

Introdução aos Microcontroladores PIC

1ª parte

João M. P. Cardoso
Universidade do Algarve



Microcontroladores PIC

- Empresa: Microchip Technology Inc.
- Várias famílias
 - PIC12XX, PIC16XX, PIC17XX, PIC18XX
 - Linha de modelos para vários tipos de sistemas embecidos
 - Principais diferenças no número e tipo de periféricos integrados no chip
 - Tamanho variável de memória de dados
 - Tamanho variável de memória de programa
- Vamos estudar em pormenor um dos mais simples
 - PIC16C54

Microcontroladores PIC



- Arquitectura baseada nos RISC.
 - Reduzido conjunto de instruções.
 - Todas as instruções de igual tamanho, com tempo de execução igual (1 ciclo) à excepção dos saltos (2 ciclos).
- Arquitectura Harvard (barramento de dados independente do barramento de instruções).
- Ficheiro de registos constituído por 32 ou mais registos de 8 *bits*.
- Memória de programa interna (Flash, EPROM ou ROM).
- Temporizador do "cão de guarda" e contador/relógio de tempo-real internos.
- Modo de endereçamento directo, indirecto e relativo.
- Pinos de E/S oriundos de registos específicos do ficheiro de registos controlados *bit a bit* ou inteiramente.
- Instrução que coloca o microcontrolador em modo de adormecimento e que desactiva parte do integrado (economia no consumo de potência).

©João M. P. Cardoso

3

PIC16C54



- possui 33 instruções (12 *bits* de comprimento)
- memória de programa (EPROM): 512 palavras de 12 *bits*
- pilha com 2 níveis
- memória de dados: 32 registos de 8 *bits*
- frequência de relógio permitida: de DC a 40 MHz
- 12 linhas de E/S (8 *bits* para o porto B e 4 *bits* para o porto A),
- 1 temporizador de "cão de guarda" (WDT),
- 1 contador/relógio de tempo-real de 8 bits
- 18 pinos de encapsulamento

©João M. P. Cardoso

4

PIC16C54: Instruções



- instruções sobre o ficheiro de registos orientada ao *byte*

opcode (Bin)	Mnemónica	Operação	Registo de Status	Descrição
0001 11df ffff	ADDWF f, d	$W + f \rightarrow d f$	C, DC, Z	Soma o conteúdo de W com o registo f (um registo do ficheiro de registos).
0001 01df ffff	ANDWF f, d	$W \& f \rightarrow d f$	Z	"AND" de W com o registo f.
0000 011f ffff	CLRF F	$0 \rightarrow f$	Z	Coloca a zero o registo f.
0000 0100 0000	CLRW -	$0 \rightarrow W$	Z	Coloca a zero o registo W.
0010 01df ffff	COMF f, d	$\sim f \rightarrow d f$	Z	Complementa o registo f.
0000 11df ffff	DECf f, d	$f - 1 \rightarrow d f$	Z	Decrementa o registo f.
0010 11df ffff	DECFSZ f, d	$f - 1 \rightarrow d f$	-	Decrementa o registo f. Se o resultado for zero salta a próxima instrução.

©João M. P. Cardoso

7

PIC16C54: Instruções



- instruções sobre o ficheiro de registos orientada ao *byte*

0001 00df ffff	IORWF f, d	$W f \rightarrow d f$	Z	"OR" do registo W com o registo f.
0010 10df ffff	INCF f, d	$f + 1 \rightarrow d f$	Z	Incrementa o registo f.
0011 11df ffff	INCFSZ f, d	$f + 1 \rightarrow d f$	-	Incrementa o registo f. Se o resultado for zero salta a próxima instrução.
0010 00df ffff	MOVf f, d	$f \rightarrow d f$	Z	O conteúdo do registo f é movido.
0000 001f ffff	MOVWF F	$W \rightarrow f$	-	Move o conteúdo de W para o registo f.
0000 0000 0000	NOP -	-	-	Nenhuma operação.

©João M. P. Cardoso

8



PIC16C54: Instruções

- instruções sobre o ficheiro de registos orientada ao *byte*

0011 01df ffff	RLF	f, d	$f(n) \rightarrow [df](n+1),$ $C \rightarrow [df](0),$ $f(7) \rightarrow C$	C	Rotação de um <i>bit</i> para a esquerda do conteúdo do registo f. O <i>bit</i> de transporte é envolvido na rotação.
0011 00df ffff	RRF	f, d	$f(n) \rightarrow [df](n-1),$ $C \rightarrow [df](7),$ $f(0) \rightarrow C$	C	Rotação de um <i>bit</i> para a direita do conteúdo do registo f. O <i>bit</i> de transporte é envolvido na rotação.
0001 10df ffff	XORWF	f, d	$W \oplus f \rightarrow df$	Z	“XOR” de W com o registo f.
0000 10df ffff	SUBWF	f, d	$f - W \rightarrow df$	C, DC, Z	Subtrai W ao registo f em complemento para dois.
0011 10df ffff	SWAPF	f, d	$f(0-3) \leftrightarrow f(4-7) \rightarrow df$	-	Troca no registo f os 4 bms com os 4 bMs.

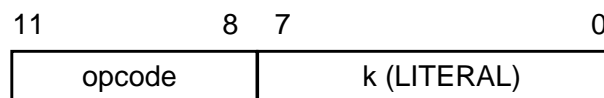
©João M. P. Cardoso

9



PIC16C54: Instruções

- Formato de instruções com imediatos e de instruções de controlo



©João M. P. Cardoso

10

PIC16C54: Instruções



- Formato de instruções com imediatos e de instruções de controlo

opcode (Bin)	Mnemónica	Operação	Registo de Status	Descrição
1110 kkkk kkkk	ANDLW k	k & W → W	Z	"AND" de W com o imediato de 8 bits, k. O resultado é colocado no registo W.
1001 kkkk kkkk	CALL k	PC + 1 → Pilha (PC + 1 → Topo da pilha), k → PC<7:0>, '0' → PC<8>	-	Chamada a uma sub-rotina. Primeiro, o endereço de retorno (PC+1) é colocado na Pilha. O valor de 8 bits, k, é carregado no PC<7:0>. O bit 8 do PC é colocado a zero.
0000 0000 0100	CLRWDT -	00h → WDT, 0 → WDT	TO, PD	Reset do WDT e também reset do pré-escalar do WDT se estiver atribuído. Os bits de status, TO e PD, são colocados a um.

©João M. P. Cardoso

11

PIC16C54: Instruções



- Formato de instruções com imediatos e de instruções de controlo

101k kkkk kkkk	GOTO k	k → PC<8:0>	-	Coloca no PC o conteúdo de k.
1101 kkkk kkkk	IORLW k	k W → W	Z	"OR" de W com os 8 bits do imediato k. O resultado é colocado no registo W.
1100 kkkk kkkk	MOVLW k	k → W	-	Os 8 bits do imediato k são colocados no registo W.
0000 0000 0010	OPTION -	k → OPTION	-	Os 6 bits do registo W são carregados no registo OPTION.
1000 kkkk kkkk	RETLW k	k → W, Pilha → PC (TOS → PC)	-	O registo W é carregado com os 8 bits do imediato k. O PC é carregado do topo da Pilha (o endereço de retorno). Esta instrução demora 2 ciclos.

©João M. P. Cardoso

12



PIC16C54: Instruções

- Formato de instruções com imediatos e de instruções de controlo

0000 0000 0011	SLEEP -	0 → PD, 1 → TO; 00h → WDT, 0 → WDT	TO, PD	O bit de status PD (<i>power down</i>) é colocado a zero. O bit de status TO (<i>time-out</i>) é colocado a um. O WDT e o pré-escalar se lhe estiver atribuído são colocados a zero. Desliga os relógios internos (modo de adormecimento).
0000 0000 0fff	TRIS f	W → TRIS do porto f	-	O registo TRIS de f (f = 5, 6, ou 7) é carregado com o conteúdo do registo W.
1111 kkkk kkkk	XORLW k	$k \oplus W \rightarrow W$	Z	XOR de W com os 8 bits do imediato k. O resultado é colocado no registo W.

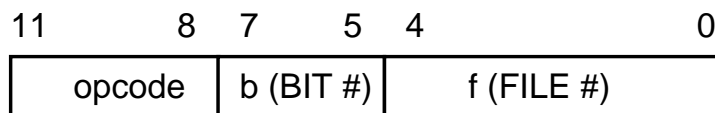
©João M. P. Cardoso

13



PIC16C54: Instruções

- Formato de cada instrução sobre o ficheiro de registos orientada ao *bit*



©João M. P. Cardoso

14

PIC16C54: Instruções



- Formato de cada instrução sobre o ficheiro de registos orientada ao *bit*

opcode (Bin)	Mnemónica	Operação	Registo de Status	Descrição
0100 bbbf ffff	BCF f, b	0 → f(b)	-	O <i>bit</i> b do registo f é colocado a zero.
0101 bbbf ffff	BSF f, b	1 → f(b)	-	O <i>bit</i> b do registo f é colocado a um.
0110 bbbf ffff	BTFS f, b	Testa <i>bit</i> b do ficheiro f: Salta se zero.	-	Se o <i>bit</i> b do registo f é igual a zero, então salta a próxima instrução.
0111 bbbf ffff	BTFS f, b	Testa <i>bit</i> b do ficheiro f: Salta se um.	-	Se o <i>bit</i> b do registo f é igual a um, então salta a próxima instrução.

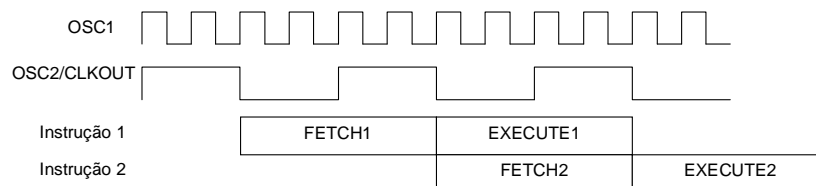
©João M. P. Cardoso

15

PIC16C54: Instruções



- Diagrama temporal da execução de instruções



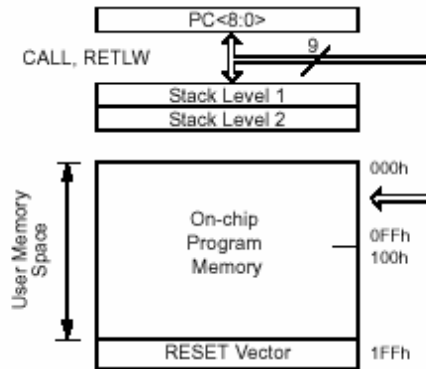
©João M. P. Cardoso

16

PIC16C54: Memória de Programa



- 512 x 12 bits: 0x000-0x1FF



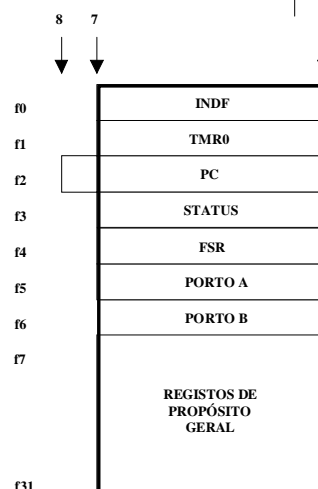
©João M. P. Cardoso

17

PIC16C54: Memória de Dados



- 32 registos de 8 bits
 - 7 registos especiais
 - 25 registos de propósito geral



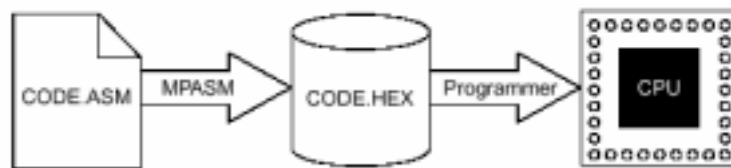
©João M. P. Cardoso

18



Microcontroladores PIC

- Gerar código para programar directamente o PIC



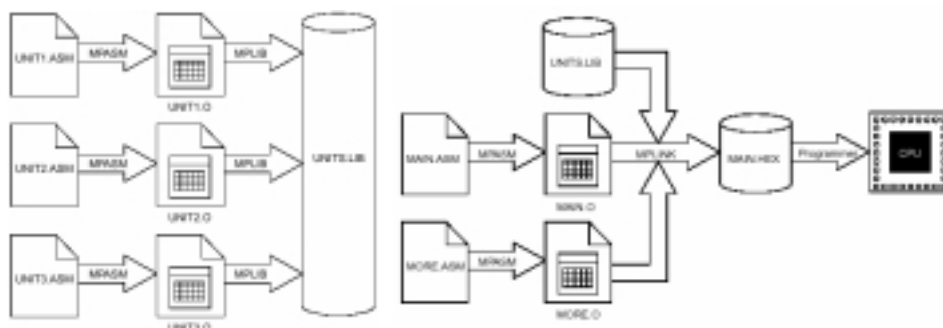
©João M. P. Cardoso

19



Microcontroladores PIC

- Gerar código para ser utilizado por outros programas



©João M. P. Cardoso

20