

SEL-0629

Aplicação de Microprocessadores I

Aula 5 Temporização e Interrupção

Marcelo Andrade da Costa Vieira



Contagem de Tempo



Contando tempo

- Existem 3 maneiras de contarmos tempo com os microcontroladores PIC:
 - Contando ciclo de máquina por meio de loopings;
 - Contando os ciclos de máquina por meio dos timers;
 - Contando pulsos externos por meio dos timers;


Contando tempo

- Loopings
 - Ciclo de máquina = $4 \times 1/f_{osc}$
 - Existem instruções de 1 ciclo e de 2 ciclos;

Temporizadores e Contadores



Timers

- O microcontrolador PIC18F4550 possui 4 Timers;
 - TMR0: Timer de 8 ou 16 bits com prescaler
 - TMR1 e TMR3: Timer de 16 bits
 - TMR2: Timer de 8 bits com prescaler e postscaler
- 

TMR0

- Timer de 8 ou 16 Bits;
- Utiliza o registrador (TMR0L e TMR0H)
- Pode ser incrementado por pulso externo;
- Pode ser incrementado por CLK interno:
(ciclos de máquina = $f_{osc}/4$)
- Tem prescaler até 1:256
- Utiliza os registradores:
 - T0CON: Configurações
 - TMR0L
 - TMR0H

Registrador T0CON

REGISTER 11-1: T0CON: TIMER0 CONTROL REGISTER

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1
TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	T0PS2	T0PS1	T0PS0
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit

W = Writable bit

U = Unimplemented bit, read as '0'

-n = Value at POR

'1' = Bit is set

'0' = Bit is cleared

x = Bit is unknown

- bit 7 **TMR0ON:** Timer0 On/Off Control bit
 1 = Enables Timer0
 0 = Stops Timer0
- bit 6 **T08BIT:** Timer0 8-Bit/16-Bit Control bit
 1 = Timer0 is configured as an 8-bit timer/counter
 0 = Timer0 is configured as a 16-bit timer/counter
- bit 5 **T0CS:** Timer0 Clock Source Select bit
 1 = Transition on T0CKI pin
 0 = Internal instruction cycle clock (CLKO)
- bit 4 **T0SE:** Timer0 Source Edge Select bit
 1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin
 0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin
- bit 3 **PSA:** Timer0 Prescaler Assignment bit
 1 = Timer0 prescaler is NOT assigned. Timer0 clock input bypasses prescaler.
 0 = Timer0 prescaler is assigned. Timer0 clock input comes from prescaler output.
- bit 2-0 **T0PS2:T0PS0:** Timer0 Prescaler Select bits
 111 = 1:256 Prescale value
 110 = 1:128 Prescale value
 101 = 1:64 Prescale value
 100 = 1:32 Prescale value
 011 = 1:16 Prescale value
 010 = 1:8 Prescale value
 001 = 1:4 Prescale value
 000 = 1:2 Prescale value

Diagrama TMR0

FIGURE 11-1: TIMER0 BLOCK DIAGRAM (8-BIT MODE)

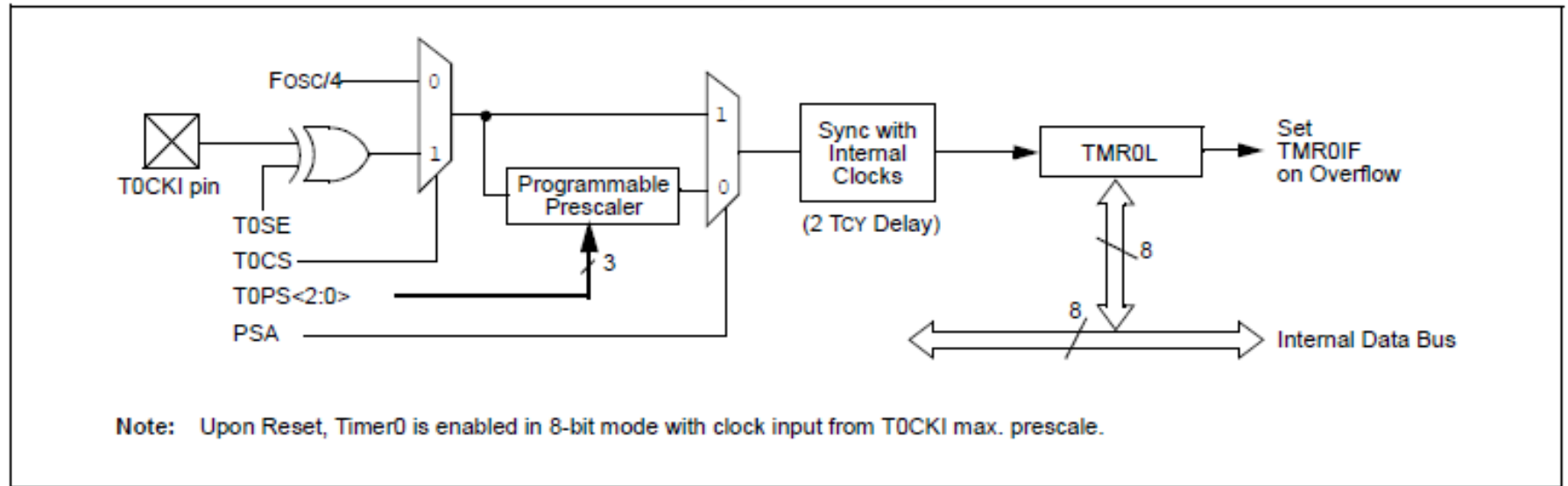
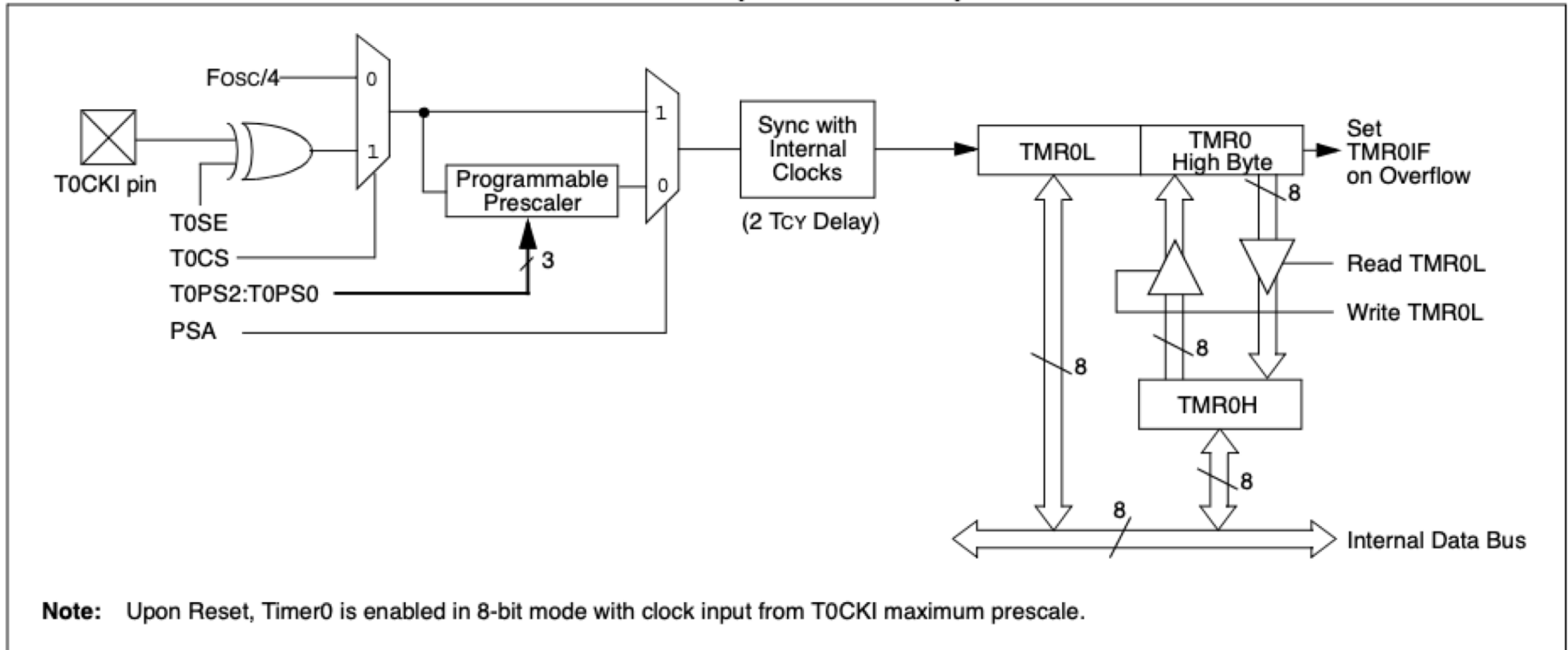


Diagrama TMR0

FIGURE 11-2: TIMER0 BLOCK DIAGRAM (16-BIT MODE)



Registadores para TMR0


TABLE 11-1: REGISTERS ASSOCIATED WITH TIMER0

Name	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	Reset Values on page
TMR0L	Timer0 Register Low Byte								52
TMR0H	Timer0 Register High Byte								52
INTCON	GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF	51
INTCON2	$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG0	INTEDG1	INTEDG2	—	TMR0IP	—	RBIP	51
T0CON	TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	T0PS2	T0PS1	T0PS0	52
TRISA	—	TRISA6 ⁽¹⁾	TRISA5	TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0	54


Legend: — = unimplemented locations, read as '0'. Shaded cells are not used by Timer0.

Note 1: RA6 is configured as a port pin based on various primary oscillator modes. When the port pin is disabled, all of the associated bits read '0'.

TMR1/3

- Timer de 16 Bits;
 - Utiliza 2 registradores (TMR1L e TMR1H) ou TMR3L e TMR3H)
 - Pode ser incrementado por pulso externo;
 - Pode ser incrementado por CLK interno (ciclos de máquina) ou cristal externo exclusivo para eles (TMR1 e TMR3);
 - Tem prescaler até 1:8
- 


TMR2

- Timer de 8 Bits;
 - Incrementado apenas por CLK interno (ciclos de máquina)
 - Pode ser alterado o valor de estouro (limite de contagem)
 - Possui *Prescaler* (até 1:16) e *Postscaler* (até 1:16)
- 


Interrupção



Interrupção

- Existem 20 fontes de interrupção no PIC18F4550:
 - Externas (3)
 - Overflow de timer (4)
 - Comunicação (serial, paralela, USB)
 - Conversor A/D
 - PWM
 - Comparador (CCP)
 - Escrita na EEPROM
- 

Interrupção

- Parada (via hardware) do programa em fase de execução;
 - Volta ao ponto que estava antes da interrupção (pilha);
 - Atende à acontecimentos assíncronos (sem instrução de chamada no programa);
 - Subrotina é síncrona;
 - Diferentes prioridades;
- 

Interrupção - PIC

- Para cada interrupção, 3 bits que devem ser configurados:
 - IE (*Interrupt Enable*) – Habilitação (chaves individuais)
 - IF (*Interrupt Flag*) - Sinalização
 - IP (*Interrupt Priority*) - Prioridade

Interrupção - PIC

- Registradores
 - INTCON, INTCON2, INTCON3 - Chaves gerais de habilitação e os bits de controle de interrupções básicas (externas e TMR0)
 - PIE1 · · · PIE5 – *Peripheral Interrupt Enable* (IE)
 - PIR1 · · · PIR5 – *Peripheral Interrupt Request* (IF)
 - IPR1 · · · IPR5 – *Interrupt Priority Register* (IP)
 - RCON – Habilitar níveis de prioridades (sim/não) – IPEN
 - IPEN = 1 (Habilita níveis de interrupção)
 - IPEN = 0 (Desabilita níveis de interrupção)

Interrupção - PIC

- Chaves
 - Habilitação (*enable*):
 - Chave geral ou Chave geral de alta prioridade (GIE/GIEH);
 - Chave periféricos ou Chave geral de baixa prioridade (PEIE/GIEL);
 - Chaves individuais (TMR0IE, RBIE, ADIE, TXIE, ...)
- Flags de aviso (TMR0IF, RBIF, ADIF, TXIF, ...)
- Prioridade (TMR0IP, RBIP, ADIP, TXIP, ...)

Registador INTCON

REGISTER 9-1: INTCON: INTERRUPT CONTROL REGISTER

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/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF ⁽¹⁾
bit 7							bit 0

Legend:

R = Readable bit W = Writable bit U = Unimplemented bit, read as '0'
 -n = Value at POR '1' = Bit is set '0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

- bit 7 **GIE/GIEH:** Global Interrupt Enable bit
 When IPEN = 0:
 1 = Enables all unmasked interrupts
 0 = Disables all interrupts
 When IPEN = 1:
 1 = Enables all high priority interrupts
 0 = Disables all high priority interrupts
- bit 6 **PEIE/GIEL:** Peripheral Interrupt Enable bit
 When IPEN = 0:
 1 = Enables all unmasked peripheral interrupts
 0 = Disables all peripheral interrupts
 When IPEN = 1:
 1 = Enables all low priority peripheral interrupts
 0 = Disables all low priority peripheral interrupts
- bit 5 **TMR0IE:** TMR0 Overflow Interrupt Enable bit
 1 = Enables the TMR0 overflow interrupt
 0 = Disables the TMR0 overflow interrupt
- bit 4 **INT0IE:** INT0 External Interrupt Enable bit
 1 = Enables the INT0 external interrupt
 0 = Disables the INT0 external interrupt
- bit 3 **RBIE:** RB Port Change Interrupt Enable bit
 1 = Enables the RB port change interrupt
 0 = Disables the RB port change interrupt
- bit 2 **TMR0IF:** TMR0 Overflow Interrupt Flag bit
 1 = TMR0 register has overflowed (must be cleared in software)
 0 = TMR0 register did not overflow
- bit 1 **INT0IF:** INT0 External Interrupt Flag bit
 1 = The INT0 external interrupt occurred (must be cleared in software)
 0 = The INT0 external interrupt did not occur
- bit 0 **RBIF:** RB Port Change Interrupt Flag bit⁽¹⁾
 1 = At least one of the RB7:RB4 pins changed state (must be cleared in software)
 0 = None of the RB7:RB4 pins have changed state

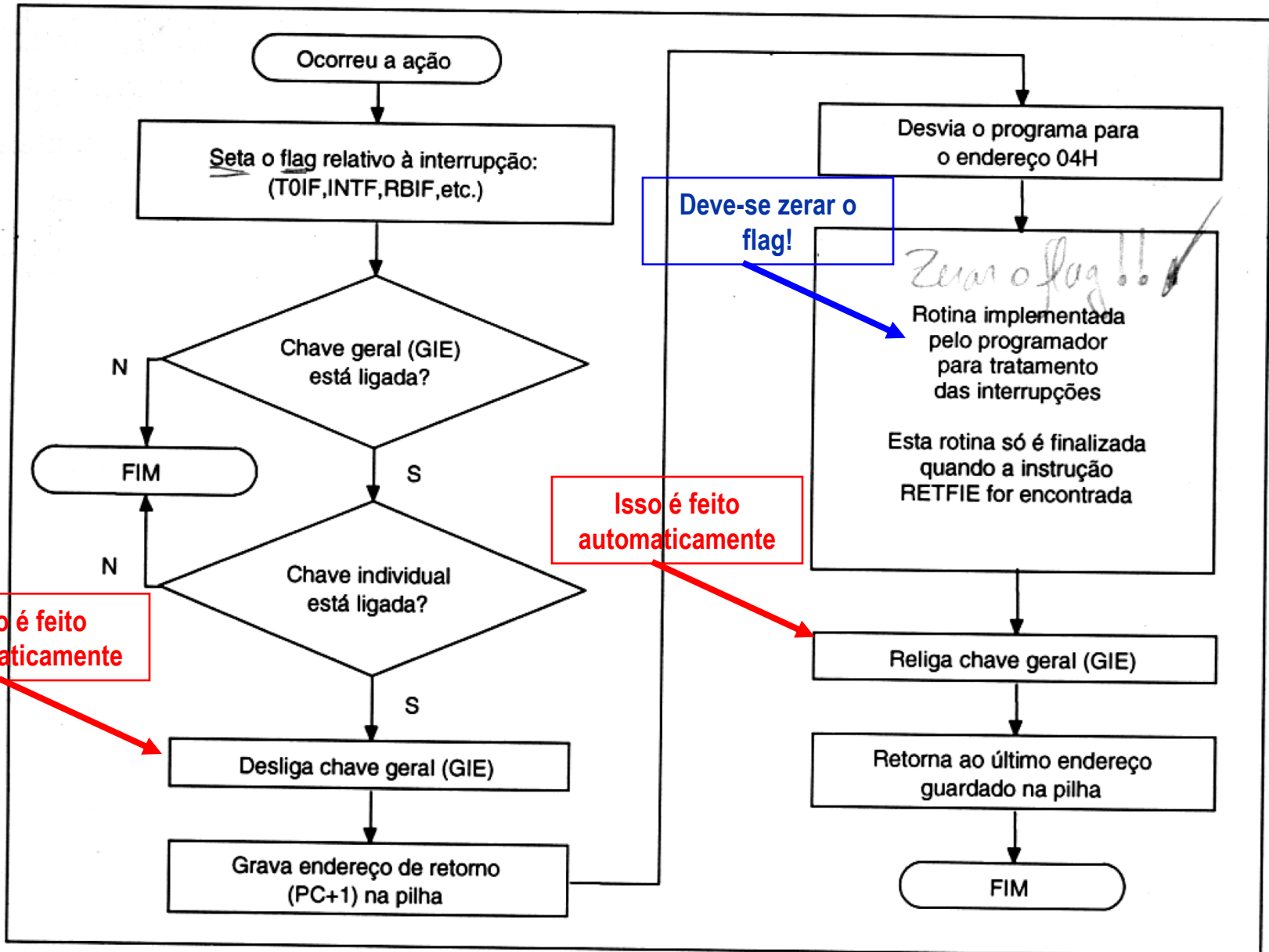
Note 1: A mismatch condition will continue to set this bit. Reading PORTB will end the mismatch condition and allow the bit to be cleared.

Tratamento da Interrupção

- Se o evento ocorre, o flag é setado (SEMPRE!!)
- Verifica se a chave individual daquela interrupção está setada (e as chaves gerais também!).
- Se estiverem, o programa é desviado para o endereço 0x0008h (Alta Prioridade) ou 0x0018h (Baixa Prioridade)
- Vc deve apagar o flag correspondente antes de retornar ao programa principal.

Os flags são setados independente da interrupção estar habilitada, mas nunca são apagados via hardware!

Interrupção - Passos



FIM

