

Новая линейка Flash-микроконтроллеров PIC18F от Microchip

с рекордно низким энергопотреблением

Максим Еременко

maxim.eremenko@microchip.com.ru

С момента своего создания фирма Microchip ориентировалась на разработку и производство недорогих однократно программируемых микроконтроллеров. Несколько лет назад спектр выпускаемой продукции был значительно расширен несколькими моделями с Flash-памятью программ, хотя по-прежнему делался упор на однократно программируемые модели. И вот, осенью 2001 года компания Microchip представила свою новую технологию производства Flash-микроконтроллеров — РЕЕС, сообщив при этом, что отныне все новые модели микроконтроллеров будут разрабатываться на основе именно этой технологии. Первыми по этой технологии были выпущены PIC16F73 и PIC18F452. Затем вышла серия PIC16F87XA — более «продвинутая», а главное, более дешевая версия отлично себя зарекомендовавшего семейства PIC16F87X. Кроме того, в течение 2002 года выпущено целое созвездие Flash-микроконтроллеров на любой вкус, в том числе со встроенным модулем CAN — от дешевых 8-выводных PIC12F629/675 до многофункциональных 80-выводных PIC18F8720. Но самое главное, на базе этой технологии вышла целая линейка Flash-контроллеров с рекордно низким потреблением. Прежде чем подробнее рассмотреть новые модели, остановимся на достоинствах технологии РЕЕС.

Применение новейшей Flash-технологии от Microchip — РЕЕС — позволяет добиться отличных характеристик: невысокой цены, отличной надежности и малого времени записи ячейки. Программирование микроконтроллеров, основанных на этой технологии, оптимизировано так, что массив данных размером 1 Мбит (128 Кбайт) может быть стерт и запрограммирован менее чем за 2 с. Отдельное слово в памяти программ может быть стерто и вновь запрограммировано менее чем за 3 мс. Число гарантированных циклов стирание-запись памяти данных EEPROM более 1 000 000, а Flash-памяти программ — более 100 000. Длительность хранения данных более 40 лет. Это позволяет хранить огромные массивы данных непосредственно в программной памяти Flash и оперативно работать с ними, используя команды табличного чтения-записи. Примене-

ние технологии РЕЕС существенно улучшило частотные показатели микроконтроллеров, что позволило отказаться от разбраковки изделий по максимальной тактовой частоте. Поэтому на маркировке новых микроконтроллеров не указана тактовая частота — подразумевается, что она максимальна для данного семейства.

Flash-микроконтроллеры PIC18F1X20, PIC2X20, 4X20 с дополнительными режимами энергосбережения

Не секрет, что помимо быстродействия и функциональности к современным микроконтроллерам предъявляются жесткие требования по потребляемой мощности. Причем, чем выше тактовая частота, тем выше производительность и энергопотребление. Улучшение экономичности при высокой производительности в новейшем семействе достигается тремя способами: совершенствованием технологии и минимизацией токов утечки, снижением напряжения питания (кристаллы по технологии РЕЕС работают при напряжениях 2,0–5,5 В) и специальными отдельными режимами тактирования ядра и периферии. Последний способ позволяет более гибко использовать ресурсы микроконтроллера, затрачивая при этом минимум энергии.

В новое семейство экономичных PICmicro входят 6 модификаций: 18-выводных PIC18F1220/1320, 28-выводных PIC18F2220/2320 и 40-выводных PIC18F4220/4320 (табл. 1). Их основным отличием от других семейств PIC18F являются: наличие встроенного RC-генератора с возможностью выбора частоты из 8 вариантов (31 кГц, 125 кГц, 250 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 4 МГц, 8 МГц) с калиброванной точностью $\pm 1\%$, отдельное тактирование ядра и периферии, возможность ступенчато изменять тактовую частоту ядра и периферии в зависимости от режима работы.

Микроконтроллеры идеальны для применения в задачах, требующих обработки и хранения больших объемов данных, таких, как кассовые аппараты, системы сбора и хранения данных, пожарно-охранные пульта. Также уникальные функции микроконтроллеров пригодятся при создании любых терминальных устройств и пользовательских интерфейсов, а вычислительные мощности пригодятся в измерительном оборудовании и промышленной автоматике.

Микроконтроллеры имеют режимы самопрограммирования и внутрисхемного программирования, а 100 тыс. гарантированных перезаписей Flash-памя-



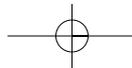


Таблица 1

| Тип | Flash-память программ | | ОЗУ данных | EEPROM | Порты I/O | Каналов 10-битого АЦП | Аналоговые компараторы | ССР (ШИМ) | AUSART | SPI, Master I ² C | Таймеры 8/16 бит | Аппаратное умножение |
|------------|-----------------------|-------------|------------|--------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|--------|------------------------------|------------------|----------------------|
| | Байт | Прогр. слов | | | | | | | | | | |
| PIC18F1220 | 4096 | 2048×16 | 256 | 256 | 16 | 7 | 2 | 1 | Есть | Нет | 1/3 | Есть |
| PIC18F1320 | 8192 | 4096×16 | 256 | 256 | 16 | 7 | 2 | 1 | Есть | Нет | 1/3 | Есть |
| PIC18F2220 | 4096 | 2048×16 | 512 | 256 | 25 | 10 | 2 | 2 | Есть | Есть | 2/3 | Есть |
| PIC18F2320 | 8192 | 4096×16 | 512 | 256 | 25 | 10 | 2 | 2 | Есть | Есть | 2/3 | Есть |
| PIC18F4220 | 4096 | 2048×16 | 512 | 256 | 36 | 13 | 2 | 2 | Есть | Есть | 2/3 | Есть |
| PIC18F4320 | 8192 | 4096×16 | 512 | 256 | 36 | 13 | 2 | 2 | Есть | Есть | 2/3 | Есть |

ти позволяет хранить огромные массивы данных в памяти программ. Также встроена разнообразнейшая периферия: AUSART, 10 бит АЦП, I²C, SPI, до 2 модулей ШИМ, 2 компаратора и многое другое. Встроенная функция аппаратного умножения за один такт существенно экономит время вычислений, а встроенный ICD-протокол — внутрисхемное программирование и отладку. О внутрисхемном программаторе — отладчике MPLAB-ICD2 (DV164007) мы расскажем в ближайших номерах журнала. В микроконтроллеры PIC18F1220/1320 встроена поддержка точки останова, отладка в пошаговом режиме и режиме реального времени.

Тактирование и потребление

Главным отличием нового семейства PIC18F1X20/2X20/4X20 является расширенная система тактирования, позволяющая микроконтроллеру работать в одном из семи режимов (табл. 2). Первая часть названия режима определяет источник тактирования. Это может быть основной генератор (PRI), дополнительный на базе Timer1 (SEC) и внутренний RC-генератор. Вторая часть определяет, тактируется ли ядро микроконтроллера (RUN) или его работа приостановлена (IDLE). В режиме полного останова «sleep» периферия также отключается от генератора и «замораживается», хотя некоторые модули (например, АЦП) при соответствующей настройке могут работать и в этом режиме.

Записав в управляющие регистры необходимые параметры, можно «на лету» во время работы программы быстро и удобно переключать режимы генераторов. Таким образом, есть огромные возможности для гибкого изменения соотношения «производительность/потребление».

В новом семействе радикально переработан модуль WDT (сторожевого) таймера, при этом потребление WDT не превышает 2,1 мкА. Кроме того, изменен его период и улучшена стабильность (4 мс ±2% во всем диапазоне температур и напряжений) и рас-

ширены возможности делителя — от 1:1 до 1:32768, что позволяет легко контролировать интервалы от 4 мс до 131 с. Также переработке подвергся модуль Таймера 1, на базе которого работает дополнительный генератор. Теперь потребление этого модуля при работе в режиме дополнительного генератора не превышает 1,1 мкА при 2 В и 32 кГц.

Двухскоростной режим запуска

Основное достоинство тактового генератора с кварцевым резонатором — высокая стабильность работы. Но для выхода на стабильный режим работы такому генератору требуется значительное время — порядка нескольких сотен периодов колебаний. Генератор на основе RC наоборот, быстро стартует, но стабильность его работы, как правило, не лучше 1%. Поэтому в новом семействе от Microchip есть возможность объединить достоинства этих двух генераторов, для чего и предусмотрен двухскоростной режим запуска микроконтроллера.

Принцип работы следующий: при запуске микроконтроллера (включении питания, выходе из режима «sleep») микроконтроллер быстро включается и начинает работу от встроенного RC-генератора и сразу же начинается выполнение команд программы. При этом одновременно запускается «медленный» основной кварцевый генератор. Как только последний выйдет на режим, RC-генератор отключится, а кварцевый станет основным. При этом автоматически установится флаг, сообщающий программе, что можно приступать к выполнению задач, критичных к стабильности тактовой частоты.

Таким образом, на базе новых микроконтроллеров легко изготовить микроустройства, которые большую часть времени находятся в «sleep», умеют мгновенно «просыпаться» по событию, с одной стороны, а с другой — умеют выполнять задачи, требующие высокой стабильности тактового генератора, например, обмен по последовательно USART с высокой скоростью. Это открывает новые горизонты в построении датчиков,

охранно-пожарных сенсоров и приборов с удаленным питанием.

Режим защиты от сбоев

Для повышения надежности работы микроконтроллера в системах жизнеобеспечения, кардиостимуляторах, системах искусственного дыхания и других устройствах повышенной надежности, предусмотрен режим защиты от сбоя в основном тактовом генераторе. В случае останова (сбоя в работе) основного тактового генератора микроконтроллер распознает аварийную ситуацию и автоматически переключится на внутренний резервный генератор, выставив запрос на прерывание. Причем существует возможность заранее установить частоту аварийного генератора, а затем изменять ее. Столь гибкие возможности и сочетание режимов работы позволяют использовать микроконтроллеры семейства PIC18FXX20 в приборах с низким потреблением и батарейным питанием. Встроенные системы защиты от сбоев дополнительно увеличивают надежность работы устройств.

Взгляд в будущее

В статье рассмотрены лишь некоторые наиболее интересные новинки, о других мы расскажем в следующих публикациях. Остается отметить, что основные достоинства технологии PEES — низкая цена, высокая надежность и огромное количество циклов перезаписи позволит создать еще много интересных моделей микроконтроллеров, что позволит создать многофункциональные микропотребляющие устройства.

Благодаря совместимости pin-to-pin и программной совместимости с PIC16 и PIC18, новые микроконтроллеры можно рекомендовать для замены старых с целью модернизации изделия, улучшения функциональности приборов с уменьшением при этом числа внешних элементов и себестоимости. Также новые Flash-контроллеры можно уверенно рекомендовать для разработки надежных малогабаритных приборов с низким потреблением и высокой функциональностью. Благодаря высокой надежности и низкой цене, новые микроконтроллеры можно использовать в игрушках, пожарно-охранной технике, реле времени, электронных метках, системах защиты и криптографии, кодерах и декодерах, удаленных датчиках и др. А низкое потребление и малые габариты (помимо традиционных DIP и SOIC доступен миниатюрный MLF) делают новые контроллеры идеальными для применения в переносной аппаратуре с батарейным питанием.

Таблица 2

| Режим работы | Потребляемый ток | Тактовая частота | Рабочее напряжение | Ядро | Периферия | Описание |
|--------------|------------------|------------------|--------------------|-------|-----------|--|
| PRI_RUN | 150 мкА | 1 МГц | 2 В | Вкл. | Вкл. | Используется основной тактовый генератор |
| PRI_IDLE | 37 мкА | 1 МГц | 2 В | Выкл. | Вкл. | |
| SEC_RUN | 14 мкА | 32 кГц | 2 В | Вкл. | Вкл. | Используется дополнительный тактовый генератор |
| SEC_IDLE | 5,8 мкА | 32 кГц | 2 В | Выкл. | Вкл. | |
| RC_RUN | 110 мкА | 1 МГц | 2 В | Вкл. | Вкл. | Используется встроенный RC-генератор |
| RC_IDLE | 52 мкА | 1 МГц | 2 В | Выкл. | Вкл. | |
| SLEEP | 0,1 мкА | 1 МГц | 2 В | Выкл. | Выкл. | «Спящий» режим |

