

# *80C51*

## *Parte 1*

# O microcontrolador 80C51

 O 80C51 é membro da família MCS-51, e constitui o núcleo de todos os dispositivos MCS-51

 É um sistema de um *chip* único, que além do microprocessador de 8 bits pode conter:

- . Memória de Programa e Memória de Dados
- . Portas de I/O
- . Comunicação Serial
- . Contadores/ “Timers”
- . Lógica para Controle de Interrupção
- . Conversores A/D e D/A
- . etc ...

 O microprocessador de 8 bits é otimizado para aplicações de controle

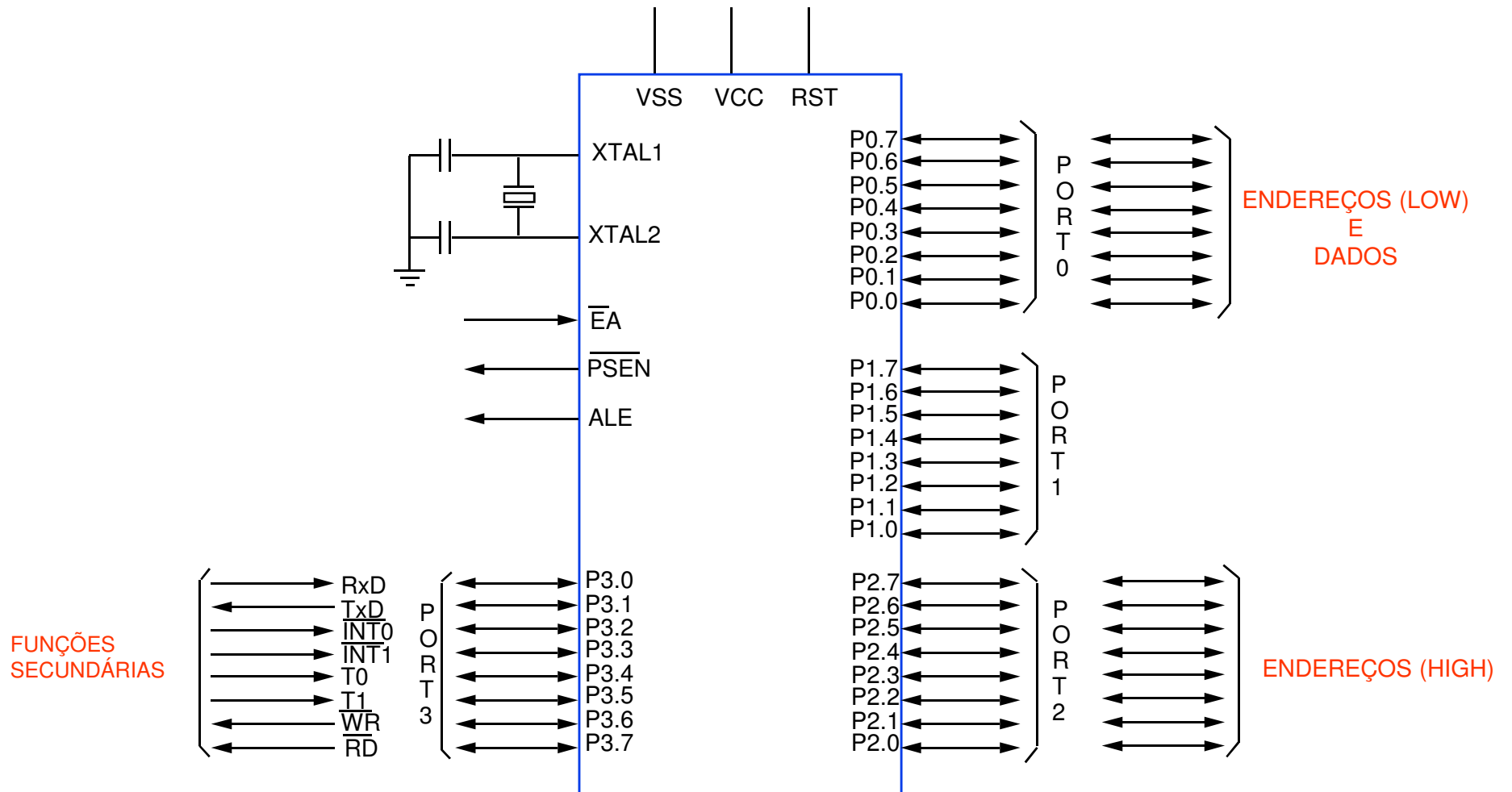
## Características do 80C51

- Duto de dados e ULA de 8 bits
- Interfaceamento fácil
- Versões disponíveis de 12 a 30 MHz  
( instruções de um ciclo, de 1  $\mu$ sec a 400 ns ).
- O conjunto de instruções inclui:  
Multiplicação e Divisão  
*Bit set, reset, e test* ( Instruções Booleanas).
- Diversos modos de endereçamento.

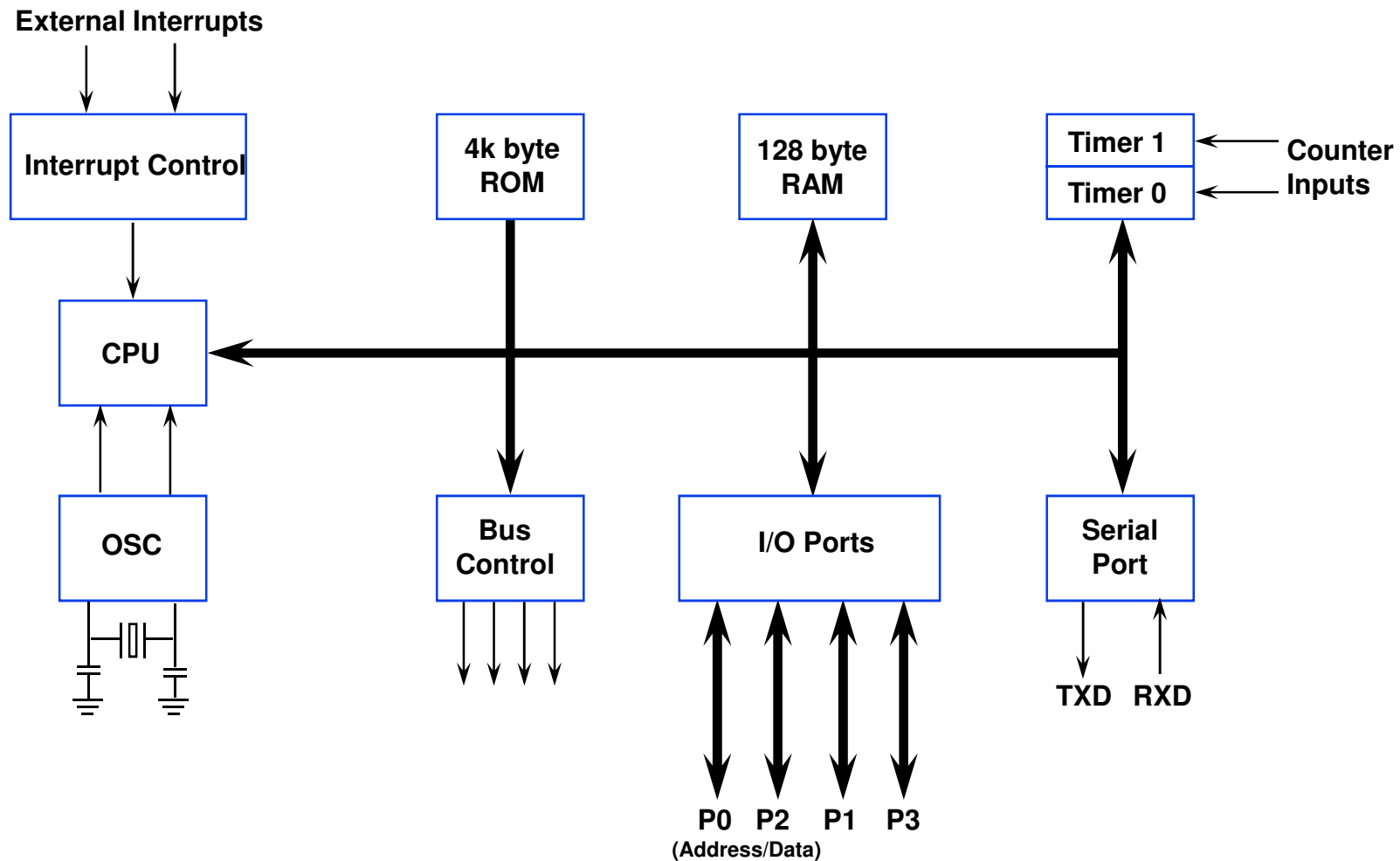
## Características do 80C51 (continuação)

- ROM de 4K X 8 - Memória de Programa.
- RAM de 128 x 8 - Memória de Dados.
- Registradores de funções especiais.
  
- Porta Serial
  
  
- 32 linhas de I/O .
  
  
- Dois contadores/*Timers* de 16 bits.

# Configuração dos pinos do 80C51



## Diagrama em Blocos do 80C51



## Espaço para Endereçamento

- espaço para endereçamento de até 64Kx8 de ROM - Memória de Programa
- espaço para endereçamento de até 64Kx8 de RAM - Memória externa de dados.
- RAM de 256 x 8 RAM - Memória interna de dados.
- SFRs de 128 x 8 : Special Function Registers .
- Endereçamento por bit em 16 posições da RAM e 16 SFRs.

## Memória de Programa

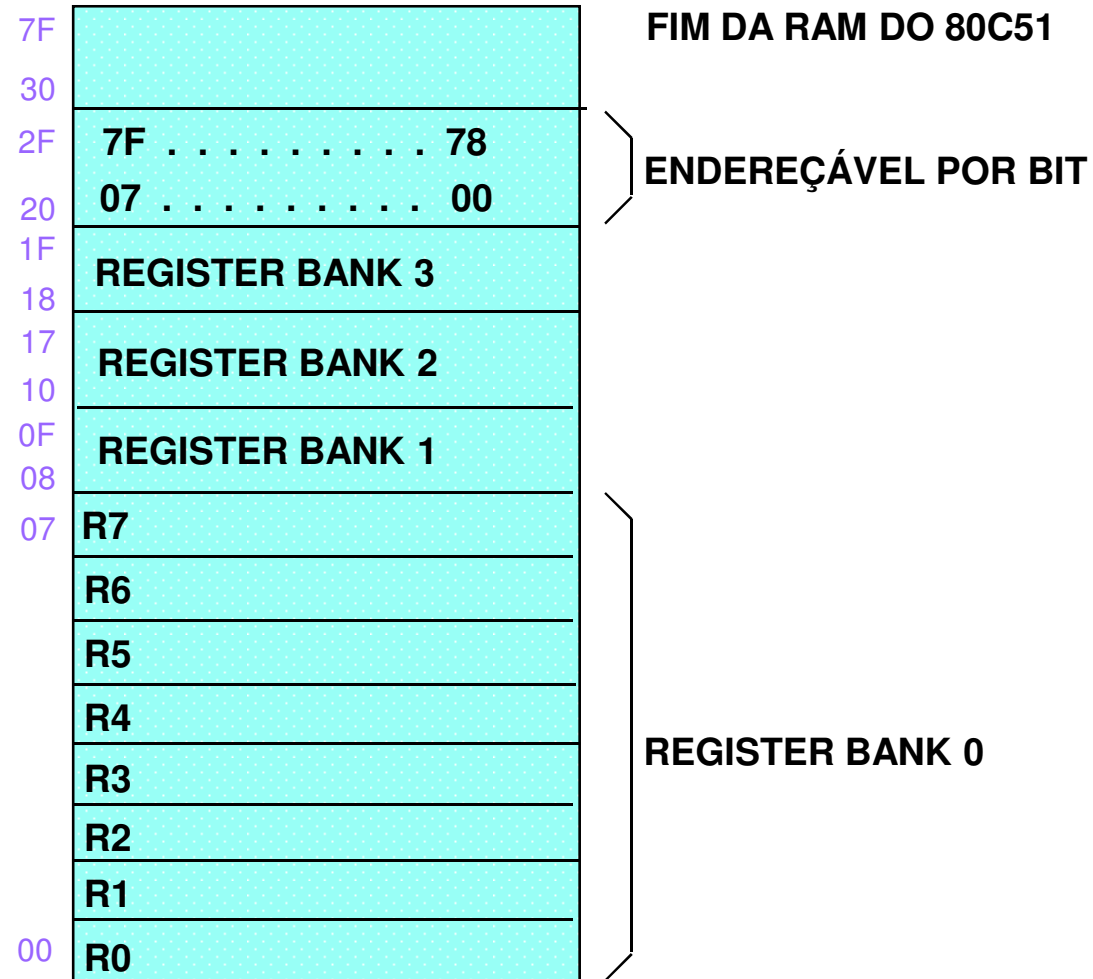
- Contador de Programa (PC) de 16 bits
- Ponteiro de Dados (DPTR) de 16 bits.
- endereçamento relativo para acessar *look-up tables*:
  - PC + ACC (Move).
  - DPTR + ACC (Move and jump).
- pino EA em "0" torna inativa a ROM interna e habilita a memória de programa externa.



## Memória Interna de Dados

- faixa de endereço endereçável diretamente:  
00 a 7F hexadecimal.
- faixa de endereço endereçável indiretamente:  
00 a FF hexadecimal.
- espaço endereçável por bit:  
20 a 2F hexadecimal .
- quatro bancos de 8 registradores:  
00 a 1F hexadecimal.

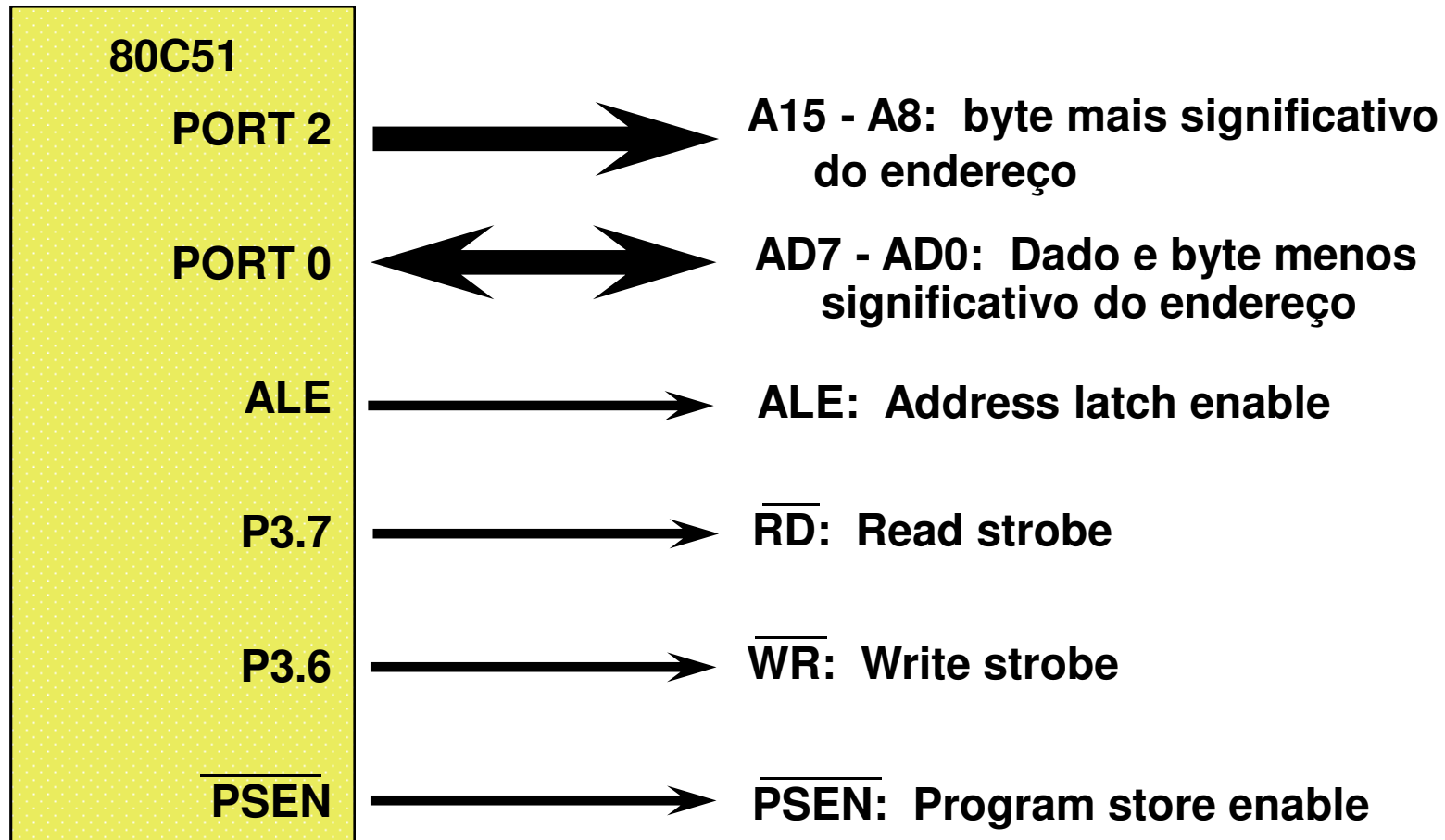
# Memória Interna de Dados



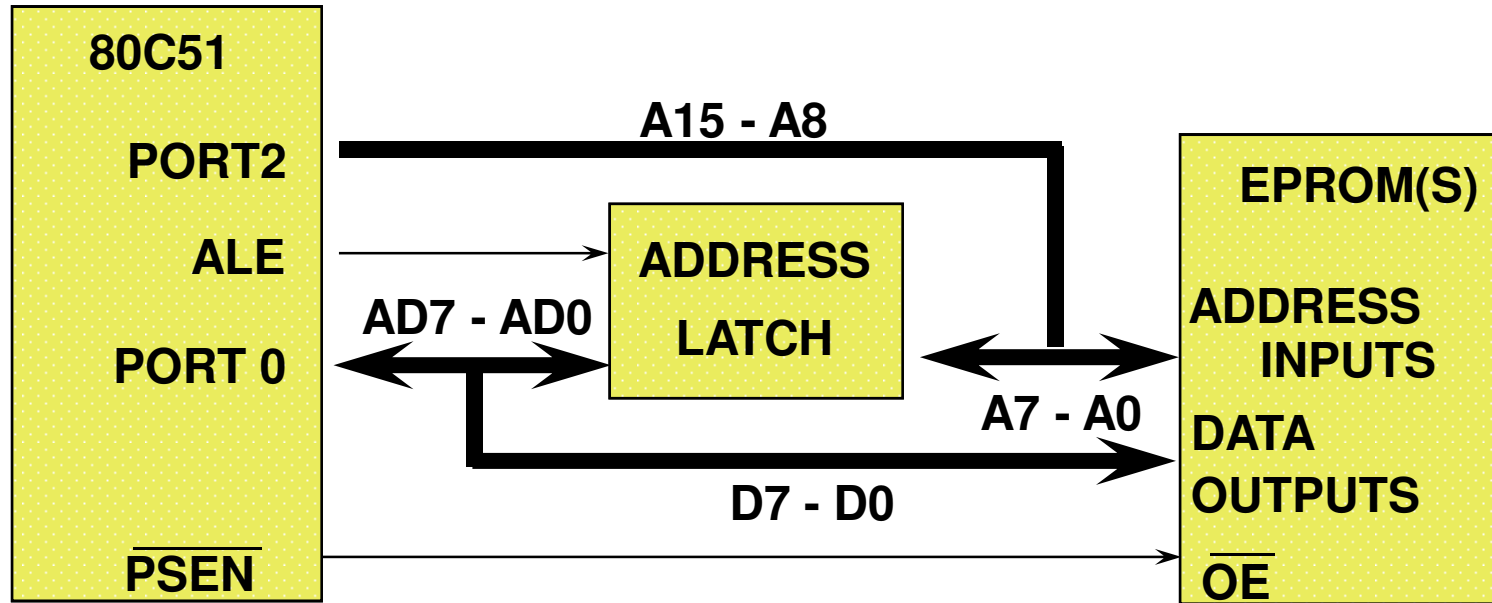
## Memória Externa de Dados

- endereçamento indireto através de R0 e R1, em segmentos de 256 bytes
- o espaço todo é indiretamente endereçável através do ponteiro de dados DPTR

## Expansão do Duto Externo

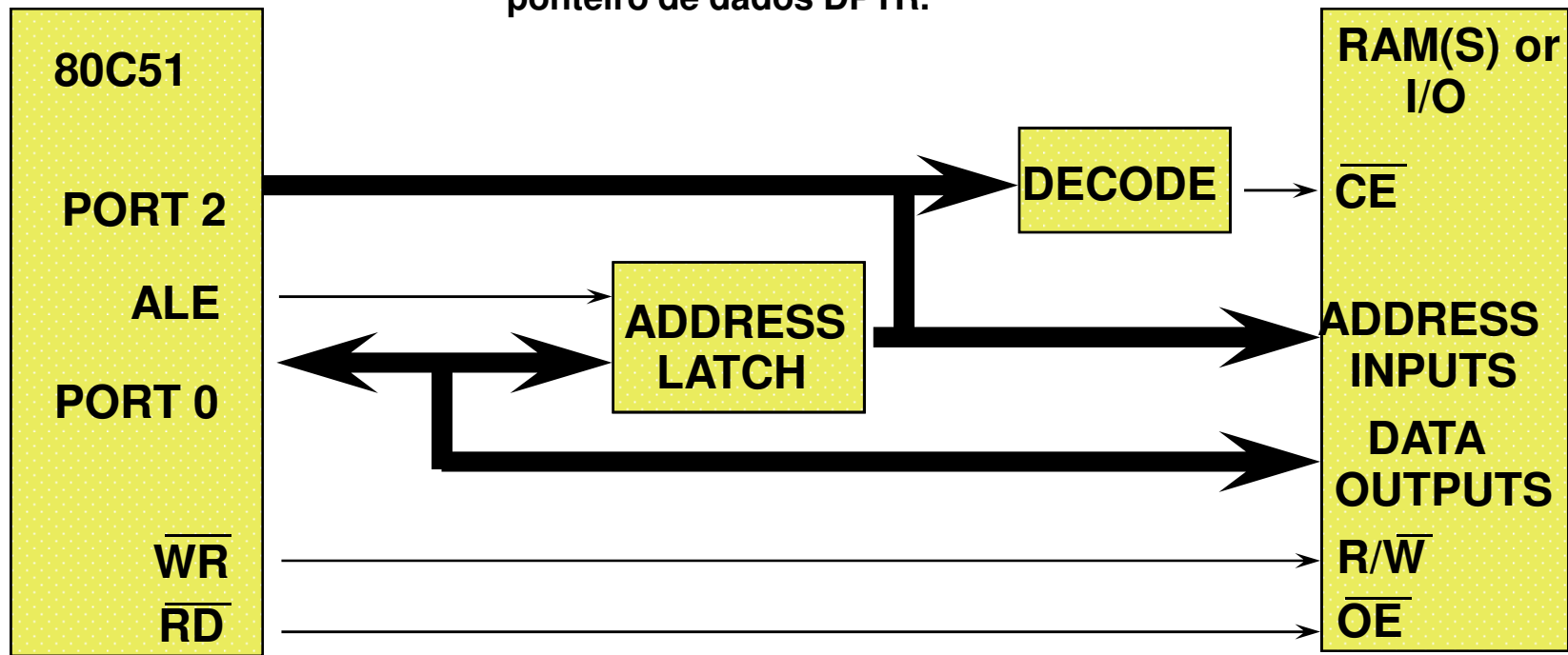


## Memória Externa de Programa



## Memória Externa de Dados

- espaço de endereço de 64K bytes
- endereçável indiretamente por R0 e R1, em segmentos de 256 bytes
- espaço todo é indiretamente endereçável pelo ponteiro de dados DPTR.



## Espaço de Endereço dos Registradores de Funções Especiais

- 80H a FFH, endereçável diretamente.
- 16 posições são endereçáveis por bit (aquelas terminando em 0 ou 8) :  
Set, Clear, AND, OR, MOV
- este espaço contém :
  - .. registradores da CPU para funções especiais.
  - .. registradores de controle de I/O.

# Mapa dos Registradores de Funções Especiais

endereçável por Bit

F8							
F0	<b>B</b>						
E8							
E0	<b>ACC</b>						
D8							
D0	<b>PSW</b>						
C8							
C0							
B8	<b>IP</b>						
B0	<b>P3</b>						
A8	<b>IE</b>						
A0	<b>P2</b>						
98	<b>SCON</b>	<b>SBUF</b>					
90	<b>P1</b>						
88	<b>TCON</b>	<b>TMOD</b>	<b>TL0</b>	<b>TL1</b>	<b>TH0</b>	<b>TH1</b>	
80	<b>P0</b>	<b>SP</b>	<b>DPH</b>	<b>DPL</b>			<b>PCON</b>



# Registadores de Funções Especiais

## registadores da CPU:

- ACC : Accumulator.
- B : registrador B.
- PSW : Program Status Word.
- SP : Stack Pointer.
- DPTR : Data Pointer (DPH, DPL).

## controle de interrupção:

- IE : Interrupt Enable.
- IP : Interrupt Priority.

## portas de I/O:

- P0 : Port 0.
- P1 : Port 1.
- P2 : Port 2.
- P3 : Port 3.

## Registadores de Funções Especiais (continuação)

### **timers:**

- TMOD : modo do Timer
- TCON : controle do Timer
- TH0 : byte + sign. do Timer 0
- TL0 : byte -sign do Timer 0
- TH1 : byte + sign. do Timer 1
- TL1 : byte - sign. do Timer1

### **comunicação serial :**

- SCON : Serial port control.
- SBUF : Serial data registers.

### **Outro:**

- PCON : Power control & misc.

## PSW : Program Status Word

<b>CY</b>	<b>AC</b>	<b>F0</b>	<b>RS1</b>	<b>RS0</b>	<b>OV</b>	<b>----</b>	<b>P</b>
-----------	-----------	-----------	------------	------------	-----------	-------------	----------

- **CY** : Carry Flag.
- **AC** : Auxiliary Carry Flag.
- **F0** : Flag 0 (available for user).
- **RS1** : Register Select 1.
- **RS0** : Register Select 0.
- **OV** : Arithmetic Overflow Flag.
- **P** : Accumulator Parity Flag.

<b>RS1</b>	<b>RS0</b>	<b>Register Bank</b>	<b>Address</b>
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>00h - 07h</b>
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>08h - 0Fh</b>
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>10h - 17h</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>18h - 1Fh</b>

## Contadores / Timers

- Dois Contadores/*Timers* de 16 bits

contadores no modo crescente podem causar interrupção na ocorrência de overflow

- Contadores:

- . ciclos da CPU (cristal/12).

- . entrada externa (max. metade da taxa da CPU).

- 4 modos de operação.

## Modos do Timer

### - Modo 0 :

Emula contador/*timer* (13 bits) do 8048 contador de 8-bits (TL0 or TL1).

*prescaler* de 5 bits (TH0 or TH1).

### - Mode 1 :

contador de 16-bits.

### - Mode 2 :

. 8-bits *auto-reload*.

. contador em TL0 ou TL1.

. valor a ser carregado em TH0 ou TH1.

. gera um flag periódico ou interrupção.

## Modos do *Timer* (continuação)

### - Modo 3 :

Separa o *timer 0* em 2 contadores/*timers* de 8-bits.

O primeiro contador (TL0) opera como modo 0, sem *prescaler*.

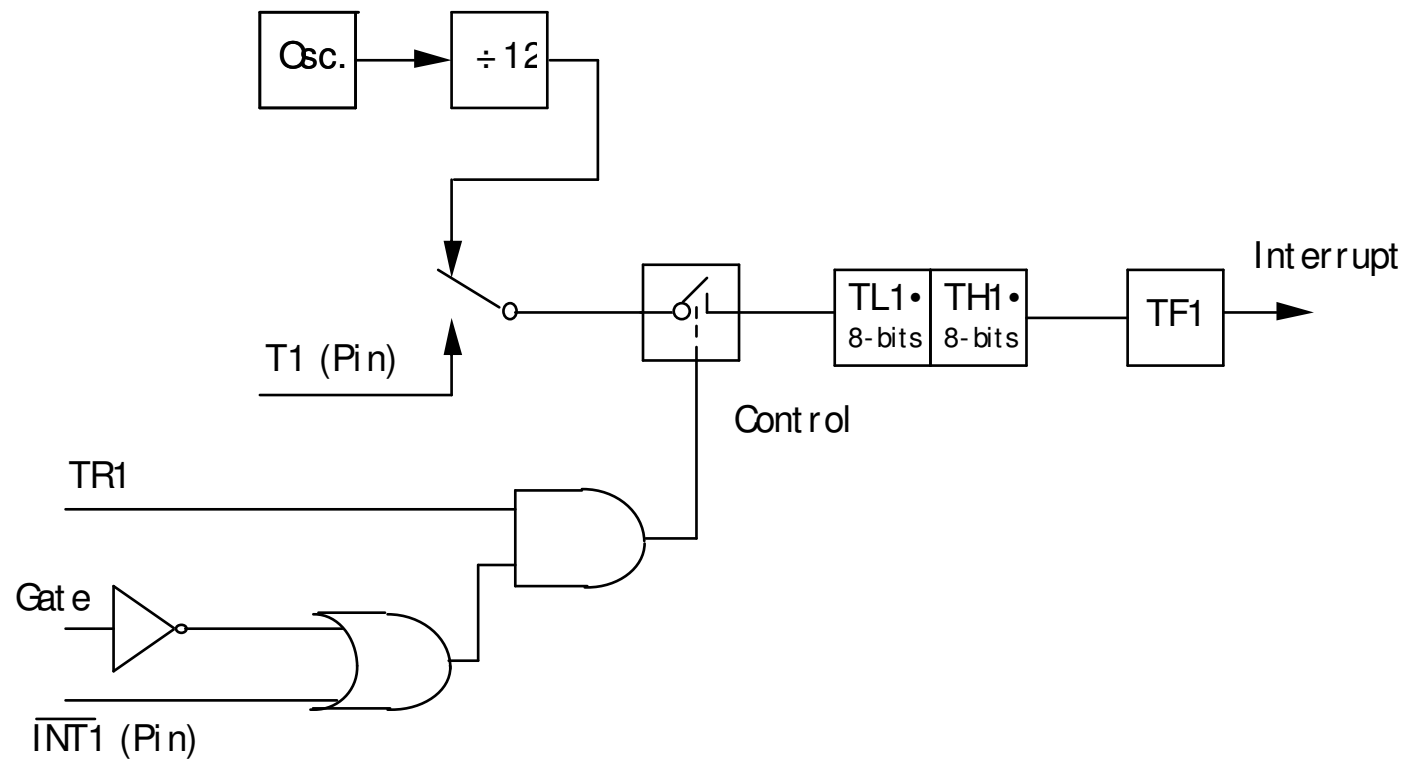
O segundo contador (TH0) conta ciclos da CPU, e usa os seguintes recursos do *timer 1* :

- . bit run, TR1, como habilitação
- . bit overflow, como flag
- . interrupção

*Timer 1* (quando *timer 0* encontra-se no modo 3 ):

- . Contador não ativo se no modo 3.
- . Contador em operação se no modo 0, 1, ou 2.
- . Possui entrada externa (T1) e *gate* (INT1), mas não há flag ou interrupção.
- . Pode ser usado como gerador de *baud rate*

## Countador/Timer em 16 bits (Modo 1)



A entrada “Gate” controla o Contador “rodando” enquanto mantido por um sinal de interrupção ou não.

## TMOD : Registrador de Modo do Contador/Timer

GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
------	-----	----	----	------	-----	----	----

Timer 1

Timer 0

- GATE : determina que o pino INTx controla a habilitação do contador.
- C/T : Set para operação de contador e reset para operação de *timer* .
- M1, M0 :

00 : Emula contador/timer (13-bits) do 8048

01 : contador/timer de 16 bits

10 : modo auto-reload de 8 bits

11 :Timer 0 = dois *timers* de 8 bits

Timer 1 = Contador não ativo e *timer* ativo . Pode ser usado como gerador de Baud Rate.



## TCON : Registrador de Controle para o Contador/Timer

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- TF1, TF0 : flags de Overflow para Timer 1 e Timer 0.
  - TR1, TR0 : bits de controle de execução para Timer 1 and Timer 0; “set” coloca os *timers* em operação.
  - IE1, IE0 : flag para as interrupções externas 1 e 0. Tornam-se ativos (em “1”) na borda de um sinal de interrupção. Recebem um ‘clear’ quando a interrupção é processada.
  - IT1, IT0 : bit para controle do tipo de interrupção \*  
Em “1” para selecionar *disparo* na borda de descida, e “0” para nível ‘0’ no sinal de interrupção
- \* = não relacionado à operação do contador/*timer*

## Interface Serial

- **UART Full duplex .**
- **Quatro modos de operação:**
  - . **Síncrono, mapeado em I/O (expansão).**
  - . **Assíncrono, em I/O, com baud rate variável.**
  - . **Modo de nove bits com baud rate variável**
  - . **Modo de nove bits com baud rate fixo**
- ***Frames* de 10 ou 11 bits**
- **Registradores:**
  - SCON** - registrador de controle da porta serial
  - SBUF** - Lê dado recebido.
    - armazena dado a ser transmitido.
  - PCON** - bit SMOD

# Modos de Operação da Interface Serial

TXD e RXD são os pinos de saída e entrada serial (Porta 3, bits 1 and 0).

**Modo 0:** Modo registrador de deslocamento. O dado serial é transmitido/recebido em RXD. Na saída TXD é gerado o *clock* de deslocamento. Baud rate é igual a 1/12 da frequência do *clock*.

**Modo 1:** 10 bits são transmitidos or recebidos: Start (0), 8 bits de dados (o primeiro é D0), e um bit stop(1). O clock é variavel usando o overflow do Timer 1 ou entrada externa de contagem. Pode chegar até 104,2 KHz (20MHz osc.).

**Modo 2:** 11 bits transmitidos ou recebidos: Start (0), 8 bits de dados (o primeiro é D0) , o nono bit é programável , e o stop bit (1). Baud Rate é programável entre 1/32 ou 1/64 da frequência do oscilador (625KHz para 20MHz osc.).

**Modo 3:** modo de 11 bits. Baud Rate variavel usando o overflow do Timer 1 ou entrada externa, 104.2 KHz max. (20 MHz osc.).

# SCON : Registrador Serial de Controle

<b>SM0</b>	<b>SM1</b>	<b>SM2</b>	<b>REN</b>	<b>TB8</b>	<b>RB8</b>	<b>TI</b>	<b>RI</b>
------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----------	-----------

- SM0, SM1 = Modo serial
  - 00 = Modo 0 : registrador de deslocamento, expansão I/O
  - 01 = Modo 1 : UART de 8 bits com *baud rate* variável.
  - 10 = Modo 2 : UART 9 bits com *baud rate* fixa.
  - 11 = Modo 3 : UART de 9 bits com *baud rate* variável
- SM2 :
  - Modo 0 : não usado.
  - Modo 1 : 1 = ignora bytes sem stop bits.
  - Modo 2,3 : 0 = faz "Set" em todos bits de recepção de interrupção(RI) .  
: 1 = "set" em RI nos bytes onde bit 9 = 1.
- REN = habilita recepção
- TB8 = Nono bit transmitido (nos modos 2 e 3).
- RB8 = Nono bit recebido:
  - Mode 0 : Não usado.
  - Mode 1 : bit stop
  - Mode 2,3 : 9.o bit de dado.
- TI = flag de interrupção transmitido
- RI = flag de interrupção recebido

## Sistema de Interrupção

- 5 fontes de interrupção (em ordem de prioridade):
  - . Interrupção externa 0.
  - . Timer 0.
  - . Interrupção externa 1.
  - . Timer 1.
  - . Porta Serial
  
- Cada tipo de interrupção tem um endereço de vetor separado.
  
- Cada tipo de interrupção pode ser programado para um ou dois níveis de prioridade
  
- Interrupções externas podem ser programadas para serem sensíveis à borda ou a nível.

## IE : Registrador de Habilitação de Interrupção

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

- EA : habilita interrupção global.
- ES : interface serial
- ET1 : Timer 1.
- EX1 : interrupção externa 1 .
- ET0 : Timer 0.
- EX0 : interrupção externa 0
  - 0 = não ativa
  - 1 = ativa