

# РЫНОК 8-РАЗРЯДНЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ПРОДОЛЖАЕТ РАСТИ

**НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОСХЕМ**

Темпы выпуска новых изделий полупроводниковой промышленности не снижаются. Но, по-видимому, одним из самых горячих "товаров" этого года станет хорошо известный и давно представленный на рынке восьмиразрядный микроконтроллер. Изготовители микроконтроллеров, чтобы сохранить конкурентоспособность, спешат с разработкой новых приборов, выполняемых на основе популярных восьмиразрядных ядер, окруженных разнообразными периферийными устройствами. Непрерывно возрастает объем флэш-памяти, микроконтроллеры оснащаются популярными шинными структурами, такими как хорошо зарекомендовавшие себя контроллерные сети (Controller Area Network – CAN) автомобильных электронных систем, а также многочисленными АЦП и ЦАП. Появились и микроконтроллеры с встроенными специальными схемами управления мощностью и обеспечения работы при низких уровнях напряжения. При этом габариты корпусов этих устройств непрерывно уменьшаются. И пока производители конечного оборудования заменяют электромеханические компоненты дешевыми микросхемами с высоким уровнем интеграции, никаких признаков замедления темпов появления новых изделий на рынке восьмиразрядных микроконтроллеров нет и не предвидится. Восьмиразрядные микроконтроллеры последних поколений широко применяются не только в автомобильных системах, но и в средствах обработки изображения, системах управления производством, медицинской и контрольно-измерительной аппаратуре, автоматическом тестовом оборудовании, в разнообразных бытовых приборах.

Один из крупнейших потребителей современных 8-бит микроконтроллеров – автомобильные электронные системы: от контроллеров положения тела, систем рулевого управления с усилителем до антиблокировочных систем тормозов и устройств регистрации стабильности хода. Поэтому большое число поставщиков

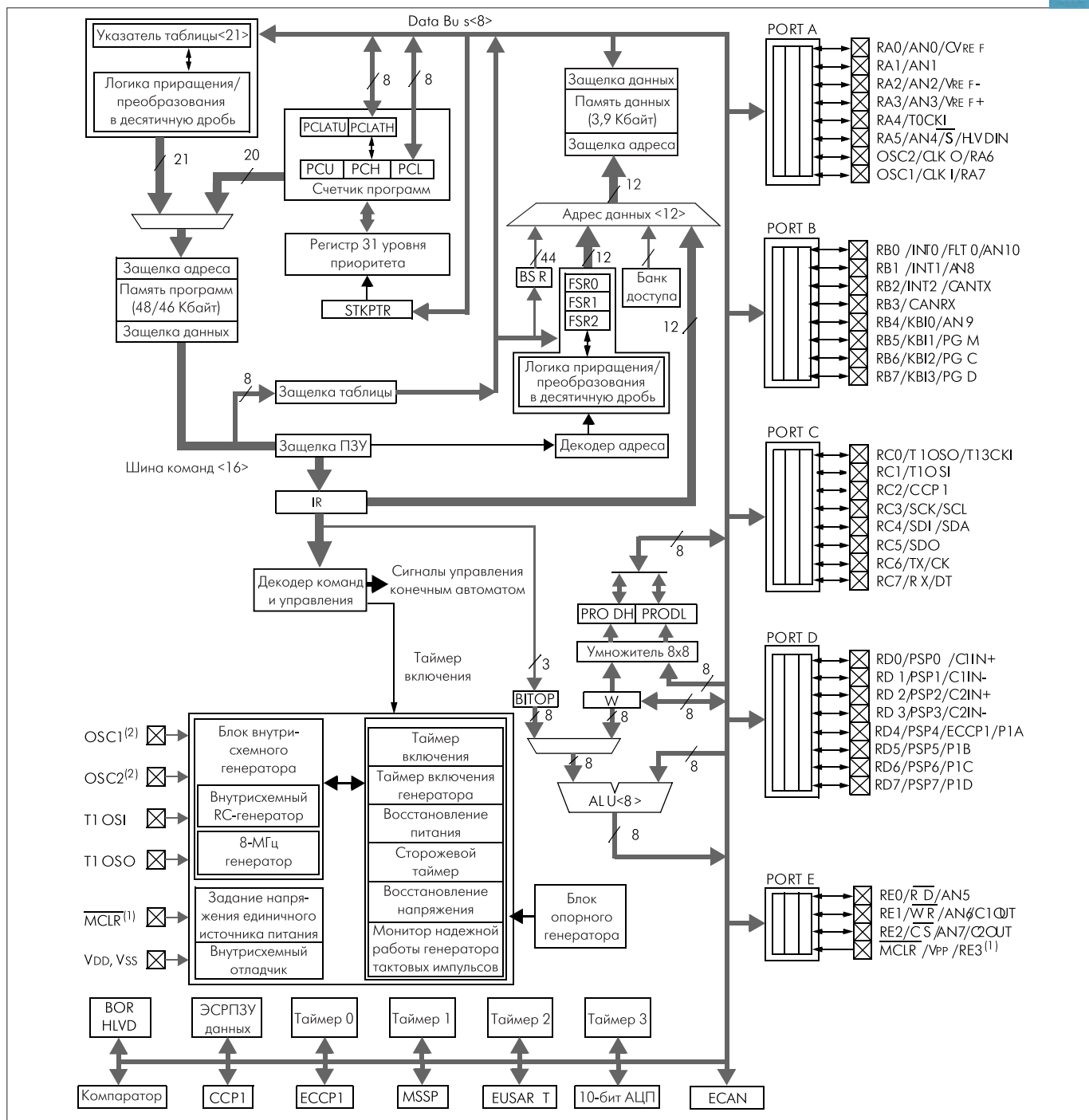


микроконтроллеров новейших типов для автомобильных систем не удивляет. Из них можно отметить компанию **Microchip Technology**, выпустившую новые микроконтроллеры серии PIC, в которых учтены последние требования автомобилестроителей, в том числе наличие интерфейса стандарта CAN2.0B, программируемой "на ходу" расширенной флэш-памяти и блока управления мощностью, выполненного по технологии nanoWatt. И все это в малогабаритном 28- или 40/44-выводном корпусе.

Емкость флэш-памяти программ новых 8-бит микроконтроллеров типа PIC18F4680, PIC18F2680, PIC18F4585 и PIC18F2585 составляет 48К (PIC18FX585) или 64 Кбайт (PIC18FX680). Предусмотрена возможность самопрограммирования памяти, т.е. прибор под управлением внутрисхемных программных средств способен записать в память собственную программу даже после монтажа на печатную плату. Это обеспечивает его высокую гибкость, сокращает время проектирования и ускоряет сроки выхода на рынок. Ячейки расширенной флэш-памяти программ выдерживают до 100 тыс. циклов стирания/записи. Длительность хранения данных, записанных с помощью технологии внутрисхемного последовательного программирования, превышает 40 лет.

Простой в пользовании интерфейс стандарта CAN 2.0B обеспечивает модуль ECAN с конфигурируемыми буферами передаваемых/принимаемых (TX/RX) данных. Модуль ECAN поддерживает три конфигурируемых программными средствами режима: действующий (режим 0), с расширенными возможностями (режим 1) и FIFO (режим 2). В действующем режиме микроконтроллеры работают с тем же CAN-интерфейсом, что и другие микросхемы микроконтроллеров фирмы Microchip. Этот режим позволяет "бесшовно" перейти от существующих микроконтроллеров серии PIC к новым, с ECAN-блоком. В режиме 1 используются дополнительные ресурсы с расширенными функциональными возможностями. В режиме 2 принимаемые сообщения записываются в память в порядке их поступления. В режимах 1 и 2 микроконтроллер поддерживает и протокол DeviceNet.

Во всех микроконтроллерах нового семейства предусмотрены средства nanoWatt-технологии, позволяющие существенно снизить потребляемую мощность. Так, при использовании в качестве источника тактовых сигналов таймера 1 или внутрисхемного блока генератора (рис.1) мощность, потребляемая при выполнении команд, уменьшается на 90%. Дальнейшее снижение мощности – всего до 4% от мощности в обычном режиме работы – достигается в случае, когда процессорное ядро заблокировано, а периферийные устройства активны. На 80% уменьшены значения потребляемой мощности таймера 1 и сторожевого таймера (ток 1,1 и 2,1 мкА, соответственно). Типичное значение потребляемого тока в режиме ожидания – 0,1 мкА. Помимо 75 команд традиционной для микроконтроллеров



**Рис. 1. Блок-схема микроконтроллера серии PIC18F, монтируемого в 44-выводной 40/44 корпус**

серии PIC18 системы команд, новые микросхемы работают с восемью дополнительными командами, в том числе косвенной и индексной адресации.

Все новые микроконтроллеры работают в двух режимах внешнего тактирования и имеют два внутрисхемных RC-генератора, – конфигурируемый блок тактовых импульсов на частоту 8 МГц ±2% и так называемый "свободный" 32-кГц маломощный генератор, – позволяющие пользователю выбирать до шести значений тактовой частоты в диапазоне 125 кГц–4 МГц. ФАПЧ-блок микроконтроллера при работе совместно с внутрисхемным генератором позволяет устанавливать частоту тактовых импульсов в диапазоне 31 кГц–32 МГц без применения внешнего генератора. Предусмотрена и возможность выбора источника тактовых импульсов при запуске после режима ожидания.

В новые микросхемы входят также: ОЗУ емкостью 3 Кбайт; ЭСРПЗУ данных, выдерживающее 1 млн циклов стирания/записи; 11-канальный 10-бит АЦП, выполняющий 100 Квыборок/с; два аналоговых компаратора со встроенным стабилизатором напряжения; программируемые блоки регистрации работы при пониженном напряжении и падения напряжения ниже допустимого уровня. Средства последовательного ввода-вывода включают SPI- и I<sup>2</sup>C-модули, а также USART-модуль с поддержкой протокола Local Interconnection Network (LIN). Напряжение питания микроконтроллеров – 2,0–5,5 В. Диапазон рабочих температур –40–125°C.

Как и все микросхемы серии PIC18, микросхемы нового семейства выпускаются на стандартное и низкое рабочее напряжение. В маркировке стандартных приборов с расширенной флэш-памятью на рабочее напряжение стоит буква "F", рассчитаны они на на-

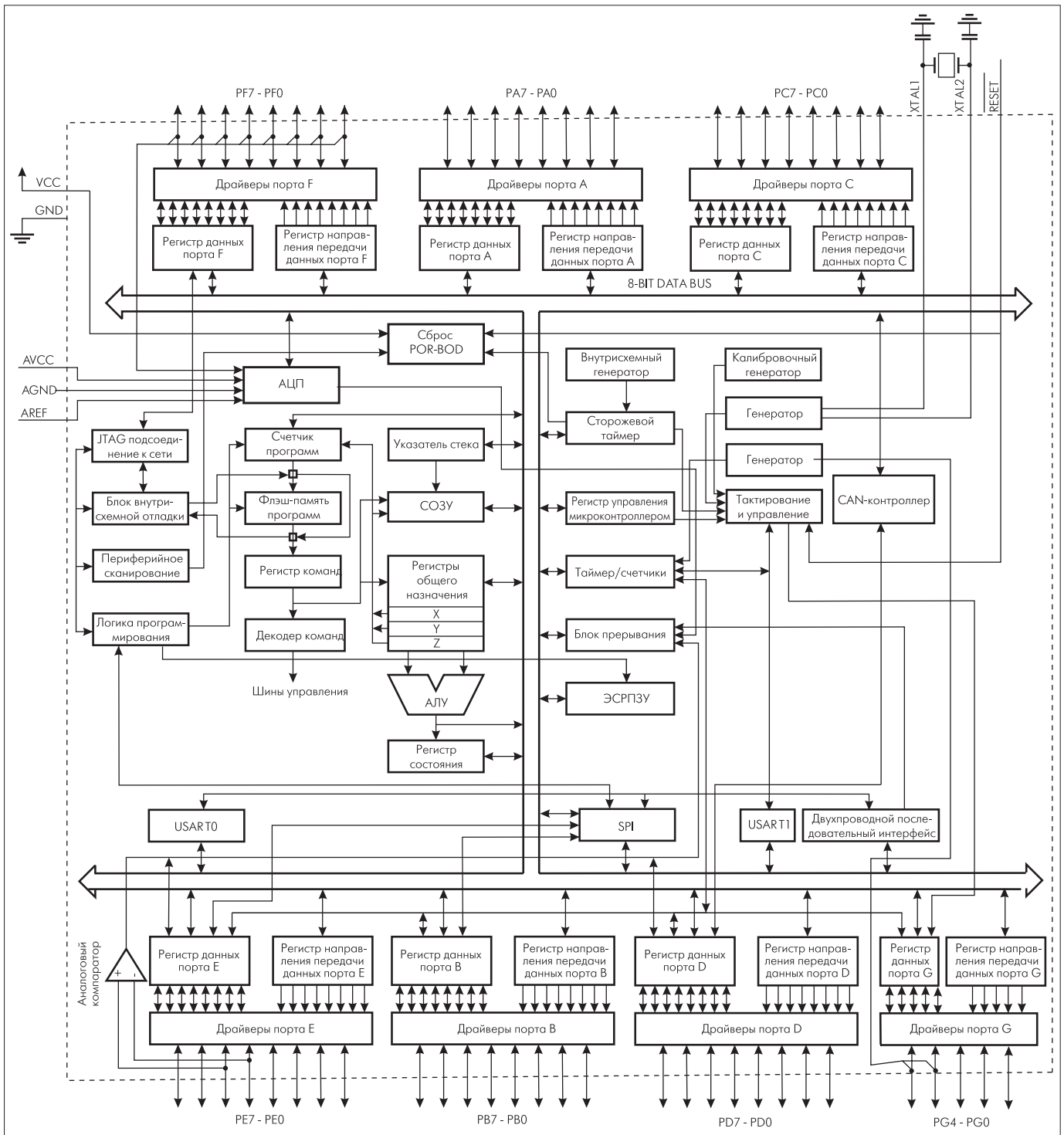


Рис.2. Блок-схема микроконтроллера AT90CAN128

пряжение 4,2–5,5 В. В маркировке микроконтроллеров на пониженное напряжение (2,0–5,5 В) проставлены буквы "LF". Микроконтроллеры типов PIC18F2680 и PIC18F2585 выпускаются в 28-выводных корпусах типа SDIP или SOIC; PIC18F4680 и PIC18F4585 – в 40-выводном PDIP и 44-выводном TQFP- или QFN-корпусе. Начаты поставки опытных образцов микросхем по цене 5,80 долл. (PIC18F2585), 6,27 долл. (PIC18F4585 и PIC18F2680) и 6,75 долл. (PIC18F4680) при закупке партии в 10 тыс. шт. Массовое производство планируется на конец третьего квартала 2004 года.

Новые микроконтроллеры компании Microchip перспективны не только для автомобильной электроники. Они найдут широкое применение в промышленном оборудовании (копировальные машины,

регуляторы гидравлических прессов, средства управления двигателем), бытовых системах (торговые автоматы), медицинском оборудовании (системы распределения фармацевтических препаратов, инвалидные коляски).

Еще одна компания, обратившаяся к совершенствованию 8-бит микроконтроллеров с CAN-интерфейсом для автомобильных систем, – Atmel. В марте 2004 года она выпустила микросхему типа AT90CAN128 – 8-бит маломощный микроконтроллер с AVR RISC-архитектурой и расширенными CAN-возможностями. CAN-микроконтроллер способен обрабатывать до 15 независимых объектов. В усовершенствованное RISC-ядро входят 32x8 рабочих регистров общего назначения плюс регистры управления периферийными устрой-

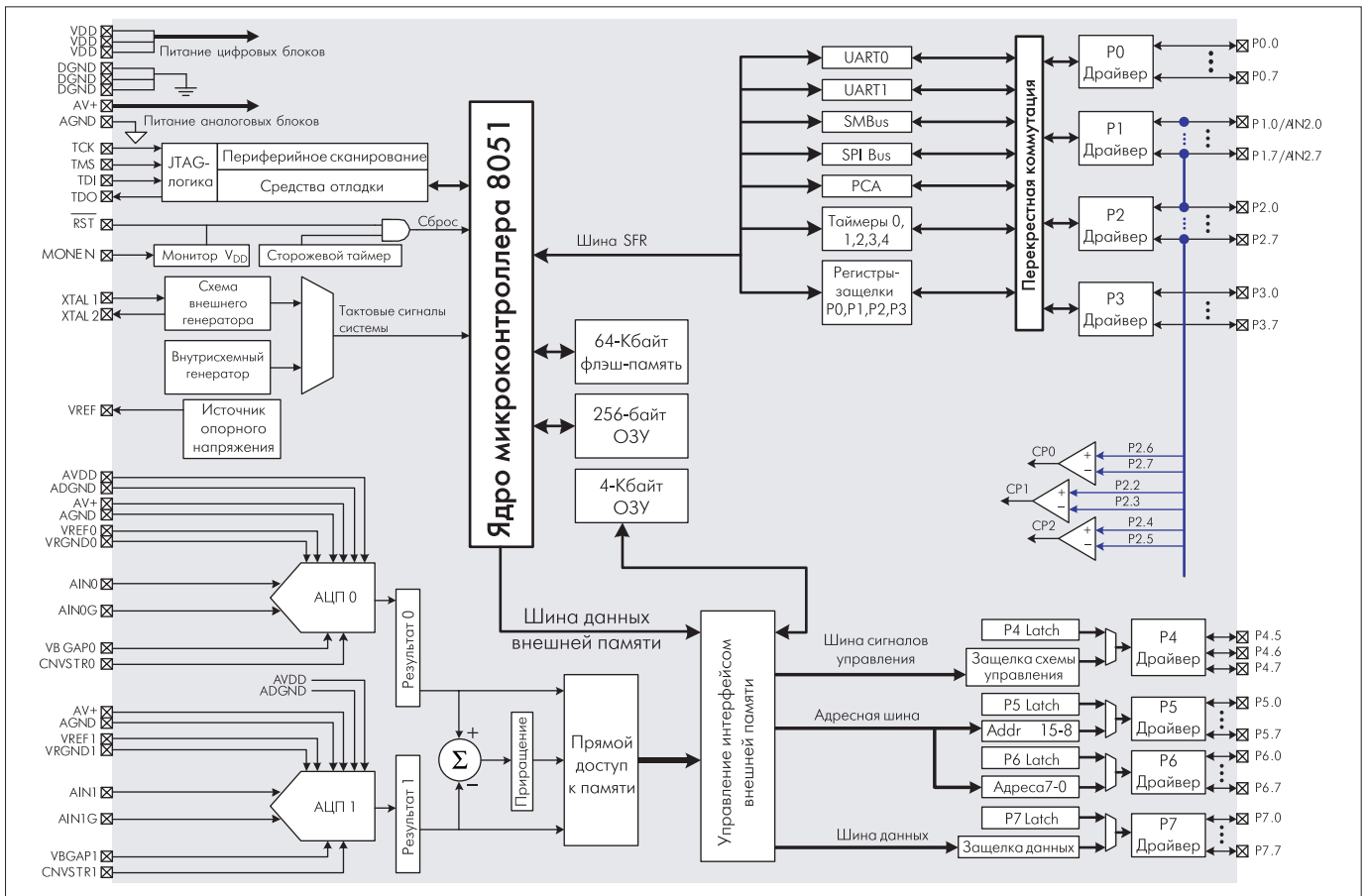


Рис.3. Блок-схема микроконтроллера C8051F06x

ствами. Все 32 регистра непосредственно соединены с АЛУ, что обеспечивает доступ к двум независимым регистрам при выполнении одной команды за один тактовый цикл. Всего ядро выполняет до 133 команд. В результате достигается более эффективное исполнение команд и в десять раз большее быстродействие (16 Mips при частоте 16 МГц), чем у обычных микроконтроллеров с CISC-архитектурой.

В микросхему входят: программируемая в системе флэш-память емкостью 128 Кбайт, выдерживающая до 10 тыс. циклов записи/стирания; ЭСРПЗУ емкостью 4 Кбайт, выдерживающее 100 тыс. циклов перезаписи; СОЗУ емкостью 4 Кбайт; 53 программируемых шин ввода-вывода; CAN-контроллер; часы истинного времени, четыре 16-бит таймера/счетчика с режимами сравнения и ШИМ; два USART; восьмиканальный 10-бит АЦП (рис.2). При реализации стека протоколов высокого уровня (CANopen, DeviceNet или J19390) большая часть памяти и средств обработки остаются свободными. Акселератор прерываний информирует процессор ядра о критических сообщениях без запуска подпрограммы сканирования, что минимизирует возмездные непроизводительных затрат при работе в реальном времени. Гибкие средства программирования посредством CAN-, UART- или SPI-портов позволяют выполнять дистанционное программирование и наращивание в условиях эксплуатации. В нерабочем режиме процессор ядра блокируется, тогда как СОЗУ, таймеры/счетчики, SPI/CAN-порты и блок прерываний продолжают функционировать. Микросхемы работают в режимах пониженного энергопотребления, подавления шума АЦП, ожидания, а также в экономичном режиме электропитания (диапазон рабочих напряжений – 2,7–5,5 В).

Микросхемы AT90CAN128 разъемосовместимы с ранее выпущенными микроконтроллерами семейства ATmega128. На июнь

этого года планировался выпуск промышленных образцов микросхем в 64-выводных корпусах типа TQFP и QFN по цене 7,5 долл. при объеме годовой закупки 10 тыс.шт. Кроме того, компания предоставляет комплект модуля физического CAN-интерфейса – ATADAP-CAN01 по цене 19 долл. Совместно с этим комплектом Atmel предоставляет библиотеку драйверов С-кода для всех периферийных устройств микроконтроллеров и различные примеры программ.

Новый микроконтроллер пригоден и для многих промышленных приложений, включая промышленные системы автоматизации, медицинское оборудование, сети морских систем и печатные средства.

Новое семейство 8-бит микроконтроллеров C8051F06x выпустила в июле этого года компания **Silicon Laboratories**. Его отличительная особенность – двоянные 16-бит АЦП с производительностью 1 Msps (мегавыборки в 1 с), интегрированные с 25-Mips микроконтроллером с флэш-памятью типа 8051 (рис.3). При этом по стоимости эти микроконтроллеры сопоставимы с единичными схемами АЦП.

Точность АЦП составляет  $\pm 0,75$  самого младшего разряда, отношение полного сигнала к полному уровню помех – 89 дБ, потребляемая мощность – всего 20 мВт. Аналоговая секция микроконтроллера содержит три компаратора с 16 программируемыми значениями гистерезиса.

Ядро микроконтроллера с конвейерной архитектурой выполняет 70% команд за один-два тактовых цикла. Системная частота составляет 25 МГц. Периферийные устройства включают до 59 портов ввода-вывода, рассчитанных на напряжение 5 В, два UART-, SMBus- и SPI-последовательных порта, а также прецизионный генератор (2%-ная точность), позволяющий обойтись без внешнего кристаллического генератора. Емкость флэш-памяти микросхем



семейства (C8051F064/C8051F065/ C8051F066/C8051F067) – 32–64 Кбайт.

Микросхемы выпускаются в 100- или 64-выводных (59 или 24 цифровых портов ввода-вывода, соответственно) корпусах типа TQFP. Начальная цена – 9,98 долл. при закупке партии в 5 тыс. шт. Как и у всех микроконтроллеров компании Silicon Laboratories, в микросхемах семейства C8051F06x предусмотрена возможность внутрисхемной отладки. Поставляется и комплект профессиональных средств проектирования (стоимостью 299 долл.).

Микроконтроллеры компании предназначены для приложений, где требуются высокие скорости и точность сбора данных, малое энергопотребление и низкие помехи. Это – системы обработки изображения, управления технологическими процессами, медицинское и научное контрольно-измерительное оборудование, базовые станции беспроводных систем связи.

8-бит микроконтроллер с двумя АЦП типа LPC935 выпустила в 2004 году и компания **Royal Philips Electronics** (США). Этот микроконтроллер – флагман нового семейства LPC900, в которое входят девять микросхем. Каждая микросхема нового семейства (LPC904, LPC915/6/7, LPC924/5 и LPC933/4/5) предоставляет пользователю возможность выбора АЦП или ЦАП выхода и исключения тем самым необходимости применения отдельных АЦП и ЦАП. Кроме того, пользователь в случае необходимости может задавать границы считывания данных, освобождая процессорное ядро от этой задачи.

Благодаря наличию двух АЦП микроконтроллер одновременно преобразует и считывает данные двух каналов, например результаты измерения напряжения и тока. Время преобразования не превы-

шает 4 мкс. Время исполнения команд высокопроизводительным процессорным ядром составляет 167–333 нс на тактовой частоте 12 МГц (в шесть раз быстрее, чем традиционным микроконтроллером 8051). Микросхемы семейства также содержат флэш-память программ с организацией 4/8x1 Кбайт, 256-байт ОЗУ данных (LPC935 содержит дополнительное 512-байт ОЗУ) и 512-байт ЭСРПЗУ данных пользователя, часы реального времени, три 16-бит счетчика/таймера. В них предусмотрены 400-кГц I<sup>2</sup>C шина шириной в байт, а также расширенные UART и SPI интерфейсы. Монтируются микроконтроллеры LPC933/4/5 в 8-выводной корпус типа SO-8. Стоят они менее 2 долл., что и объясняет их применение в разнообразных бытовых устройствах – от кофеварок и стиральных машин до "разумных" игрушек.

Сосредоточив внимание на рынке электрических бытовых приборов (холодильники, моечные и стиральные машины, сушильные аппараты и кондиционеры), для которых необходимо снижать уровни шумов, вибраций и энергопотребления за счет разумного управления мотором, компания **NEC Electronics America** выпустила две серии микроконтроллеров для устройств управления преобразователями – uPD78F0714 и V850ES/IK1. В них предусмотрены такие средства обеспечения безопасности работы, как вывод сигнала экстренного отключения выходов таймера преобразователя, подача сигнала сброса и прерывания при низком напряжении для защиты неожиданного отключения системы и восстановления работы в случае отключения питания.

Микроконтроллер серии uPD78F0714 входит в семейство 8-бит устройств 78K0. Его рабочая частота равна 20 МГц, емкость флэш-памяти – 32 Кбайт, ОЗУ – 1 Кбайт. В серию V850ES/IK1, выполнен-

ную на базе популярного ядра V850E, входят три микросхемы uPD70F3329 с флэш емкостью 128 Кбайт и 6-Кбайт ОЗУ, uPD703327 и uPD703329 с 64К и 128-Кбайт массочно программируемым ПЗУ и 4К и 6-Кбайт ОЗУ, соответственно. В микросхемах обеих серий предусмотрены блоки трехфазного преобразования и отладки, позволяющие проектировать и отлаживать изделия в системе.

Новые микросхемы смогут найти применение и в промышленных системах управления преобразователями, таких как системы бесперебойного электропитания, серводвигатели переменного тока и универсальные инверторы. Опытные поставки микроконтроллеров V850ES/IK1 и uPD78F0714 планировалось начать в мае и июне 2004 года, соответственно, по цене от 17 (uPD70F3329) до 4 (uPD78F0714) долл. Массовое производство должно начаться в ноябре этого года. Ожидается, что его объем к 2005 году достигнет 300 тыс. схем.

В начале года компания **STMicroelectronics** расширила ST7 серию 8-бит микроконтроллеров, выпустив семейство ST7MC, предназначенное для управления трехфазными бесщеточными электродвигателями с индукционными или постоянными магнитами, в том числе и компрессорами. Новые микроконтроллеры выполнены на базе стандартного 8-бит ядра и содержат периферийное устройство управления бесщеточным электродвигателем (Motor Control peripheral – МТС), флэш-память/ПЗУ программ емкостью 8К–60 Кбайт, 10-бит АЦП, пять таймеров и блок управления питанием, позволяющий работать в пяти режимах экономии потребляемой энергии. В блок МТС входит трехфазный ШИМ с шестью мультиплексируемыми выходами для управления синусоидальным или трапецеидальным инвертором, с детектором перехода обратной ЭДС через нуль и сопроцессором для бездатчикового (с помощью запатентованного компанией STM "трехрезисторного" метода) управления током постоянного магнита двигателя (рис.4). Четыре аналоговых входа МТС, предназначенные для определения положения двигателя, могут считывать данные холловского элемента, тахометра или кодирующего устройства. Кроме того, в блок МТС входят операционный усилитель и компаратор для регулировки и ограничения тока/напряжения. Внутрисхемные фильтры и настройки позволяют использовать микроконтроллер для управления любым двигателем с соединением обмотки звездой или треугольником на напряжение 12–300 В. При этом возможны различные топологии управления – шестишаговое/синусоидальное, по току/напряжению, АИМ/ШИМ.

Поскольку при использовании микроконтроллера для управления бесщеточными двигателями, как правило, 70% ресурсов процессорного ядра остаются не задействованными, открываются но-

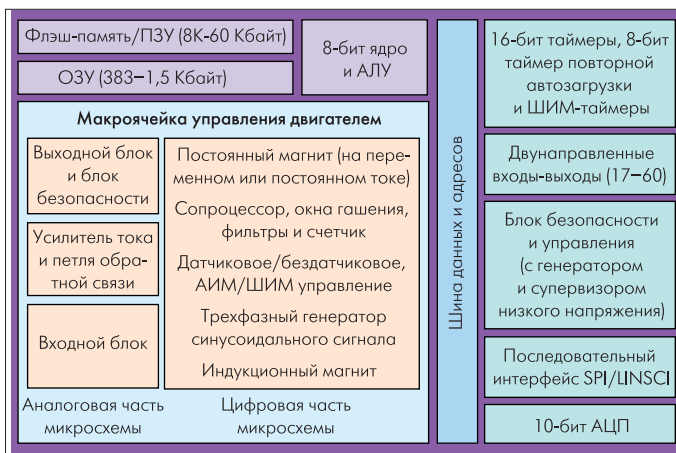


Рис.4. Основные блоки микроконтроллера ST7MC

Флэш-память емкостью 1К-4 Кбайт	ОЗУ емкостью 256 байт–1 Кбайт	Энергонезависимая память емкостью 16–256 байт	10-бит АЦП с числом каналов до 8
Два 16-бит таймера с ШИМ	Процессорное ядро Z8 на частоту 20 МГц	Усилитель напряжения, управляемый током	
Сторожевой таймер с RC-генератором		Блок возврата в исходное состояние при включении питания/регистрации пониженного напряжения и управления	
UART-интерфейс IrDA-стандарта	Блок внутрисхемной отладки	Кристаллический/RC-генератор	
Датчик температуры	Компаратор	Внутрисхемный прецизионный генератор	
До 25 универсальных выводов входа/выхода			

Рис.5. Основные блоки микроконтроллера Z8 Encore! XP

вые области его применения. Многосторонние возможности делают микроконтроллер перспективным и для реализации средств управления несколькими двигателями. Монтируется микроконтроллер в малогабаритные корпуса с 32–80 выводами. Кондиционеры, холодильники, стиральные машины, автоматически управляемые вентиляторы и насосы, системы нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха, офисное автоматизированное оборудование, электрические транспортные средства и промышленные приводы младшего и среднего класса – все это основные области применения нового семейства микроконтроллеров.

Множество интересных периферийных устройств размещено и в новом 8-бит микроконтроллере семейства Z8 Encore! XP компании **Zilog**. Эти микросхемы выполнены на базе процессорного ядра Z8 на частоту 20 МГц. В них входят флэш-память емкостью до 4 Кбайт, ОЗУ до 1 Кбайт и энергонезависимая память емкостью до 128 байт, выдерживающая до 100 тыс. циклов перезаписи. Основная особенность микроконтроллеров семейства – 10-бит сигма-дельта АЦП, обслуживающий до восьми дифференциальных каналов, объединенный с температурным датчиком на диапазон -40–105°C, усилитель напряжения, управляемый током, а также UART-порт с кодером/декодером IrDA-стандарта (рис.5). Применение сигма-дельта преобразователя позволяет обойтись без внешних фильтров при обработке сигналов датчика и усилителя и обеспечивать 10-бит точность даже при работе микроконтроллера с максимальным быстродействием. В микросхему входят два блока 16-бит ШИМ-таймера, сбора и сравнения данных, фильтр защиты от наложения спектров, благодаря чему можно сократить число требуемых внешних компонентов, а также более точно ограничить полосу пропускания. Такие дополнительные устройства, как прецизионный внутрисхемный генератор на частоту 5 МГц/32 кГц, энергонезависимая память и рабочая память большого объема, обеспечивают конкурентоспособность микроконтроллера компании, предназначенного для систем управления двигателем, средств безопасности, домашних электронных устройств, персональных электронных приборов и датчиков.

Поставляются микросхемы семейства в 20- или 28-выводных корпусах типа SOIC, SSOP и PDIP по цене от 0,89 долл. за прибор с объемом памяти 1 Кбайт в 20-выводном SOIC до 1,44 долл. за прибор с объемом памяти 4 Кбайт в 28-выводном SOIC при закупке партии в 10 тыс. шт.