

SEL-433 APLICAÇÕES DE MICROPROCESSADORES I

# 8051

## Temporizadores e Contadores



Prof. Evandro L. L. Rodrigues

## Temporizadores e Contadores (Timer/Counter)

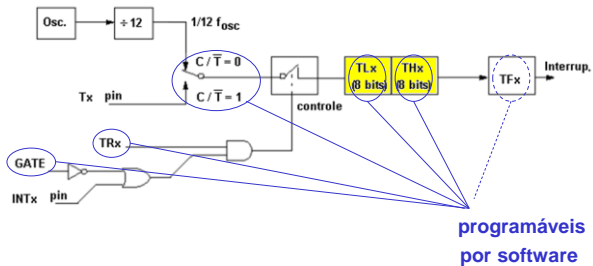
- O 8051 possui 2 (ou 3) T/C internos de 16 Bits programáveis e com capacidade de operação independente da CPU.
- Contadores crescentes (up-counter) que geram sinal de **interrupção** na ocorrência de overflow.
- Podem ser habilitados ou desabilitados por Software ou por Hardware.

Dois registradores comandam a programação dos T/C

- TCON
- TMOD

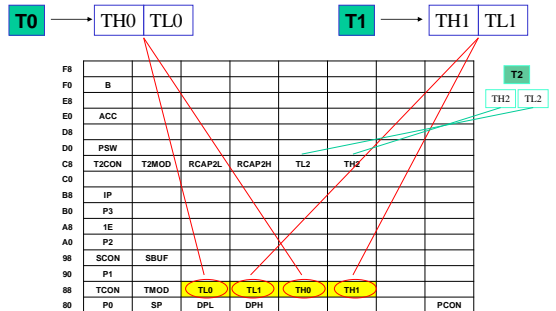
## Temporizadores e Contadores (Timer/Counter)

### Esquemático geral simplificado



## Temporizadores e Contadores (Timer/Counter)

Registadores na área dos SFR que mostram os valores dos T/C



## Temporizadores e Contadores (Timer/Counter)

### Registrador TCON

(Timer/Counter Control) → **Endereçável a Bit**

TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0
TF1	TCON.7	Flag de overflow do Timer 1. Ativado por hardware quando o Timer 1 transborda. Zerado por hardware assim que o processador salta para a rotina de atendimento da interrupção.					
TR1	TCON.6	Bit de controle do Timer 1. Ativado/zerado por software para Ligar/Desligar o Timer 1.					
TF0	TCON.5	Flag de overflow do Timer 0. Ativado por hardware quando o Timer 0 transborda. Zerado por hardware assim que o processador salta para a rotina de atendimento da interrupção.					
TR0	TCON.4	Bit de controle do Timer 0. Ativado/zerado por software para Ligar/Desligar o Timer 0.					
IE1	TCON.3	Flag de borda da interrupção Externa 1. Ativado por hardware quando uma borda na Interrupção Externa 1 é detectada. Zerado por hardware quando a interrupção é processada.					
IT1	TCON.2	Bit de controle da Interrupção Externa 1. Ativado/zerado por software para especificar se a Interrupção Externa 1 é sensível à descida de borda/nível baixo.					
IE0	TCON.1	Flag de borda da Interrupção Externa 0. Ativado por hardware quando uma borda na Interrupção Externa 0 é detectada. Zerado por hardware quando a interrupção é processada.					
IT0	TCON.0	Bit de controle da Interrupção Externa 0. Ativado/zerado por software para especificar se a Interrupção Externa 0 é sensível à descida de borda/nível baixo.					

SETB TR1 ; Dispara (liga) o T1  
CLR TR1 ; Para (Desliga) o T1

SETB TR0 ; Dispara (liga) o T0  
CLR TR0 ; Para (Desliga) o T0

## Temporizadores e Contadores (Timer/Counter)

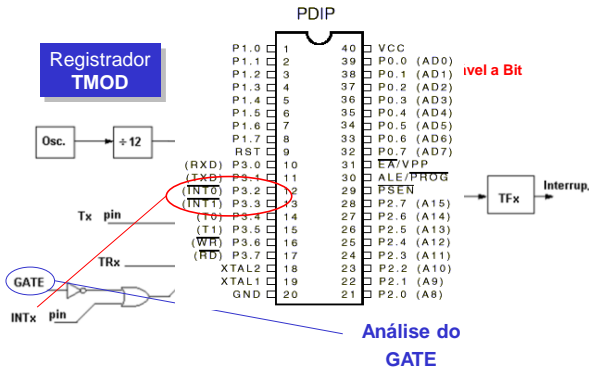
### Registrador TMOD

(Timer/Counter Mode) → **Não endereçável a Bit**

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

## Temporizadores e Contadores (Timer/Counter)

### Registrador TMOD



### Controle de Disparo para o T1

### Controle por Hardware

### GATE=1

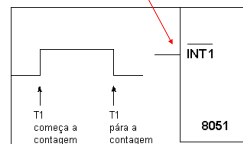
TF1 TR1 TF0 TR0 IE1 IT1 IE0 IT0 TCON

Quando o Bit TR1 (em TCON) é 1 e GATE=1, o T1 contará enquanto o pino INT1 na CPU for 1.

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

### Exemplo:

MOV TMOD,#1xxxxxxx ; Programa o T1  
; para  
; controle por  
; Hardware  
SETB TR1 ; Liga o T1



**Controle de Disparo para o T1**

**Controle por Software**

**GATE=0**

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

Exemplo:

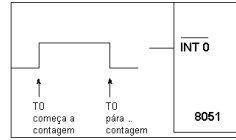
`MOV TMOD,#0xxxxxxx` ; programa o T1 para controle por Software

`SETB TR1` ; Liga o T1

`CLR TR1` ; Desliga o T1

**Controle de Disparo para o T0**

**Controle por Hardware**



`MOV TMOD,#xxxx1xxx` ; Programa o T0 para controle por Hardware ; Liga o T0

`SETB TR0`

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

**Controle por Software**

`MOV TMOD,#xxx0xxx` ; programa o T0 para controle por Software

`SETB TR0` ; Liga o T0

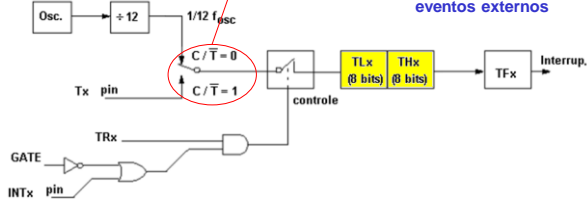
`CLR TR0` ; Desliga o T0

**Seleção de Função**

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

$C / \bar{T} = 0$  (Timer) – Temporizador  
 $C / \bar{T} = 1$  (Counter) – Contador de eventos externos



**Seleção de Função**

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

$C / \bar{T} = 0$  (Timer) – Temporizador  
 $C / \bar{T} = 1$  (Counter) – Contador de eventos externos

**Timer (Temporizador)** → entrada de pulsos através do clock interno ((frequência do oscilador)/12).

**Counter (Contador)** → entrada de pulsos externa através dos pinos T0 ou T1 da CPU.

**Obs:** A frequência externa deve ser no máximo a metade da frequência da CPU (em termos de ciclo de máquina). Se for observar  $f_{osc}$ , então  $f_{ext} = f_{osc}/24$ .

## Seleção de Modo

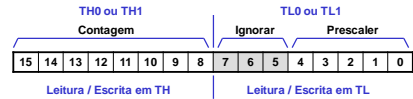
TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0

M1	M0	MODOS DE OPERAÇÃO	
0	0	0	Contador / Temporizador de 13 bits (8 bits + 5 bits de prescaler)
0	1	1	Contador / Temporizador de 16 bits
1	0	2	Contador / Temporizador de 8 bits auto-recarregável
1	1	3	Para o T0: TL0 é um Contador / Temporizador de 8 bits controlado pelos bits de controle do T0 e TH0 é um Contador / Temporizador de 8 bits controlado pelos bits de controle do T1
1	1	3	O T1 não funciona no modo 3

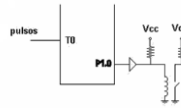
## Modo 0

Contador / Temporizador de 13 Bits → 8 Bits + 5 Bits de prescaler



### Exemplo :

Usar o T0 como contador no Modo 0, para contar de 32 em 32 pulsos 100 vezes e, após a contagem acionar um mecanismo que liga um motor conectado ao bit 0 da porta P1.



Contador é crescente (UP Counter) →

100 contagens → 9CH até (FFH +1)  
(100h - 9Ch = 64h → 100d)

O T0 conta em TL0 32 pulsos . A cada 32 pulsos é incrementado o valor de TH0.

Depois de 100 x 32 pulsos, ocorre um overflow em TH0 ocasionando TF0=1 .

TCON

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

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0
0	0	0	0	0	1	0	0

```
ORG 0
SJMP Prog
```

```
ORG 0Bh ; Endereço da sub-rotina do T0
```

```
Sub1: SETB P1.0 ; Aciona o mecanismo
      MOV TH0,#9Ch ; contar cem vezes
      RETI ;Retorna
```

```
Prog: MOV TH0,#9Ch ; contar cem vezes
      MOV TL0,#00h ; contar trinta e dois pulsos
      MOV TMOD,#04 ;T0 no modo 0 como Contador e
                  ;disparo por software
```

```
      SETB ET0 ;habilita Interrupção do T0
```

```
      SETB EA ;habilita as interrupções
```

```
      SETB TR0 ;Dispara o T0
```

```
Loop: CLR P1.0 ; Desliga o mecanismo
```

```
      SJMP Loop ; Permanece em Loop
```

**Obs:** Toda a vez que a contagem atingir 100 x 32 pulsos o programa desvia para Sub1 e aciona o mecanismo

## Modo 1

### Contador/Temporizador de 16 Bits

- O valor inicial pode ser programado por Software

#### Exemplo 1:

- 1) Programar o T1 como um **Temporizador** (Timer) no Modo 1 com controle por Software para gerar um pulso positivo de 30 ms na Porta P1.0. (Se o Cristal for de 12 MHz, a frequência será 12 MHz/12 = 1 MHz)

Programação do T1

período = 1 us

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0
0	0	0	1	0	0	0	0

30 ms  $\rightarrow$  contar de 8AD0h a FFFFh+1 (35536 a 65536 = 30.000 us)

```
ORG 0
SJMP Prog
```

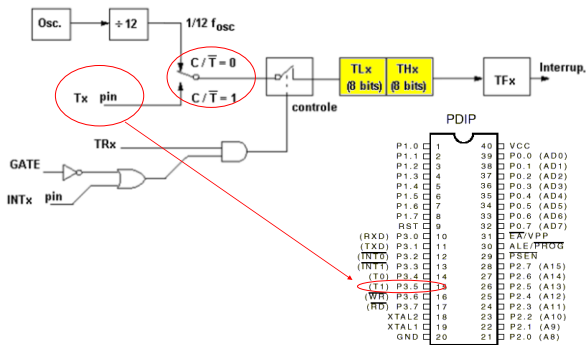
```
Sub1: ORG 1Bh ; Sub-rotina do T1
      CLR EA ; Fim do Pulso depois de 30 ms
      CLR P1.0
      RETI
```

```
Prog: CLR P1.0 ; Zera a saída de pulso
      MOV TMOD,#10h ; T1 no Modo 1, temporizador e
                    ; controle por software
                    ; Contar de 8AD0h até 10000h

      MOV TH1,#8Ah
      MOV TL1,#0D0h
      SETB ET1 ; Habilita a interrupção do T1
      SETB EA ; habilita as interrupções
      SETB TR1 ; Inicia a contagem
      SETB P1.0 ; Início do pulso
      SJMP $
```

#### Exemplo 2:

Programar o T1 como Contador (Counter) no Modo 1 com controle por Software. A entrada de pulsos deverá ser aplicada em T1 (P3.5).



#### Exemplo 2:

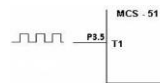
Programar o T1 como Contador (Counter) no Modo 1 com controle por Software. A entrada de pulsos deverá ser aplicada em T1 (P3.5).

Programação do T1

TMOD

Timer 1				Timer 0			
GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C / $\bar{T}$	M1	M0
0	1	0	1	0	0	0	0

Os pulsos a serem contados devem entrar através do pino T1 da CPU em frequência inferior à metade da CPU (em termos de ciclo de máquina).

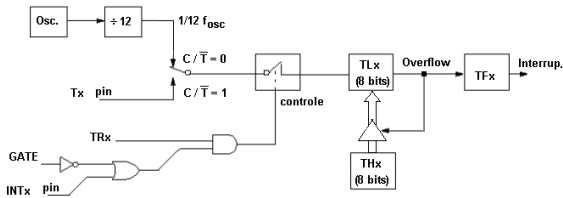


```
MOV TMOD,#50h ;
SETB TR1 ; Inicia a contagem
```

O resultado da contagem pode ser lido em TH1(MSB) e TL1(LSB)

## Modo 2

Contador/Temporizador de 8 Bits Auto-recarregável



Deve-se armazenar em THx o Valor de Recarga.

Exemplo:

1) Temporizador de 8 Bits no Modo 2 (de 7Fh a 100h) para o T1. Controle por software.

Programação do T1

TMOD	Timer 1				Timer 0			
	GATE	C/ $\bar{T}$	M1	M0	GATE	C/ $\bar{T}$	M1	M0
	0	0	1	0	0	0	0	0

`MOV TMOD,#20h` ; Programa o T/C 1 no Modo 2 como Temporizador e controle por Software

`MOV TH1,#7Fh`

`MOV TL1,#7Fh`

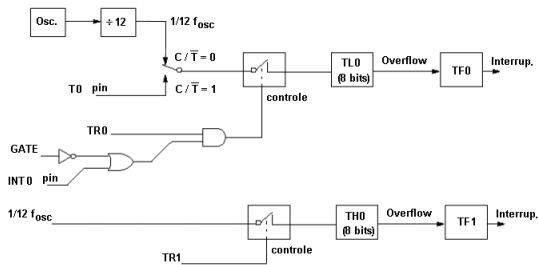
`SETB TR1` ;Inicia a contagem

Quando o T1 estourar (de FFH para 00H), recomeça de 7Fh (valor de TH1).

## Modo 3

• O T1 não funciona no Modo 3.

• O T0 no Modo 3 estabelece TL0 e TH0 como dois contadores separados de 8 Bits cada.

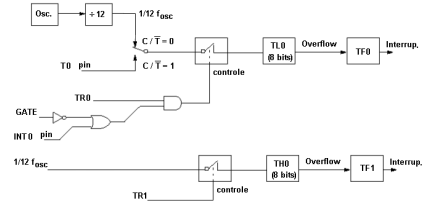


## Modo 3

• Como o T1 não opera neste modo, TH0 gera uma solicitação de Interrupção através de TF1.

• O T1 pode ser programado em outro modo, mas aí, não gera overflow em TF1 para solicitação de Interrupção .

• TH0 só funciona como Temporizador (Timer) pois só usa a frequência interna (1/12 oscilador)



Usando o mesmo Hardware do Exercício 1 da aula passada, **Entregar** Exercícios 1 e 2 como **"Exercício 2"** pelo Site do Curso até o dia **17/04/2017**, usando Timer(s) para geração dos tempos envolvidos nas soluções.

## Exercício 1

Escrever um programa em Assembly do 8051 que ao ligar qualquer das chaves ocorre o seguinte:

CH1(P3.5) fechada → pisca apenas o Led L1(P1.0) na frequência de 1 Hz  
CH2(P3.6) fechada → pisca apenas o Led L2(P1.1) na frequência de 1 Hz  
CH3(P3.7) fechada → pisca alternadamente o Led L3(P1.2) e o Led L1(P1.0) na frequência de 1 Hz

Qualquer outra combinação das chaves não deve haver ação nos Leds.  
O programa deve ficar em Loop para que a qualquer instante o operador possa alterar as opções das chaves.

## Exercício 2

O Motor DC é ativado de acordo com a seguinte Tabela:

Horário (P2.1)	Anti-Horário (P2.7)	Sentido de Giro do Motor
0	0	Parado
0	1	Anti-Horário
1	0	Horário
1	1	Parado

Escrever um programa em Assembly do 8051 que controle uma esteira transportadora da seguinte maneira:

- Acionar o motor DC no sentido Horário.
- Quando o produto passar pelo sensor, um sinal de Interrupção é enviado e a esteira é parada por 5 segundos para permitir a retirada do produto transportado.
- Inverter o sentido do motor DC (Anti-horário).
- Através de um mecanismo na esteira, uma nova interrupção é enviada pelo mesmo pino Int0 quando a esteira estiver reposicionada para aceitar outro produto.
- Parar a esteira por 10 segundos e re-iniciar o processo.