

ARM Cirrus Logic: ТВОЯ СИСТЕМА НА КРИСТАЛЛЕ

Андрей Архипов (Москва)

Диапазон изделий, в которых применяют процессоры с ядром ARM7 и ARM9, необычайно широк: от карманных mp3-плееров до NAS-серверов. Архитектура этих процессоров поддерживает тенденцию увеличения производительности на фоне уменьшения потребляемой мощности. В данной статье автор рассматривает решения на базе архитектур ARM720T и ARM920T компании Cirrus Logic. Фактически это законченные системы на кристалле, позволяющие при минимальных затратах конструировать на их базе компактные устройства различной функциональности.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

В табл. 1 и 2 представлены три модели микроконтроллеров (МК) семейства ARM7 и пять моделей семейства ARM9. Отметим некоторые свойства этих МК.

Среди особенностей встроенной периферии МК можно выделить поддержку различных кодеков, предназначенных для высококачественной записи и воспроизведения звука, а также наличие 100 Мбит Ethernet-интерфейса с драйвером физического уровня, позволяющего легко создавать устройства для сбора и обработки сетевых данных. Также имеются решения с интегрированным графическим контроллером, позволяющие подключать непосредственно к МК мониторы со стандартным интер-

фейсом RGB. В моделях МК EP93xx имеется поддержка сенсорного экрана. Эта функция (интерфейс) позволяет реализовать простой и надёжный контакт устройства с пользователем практически в любых условиях. Для компактных устройств имеется интерфейс для подключения LCD-дисплея. В состав МК может входить контроллер матричной клавиатуры 8 × 8 кнопок.

Модели EP9312 и EP9315 имеют в своём составе полноценный двухканальный IDE-контроллер, поддерживающий прерывания и режим DMA, что нечасто можно встретить у конкурентных аналогов.

МК имеют интегрированные контроллеры USB и PCMCIA, позволяющие работать с большим набором самых

разнообразных внешних устройств, АЦП, последовательные UART-порты, таймеры/счётчики. Особо следует отметить высокую скорость работы этих МК с внешней памятью. Набор команд МК оптимизирован под задачи декодирования сжатого аудиопотока (MP3, WMA, AAC и т.п.).

УНИКАЛЬНЫЙ ИДЕНТИФИКАТОР MAVERICK KEY™

Отдельно стоит упомянуть о встроенных аппаратных средствах для защиты информации и обеспечения безопасности. В частности, МК Cirrus Logic оснащаются технологией Maverick Key™, суть которой заключается в следующем. Каждый МК имеет свой уникальный 32-битный идентификатор, содержащий серийный номер (при большом заказе МК можно обговорить с фирмой-производителем диапазон значений этого регистра в поставляемой партии), а также 128-битный идентификатор со случайным числом. Эти идентификаторы программируются на заводе-производителе и не могут быть изменены. Это позволяет осуществить привязку к ним для однозначной идентификации устройства и пере-

Таблица 1. Микроконтроллеры с ядром ARM720T

Модель	Скорость, МГц	Кэш-память, Кб	MMU	Контроллер DRAM	Встроенная SRAM, Кб	Контроллер LCD	DAI	Ethernet MAC	Температурный диапазон	Корпус микросхемы
EP7309	74	8	+	-	48	+	+	-	Коммерческий/ индустриальный	208 LQFP
										256 PBGA
										204 TFBGA
EP7311	90 и 74	8	+	SDRAM	48	+	-	-	Коммерческий/ индустриальный	208 LQFP
										256 PBGA
										204 TFBGA
EP7312	90 и 74	8	+	SDRAM	48	+	+	-	Коммерческий/ индустриальный	208 LQFP
										256 PBGA
										204 TFBGA

Табл. 2. Микроконтроллеры с ядром ARM920T

Модель	Скорость, МГц	Ethernet MAC	Поддержка PCMCIA	Контроллер IDE	Портов USB	Контроллер LCD	Графический контроллер	Сенсорный экран (АЦП)	Корпус
EP9310	166	+	-	-	2	-	-	-5	208 TQFP
EP9302	200	+	-	-	2	-	-	-5	208 LQFP
EP9307	200	+	-	-	3	+	+	8-пров.	272 TFBGA
EP9312	200	+	-	2 канала	3	+	-	8-пров.	352 PBGA
EP9315	200	+	+	2 канала	3	+	+	8-пров.	352 PBGA

даваемых/принимаемых данных, там самым предотвращая несанкционированное копирование/доступ.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ СОПРОЦЕССОР MAVERICKCRUNCH™

В моделях МК с ядром ARM9 (кроме EP9301) имеется встроенный математический сопроцессор, значительно ускоряющий математические операции, в т.ч. с плавающей точкой и двойной точностью. Для наиболее полной поддержки математического сопроцессора необходимо использовать GCC с соответствующей библиотекой, которые можно найти в Интернете в свободном доступе.

СРЕДСТВА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

Продукция компании Cirrus Logic славится грамотной и полной технической поддержкой. Существует большой выбор наборов для разработчика различных ценовых категорий. Средства разработки программного обеспечения входят в состав наборов. Принципиальные схемы и трассировка большинства отладочных плат открыты. Существуют и примеры готовых проектов на основе отладочных плат. Например, доступен проект готового к использованию NAS-сервера на основе отладочной платы EDB9315A (включая всё программное обеспечение с исходными текстами). Кроме того, для ARM-процессоров имеется отдельный интернет-ресурс (<http://arm.cirrus.com>). Он включает в себя форум, в котором участвуют как разработчики, так и технические специалисты компании Cirrus Logic. Имеется множество разделов: программирование процессоров в 16- и 32-битном режиме, поддержка различных операционных систем, отладочные средства процессоров, и т.п. Здесь же можно найти принципиальные схемы и трассировку отладочных плат, драйверы, библиотеки и примеры программ для различных ОС, а также бесплатные средства разработки программ (GCC) для процессоров Cirrus Logic под различные платформы.

ПОДДЕРЖКА ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ

МК Cirrus Logic с ядром ARM поддерживаются достаточно широким набором различных ОС:

- Linux 2.4.21-rmk1;

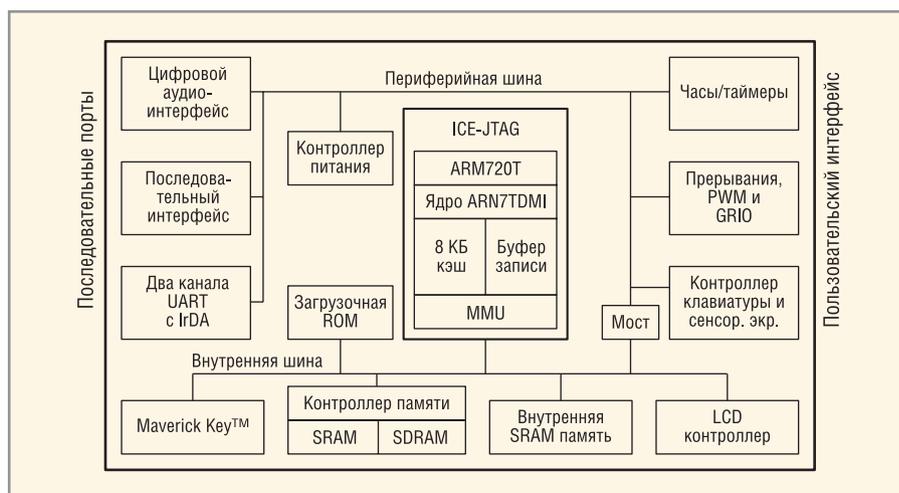


Рис. 1. Структурная схема МК EP7312

- Windows CE 4.2 & 5.0;
- eCOS 2.0;
- i-TRON (NORTI);
- ThreadX;
- Nucleus;
- MaverickCrunch GCC.

Ниже приведён перечень существующих драйверов и кодеков для наиболее популярных ОС Linux и Windows CE.

Драйверы для ОС Linux:

- UART;
- USB Host;
- IrDA (SIR) ;
- SPI;
- LCD/Raster/VGA;
- Flash;
- IDE (PIO/UDMA);
- Сенсорный экран;
- Ethernet;
- PS/2;
- CIR;
- I²S (ввод/вывод, 3 потока);
- AC97;
- PCMCIA;
- 2D Graphics.

Драйверы для ОС Windows CE:

- UART;
- USB Host;
- IrDA (SIR);
- SPI;
- LCD/Raster/VGA;
- Flash;
- IDE (PIO/UDMA);
- Сенсорный экран;
- Ethernet;
- PS/2;
- I²S;
- AC97;
- PCMCIA.

Перечень аудиокодеков:

- MP3-кодер (Linux и Windows CE);
- MP3-декодер (Linux и Windows CE);
- WMA9-кодер (Windows CE);

- WMA9-декодер (Windows CE);
- MPEG4-AAC-декодер;
- AAC+-декодер;
- OGG-декодер.

Перечень видеокодеков в режиме QVGA с разрешением 24 кадра/с:

- MPEG1 (Windows CE);
- MPEG4 (Linux);
- DivX (Linux).

Для создания простых приложений на базе этих МК можно использовать пакеты для разработки программного обеспечения без использования встраиваемых ОС. Например, известная компания IAR Systems, специализирующаяся на разработке сред программирования для МК, поддерживает в своих продуктах МК компании Cirrus Logic на базе ядра ARM9.

Также следует обратить внимание на продукт MaverickCrunch GCC – свободно распространяемую среду разработки, наиболее полно поддерживающую использование встроенного математического сопроцессора MaverickCrunch.

Кроме того, для МК Cirrus Logic существует масса различных сетевых стеков, которые необходимы при построении сетевых приложений. Большинство из этих стеков, например, включены в проект NAS-сервера (Open Linux NAS Software), о котором говорилось выше, в частности, TCP/IP, IP-routing, драйверы сетевых контроллеров.

СТРУКТУРА ПРОЦЕССОРОВ CIRRUS LOGIC НА ЯДРЕ ARM7

Структурная схема наиболее функционального МК среди моделей с ядром ARM7 – EP7312 – приведена на рис. 1. Модель EP7312 включает в себя следующие компоненты и обладает следующими характеристиками:

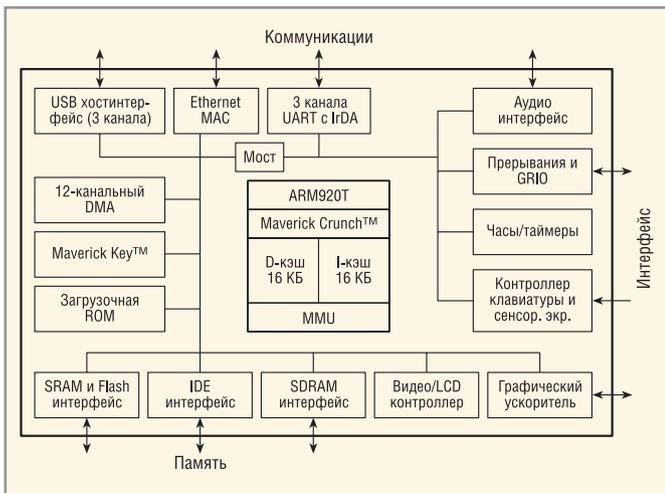


Рис. 2. Структурная схема МК EP9315

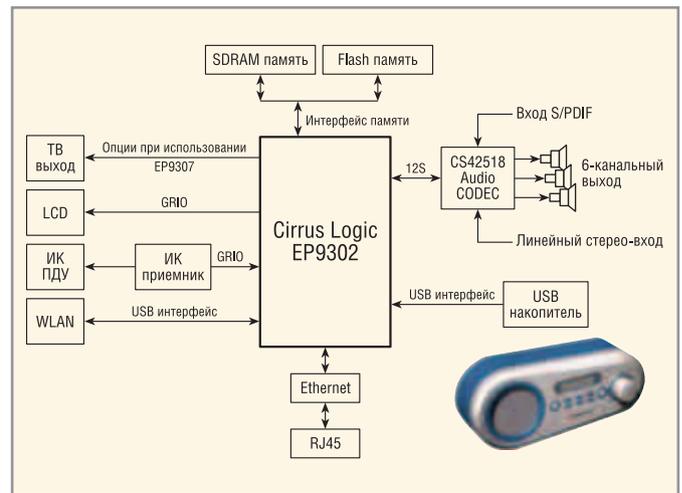


Рис. 3. Интернет-радио на МК EP9302/9307

- процессор ARM7TDMI с кэш-памятью 8 Кб;
- поддержка форматов MP3, WMA, AAC, ADPCM;
- встроенная SDRAM-память 48 Кб;
- 32-битный уникальный идентификатор MaverickKey™ для обеспечения информационной безопасности;
- частота процессора 74 или 90 МГц
- LCD-интерфейс;
- интерфейс сенсорного экрана;
- загрузочная ROM;
- интерфейсы IrDA, PWM (2), 16550 UART (2);
- часы реального времени и два 16-битных таймера общего применения;
- интегрированные периферийные интерфейсы;
- 8/16/32-битные SDRAM/Flash/ROM-интерфейсы;
- цифровой аудиоинтерфейс с поддержкой CODEC;
- два последовательных интерфейса;
- контроллер клавиатуры 8 × 8 с возможностью управления светодиодами;
- 27 выводов общего назначения;
- напряжение питания ядра 2,5 В;
- напряжение питания периферии 2,5...3,3 В;
- энергопотребление: 90 мВт при 74 МГц и 108 мВт при 90 МГц.

МК Cirrus Logic с ядром ARM7 имеют несколько меньшие возможности и довольно узкий набор встроенной периферии по сравнению с МК с ядром ARM9. Наличие встроенной памяти (SRAM) уменьшает количество внешних компонентов и цену устройства. Это позволяет применять их в относительно несложных устройствах управления, в различных системах доступа, контроля и сигнализации. Благодаря

наличию цифрового аудиоинтерфейса (DAI) он может использоваться в устройствах для записи/воспроизведения высококачественного звука. Сравнительно небольшая потребляемая мощность позволяет использовать МК в устройствах с батарейным питанием.

СТРУКТУРА ПРОЦЕССОРОВ CIRRUS LOGIC НА ЯДРЕ ARM9

Структурная схема наиболее функционального МК среди моделей с ядром ARM9 – EP9315 – приведена на рис. 2. Особенности модели EP9315 следующие:

- процессор ARM920T, 200 МГц;
- кэш-память данных и кэш-память программ по 16 Кб;
- блок управления памятью (MMU), совместимый с Linux® и Windows® CE;
- системная шина 100 МГц;
- сопроцессор MaverickCrunch™;
- операции с плавающей точкой, целочисленные вычисления и инструкции для обработки сигналов;
- оптимизация под различные алгоритмы декомпрессии;
- уникальный идентификатор MaverickKey™ для обеспечения информационной безопасности;
- 32-битный уникальный ID;
- 128-битный случайный ID;
- встроенные периферийные интерфейсы;
- контроллер EIDE, два канала;
- PCMCIA-интерфейс;
- 1/10/100 Мбит Ethernet MAC;
- LCD-интерфейс;
- графический ускоритель;
- интерфейс сенсорного экрана;
- три порта USB 2.0 Host;
- три порта UART 16550;
- интерфейс IrDA;
- SPI-порт;

- интерфейс AC'97;
- интерфейс I²S (до 6 каналов);
- контроллер клавиатуры 8 × 8;
- внешняя память;
- 32-бит SDRAM-интерфейс, до 4 банков;
- 32/16/8-бит SDRAM/Flash/ROM-интерфейс;
- интерфейс Serial EEPROM;
- интегрированная периферия;
- часы реального времени;
- 12 каналов DMA;
- загрузочная ROM;
- сторожевой таймер;
- два 16-битных таймера общего применения;
- 32-битный таймер;
- 40-битный отладочный таймер;
- 27 выводов общего назначения;
- 16 выводов общего назначения с поддержкой прерываний;
- 49 дополнительных выводов общего назначения;
- корпус 352 TFBGA (Thin, Fine-Pitch Ball Grid Array), поддержка бессвинцовой технологии и промышленного диапазона температур.

Наличие мощной встроенной периферии и достаточно производительного ядра делает область применения подобных процессоров очень широкой. Некоторые возможные решения с использованием той или иной модели МК приведены ниже:

- интернет-радио на EP9302/9307 (рис. 3);
- контроллер системы «умный дом» на EP9312 (рис. 4);
- автомобильная аудиосистема на жёстком диске на EP9315, поддерживает копирование Audio-CD, радиотюнер, USB-интерфейс для внешних носителей, кодеки MP3, AAC, WMA (рис. 5);

Процессоры с архитектурой ARM: Мобильные системы на кристалле



Процессор EP9312

Основные достоинства

- Высокая производительность
- Система на кристалле, требующая минимум внешних компонентов
- Большое количество интегрированных интерфейсов:
 - Ethernet интерфейс
 - интегрированный графический контроллер с поддержкой сенсорного экрана (до 1024×768 точек)
 - Контроллер IDE
 - Контроллер USB
 - Поддержка PCMCIA
- Минимальный ток потребления: идеальное решение для портативных устройств

ARM процессоры седьмой серии

Наименование	Ядро	Скорость (МГц)	Кэш	MMU	Контроллер DRAM	Встроенная SRAM (КБ)	LCD контроллер	DAI	Ethernet MAC	Температурный диапазон	Корпус
EP7309	ARM720T	74	8 КБ	+	-	48	+	+	-	Комм. / Индустр.	208 LQFP 256 PBGA 204 TFBGA
EP7311	ARM720T	90 и 74	8 КБ	+	SDRAM	48	+	-	-	Комм. / Индустр.	208 LQFP 256 PBGA 204 TFBGA
EP7312	ARM720T	90 и 74	8 КБ	+	SDRAM	48	+	+	-	Комм. / Индустр.	208 LQFP 256 PBGA 204 TFBGA

ARM процессоры девятой серии

Наименование	Скорость (МГц)	Ethernet MAC	Поддержка PCMCIA	Контроллер IDE	Портов USB	Контроллер дисплея	Графический контроллер	Сенсор. экр / АЦП	Корпус
EP9310	166	+	-	-	2	-	-	5 АЦП	208 TQFP
EP9302	200	+	-	-	2	-	-	5 АЦП	208 LQFP
EP9307	200	+	-	-	3	+	+	8-пров.	272 TFBGA
EP9312	200	+	-	2 канала	3	+	-	8-пров.	352 PBGA
EP9315	200	+	+	2 канала	3	+	+	8-пров.	352 PBGA

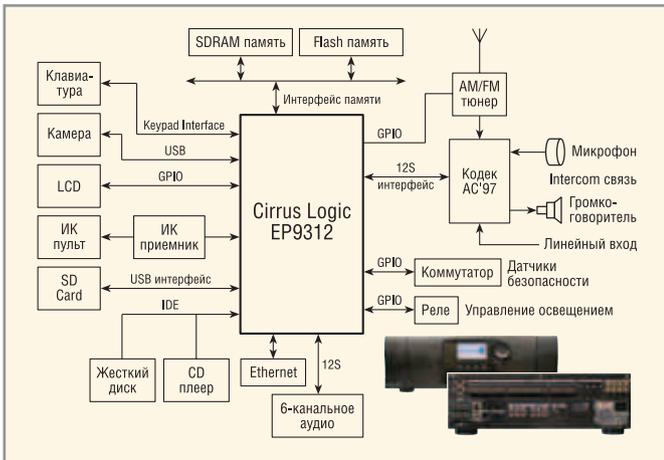


Рис. 4. Контроллер системы «умный дом» на МК EP9312

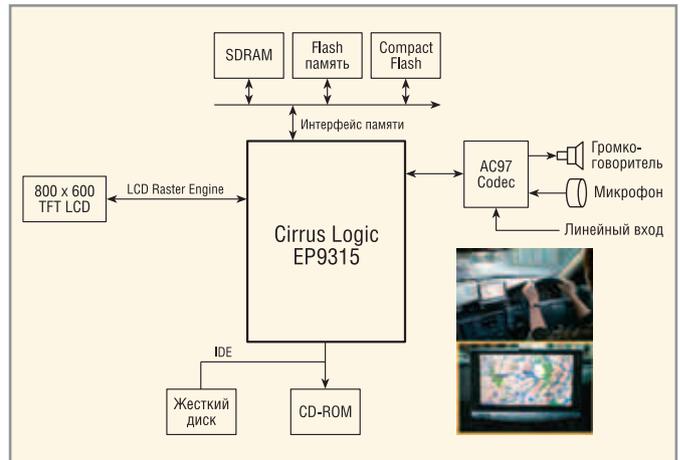


Рис. 6. Автомобильная система навигации на МК EP9315

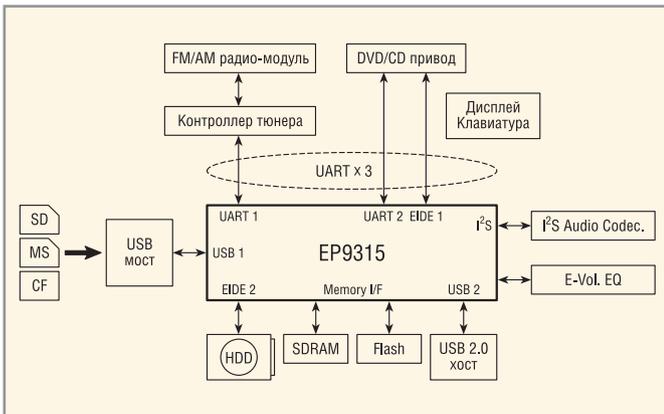


Рис. 5. Автомобильная аудиосистема на жёстком диске на МК EP9315

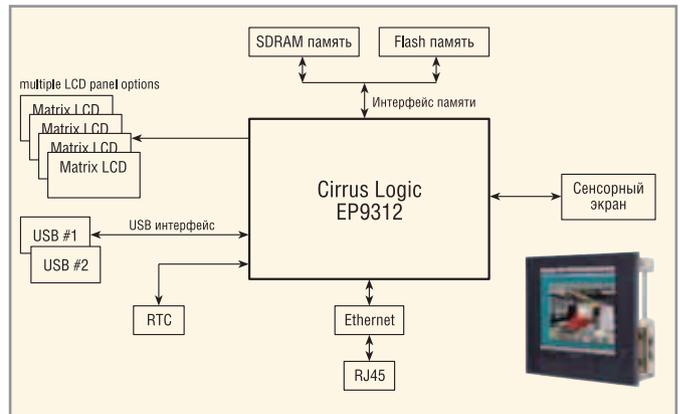


Рис. 7. Промышленный панельный контроллер

- автомобильная система навигации на EP9315 (рис. 6),
- промышленный панельный контроллер (рис. 7).

Из отечественных проектов, в которых применение МК ARM9 Cirrus Logic наиболее выгодно и целесообразно, можно выделить:

- GPS-навигаторы (для этого в МК EP9312 и EP9315 есть встроенный контроллер IDE);
- видеоконтроллер высокого разрешения, мощный математический сопроцессор и быстрый интерфейс с внешней памятью;

- мультимедиа-системы для автомобильных приложений (поддержка IDE-устройств для хранения большого количества аудио-/видео-контента, наличие интерфейсов для внешних носителей информации, доступность оптимизированных кодеков для кодирования/декодирования сжатых потоков);
- сетевые приложения, например, NAS-серверы, которые начинают завоевывать рынок не только промышленных, но и бытовых устройств (Cirrus Logic имеет 100-мегабитные МК с драйвером физического уровня);

Таблица 3. Экономия на периферийных контроллерах

Тип периферийного контроллера	Экономия на комплектации, \$*	Наличие функций периферийного контроллера в моделях ARM9 Cirrus Logic
Ethernet MAC	3	Все
USB	6 на каждый порт	Все
LCD/Raster	5	EP9307
Сенсорный экран	3	EP9307/12/15
IDE	4	EP9312/15
2D-графика	6	EP9307/15
PCMCIA	1	EP9315

* Указана при использовании партии микросхем в 30 тыс. шт. (при меньших количествах экономия будет значительно выше)

- пульта управления на основе графического интерфейса и интерфейса сенсорного экрана, который поддерживается всеми МК ARM9 Cirrus Logic.

Для промышленных применений МК большое значение имеет поддержка процессорами промышленного диапазона температур $-40...85^{\circ}\text{C}$. Отметим ещё одну особенность рассматриваемого семейства МК. Встроенная периферия не только делает разработку проще и само устройство компактнее, но даёт ощутимую экономию на внешних компонентах. К примеру, приведём стоимость внешних периферийных микросхем, функции которых имеются в составе МК ARM9 Cirrus Logic (табл. 3). Это ещё одно подтверждение того, что МК ARM Cirrus Logic заслуженно носят название SoC – «система на кристалле».

В заключение отметим, что МК семейства ARM7 и ARM9 компании Cirrus Logic могут оказаться самым оптимальным выбором для решения достаточно широкого круга задач управления встраиваемых систем, учитывая их широчайшие функциональные возможности и отличные массогабаритные показатели.



Новости мира News of the World Новости мира

Усилитель мощности для WLAN

Фирма SiGe Semiconductor объявляет о самом плоском, по её заявлению, усилителе мощности WLAN-систем. Range-Charger SE2523BU является SiGe-чипом в корпусе высотой 0,5 мм. Усилитель является усилителем мощности на частоту до 2,4 ГГц, включающий в себя цифровые схемы, детектор мощности и схемы усиления. Корпус QFN с 16 выводами размером $3 \times 3 \times 0,5$ мм. Элемент развивает выходную мощность +18,5 дБм с EVM (ошибка модуля вектора) 2,5% в режиме 802.11u. При работе с +23 дБм в режиме 802.11b выполняются все требования ACPR (критерии оценки линейности усилителя мощности).



Интегрированный детектор мощности улучшает, по данным производителя, стабильность беспроводной связи, так как он устойчив к рассогласованиям – при рассогласовании 2 : 1 отклонение составляет менее 1,5 дБ. Возможность выбора двух значений крутизны у детектора обеспечивает применение в чипсете разных элементов. Также в чипе интегрированы цифровые активирующие схемы. Благодаря своей кремний-германиевой архитектуре SE2523BU потребляет при выходной мощности +18,5 дБм и напряжении питания 3,3 В ток 130 мА. SE2523BU находится в производстве и стоит 0,79 US\$ при партии от 10 000 шт.

www.sige.com

FPGA-элемент с 20 трансиверами

В компании Altera имеется микросхема EP2SGX130 семейства Stratix II GX с встроенными приёмопередатчиками. Матрица FPGA имеет более 132 000 логических элементов (LE) и позволяет имплантировать в одном чипе несколько протоколов или IP высокой степени сложности. Кроме того, 20 полностью функциональных мультигигабитных приёмопередатчиков, имеющих в микросхеме EP2SGX130, делают её идеальной для

применения в мостах PCI Express Bridging и многопортовых линейных картах. Демонстрации показывают надёжную передачу сигналов на Boards и Backplanes с печатными платами FR4 на расстоянии более 1,25 м. Микросхема EP2SGX130 предлагается также в корпусе, отвечающем требованиям RoHS.

www.altera.com/stratix2gx

Мощные МОП-транзисторы синхронных выпрямителей на 60 и 75 В

Компания International Rectifier предлагает серию HEXFET МОП-транзисторов на 60 и 75 В, которые могут найти применение в DC/DC-преобразователях и низковольтных приводах, а также для синхронного выпрямления в серверах, адаптерах ноутбуков и настольных системах питания. Семейства МОП-транзисторов IRFB/S/SL3206, 3306, 3207Z и 3307Z имеют максимальное $R_{ds(on)}$ у 75-вольтовых



элементов от 4,1 до 5,8 мОм, а у 60-вольтовых элементов – от 3,0 до 4,2 мОм. Они могут поставляться в корпусах TO-220, D2Pak и TO-262, которые квалифицированы для промышленного применения, и MSL1 (наивысший уровень корпусирования). Все типы корпусов не содержат свинца. Для применения 75-вольтовых Synchron-МОП-транзисторов в схеме SmartRectifier IR1167 на myPower-сайте компании IR имеется Online-Design-Software.

www.irf.com

CCD-модули для оптических систем 1/4 и 1/3 дюйма

Компания Sharp выпускает на рынок новый ряд высокочувствительных CCD-модулей для цифровых камер оптических систем 1/4 и 1/3 дюйма. Это шесть CCD-модулей (Charge-Coupled Devices) RJ24xxx и RJ23xx. Новые CCD-модули имеют очень высокую светочувствительность и очень незначительный Smear-эф-

фект (вертикальные полосы помех), поэтому они идеальны для использования в приложениях с высококачественными камерами, такими как, например, камеры видеонаблюдения с высоким разрешением. Число пикселей в модулях составляет 470, 410, 320 и 270 тыс. в четвертьдюймовом исполнении и 470 и 410 тыс. в камере 1/3 дюйма. Новые CCD-модули обладают чувствительностью 600, 1100 или 1200 мВ, т.е. значительно превосходят имеющиеся модули и обеспечивают особенно чёткое изображение. Качество изображения также значительно улучшилось благодаря снижению Smear-фактора на 15 дБ (-114...-120 дБ).

Новый ряд CCD-продуктов совместим по выводным контактам с существующими моделями. Это обеспечивает переход к камере с высоким разрешением простой заменой CCD-модулей. Sharp предлагает полные системные решения, состоящие из CCD-модуля, интегральных схем периферии и DSP для обработки сигналов.

www.sharpsme.com

PTC-термистор поверхностного монтажа для сетевого напряжения

Фирма Epcos расширила свой спектр типов поверхностного монтажа (SMD) с положительным температурным коэффициентом (PTC) для схем защиты от перегрузки. PTC-термистор рассчитан на максимальные напряжения до 265 В. В конструктиве 1210 термистор должен выдерживать номинальные токи до 15 мА.



Выше этого значения начинается ограничение. При необходимости более высоких номинальных токов применяется параллельное включение нескольких PTC-термисторов. PTC-термистор предназначен для работы в первичной цепи. Однако реально и его применение во вторичной цепи для её защиты от ошибочного касания сети.

www.epcos.com/ptc