

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого

Гурьянов С.А.

Микроконтроллеры семейства AT89 фирмы Atmel

Новгород

2011

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого
Институт электронных и информационных систем

Кафедра радиосистем

Гурьянов С.А.

Микроконтроллеры семейства AT89 фирмы Atmel

Курс лекций по дисциплине
"ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ"
для специальности 210302.65 "Радиотехника"

Новгород

2011

УДК 621.38

ББК

Гурьянов С.А. Микроконтроллеры семейства AT89 фирмы Atmel: Курс лекций / ФГБОУ «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», Великий Новгород, 2011 г. – 22 с.

В учебном пособии рассмотрена структура микроконтроллера семейства AT89 фирмы Atmel.

Учебное пособие отвечает новым образовательным стандартам и предназначено для подготовки специалистов по специальности 210302.65 "Радиотехника".

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Новгородский государственный университет
имени Ярослава Мудрого, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СТРУКТУРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТ89	6
2. МИКРОКОНТРОЛЛЕР АТ89С1051	12
3. МИКРОКОНТРОЛЛЕР АТ89С51	14
4. МИКРОКОНТРОЛЛЕР АТ89С52	15
5. МИКРОКОНТРОЛЛЕР АТ89S8252	20
ЛИТЕРАТУРА	22

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на рынке представлено достаточно большое количество фирм выпускающих микроконтроллеры.

Широко развито семейство микроконтроллеров MCS51, выпускаемое целым рядом фирм - производителей (Intel, Philips, Temic, OKI, Siemens и др.). К недостаткам микроконтроллеров этого семейства можно отнести значительное удельное энергопотребление.

В новых разработках стремятся получить высокую производительность устройства при фиксированном энергопотреблении или, наоборот, снизить потребление, не теряя производительности. В этом случае вниманию разработчика представлены микроконтроллеры фирм Dallas Semiconductor, Microchip или Hitachi. Широко развитые линии PIC-контроллеров фирмы Microchip и микроконтроллеров H8/300 фирмы Hitachi обеспечивают достаточно высокую производительность при небольшом энергопотреблении. Эффективность работы микроконтроллеров Dallas Semiconductor, имеющих базовую архитектуру MCS51, также в среднем превышает стандартную в 2,5-3 раза.

Широкой номенклатурой на рынке микроконтроллеров представлена продукция фирмы Atmel. Это микроконтроллеры семейства AT89, имеющие стандартную архитектуру MCS51, и AVR микроконтроллеры.

1. СТРУКТУРА МИКРОКОНТРОЛЛЕРА АТ89

Микроконтроллер семейства АТ89 фирмы Atmel представляет собой восьмиразрядную однокристалльную микроЭВМ с системой команд семейства MCS-51. Микроконтроллеры изготавливаются по КМОП (CMOS) технологии и имеют полностью статическую структуру (CISC микроконтроллеры). Базовая структура микроконтроллеров совпадает с базовой структурой микроконтроллеров семейства MCS-51 и отечественных микроконтроллеров серий 1816 и 1830.

Однако микроконтроллеры фирмы Atmel содержат некоторые изменения в своей структуре, увеличивающие их функциональные возможности.

В таблице 1 перечислены типы микроконтроллеров семейства АТ89 с указанием основных параметров запоминающих и периферийных устройств.

Таблица 1

Тип МК	ИROM	IRAM	IDROM	EM	I/O	SP	T/C	IS	IV	SPI	WDT	AC	DPTR	V/I
AT89C1051	1K	64	-	-	15	-	1	3	3	-	-	+	1	3В/5мА 5В/15мА
AT89C1051U	1K	64	-	-	15	-	2	6	5	-	-	+	1	3/5 5/15
AT89C2051	2K	128	-	-	15	-	2	6	5	-	-	+	1	3/5 5/15
AT89C4051	4K	128	-	-	15	-	2	6	5	-	-	+	1	3/5 5/15
AT89C51	4K	128	-	+	32	+	2	6	5	-	-	-	1	5/15
AT89LV51	4K	128	-	+	32	+	2	6	5	-	-	-	1	3/15
AT89C52	8K	256	-	+	32	+	3	8	6	-	-	-	1	5/15
AT89LV52	8K	256	-	+	32	+	3	8	6	-	-	-	1	3/15
AT89C55	20K	256	-	+	32	+	3	8	6	-	-	-	1	5/15
AT89LV55	20K	256	-	+	32	+	3	8	6	-	-	-	1	3/15
AT89S53	12K	256	-	+	32	+	3	9	6	+	+	-	2	5/15
AT89LS53	12K	256	-	+	32	+	3	9	6	+	+	-	2	3/15
AT89S8252	8K	256	2K	+	32	+	3	9	6	+	+	-	2	5/15
AT89S4D12	4K	256	128K	-	5	-	-	-	-	+	-	-	2	5/15

В таблице применены следующие сокращения:

IROM-внутреннее постоянное запоминающее устройство,
IRAM-внутреннее оперативное запоминающее устройство для хранения данных,
IDROM-внутреннее репрограммируемое запоминающее устройство для хранения данных,
ЕМ -возможность подключения внешней памяти,
I/O -суммарное число входов-выходов параллельных портов,
SP -наличие последовательного интерфейса,
T/C -количество таймеров/счетчиков,
IS -количество источников прерываний,
IV -количество векторов прерываний,
SPI -наличие последовательного периферийного интерфейса,
WDT -наличие сторожевого таймера,
AC -наличие аналоговых компараторов,
DPTR - количество регистров-указателей данных,
V/I -напряжение питания (В) и потребляемый ток (мА).

Структуру микроконтроллеров семейства AT89 можно разделить на стандартные блоки: арифметико-логическое устройство, блок памяти и периферийные устройства.

Арифметико-логическое устройство всех модификаций микроконтроллеров семейства AT89 представляет собой 8-разрядное АЛУ с базовым регистром, участвующим во всех операциях - аккумулятором.

Для адресации блоков памяти микроконтроллеры AT89 содержит регистр-указатель данных - **DPTR**, а некоторые типы микросхем - два регистра-указателя данных (DPTR0 и DPTR1), что существенно облегчает работу с блоками данных.

Блок памяти представленных микроконтроллеров включает:

- Внутреннее постоянное запоминающее устройство (Internal ROM, **IROM**), предназначенное для хранения команд программы и констант. IROM представляет собой перепрограммируемое запоминающее устройство с электрическим стиранием записи, выполненное по Flash технологии. IROM выдерживает до 1000

циклов перепрограммирования. Это является несомненным преимуществом представленных контроллеров.

- Внутреннее оперативное запоминающее устройство (Internal RAM, **IRAM**), предназначенное для хранения данных. IRAM является статическим оперативным запоминающим устройством.

Кроме этого:

- Микроконтроллеры AT89S8252 и AT89S4D12 имеют внутреннее репрограммируемое запоминающее устройство для хранения данных (Internal Data ROM, **IDROM**). Первоначальная запись данных в IDROM производится при программировании микроконтроллера. В процессе выполнения программы обращения к IDROM для чтения и записи выполняются с использованием команд с мнемокодами операции MOVX. После обращения для записи в IDROM выполняется цикл записи длительностью несколько мс, в течение которого новое обращение к IDROM невозможно.
- К микроконтроллерам AT89C**X**051 не может подключаться внешняя память (External Memory, **EM**). Отсутствие возможности подключения внешней памяти объясняется малым количеством контактов в корпусе микросхемы и отмечено в таблице 1 знаком «-» в колонке EM.

Все микроконтроллеры семейства AT89 имеют минимальный стандартный набор периферийных устройств:

- Восьмиразрядные параллельные порты ввода-вывода P0, P1, P2, P3 (количество зависит от типа микроконтроллера). Микроконтроллеры AT89C**X**051 содержат меньшее число параллельных портов, а некоторые порты имеют меньшее число входов-выходов. Суммарное число входов-выходов параллельных портов у микроконтроллера указано в таблице 1 в колонке **I/O**.
- Последовательный порт SP.
- Таймеры-счетчики T/C0, T/C1, T/C2. Число таймеров-счетчиков у различных микроконтроллера указано в колонке **T/C**.
- Контроллер прерываний (количество источников прерывания и векторов зависит от типа микроконтроллера). Система прерываний имеет два уровня приоритета. Число источников запросов

прерывания (Interrupt Source, **IS**) и векторов прерывания (Interrupt Vector, **IV**) у микроконтроллеров разных типов указано в колонках **IS** и **IV** соответственно.

Некоторые микроконтроллеры семейства AT89 включают новые типы периферийных устройств:

- Блок последовательного периферийного интерфейса (**SPI**), который предназначен для последовательного ввода и вывода данных с использованием трех линий. При этом микроконтроллер может работать в качестве ведущего или ведомого устройства, а микроконтроллер типа AT89S4D12 – только в качестве ведомого. Блок SPI может быть использован также для последовательного программирования некоторых типов микроконтроллера после непосредственной установки его в аппаратуру, что является еще одним преимуществом рассматриваемого семейства микросхем.
- Сторожевой таймер (**WDT**), предназначенный для перезапуска программы при появлении сбоев в ходе ее выполнения. Программа, работающая без сбоев, периодически сбрасывает сторожевой таймер, не допуская его переполнения.
- Аналоговый компаратор (**AC**). Он предназначен для сравнения по величине напряжения сигналов, поступающих на входы P1.0 и P1.1. Результат сравнения подается на вход P3.6, не имеющий внешнего вывода.

Наличие у микроконтроллера названных устройств отмечено знаком «+» в колонках SPI, WDT и AC соответственно.

Программирование микроконтроллеров семейства AT89 возможно, в зависимости от типа

- внутри системно – последовательное программирование (с использованием при программировании напряжения питания системы),
- с использованием дополнительных программаторов.

Содержимое Flash памяти программ может быть защищено от несанкционированной записи/считывания. У ряда микроконтроллеров

имеется возможность очистки Flash памяти за одну операцию, возможность считывания встроенного кода идентификации.

Микроконтроллеры семейства AT89 выпускаются для работы при разных значениях напряжения питания и тактовой частоты, определяемой частотой подключенного к микроконтроллеру кварцевого резонатора. Диапазон значений напряжения питания (V_{CC}) лежит в пределах от 2,7В до 6В ($V=3В$) или от 4В до 6В ($V=5В$). Тактовая частоты (F_{osc}) у микроконтроллеров разных типов достигает 12 или 24 МГц. Ток потребления зависит от величины напряжения питания и тактовой частоты. Максимальное значение тока потребления в рабочем режиме (I_{CC}) при максимальном значении напряжения питания и $F_{osc}=12$ МГц составляет 15мА.

Кроме рабочего режима микроконтроллер может быть переведен в энергосберегающие режимы работы - режим холостого хода (Idle Mode) и режим пониженного энергопотребления (Power Down Mode). В режиме холостого хода процессор остановлен, периферийные устройства продолжают работать, коды в IRAM сохраняются. Ток потребления уменьшается в 4-5 раз. Перевод в режим холостого хода выполняется по команде в программе, выход из режима - по сигналу сброса или при поступлении любого разрешенного запроса прерывания.

В режиме пониженного энергопотребления остановлен генератор тактового сигнала, коды в IRAM сохраняются. Ток потребления имеет величину 20-100 мкА. Перевод в режим пониженного энергопотребления выполняется по команде в программе, выход из режима - по сигналу сброса. Микроконтроллеры типов S53, LS53, S8252 и LS8252 выходят из режима также при поступлении внешнего запроса прерывания.

Микроконтроллеры выпускаются в корпусах разных типов с разным числом выводов, при этом число выводов, используемых для подключения микроконтроллера к схеме устройства, может отличаться от числа выводов корпуса. Микроконтроллеры, имеющие число выводов, равное 20, выпускаются в корпусах PDIP20 и SOIC20. Микроконтроллер типа AT89S4D12 выпускается в корпусах

SOIC28 и PLCC32, а микроконтроллеры остальных типов – в корпусах PDIP40, PLCC44, PQFP44, TQFP44.

Микроконтроллеры семейства AT89 ориентированы на использование в качестве встроенных управляющих контроллеров в промышленном ($-40^{\circ}\text{C} \dots 85^{\circ}\text{C}$) и коммерческом ($0^{\circ}\text{C} \dots 70^{\circ}\text{C}$) диапазонах температур. Имеются исполнения микроконтроллеров AT89C51 и AT89C52, соответствующие требованиям, предъявляемым к приборам используемым в автомобильном ($-40^{\circ}\text{C} \dots 125^{\circ}\text{C}$) и Military ($-55^{\circ}\text{C} \dots 125^{\circ}\text{C}$) диапазонах температур.

2. МИКРОКОНТРОЛЛЕР AT89C1051

Микроконтроллер AT89C1051 является наиболее простым в семействе AT89. Этот микроконтроллер ориентирован на использование в качестве встроенного управляющего контроллера.

Основные параметры микроконтроллера:

- Емкость перепрограммируемой Flash памяти: 1 Кбайт, 1000 циклов стирание/запись.
- Программирование Flash памяти программ ведется с использованием напряжения 12В, ее содержимое может быть защищено от несанкционированных записи/считывания. Имеется возможность очистки Flash памяти за одну операцию, возможность считывания встроенного кода идентификации.
- Диапазон рабочих напряжений от 2,7В до 6В.
- Диапазон рабочих частот от 0Гц до 24МГц.
- Потребление в активном режиме на частоте 12 МГц не превышает 15 мА и 5,5 мА при напряжении питания 6 В и 3 В, соответственно.
- Двухуровневая блокировка памяти программ.
- СОЗУ емкостью 64 байта.
- 15 программируемых линий ввода/вывода.
- Один 16-разрядный таймер/счетчик событий.
- Три источника сигналов прерывания.
- Выходы прямого управления СИД.
- Встроенный аналоговый компаратор.
- Пассивный (idle) и стоповый (power down) режимы.
- Потребление в пассивном режиме, при котором остановлено ЦПУ, но система прерываний, ОЗУ, таймер/счетчик событий и последовательный порт остаются активными, не превышает 5мА и 1 мА. В стоповом режиме потребление не превышает 100 мкА и 20 мкА при напряжении питания 6 В и 3 В, соответственно.
- Промышленный (-40°С...85°С) и коммерческий (0°С...70°С) диапазоны температур
- 20-выводные корпуса PDIP и SOIC

- Микроконтроллеры данного типа не поддерживают работу с внешней памятью.

Модификация микроконтроллера AT89C1051U отличается наличием двух 16-разрядных таймеров/счетчиков и увеличением числа источников прерываний до шести, и соответственно числа векторов прерывания до пяти.

Дальнейшее развитие микроконтроллера AT89C1051U представляет микроконтроллер AT89C2051. В этом микроконтроллере увеличена емкость перепрограммируемой Flash памяти до 2 Кбайт, а емкость СОЗУ до 128 байт.

В микроконтроллере AT89C4051 объем перепрограммируемой Flash памяти увеличен соответственно до 4 Кбайт.

3. МИКРОКОНТРОЛЛЕР AT89C51

Микроконтроллер AT89C51 является базовым микроконтроллером представленного семейства. Его структура полностью совпадает с базовой структурой микроконтроллеров семейства MCS-51 80C51 и отечественных микроконтроллеров серий 1816 и 1830. Разновидность микроконтроллера AT89LV51 отличается напряжением питания 3В.

4. МИКРОКОНТРОЛЛЕР AT89C52

Основные параметры микроконтроллера:

- Емкость перепрограммируемой Flash памяти: 8Кбайт, возможность внутрисистемного перепрограммирования, 1000 циклов стирание/запись
- Напряжение питания 5В
- Диапазон рабочих частот от 0Гц до 24МГц
- Трехуровневая блокировка памяти программ
- СОЗУ емкостью 256 байтов
- 32 программируемых линии ввода/вывода
- Три 16-разрядных таймера/счетчика событий
- Восемь источников сигналов прерывания
- Программируемый последовательный канал UART
- Пассивный (idle) и стоповый (power down) режимы
- Промышленный (-40°C...85°C), коммерческий (0°C...70°C), автомобильный (-40°C...125°C), Military (-55°C...125°C) диапазоны температур.
- 40-выводной корпус PDIP, 44-выводные корпуса TQFP и PQFP и 44-выводной носитель кристалла PLCC.

Отличие данного микроконтроллера от базового AT89C51 состоит в наличии третьего таймера-счетчика и возможности получения программируемого частотного выхода. К набору регистров специальных функций добавились регистры управления таймером 2. Таймер 2 представляет собой 16-разрядный таймер-счетчик, который может работать в трех режимах:

- режим захвата (фиксации) текущего счетного значения;
- режим прямого счета с автоперезагрузкой исходного значения;
- режим задающего генератора для последовательного порта.

Шестнадцатиразрядный регистр данных таймера 2 состоит из регистров TH2 (0CDh) и TL2 (0CCh). Данные для автоперезагрузки хранятся в регистрах RCAP2H (0CBh) и RCAP2L (0CAh).

Регистр режимов TMOD предназначен для установки режимов работы таймера/счетчика и определения источника его тактирования.

Наименование разрядов данного регистра представлены на рис. 2, а назначение – рассмотрено в таблице 2.

MSB

LSB

-	-	-	-	-	-	T2OE	DCEN
---	---	---	---	---	---	------	------

Старший

Младший

разряд

разряд

Рис.2. Наименование разрядов регистра режима работы таймера/счетчика T2MOD

Таблица 2 Регистр режима работы таймера/счетчика T2MOD

Бит	Позиция	Функция
C/T0	T2MOD.1	Бит разрешения выдачи сигнала программируемой частоты от таймера 2 на внешний вывод P1.0.
DCEN	T2MOD.0	Бит разрешения счета таймера 2 в режиме автоперезагрузки. При T2OE=1 счет разрешен в прямом или обратном направлении, в зависимости от значения сигнала на входе T2EX. При T2OE=0 (значение после сброса) счет разрешен в прямом направлении.

На линию P1.0 может осуществляться вывод сигнала программируемой частоты таймера 2. Для этого бит C/T2 (T2CON.1) должен быть очищен, а бит T2OE (T2MOD.1) установлен. Бит TR2 (T2CON.2) запускает и останавливает таймер. Частота формируемого сигнала определяется по формуле

$$F_{out} = F_{рез} / (4 * ((65536 - (RCAP2H, RCAP2L)))).$$

Регистром управления этого таймера является регистр T2CON (0C8h). Наименование разрядов данного регистра представлены на рис. 3, а назначение рассмотрено в таблице 3.

MSB

LSB

TF2	EXF2	RCLK	TCLK	EXEN2	TR2	C/T2	CP/RL2
-----	------	------	------	-------	-----	------	--------

Младший

Старший

разряд

разряд

Рис.3. Наименование разрядов управления/статуса таймера/счетчика T2CON

Таблица 3 Регистр управления/статуса таймера/счетчика T2CON

Бит	Позиция	Функция
TF2	T2CON.7	Флаг переполнения таймера 2. Устанавливается аппаратно при переполнении таймера/счетчика. Должен сбрасываться при обслуживании прерывания программно. Флаг не устанавливается, если RCLK=1 или TCLK=1.
EXF2	T2CON.6	Флаг внешнего события таймера 2. Устанавливается по перепаду 1/0 на входе T2EX, если EXEN2=1. Является запросом прерывания от таймера 2.
RCLK	T2CON.5	Бит выбора источника синхросигнала для приемника последовательного порта в режимах 1 и 3. При RCLK=1 источником является таймер 2, при RCLK=0 источником является таймер 1.
TCLK	T2CON.4	Бит выбора источника синхросигнала для передатчика последовательного порта в режимах 1 и 3. При RCLK=1 источником является таймер 2, при RCLK=0 источником является таймер 1.
EXEN2	T2CON.3	Бит разрешения внешнего события таймера 2. При EXEN2=1 разрешена установка флага EXF2.
TR2	T2CON.2	Бит управления таймера 2. Устанавливается/сбрасывается программно для пуска/останова.
C/T2	T2CON.1	Бит выбора режима таймера или счетчика событий для таймера 2. Если бит сброшен, то работает таймер от внутреннего источника сигналов синхронизации (таймер). Если бит установлен, то работает счетчик от внешних сигналов на входе T2 (счетчик).
CP/RL2	T2CON.0	Бит выбора режима таймера 2. При CP/RL=1 по переходу 1/0 на входе T2EX (если EXEN2=1) он переходит в режим захвата. При CP/RL=0 по перепаду 1/0 на входе T2EX (если EXEN2=1) или по переполнению таймера 2 он переходит в режим автоперезагрузки. Если RCLK=1 или TCLK=1, этот бит игнорируется, а таймер 2 работает в режиме перезагрузки по переполнению.

RCLK+TCLK	CP/RL2	TR2	Режим работы таймера 2
0	0	1	16-разрядный таймер/счетчик с автоперезагрузкой
	1	1	16-разрядный таймер/счетчик с захватом (фиксацией) текущего значения
1	X	1	Задающий генератор для последовательного порта

Таймер 2 имеет два флага прерывания TF2 и EXF2. Оба обслуживаются с использованием одного вектора 2Bh.

При синхронизации $F_{1,3} = F_{рез} / (32 * ((65536 - (RCAP2H, RCAP2L)))$.

MSB

LSB

EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
----	---	-----	----	-----	-----	-----	-----

Младший

Старший

разряд

разряд

Рис. 14. Наименование разрядов регистра разрешения прерываний IE.

MSB

LSB

-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0
---	---	-----	----	-----	-----	-----	-----

Младший

Старший

разряд

разряд

Рис. 15. Наименование разрядов регистра приоритетов прерываний IP.

В этом микроконтроллере также увеличена емкость перепрограммируемой Flash памяти до 8 Кбайт, а емкость ОЗУ до 256 байт. Увеличение размера внутренней памяти данных привело к наложению старших 128 байт ОЗУ данных и пространства регистров специальных функций. Выбор той или иной области при обращении осуществляется аппаратурой микроконтроллера на основе используемого метода адресации. Обращение к старшим 128 байтам ОЗУ производится с использованием косвенно-регистровой

адресации, а к регистрам специальных функций с использованием прямой адресации.

Модификация микроконтроллера AT89LV52 отличается диапазоном рабочих напряжений от 2,7В до 6В.

Дальнейшее развитие микроконтроллера AT89C52 представляет микроконтроллер AT89C55. В этом микроконтроллере увеличена емкость перепрограммируемой Flash памяти до 20 Кбайт.

А модификация микроконтроллера AT89LV55 отличается от AT89C55 диапазоном рабочих напряжений от 2,7В до 6В.

5. МИКРОКОНТРОЛЛЕР AT89S8252

Наибольшее развитие семейство AT89 получило в виде контроллера AT89S8252. Главным преимуществом данного микроконтроллера стала возможность программирования микросхемы непосредственно в разрабатываемом устройстве с использованием последовательного SPI интерфейса.

Основные параметры микроконтроллера:

- Емкость перепрограммируемой Flash памяти: 8Кбайт.
- Возможность внутрисистемного перепрограммирования и загрузки программы через последовательный SPI интерфейс, 1000 циклов стирание/запись.
- Содержимое Flash памяти программ может быть защищено от несанкционированной записи/считывания.
- Встроенное энергонезависимое ОЗУ (ЭСППЗУ) емкостью 2 Кбайта, 100000 циклов стирание/запись.
- Версии приборов с напряжением питания 5В и 2,7В.
- Диапазон рабочих частот от 0 Гц до 24 МГц.
- Рабочие частоты: 12 МГц при напряжении питания 2,7В и 24 МГц при напряжении питания 5В.
- Трехуровневая блокировка памяти программ.
- СОЗУ емкостью 256 байтов.
- Удвоенный указатель данных DPTR.
- 32 программируемых линии ввода/вывода.
- Три 16-разрядных таймера/счетчика событий.
- Девять источников сигналов прерывания.
- Программируемый последовательный канал UART.
- Последовательный SPI интерфейс.
- Программируемый сторожевой таймер.
- Выход из стопового режима по прерыванию.
- Пассивный (idle) и стоповый (power down) режимы.

- Промышленный ($-40^{\circ}\text{C} \dots 85^{\circ}\text{C}$) и коммерческий ($0^{\circ}\text{C} \dots 70^{\circ}\text{C}$) диапазоны температур.
- 40-выводной корпус PDIP, 44-выводные корпуса TQFP и PQFP и 44-выводной носитель кристалла PLCC.

Микроконтроллер AT89S8252 оснащен программируемым сторожевым таймером. Сторожевой таймер сбрасывает микроконтроллер по истечении установленного времени, позволяя таким образом выходить из зависаний программы управления. После сброса системы сторожевой таймер очищен. Чтобы сторожевой таймер не переполнился и не сбросил микроконтроллер, нормально работающая программа должна не позже, чем через 16386 машинных цикла записывать байты 01Eh и 01Eh (последовательно) в регистр WDTRST. При переходе в режим холостого хода (idle) сторожевой таймер продолжает работать, следовательно его необходимо обслуживать. Для этого можно использовать параллельно работающий таймер-счетчик, процедура прерывания которого выводит микроконтроллер из режима холостого хода, перезагружает WDT и возвращает микроконтроллер в режим холостого хода.

При переходе в режим микропотребления (powerdown) сторожевой таймер прекращает счет, поскольку нет синхросигнала. Счет возобновляется после выхода из этого режима посредством сброса или по сигналу внешнего прерывания. Рекомендуется перезагрузить сторожевой таймер перед входом в режим микропотребления.

Для увеличения возможностей при работе с областями памяти введен второй указатель данных DPTR.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://avreal.narod.ru/Megaavrr.pdf>
2. <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/ic/Atmel/micros/mcs51/about.htm>
3. <http://www.atmel.ru>