

Новые микроконтроллеры семейства XMC4000 для промышленных приложений

ГАБРИЭЛА БОРН (GABRIELA BORN), менеджер по маркетингу продукции, Infineon Technologies

В статье обсуждаются особенности нового семейства микроконтроллеров компании Infineon, предназначенного для промышленных приложений. Новые микроконтроллеры позволяют улучшить энергоэффективность, расширить коммуникационные возможности, уменьшить сложность программного обеспечения, а также снизить стоимость системы за счет усовершенствованной периферии, на базе которой можно реализовать разнообразные функции. Статья представляет собой перевод [1].

Для создания уникального семейства 32-разрядных микроконтроллеров (МК) XMC4000 на базе процессора ARM Cortex-M4 компания Infineon воспользовалась опытом проектирования МК для критичных по управлению систем реального времени и ядром промышленного стандарта. Аббревиатура XMC (Cross-Market Microcontrollers) означает семейство микроконтроллеров, предназначенных для широкого ряда промышленных применений. Целевыми сегментами этого изделия являются энергоэффективные приводы, возобновляемые источники энергии, системы автоматизации на производстве и в зданиях. В статье обсуждаются особенности архитектурных решений, номенклатуры и ключевых инновационных технологий компании Infineon, использованных в данном семействе микроконтроллеров.

В устройствах семейства XMC4000, предназначенных для создания энергоэффективных решений, сочетается популярный набор конфигурируемой периферии компании Infineon, быстродействующая технология встроенной флэш-памяти, стандарты высокого качества, долговечность и расширенный диапазон рабочих температур (вплоть до 125°C), который соответствует требованиям автомобильных приложений. Следует отметить, что компания Infineon является ведущим поставщиком компонентов для автомобильного рынка. Благодаря инструментам разработки семейства DAVE-DAVE 3, в которых воплощен революционный подход для сокращения затрат на создание программного обеспечения, разработчики промышленных систем могут опираться на мощную микроконтроллерную платформу при создании разнообразных промышленных приложений.

Новое семейство XMC4000 (см. рис. 1), выпуск которого стартует с серии XMC4500, предназначено для решения

следующих задач: разработка систем на базе микроконтроллеров для промышленных приводов, систем автоматизации и возобновляемых источников энергии (повышение энергоэффективности), совершенствование коммуникационных возможностей и снижение сложности программного обеспечения. Все эти вопросы возникают в процессе создания многих современных проектов.

БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

С одной стороны, на рынке наблюдается рост активности в сфере создания систем с питанием от возобновляемых источников энергии. С другой стороны, наилучшим путем сокращения выбросов CO₂ является снижение общего энергопотребления, причем, электроприводы играют ключевую роль в суммарном потреблении электроэнергии. Согласно исследованиям ассоциации VDE, электроприводы, используемые в промышленности и домашних хозяйствах, потребляют примерно 50% от общей расходуемой энергии. По данным ассоциации VDE, самые эффективные 3-фазные электроприводы мощностью 1,1...37 кВт обеспечивают наибольший потенциал для экономии электроэнергии.

Существует ряд способов, с помощью которых микроконтроллеры могут улучшить энергоэффективность системы: более высокая производительность вычислений позволяет увеличить быстродействие цепей управления и использовать более совершенные алгоритмы; оптимизированная периферия обеспечивает более быстрые и точные измерения аналоговых сигналов и формирование ШИМ-сигналов. Новое семейство 32-разрядных микроконтроллеров XMC4000 обладает всеми указанными функциями и позволяет создавать энергоэффективные проекты.

УЛУЧШЕННЫЕ КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Расширение коммуникационных возможностей представляет собой еще одно ключевое направление развития встраиваемых систем. Эта тенденция имеет два направления — организация связи в пределах критичного по управлению домена, работающего в режиме реального времени, и организация связи с внешними системами. Для функционирования критичного по управлению домена, работающего в режиме реального времени, широко используются такие простые стандарты как UART, SPI, IO-Link или фирменные протоколы, которые являются вполне эффективными и надежными. Для удовлетворения требований по увеличению пропускной способности, которая в будущем может стать весьма популярной, используется технология Ethernet реального времени. Однако в настоящее время существует слишком много разновидностей этой технологии, а единый



Рис. 1. Семейство микроконтроллеров XMC4000 компании Infineon

утвержденный стандарт отсутствует. Для связи с внешними системами применяются два типа подключения — при обновлении кода вручную или его загрузке требуются высокоскоростные интерфейсы, например, USB или SD/MMC для доступа к картам памяти. Для удаленного управления, мониторинга или поддержки технологического процесса в качестве основного стандарта применяется Ethernet.

СНИЖЕНИЕ СЛОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Оба указанных направления развития коммуникационных возможностей повышают требования к программному обеспечению. Ряд проведенных отраслевых исследований подтвердил, что сложность программного обеспечения является одной из главных проблем при проектировании встраиваемых систем. Это особенно важно для небольших и средних компаний со сравнительно малочисленным составом разрабатывающих групп (порядка десяти инженеров). Наиболее сложные проблемы связаны с решением таких задач как разработка коммуникационных протоколов, интеграция операционной системы и повторное использование оптимизированных алгоритмов.

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЕ ПРОЦЕССОРНОЕ ЯДРО

Компания Infineon выбрала для семейства XMC4000 процессорное ядро ARM Cortex-M4. Основной причиной

выбора ядра M4 вместо M3 является поддержка DSP-команд и модуля вычислений с плавающей запятой. Это позволило удвоить производительность вычислений по сравнению с семействами микроконтроллеров на базе 16-разрядного процессора C166, которые с момента своего появления в начале 1990-х гг. были признаны ведущими процессорами для вычислений в режиме реального времени. Для достижения более высокой производительности в режиме реального времени компания Infineon постоянно развивает семейства изделий на базе архитектуры TriCore. Значительным преимуществом семейства XMC4000 является доступность обширного набора средств поддержки и программного обеспечения от сторонних организаций для архитектуры ARM Cortex-M как широко используемого стандартного процессорного ядра.

ПЯТЬ СЕРИЙ С МАСШТАБИРУЕМЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Номенклатура семейства XMC4000 содержит пять серий — XMC4100, XMC4200, XMC4400, XMC4500 и XMC4700 (см. рис. 2). Они различаются по частоте, объему памяти, числу портов ввода/вывода, а также типу и доступности периферии (см. рис. 3). Базовая архитектура, включающая высокопроизводительную флэш-память, которая используется также в микроконтроллерах TriCore для автомобильных приложений, высокоскоростную шинную архитектуру и две периферийные шины, идентична для

2,5 Мбайт						XMC47x 180 МГц	XMC47x 180 МГц
1 Мбайт					XMC45x 120 МГц	XMC45x 120 МГц	
768 Кбайт				XMC45x 120 МГц			
512 Кбайт				XMC44x 120 МГц			
256 Кбайт		XMC42x 80 МГц	XMC44x 120 МГц				
128 Кбайт	XMC42x 80 МГц	XMC41x 80 МГц					
64 Кбайт	XMC41x 80 МГц						
Шаг 0,5	VQFN48 (7 × 7 мм)	LQFP64 (12 × 12 мм)	LQFP64 (12 × 12 мм)	LQFP100 (16 × 16 мм)	LQFP144 (22 × 22 мм)		LQFP176 (26 × 26 мм)
Шаг 0,8		LFPGA64* (5 × 5 мм)				LFPGA144 (10 × 10 мм)	LFPGA225 (13 × 13 мм)

Рис. 2. В состав семейства XMC4000 входит пять серий: XMC4100, XMC4200, XMC4400, XMC4500 и XMC4700

		Старшие модели → Младшие модели				
		XMC4700*	XMC4500	XMC4400	XMC4200	XMC4100
Системные характеристики	Процессорное ядро	32-разрядный процессор Cortex M4F				
	Частота центрального процессора (при 125°C)	180 МГц	120 МГц	120 МГц	80 МГц	80 МГц
	Сопроцессор	Блок вычислений с плавающей запятой				
	Объем флэш-памяти	2,5 Мбайт	1 Мбайт	512 Кбайт	256 Кбайт	128 Кбайт
	Объем ОЗУ	512 Кбайт	160 Кбайт	80 Кбайт	40 Кбайт	20 Кбайт
	Кэш-память	6 Кбайт	4 Кбайт	4 Кбайт	4 Кбайт	4 Кбайт

* уточняется

Рис. 3. Серии микроконтроллеров семейства XMC4000 различаются по частоте, объему памяти, числу портов ввода/вывода и набору периферии

всех членов семейства (см. рис. 4). Вся периферия оптимизирована под высокоуровневое программирование. Она построена на базе гибких аппаратных модулей, которые можно конфигурировать программным способом под требования приложения. Таким образом, было заранее определено, что вся номенклатура ХМС4000 является масштабируемой и совместимой, что обеспечивает простой переход от одной серии к другой. Интегрированная схема возбуждения преобразователя координат (резольвера) и сигма-дельта-демодулятор представляют собой примеры уникальных функций семейства, которые позволяют сократить список комплектующих и материалов, а также снизить стоимость и сложность системы.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ПЕРИФЕРИЯ

ХМС4000 содержит ряд инновационных периферийных устройств (см. рис. 5), например, заново разработанный блок таймеров генерации ШИМ-сигналов для эффективного управления всеми типами электроприводов и инверторов. С появлением такого периферийного устройства компания Infineon подняла на новый уровень свои технологии и опыт в области разработки таймеров — блок захвата/сравнения (CCU6), который компания Infineon представила примерно 10 лет назад для своего 16-разрядного семейства, все еще признают лучшим модулем для управления электроприводами. Модуль таймеров общего назначения (GPTA) в семействе TriCore считается лучшим в своем классе устройством управления двигателями. В настоящее время Infineon создала усовершенствованные модули таймеров для промышленных приложений. Ключевыми преимуществами новых таймеров CCU4 и CCU8 являются следующие особенности.

Они содержат несколько идентичных секций захвата/сравнения, которые могут быть, например, легко соединены последовательно. Их наборы регистров и аппаратная симметрия позволяют легко отобразить аппаратную конфигурацию в высокоуровневых структурах данных или осуществить перемещение кода с одного блока на другой. Идентичные повторяющиеся аппаратные структуры позволяют программным способом повторно использовать секции таймера. Другим усовершенствованиями являются: ШИМ с прореживанием для повышения разрешения и уменьшения электромагнитных помех, плавающий предварительный делитель частоты, возможность асимметрич-

ной генерации ШИМ-сигналов, возможность генерации асимметричной паузы для нарастающего и спадающего фронта сигнала и др. Серии ХМС4400, ХМС4200 содержат модуль ШИМ высокого разрешения с разрешением 150 пс. Эта специализированная периферия обеспечивает максимальную эффективность преобразования энергии, требуемой в источниках питания или инверторах солнечных батарей.

В микроконтроллерах семейства доступно до двух модулей интерфейсов позиционирования, предназначенных для подключения квадратурных кодеров, датчиков Холла или многоканальных данных позиционирования. Эти модули обеспечивают входную фильтрацию, детектирование фронта сигнала и формируют управляющие сигналы для блока ШИМ.

Семейство ХМС4000 содержит до четырех параллельных 12-разрядных АЦП с временем выборки 70 нс и временем преобразования 500 нс. В целом, эти четыре блока АЦП обеспечивают 26 высокоскоростных каналов аналого-цифрового преобразования. Благодаря алгоритму передискретизации разрешение может быть увеличено до 14 бит.

АЦП оптимизированы для различных автономных режимов работы, которые позволяют либо сократить число внешних компонентов, либо снизить нагрузку на процессор. Примерами таких режимов могут служить: режим быстрого компаратора, детектирование пересечения нуля, преобразование множества сигналов в программируемой последовательности, проверка достоверности сигналов, разрешение конфликтов в случае нескольких процессов преобразования, обработка результирующих данных (IIR-/FIR-фильтрация) и т.д.

Если требуются высокоточные измерения или измерения с гальванической развязкой, ХМС4000 использует до четырех интерфейсов дельта-сигма для демодуляции и фильтрации четырех потоков данных. Благодаря таким оптимизированным возможностям АЦП, ХМС4000 обеспечивает широкий спектр приложений для управления инверторами в системах с электроприводами и возобновляемыми источниками энергии.

ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ ФУНКЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕРТОРАМИ

ХМС4000 оптимизированы для управления инверторами в системах, использующих электроприводы и возобновляемые источники энергии (см. рис. 6). Улучшение эффективности инверторов требует параллельного измерения трех фаз тока и дополнительных параллельных измерений входных токов или других параметров окружающей среды. ХМС4000 решает эти задачи с помощью четырех параллельных 12-разрядных АЦП. Обладая частотой выборки 3,5 Мвыб./с, эти АЦП не только демонстрируют весьма высокое быстродействие, но и способны выполнять последующую обработку данных с помощью цифровых фильтров, например, при реализации алгоритма передискретизации. С одной стороны, это разгружает процессор, а с другой, улучшает производительность в режиме реального времени, поскольку периферия может работать без каких-либо непроизводительных потерь, связанных с программным обеспечением.

Измерения тока с гальванической развязкой поддерживаются встроенным дельта-сигма-демодулятором. Это позволяет снизить стоимость системы при работе с внешним изолированным дельта-сигма АЦП. В отличие от существующих систем, такое решение исключает необходимость применения дополнительной интерфейсной микросхемы.

Кроме быстрых 12-разрядных АЦП, новое семейство ХМС4000 содержит усовершенствованные ШИМ-блоки и таймеры для эффективного управления приводами. Одной

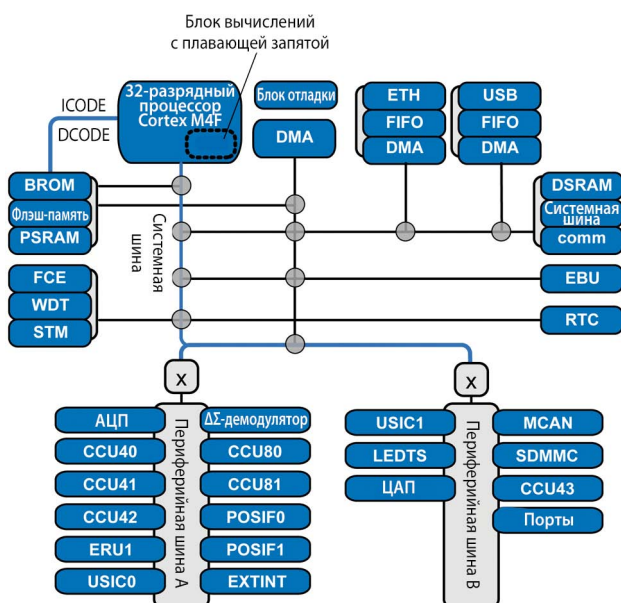


Рис. 4. Базовая архитектура семейства ХМС4000 содержит флэш-память, шинную матрицу и две периферийные шины. Все члены семейства различаются, главным образом, набором периферии

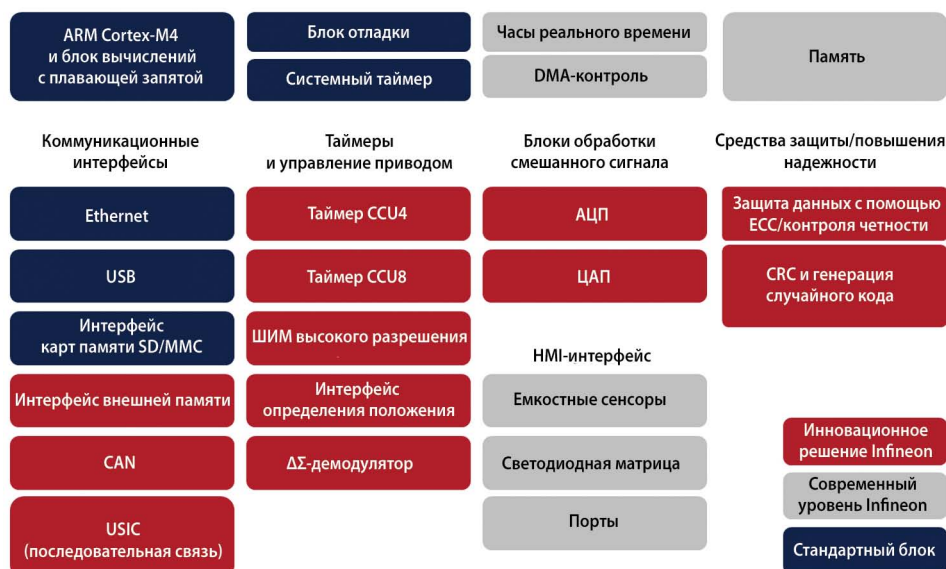


Рис. 5. Семейство XMC 4000 содержит инновационную периферию, в т.ч. четыре параллельных 12-разрядных АЦП, дельта-сигма демодуляторы и таймеры (CCU4/CCU8)

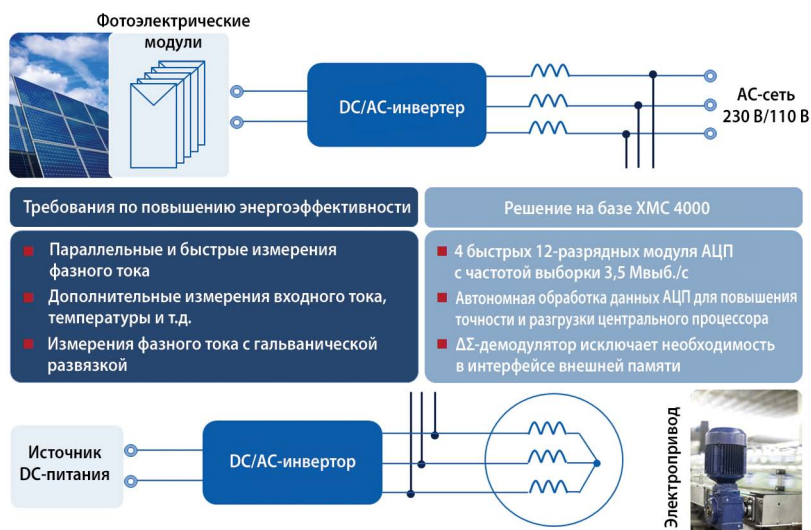


Рис. 6. Семейство XMC 4000 оптимизировано для управления инверторами в системах, использующих электроприводы и возобновляемые источники энергии

из сильных сторон всех семейств микроконтроллеров Infineon является тесная связь блоков генерации ШИМ-сигналов и АЦП. Это является ключевой особенностью, особенно важной для систем управления электроприводами, поскольку она значительно сокращает нагрузку на процессор за счет уменьшения прерываний и улучшает время реакции системы. В семействе микроконтроллеров XMC4000 эти возможности расширены в еще большей мере: вместо фиксированных аппаратных соединений в них реализована матрица межсоединений по типу FPGA, которая обеспечивает связь между различными выходными и входными запускающими сигналами аппаратных модулей.

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Поскольку расширение коммуникационных возможностей является основным направлением развития микроконтроллеров, семейство XMC4000 поддерживает широкий спектр стандартов связи (см. рис. 7). Связь с уровнем администрирования и управления устанавливается через интерфейсы USB OTG, Ethernet и SD/MMC. Обеспечена поддержка разных видов USB-соединений: высокоскоростной/полноскоростной (high-speed/full-speed), хост/устройство (host/device). Ethernet обладает

функцией временных меток в соответствии с IEEE 1588, что позволяет создавать решения на базе программного обеспечения Ethernet реального времени. Кроме того, связь в пределах встраиваемой системы может быть установлена при использовании до трех узлов MultiCAN и до шести универсальных каналов с последовательным интерфейсом. Оба аппаратных модуля обладают высокой гибкостью и значительно разгружают центральный процессор благодаря предварительной фильтрации или буферированию сообщений. Универсальные каналы с последовательным интерфейсом могут быть свободно определены программным путем для реализации следующих стандартов: UART, SPI, Quad-SPI, IIC, IIS, LIN. Это существенно расширяет возможности для разработчиков программных и аппаратных средств и обеспечивает создание перспективных решений на базе масштабируемой платформы. Для внешней памяти и устройств ввода/вывода с распределением памяти в XMC4000 предусмотрен высокоскоростной параллельный интерфейс внешней шины.

ПОЛНЫЙ НАБОР ИНСТРУМЕНТОВ

Помимо ряда коммерческих инструментальных средств разработки от сторонних организаций компания Infineon предлагает бесплатную программную среду разработки на

		XMC4700*	XMC4500	XMC4400	XMC4200	XMC4100
Коммуникационные интерфейсы	IEEE 1588 Ethernet MAC	2x	1x	1x		
	USB-интерфейс	HS OTG	FS OTG	FS OTG	FS DEV	FS DEV
	SD/MMC-интерфейс	✓	✓			
	Последовательные протоколы (UART, SPI, I ² C, I ² S)	6x	6x	4x	4x	4x
	Интерфейс внешней памяти	✓	✓			
	CAN-интерфейс	3x	3x	2x	1x	1x
	Интерфейс сенсорных кнопок	✓	✓	✓	✓	✓

* уточняется

Рис. 7. Семейство XMC 4000 поддерживает широкий спектр коммуникационных стандартов

базе Eclipse — DAVE 3. Эта новая версия DAVE включает в себя бесплатный набор инструментов и расширяемый генератор автокода, облегчающий использование предустановленных программных компонентов, которые могут быть выбраны и скомпонованы графическим путем. В отличие от использования библиотек и примеров кода, этот новый подход обеспечивает более высокий уровень программной абстракции, более простую интеграцию и поддержку. Это открытая платформа, допускающая простое расширение и адаптацию, например, добавление приложений от сторонних организаций на основе комплекта для разработки ПО (SDK).

С помощью интерактивного магазина DAVE пользователь присоединяется к непрерывно растущему сообществу разработчиков: можно загружать и коллективно пользоваться протестированными драйверами низкого уровня, ОС реального времени, программными стеками и высокоуровневыми приложениями. Хотя основной упор сделан на бесплатных программных компонентах, с помощью DAVE 3 можно также интегрировать коммерческие программные компоненты сторонних организаций. Кроме бесплатного компилятора, компоновщика, отладчика и флэш-загрузчика доступны также программные модули от поставщиков коммерческих программных средств. Такой подход позволяет заказчику получить преимущества:

работая в привычной среде проектирования, он может использовать инструмент DAVE 3 для генерации автокода.

НАЛИЧИЕ

Образцы головной серии XMC4500 появились на рынке в августе 2011 г. После масштабных испытаний поставка образцов заказчику началась в марте 2012 г. Программная среда разработки DAVE 3 компании Infineon, широкий набор инструментов сторонних организаций и оценочные комплекты стали доступными в то же самое время. Крупносерийное производство XMC4500 начнется во I кв. 2012 г. Серии XMC4400, XMC4200 и XMC4100 начнут выпускать в I кв. 2013 г., а образцы будут доступны в IV кв. 2012 г.

Подробнее узнать о семействе XMC4000 и всех доступных вариантах исполнения, примерах приложений и подробности заказа можно на сайте компании www.infineon.com/xmc. Программную среду DAVE можно загрузить с www.infineon.com/dave.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gabriela Born. *Energy Efficient and Communicative. New XMC4000 Microcontroller Family for Industrial Applications* // www.powersystemsdesign.com.

СОБЫТИЯ РЫНКА

| ПТСОФТ-KONTRON-INTEL-ARM-M2M-КЕНА | Состоялась очередная пресс-конференция «ПТСофт». В ней приняли участие сотрудники этой компании: А. Ковалев, директор по развитию бизнеса; А. Исаев, директор направления системного ПО; Ю. Яшин, директор по маркетингу.

Открыл пресс-конференцию Ю. Яшин. Он рассказал об основных тенденциях на рынке встраиваемых систем и привел статистические данные деятельности партнера «ПТСофт» — компании Kontron, лидера рынка встраиваемых систем. Оборот Kontron в 2011 г. превысил 580 млн евро. Динамика развития компании впечатляет: средний ежегодный прирост оборота, начиная с 1999 г., составляет 22%.

По словам Яшкина, в ежедневных новостях или статьях об электронике в специализированных СМИ невозможно не встретить информацию о конкуренции архитектур x86 и ARM. И прошедшая пресс-конференция не составила исключения. Конечно, Kontron, традиционный партнер Intel, продолжает использовать процессоры Intel и в т.ч. будет поддерживать 22-нм Intel Core третьего поколения с транзисторами 3-D Tri-Gate. Но! Компания Kontron заявила о поддержке процессоров с ARM-ядром. Ее партнерами станут крупнейшие производители процессоров с ARM-ядром — Nvidia, Texas Instruments и Freescale. Снова конкуренция между Intel и ARM? Яшин дал отрицательный ответ. По его мнению, Kontron решила выйти на новые рынки, для освоения которых более предпочтительны платформы с ARM-ядром.

А. Ковалев выделил два «хита» сезона в мире встраиваемых технологий: M2M-коммуникации и стремление к уменьшению энергопотребления. Если со снижением энергопотребления все ясно, то точно очертить границы приложения M2M сегодня, пожалуй, не сможет никто. Оттого и прогнозы аналитиков различных компаний по развитию этого сегмента до 2015 г. отличались разительно: от 1,3 до 50 млрд долл.!

Нельзя не рассказать и о новой разработке «ПТСофт» — платформе для создания интеллектуальных встраиваемых систем КЕНА. Это серийно производимый носитель для модулей COM Express Type 2 и Type 6. Его основные характеристики следующие:

- поддержка USB 3.0, SATA III, Display Port, GPRS, 3G GSM, WiMAX, 4G LTE, CDMA, Wi-Fi;
- диапазон рабочих температур: -40...80°C;
- цена: от 199 долл. (носитель КЕНА) или от 1999 долл. (носитель + COM на Core i7 + 3G/LTE модем + SSD) в партии от 100 шт.

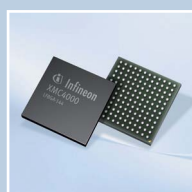
А. Исаев сообщил собравшимся о партнерском соглашении между «ПТСофт» и канадской компанией PRESAGIS, имеющей более чем 30-летний опыт работы создания графического ПО и систем моделирования. В числе предлагаемых решений для различных приложений можно выделить графические пакеты для авионики и построения бортовой графики.

www.elcomdesign.ru



Единая микроконтроллерная платформа. Бесконечное разнообразие решений. XMC.

Новое семейство микроконтроллеров Infineon XMC4000 для промышленных решений сочетает в себе ядро ARM® Cortex™-M4 и совершенство функций режима реального времени других продуктов Infineon для встроенного контроля, что делает возможным создание широкого спектра приложений на далекое будущее.



- XMC создает конкурентные преимущества, обеспечивая производительность системы и периферийных устройств, необходимых для разработки высоко энергоэффективных решений
- XMC ускоряет время выхода в производство за счет снижения сложности, времени разработки и стоимости
- XMC гарантирует масштабируемость и совместимость кода со всеми продуктами семейства
- XMC удовлетворяет высоким требованиям по температуре (125 °C окружающей среды) и долгого цикла жизни продукта (> 15 лет)
- XMC поддерживается широким спектром инструментов, партнерами по созданию программного обеспечения и новым генератором кодов DAVE™ 3.

Узнайте больше о XMC на сайте

[www.infineon.com/xmc]

Watch video

