

MATA49

Programação de Software Básico

Instruções para operações aritméticas

Parte 2

Leandro Andrade
leandrojsa@ufba.br

Operações Aritméticas

- Instruções de multiplicação e divisão:
 - Podem ser realizadas em dados de 32, 16 ou 8 bits
 - Atuam sobre o registrador EAX e suas subpartes AX e AL (dependendo do tipo do operando)
 - Possuem instruções diferentes para operações que tratam inteiros com sinal ou sem sinal
 - Sem sinal: MUL e DIV
 - Com sinal IMUL e IDIV

Operações Aritméticas

- MUL:
 - Multiplicação de inteiros sem sinal
 - O operando pode ser um registrador ou variável
 - Não pode ser um operador imediato
 - Sintaxe: `MUL <operando>`
 - O resultado é armazenado AL, AX, EAX (dependendo do tamanho do operando)

Operações Aritméticas

- MUL:

- Exemplos:

MUL reg8/mem8

;AX = AL * reg8/mem8

MUL reg16/mem16

;DX:AX = AX * reg16/mem16

MUL reg32/mem32

;EDX:EAX = EAX * reg32/mem32

Operações Aritméticas

- **MUL:**

- **Exemplos:**

var DW 10

MUL BL ; AX = AL * BL

MUL [var] ; DX:AX = AX * [var]

MUL ECX : EDX:EAX = EAX * ECX

Operações Aritméticas

- MUL
 - Quando o produto gera um valor maior que o registrador, o resultado é dividido com outro registrador
 - Carry Flag (CF) é marcado um 1 quando isso ocorre

Multiplicand	Multiplier	Product
AL	<i>r/m8</i>	AX
AX	<i>r/m16</i>	DX:AX
EAX	<i>r/m32</i>	EDX:EAX

Operações Aritméticas

- MUL

- Quando o produto gera um valor maior que o registrador, o resultado é dividido com outro registrador
 - Carry Flag (CF) é marcado um 1 quando isso ocorre

Multiplicand	Multiplier	Product
AL	<i>r/m8</i>	AX
AX	<i>r/m16</i>	DX:AX
EAX	<i>r/m32</i>	EDX:EAX

Operações Aritméticas

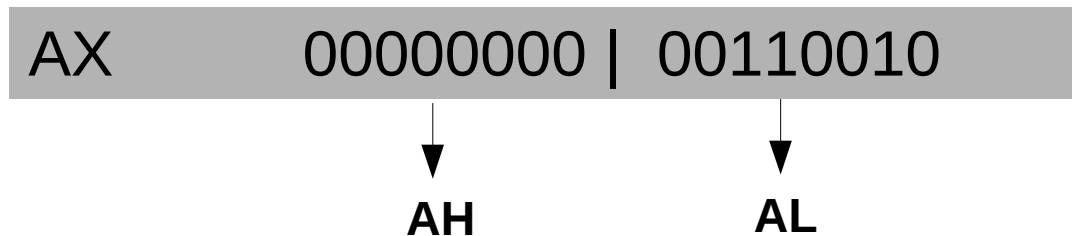
- MUL

- Exemplos:

MOV AL,5

MOV BL,10

MUL BL



; AX = 50 → AH = 0, AL = 50 e CF = 0

Operações Aritméticas

- MUL

- Exemplos:

MOV AX, 100

MOV BX, 50

MOV DX, -1

MUL BX

; DX:AX = 5000, DX = 0, AX= 5000 e CF=0

DX	AX
0000000000000000	0001001110001000

Operações Aritméticas

- MUL

- Exemplos:

MOV AX, 1000

MOV BX, 500

MOV DX, -1

MUL BX

DX	AX
00000000000000111	1010000100100000

; DX:AX = 500000, DX = 7, AX= 41248 e CF=1

Operações Aritméticas

- MUL
 - Exemplos:

```
mov  eax, 12345h
mov  ebx, 1000h
mul  ebx
```

; EDX:EAX = 0000000012345000h, CF = 0



Operações Aritméticas

- MUL:

MOV AX, 1000

MOV BX, 500

MOV DX, -1

MUL BX ; DX:AX = 500000

- Neste exemplo é possível perceber que o resultado está repartido em dois registradores.
- Então como proceder para utilizarmos ele em um único registrador ou memória?

Operações Aritméticas

- MUL:

Então como proceder para utilizarmos ele em um único registrador ou memória?

Exemplo:

$$ECX = AX * BX + 300$$

sendo

$$AX = 100000$$
$$BX = 500$$

Como armazenar esse resultado em ECX?

Operações Aritméticas

- **MUL:**

Como armazenar esse resultado em ECX?

MUL BX

MOVSX EBX, AX

MOVSX EAX, DX

MOV EDX, 100000000000000000b ;(2^{16})

MUL EDX

ADD EAX, EBX

ADD EAX, 300

MOV ECX, EAX

Operações Aritméticas

- IMUL:
 - Usada para multiplicação de números com sinal
 - Pode-se utilizar operadores imediatos, variáveis e registradores
 - Sintaxe:
IMUL <fonte1>
IMUL <destino>, <fonte1>
IMUL <destino>, <fonte1>, <fonte2>
 - Número de operando pode variar

Operações Aritméticas

dest	source1	source2	Action
	reg/mem8		AX = AL*source1
	reg/mem16		DX:AX = AX*source1
	reg/mem32		EDX:EAX = EAX*source1
reg16	reg/mem16		dest *= source1
reg32	reg/mem32		dest *= source1
reg16	immed8		dest *= immed8
reg32	immed8		dest *= immed8
reg16	immed16		dest *= immed16
reg32	immed32		dest *= immed32
reg16	reg/mem16	immed8	dest = source1*source2
reg32	reg/mem32	immed8	dest = source1*source2
reg16	reg/mem16	immed16	dest = source1*source2
reg32	reg/mem32	immed32	dest = source1*source2

Operações Aritméticas

- IMUL
 - Note no uso com um único operando é semelhante ao MUL
 - A única diferença é que ele é voltado para inteiros com sinal
 - No caso do uso com dois ou três operandos o resultado é armazenado unicamente no destino passado, sem fazer estendê-lo.

Operações Aritméticas

- IMUL

- Exemplos:

IMUL ECX ;EDX:EAX = EAX * ECX

IMUL BX, [Bla] ;BX = BX * Bla

IMUL BX, 10 ;BX = BX * 10

IMUL DX, AX, -2 ;DX = AX * -2

IMUL BX, [Bla], 10 ;BX = Bla * 10

Operações Aritméticas

- IMUL
 - Quando o resultado da multiplicação estende ao registrador superior o Overflow Flag (OF) recebe valor 1.
 - Exemplos:
MOVAL, 48
MOV BL, 4
IMUL BL ; AX = +192 = 00C0h **OF=1**

Operações Aritméticas

- IMUL

- Exemplos:

- MOVAL, -4

- MOVBL, 4

- IMUL BL ; AX = -16 = FFF0h **OF=0**

Operações Aritméticas

- IMUL

- Exemplos:

- MOVAX, 48

- MOVBX, 4

- IMUL BX ;DX:AX=000000C0h, **OF=0**

Operações Aritméticas

- DIV
 - Divisão de inteiros sem sinal
 - O operando pode ser um registrador ou variável
 - Não pode ser um operador imediato
 - Sintaxe: DIV <operando>

Dividend	Divisor	Quotient	Remainder
AX	<i>r/m8</i>	AL	AH
DX:AX	<i>r/m16</i>	AX	DX
EDX:EAX	<i>r/m32</i>	EAX	EDX

Operações Aritméticas

- DIV
 - Observe a seguinte situação:
mov dx, 20
mov ax, 20
mov bx, 2
div bx ; ERRO!
 - Neste caso o programa não funcionará corretamente, pois a dividendo é DX:AX

Operações Aritméticas

- DIV

- A solução seria:

- mov dx, 0**

- mov ax, 20

- mov bx, 2

- div bx ; CORRETO resultado AX = 10

Operações Aritméticas

- DIV

- Exemplos

MOV AX, 0083h

MOV BL, 2

DIV BL ;AL=41h AH=01h

Operações Aritméticas

- DIV

- Exemplos

MOV DX, 0

MOV AX, 8003h

MOV CX, 10h

DIV CX ;AX = 0080h, DX = 0003h

Operações Aritméticas

- IDIV
 - Divisão de inteiros com sinal
 - Preserva o sinal resultante da operação
 - Mesma estrutura de operandos que o DIV
 - Sintaxe: IDIV <operando>
 - Necessita de instruções para estender o sinal (CBW, CWD, CDQ)

(CBW, CWD, CDQ...

- São instruções para estender o sinal de números inteiros
 - CBW (convert byte to word)
 - Estende o sinal do AL para o AH
 - Exemplo:
MOV AL, 9Bh ; -101
CBW ; AX = FF9Bh = -101
 - CWD (convert word to double word)
 - Estende o sinal de AX para DX
 - Exemplo: MOV AX, FF9Bh
CWD ; DX:AX = FFFFFFFF9Bh

CBW, CWD, CDQ...)

- CDQ (convert doubleword to quadword)

- Estende o sinal do EAX para o EDX
- Exemplo:

```
MOV EAX, FFFFFFFF9Bh
```

```
CDQ    ;EDX:EAX = FFFFFFFFFFFFFFFF9Bh
```

Operações Aritméticas

- IDIV

- Para execução do IDIV é necessário estender o sinal do dividendo para conservar o sinal no resto

- Usaremos CBW, CWD, ou CDQ

- Exemplo:

```
MOV    AL, -48
```

```
CBW    ;Sinal estendido em AH
```

```
MOV BL, 5
```

```
IDIV   BL    ;  AL = - 9 , AH = -3
```

Operações Aritméticas

- IDIV

- Exemplo:

MOV AX, -5000

CWD ;estende o sinal para DX

MOVBX, 256

IDIV BX ;AX= -19 (DX=-136 resto)

Operações Aritméticas

- Exercícios...”O poder é de vocês...”

a) $\text{var4} = (\text{var1} * 5) / (\text{var2} - 3);$

b) $\text{var4} = (\text{var1} * -5) / (-\text{var2} \% \text{var3});$

Operações Aritméticas

a) $\text{var4} = (\text{var1} * 5) / (\text{var2} - 3);$

MOV EAX, [var1]

MOV EBX, 5

IMUL EBX

MOV EBX, [var2]

SUB EBX, 3

CDQ

IDIV EBX

MOV [var4], EAX

Operações Aritméticas

b) $\text{var4} = (\text{var1} * -5) / (-\text{var2} \% \text{var3});$

MOV EAX, [var2]

NEG EAX

CDQ

IDIV [var3]

MOV EBX, EDX

MOV EAX, -5

IMUL [var1]

CDQ

IDIV EBX

MOV [var4], EAX