



1 Objetivo

Neste laboratório serão vistos a representação binária sinalizada e não-sinalizada de números, operações aritméticas e o comportamento do registrador de flags no processador Intel 8086.

2 Preliminar

Com uma representação binária não-sinalizada de n bits, conseguimos representar uma faixa de valores entre 0 e $2^n - 1$. Já na representação sinalizada em complemento de 2, esse mesmo número de bits pode representar uma faixa de valores entre $-(2^{n-1})$ e $+(2^{n-1} - 1)$. Simbolicamente, um número sinalizado D em complemento de 2 é definido como:

$$\begin{aligned} +D &= D \\ -D &= M - D \end{aligned}$$

onde $M = 2^n$ é conhecido como *módulo*.

Em complemento de 2, tem-se como regra prática para identificar se um valor é positivo ou negativo a inspeção do bit mais significativo, conhecido como *bit de sinal*. Se esse bit for 0, o número é positivo. Caso contrário (bit de sinal = 1), o número é negativo.

A forma como vemos um número (sinalizado ou não) depende da interpretação que damos aos bits. Desta forma, a sequência binária 10000, com $n = 5$, pode ser vista como o número +16 ou -16.

Ao efetuarmos operações aritméticas sobre números de n bits, é possível que o valor resultante não seja representável nesse mesmo número de bits. A esse fato damos o nome de *transbordamento*. Um transbordamento pode ocorrer tanto em operações com números sinalizados quanto com números não-sinalizados. Nos processadores Intel 8086, um transbordamento ocorrido durante uma operação com números não-sinalizados é indicado pela flag *carry*, enquanto que transbordamentos em operações com números sinalizados são indicados pela flag *overflow*.

3 Atividade 1

Nesta atividade vamos observar os efeitos da operação de adição sobre as flags do 8086. Abra o Turbo Debugger digitando TD. Com o painel de código (*code panel*) selecionado, tecele ALT+F10, escolha a opção *Assemble...*, e digite MOV AL, 10. Repita o mesmo procedimento para mais duas instruções:

```
MOV AH, 40  
ADD AH, AL ; AH = AH + AL
```

Em seguida posicione o cursor (linha azul) sobre a primeira instrução digitada (MOV AL, 10), tecele ALT+F10 e escolha New cs:ip. Esta operação fez com que a instrução sobre o cursor se tornasse a

instrução ativa (a próxima a ser executada). Execute as três instruções conforme visto no laboratório anterior (pressione F8). Ao executar cada instrução, veja como os registradores e as flags (**c**=carry, **o**=overflow, **s**=sinal) se comportam.

Como deve ter ficado claro, a primeira instrução move o valor hexa 10 para o registrador de 8 bits AL. A segunda instrução move 40 para o registrador AH. Já a terceira instrução adiciona os valores dos registradores AH e AL, guardando o resultado em AH.

Vamos agora variar os valores dos operandos nas duas primeiras instruções e anotar o resultado da adição. Cada linha da tabela 1 contém um par de operandos, em hexadecimal, que deve ser usado no lugar de 40 e 10 do exemplo anterior. Primeiramente converta os valores para decimal (com e sem sinal), depois modifique os valores dos operandos no TD para cada par da tabela, e torne a reexecutar as 3 instruções. Anote na tabela 1 o resultado obtido em AH (hexa), converta o valor para decimal com e sem sinal, e anote os estados das flags de carry, overflow e sinal após a adição (lembre-se que $n = 8$).

Tabela 1: Adição

1o. operando			2o. operando			resultado (AH)			flags
hex	dec(s)	dec(u)	hex	dec(s)	dec(u)	hex	dec(s)	dec(u)	
10			F0						c = ____ o = ____ s = ____
13			70						c = ____ o = ____ s = ____
3A			2F						c = ____ o = ____ s = ____
F0			A9						c = ____ o = ____ s = ____
99			B9						c = ____ o = ____ s = ____

Analise seus resultados e responda:

1. Os resultados obtidos conferem com os quais você esperava?
2. Em quais condições ocorre transbordamento para adição **sem** sinal?
3. Em quais condições ocorre transbordamento para adição **com** sinal?

4 Atividade 2

Esta atividade é parecida com a primeira, mas agora vamos usar uma operação de subtração ao invés da adição. Seguindo o mesmo procedimento da atividade 1, entre com as três instruções a seguir no TD:

```

MOV AL, <1o-operando>
MOV AH, <2o-operando>
SUB AH, AL           ; AH = AH - AL

```

onde <1o-operando> e <2o-operando> devem assumir cada par de valores hexa dados pela tabela 2.

Tabela 2: Subtração

1o. operando			2o. operando			resultado (AH)			flags
hex	dec(s)	dec(u)	hex	dec(s)	dec(u)	hex	dec(s)	dec(u)	
10			10						c = ____ o = ____ s = ____
90			13						c = ____ o = ____ s = ____
D1			3A						c = ____ o = ____ s = ____
57			F0						c = ____ o = ____ s = ____
47			99						c = ____ o = ____ s = ____

Novamente analise seus resultados e responda:

1. Os resultados obtidos conferem com os quais você esperava?
2. Em quais condições ocorre transbordamento para subtração **sem** sinal?
3. Em quais condições ocorre transbordamento para subtração **com** sinal?

Considere as instruções:

```

ADD AH, AL
SUB AH, AL

```

Para quais operandos o resultado dessas duas instruções é o mesmo? Podemos afirmar que as flags de carry, overflow e sinal se comportam de forma semelhante nos casos em que o resultado das instruções é o mesmo?