXexpress-SC — это четыре высокопроизводительных ЦП-ядра на компактной плате базового формата COM Express, рассчитанного на построение малогабаритных встраиваемых систем самого различного назначения (см. рис. 2). Данный продукт оснащается процессором Intel Core i7-2715QE (частота 2,1 ГГц), концентратором вво-

да-вывода Intel Mobile QM67, поддерживает высокоскоростные интерфейсы USB 3.0 и имеет самую быструю графическую подсистему Intel из предлагающихся сегодня на рынке. Новый компьютер-на-модуле существует в версиях с расположениями выводов Type 2 и Type 6 (спецификация PICMG COM Express Rev. 2.0) и пригодится как при работе над новыми проектами, так и для модернизации существующих систем.

Продукт поддерживает технологию PCI Express 2.0, имеет семь интерфейсов PCI Express x1, один конфигурируемый интерфейс PCI Express Graphics и способен осуществлять независимую двухдисплейную визуализацию. Объем бортовой памяти DDR3 может достигать 16 Гбайт. Модификация модуля с расположением выводов COM Express Type 2 отличается от версии Type 6 поддержкой интерфейсов PCI и Parallel ATA. У модификации Type 2 интерфейсы SDVO, DisplayPort и DVI/HDMI выведены в один интерфейс DDI, смультиплексированный с портом PCI Express Graphics. Обе версии поддерживают стандарт VESA DisplayID для автоматического определения подключенных дисплеев, способны загружаться с использованием внешней БИОС, имеют криптографическую подсистему TPM (Trusted Platform Module) и по два канала SATA II и SATA 3. Кроме того в наличии имеется интерфейс Gigabit Ethernet и звуковая подсистема Intel HDA (High-Definition Audio). На модуле Kontron ETXexpress-SC используются высококачественные долгоживущие конденсаторы с твердым органическим электролитом (Polymerized Organic Semiconductor CAPacitor — POSCAP). Продукт может питаться от самых разных источников постоянного тока с выходными напряжениями в диапазоне 8,5...18 В.

Программная поддержка Kontron ETXexpress-SC включает BSP-пакеты на основе операционных систем Windows 7, Windows Vista, Windows XP, Windows Embedded Standard 7, Linux (в т.ч. Red Hat Enterprise, SuSE, Red Flag, Wind River Linux) и VxWorks. Как показали проведенные специалистами Kontron испытания, процессоры поколения Sandy Bridge, совмещающие функции ЦП, графики, контроллера ECC-памяти и контроллера PCI Express на одном 32-нм кристалле, обеспечивают для Kontron ETXexpress-SC прирост общей производительности до 205% (в арифметическом тесте Dhrystone ALU), прирост производительности графической подсистемы до 170% и производительности на ватт до 20%.

Будучи самым мощным из доступных сегодня изделий стандарта COM Express, модуль Kontron ETXexpress-SC характеризуется тепловыделением на уровне своих предшественников аналогичного класса, но заметно быстрее их, что проявляется, прежде всего, в приложениях с повышенной интенсивностью обычных и графических вычислений. Как следствие, модуль Kontron ETXexpress-SC позволяет создавать весьма мощные малогабаритные встраиваемые системы с соблюдением жестких термальных требований и без использования дискретных графических карт. Благодаря поддержке независимой двухдисплейной визуализации изделие Kontron ETXexpress-SC может с успехом применяться для организации управления мультимедиаэкранами, при создании игровых автоматов, передового медицинского оборудования и т.д.

СОБЫТИЯ РЫНКА

| 100 ЛУЧШИХ ПРОДУКТОВ 2011 Г. ПО ВЕРСИИ EDN | Семейство АЦП National Semiconductor с полосой 2,7 ГГц и производительностью 3,6 Гвыб/с. Семейство АЦП ADC12Dxx00RF предназначено для применения во входных РЧ-цепях, при этом отпадает необходимость в цепях промежуточной частоты IF, и значительно снижается число компонентов, необходимых для реализации системы.

Суперконденсаторы Murata с повышенной плотностью энергии. Новые конденсаторы с двойным слоем, или как их часто называют — суперконденсаторы, серии DME и DMD хорошо подходят для приложений, где требуются высокие пиковые нагрузки. Они способны разряжаться и заряжаться токами величиной несколько ампер. В обеих сериях есть одинарные и двойные варианты исполнения. Суперконденсаторы производятся в тонком корпусе (18,5x20,5x1,5 мм). Их емкость составляет 700 мФ — для одиночного и 350 мФ — для двойного исполнения.

Прецизионный ОУ Analog Devices со встроенной защитой от перенапряжения более чем на 30 В. Сдвоенный ADA4096-2 — первый в отрасли усилитель с защитой по входу более чем 30 В. Величина максимально допустимого напряжения может на 32 В превышать напряжение шины питания или может быть ниже этого напряжения для шины с меньшей величиной напряжения питания. Собственное потребление на канал не превышает 60 мкА. Основные технические характеристики:

- размах входного и выходного напряжения равен размаху питания;
- работа с однополярным питанием 3...30 В;
- полоса пропускания 800 кГц при $V_{sy} = 30$ В, 550 кГц при $V_{sy} = 10$ В и 475 кГц при $V_{sy} = 3,0$ В;
- напряжение смещения: не более 250 мкВ;
- усиление с разомкнутой ОС: 125 дБ (тип);
- стабильность при единичном усилении;
- отсутствует реверс фазы;
- спектральная плотность шума — 27 нВ/√Гц;
- диапазон рабочих температур: -40...125°C.

По полосе пропускания и уровню шума ADA4096-2 вдвое превосходит ближайшие аналоги.

www.elcomdesign.ru

100 ЛУЧШИХ ПРОДУКТОВ 2011 г. ПО ВЕРСИИ EDN

| TEXAS INSTRUMENTS ВЫПУСТИЛА ПРОЦЕССОРЫ С ЯДРОМ ARM CORTEX-M4F ПО 65-НМ ТЕХНОЛОГИИ | TI дополнила семейство Stellaris LM4Fx 40 новыми микросхемами, произведенными по 65-нм технологии. Тактовая частота ядра с плавающей запятой достигает 80 МГц. Благодаря наличию трех аналоговых компараторов и двух 12-разрядных АЦП микроконтроллер работает со смешанными сигналами. Производительность АЦП составляет 1 Мвыб/с, а ток в режиме ожидания — 1,6 мкА. Считывание сигналов АЦП в буфер памяти происходит с помощью контроллера прямого доступа к памяти. Внутреннее опорное напряжение компаратора устанавливается программным путем.

Микроконтроллеры оснащены последовательными интерфейсами USB (host, device и on-the-go), UART, I²C, SSI/SPI и CAN. DSP-операции соответствуют стандарту IEEE 754 и включают умножение с накоплением (MAC), вычисление квадратного корня и т.д. Предусмотрено несколько режимов пониженного энергопотребления.

www.elcomdesign.ru

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ 22 марта 2012 г., Москва

«БЕСПРОВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Ключевые вопросы конференции:

- GSM/3G/Wi-Max/LTE
- Wi-Fi
- Bluetooth
- ZigBee/802.15.4
- Фирменные протоколы ISM
- GPS/ГЛОНАСС
- Спутниковые системы
- RFID
- Компоненты для их реализации: модемы, приемопередатчики, усилители и т.д.

В пленарной части конференции будут рассмотрены вопросы построения систем, компоненты и решения компаний-лидеров рынка, а также тенденции развития отрасли и отдельных приложений.

Во второй половине конференции ведущие разработчики и производители представят свои последние решения и возможности их применения в двух технических секциях:

- «Магистральный канал передачи данных»
- «Абонентский канал передачи данных»



ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ 19 апреля 2012 г., Москва

«ЦИФРОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

Вторая конференция разработчиков цифровых устройств.

УЧАСТНИКИ конференции:

- Главные конструкторы
- Ведущие инженеры
- Разработчики микропроцессорной техники

На конференции будут представлены современные разработки и технологии в области цифровой электроники: микроконтроллеры, микропроцессоры; DSP-процессоры, СнК, ПЛИС, а также платформы на их основе и готовые решения, средства разработки и отладки.

В секциях будут рассмотрены примеры практического применения цифровых компонентов и платформ на их основе по приложениям.

Стоимость участия в конференции – 8 000 рублей для одного представителя компании.
Для подписчиков, рекламодателей и участников конференций ИД «Электроника» действуют скидки.

За более подробной информацией обращайтесь в оргкомитет конференций:

Динара Бараева

Тел.: +7(495) 741-7701, доб. 2233

E-mail: conf@ecompr.ru

электроника
медиагруппа