



менее, чтобы минимизировать задержки при навигации по обширным библиотекам музыкальных файлов, активно применяют коммуникационные интерфейсы с повышенной скоростью передачи данных. МК AT32UC3A3 интегрируют несколько высокоскоростных интерфейсов, в том числе высокоскоростной интерфейс USB (480 Мбит/с), контроллер флеш-памяти NAND с поддержкой протокола исправления ошибок MLC и интерфейс MMC/SD с возможностью подключения двух разъемов для SD-карт и скоростью передачи данных свыше 12 Мбайт/с.

Микроконтроллеры AVR32UC3 чрезвычайно экономичны. Что касается микроконтроллеров AT32UC3A3, то, работая в активном режиме, они потребляют не более 2 мВт/МГц. Благодаря этому микроконтроллер AVR32 способен проработать более 150 ч в режиме звуковоспроизведения от двух батарей типоразмера AA. В дежурном режиме работы, когда активен только счетчик реального времени, микроконтроллер способен проработать от одного комплекта батареек более девяти лет.

Чтобы продемонстрировать возможности цифрового звуковоспроизведения микроконтроллеров AVR32 и ускорить проектирование, компания Atmel создала опорную разработку ATEVK1104 (рис.2). Она демонстрирует, как реализуются функции звуковоспроизведения с USB-накопителя, SD-карты или флеш-памяти NAND, а также показывает, как загрузить и воспроизвести музыкальные файлы из ПК через высокоскоростной интерфейс USB. В этом году Atmel также планирует представить Bluetooth- и ZigBee-наборы расширения. В дополнение ко всему перечисленному опорная разработка позволяет оценить возможности сенсорной технологии Qtouch, разработанной Atmel.

Учитывая, что на рынке представлено более 100 млн. устройств iPod и iPhone, производители потребительского и автомобильного аудиооборудования добавляют к выпускаемой ими продукции возможность стыковки с iPod. Для такой категории клиентов компания Atmel предлагает набор расширения для ATEVK1104 и ATEVK1105 (рис.3), который обеспечивает подключение к iPod и снабжен зарегистрированной компанией Apple лицензией "Made for iPod" ("Сделано для iPod"). В комплект на-



**Рис.3. Набор для проектирования ATEVK1105 для МК AVR32UC3A1**

бора расширения входят аппаратное и программное обеспечение для доступа и управления iPod и iPhone через порт USB.

Набор для проектирования ATEVK1104 и образцы микроконтроллеров AT32UC3A3 доступны уже сегодня.

В апреле 2009 года компания Atmel представила новый микроконтроллер ATtiny10, который в шесть раз превосходит по производительности любой имеющийся на рынке микроконтроллер аналогичного типоразмера и ставший самым малым представителем развивающегося семейства tinyAVR. МК ATtiny10 размещен в шестивыводном корпусе SOT-23 размером всего 2,9×1,6 мм. МК пригоден для применений, в которых предъявляются жесткие ограничения к размерам и себестоимости.

ATtiny10 совместим по выводам с МК из семейства PIC10F компании Microchip. Пользователи могут отдать предпочтение ATtiny10 потому, что в нем интегрированы 16-битный таймер/счетчик, ШИМ-выходы, АЦП, аналоговый компаратор, СОЗУ расширенного объема и более высокопроизводительный ЦПУ AVR.

МК ATtiny10 (рис.4) применим как в местных контроллерах систем с распределенной архитектурой, так и в центральных контроллерах небольших встраиваемых систем. Типичные об-



**Рис.2. Набор для проектирования ATEVK1104 для МК AVR32UC3A3**



Рис.4. Микроконтроллер ATtiny10

ласти использования: электронные игры и игрушки; автоматические выключатели, реле плавного запуска и управление коммутацией; интеллектуальные датчики, аналогово-цифровые преобразователи и интерфейсы датчиков; логика согласования; аксессуары для сотовых или беспроводных телефонов; медицинское оборудование: тестеры, дозаторы и ингаляторы; домашняя автоматика и бытовая техника.

Особенности ATtiny10:

- флеш-память программ объемом 1 Кбайт;
- внутреннее статическое ОЗУ объемом 32 байт;
- 8-битный АЦП с четырьмя несимметричными каналами;
- аналоговый компаратор с входами Rail-to-rail;
- 16-битный таймер-счетчик с предделителем и двумя ШИМ-выходами;
- программируемые сторожевой таймер и таймер возобновления активной работы МК;

Таблица 1. Сравнение ATtiny10 с микроконтроллерами компании Microchip

Микроконтроллер	ATtiny10	PIC10					
		F200	F202	F204	F206	F220	F222
Флеш-память	1 кбайт	384 байт	768 байт	384 байт	768 байт	384 байт	768 байт
СОЗУ	32 байт	16 байт	24 байт	16 байт	24 байт	16 байт	24 байт
Аналоговый компаратор	Есть	Нет		Есть		Нет	
АЦП	4×8 бит	Нет				2×8 бит	
Таймер-счетчик	1×16 бит	1×8 бит					
ШИМ	2 канала	Нет					
Частота синхронизации	12 МГц	4 МГц				8 МГц	
ЦПУ	12 MIPS	1 MIPS				2 MIPS	
V <sub>cc</sub>	1,8–5,5 В	2,0–5,5 В					
Число линий в/в	4	3 линии ввода-вывода + 1 вход					
Число инструкций	54	33					

Таблица 2. Сравнение ATtiny10 с микроконтроллерами Freescale

	ATtiny10	RS08KA1	RS08KA2
Флеш-память	1 кбайт	1 кбайт	2 кбайт
СОЗУ	32 байт	63 байт	
Аналоговый компаратор	Есть	Есть	
АЦП	4×8 бит	Нет	
Таймер-счетчик	1×16 бит	1×8 бит	
ШИМ	2 канала	Нет	
Частота синхронизации	12 МГц	10 МГц	
ЦПУ	12 MIPS	5 MIPS	
V <sub>cc</sub>	1,8–5,5 В	1,8–5,5 В	
Число линий ввода-вывода	4	2 линии ввода-вывода + 1 вход + 1 выход	
I <sub>cc</sub> (1МГц, 1,8 В)	200 мкА	600 мкА	
I <sub>cc</sub> (откл., 1,8 В)	0,1 мкА	1 мкА	
Корпус	SOT-23	DFN (3×3мм)	

- малый потребляемый ток: 200 мкА в активном режиме (1МГц, 1,8 В); 25 мкА в режиме IDLE (1МГц, 1,8 В); 100 нА в режиме POWER-DOWN (1,8 В);
- производительность до 12 MIPS на тактовой частоте 12 МГц. Ближайшими аналогами ATtiny10 являются микроконтроллеры из семейства PIC10F компании Microchip. К числу конкурирующих МК также можно отнести семейство RS08KA компании Freescale.

Семейство PIC10F образовано шестью микроконтроллерами, различающимися объемом памяти и степенью интеграции аналоговых модулей (без аналоговых модулей встроены только аналоговый компаратор и АЦП). Сравнение ATtiny10 с микроконтроллерами Microchip приведено в табл.1. Можно сделать вывод, что МК ATtiny10 превосходит по совокупности характеристик все микроконтроллеры PIC10F.

ATtiny10 имеет следующие преимущества перед МК PIC10F: больший объем флеш-памяти и СОЗУ, более высокая производительность, лучшее соотношение MIPS/МГц (PIC-микроконтроллеры расходуют четыре цикла синхронизации для выполнения одной инструкции), большее число инструкций.

Необходимо отметить, что микроконтроллеры PIC10F не имеют аналогового компаратора и аналого-цифрового преобразователя.

Сравнение ATtiny10 с микроконтроллерами Freescale приведено в табл.2.

Семейство RS08KA состоит из двух микроконтроллеров, различающихся только объемом флеш-памяти. Ни один из этих МК не имеет АЦП (см. табл.2).

Можно сделать вывод, что ATtiny10 превосходит микроконтроллеры RS08KA по совокупности характеристик.

По сравнению с МК фирмы Freescale МК ATtiny10 имеют следующие преимущества:

- более высокую производительность;

- лучшее соотношение MIPS/МГц (МК RS08 выполняют одну инструкцию за два цикла синхронизации);
- более высокую разрешающую способность таймера-счетчика;
- наличие ШИМ-выхода и АЦП;
- более низкий потребляемый ток;
- меньшие размеры корпуса.

Но надо отметить, что МК RS08KA имеют флеш-память объемом 1–2 Кбайт и СОЗУ объемом 63 байт, а у ATtiny10 – 1 Кбайт и 32 байта соответственно.

Большие партии МК ATtiny10 доступны с мая 2009 года. Микроконтроллеры поставляются в ленте на бобине по 5000 шт.

Инструментальные средства, поддерживающие микроконтроллеры ATtiny10, – это стартовый набор ATSTK600 и плата-переходник ATSTK600-ATTINY10.

В марте 2009 года компания Atmel представила новый контроллер сенсорного интерфейса AT42QT1040, разработанный специально для портативной потребительской электроники.

ИС контроллера сенсорного интерфейса AT42QT1040 (рис.5) поддерживает разработанную компанией Atmel технологию Qtouch и позволяет подключать до четырех сенсорных кнопок. Каждой кнопке соответствует отдельный выход (всего четыре выхода). ИС поставляется в миниатюрном корпусе размером 3×3 мм. Она отличается простотой применения и позволяет создавать недорогие решения.

ИС AT42QT1040 является идеальной заменой механическим кнопкам в портативной электронике (рис.6), которая, с одной стороны, нуждается в улучшении дизайна, а с другой – подвергается жестким ограничениям по себестоимости и размерам. ИС может работать с любым напряжением диапазона 1,8–5,5 В, ее можно использовать и в устройствах с питанием от сети переменного тока.

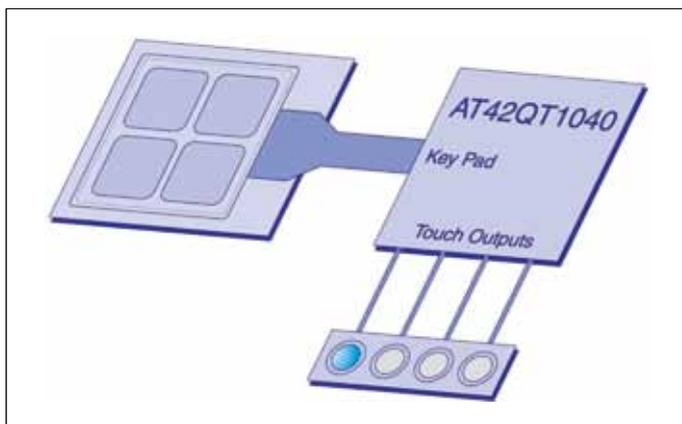
Области применения AT42QT1040: мобильные телефоны, персональные медиаплееры, bluetooth-наушники, карманные ПК, GPS-навигаторы, цифровые фотокамеры, прочая потребительская электроника.

Особенности и преимущества МК AT42QT1040 приведены в табл.3.

Сравнительная информация по МК разных фирм, приведенная в табл.4, позволяет сделать вывод, что МК Atmel об-



**Рис.5. Контроллер сенсорной клавиатуры AT42QT1040**



**Рис.6. ИС AT42QT1040 заменяет механические кнопки в портативной электронике**

ладает самым малым энергопотреблением, самым широким диапазоном рабочих напряжений и самой малой задержкой реагирования.

МК AT42QT1040 выпускаются в корпусах VQFN20 и доступны для заказа.

В качестве инструментального средства для МК AT42QT1040 компания Atmel выпускает специальный оценочный набор EVK1040A (рис.7). Он представляет собой автономное устройство, которое подключается к ПК и позволяет с его помощью анализировать выход отладки ИС.



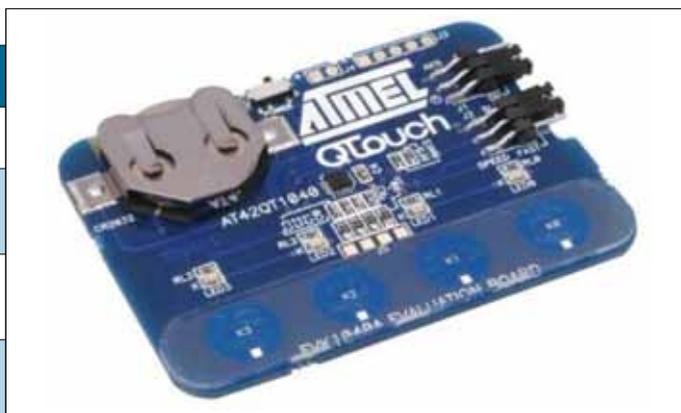
**Таблица 3. Особенности и преимущества МК AT42QT1040**

Отличительные особенности	Преимущества
Поддержка подключения до четырех сенсорных кнопок	Идеально для организации сенсорного интерфейса пользователя переносных приборов
Отдельные выходы сигнализации состояния каждой сенсорной кнопки	Информируют о прикосновении к каждой кнопке
Малая стоимость	Простота решения является ключевым условием для применения в устройствах, критичных как к размерам, так и себестоимости
Два режима реагирования	ИС может быть переведена в режим с малой задержкой реагирования и в экономичный режим со сниженным быстродействием реагирования (идеален для устройств с батарейным питанием)
Малый потребляемый ток	31 мкА/1,8 В (экономичный режим). 104 мкА/1,8 В (режим с малой задержкой реагирования)
Индивидуальная настройка чувствительности кнопок	С помощью функции настройки чувствительности кнопки ИС можно адаптировать под конструкцию кнопки, толщину и материалы лицевой панели клавиатуры. Можно задать чувствительность, которая превращает кнопку в датчик приближения. Такая кнопка упрощает реализацию интерфейсов типа hidden-until-lit ("скрыт, пока не освещен")
Корпус	Миниатюрный RoHS-совместимый корпус QFN (3x3мм). Отвечает ограничениям по размерам портативной электроники
Модуляция распределенным спектром	Улучшает характеристики электромагнитной совместимости и электромагнитных излучений
Автоматическая калибровка	Калибровка выполняется в течение 0,1 с после подачи питания. ИС остается откалиброванной в течение всего срока службы. Стойкость к действию окружающей среды
Динамическая компенсация дрейфа	Позволяет выполнить настройку при незначительных изменениях параметров окружающей среды или компонентов, вызванных, например, их старением
Поддержка технологии подавления влияния смежных кнопок AKS	Гарантирует срабатывание именно того канала, к сенсорной кнопке которого происходит прикосновение, и исключает ложные срабатывания канала при касании смежных кнопок. Данная функция очень полезна в применениях с малыми размерами сенсорных клавиатур, например в карманных ПК, MP3-плеерах и мобильных телефонах
Выход отладки	Упрощает обнаружение и решение проблем. Позволяет ускорить проектирование

В современных приложениях микроконтроллеров все большее значение придается потребляемой мощности. Многие приложения используют батарейное питание или питание от линии связи. Все эти разработки объединяет общее требование – малая потребляемая мощность, но при этом достаточная производительность. Поэтому компания Atmel анонсировала новые AVR-микроконтроллеры семейства picoPower с использованием энергосберегающей технологии, которая обеспечивает работу устройства с батарейным питанием в течение нескольких лет без замены батареи.

Компания Atmel продолжает расширять семейство picoPower: на смену ATmega164P пришел новый микроконтроллер ATmega164PA.

По расположению выводов и функциям МК ATmega164PA совместим с ATmega164P. По сравнению с ATmega164P новый



**Рис.7. Оценочный набор EVK1040A для МК AT42QT1040**

МК ATmega164PA потребляет гораздо меньше энергии в активном режиме работы и режиме IDLE (табл.5).

Значительно снизить потребляемый ток стало возможным благодаря новым технологическим процессам при выпуске ATmega164PA. Но несмотря на это, у этих МК сохранены идентичными размеры и электрические характеристики транзисторов, флеш-памяти, аналоговых модулей, генераторов и структуры портов ввода-вывода. Другими словами, гарантирована идентичность функционирования ATmega164P и ATmega164PA.

Отличия между микроконтроллерами ATmega164P/324P и ATmega164PA/324PA описаны в рекомендациях по применению AVR527. С этими рекомендациями должны ознакомиться все пользователи, желающие применять в своих разработках МК ATmega164PA.

МК ATmega164PA доступен в настоящее время как в виде отдельных образцов, так и в серийных партиях.

МК ATmega164P не рекомендован для использования в новых разработках, но возможность его приобретения все еще сохраняется. Тем не менее, пользователям целесообразно подумать о переходе к ATmega164PA в существующих проектах. В новых же проектах применение ATmega164PA является единственно возможным.

МК ATmega164PA выпускается в 49-выводном корпусе VFBGA (5x5мм).

В марте 2009 года компания Atmel сообщила о выпуске нового AVR-микроконтроллера ATmega 64A, который совместим по расположению выводов и функциям с МК ATmega 64. Новый МК ATmega 64A отличается от ATmega 64 гораздо более низким энергопотреблением в активном режиме работы, в режиме IDLE, а также в состоянии сброса (табл.6).

Существенно снизить энергопотребление удалось благодаря новому производственному процессу, примененному при выпуске ATmega 64A, хотя размеры и электрические характеристики транзисторов, флеш-памяти, аналоговой периферии, генераторов и структура портов ввода-вывода остались идентичными ATmega 64. Поэтому микроконтроллеры ATmega 64 и ATmega 64A ведут себя идентично.



В марте 2009 года компания Atmel сообщила о разработке нового решения "система в корпусе" (SiP), предназначенного для устройств, которые подключаются к автомобильной LIN-сети (ИС ATA6617). Система характеризуется максимальной степенью интеграции и является первым представителем нового семейства LIN SiP. В одном корпусе новой ИС размещены LIN-совместимая системообразующая ИС (SBC) ATA6624 (содержит LIN-трансивер, стабилизатор напряжения и сторожевой таймер) и микроконтроллер из популярного семейства AVR (ATtiny167 с флеш-памятью 16 кбайт). С помощью нового высокоинтегрированного решения пользователи смогут создавать LIN-узлы, используя при этом всего лишь одну ИС.

Новая ИС LIN SiP выполнена с LIN-IP-блоком второго поколения (разработка компании Atmel), который обладает отличными характеристиками электромагнитной совместимости и стой-

**Таблица 4. Сравнение МК сенсорного интерфейса Atmel с МК других производителей**

Компания	Решение	Рабочее напряжение	Потребляемый ток	Задержка реагирования
Atmel	AT42QT1040	1,8–5 В	104 мкА/1,8 В, 340 мкА/3,3 В (задержка реагирования 16 мс)	16 мс
Cypress	CY8C20140, CY8C20142 (обе ИС поддерживают 4 кнопки)	2,4–25 В	1,5 мА (средний)	–
Analog Devices	AD7148 (8 каналов)	2,6–3 В (область применения ограничена портативными устройствами)	1 мА (задержка реагирования 25 мс)	25 мс
Synaptics	SO340010-16QFN	2,7–3,3 В (область применения ограничена портативными устройствами)	1 мА (задержка реагирования 25 мс)	25 мс

кости к электростатическим разрядам. ИС оптимизирована под требования недорогих подчиненных LIN-узлов и позволяет снизить себестоимость системы на 25%. В ИС входит эффективный интерфейс LIN UART, который благодаря аппаратной поддержке ряда процедур упрощает работу с протокольным стеком, уменьшает частоту генерации прерываний и, как следствие, снижает нагрузку на микроконтроллер и расходование ячеек флеш-памяти. В микросхему также входит источник тока 100 мкА. С его помощью можно реализовать простой способ назначения индивидуального адреса физическому LIN-узлу, что важно в таких применениях, как системы кондиционирования воздуха.

Одним из ключевых требований к LIN-устройствам является малый потребляемый ток. ATA6617 поддерживает несколько экономичных режимов работы с возможностями индивидуального управления активностью тех или иных функциональных блоков. Режимы позволяют поддерживать потребление тока LIN-узла от батареи питания на уровне не выше 100 мкА.

**Таблица 5. Сравнение энергопотребления ATmega164P и ATmega164R**

Режим	Условие измерения	ATmega164P, мА	ATmega164R, мА	Уменьшение потребляемого тока, %
Активный	V <sub>CC</sub> =2В, f=1МГц	0,4	0,3	25
	V <sub>CC</sub> =3 В, f=4 МГц	2,1	1,4	33
	V <sub>CC</sub> =5 В, f=8 МГц	7,4	4,8	35
IDLE	V <sub>CC</sub> =2 В, f=1 МГц	0,1	0,07	30
	V <sub>CC</sub> =3 В, f=4 МГц	0,5	0,25	50
	V <sub>CC</sub> =5 В, f=8 МГц	1,9	1	47

Малые размеры корпуса QFN38 (5×7 мм) позволяют разработчикам более чем на 50% уменьшить площадь, занимаемую ИС на плате (по сравнению с обычными решениями).

В марте 2009 года компания Atmel представила новый микроконтроллер семейства tinyAVR – ATtiny43U (рис.8). Данный МК стал первым представителем новой линейки МК, оснащенной повышающим DC/DC-преобразователем, который делает возможной работу МК при напряжении питания от 0,7 В. Применение микроконтроллера со встроенным повышающим преобразователем упрощает разработку и снижает себестоимость миниатюрных устройств, питающихся от одной батарейки. Новый МК идеален для устройств с батарейным питанием, для которых размеры и себестоимость являются критичными параметрами.

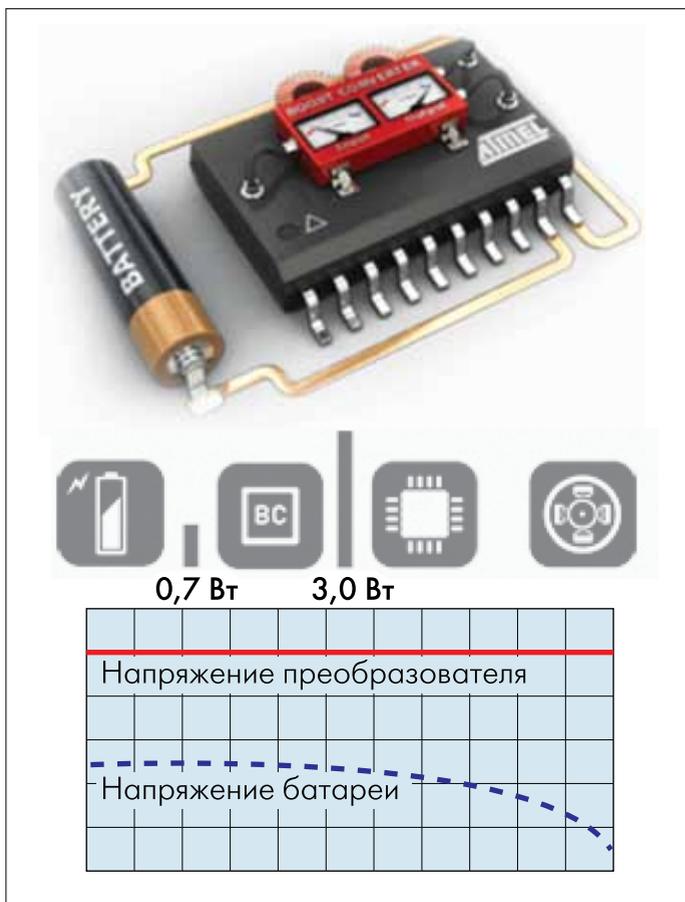
Повышающий преобразователь – это устройство для преобразования постоянного напряжения с более низкого уровня в более высокий. Встроенный в ATtiny43U повышающий преобразователь способен питать микроконтроллер и встроенные в него УВВ стабилизированным напряжением, которое получено в результате преобразования более низковольтного напряжения. Например, с помощью повышающего преобразователя можно добиться стабилизированного напряжения питания 3 В при питании схемы от одной батарейки.

Встроенный повышающий преобразователь не требует управления со стороны МК и полностью от него независим.

МК ATtiny43U совместим с гальваническими элементами различных типов (угольно-цинковыми, щелочными, никель-кадмиевыми и т.д.).

**Таблица 6. Сравнение энергопотребления ATmega64A и ATmega64**

Режим	Условие измерения	ATmega64, мА	ATmega64A, мА	Уменьшение потребляемого тока, %
Активный	V <sub>CC</sub> =3В, f=4МГц	4,1	2,5	39
	V <sub>CC</sub> =5В, f=8МГц	15,5	9	42
IDLE	V <sub>CC</sub> =3В, f=4МГц	2	0,7	65
	V <sub>CC</sub> =5В, f=8МГц	8	2,8	65
Сброс	V <sub>CC</sub> =3В, f=4МГц	3	2,5	17
	V <sub>CC</sub> =5В, f=8МГц	13	7,8	40



**Рис.8. Микроконтроллер ATtiny43U, оснащенный повышающим преобразователем напряжения**

Сегодня на рынке представлены и другие микроконтроллеры со встроенным повышающим преобразователем. Сравним ATtiny43U, например, с микроконтроллерами Silicon Labs, EM Microelectronics и Microchip.

Микроконтроллеры семейства C8051F9xx компании Silicon Labs выполнены на основе улучшенного ядра 8051 (Intel) и способны работать при напряжении питания от 0,9 В. В настоящий момент в семейство входит шесть микроконтроллеров.

Микроконтроллеры C8051F9xx не совсем подходят для простых электронных устройств, так как в них много запоминающих устройств и встроенных УВВ. В таких устройствах лучше применять ATtiny43U как с точки зрения себестоимости решения, так и с точки зрения его размеров.

Преимущества ATtiny43U перед МК C8051F9xx:

- малые размеры: корпус QFN/MLF с размерами 4×4×0,8 мм;
- малое рабочее напряжение: от 0,7 В (C8051F9xx прекращает работать при 0,9 В);
- более совершенные инструментальные средства (инструментальные средства Silicon Labs более сложны в использовании);
- большая экономичность, большая длительность работы от одной батарейки;
- более высокие токи нагрузки;
- низкая стоимость.

C8051F9xxx имеет размер флеш-памяти 32/64 кбайт; 16/24 линии ввода-вывода; большее число УВВ: четыре таймера-счетчика, два аналоговых компаратора; UART, четыре таймера.

Компания EM Microelectronics выпускает микроконтроллеры как со встроенным повышающим преобразователем, так и без него, но при этом все устройства допускают работу при напряжении питания от 0,9 В. МК EM6682 не содержит повышающего преобразователя. Это означает, что при питании от 1,5-В батарейки микроконтроллер не сможет взаимодействовать с 3-В-логикой. Кроме того, это влияет на нагрузочную способность выходного драйвера.

Преимущества ATtiny43U перед МК EM6682:

- малые размеры: 4×4×0,8 мм (корпус QFN/MLF);
- возможность работы при напряжении от 0,7 В (EM6682 прекращает работу при 0,9 В) ;
- наличие флеш-памяти (у EM6682 используется масочное ПЗУ) и EEPROM (у EM6682 его нет) ;
- SRAM у ATtiny43U имеет больший объем;
- большее число встроенных устройств ввода-вывода (компаратор, таймеры, датчик температуры, универсальный последовательный интерфейс USI) ;
- более высокие быстродействие и вычислительная мощность;
- выходные драйверы могут работать при напряжении 3 В и токе 30 мА;
- имеется однопроводной интерфейс программирования/отладки debugWIRE.

EM6682 имеет 4-битное ЦПУ; масочное ПЗУ размером 3 Кбайт; ОЗУ размером 80×4 бит и 4 линии ввода-вывода.

Microchip не выпускает микроконтроллеров со встроенным повышающим DC/DC-преобразователем. Ближайшими аналогами ATtiny43U по основным возможностям и характеристикам являются МК PIC18F1230 и PIC18F1330. Вот почему именно эти МК, несмотря на то, что они требуют внешнего DC/DC-преобразователя, были выбраны в качестве объекта сравнения с ATtiny43U.

Преимущества ATtiny43U:

- встроенный повышающий преобразователь;
  - лучшее соотношение MIPS/МГц (микроконтроллеры PIC расходуют на одну инструкцию четыре цикла синхронизации);
  - схема сброса при подаче питания и супервизор питания;
  - малые размеры и стоимость.
- PIC18F1x30 имеет 4/8 Кбайт флеш-памяти; 256 байт ОЗУ; напряжение питания 2,0–5 В и 16 линий ввода-вывода.

Таким образом, ATtiny43U является наиболее компактным микроконтроллером с наибольшим числом особенностей, способным обеспечить конкурентоспособность устройств с батарейным питанием. Фактически он является единственным микроконтроллером, который может работать при напряжении питания начиная с 0,7 В.

На данный момент МК выпускается в 20-выводных корпусах QFN/MLF. Продукция доступна на рынке с апреля 2009 года. ○