

# Microprocessadores e Aplicações

## *Acetatos de apoio às aulas teóricas*

Ana Cristina Lopes  
Dep. Engenharia Electrotécnica  
<http://orion.ipt.pt> [anacris@ipt.pt](mailto:anacris@ipt.pt)

1. Tipos de Instruções:
  - (a) Introdução;
  - (b) Instruções com bytes;
  - (c) Instruções com bits;
  - (d) Instruções com literais;;
  - (e) Instruções de controlo;
  - (f) Instruções de transferência entre a memória de dados e de programa;

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- **Introdução**

- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

- O conjunto de instruções do PIC18F458 integra mais instruções que o das restantes famílias de PICs de 8 bits: integra um total de 77 instruções;
- A maioria das instruções são de 16 bits, porém existem 3 instruções que requerem dois locais de memória de programa;
- Cada instrução de palavra simples compreende uma divisão dos 16 bits no OP-CODE (que especifica o tipo de instrução), e mais um ou mais operandos que mais tarde integrarão a operação da instrução;

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- **Introdução**

- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

- O conjunto de instruções encontra-se dividido em quatro categorias principais:

1. Operações com bytes (*byte-oriented*)
2. Operações com bits (*bit-oriented*)
3. Operações com literais (*literal*)
4. Operações de controlo (*control*)

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

● **Introdução**

- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

A Tabela seguinte mostra a descrição dos campos referentes ao OP CODE.

Campo	Descrição
a	bit de acesso à RAM: a = 0: Local da RAM no acesso à RAM (BSR é ignorado); a = 1: O banco da RAM é especificado no registo BSR.
bbb	Endereço do bit num registo de 8 bits (0 a 7)
BSR	Bank Select Register - usado para seleccionar o Banco de RAM actual
d	Seleção do bit de destino: d = 0: Armazena o resultado no WREG; d = 1: Armazena o resultado no registo f (file)
dest	Destino (quer seja o registo WREG ou registo f)
f	Endereço de 8 bits do registo f (0x00 a 0xFF)
fs	Endereço de 12 bits do registo fonte (0x000 a 0xFFF)
fd	Endereço de 12 bits do registo destino (0x000 a 0xFFF)
k	campo para as instruções aritméticas: constante ou label (pode ser de 8, 12 ou 20 bits)

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- **Introdução**

- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Campo	Descrição
label	nome do label
mm	<p>Modo do registo TBLPTR para as instruções de leitura e escrita de tabelas. Os itens seguintes só se utilizam com a leitura e escrita de tabelas:</p> <p>Não altera o registo (tal como o TBLPTR associado a escrita e leitura de tabelas);</p> <p>+ Incrementa o registo posteriormente (tal como o TBLPTR associado a escrita e leitura de tabelas);</p> <p>- Decrementa o registo posteriormente (tal como o TBLPTR associado a escrita e leitura de tabelas);</p> <p>+* Pré-Incrementa o registo (tal como o TBLPTR associado a escrita e leitura de tabelas);</p>
n	Endereço relativo (em complemento de 2) para instruções de ramificação relativas e endereço directo para instruções chamada de subrotinas/ramificação ou retorno de subrotinas
PRODH	Byte mais significativo do produto
PRODL	Byte menos significativo do produto

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- **Introdução**

- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Campo	Descrição
s	Bit de selecção da chamada/retorno rápido s = 0: Modo rápido não está seleccionado s = 1: Modo rápido está seleccionado
WREG	Registo de trabalho ou acumulador
x	don't care (0 ou 1). O assembler vai gerar um x = 0, de modo a que haja compatibilidade entre todas as ferramentas de software da Microchip
TBLPTR	Ponteiro para tabela de 21 bits (aponta para um local da memória de programa)
TABLAT	Latch da Tabela de 8 bits
TOS	Topo da Pilha ( <i>Top of the Stack</i> )
PC	Program Counter
PCL	Byte menos significativo do Program Counter
PCH	Byte mais significativo do Program Counter
PCLATH	Program Counter High Byte Latch
PCLATU	Program Counter Upper Byte Latch

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- **Introdução**

- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Campo	Descrição
GIE	Permite todas as interrupções ( <i>Global Interrupt Enabled</i> )
WTD	Watchdog Timer
$\overline{TO}$	Time-out bit
$\overline{PD}$	Power-Down bit
C, DZ, Z, OV, N	Bits de estado da ALU: Carry, Digit Carry, Zero, Overflow, Negative
[]	Opcional
()	Conteúdos
→	Assigned to
<>	campo dos bits num registo
∈	No conjunto de
italics	user defined font (por defeito é courier)



- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

A maioria das instruções com bytes têm três operandos:

- O registo de ficheiro (*file register*) - especificado por f - este registo especifica que tipo de registo de ficheiro vai ser usado pela instrução;
- O destino do resultado - especificado por d - especifica onde vai ser colocado o resultado da operação - se d é 0 o resultado é colocado no acumulador (WREG), se d é 1 o resultado é colocado no registo especificado pela instrução;
- Zona de memória que vai ser acedida - especificada por a;

A figura e tabelas seguintes ilustram o formato geral das instruções com bytes. As instruções assinaladas com \* necessitam de 1, 2 ou 3 ciclos de máquina (necessitam de três ciclos de máquina quando a instrução seguinte é de palavra dupla) e as instruções assinaladas com \*\* necessitam de 2 ciclos de máquina.

- Instruções do PIC18F458

## Instruções do 18F458

- Introdução

- Instruções com Bytes

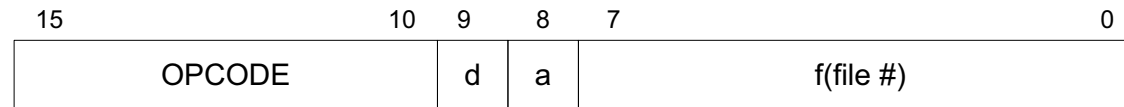
- Instruções com Bits

- Instruções com Literais

- Instruções de Controlo

- Instruções de trans. dados

### Instruções com Bytes

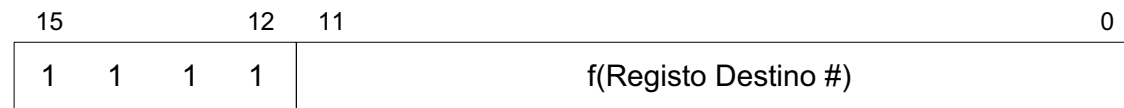
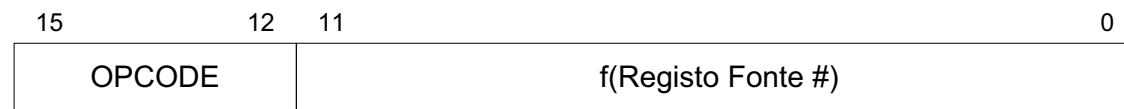


**d = 0** – o destino do resultado é WREG  
**d = 1** – o destino do resultado é o registo f  
**a = 0** – para forçar o Access Bank  
**a = 1** – BSR selecciona o Banco  
**f** - Endereço de 8 bits do registo onde será armazenado resultado caso d = 1.

Exemplo de uma Instrução:

**ADDWF MYREG, W, B**

### Instruções MOVE com Bytes



f - Endereço de 12 bits do registo

Exemplo de uma Instrução:

**MOVFF MYREG1, MYREG2**

- Instruções do PIC18F458

- Instruções do 18F458

- Introdução

- Instruções com Bytes

- Instruções com Bits

- Instruções com Literais

- Instruções de Controlo

- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
ADDWF f,d,a	soma WREG com f	0010 01da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N
ADDWFC f,d,a	soma WREG com f e Carry Bit	0010 00da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N
ANDWF f,d,a	AND WREG com f	0001 01da	ffff ffff	Z, N
CLRF f,a	Limpa f	0110 101a	ffff ffff	Z
COMF f,d,a	Complementa f	0001 11da	ffff ffff	Z, N
*CPFSEQ f,a	Compara f com WREG e salta se for =	0110 001a	ffff ffff	Nenhuma
*CPFSGT f,a	Compara f com WREG e salta se for >	0110 010a	ffff ffff	Nenhuma

- Instruções do PIC18F458

- Instruções do 18F458

- Introdução

- Instruções com Bytes

- Instruções com Bits

- Instruções com Literais

- Instruções de Controlo

- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
*CPFSLT f,a	Compara f com WREG e salta se for <	0110 000a	ffff ffff	Nenhuma
DECF f,d,a	Decrementa f	0000 01da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N
*DECFSZ f,d,a	Decrementa f e salta se for 0	0010 11da	ffff ffff	Nenhuma
*DECSNZ f,d,a	Decrementa f e salta se não for 0	0100 11da	ffff ffff	Nenhuma
INCF f,a	Incrementa f	0010 10da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N
*INCFSZ f,d,a	Incrementa f e salta se for 0	0011 11da	ffff ffff	Nenhuma
*INFSNZ f,d,a	Incrementa f e salta se não for 0	0101 10da	ffff ffff	Nenhuma

- Instruções do PIC18F458

- Instruções do 18F458

- Introdução

- Instruções com Bytes

- Instruções com Bits

- Instruções com Literais

- Instruções de Controlo

- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
IORWF f,a	EX-NOR de f com WREG	0001 00da	ffff ffff	Z, N
MOVF f,d,a	Move f	0101 00da	ffff ffff	Z, N
**MOVFF fs,fd	Move fs (origem) para 1ª palavra e	1100 ffff	ffff ffff	Nenhuma
	Move fd (destino) para 2ª palavra	1111 ffff	ffff ffff	Nenhuma
MOVWF f,a	Move WREG para f	0110 111a	ffff ffff	Nenhuma
MULWF f,a	Multiplica WREG com f	0000 001a	ffff ffff	Nenhuma
NEGF f,a	Nega f	0110 110a	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N

- Instruções do PIC18F458

- Instruções do 18F458

- Introdução

- Instruções com Bytes

- Instruções com Bits

- Instruções com Literais

- Instruções de Controlo

- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
RLCF f,d,a	Roda para esquerda através do Carry	0011 01da	ffff ffff	C, Z, N
RLNCF f,d,a	Roda para esquerda sem Carry	0100 01da	ffff ffff	Z, N
RRCF f,d,a	Roda para direita através do Carry	0011 00da	ffff ffff	C, Z, N
RRNCF f,d,a	Roda para direita sem Carry	0100 00da	ffff ffff	Z, N
SETF f,a	Coloca f a 1	0110 100a	ffff ffff	Nenhuma
SUBFWB f,d,a	Subtrai f a WREG com borrow	0101 01da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N

- Instruções do PIC18F458

- Instruções do 18F458

- Introdução

- Instruções com Bytes

- Instruções com Bits

- Instruções com Literais

- Instruções de Controlo

- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
SUBFW f,d,a	Subtrai WREG a f	0101 11da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N
SUBWFB f,d,a	Subtrai WREG a f com borrow	0101 10da	ffff ffff	C, DC, Z, OV, N
SWAPF f,d,a	Troca os nibbles de f	0011 10da	ffff ffff	Nenhuma
*TSTFSZ f,a	Testa f e salta se for 0	0110 011a	ffff ffff	Nenhuma
XORWF f,a	EX-OR de f com WREG	0001 10da	ffff ffff	Z, N

● Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

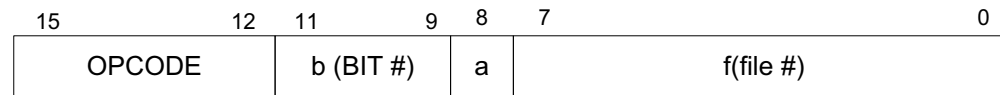
- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Todas as instruções com bits têm três operandos:

- O registo de ficheiro (*file register*) - especificado por f - este registo especifica que tipo de registo de ficheiro vai ser usado pela instrução;
- O bit do ficheiro f - especificado por b (o campo especificado por b define a posição do bit afectado pela instrução);
- Zona de memória que vai ser acedida - especificada por a;

A figura e tabelas seguintes ilustram o formato geral das instruções com bits.

**Instruções com Bits**



**b = 3 bits – posição do bit no registo file**  
**a = 0 – para forçar o Access Bank**  
**a = 1 – BSR selecciona o Banco**  
**f - Endereço de 8 bits do registo file**

**Exemplo de uma Instrução:**

**BSF MYREG, bit, B**



- Instruções do PIC18F458

---

- Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

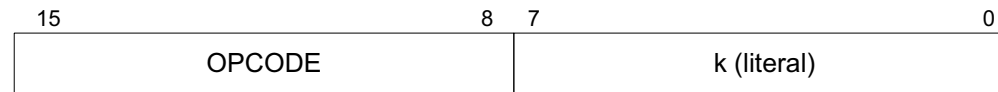
Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
BCF f,b,a	Coloca bit a 0	1001 bbba	ffff ffff	Nenhuma
BSF f,b,a	Coloca Bit a 1	1000 bbba	ffff ffff	Nenhuma
*BTFSC f,b,a	Testa bit e salta se for 0	1011 bbba	ffff ffff	Nenhuma
*BTFSS f,b,a	Testa bit e salta se for 1	1010 bbba	ffff ffff	Nenhuma
BTG f,b,a	Inverte o valor do bit seleccionado	0111 bbba	ffff ffff	Nenhuma

Todas as instrukções com literais podem utilizar um dos trs operandos seguintes:

- O valor literal a ser carregado no ficheiro (*file register*) - especificado por k;
- O registo FSR onde se pretende carregar o valor literal - especificado por f;
- Ou no é requerido qualquer operando - especificado por '-';

A figura e tabelas seguintes ilustram o formato geral das instrukções com literais.

**Instrukções com Literais**



K = valor imediato de 8 bits

Exemplo de uma Instrukção:

**MOVLW 0x7F**

# Instruções com literais

- Instrukções do PIC18F458

Instrukções do 18F458

- Introdukção
- Instrukções com Bytes
- Instrukções com Bits
- Instrukções com Literais
- Instrukções de Controlo
- Instrukções de trans. dados

Instrukção	Descrikção	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
ADDLW k	Soma literal com WREG	0000 1111	kkkk kkkk	C, DC, Z, OV, N
ANDLW k	And de literal com WREG	0000 1011	kkkk kkkk	Z, N
IORLW k	EX-NOR de literal com WREG	0000 1001	kkkk kkkk	Z, N
**LFSR f,k	Move literal de 12 bits (segunda palavra) para FSRx (primeira palavra)	1110 1110 1111 0000	00ff kkkk kkkk kkkk	Nenhuma
MOVLB k	Move literal para BSR < 3 : 0 >	0000 0001	kkkk kkkk	Nenhuma

● Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
MOVLW k	Move literal para WREG	0000 1110	kkkk kkkk	Nenhuma
MULLW k	Multiplica literal com WREG	0000 1101	kkkk kkkk	Nenhuma
**RETLW k	Retorno com literal no WREG	0000 1100	kkkk kkkk	Nenhuma
SUBLW k	Subtrai WREG do valor literal	0000 1000	kkkk kkkk	C, DC, Z, OV,N
XORLW k	EX-OR de literal com WREG	0000 1010	kkkk kkkk	Z, N

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

---

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

As instruções de controlo podem utilizar um dos seguintes operandos

- O endereço na memória de programa - especificado por n;
- O modo de chamada ou de retorno das instruções - especificado por S;
- Ou não é requerido qualquer operando - especificado por '-';

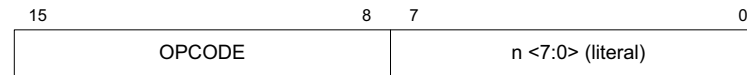
- Instruções do PIC18F458

## Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

### Instruções de Controlo

#### Instrução GOTO

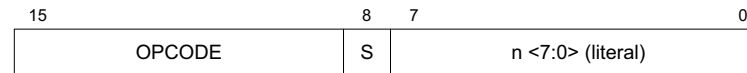


n – Valor imediato de 20 bits

Exemplo de uma Instrução:

GOTO LABEL

#### Instrução CALL



S – Fast bit

Exemplo de uma Instrução:

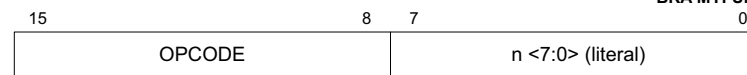
CALL MYFUNC

#### Instrução BRANCH - Ramificação



Exemplo de uma Instrução:

BRA MYFUNC



Exemplo de uma Instrução:

BC MYFUNC

- Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- **Instruções de Controlo**
- Instruções de trans. dados

As instruções de ramificação implicam um salto para outra zona da memória se programa

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
*BC n	Salta se Carry	1110 0010	nnnn nnnn	Nenhuma
*BN n	Salta se Negativo	1110 0110	nnnn nnnn	Nenhuma
*BNC n	Salta se não for Carry	1110 0011	nnnn nnnn	Nenhuma
*BNN n	Salta se não for Negativo	1110 0111	nnnn nnnn	Nenhuma
*BNOV n	Salta se não for Overflow	1110 0101	nnnn nnnn	Nenhuma
**BNZ n	Salta se não for Zero	1110 0001	nnnn nnnn	Nenhuma
*BOV n	Salta se Overflow	1110 0100	nnnn nnnn	Nenhuma
*BRA n	Salta incondicionalmente	1110 0nnn	nnnn nnnn	Nenhuma
*BZ n	Salta se for Zero	1110 0000	nnnn nnnn	Nenhuma

● Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
**CALL n,s	Chamada de subrotina (1ª palavra)	1110 110s	kkkk kkkk	Nenhuma
	(2ª palavra)	1111 kkkk	kkkk kkkk	Nenhuma
CLRWDT -	Limpa Watchdog Timer	0000 0000	0000 0100	$\overline{TO}, \overline{PD}$
DAW -	Ajuste decimal do WREG	0000 0000	0000 0111	C
**GOTO n,s	Vai para endereço (1ª palavra)	1110 1111	kkkk kkkk	Nenhuma
	(2ª palavra)	1111 kkkk	kkkk kkkk	Nenhuma
NOP -	No Operation	0000 0000	0000 0000	Nenhuma
NOP -	No Operation	1111 xxxx	xxxx xxxx	Nenhuma



● Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
POP -	Coloca no topo da pilha (TOS)	0000 0000	0000 0110	Nenhuma
PUSH -	Retira do topo da pilha (TOS)	0000 0000	0000 0101	Nenhuma
**RCALL n	Chamada relativa	1101 1nnn	nnnn nnnn	Nenhuma
RESET -	Reset do dispositivo	0000 0000	1111 1111	Todas
**RETFIE s	Retorno de interrupção	0000 0000	0001 000s	GIE/ GIEH/ PEIE/ GIEL
**RETLW k	Retorno com literal no WREG	0000 1100	kkkk kkkk	Nenhuma
**RETURN s	Retorno de uma subrotina	0000 0000	0001 001s	Nenhuma
SLEEP -	Vai para modo Stand-by	0000 0000	0000 0011	$\overline{TO}, \overline{PD}$

● Instruções do PIC18F458

Instruções do 18F458

- Introdução
- Instruções com Bytes
- Instruções com Bits
- Instruções com Literais
- Instruções de Controlo
- Instruções de trans. dados

Instrução	Descrição	MSB (IW)	LSB (IW)	Flags
** TBLRD*	Leitura de tabelas	0000 0000	0000 1000	Nenhuma
** TBLRD*+	Leitura de tabelas com pós-incremento	0000 0000	0000 1001	Nenhuma
** TBLRD*-	Leitura de tabelas com pós-decremento	0000 0000	0000 1010	Nenhuma
** TBLRD+*	Leitura de tabelas com pré-incremento	0000 0000	0000 1011	Nenhuma
** TBLWT*	Escrita de tabelas	0000 0000	0000 1100	Nenhuma
** TBLWT*+	Escrita de tabelas com pós-incremento	0000 0000	0000 1101	Nenhuma
** TBLWT*-	Escrita de tabelas com pós-decremento	0000 0000	0000 1110	Nenhuma
** TBLWT+*	Escrita de tabelas com pré-incremento	0000 0000	0000 1111	Nenhuma