

R8610 – новый x86-совместимый микроконтроллер компании RDC

Андрей Архипов (Москва)

В одном из предыдущих номеров журнала (№ 2, 2004) мы рассказывали о спектре 186-совместимых микроконтроллеров фирмы RDC. Недавно линейка продукции этой фирмы пополнилась новой моделью 32-битного x86-совместимого RISC-микроконтроллера со встроенными PCI-, USB- и MAC-контроллерами, а также возможностью работы с такими известными операционными системами, как Windows и Linux.

ВВЕДЕНИЕ

На рынке промышленной автоматизации заслуженной популярностью пользуются микропроцессорные устройства, выполненные на основе x86-совместимых процессоров. Это обусловлено наличием разнообразных средств разработки программного обеспечения для этой платформы, архитектура которой проверена годами.

С каждым годом периферия промышленных систем автоматизации пополняется новыми устройствами и интерфейсами, в том числе теми, которые привычны в настольных и портативных персональных компьютерах. Например, стандарт Fast Ethernet является весьма распространённым интерфейсом связи между элементами систем автоматизации; широко применяются в промышленных системах автоматизации USB- и PCMCIA-устройства. На смену шине ISA пришла более совершенная и скоростная PCI. Для удобства разработки программного обеспечения всё чаще применяются операционные системы Windows и Linux. В связи с этим

микроконтроллеры (МК), предназначенные в первую очередь для систем промышленной автоматизации, получают аппаратную поддержку перечисленных интерфейсов и возможность работы с популярными операционными системами.

ОПИСАНИЕ МК R8610

Ярким примером такого МК является модель R8610 фирмы RDC Semiconductor. МК построен по 32-битной RISC-архитектуре и совместим с x86-платформами Windows, Linux и другими 32-битными RTOS. Среди встроенной периферии МК – кэш первого уровня объёмом 16 Кб, 32-битный интерфейс PCI rev. 2.1, работающий на частоте 33 МГц, контроллер SDRAM/ROM-памяти, контроллер Fast Ethernet 10/100 и USB 2.0 Host. Конструктивно МК выполнен в 216-выводном корпусе LQFP. Блок-диаграмма МК приведена на рисунке 1. Рассмотрим его основные блоки.

Процессор: 32-битное RISC-ядро

Ядро МК построено по 32-битной RISC-архитектуре и имеет 6-ступенча-

тый конвейер. Частота работы ядра – 133 МГц. В сочетании с блоком управления памятью (MMU), имеющим 32 TLB-буфера (Translation Look aside buffer), процессор совместим с такими популярными многозадачными операционными системами, как Windows и Linux. В набор инструкций входят все команды процессора 486SX, дополненные командами, улучшающими производительность. Совместно с 16-килобайтным кэшем первого уровня ядро микроконтроллера можно считать весьма производительным.

Контроллер SDRAM-памяти и интерфейс X-BUS

Микроконтроллер содержит модуль для подключения динамической памяти с 16- или 32-разрядной шиной данных. Частота работы шины памяти составляет 133 МГц. Микроконтроллер R8610 имеет тринадцать мультиплексированных линий адреса и два банка SDRAM-памяти и поддерживает до 128 Мб адресного пространства.

Кроме того, МК имеет интерфейс X-Bus для подключения загрузочной Flash ROM-памяти или микросхемы DOC (Disk On Chip). Поддерживаются 8- и 16-разрядные шины данных, имеются выводы выбора микросхемы (ROMCS_n) для подключения X-Bus Flash ROM. Объём загрузочной ROM – от 64 Кб до 8 Мб.

Контроллер прерываний

R8610 имеет ISA-совместимый контроллер прерываний, функционально построенный на двух контроллерах прерываний типа 82C59, соединённых последовательно (см. рис. 2). Таким образом, обрабатывается 13 внешних и три внутренних прерывания.

Каждый из двух субконтроллеров может быть запрограммирован отдельно, после чего они могут функционировать в различных режимах (по умолчанию – в режиме 80x86).

Контроллер DMA

Микроконтроллер R8610 имеет семь каналов прямого доступа к па-

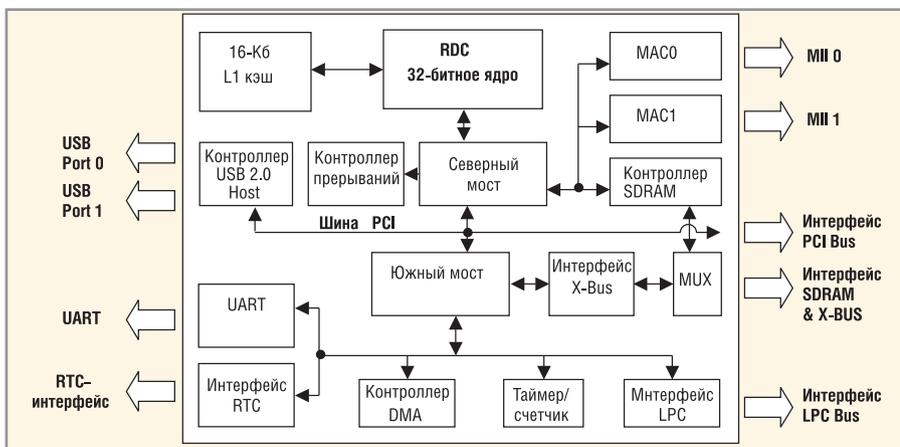


Рис. 1. Блок-диаграмма МК R8610

мента. Реализованы они последовательным включением двух контроллеров 82C37 (см. рис. 3). Таким образом, четвёртый канал одного контроллера (Master) используется для подсоединения второго (Slave) субконтроллера и не может быть использован для другого назначения.

Каналы 0 – 3 предназначены для передачи 8-битных потоков данных (count-by-bytes transfers), каналы 5 – 7 – для 16-битных (count-by-words) со сдвигом адреса. R8610 обеспечивает контроль времени передачи и размера передаваемых данных при обмене данными между памятью (ISA или DRAM) и ISA-шиной ввода/вывода.

FIFO UART

Микроконтроллер содержит два последовательных UART-порта ввода/вывода. Каждый порт содержит 16-байтный буфер FIFO, позволяющий записывать передаваемые и принимаемые данные. Длина слова, скорость передаваемых данных, прерывание последовательного порта могут быть установлены программно. Порты полностью поддерживают все управляющие линии модема. Прерывания позволяют осуществлять приём/передачу данных в фоновом режиме, освободив процессорное время для работы с другими задачами.

LPC-интерфейс

Шина LPC (Low Pin Count) позволяет подключать к МК различные периферийные устройства (Super IO, клавиатуру, мышь и т.п.) без использования шины ISA, уменьшая стоимость разработки по сравнению с использованием стандартных устройств ISA. Помимо этого, шина LPC позволяет увеличить объём ROM с 16 Мб до 4 Гб, а объём кода BIOS – более 1 Мб. Для шины LPC не требуется каких-либо специальных драйверов, и она совершенно «прозрачна» для программ. Шина совместима со стандартом LPC rev. 1.0, поддерживает интерфейс на основе Firmware HUB, а также режим прямого доступа к памяти (LPC DMA).

GPIO-интерфейс (порты общего назначения)

Микроконтроллер имеет 56 выводов общего назначения, каждый из которых может быть сконфигурирован как цифровой вход или выход. Есть также возможность программ-

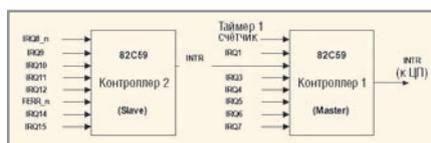


Рис. 2. Блок-схема контроллера прерываний МК K8610

ного подключения к каждому выводу встроенного резистора, «подтягивающего» вывод либо к шине питания, либо к «земле».

Таймеры-счётчики

В составе МК имеется три программируемых таймера-счётчика, совместимых с микросхемой 82C54. Каждый из трёх таймеров выполняет свою ключевую системную функцию: например, канал 0 подключен к прерыванию IRQ0 и обеспечивает счёт текущего времени, тайм-аут контроллера дискета и другие системные функции по подсчёту времени, канал 1 используется для управления обновлением памяти, а канал 2 – для генерации сигнала для подключаемого динамика.

Контроллер USB 2.0

Контроллер хоста USB 2.0 содержит два порта и хост-контроллер спецификации OHCI, которая была разработана совместно фирмами Compaq, Microsoft и National Semiconductor, а также хост-контроллер спецификации EHCI 1.0, разработанной фирмой Intel.

Контроллер USB 1.1 поддерживает устройства, работающие на низкой (1,5 МГц) и полной (12 МГц) скоростях, четыре вида передачи данных (control, bulk, interrupt, isochronous), может поддерживать до 127 устройств одновременно. Также контроллер содержит 64-байтный FIFO-буфер.

Контроллер USB 2.0 поддерживает устройства, работающие на высокой (480 МГц) скорости, четыре вида передачи данных (control, bulk, interrupt, isochronous), возможность работы с устройствами USB 1.1 и подключения до 127 устройств одновременно. Также контроллер содержит два килобайтных FIFO-буфера – отдельно для передаваемого и принимаемого потока данных.

Контроллер PCI

Отличительной особенностью МК является наличие шины PCI, позволя-

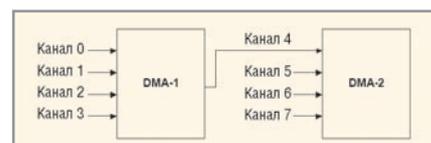


Рис. 3. Блок-схема контроллера DMA в МК K8610

ющей подключать широкий спектр периферийных PCI-устройств (видеоадаптер, контроллер IDE/RAID и т.п.). Шина соответствует стандарту PCI rev. 2.1, имеет разрядность 32 бита и частоту передачи данных 33 МГц (что соответствует скорости 133 Мб/с). Микроконтроллер может быть на шине как ведущим (master), так и ведомым (slave) устройством. Также поддерживается до трёх ведущих (master) устройств на шине. Для этой шины выделено четыре прерывания.

Контроллер Fast Ethernet

В состав R8610 входят два MAC-контроллера, которые позволяют совместно с внешним драйвером физического уровня подключаться к локальным сетям и осуществлять обмен данными по протоколу Fast Ethernet. Наличие интегрированных MAC-контроллеров определяет широкий спектр применения МК в области систем сбора данных, коммутации пакетов и т.п., при этом существенно снижая стоимость конечных систем. Следует также отметить, что благодаря совместимости с архитектурой x86 упрощается написание ПО для устройств на основе этого МК, работающих в локальных сетях по протоколу TCP/IP, поскольку программная реализация TCP/IP-стека для этой архитектуры довольно распространена и включена в большинство x86-совместимых операционных систем.

ПО для микроконтроллера R8610

Можно заметить, что архитектура микроконтроллера R8610 имеет прямое сходство с архитектурой процессора 80486SX, и, по заявлению фирмы-производителя, МК полностью совместим с этим известным процессором. Следовательно, можно использовать стандартные средства разработки ПО для 32-битной платформы x86 и популярные операционные системы для архитектуры x86.

Средства разработки ПО для R8610 целесообразно выбирать в зависимости от сложности и типа устройства, в

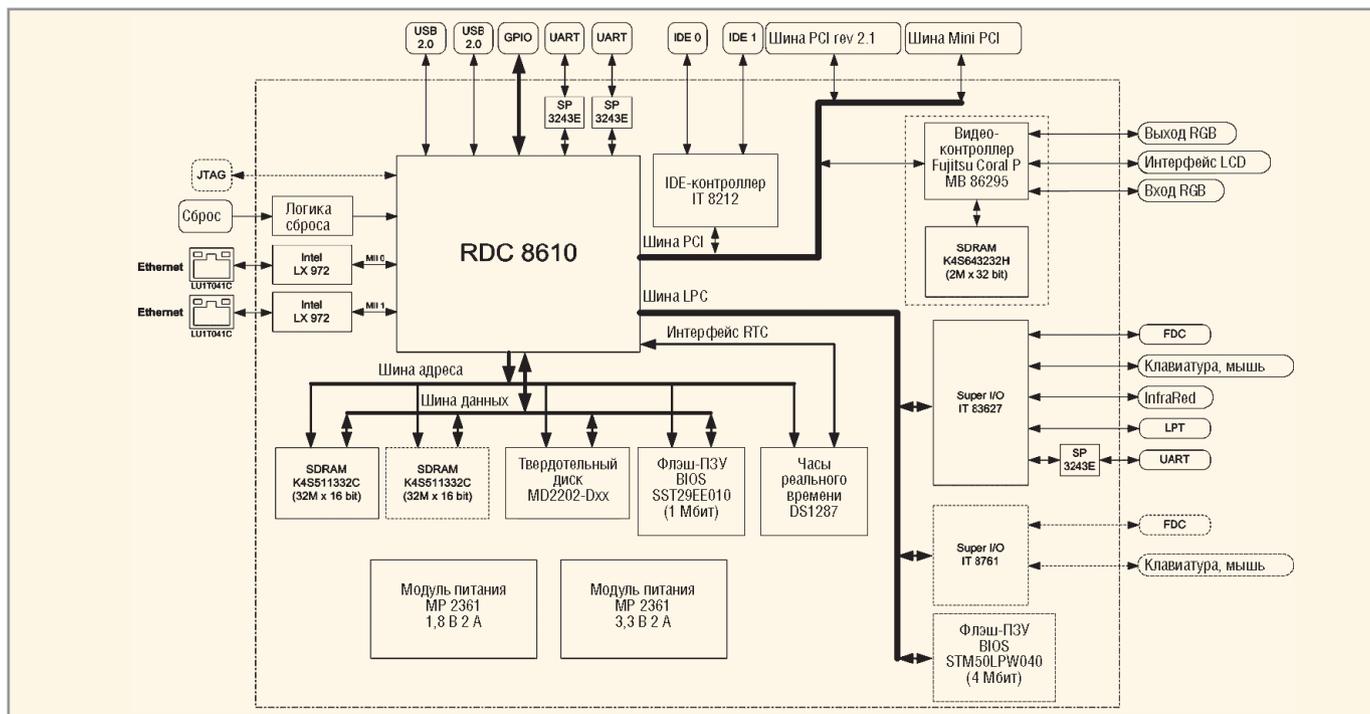


Рис. 4. Детальная блок-схема промышленного компьютера на базе МК RDC R8610

котором применяется данный МК. Для создания сложных систем управления с графическим интерфейсом можно использовать операционные системы Linux, Windows и другие популярные RTOS совместно со стандартными средствами разработки ПО для них. Для создания относительно простых приложений можно использовать операционную систему DOS и компиляторы Turbo C++, Microsoft C, а также Ассемблер. Помимо этого, доступны средства разработки третьих компаний, например, Paradigm (www.devtools.com), в которое входит отладчик, компилятор языка Си и Ассемблер. Использовать этот программный пакет целесообразно для разработки быстродействующих решений, в первую очередь устройств для коммутации пакетов и коммуникационных устройств.

Для отладки программ и внутрисхемной эмуляции можно использовать аппаратный интерфейс JTAG, имеющийся в составе микроконтроллера.

Аппаратная часть устройства на R8610

В качестве примера использования МК R8610 на рисунке 4 приведена детальная блок-схема промышленного компьютера, построенного на базе этого МК. Промышленный компьютер имеет следующие характеристики:

- процессор – 32-бит RDC RISC, 133 МГц (совместим с 80486SX);

- L1-кэш объёмом 16 Кб;
- RAM – 64 или 128 Мб;
- микросхема BIOS (поддержка загрузки с IDE-устройств);
- микросхема Disk-On-Chip для загрузки ОС;
- часы реального времени
- шина PCI rev 2.1 (слоты PCI и Mini PCI);
- 2 IDE-канала;
- устройства ввода/вывода Super I/O: клавиатура, мышь, IrDa, LPT, контроллер FDC;
- 2 порта USB 2.0;
- 2 порта UART (с использованием контроллера Super I/O – до 4 портов);
- 2 канала Fast Ethernet;
- наличие выводов общего назначения;
- выход RGB на монитор с разрешением до 1024 × 768 пикселей;
- вход RGB для подключения внешних источников видеосигнала;
- цифровой интерфейс для подключения LCD-панели;
- графический адаптер с поддержкой функций 2D- и 3D-ускорения с видеопамью объёмом 8 Мб;
- питание – однополярное, 5 В.

Рассмотрим подробнее узлы этого компьютера.

Микроконтроллер имеет встроенный тактовый генератор с множителем. Для работы МК на номинальной частоте требуется внешний резонатор на частоту 25 МГц.

К параллельной шине МК подключены:

- оперативная память динамического типа, которая обслуживается встроенным контроллером SDRAM-памяти. В данной схеме используется одна или две микросхемы памяти фирмы Samsung типа K4S511332C с организацией 32М × 16 бит, что соответствует 64 или 128 Мб оперативной памяти;
- микросхема Disk-On-Chip MD2202, на которой может быть записана загрузочная операционная система и пользовательские программы. Объём Flash-памяти этой микросхемы может быть от 16 до 1024 Мб;
- микросхема FLASH BIOS ROM SST29EE010 объёмом 1 Мбит. Эта микросхема служит для начальной загрузки системы, позволяя далее загружаться с устройств IDE, FDC и USB. Следует отметить, что FLASH BIOS ROM может быть подключена как по параллельному интерфейсу, так и по интерфейсу LPC.

Часы реального времени (RTC)

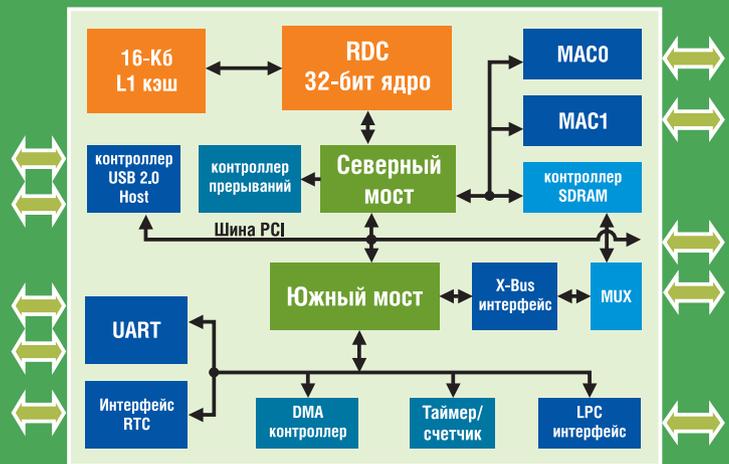
У МК имеется RTC-интерфейс, к которому подключена микросхема часов реального времени DS1287. Конструктивно эта микросхема представляет собой единый блок, содержащий контроллер часов реального времени, CMOS-память, батарейку для сохранения хода часов и содержимого CMOS-памяти при выключе-

R8610

Новый x86 микроконтроллер RDC R8610



- 133 МГц 32-бит RISC ядро
- Совместимость с архитектурой 80486SX
- 16Кб кэш первого уровня
- Двухпортовый хост-контроллер USB 2.0
- Контроллер PCI rev. 2.1
- 2 контроллера Fast Ethernet MAC
- Интегрированная периферия
 - контроллер прерываний
 - контроллер DMA
 - таймеры
- Внешние интерфейсы и память
 - Flash, ROM, SDRAM
 - 2 порта UART
 - LPC интерфейс
- 56 портов ввода-вывода общего назначения
- Поддержка WinCE, Linux и других ОС
- Питание ядра 1.8В, подсистемы ввода/вывода 3.3В



Доступен набор для разработчиков!

Основные достоинства

- Совместимость с популярной x86 архитектурой
- Обширные периферийные возможности
- Низкие затраты на разработку ПО
- Невысокая стоимость

Области применения

- промышленные компьютеры
- системы сбора данных
- оборудование для коммуникаций: коммутаторы пакетов, точки доступа, локальные маршрутизаторы и т.д.

нии питания, а также кварцевый генератор.

Fast Ethernet

Компьютер имеет два канала Fast Ethernet, которые реализованы на встроенных в МК MAC-контроллерах. Для реализации физического уровня применены контроллеры Intel LX 972 и разъёмы LU1T041C со встроенным развязывающим трансформатором и двумя светодиодами. Для работы LX 972 требуется тактовая частота 25 МГц, которая может быть получена от встроенного генератора с подключением внешнего кварцевого резонатора либо от тактового генератора МК.

Порты USB

Разъёмы USB подключаются непосредственно к выводам встроенного в МК контроллера USB 2.0 через согласующие дроссели.

Порты UART

Порты последовательных интерфейсов UART подключаются через внешние драйверы SP3243E, реализующие физический интерфейс RS-232. При необходимости можно реализовать физический интерфейс RS485, более распространённый в промышленных системах, применив для этой цели соответствующую микросхему драйвера порта.

Шина LPC

К шине LPC подключен контроллер устройств Super I/O ввода/вывода IT 83627, который обеспечивает интерфейс с FDD (накопителем на флоппи-дисках), клавиатурой, мышью, инфракрасным портом IrDa. Также контроллер имеет интерфейс параллельного принтерного порта (LPT) и два последовательных порта UART, которые могут служить дополнением к имеющимся в составе микроконтроллера. Для тактирования IT 83627 необходим внешний кварцевый резонатор с частотой 32 КГц.

Вместо контроллера IT 83627 или в качестве дополнения к нему можно использовать более простой IT 8761, обладающий меньшим набором функций.

Также к шине LPC, как уже писалось выше, можно подключить микросхему FLASH BIOS ROM, например STM50LPW040 объёмом 4 Мбит.

Шина PCI

Промышленный компьютер также имеет универсальную 32-битную шину PCI, к которой могут подключаться как внешние, так и внутренние периферийные устройства. Для этого на плате компьютера может быть предусмотрен стандартный PCI-слот, а также слот Mini PCI, служащий, как правило, для подключения промышленных периферийных PCI-устройств.

Из PCI-устройств, присутствующих непосредственно на плате компьютера, можно выделить контроллер IDE-устройств типа IT 8212. Он имеет два канала для подключения устройств IDE, например, накопителей на жестком диске или приводов CD-ROM.

Также к PCI-шине может быть подключен видеоконтроллер. В данном примере используется видеоконтроллер фирмы Fujitsu, модель MB 86295 из серии Coral P. Этот видеоконтроллер имеет достаточно высокую производительность, аппаратные функции 2D- и 3D-ускорения, поддержку альфа-канала и аппаратных слоёв изображения, что позволяет производить обработку изображений и видео в реальном масштабе времени при невысокой скорости основного МК. MB 86295 оснащён встроенным контроллером SDRAM-памяти, работающим при частоте шины до 133 МГц и разрядности шины данных 32 бита. К примеру, можно использовать микросхему SDRAM-памяти Samsung K4S643232H, имеющую организацию 2 Мбит × 32 бит, что соответствует 8 Мб видеопамати. Видеоконтроллер имеет стандартный RGB-выход для подключения монитора и RGB-вход для захвата внешнего видеосигнала, а также цифровой интерфейс для подключения LCD-панели, что особенно удобно для создания компактных устройств. Максимальное графическое разрешение этого видеоконтроллера – 1024 × 768 точек. Фирма-производитель предоставляет пакет программных драйверов к MB 86295 для большинства операционных систем, включая Windows CE и Linux, и гарантирует полную совместимость видеоконтроллера с этими операционными системами.

Источник питания

Для питания промышленного компьютера необходим источник нестабилизированного ($\pm 10\%$) напряже-

ния 5 В. На плате компьютера оно преобразуется в напряжение 3,3 В, необходимое для питания периферии МК (как встроенной, так и внешней), а также в напряжение 1,8 В, необходимое для питания ядра процессора. Эти функции берут на себя модули питания на базе импульсных DC/DC-преобразователей MP 2361 производства фирмы MPS. Основное достоинство контроллеров питания этой фирмы – минимальное рассеивание тепла при сравнительно больших токах нагрузки и как следствие – миниатюрность корпусов микросхем при хороших нагрузочных характеристиках. Благодаря высокой частоте преобразования (1,4 МГц) габариты внешнего дросселя источника питания также минимальны. Кроме того, количество остальных внешних компонентов для этой микросхемы сравнительно невелико. Таким образом импульсный источник питания на базе микросхемы MP 2361 получается очень компактными.

MP 2361 размещена в 10-выводном корпусе QFN размерами всего 3 × 3 мм. При входном напряжении от 4,75...23 В и токе нагрузки до 2 А микросхема обеспечивает стабилизированное регулируемое выходное напряжение от 0,92...16 В (задаётся внешним резистором).

Благодаря малым размерам преобразователей и минимальным создаваемым ими помехам, при грамотной трассировке печатной платы оба источника могут быть размещены в непосредственной близости к МК, вплоть до монтажа под микроконтроллером с обратной стороны печатной платы, сокращая тем самым длину питающих шин и, соответственно, – падение напряжения на них и наводки.

СОВЕТЫ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

При трассировке печатной платы необходимо учитывать, что по возможности длина проводников параллельной шины МК должна быть примерно одинаковой, хотя фирма-производитель оговаривает это условие как желательное, но не обязательное. То же самое относится и к высокочастотным линиям, передающим тактовые импульсы. Также по возможности нужно использовать минимальное количество переходных отверстий для этих проводников.

Необходимо уделить внимание питающим шинам и особенно «земле» – по возможности делать её как можно шире и короче. По всей площади печатной платы должны быть установлены керамические конденсаторы 0,1 мФ в цепях питания, а около разъёмов USB и PCI (Mini PCI) – ещё и электролитические конденсаторы достаточно большой ёмкости.

ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРЕИМУЩЕСТВА R8610

Являясь практически системой на кристалле, МК R8610 может найти применение в таких сферах, как построение на его основе недорогих промышленных одноплатных компьютеров, так называемых Tablet PC, систем интерфейса с пользователем для различных систем автоматизации, коммуникационных продуктов, таких как свитчи, точки доступа, локальные маршрутизаторы, платформы VoIP/VoDSL и т.п.

Микроконтроллер является оригинальным и высокоинтегрированным решением с относительно низкой сто-

имостью и способен конкурировать с подобными решениями других известных фирм. Для примера проведём сравнение RDC R8610 с похожим 32-битным x86-совместимым МК, недавно выпущенным фирмой AMD, – Elan SC520. В частности, сравним периферию этих МК (см. таблицу).

Как можно заметить, R8610 имеет более богатый набор встроенной периферии, значительно упрощающей схемотехнику устройств, построенных на базе этого МК, и сводящей к минимуму количество внешних компонентов. Необходимо также отметить, что хотя R8610 уступает Elan SC520 по производительности, но зато он гораздо дешевле – R8610 доступен в России по цене около 13 долл., а AMD Elan SC520 – около 35 долл.

Отсюда можно сделать вывод, что микроконтроллер R8610 является решением, ориентированным на применение в устройствах, где желательно минимальное количество используемых компонентов (и, возможно, малые габариты); где не требуется максимально возможная производительность процессора, но конечная

Сравнение RDC R8610 и AMD Elan SC520

Периферия	RDC R8610	AMD Elan SC520
32-битный PCI rev 2.1 мост	+	+
USB 2.0 хост-контроллер, портов	2	–
UART 16550, шт.	2	2
RTC (часы реального времени)	+	+
MAC-контроллер, портов	2	–
GPIO – порты общего назначения	56	32
Количество внешних/внутренних каналов IRQ	13/3	15/16
Контроллер SDRAM	+	+
Таймеры-счётчики/Watchdog-таймер	3/1	3/1
GP-шина	–	+
LPC-шина	+	–
Корпус	LQFP	BGA

цена устройства и стоимость разработки играют далеко не последнюю роль. Такие устройства занимают большую часть российского рынка разработок, в том числе систем промышленной автоматизации и управления, из чего можно сделать вывод, что микроконтроллер R8610 может найти весьма широкое применение в России. 

Новости мира News of the World Новости мира

Airgo: изменения в линейке беспроводных чипсетов

Компания Airgo Networks анонсировала два новых беспроводных MIMO-чипсета – True G и True AG. Как заявлено, существенно увеличена производительность новых чипсетов, а их цена будет сравнимой с текущими ценами на продукцию 802.11g, выпускаемую конкурентами. Поставки True G и True AG планируется начать в течение месяца. Одновременно компания объявила о снижении цен на ранее выпущенный чипсет True MIMO, что, по ее словам, позволит снизить цены на 20...25% в сегменте наиболее производительного Wi-Fi оборудования.

www.3dnews.ru

Samsung начала массовый выпуск памяти нового поколения

Компания Samsung одной из первых начала серийное производство микросхем памяти GDDR3 емкостью 512 Мбайт.

Чипы GDDR3, разработанные инженерами Samsung в декабре прошлого года, предназначены для использования в игровых консолях и графических платах ПК. Максимальная скорость передачи данных новинок составляет 1,6 Гбайт/с.

Samsung также поделилась планами по выпуску чипов GDDR3 с максимальной скоростью передачи данных 2 Гбайт/с, которые работают с графическими приложениями на 50% быстрее, чем уже выпускаемые образцы.

Вслед за Samsung серийное производство памяти GDDR3 начнут также компании Hynix Semiconductor и Infineon Technologies.

itware.com.ua

LT3434 – монолитный высоковольтный регулятор напряжения типа step-down, характеризуется широким диапазоном входных напряжений 3,3...60 В, быстрой переходной характеристикой, током покоя ниже 100 мкА, выходным током 3 А, сопротивлением 0,1 Ом. Регулятор напряжения работает на тактовой частоте 200 кГц с источником опорного напряжения 1,2 В. Диапазон рабочих температур –40...+125°C. Выпускается в термических корпусах TSSOP-16E.

www.linear.com

Корпорация Microchip выпустила в продажу серию 12-битных датчиков температуры. Датчики характеризуются максимальной ошибкой измерения $\pm 1^\circ\text{C}$ и спо-

собны работать в диапазоне температур –10...+85°C. Время преобразования сигнала и передачи на микропроцессор около 30 мс. Цифровые датчики имеют интерфейс I2C/SMBus. Все датчики серии MCP980x характеризуются потреблением тока 200 мкА в активном состоянии и 1 мкА в режиме ожидания. Устройства выпускаются в корпусах MSOP-8, SOT-23 и SOIC-8.

www.microchip.com

Представлен новый AD7328 8-канальный 12-битный (плюс 1 знаковый бит) аналого-цифровой преобразователь с биполярным входом и последовательным интерфейсом со скоростью преобразования до 1 MSPS и потребляемой мощностью 25 мВт. АЦП может работать в трех диапазонах входного напряжения: ± 10 В, ± 5 В, $\pm 2,5$ В, а при однополярном входном сигнале – в диапазоне 0...10 В. Каждый канал может быть запрограммирован на свой входной диапазон независимо посредством внутренних регистров. Доступен также 4-канальный вариант – AD6324 и 2-канальный – AD7322. Преобразователи выпускаются в корпусах TSSOP.

www.analog.com