

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

Микропроцессоры и МП системы

ДОКЛАД

Тема: Типы памяти микроконтроллера.

Выполнил:

Каня Кирилл Олегович,

Группа: 16312, ФФ НГУ

Проверил:

_____/ Медведев Алексей Михайлович

_____/ Осипов Вадим Николаевич

Новосибирск, 2019

Оглавление

Введение	3
Память программ	3
Оперативная память	4
Энергонезависимая память данных	7
Конфигурационные биты	7
Список литературы	8

Введение

Большинство современных микроконтроллеров имеют Гарвардскую архитектуру. Гарвардская архитектура подразумевает, что хранилище инструкций и хранилище данных представляют собой разные физические устройства, также канал инструкций и канал данных также физически разделены. Можно выделить 3 вида памяти:

1. Память программ (flash)
2. Оперативная память (ОЗУ SRAM)
3. Энергонезависимая паять данных (EEPROM)

Также имеются регистры общего и специального назначения, регистры ввода/вывода, которые находятся в адресном пространстве ОЗУ, но не являются его частью, о них речь пойдет в одном из следующих пунктов. Физическое разделение памяти на составляющие позволяет повысить скорость работы микроконтроллера, так как есть возможность одновременно взаимодействовать с данными и кодом программы. Адресное пространство каждой составляющей различно. Способы адресации и доступа к этим областям памяти также различны.

Память программ

Коды программ микроконтроллера размещаются в энергонезависимом ПЗУ, выполненной по технологии FLASH. Ее главное достоинство в том, что она построена на принципе электрической перепрограммируемости, т. е. допускает многократное стирание и запись информации. В процессе выполнения программа считывается из этой памяти, а блок управления (дешифратор команд) обеспечивает ее декодирование и выполнение необходимых операций. Содержимое памяти программ не может меняться (перепрограммироваться) во время выполнения программы. Поэтому функциональное назначение микроконтроллера не может измениться, пока содержимое его памяти программ не будет стерто (если это возможно) и перепрограммировано. При нормальных условиях эксплуатации, FLASH-память позволяет сохранять свое содержимое в неизменном виде в течение 40

лет и допускает как минимум 10000 циклов стирания/записи. Для адресации памяти программ используется программный счетчик PC (Program Counter). Он представляет собой регистр, в котором находится текущий адрес команды во FLASH-памяти. В архитектуре AVR, PC является недоступным для программиста регистром. Адресация во FLASH памяти происходит постранично, выбирается страница и смещение внутри страницы. Структура

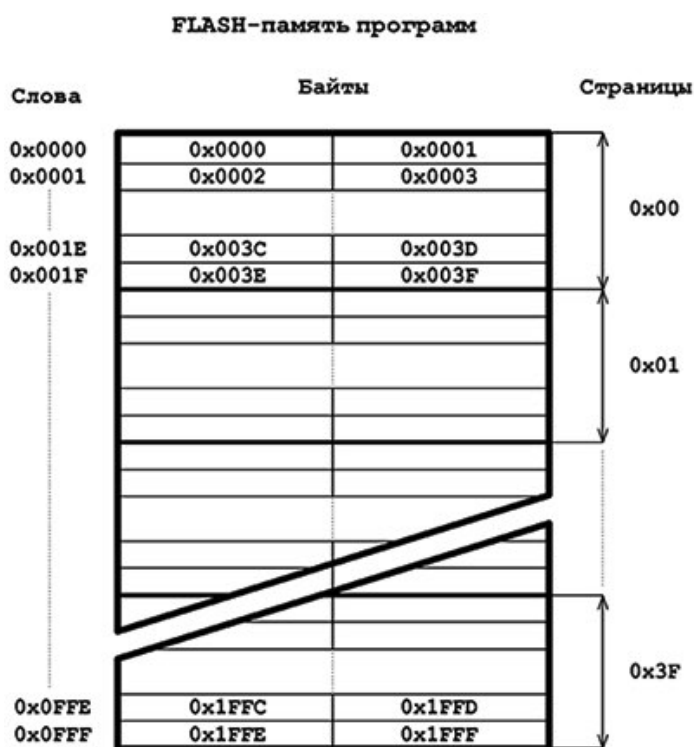


Рис. 1 Устройство Flash памяти.

памяти приведена на рисунке 1.

Количество страниц и их размер зависит объема памяти конкретной модели. При нормальном выполнении программ содержимое PC автоматически увеличивается на 1 или 2 (в зависимости от исполняемой команды). Этот порядок нарушается при выполнении команд перехода, вызова и возврата из подпрограммы, а также при возникновении прерываний.

Оперативная память

Микроконтроллеры AVR имеют статическую память данных. Ее содержимое остается неизменным даже при полной остановке источника тактовой частоты. После отключения напряжения питания вся информация, записанная в ячейках SRAM, теряется. В любой микропроцессорной системе память данных является самой быстрой.

При частоте 20 МГц и одноктактовом машинном цикле время модификации SRAM составляет 50 нс. Количество циклов чтения/записи значительно превышают значения flash и eeprom памяти. Линейная память данных AVR разбита на три отдельные части, как показано на рис.6. Это

регистры общего назначения (РОН) или GPR (General Purpose Registers), регистры ввода-вывода (РВВ) или IO (Input-Output Registers) и ОЗУ микроконтроллера. РОН и РВВ, кроме этого имеют индивидуальный диапазон адресов (собственное адресное пространство), который могут использовать только команды определенного типа.

AVR содержат 32 регистра общего назначения с символьными именами R0...R31. Эти регистры подключены непосредственно к арифметико-логическому устройству (АЛУ) и, главным образом, служат для обработки данных и вычислительных операций. Большая часть команд в качестве своих параметров использует РОНЫ. Поэтому и любая программа наиболее интенсивно использует именно эти ячейки памяти. В индивидуальном и абсолютном адресных пространствах РОНЫ занимают адреса 0...31 (0...0x1F).

Доступ ко всем аппаратным ресурсам микроконтроллера производится через РВВ. Управление линиями ввода-вывода, прерываниями и любыми другими интерфейсами сводится к обыкновенным процедурам чтения/записи этих регистров. AVR содержат, как минимум 64 РВВ, которые имеют индивидуальный диапазон адресов 0...63 (0...0x3F). В абсолютном адресном пространстве РВВ занимают адреса 32...95 (0x20...0x5F) сразу за регистрами общего назначения. После РВВ, собственно, начинается адресное пространство внутреннего ОЗУ, основным предназначением которого является хранение переменных прикладной программы (имеется не во всех моделях ATtiny). Некоторые микроконтроллеры старшего семейства допускают подключение внешнего ОЗУ или XRAM (External Random Access Memory). Такая возможность реализована у них на аппаратном уровне (отдельные порты начинают работать как шины адресов/данных). В этом случае адресное пространство внешней памяти данных размещается сразу за адресным пространством памяти SRAM. По мере развития линейки ATmega, новым моделям с наиболее развитой периферией стало уже не достаточно 64 РВВ (в ATmega2560 их порядка 200). Atmel очень просто решила этот вопрос, разместив ряд управляющих регистров в так называемом дополнительном адресном пространстве ввода-вывода. Под дополнительное пространство

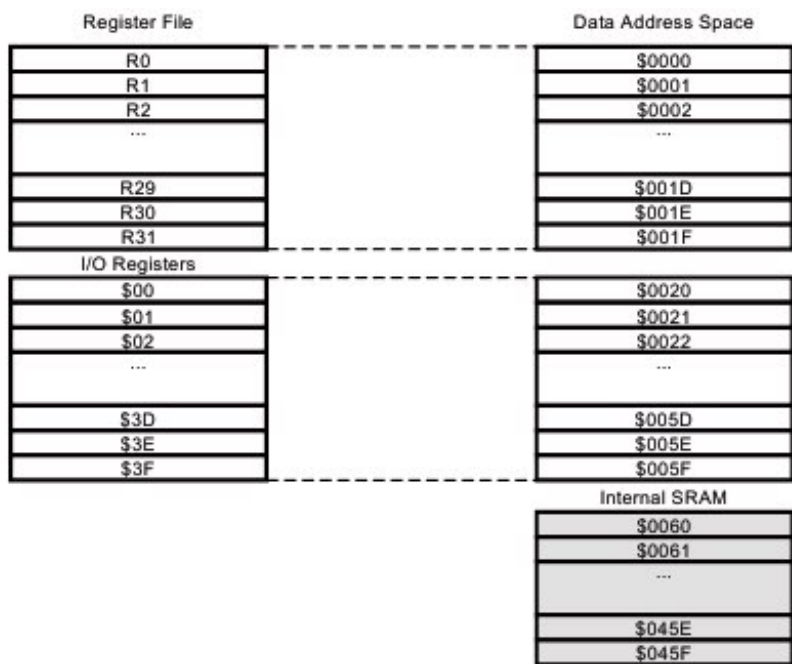


Рис. 2 Устройство SRAM памяти.

отводится диапазон адресов SRAM 0x0060... 0x00FF (160 добавочных регистров) либо 0x0060... 0x01FF (416 добавочных регистров). Естественно, что к этим PVB можно обращаться только как к ячейкам памяти из абсолютного адресного пространства SRAM.

После подачи напряжения питания, все PОНы

микроконтроллера обнуляются. Начальное содержимое PVB (начальные настройки аппаратной части) зависит от конкретного предназначения регистра. Ячейки же ОЗУ не имеют собственных цепей сброса, и после запуска в них находится “мусор”. Эти произвольные данные можно использовать как, входные параметры при генерации случайных чисел. При возникновении прерываний содержимое регистра состояния необходимо сохранять программно (чаще всего это является «заботой» компилятора). Остальная часть оперативной памяти предназначена для хранения пользовательских данных. Адресация идет побайтово.

Также в ОЗУ расположен стек, который работает по принципу стопки. Т.е. какую последнюю положил, ту первой взял. У стека есть указатель, он показывает на вершину стека. За указатель стека отвечает специальный регистр SP, а точнее это регистровая пара SPL и SPH. При старте контроллера, обычно, первым делом инициализируют стек, записывая в SP адрес его дна, откуда он будет расти. Обычно это конец ОЗУ, а растет он к началу. Работа со стеком происходит двумя командами: PUSH, POP. PUSH кладет значение в стек и сдвигает SP в сторону роста стека. POP вытаскивает значение из стека и сдвигает SP в сторону начала стека.

Энергонезависимая память данных

EEPROM предназначена для сохранения данных, которые не должны изменяться после отключения напряжения питания. Эта память отсутствует в некоторых моделях младшего семейства. В целом устройство EEPROM подобно FLASH. Однако EEPROM имеет значительно больший ресурс (до 100000 циклов стирания/записи), и допускает побайтовую адресацию, вместо страничной у FLASH. Время записи в EEPROM для разных моделей находится в пределах 2-9 мс.

Конфигурационные биты

Конфигурационные ячейки (Fuse Bits) определяют различные параметры конфигурации AVR, такие как источник тактовой частоты, задержка времени после включения питания, уровень срабатывания детектора пониженного напряжения и др.

В разных моделях микроконтроллеров может содержаться от 5 до 20 конфигурационных ячеек. Все они находятся в отдельном адресном пространстве, доступном только на этапе программирования. Наибольшее что может сделать прикладная программа – это считать содержимое FUSE-битов. Однако такой код должен выполняться только в области загрузчика.

FUSE-биты сведены в байты конфигурации. В зависимости от количества FUSE-битов AVR-микроконтроллеры могут иметь до трех таких байтов. Это младший, старший и дополнительный байты конфигурации. Конфигурационные ячейки AVR имеют одну важную особенность. Запрограммированным FUSE-битам соответствует значение логический 0 вместо привычного в подобных случаях состояния логической 1. Так, например, EESAVE=0 означает активизацию бита защиты EEPROM во время стирания кристалла, WDR=0 – запуск сторожевого таймера сразу после запуска устройства и т.д.

Также существуют Ячейки защиты (Lock Bits) помогают защитить программное обеспечение от корыстного использования третьими лицами.

Ячейки бывают двух типов. К первому из них относятся биты LB1, LB2, которые имеются во всех без исключения AVR- микроконтроллерах. Их комбинация определяет степень доступа к памяти FLASH и EEPROM.

Список литературы

1. Atmega328p datasheet / Atmel corporation. — 2014. < http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf >
2. Устройство памяти < <https://cxem.net/mc/book3.php> >
3. Устройство SRAM памяти < <http://easyelectronics.ru/avr-uchebnyj-kurs-ispolzovanie-flash-rom.html> >