

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 PIC18F45K22A possui 7 Timers;
 - TMR0: Timer de 8 ou 16 bits com prescaler
 - TMR1/3/5: Timers de 16 bits
 - TMR2/4/6: Timers 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

11.1 Register Definitions: Timer0 Control

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	TOPS<2:0>		
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

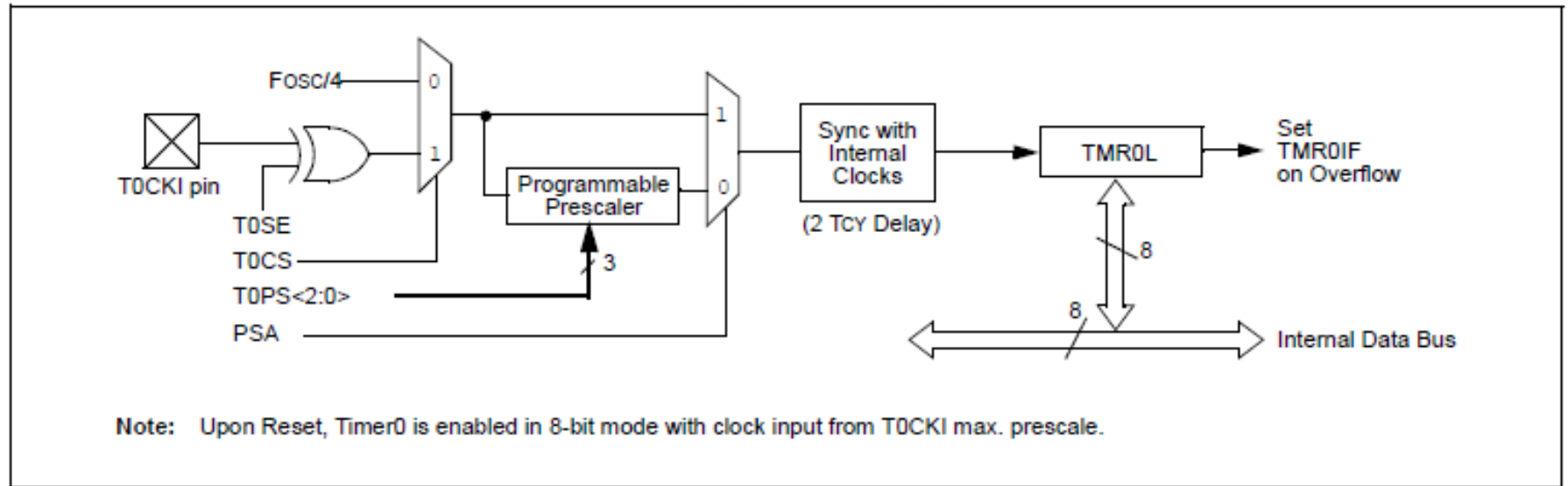
'0' = Bit is cleared

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 (CLKOUT)
- 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 **T0PS<2:0>:** 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)




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
INTCON	GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF	116
INTCON2	$\overline{\text{RBPU}}$	INTEDG0	INTEDG1	INTEDG2	—	TMR0IP	—	RBIP	117
T0CON	TMR0ON	T08BIT	T0CS	T0SE	PSA	TOPS<2:0>			159
TMR0H	Timer0 Register, High Byte								—
TMR0L	Timer0 Register, Low Byte								—
TRISA	TRISA7	TRISA6	TRISA5	TRISA4	TRISA3	TRISA2	TRISA1	TRISA0	156

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

TMR1/3/5

- Timer de 16 Bits;
 - Utiliza 2 registradores (TMR1L e TMR1H)
 - Pode ser incrementado por pulso externo;
 - Pode ser incrementado por CLK interno (ciclos de máquina) ou cristal externo exclusivo para os Timers 1/3/5
 - Tem prescaler até 1:8
- 


TMR2/4/6

- 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 34 fontes de interrupção no PIC18F45K22:
 - Externas (4)
 - Overflow de timer (7)
 - Comunicação (serial, paralela)
 - 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, INTCON1, INTCON2 - 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, ...)

Registrador 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
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 including peripherals
When IPEN = 1:
 1 = Enables all high priority interrupts
 0 = Disables all interrupts including low priority
- 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 interrupts
 0 = Disables all low priority 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:** Port B Interrupt-On-Change (IOCx) Interrupt Enable bit⁽²⁾
 1 = Enables the IOCx port change interrupt
 0 = Disables the IOCx port change interrupt
- bit 2 **TMR0IF:** TMR0 Overflow Interrupt Flag bit
 1 = TMR0 register has overflowed (must be cleared by software)
 0 = TMR0 register did not overflow
- bit 1 **INT0IF:** INT0 External Interrupt Flag bit
 1 = The INT0 external interrupt occurred (must be cleared by software)
 0 = The INT0 external interrupt did not occur
- bit 0 **RBIF:** Port B Interrupt-On-Change (IOCx) Interrupt Flag bit⁽¹⁾
 1 = At least one of the IOC<3:0> (RB<7:4>) pins changed state (must be cleared by software)
 0 = None of the IOC<3:0> (RB<7:4>) pins have changed state



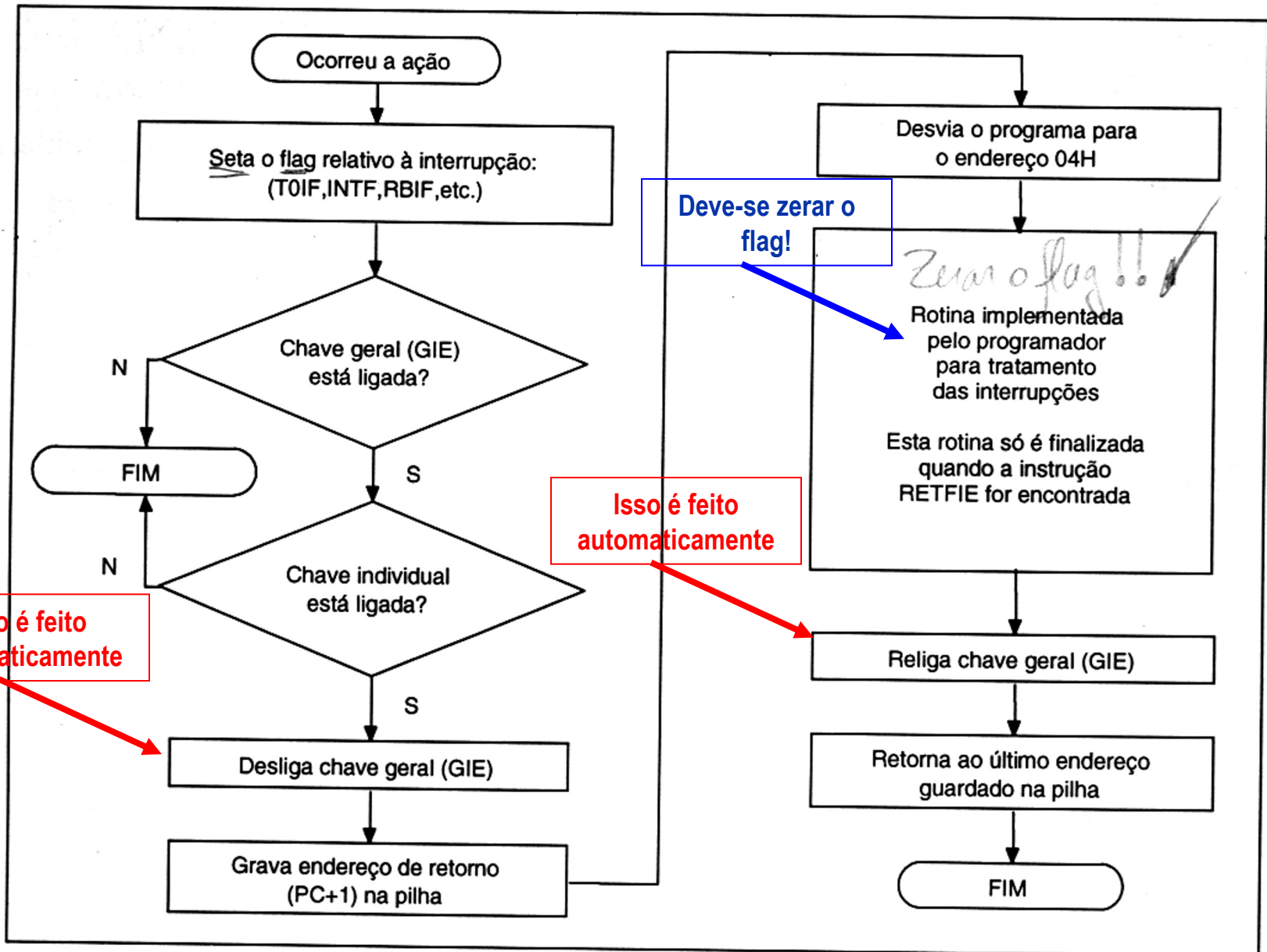
Tratamento da Interrupção

- 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

