

Рисунок 1 Процессорные ядра ARM

- система защиты данных для смарт-карт и SIM-карт.

Перспективность ядра ARM становится очевидной после революционного анонса компании Atmel на конференции разработчиков ARM-микроконтроллеров, которая состоялась в Санта-Клара (США) в октябре 2004 года. Суть анонса заключалась в намерении компании Atmel выпускать 32-разрядные микроконтроллеры AT91SAM7S по цене 8-разрядных, нацеливая 8-разрядные приложения на расширение функциональных возможностей по обработке информации, сохраняя при этом их конкурентоспособную стоимость на прежнем уровне.

Набор инструкций Thumb

32-разрядные ARM-процессоры поддерживают предшествующие 16-разрядные разработки за счет поддержки набора инструкций Thumb. Использование 16-разрядных инструкций позволяет сэкономить до 35% памяти

по сравнению с эквивалентным 32-разрядным кодом, при этом сохраняя все преимущества 32-разрядной системы, например, доступ к памяти с 32-разрядным адресным пространством.

Технология SIMD

Технология SIMD (несколько данных в одной инструкции) используется в media-расширении и нацелена на увеличение скорости обработки данных в приложениях, где требуется малое энергопотребление. SIMD-расширения оптимизированы под широкий диапазон программного обеспечения, в т. ч. аудио/видео кодеки, где они позволяют увеличить быстродействие обработки в 4 раза.

Набор инструкций ЦСП (DSP)

Многие приложения предъявляют повышенные требования по быстродействию реально-временной обработки сигналов. Традиционно в таких ситуациях разработчики прибегают к использо-

ванию цифрового сигнального процессора (ЦСП), что увеличивает энергопотребление и стоимость, как самой разработки, так и конечного устройства. Для устранения данных недостатков в ряд ARM-процессоров интегрированы инструкции ЦСП, выполняющие 16-разрядные и 32-разрядные арифметические операции.

Технология Jazelle®

Технология ARM Jazelle адресована для приложений с поддержкой языка программирования Java. Она предлагает уникальное сочетание высокой производительности, малой системной стоимости и невысоких запросов к энергопотреблению, что не может быть достигнуто одновременно, если использовать сопроцессор или специализированный Java-процессор.

Технология ARM Jazelle является расширением к 32-разрядной RISC-архитектуре, которое позволяет ARM-процессору выполнять Java-код на аппа-

ратном уровне. При этом достигается непревзойденное быстродействие исполнения Java-кода с помощью ARM-архитектуры. Таким образом, разработчики имеют возможность свободно реализовывать Java-приложения, в т. ч. операционные системы и прикладной код, на одном процессоре.

В настоящее время технология Jazelle интегрирована в следующие ARM-процессоры: ARM1176JZ(F)-S, ARM1136J(F)-S, ARM1026EJ-S, ARM926EJ-S и ARM7EJ-S.

Традиционные ARM-процессоры поддерживают 2 набора инструкций: в режиме ARM — 32-разрядные инструкции, а в режиме Thumb наиболее популярные инструкции сжимаются к 16-разрядному формату. Технология Jazelle расширяет эту концепцию, добавляя третий набор инструкций Java, который активизируется в новом Java-режиме.

ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ

Одной из основных задач, которую решают разработчики портативных устройств (например, смартфоны, персональные цифровые помощники и аудио/видеоплееры) — оптимизация энергопотребления, что позволяет улучшить эксплуатационные характеристики готового устройства за счет продления ресурса батареи питания или уменьшения размеров устройства.

Традиционным методом снижения энергопотребления является использование экономичных режимов работы, например, холостой ход (idle) или сон (sleep), которые различаются глубиной деактивации внутренних элементов. Как правило, активный режим работы такой системы рассчитан на наихудшие условия работы и характеризуется максимальной загрузкой, тем самым неоправданно сокращая срок службы батареи. Таким образом, для дальнейшей оптимизации расходования энергии батареи питания разработчики уделяют особое внимание управлению энергопотреблением в активном режиме работы.

Для облегчения данного процесса разработана технология интеллектуального управления энергопотреблением (Intelligent Energy Manager, IEM) для процессоров ARM. Данная технология является сочетанием аппаратных и программных компонентов, которые совместно выполняют динамическое управление напряжением питания («power scaling»).

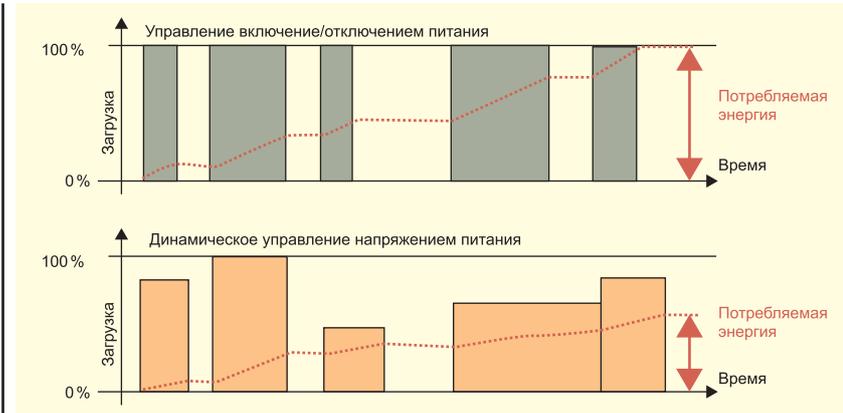


Рисунок 2 График управления питанием ARM микроконтроллеров

Сущность метода динамического управления напряжением питания основывается на выражении потребляемой мощности КМОП-процессоров:

$$P = C \cdot V_{DD}^2 \cdot f_C + V_{DD} \cdot I_Q$$

где P — общая потребляемая мощность, C — переключаемая емкость, f_C — частота процессора, V_{DD} — напряжение питания, I_Q — ток утечки в статическом режиме. Из выражения следует, что для регулировки энергопотребления могут варьироваться частота и напряжение питания.

Снижение частоты для уменьшения энергопотребления широко используется в микроконтроллерах и системах на кристаллах (PSoC), но не недостатком этого метода является снижение быстродействия. Метод динамического управления напряжением питания основан на варьировании напряжением питания, однако, если возможности регулировки исчерпаны, то как дополнительный используется метод регулировки частоты процессора.

На рис. 2 показан график управления питанием ARM микроконтроллеров.

СЕМЕЙСТВА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ARM КОМПАНИИ STMICROELECTRONICS

Компания STMicroelectronics (ST), один из мировых лидеров по производству 8- и 16-разрядных микроконтроллеров начала выпускать 16/32-разрядные микроконтроллеры с архитектурой на основе ядра ARM 7™, ARM 9™.

Серия **STR710** с ядром ARM 7 TDMI® имеет встроенную Flash-память и низкопрофильные корпуса. Эта серия микроконтроллеров нацелена на заказчиков, которым требуется производительность и гибкость 32-разрядных микроконтроллеров наряду с широким набором встроенной периферии. Эти малоразмерные су-

пер интегрированные микроконтроллеры позволяют расширить прикладные возможности при сокращении полной системной стоимости изделий.

Серия **STR720** основана на ядре ARM720T™ с кэш, имеет блок управления памятью (MMU) и интерфейс SDRAM. Она предназначена для приложений, требующих высокую производительность и архитектуру памяти открытых систем, которая поддерживается современными операционными системами.

Микроконтроллеры выполнены по 0.18 мкм HCMOS 8 технологии с напряжением питания внутренней логики 1.8 В и с питанием портов по вход/выход напряжением 3.3 В.

Ядро ARM 720 T производства компании Advanced RISC Machines (ARM) является 32-разрядным микропроцессором с быстродействующей буферной памятью в 8 Кбайт (кэш), с расширенным буфером записи и устройством управления памятью (MMU). Программно оно полностью совместимо со всеми процессорам типа ARM.

К основным особенностям ARM микроконтроллеров ST следует отнести:

- современную Flash-память с эффективностью до 48 МГц и низкой задержкой, что позволяет использовать данные микроконтроллеры в прикладных системах реального времени;
 - промышленный температурный диапазон работы (от -40 °C до + 85 °C);
 - большие соединительные возможности с использованием множества последовательных интерфейсов, включая CAN, USB, SPI, I²C и UART.
- Наибольшим спросом на рынке пользуется серия **STR71xF**. Основными параметрами серии **STR71xF** являются:
- ARM 7 TDMI ядро с 32-бит и Thumb 16-бит набором команд, 3-ступенчатый конвейер, 32-бит АЛУ и обширные средства отладки;

- от 16 кбайт до 64 кбайт ОЗУ (SRAM);
- от 128 кбайт до 256 кбайт Flash-памяти с малым временем случайного доступа;
- до 48 МГц рабочая частота CPU с внешней синхронизацией 16 МГц, внутренней ФАПЧ (PLL) и нулевой режимы ожидания с ускорением;
- до 30 МГц и нулевой режимы ожидания без ускорения, без проблем при контекстном переключении и ветвлении, что необходимо в приложениях реального времени;
- до 10 соединительных интерфейсов, включая I²C, SPI, UART, CAN, а также USB, HDLC, MMC и Smart Card интерфейсы;
- 4 таймера, отдельный сторожевой таймер и часы реального времени с встроенным генератором 32 кГц для перехода в рабочий режим после дежурного режима (STANDBY);
- 4 режима понижения потребления: SLOW, WAIT, STOP и STANDBY;
- встроенный регулятор напряжения 1.8 В для ядра, позволяющий работать от одиночного источника питания 3.3 В;
- контроллер вложенных прерываний с быстрой обработкой нескольких векторов (32 вектора с 16 уровнями приоритетов IRQ, 2 источника маскируемых FIQ);

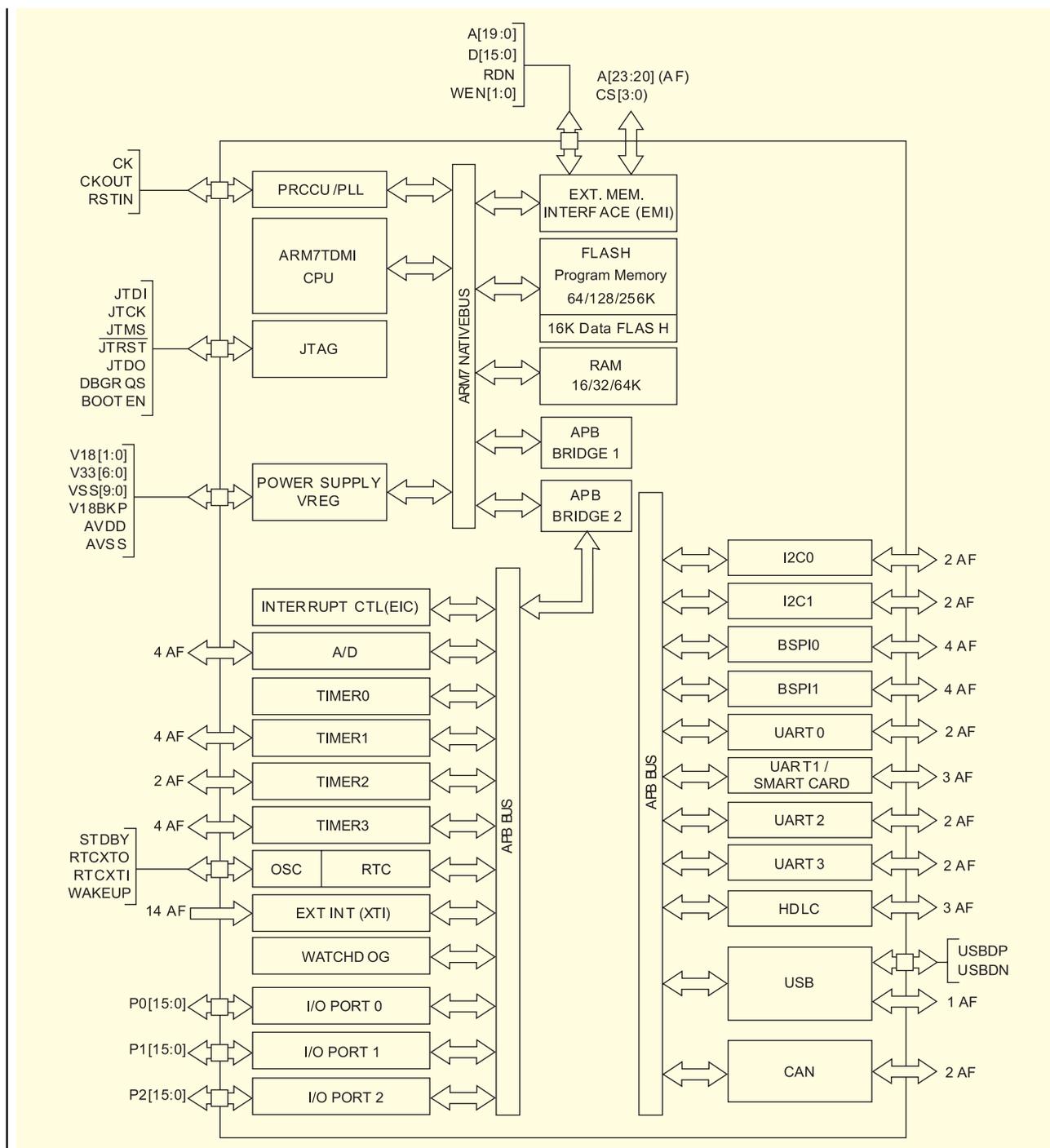


Рисунок 3 Схема функциональная микроконтроллеров STR71X

Таблица 2. Состав серии микроконтроллеров серии STR 71 xx

Параметры	STR710F		STR711F	STR712F		STR715F
	Z1T6	Z2T6	R1T6	R2T6	R1T6/R1H6	RX
Flash память (байт)	128 К	256 К	128 К	256 К	128 К	64 К
RAM (байт)	16 К	64 К	16 К	64 К	16 К	16 К
Периферия	CAN, EMI, USB, 48 I/O		USB, 30 I/O	CAN, 32 I/O		32 I/O
Питание	от 3.0 до 3.6 В (опционально 1.8 В для ядра)					
Рабочая температура	от -40 до + 85°C					
Корпуса	TQFP144 20x20			TQFP64 10x10		

- до 48 портов входа/выхода (I/O) с 30/32/48 многофункциональными двунаправленными линиями I/O, из них 14 с возможностью прерываний;
- JTAG интерфейс для отладки;
- промышленный температурный диапазон от -40° С до + 85°С.

Микросхемы изготавливаются в малоразмерных, низкопрофильных корпусах TQFP 64 или TQFP 144. Серия в 144-штырьковом корпусе TQFP 144 обеспечивает интерфейсы CAN, USB и интерфейс внешней памяти. Версии в 64-штырьковом корпусе TQFP 64 обеспечивают только CAN или USB интерфейс.

Не мультиплексированная шина 16-бит данных/24-бит адресов, имеющаяся у STR 710 F в корпусе TQFP 144, предназначена для поддержки до четырех 16-Мбайтных банков внешней памяти. Индивидуально программируемые для каждого банка режимы ожидания позволяют использовать для хранения программ или данных различные типы памяти (Flash, EPROM, ROM, SRAM и т. д.).

У микроконтроллеров имеется разнообразная встроенная периферия:

- интерфейс CAN (STR 710 F и STR 712 F) соответствует стандарту V 2.0 часть B (активный) и может обеспечить скорость передачи информации до 1 М бод;
- интерфейс полноскоростного USB (STR 710 F и STR 711 F) стандарта USB V 2.0 обеспечивает до 8 двунаправленных или 16 однонаправленных конечных точек и скорость передачи данных до 12 Мбит/с с поддержкой групповой пересылки и операций приостановки/продолжения работы USB;
- каждый из четырех таймеров имеет независимый 16-разрядный счетчик с 7-разрядным предварительным делителем частоты, два входа схемы выборки и два выхода компаратора,

счетчик импульсов и канал ШИМ с выбираемой частотой;

- три интерфейса UART позволяют обеспечить полнодуплексные асинхронные соединения с внешними устройствами и независимо программируемой скоростью передачи (TX) и приема (X) информации до 250 К бод;
- четвертый UART интерфейс используется для обеспечения асинхронного интерфейса Смарт-карт по стандарту ISO 7816-3;
- каждый из двух буферизованных последовательных интерфейсов периферии (B SPI) обеспечивают полнодуплексные синхронные соединения с внешними устройствами в режиме мастер или ведомый на скорости до 8 Мбит/с. Один них может использоваться как интерфейс Мультимедиа-карт;
- два I²C интерфейса с функциями мульти-мастер и ведомый поддерживают нормальный и быстрый режимы работы I²C (400 КГц) и 7 или 10-разрядный режимы адресации. Один из интерфейсов I²C мультиплексирован с SPI, так что можно использовать одновременно 2 x SPI + 1 x I²C или 1 x SPI + 2 x I²C;
- модуль интерфейса высокоуровневого протокола управления каналом (HDLC) поддерживает полнодуплексную работу и несколько протоколов, включая без возвращения к нулю (NRZ), без возвращения к нулю и с инверсией (NRZI), FM 0 или манчестерский. Модуль использует внутренний 8-разрядный двоичный генератор;
- сигма-дельта аналого-цифровой преобразователь может использоваться для работы от одного до четырех каналов в однократном или непрерыв-

ном режимах преобразования. Его разрешающая способность составляет 12-разрядов при типовой скорости 0.5 кГц или 2 мс (1 кГц или 1 мс при одноканальном режиме работы). Амплитуда входного напряжения составляет от нуля до 2.5 В;

- 16-разрядный сторожевой таймер защищает приложение от аппаратных или программных ошибок и гарантирует восстановление путем генерирования сигнала сброса;
- имеется 48 портов входа/выхода (I/O), каждый из которых может программироваться в качестве входа или выхода;
- до 14 внешних прерываний доступно для прикладного использования или запуска после состояния ожидания в режиме STOP.

Блок-схема серии микроконтроллеров STR 71 xx показана на рис. 3, а ее состав приведен в табл. 2.

Более новой разработкой STMicroelectronics являются микроконтроллеры с ядром ARM9. STMicroelectronics предлагает семейство Flash-микроконтроллеров STR910F на ядре ARM966E-STM с Ethernet, а также самой большой интегрированной SRAM- и Flash-памятью. Особенностью SRAM-памяти объемом до 96 Кбайт является возможность буферизации содержимого SRAM с помощью батареи или ионистора на выводе Battery-Input. В критичных в смысле безопасности приложениях содержимое SRAM может опционально стираться подачей сигнала на вывод Tamper-Detection STR910F. Flash-память имеет объем до 544 Кбайт и может быть разделена на два блока считывание — запись (Read-while-Write). SRAM- и Flash-память могут использоваться как для команд, так и для данных.

Таблица 3. Состав серии микроконтроллеров серии STR91X

Параметры	STR910FM32X	STR910FW32X	STR911FM42X	STR911FM44X	STR912FW42X	STR912FW44
Flash память (байт)	256К	256К	256К	512К	256К	512К
RAM (байт)	64	64	96	96	96	96
Периферия	CAN, 48 I/Os	CAN, EMI, 80 I/Os	USB, CAN, 48 I/Os		Ethernet, USB, CAN, EMI, 80 I/Os	
Питание	от 3.0 до 3.6 В (опционально 1,8 В для ядра)					
Рабочая температура	от -40 до + 85°C					
Корпуса	LQFP80	LQFP128	LQFP80		LQFP128	

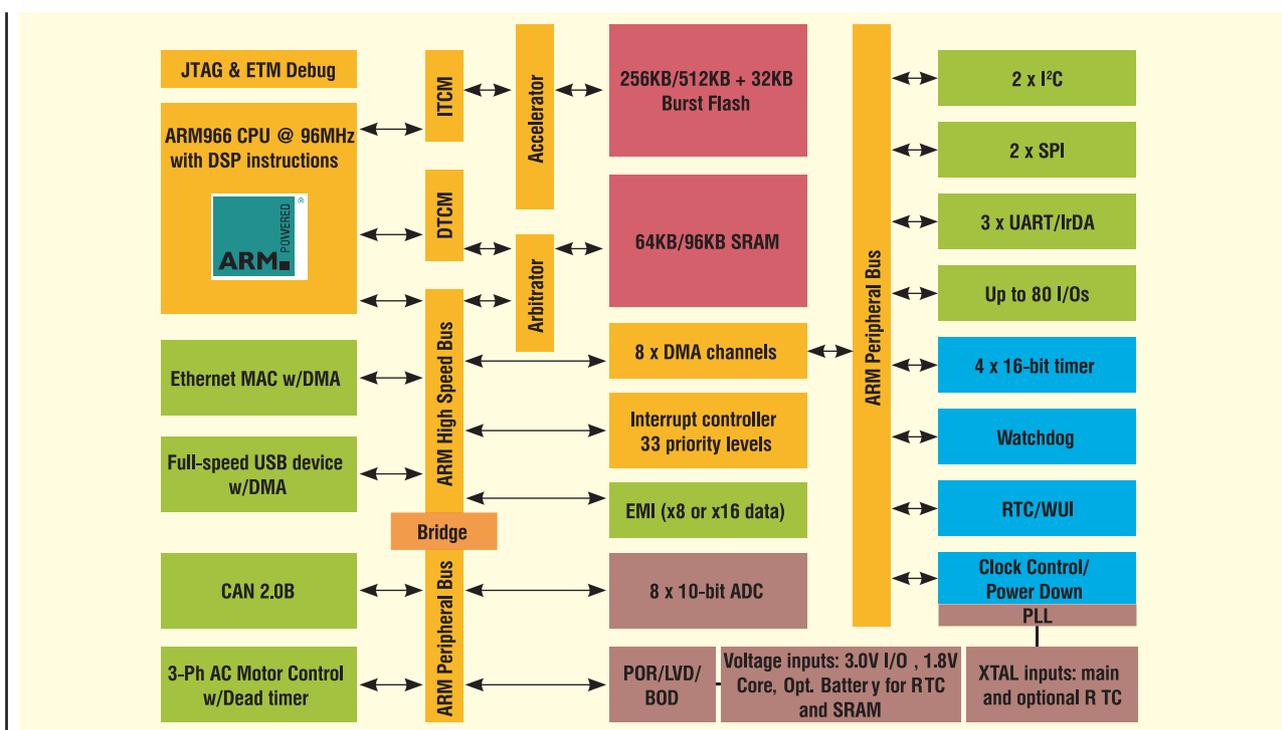


Рисунок 4 Схема функциональная микроконтроллеров STR91X

Кроме Ethernet MAC, серия микроконтроллеров STR910F поддерживает USB Full Speed, CAN, три UART/IrDA, два SPI, два I²C, восемь каналов 10-разрядного АЦП, четыре 16-разрядных таймера, блок управления трехфазными моторами, супервизор с контролем Low Voltage Reset и Brown-out Detect, часы реального времени, интерфейс внешней памяти, ETM9 Debug- и Trace-интерфейс, и до 80 линий ввода-вывода.

Дополнительно в качестве вспомогательного средства при конфигурации функций матрицы вводов-выводов и синхронизации STR910F предлагается так называемое CAPS (Configuration and Programming Software). RTOS- и TCP/IP-поддержка появится со стороны фирм CMX, Micrium, Segger, Keil и NexGen Software.

Семейство 32-разрядных ARM RISC процессоров ARM9, сохранившее основные преимущества ARM7, ставших промышленным стандартом, обеспечивает двукратное увеличение производительности, при изготовлении по эквивалентной технологии.

Производительность ARM9 составляет 133 MIPS при 120 МГц и технологии CMOS с топологическими нормами 0.35 мкм. При топологии 0.25 мкм и 0.18 мкм рабочая частота составит свыше 200 МГц и производительность свыше 220 MIPS.

Эти новые уровни производительности открывают возможность создания

массы новых применений, с расширенными возможностями, позволяющих, за счет реализации множества функций на одном высокопроизводительном CPU, снижать стоимость систем. Следует отметить, что большинство современных разработок, имеющих высокую производительность, применяют ядро ARM. Например, GSM/GPRS/GPS модемы такого известного производителя как Wavecom разработаны на ARM7. В основу последних разработок заложен ARM9.

Основные возможности микроконтроллеров семейства ARM9:

- высокопроизводительный 32-разрядный ARM RISC механизм;
- гарвардская архитектура с отдельными шинами команд и данных;
- пятиуровневый конвейер;
- модуль, выполняющий операцию перемножения/аккумуляции 16×32 за один цикл. Гибкая синхронизация CPU и шины, включая асинхронную, синхронную и одноктактовую конфигурации;
- Thumb 16-разрядная система команд, обеспечивающая лучшую в отрасли, плотность кода;
- встроенные возможности EmbeddedICE JTAG отладки программного обеспечения;
- Возможность адаптации к перспективным CMOS технологиям с меньшими топологическими нормами;

- совместимость с низковольтными CMOS технологиями;
- 100% совместимость двоичных кодов пользователя с ARM7TDMI;
- возможность интеграции класса «система-на-кристалле» со встроенным тестированием в процессе производства.

Всего разработано шесть типов семейства STR910F (см. табл. 3) в варианте без свинца, в корпусах LQFP80 и LQFP128, причем исполнения с LQFP128 имеют Ethernet Media Independent Interface (MII) и интерфейс шины внешней памяти. Объем SRAM составляет от 64 до 96 Кбайт, тогда как Flash-память имеет объем от 288 до 544 Кбайт. Напряжение ядра составляет 1.8 В, напряжение выводов I/O от 2.7 до 3.6 В. Температурный диапазон составляет от -40 до +85 °C. Схема функциональная микроконтроллеров STR91X показана на рис. 4.

Дополнительную информацию о микроконтроллерах можно получить на сайте <http://mcu.st.com> или по адресам: <http://mcu.st.com/mcu/inchtml-pages-str7.html>, <http://mcu.st.com/mcu/inchtml-pages-str9.html>

Микроконтроллеры серий STR7XX, STR91X и отладочные средства можно заказать в офисе СЭА:
тел.: (044) 575-94-00,
e-mail: info@sea.com.ua,
<http://www.sea.com.ua>