



1 Определения

В вычислительной системе (ВС) для работы МП требуется обычно ещё несколько узлов: ОЗУ, ПЗУ, устройства ввода/вывода, другие вспомогательные устройства.

Устройства подключаются по стандартизованным интерфейсам с компьютером - шинам.

Часть ВС, выполняющая специализированные функции, обособленные аппаратно и логически называются контроллером или функциональным узлом.

Если контроллер выполнен в виде конструктивно законченной части, например в виде модуля, то он называется **адаптером**. Пример- адаптеры Видео, сетевые, аудио для ПК.

Виды контроллеров перечислены далее ()

Большую долю контроллеров составляют **интерфейсные** (или **периферийные**) контроллеры, которые соединяют ВС с **периферийными** устройствами по определённому интерфейсу. Интерфейсы можно грубо разбить на 2 группы: системные и периферийные.

Системные Интерфейсные контроллеры позволяют обмениваться данными внутри ВС в пределах одной платы, блока.

Периферийные Интерфейсные контроллеры позволяют обмениваться данными ВС с периферийным оборудованием (принтер, мышь, дисплей, микрофон, колонки, видеокамера и т.п) или другими ВС (по сети, через модем, и т.д.)

Обычно интерфейсный контроллер в ВС с МП состоит из **микросхемы контроллера и микросхемы драйвера** (аппаратного). Микросхема контроллера с одной стороны сопряжена с системной шиной и МП, а с другой выдаёт логические уровни (ТТЛ, КМОП от 0В до 3,3В или 5В) **Микросхема драйвера** (часто называемая **микросхемой приёмо-передатчика** для интерфейсных контроллеров) преобразует вид и уровни сигнала до стандартных для данного интерфейса значений и (логические уровни для сопряжения МП (МП шины)

У **микроконтроллеров схема контроллера объединена с микропроцессором в один кристалл**. В этом случае синонимами слова КОНТРОЛЛЕР используют термины «ПЕРИФЕРИЙНЫЙ МОДУЛЬ» или более общий термин «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ» Микросхемы драйверов (приёмо-передатчиков) в этом случае чаще остаются в виде отдельных микросхем, подключаемых к микросхеме микроконтроллера.

Программный драйвер- часть операционной системы, предназначенная для обслуживания одного из устройств ВС, а точнее контроллера к которому подключено это устройство.

Для управления работой каждого контроллера служат специальные **регистры**. Часто регистры имеют ширину, равную ширине слова ядра процессора, 8 бит для 8 битных процессоров. В общем случае регистры



доступны для процессора по чтению и записи. Каждый регистр имеет адрес. Все регистры контроллера имеют одинаковую часть адреса (самые старшие биты) Эта часть является **базовым адресом контроллера** и раньше задавался аппаратно (жёстко схемой дешифрации адреса или с помощью переставляемых переключателей на плате) Кроме адреса, контроллеру назначается **вектор прерывания**. В следующем поколении адрес и вектор контроллера хранился в микросхеме ПЗУ (EEPROM) в которую с помощью специальной программы записывались эти параметры для каждого контроллера. Плюс –не надо вскрывать блок для переключения переключателей. Это так называемая Jumper-Free или Jumper- Less архитектура.

В современных ВС для исключения конфликтов (одинаковых адресов или векторов прерываний) для разных контроллеров используется в ВС технология **Plug andPlay** при которой адреса и вектора назначаются автоматически при включении питания специальной программой назначения адресов и векторов прерывания в БИОСе.

2 ОСНОВНЫЕ Функциональные и периферийные модули МК

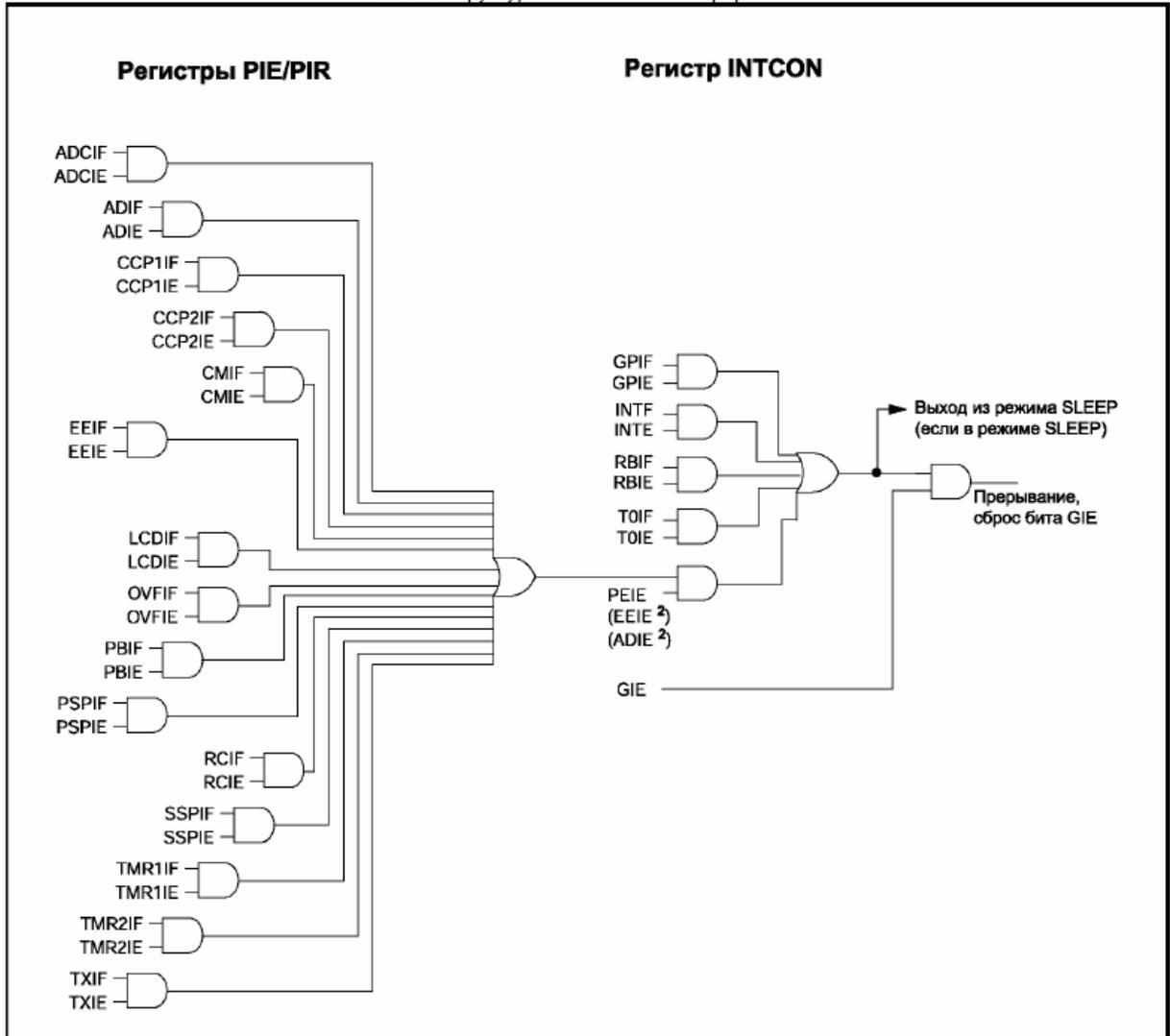
2.1 Многорежимный генератор

2.2 Контроллер прерываний *Interrupt controller*

Регистр масок (разрешений), Регистр Флагов (можно писать, читать)



Рис. 8-1 Структурная схема логики прерываний



Примечания:

1. На рисунке показаны все возможные источники прерываний для микроконтроллеров PICmicro среднего семейства. Наличие управляющих битов в микроконтроллере зависит от реализованных периферийных модулей. Смотрите техническую документацию на микроконтроллер.
2. Часть микроконтроллеров среднего семейства имеют только один периферийный модуль. В этих микроконтроллерах нет бита PEIE, а реализован бит разрешения прерываний от периферийного модуля в регистре INTCON.



Регистр INTCON доступен для записи и чтения. В этом регистре содержатся различные биты разрешений и флагов прерываний.

Примечание. Флаги прерываний устанавливаются при возникновении условий прерываний вне зависимости от соответствующих битов разрешения и бита общего разрешения прерываний GIE (INTCON<7>). Это позволяет выполнять программный контроль возникновения условия прерываний.

Регистр INTCON

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-x
GIE	PEIE ⁽³⁾	T0IE	INTE ⁽²⁾	RBIE ^(1,2)	T0IF	INTF ⁽²⁾	RBIF ^(1,2)
Бит 7							Бит 0
бит 7:	<p>GIE: Глобальное разрешение прерываний 1 = разрешены все немаскированные прерывания 0 = все прерывания запрещены</p>						
бит 6:	<p>PEIE: Разрешение прерываний от периферийных модулей 1 = разрешены все немаскированные прерывания периферийных модулей 0 = прерывания от периферийных модулей запрещены</p>						
бит 5:	<p>T0IE: Разрешение прерывания по переполнению TMR0 1 = прерывание разрешено 0 = прерывание запрещено</p>						
бит 4:	<p>INTE: Разрешение внешнего прерывания INT 1 = прерывание разрешено 0 = прерывание запрещено</p>						
бит 3:	<p>RBIE⁽¹⁾: Разрешение прерывания по изменению сигнала на входах RB7:RB4 PORTB 1 = прерывание разрешено 0 = прерывание запрещено</p>						
бит 2:	<p>T0IF: Флаг прерывания по переполнению TMR0 1 = произошло переполнение TMR0 (сбрасывается программно) 0 = переполнения TMR0 не было</p>						
бит 1:	<p>INTF: Флаг внешнего прерывания INT 1 = выполнено условие внешнего прерывания на выводе RB0/INT (сбрасывается программно) 0 = внешнего прерывания не было</p>						
бит 0:	<p>RBIF⁽¹⁾: Флаг прерывания по изменению уровня сигнала на входах RB7:RB4 PORTB 1 = зафиксировано изменение уровня сигнала на одном из входов RB7:RB4 (сбрасывается программно) 0 = не было изменения уровня сигнала ни на одном из входов RB7:RB4</p>						

R – чтение бита
 W – запись бита
 U – не реализовано, читается как 0
 -n – значение после POR
 -x – неизвестное значение после POR

Примечание 1. В некоторых микроконтроллерах бит RBIE может быть заменен битом GPIE, а бит RBIF может быть заменен битом GPIF.
Примечание 2. Некоторые микроконтроллеры могут не содержать эту функцию.
Примечание 3. В микроконтроллерах с одним периферийным модулем этот бит может быть EEIE или ADIE.

Прерывание

Вектор прерывания

Приоритеты прерываний

Переход к подпрограмме обработки прерываний

Фикс адрес- у PIC это адрес 0004, у МК51 4 адреса,

У некоторых-программируемые адреса на каждый вид прерывания

2.3 Контроллер ПДП

2.4 Дискретные порты ввода вывода

Дискретные порты ввода вывода позволяют вводить и выводить дискретные цифровые сигналы. Одиночные порты группируются по 8 штук для 8 битных МК. В общем случае количество одиночных портов в группе определяется разрядностью внутренней шины МК Так для 16 битных порты группируются по 16 однобитных портов. Группе портов присваивается имя, например «РА», что означает «порт А».



Таких групп портов может быть несколько, от PA, PB, PC, PD и т.д. в зависимости от количества выводов МК. Так для 3-х портов 8 битного МК потребуется $3 \cdot 8 = 24$ вывода МК. Команды МК позволяют обращаться (читать и писать) к группе (порту) целиком или к одному выводу (т.е. =биту). При чтении/записи 8-битного порта целиком процессор читает/записывает байт, имя операнда в программе выглядит, например как «PB». При доступе к одному разряду порта используются битовые команды, операндом которой является один бит, Пример операнда: PB5 -5-й бит порта B. Особенностью системы команд МК является возможность побитного доступа ко всем битам всех портов.

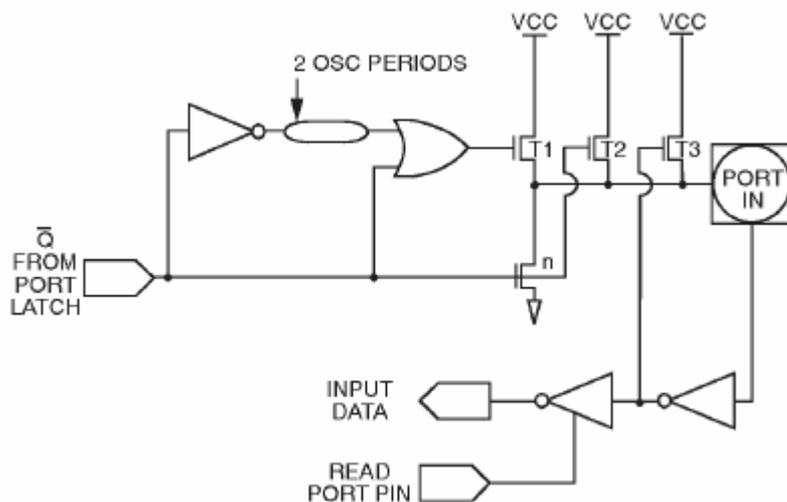
При небольшом количестве выводов (менее 8) такая группа одинарных портов-выводов называется GeneralPortIO (главный порт ввода вывода).

Дискретные порты ввода/вывода присутствуют во всех МК

Направление передачи данных, т.е. назначение порта для ввода или вывода задается в специальном регистре (TRIS регистр у Microchip). Таким образом, у каждого порта на шине есть как минимум 2 регистра: регистр данных (защёлки) и регистр управления (направления передачи). Запись в регистр данных приводит к выдаче записанной информации на выводы МК (для тех выводов, которые определены как выходы с помощью управляющего регистра)

Для экономии выводов МК, порты объединены с выводами других периферийных модулей. Так один вывод может внутри МК подсоединён от 1 до 3, 4,5 модулям.

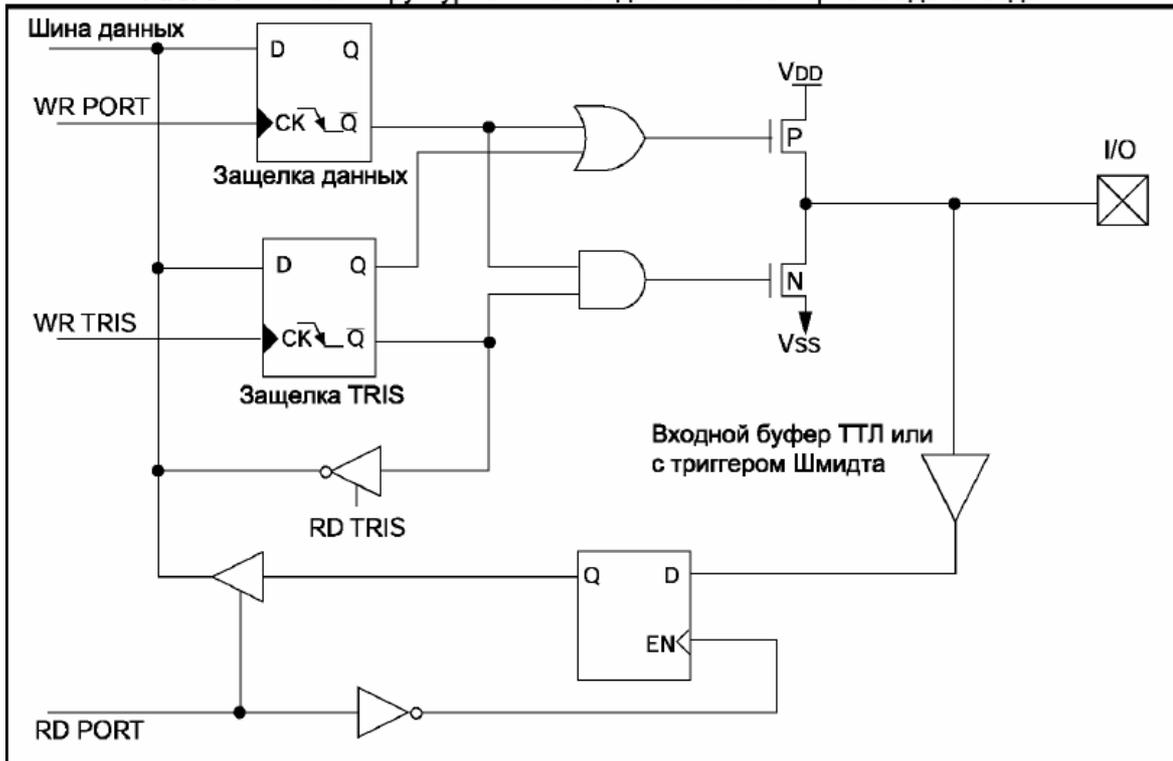
Регистр конфигурации, Регистр защёлки, Регистр входа порта
 Защита от статики нагрузочные способности,
 подключаемый подтягивающий резистор Pull UP PullDown



PortIN-вывод ИС МК

Рисунок 1 – Структура Порты 80C51

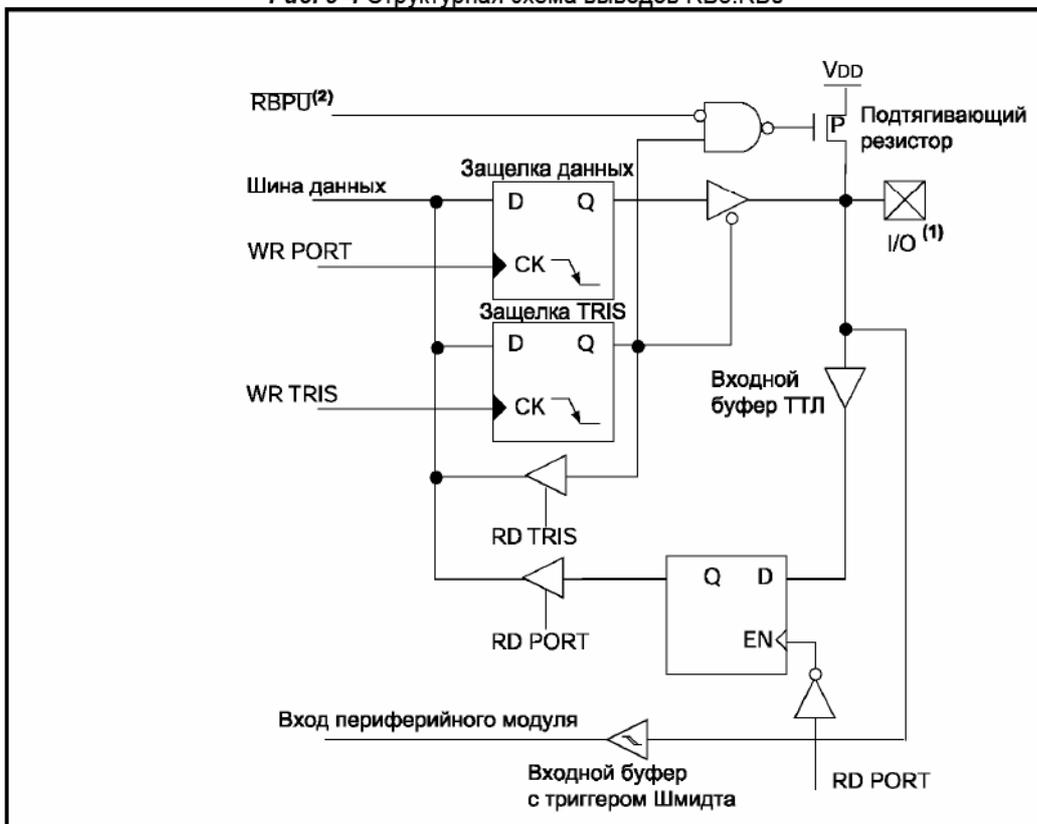
Рис. 9-1 Типовая структурная схема одного канала порта ввода/вывода



Примечание. Все выводы портов имеют защитные диоды, подключенные к V_{DD} и V_{SS}.

Рисунок 2 – Структура порта МК семейства PIC12

Рис. 9-4 Структурная схема выводов RB3:RB0



Примечания:

1. Выводы имеют защитные диоды, подключенные к V_{DD} и V_{SS}.
2. Для включения подтягивающего резистор необходимо установить бит в регистре TRISB и сбросить бит -RBPU (OPTION_REG <7>).

Рисунок 3- Схема порта семейства PIC16 с подтягивающим резистором



2.5 PLL генератор

PLL (Phase Lock Loop)- петля фазовой подстройки

PLL генератор это Генератор с ФАПЧ

Позволяет с низкочастотным кварцем получать высокие рабочие частоты.

Обычно этот модуль применяется как генератор тактовой частоты ядра процессора. PLL генератор позволяет синхронизироваться с точностью до фазы с внешней частотой.

2.6 Timer

Позволяем формировать временные интервалы. Таймеры могут синхронизироваться по выбору либо от генератора ядра (высокая частота) либо от специального низкочастотного генератора (обычно с часовым кварцем 32767Гц).

В слип режиме процессора обычно хотя бы один таймер может продолжать считать и по прерыванию от таймера процессор может проснуться.

В простейших 8- разрядных МК- один 8-битный таймер, или нет таймера.

В 8 разрядных МК средней сложности типовым является набор из 3-х таймеров:

T0- 8 разрядный

T1-16 разрядный

T2 – может конфигурироваться как два 8-и разрядных или один 16-ти разрядный.

В 16 разрядных МК таймеры 16 и 32-х разрядные, а в 32-х битных МК обычно все таймеры 32-х разрядные.

2.7 PWM, модуль CCP, ECCP, CCU (capture-compare unit)

Захват данных из таймера, сравнение с таймером, герератор сигналов с ШИМ.

2.8 RTC real time counter

Часы реального времени. Питаются от литиевой батарейки при выключении основного питания. В RTC имеются следующие регистры: секунд, минут, час, день, месяц, день недели, номер месяца, номер года. Обычно RTC имеют аппаратное отслеживание високосного года и не имеют часовых поясов и летнего времени, поэтому рекомендуется RTC программировать либо в местном времени либо во времени по Гринвичу, а часовые пояса и летнее время учитывать программно. Все регистры доступны по записи (установка времени) и по чтению.

2.9 WDT

Модуль «сторожевого таймера» предотвращает зависание процессора.

Процессор (программа) должен периодически читать регистр WDT. Если в течение определённого времени (от неск мс до секунды) опроса не произошло, модуль WDT производит аппаратный сброс (reset) процессора и процессор с начала начинает выполнять программу из ПЗУ.

3 Периферийные контроллеры стандартных интерфейсов

3.1 Контроллер Параллельного интерфейса

(см отдельный файл по ИРПП, Centronics)



3.2 *UART*

Асинхронный приемо-передатчик. На его основе путем применения разных приемопередатчиков получают Ввод/вывод по интерфейсам RS232, RS485, RS422, CL-20 CL-40, C2, ИРПС. Обычно на выходе требуется драйвер для преобразования ТТЛ уровней напряжений в уровни, соответствующие конкретному интерфейсу. Подробнее –отдельный файл

3.3 *USB*

Модуль ввода/выода по интерфейсу USB

3.4 *CAN*

Модуль ввода/выода по интерфейсу CAN

Основное применение этого интерфейса- объединение недалеко разнесённых устройств в единую сеть передачи данных:

- Автоэлектроника (датчики вращения колёс, состояния тормозных колодок, бортовой процессор, датчики трансмиссии, двигателя и т.п)
- Системы управления технологическими процессами
- Станки с ЧПУ, робототехника

3.5 *MAC*

Ethernet контроллер

3.6 *I2C (модуль SSP, BSSP, MSSP)*

Модуль ввода/выода по интерфейсу I2C. Основное применение- внутрисистемный интерфейс.

3.7 *SPI (модуль SSP)*

Модуль ввода/выода по интерфейсу SPI

Обычно один модуль SSP может программироваться с помощью регистра конфигурации на работу по SPI или I2C интерфейсу. Основное применение- внутрисистемный интерфейс.

3.8 *RapidIO*

Особенность – применение высокоскоростного LVDS (Low Voltage Differential Signals) интерфейса, в котором один сигнал передается по паре проводников и информация содержится в разнице напряжения между проводниками. Скорость до нескольких. Гигабит/с . Основное применение- внутрисистемный интерфейс.

3.9 *PCI*

4 Модули аналогового ввода.вывода

4.1 *СМР*

Модуль аналогового компаратора (сравнения)

4.2 *ADC*



Источник опорного напряжения
Входной мультиплексор
Обычный и интегрирующий АЦП

4.3 DAC

Цифроаналоговый преобразователь

5 Прочие модули МК

5.1 LCD

5.2 KeyBoard

5.3 Reset module, Power monitor

Режим энергосбережения, схемы сброса (Brown Reset- по плохому питанию)
Иногда совмещён с WDT

5.4 ICSP

Внутрисхемный интерфейс программирования

5.5 JTAG интерфейс

Для загрузки ПО и связи с аппаратным отладчиком, встроенным в МК