СПЕЦИАЛИЗИРАНИ КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ

Едночипови микроконтролери

Фамилия едночипови микроконтролери I8x51

Фамилия едночипови микроконтролери PIC24F16KL402

Съдържание

- Микропроцесори и микроконтролери
- Фамилия едночипови микроконтролери I8x51
- Блокова схема и параметри на I8051
  - Блок памет
  - Описание на изводите
  - Паралелни портове
  - Таймер-брояч
  - Сериен канал
  - Система за прекъсване
- Фамилия едночипови микроконтролери PIC24F16KL402
  - Състав
  - Основни характеристики
  - Блокова схема

Микропроцесори и микроконтролери

Микропроцесори

- Изпълняват различни програми
- Включват: АЛУ, УУ, програмно достъпни регистри, кеш памет
- Външни устройства: памет, комуникационни контролери, тактов генератор
- Относително бързи – тактова честота в GHz
- Относително скъпи

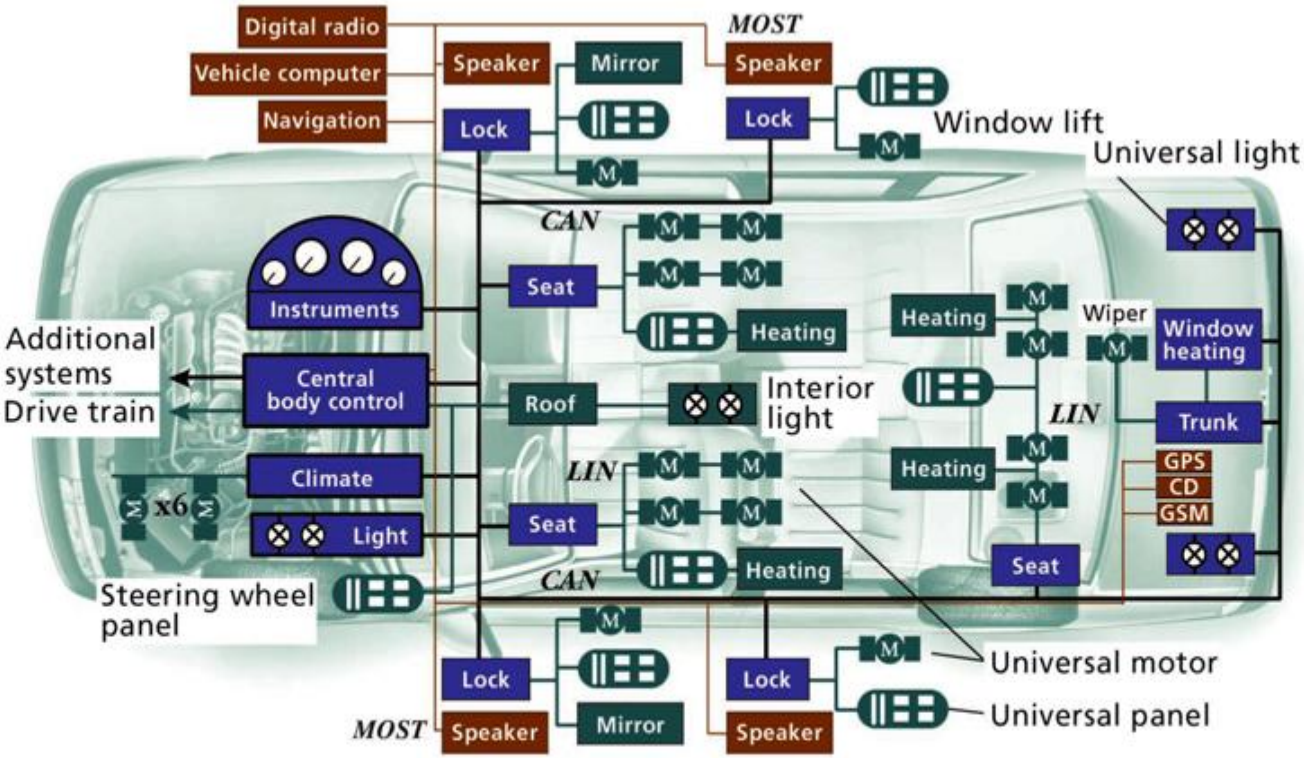
Микропроцесори и микроконтролери

Микроконтролери

- В един чип има: CPU, RAM, ROM, АЦП, комуникационни контролери, контролер на прекъсванията, тактов генератор
- Програмата се (пре)записва във вътрешната му постоянна памет и микроконтролерът изпълнява тази (една и съща) програма постоянно.
- Интегрира в един чип всичко необходимо и е способен на самостоятелна работа (самодостатъчен си е).
- Относително бавни – тактова честота MHz
- Относително евтини

Микроконтролери

Приложение на микроконтролерите

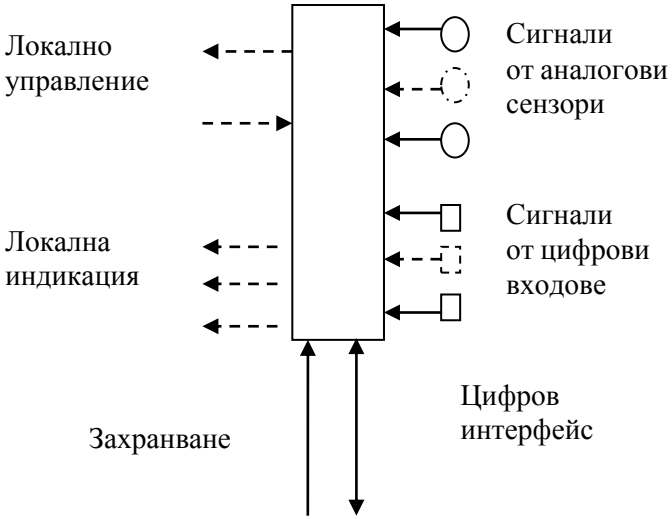


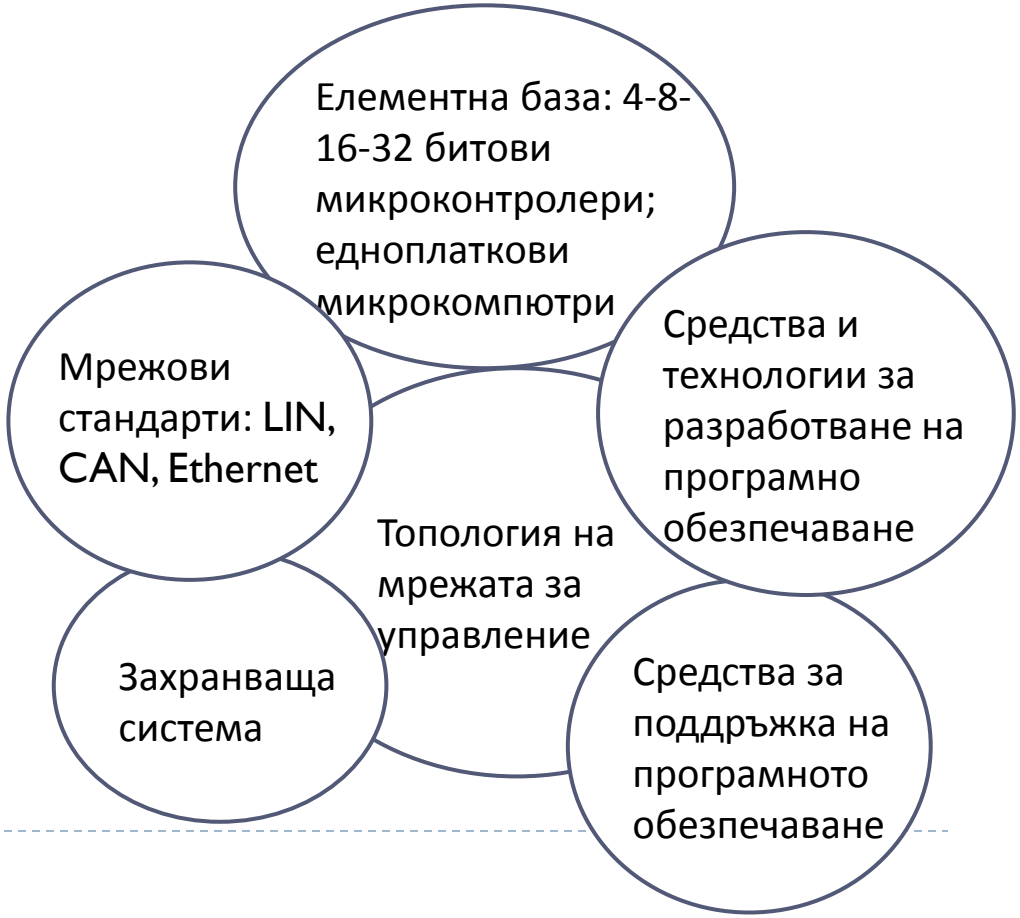
CAN Controller area network
GPS Global Positioning System
GSM Global System for Mobile Communications
LIN Local interconnect network
MOST Media-oriented systems transport

Микроконтролери

Платформа - набор от взаимносвързани решения по елементна база, по начин на организация на мрежовата структура и по приложението на технологиите за разработване на програмното обезпечаване.

Структура на интелигентен възел





Микроконтролери

Класификация

- Микроконтролерите са предназначени за използване във вградените системи за управление за най-различни приложения. Универсалното апаратно решение за широк кръг от приложения би било относително трудно и скъпо.

По силата на това микроконтролерите се разработват и произвеждат като **специализирани семейства,** ориентирани към използване в определен клас устройства.

За класификация на микроконтролерите се използва представянето на обработваните данни, а именно **4-8-16-32 бита.**

Worldwide 8-Bit Microcontroller Market Share (Dollars)

No.	1991 Rank	1996 Rank	1998 Rank	2001 Rank	2005 Rank	2006-9 Rank	2010 Rank	2014 Rank
1	Motorola	Motorola	Motorola	Motorola	Motorola	Microchip	Renesas	Microchip
2	Intel	NEC	NEC	Hitachi	Renesas	NEC	Microchip	Renesas
3	Philips	Philips	ST-Micro	NEC	Microchip	ST-Micro	Atmel	NXP
4	Mitsubishi	Hitachi	Philips	Microchip	NEC	Freescale	ST-Micro	Atmel
5	NEC	Mitsubishi	Hitachi	ST-Micro	ST-Micro	Atmel	Samsung	ST-Micro
6	Hitachi	Toshiba	Mitsubishi	Philips	Atmel	Renesas	Freescale	Freescale
7	Toshiba	Matsushita	Microchip	Toshiba	Toshiba	NXP	NXP	Cypress
8	Siemens	SGS-Thomson	Toshiba	Atmel	Philips	Cypress	Cypress	Datang
9	TI	Intel	Siemens	Matsushita	Fujitsu	Sony	Panasonic	Si Labs
10	Matsushita	Microchip	TI	Sanyo	Infineon	Fujitsu	Fujitsu	Samsung
11	National	Siemens	Fujitsu	Samsung	Sanyo	Panasonic	Datang	CEC Huada
12	SGS-Thomson	Fujitsu	Sanyo	Mitsubishi	Samsung	Toshiba	NEC (1Q)	Holtek
13	Ricoh	TI	Matsushita	Infineon	Matsushita	Samsung	Sony	Spansion
14	MHS	Sony	Atmel	Sony	Sony	Datang	Toshiba	Tongfang
15	IIT	Zilog	Zilog	TI	Sunplus	Si Labs	Si Labs	SHIC
16	Sharp	Sharp	Sharp	Fujitsu	Micronas	Holtek	JSC	Panasonic
17	Fujitsu	Temic	Sony	Sunplus	Novatek	Infineon	Holtek	Sony
18	Oki	Sanyo	Intel	Zilog	Intel	Elan	Infineon	SH Fudan
19	Zilog	National	National	Novatek	Holtek	Winbond	Sonix	Infineon
20	Sony	Oki	LG Semi	Micronas	Winbond	Denso	Elan	Ixys
23	Microchip							

Based on dollar shipment volume 1991-2014, Source: Gartner and Microchip

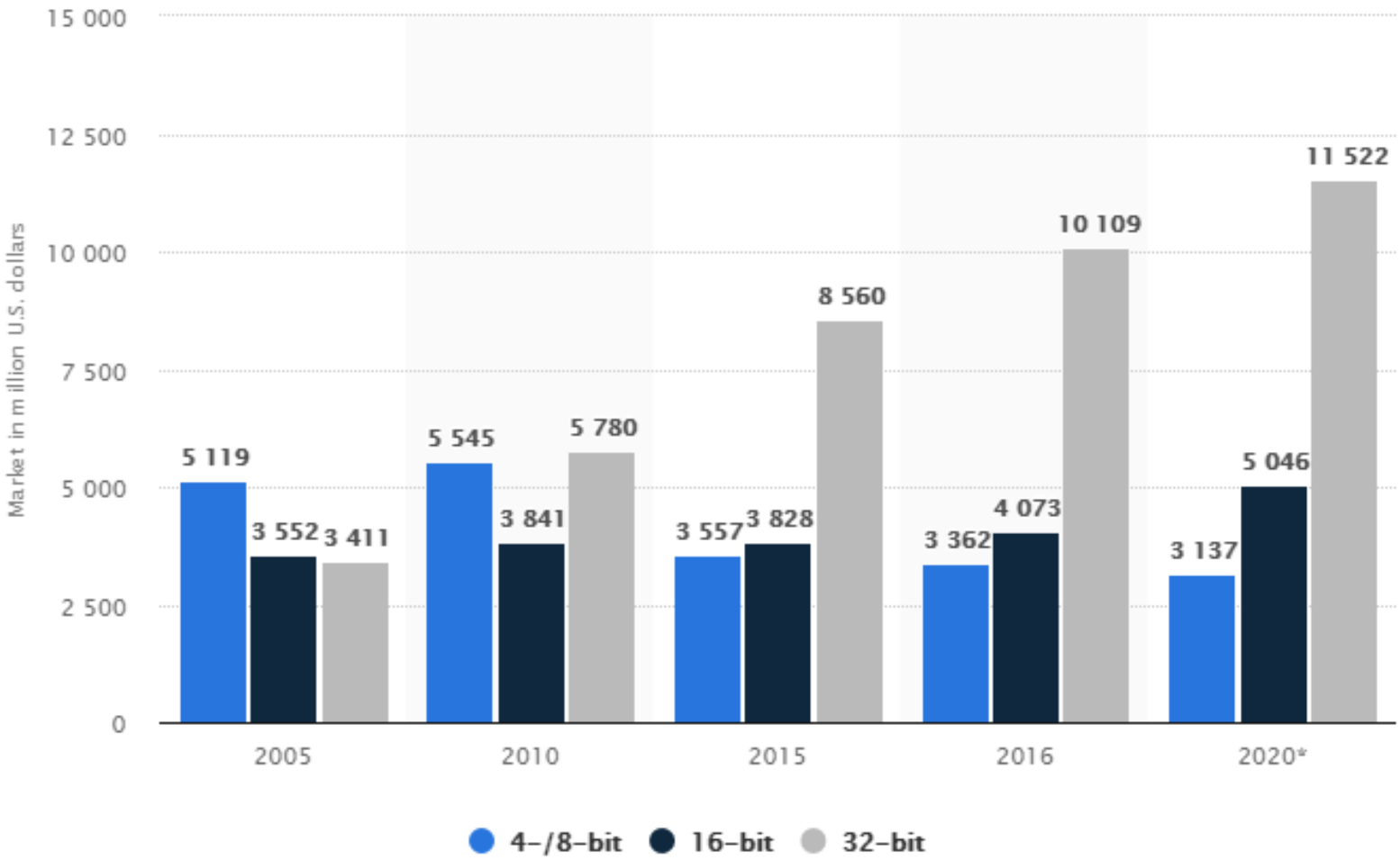
Worldwide 32-bit Microcontroller Market Share (Dollars)

No.	2010 Rank	2011 Rank	2012 Rank	2013 Rank	2014 Rank
1	Renesas	Renesas	Renesas	Renesas	Renesas
2	Freescale	Freescale	Freescale	Freescale	Freescale
3	TI	TI	ST-Micro	ST-Micro	ST-Micro
4	ST-Micro	ST-Micro	TI	TI	TI
5	Denso	NXP	Atmel	Atmel	Atmel
6	Fujitsu	Denso	Denso	Infineon	NXP
7	NXP	Atmel	Infineon	Denso	Infineon
8	Atmel	Fujitsu	NXP	NXP	Denso
9	Toshiba	Infineon	Toshiba	Melfas	Microchip
10	Infineon	Toshiba	Fujitsu	Toshiba	Toshiba
11	Panasonic	Panasonic	Panasonic	Microchip	Spansion
12	EM Micro	EM Micro	Microchip	CEC-Huada	Cypress
13	Rohm	Rohm	MELFAS	Fujitsu	Samsung
14	JSC	JSC	Samsung	Spansion	Melfas
15	Shenzhen St	Microchip	Rohm	Cypress	Winbond
16	Huahong	Shenzhen St	Energy Micro	Panasonic	Panasonic
17	Seiko Epson	Huahong	CEC Huada	SH Huahong	Nationz Tech
18	Winbond	Winbond	Nationz	SH Fudan	CEC Huada
19	Microchip	Seiko Epson	SH Fudan	Winbond	Energy Micro
20	Samsung	Samsung	Cypress	Datang	Rohm

Based on dollar shipment volume 2010-2014, Source: Gartner and Microchip

Микроконтролери

Пазарен дял



I8x51. Общи сведения

- Фамилия: I8051 (PROM), I8751 (EEPROM), …, съвременните – с FLASH
- Ранните 80 години на 20-ти век
- В един чип: процесор, памет (програмна и даннова), външна памет (при необходимост), ТГ, система за прекъсване, входно/изходни портове, асинхронен приемо-предавател, таймери, АЦП

I8x51. Общи сведения

Членовете на фамилията се различават по:

- ✓ обема и вида на паметта
- ✓ броя на таймерите-броячите
- ✓ броя на серийните канали
- ✓ броя на външните прекъсвания

Допълнително:

- ✓ USB, CAN, SPI, I^2C контролери
- ✓ LAN контролери
- ✓ Вградено радио (в обхвата 2,4 GHz)
- ✓ др.

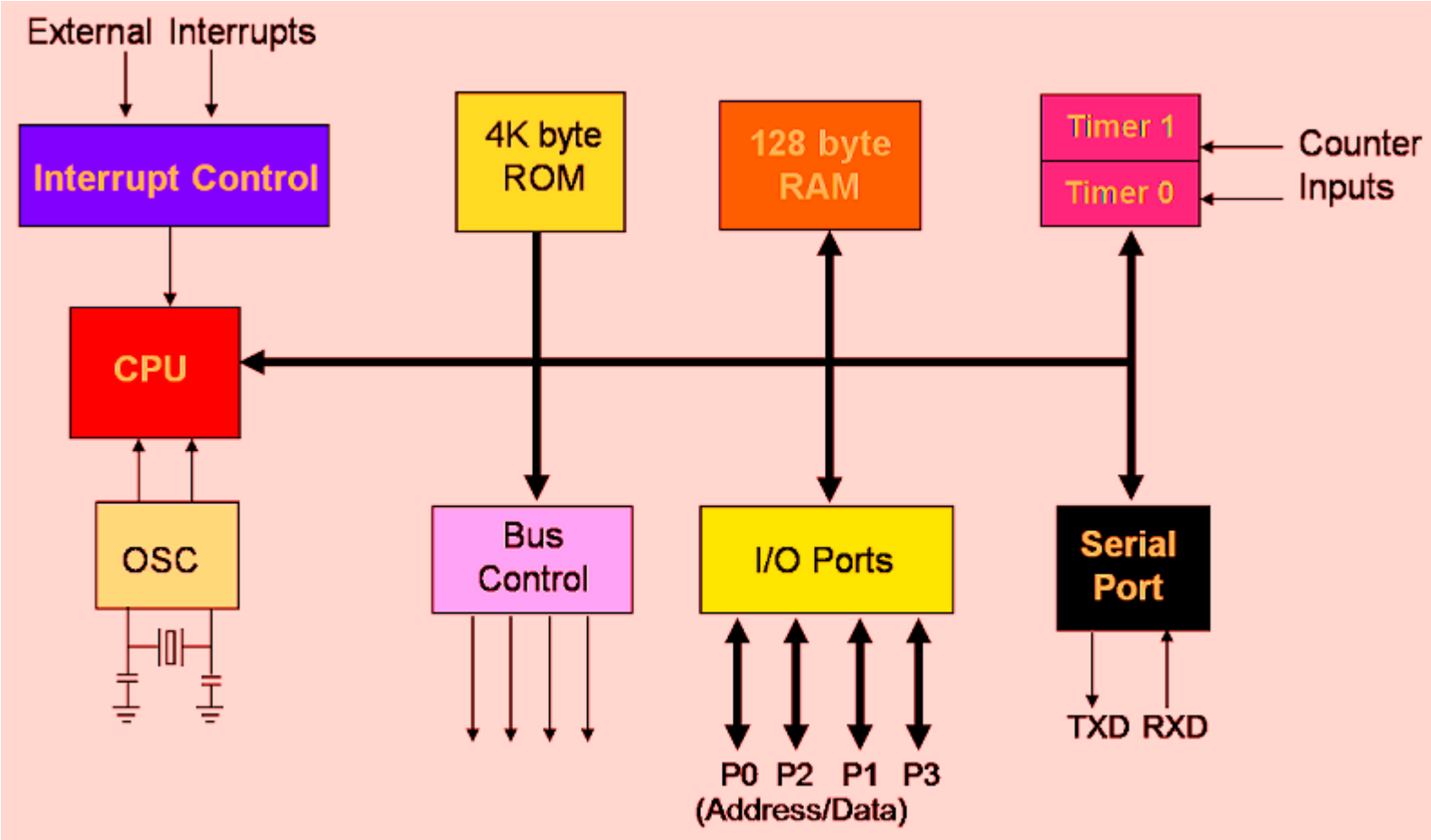
I8x51. Общи сведения

- Фамилия: I8051

Device	Internal Program Memory	Internal Data Memory	Timer/ Counters 16-bit	Interrupt Sources	Power Reduction Modes	Oscillator Frequency (MHz)
8051AH	4K bytes ROM	128	2	5	---	3.5 - 12
8031AH	---	128	2	5	---	3.5 - 12
8751BH	4K bytes EPROM	128	2	5	---	3.5 - 12
80C51BH	4K bytes ROM	128	2	5	Idle, PD	0.5 - 24
80C31BH	---	128	2	5	Idle, PD	0.5 - 24
87C51	4K bytes EPROM	128	2	5	Idle, PD	0.5 - 24
80C52	8K bytes ROM	256	3	6	Idle, PD	0.5 - 33
80C54	16K bytes ROM	256	3	6	Idle, PD	0.5 - 33
80C58	32K bytes ROM	256	3	6	Idle, PD	0.5 - 33
83C51FA	8K bytes ROM	256	3	7	Idle, PD	0.5 - 33
83C51FB	16K bytes ROM	256	3	7	Idle, PD	0.5 - 33
83C51FC	32K bytes ROM	256	3	7	Idle, PD	0.5 - 33

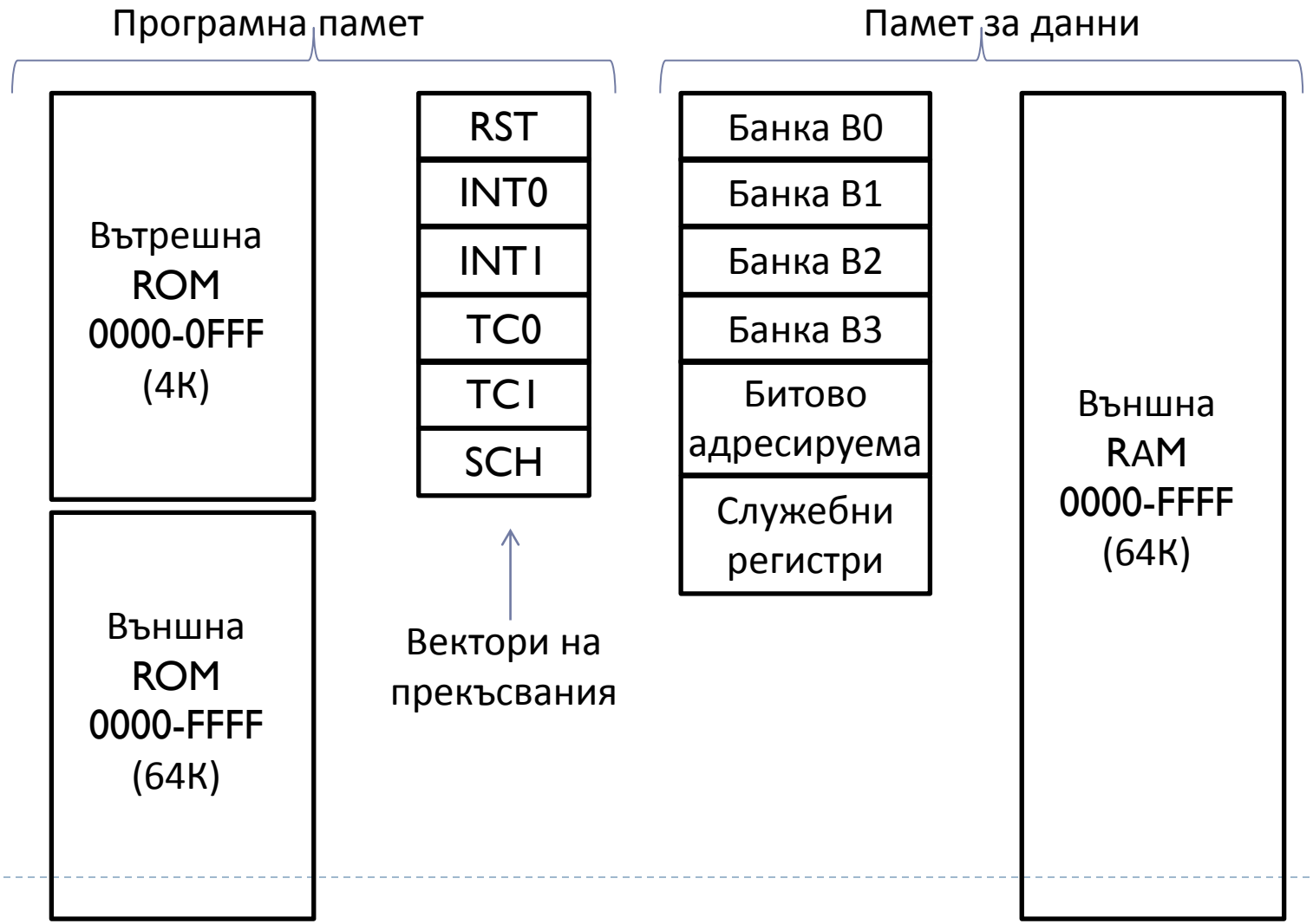
I8051

- Блокова схема



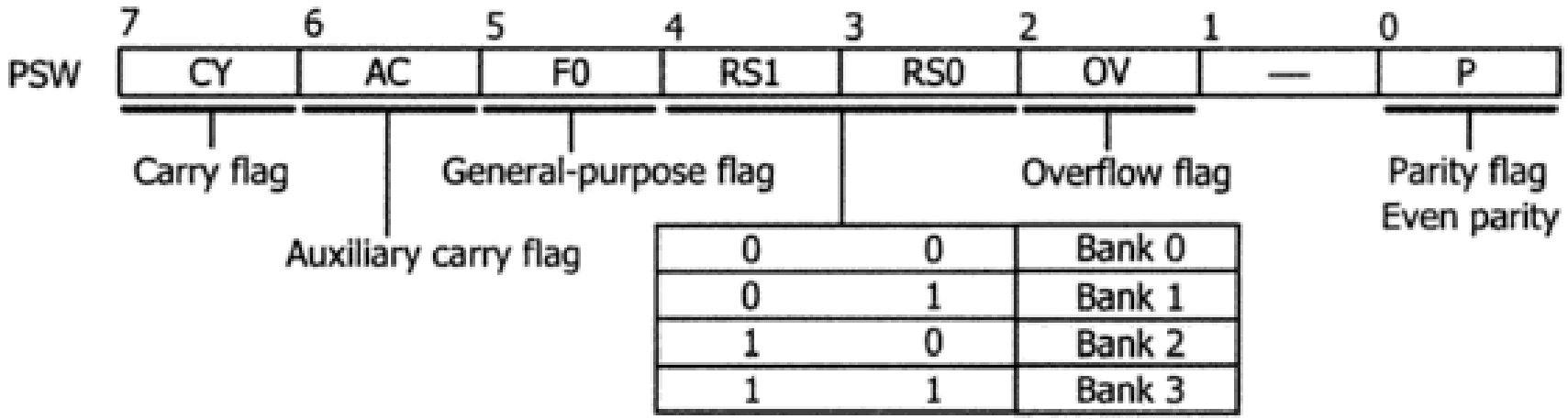
I8051

- Организация на паметта



I8051

- Регистър PSW- за управление на програмата

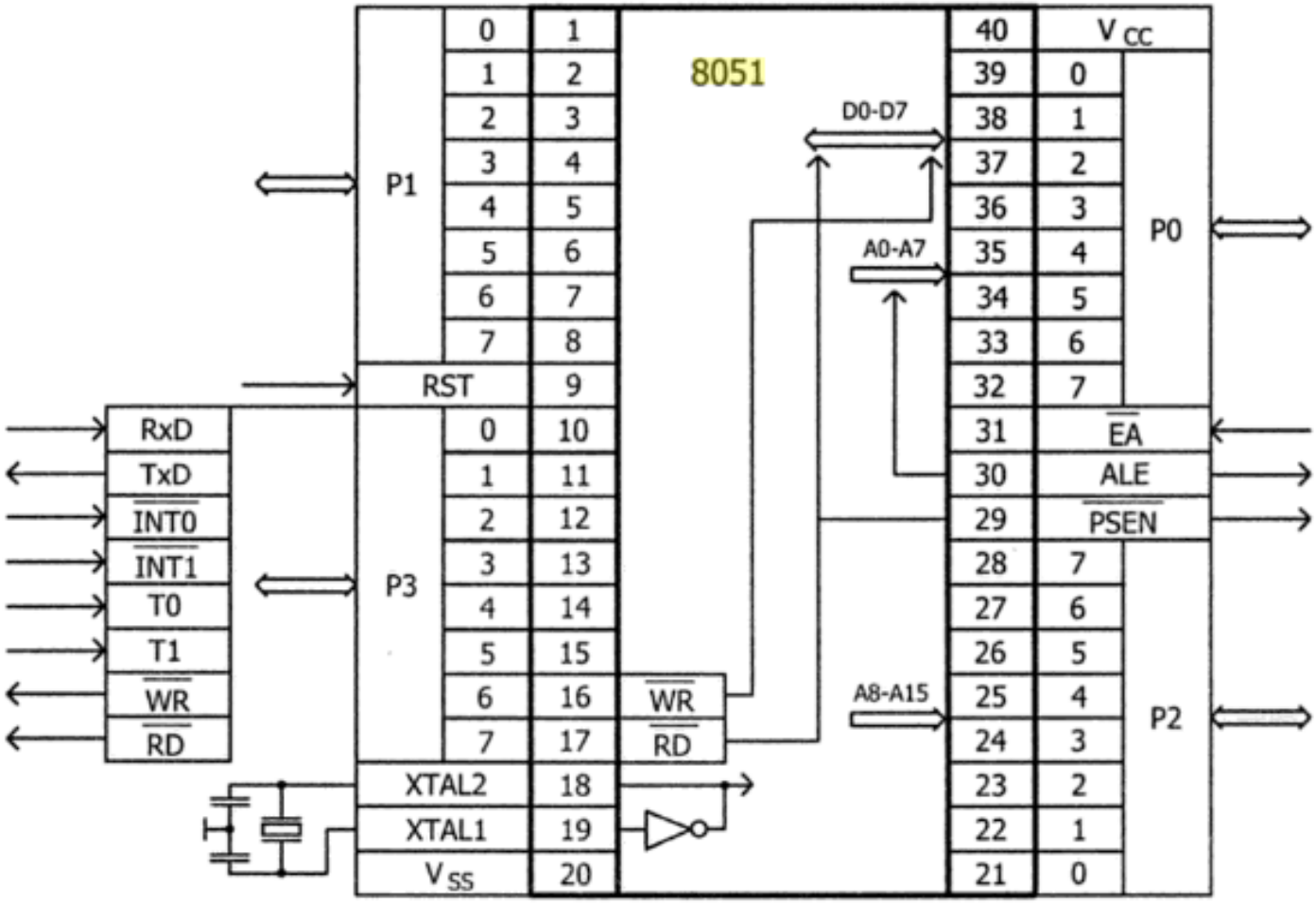


I8051

- Други регистри:
  - ✓ За обслужване на периферията – портове P1, P2, P3, P4
  - ✓ За обслужване на таймерите – TCON (Timer CONtrol), PCON (Power CONtrol), TMOD (Timer MODe)
  - ✓ За обслужване на серийния канал – SCON, SBUF
  - ✓ За обслужване на прекъсванията – IE (Interrupt Enable), IP (Interrupt Priority)

I8051

- Изводи



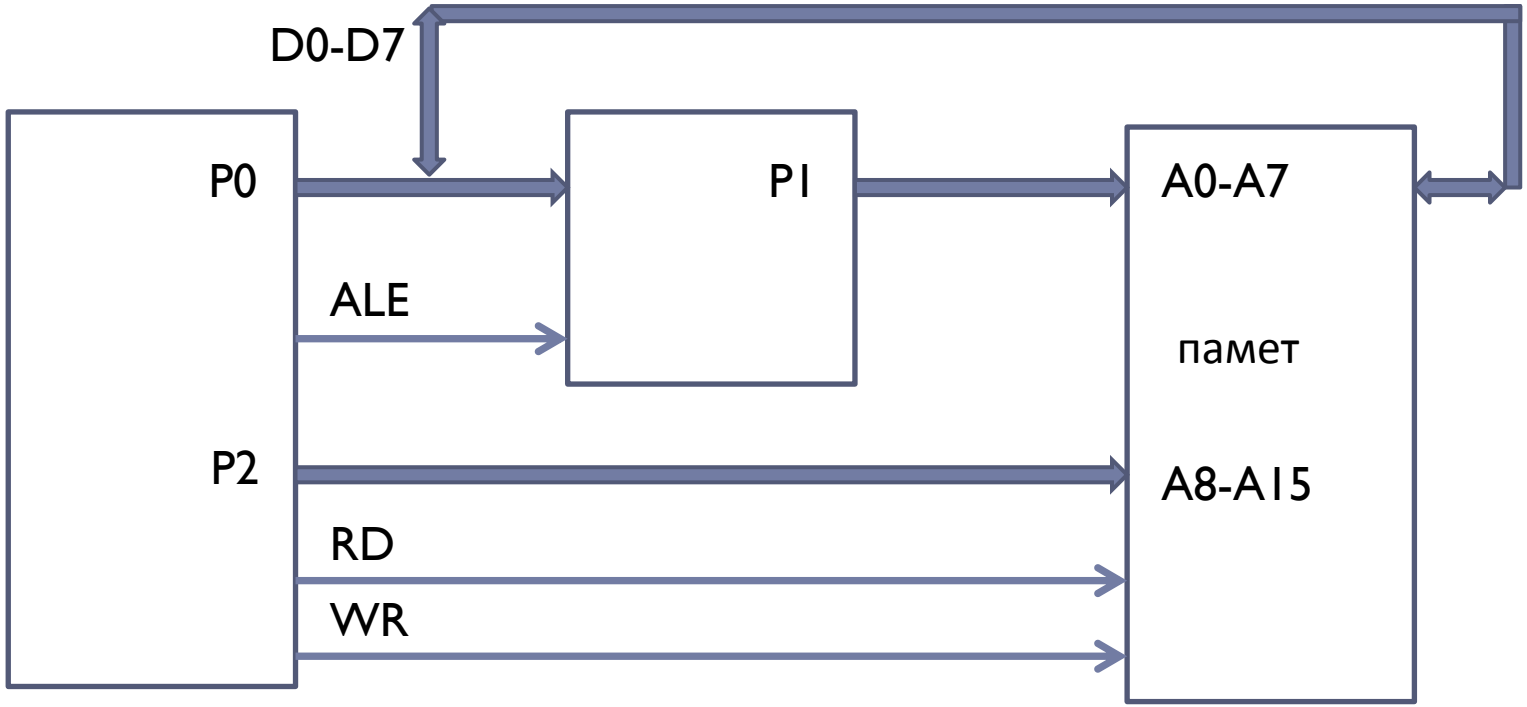
I8051

- Режими

Едночипов режим	P0	P1	P2	P3
Разширен режим (използване на външна памет)	A0-A7 D0-D7		A8-A15	*
Режим на програмиране на вътрешната програмна памет	D0-D7	A0-A7	A8-A15	*

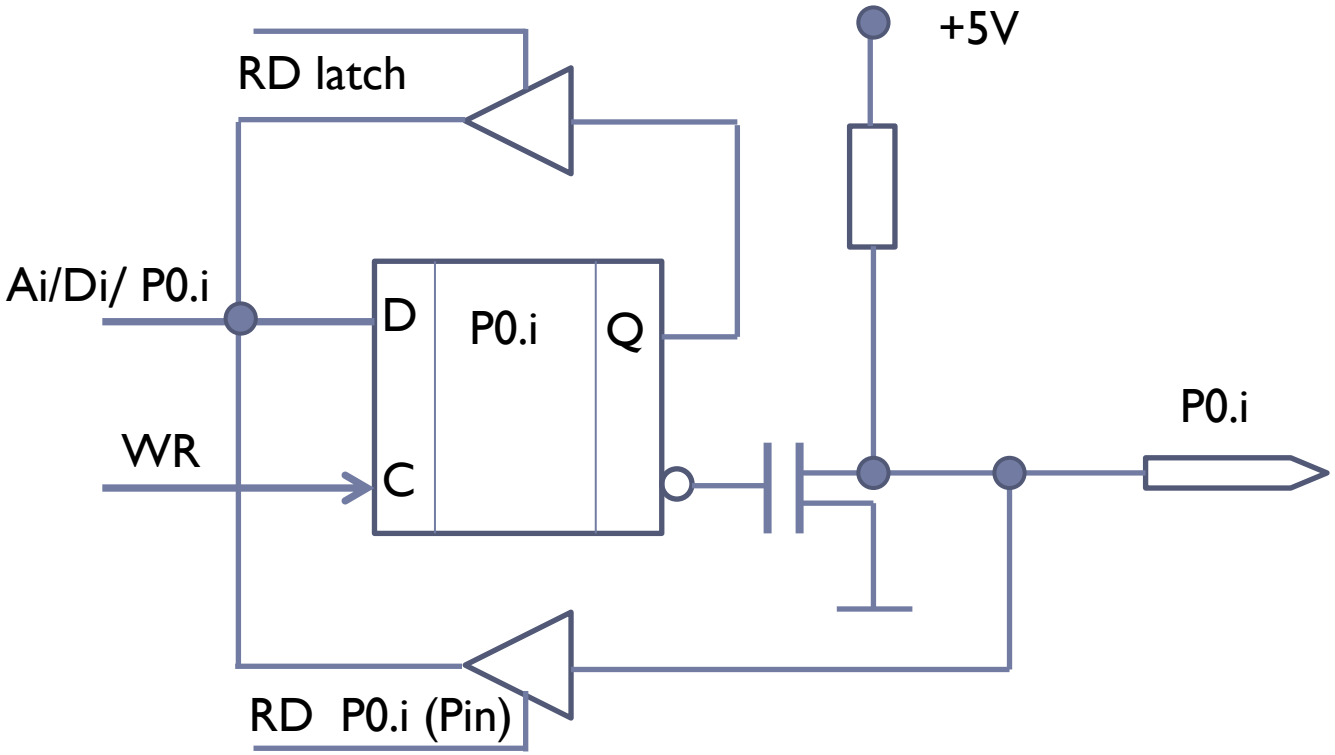
I8051

- Изводи/сигнали
- ALE (Address Latch Enable)



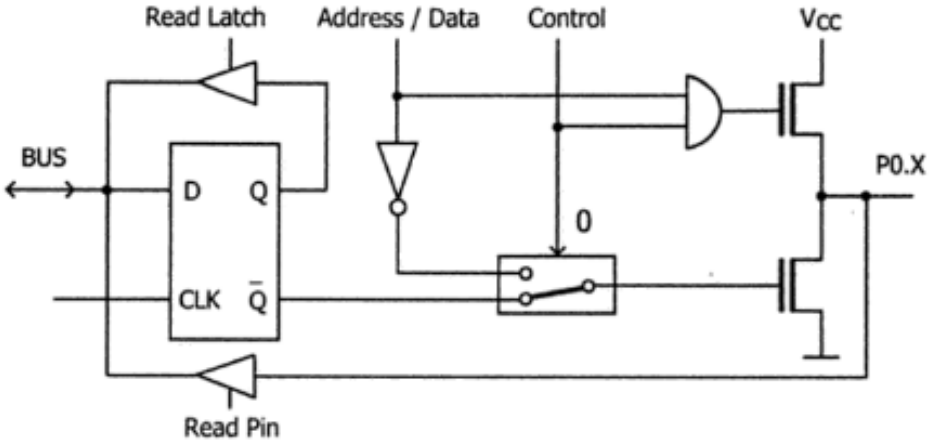
I8051

- Изводи/сигнали
- Входно-изходни портове



I8051

- Изводи/сигнали
- Входно-изходни пинове на порт 0

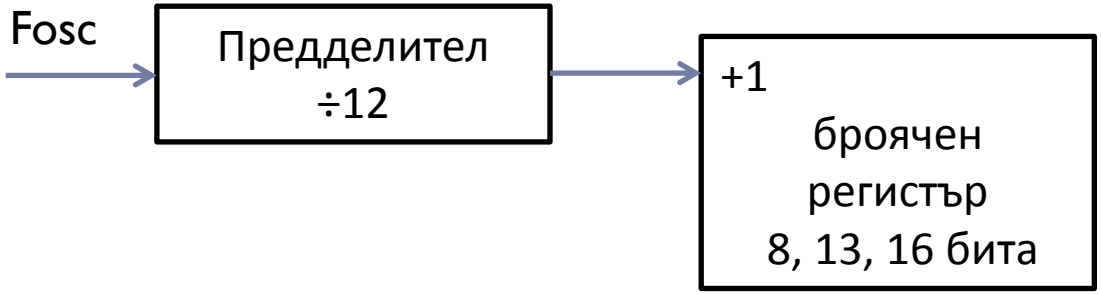


Action	Control	Latch	Pin
Input	0	FF	Input data
	0	FF (by CPU)	D0 - D7
Output	0	Output data 1 0	OFF (pull-ups required) Output data 0
	1	FF (by CPU)	A0 - A7 / D0 - D7

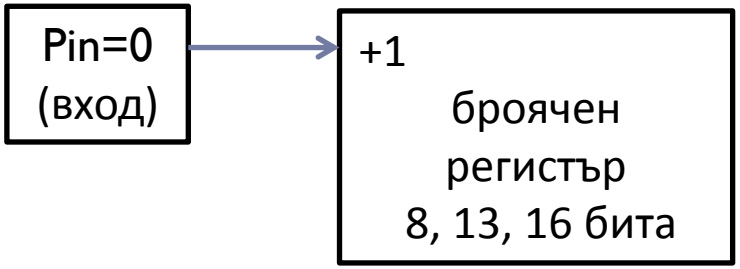
I8051

- Таймер-броячи - два, 16-разрядни

Таймер



Брояч



I8051

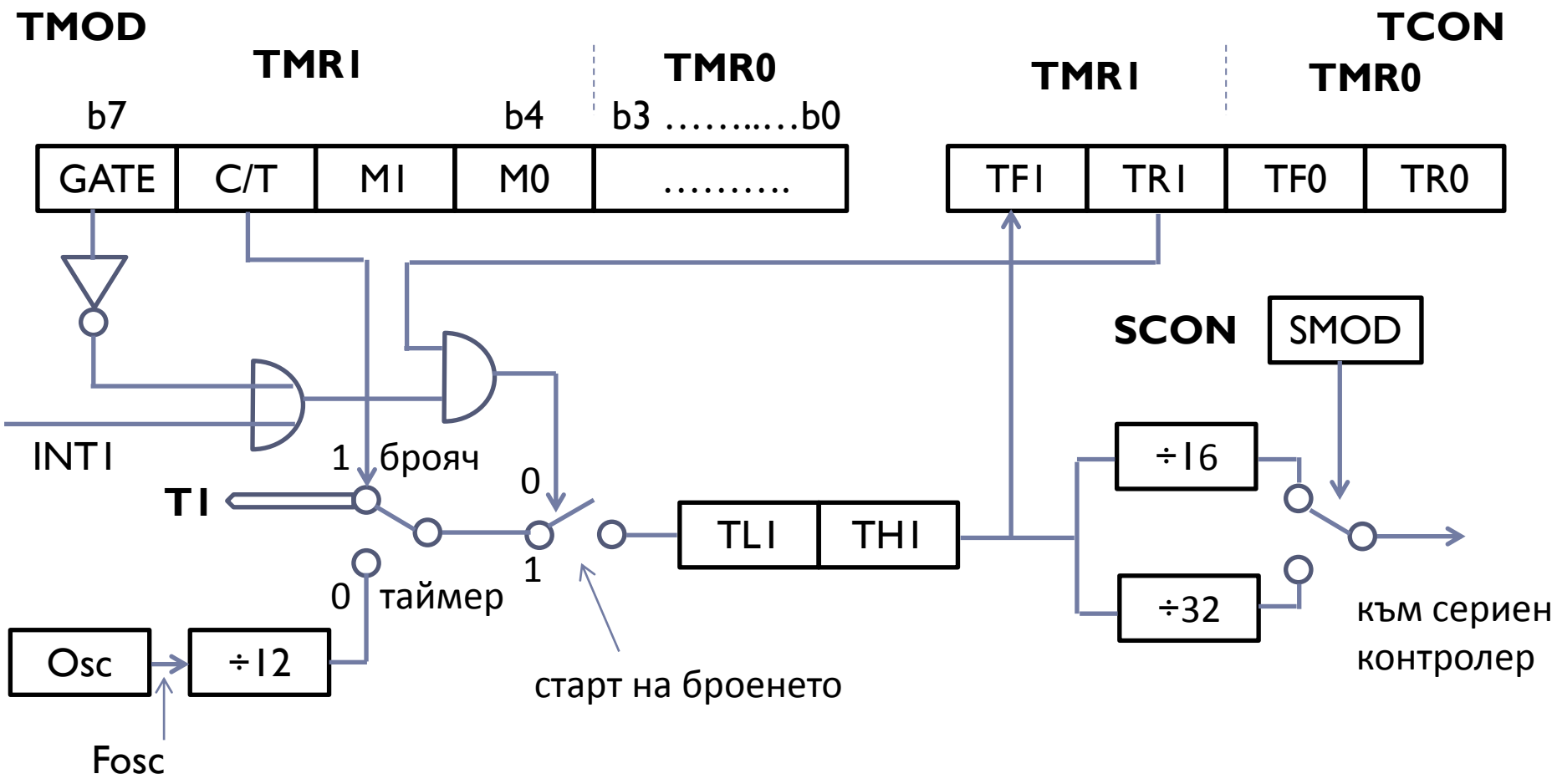
- Таймер-броячи - регистри:
  - Броячни – двубайтови

  TL0 (младши) и TH0 (старши)

  TL1 (младши) и TH1 (старши)
  - Управляващи:
    - ✓ TMOD – регистър за режима
    - ✓ TCON – управляващ регистър
    - ✓ PCON – управляващ регистър (за управление на захранването)

I8051

- Таймер-броячи - регистри:

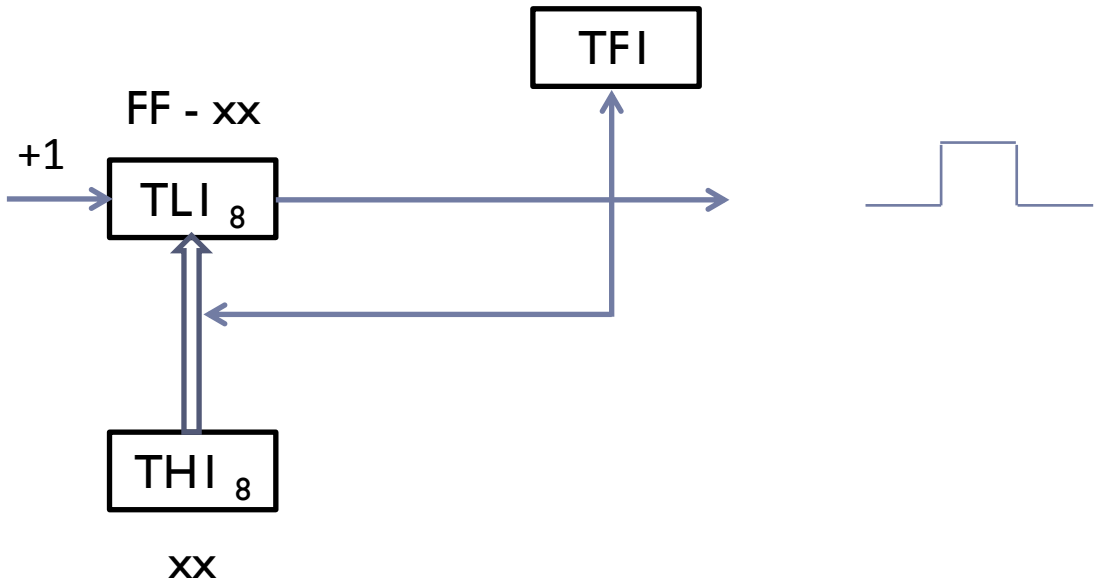


I8051

- Таймер-броячи - режими на работа:
  - Режим 0:
    - ✓ схемата е същата
    - ✓ TL1 – 5 бита; TH1 – 8 бита, т. е. 13-битов броячен регистър
  - Режим 1:
    - ✓ схемата е същата
    - ✓ TL1 – 8 бита; TH1 – 8 бита, т. е. 16-битов броячен регистър

I8051

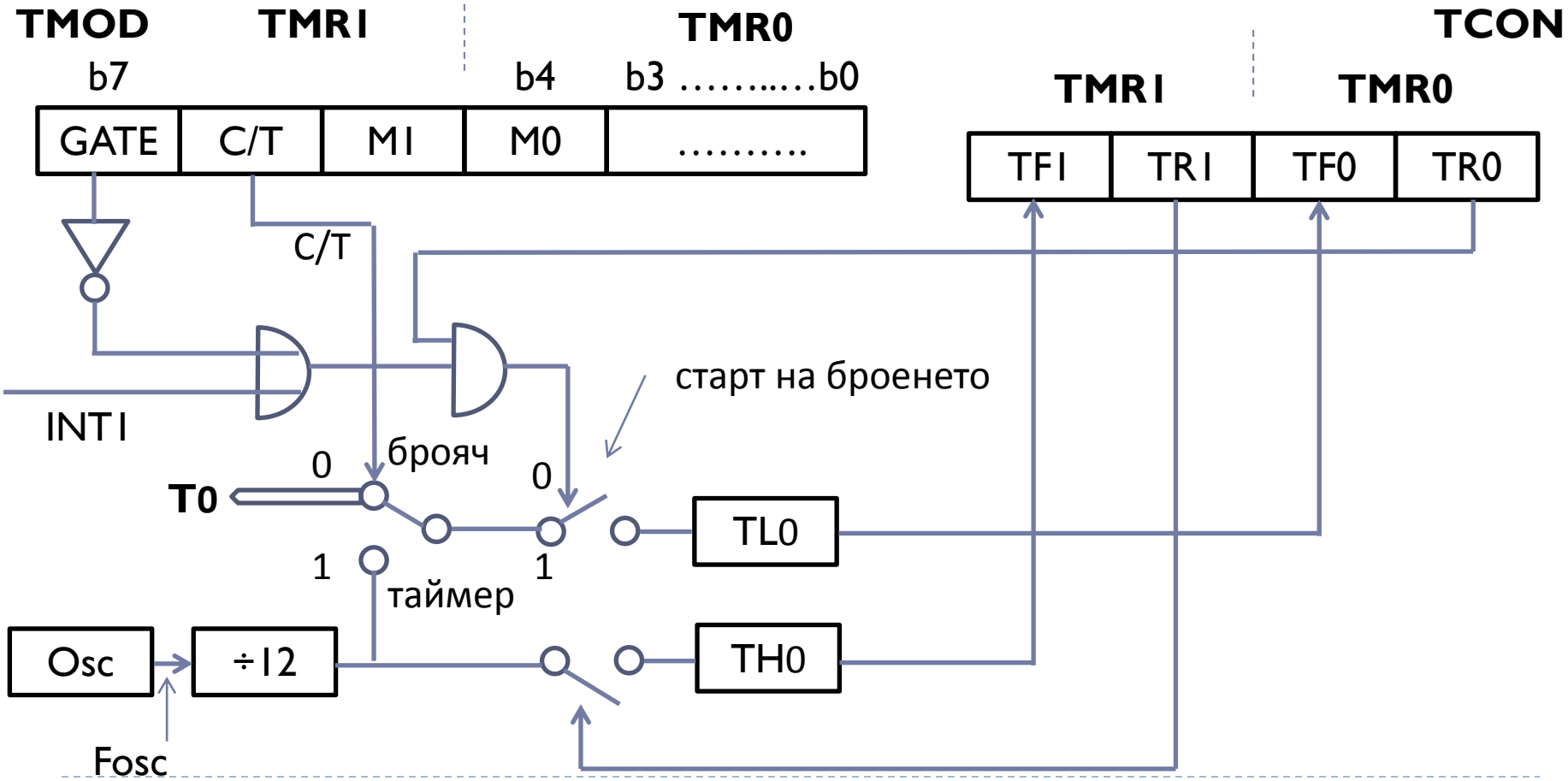
- Таймер-броячи - режими на работа:
  - Режим 2:



I8051

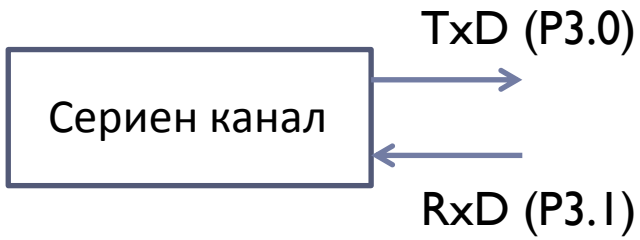
- Таймер-броячи - режими на работа:

Режим 3



I8051

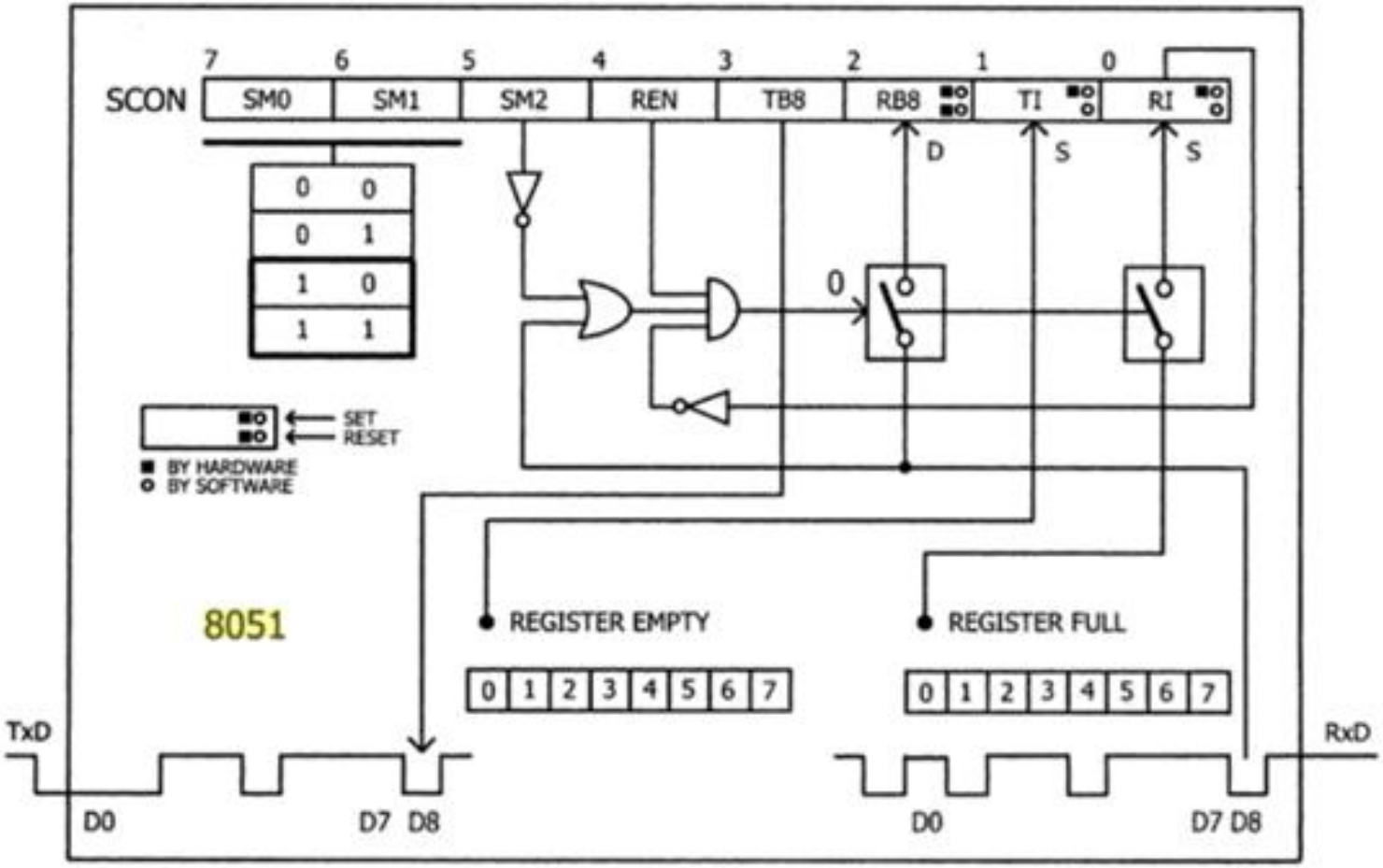
- Сериен канал
  - Пълен дуплекс при асинхронно предаване



  - Полудуплекс при синхронно предаване

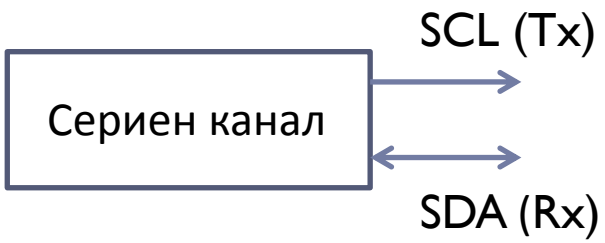
I8051

- Сериен канал
  - Управляващ регистър SCON



I8051

- Сериен канал
  - Режим 0 - синхронен режим



SCL (Tx) = Fosc/12

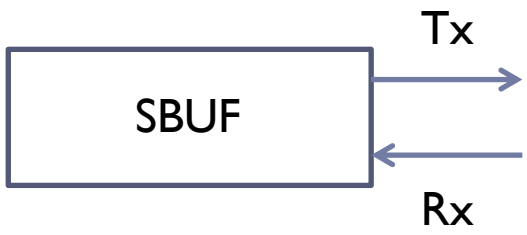
Предаване – активира се при запис на данни в SBUF.

Приемане – активира се при

$$REN.\overline{RI} = 1$$

I8051

- Сериен канал
  - Режим 1 - асинхронен режим, пълен дуплекс



Формат на данните: старт, 8 даннови (младшия напред), 1 стоп

Предаване – активира се при запис на данни в SBUF.

Приемане (прехвърляне на данните от входния изместващ регистър в SBUF) – активира се при

$$\overline{RI}.\left(\overline{SM2}+STOP\right)=1$$

I8051

- Сериен канал
  - Режим 2 - асинхронен режим, пълен дуплекс

Формат на данните: старт, 8 даннови (младшия напред), девети бит (b8), 1 стоп

Тактова честота Fosc/64 или Fosc/32

Предаване – активира се при запис на данни в SBUF.

Приемане – активира се при

$$\overline{RI}.\left(\overline{SM2}+STOP\right)=1$$

  - Режим 3 – като режим 2, но тактовата честота се определя от таймер 1

I8051

- Сериен канал - определяне скоростта на обмен

Serial port	Mode 0			$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{OSC}}{12}$
	Mode 1	Timer 1	Mode 0	$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{OSC}}{12.2^{13}(32-16\text{PCON}.7)}$
			Mode 1	$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{OSC}}{12.2^{16}(32-16\text{PCON}.7)}$
			Mode 2	$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{OSC}}{12(256-\text{TH1})(32-16\text{PCON}.7)}$
	Mode 3	Counter 1	Mode 0	$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{T1}}{2^{13}(32-16\text{PCON}.7)}$
			Mode 1	$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{T1}}{2^{16}(32-16\text{PCON}.7)}$
			Mode 2	$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{T1}}{(256-\text{TH1})(32-16\text{PCON}.7)}$
	Mode 2			$\text{BAUD RATE} = \frac{f_{OSC}}{64-32\text{PCON}.7}$

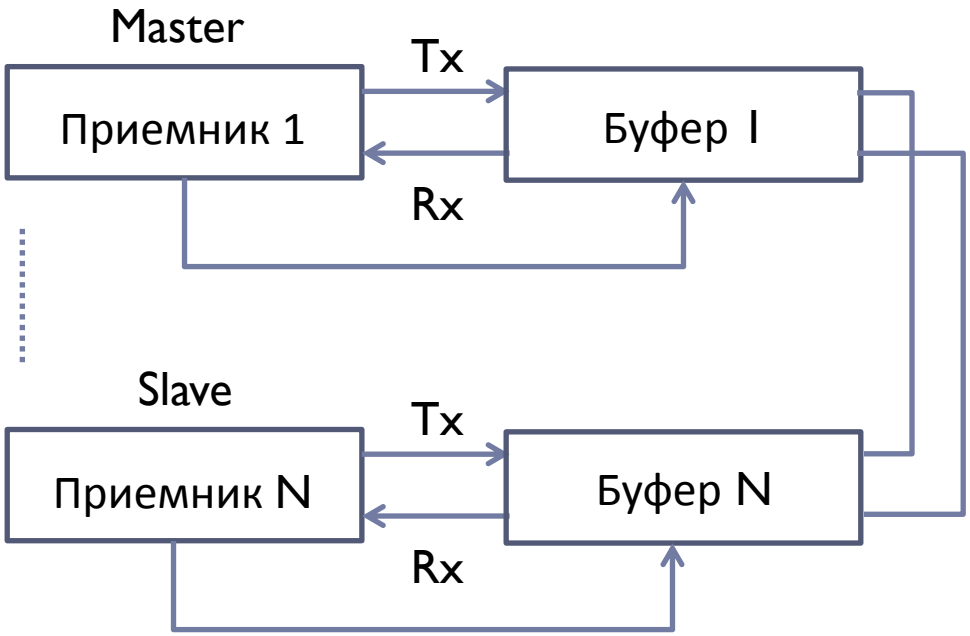
I8051

- Сериен канал - определяне скоростта на обмен

Baud rate	Serial port mode	Timer/Counter 1	Timer/Counter 1 mode	f_{OSC} (MHz)	SMOD PCON.7	TH1
1 Mbps	0	x	x	12	x	x
375 Kbps	2	x	x	12	1	x
62.5 Kbps	1, 3	timer	2	12	1	FF
19.2 Kbps	1, 3	timer	2	11.0592	1	FD
9.6 Kbps	1, 3	timer	2	11.0592	0	FD
4.8 Kbps	1, 3	timer	2	11.0592	0	FA
2.4 Kbps	1, 3	timer	2	11.0592	0	F4
1.2 Kbps	1, 3	timer	2	11.0592	0	E8
110 bps	1, 3	timer	1	12	0	FEEB

I8051

- Сериен канал
  - Обмен при мултипроцесорни системи



Условие за обмен:

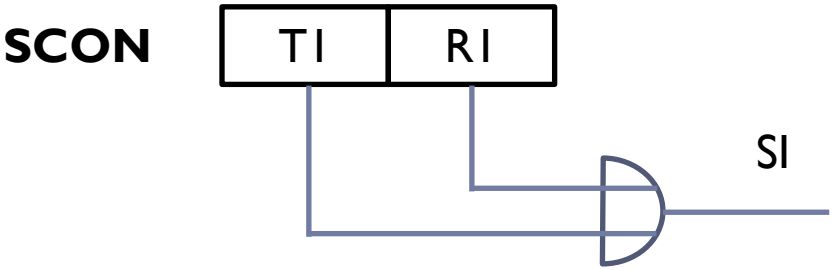
$$\overline{RI}.\left(\overline{SM2}+b8\right)=1$$

I8051

- Сериен канал
  - Обмен при мултипроцесорни системи – процедура
    1. Всички Slave устройства установяват SM2=1.
    2. Master устройството изпраща адреса на подчиненото устройство, като установява b8=1. Всички Slave устройства приемат адреса, анализират го и устройството, чийто адрес съвпада с приетия, е избраното устройство.
    3. Избраното устройство установява SM2=0. По този начин само то може да обменя данни с главното устройство.
    4. Master устройството изпраща данни, като b8=0.

I8051

- Система за прекъсване:
  - Външни - INT0, INT1
  - Вътрешни:
    - ✓ от таймерите - TF0 и TF1
    - ✓ от серийния канал - SI



I8051

- Система за прекъсване:

					INT1		INT0	
TCON	TF1	-	TF0	-	IE1	IT1	IE0	IT0

IE	EA	-	-	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

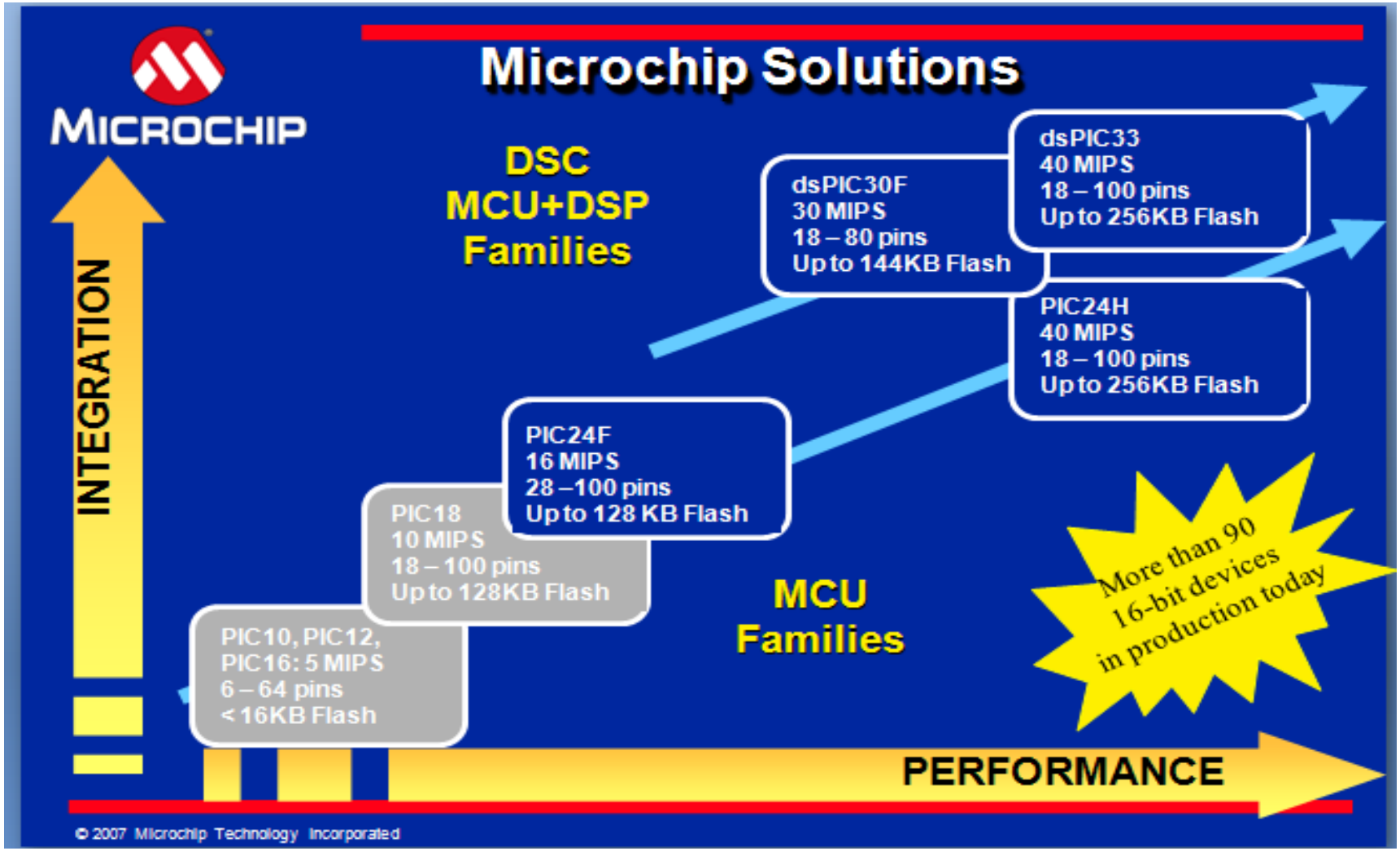
Общо разрешение
EA – всички флагове се управляват/четат поотделно

От серийния канал

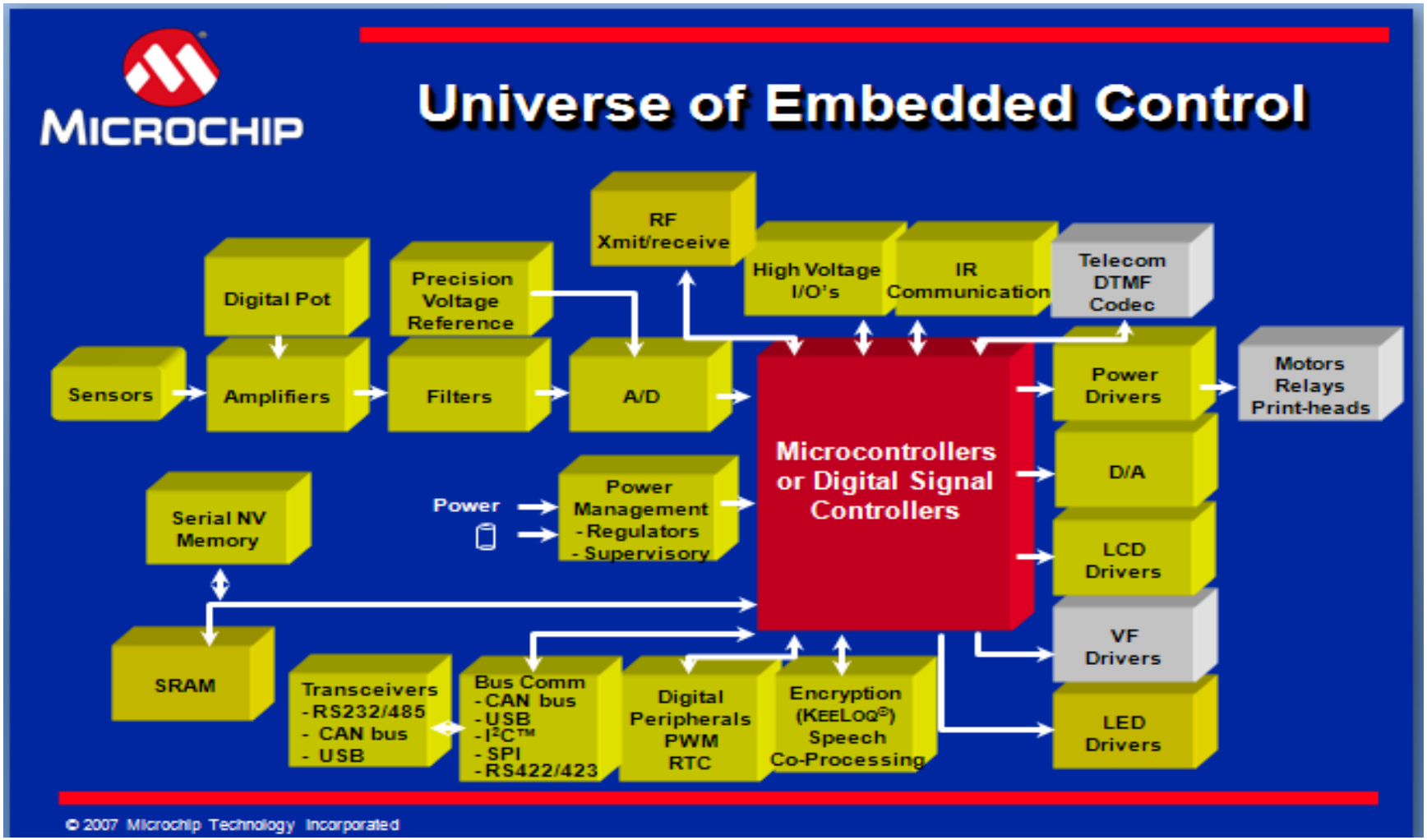
IP	-	-	-	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

1 – висок приоритет
0 – нисък приоритет

Микроконтролери Microchip



Платформа


MICROCHIP
Universe of Embedded Control
RF Xmit/receive
Digital Pot
Precision Voltage Reference
High Voltage I/O's
IR Communication
Telecom DTMF Codec
Sensors
Amplifiers
Filters
A/D
Microcontrollers or Digital Signal Controllers
Power Drivers
Motors Relays Print-heads
D/A
Serial NV Memory
Power
Power Management - Regulators - Supervisory
LCD Drivers
VF Drivers
SRAM
Transceivers - RS232/485 - CAN bus - USB
Bus Comm - CAN bus - USB - I²C™ - SPI - RS422/423
Digital Peripherals PWM RTC
Encryption (KEELOQ®) Speech Co-Processing
LED Drivers
© 2007 Microchip Technology Incorporated

Фамилия PIC24F16KL402

- Състав на фамилията:
  - PIC24F04KL100
  - PIC24F08KL200
  - PIC24F08KL301
  - PIC24F08KL401
  - PIC24F08KL402
  - PIC24F04KL101
  - PIC24F08KL201
  - PIC24F08KL302
  - PIC24F16KL401
  - PIC24F16KL402

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

  ХАРВАРДСКА АРХИТЕКТУРА

  • 16-битова даннова шина

  24-битова адресна шина

  • Линейно адресиране до 12 Mbytes (програмно пространство) и 64 Kbytes (данни)

  • 16-елементен масив от работни регистри с вграден софтуерен стек

  • 17 x 17 хардуерен умножител за целочислена аритметика

  • Хардуерен делител за 32-битово на 16-битово деление

  • Набор от инструкции, който поддържа множество

  режими за адресиране и е оптимизиран за езици от високо ниво (например C)

  • Производителност до 16 MIPS

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

  ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ИКОНОМИЯ НА ЕНЕРГИЯ

  • Превключване «в полет» на часовника на устройството - Часовникът на устройството

  може да се превключва софтуерно към източник от таймер1 или към вътрешен ТГ с ниска мощност по време на работа, позволявайки пестене на енергия.

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

  ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ИКОНОМИЯ НА ЕНЕРГИЯ

  - Работа в режим "Дозиране" - когато се изпълняват чувствителни към времето приложения (например серийни комуникации, които изискват непрекъсната работа на периферните устройства), тактовата честота на процесора може да бъде намалена селективно, което позволява постепенно намаляване на мощността без загуба на синхронизация.

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

  ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ИКОНОМИЯ НА ЕНЕРГИЯ

  - Режими за пестене на енергия, базирани на команди - микроконтролерът може да преустанови всички операции или избирателно да затвори ядрото си, докато напуска активните периферни устройства.

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

ОПЦИИ НА ТАКТОВИЯ ГЕНЕРАТОР И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Пет различни опции на тактов генератор:

- Два режима, използващи външни кристални осцилатори.
- Два режима на външен часовник, предлагащи опция за изход с разделена на 2 честота.
- Два бързи вътрешни осцилатора: един с 8MHz изход, а другият с 500 kHz. Тези честоти също могат да бъдат разделени софтуерно за получаване на честоти от 31 kHz или 2 kHz.

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

ОПЦИИ НА ТАКТОВИЯ ГЕНЕРАТОР И ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Умножител на честота, с фазов синхронизатор (PLL), достъпен за режимите на външния осцилатор и за 8 MHz FRC осцилатор, който позволява тактова честота до 32MHz.

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

ОПЦИИ НА ТАКТОВИЯ ГЕНЕРАТОР И ХАРАКТЕРИСТИКИ

• Отделен вътрешен RC осцилатор (LPRC) с фиксиран 31 kHz изход за приложения, които не са чувствителни към времето.

Осигурява стабилен референтен източник за Fail-Safe Clock Monitor (FSCM).

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

• **Комуникации:**

Модулът MSSP изпълнява както SPI, така и I^2C протоколи и поддържа и двата Master и Slave режими на работа за всеки.

Устройствата също така включват UARTs с вградени IrDA кодери / декодери.

Фамилия PIC24F16KL402

- Основни характеристики:

  • **Аналогови функции:**

  Определени членове от фамилията PIC24F16KL402 включват 10-битов A/D преобразувател.

Фамилия PIC24F16KL402

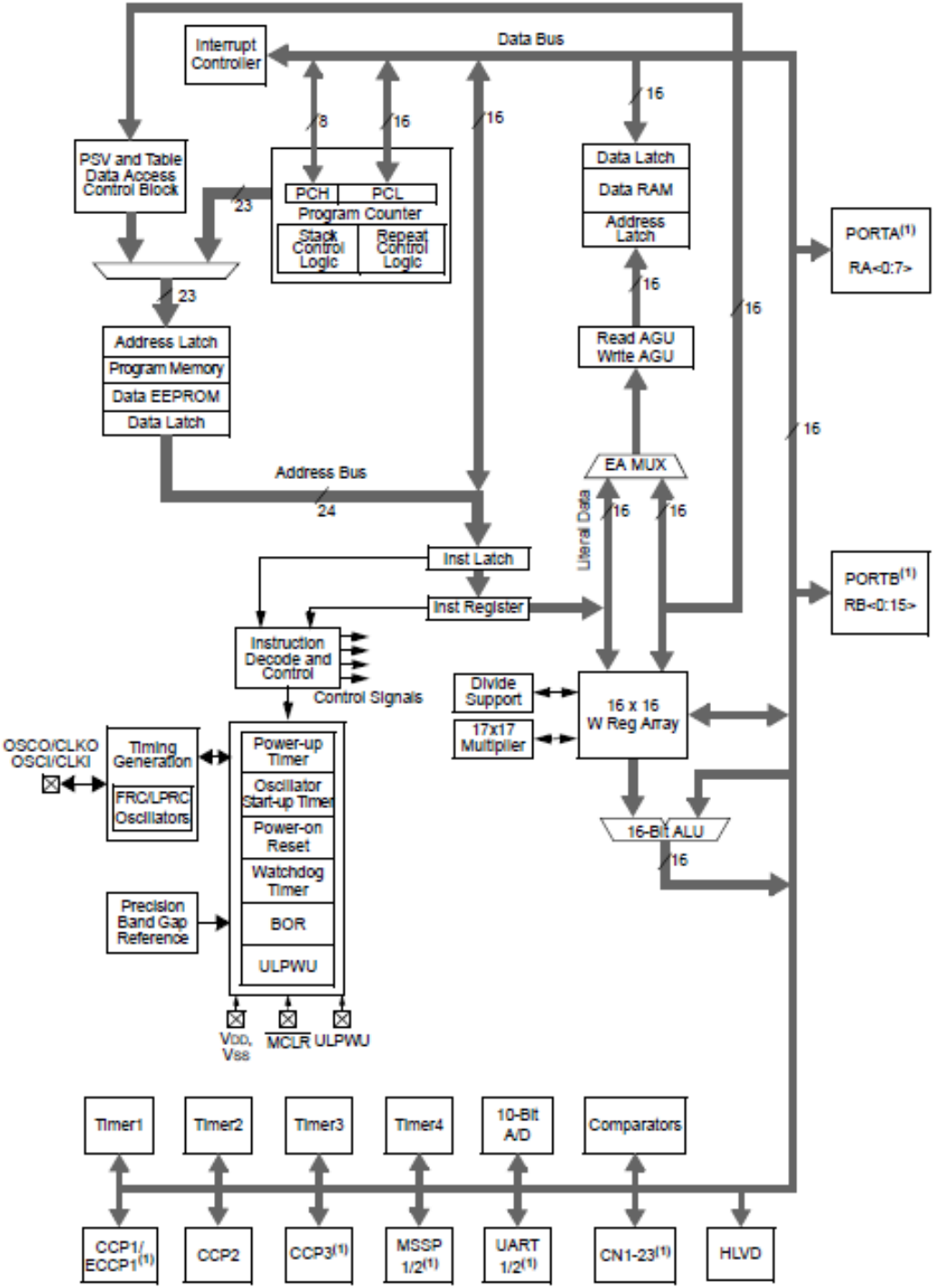
- **Основни характеристики**

Features	PIC24F16KL402	PIC24F08KL402	PIC24F08KL302	PIC24F16KL401	PIC24F08KL401	PIC24F08KL301
Operating Frequency	DC – 32 MHz					
Program Memory (bytes)	16K	8K	8K	16K	8K	8K
Program Memory (instructions)	5632	2816	2816	5632	2816	2816
Data Memory (bytes)	1024	1024	1024	1024	1024	1024
Data EEPROM Memory (bytes)	512	512	256	512	512	256
Interrupt Sources (soft vectors/NMI traps)	31 (27/4)	31 (27/4)	30 (26/4)	31 (27/4)	31 (27/4)	30 (26/4)
I/O Ports	PORTA<7:0> PORTB<15:0>			PORTA<6:0> PORTB<15:12,9:7,4,2:0>		
Total I/O Pins	24			18		
Timers (8/16-bit)	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
Capture/Compare/PWM modules:						
Total	3	3	3	3	3	3
Enhanced CCP	1	1	1	1	1	1
Input Change Notification Interrupt	23	23	23	17	17	17
Serial Communications:						
UART	2	2	2	2	2	2
MSSP	2	2	2	2	2	2
10-Bit Analog-to-Digital Module (input channels)	12	12	—	12	12	—
Analog Comparators	2	2	2	2	2	2
Resets (and delays)	POR, BOR, RESET Instruction, $\overline{\text{MCLR}}$, WDT, Illegal Opcode, REPEAT Instruction, Hardware Traps, Configuration Word Mismatch (PWRT, OST, PLL Lock)					
Instruction Set	76 Base Instructions, Multiple Addressing Mode Variations					

Фамилия PIC24F16KL402

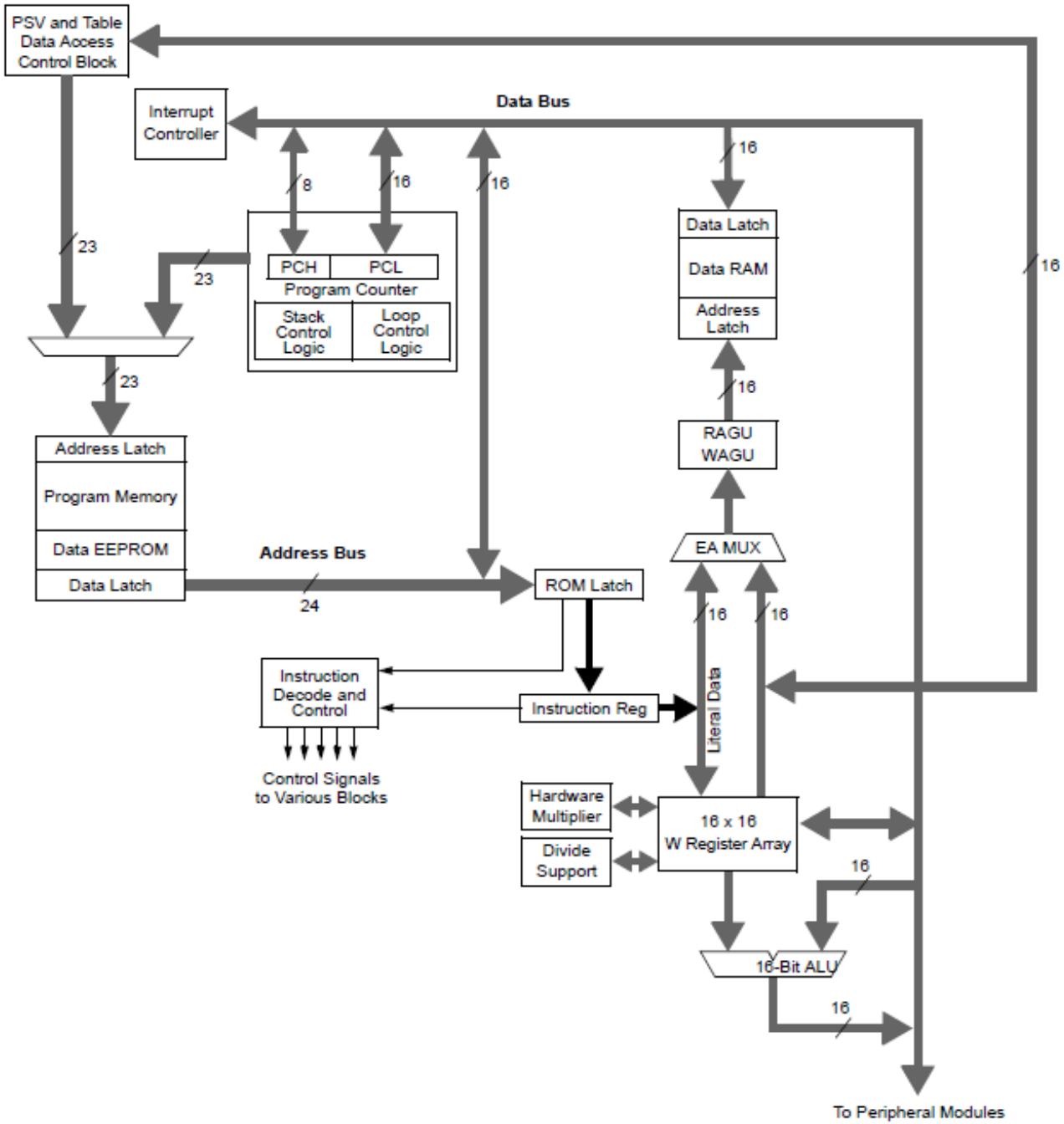
Блокова схема и изводи

- AN0 – AN15 – Аналогови входове
- ASCL1 –I2C Clock Input/Output
- ASDA1 - I2C Data Input/Output
- AVDD - ANA захранване на аналоговите модули
- AVSS - ANA Заземяване за аналоговите модули
- CCP1 до CCP3 – вход за прихващане/сравнение и PWM изход
- C1, C2 – аналогови компаратори със съответните им входове и изходи
- CLK I - ANA Главен такт / вход
- CLKO — Системен такт / изход



Фамилия PIC24F16KL402

- Блокова схема на процесора



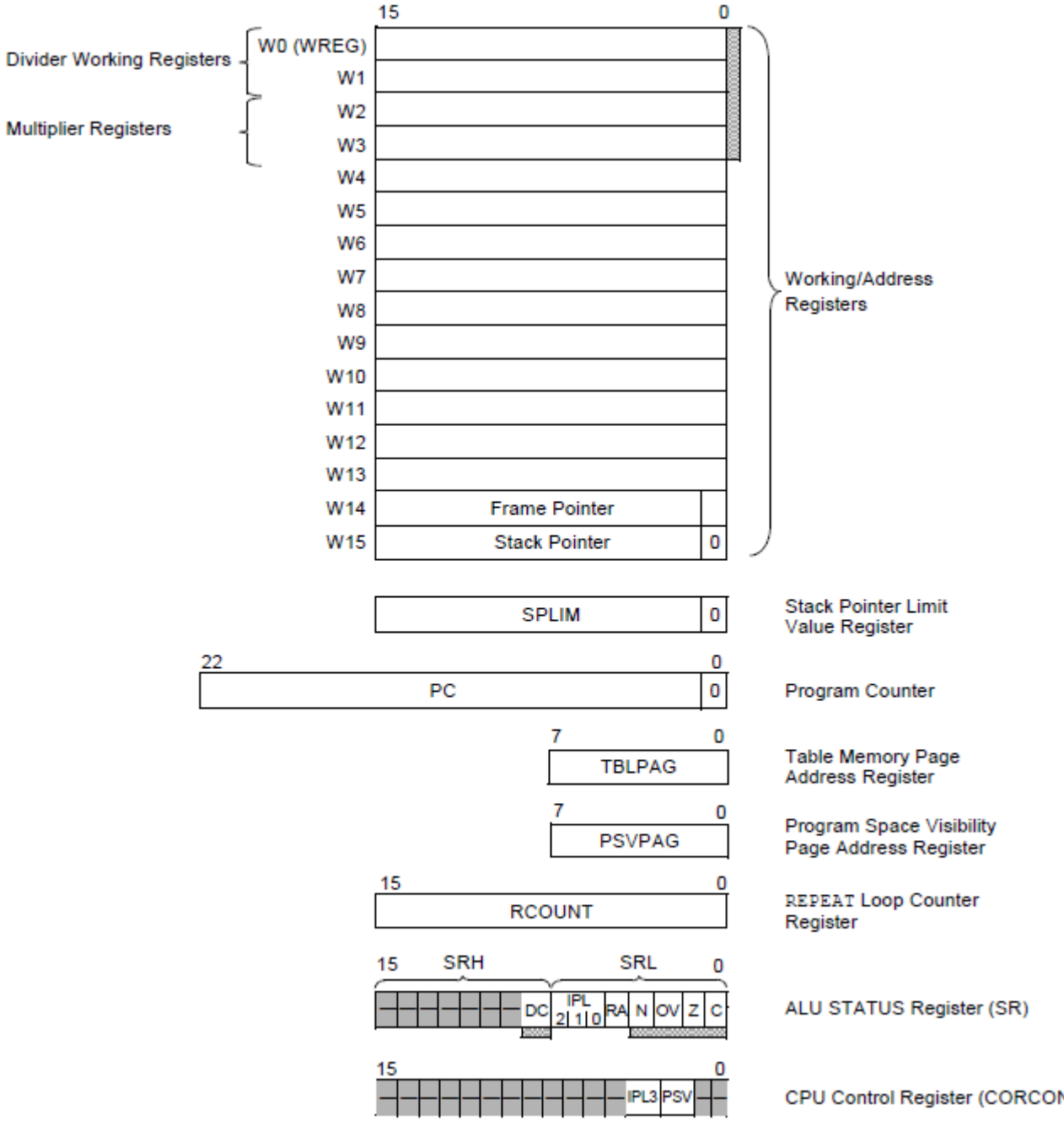
Фамилия PIC24F16KL402

- Регистри на процесора

Register(s) Name	Description
W0 through W15	Working Register Array
PC	23-Bit Program Counter
SR	ALU STATUS Register
SPLIM	Stack Pointer Limit Value Register
TBLPAG	Table Memory Page Address Register
PSVPAG	Program Space Visibility Page Address Register
RCOUNT	REPEAT Loop Counter Register
CORCON	CPU Control Register

Фамилия PIC24F16KL402

- Програмно достъпни регистри



I80xx; PIC24F16KL402 FAMILY

Литература

- https://books.google.bg/books?id=8gOpXp7K8-QC&pg=PA220&lpg=PA220&dq=%D1%84%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%8F+8051&source=bl&ots=0b9EwhxCIg&sig=P0eEWb5YXJjraZk1eWKg0O4pYF4&hl=bg&sa=X&ved=0ahUKEwinsdDR54bVAhVhIMAKHTYJA98Q6AEIJTAA#v=onepage&q=%D1%84%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%8F%208051&f=false
- http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/30001037c.pdf