

## 2-7 OPERAÇÕES ARITMÉTICAS COM NÚMEROS SINALIZADOS

Na seção anterior, aprendemos como os números sinalizados são representados de três formas diferentes. Nesta seção, estudaremos como os números sinalizados são somados, subtraídos, multiplicados e divididos. Devido à forma do complemento de 2 para representação de números sinalizados ser a mais usada em computadores e sistemas microprocessados, a abordagem nesta seção se limita a aritmética do complemento de 2. Os processos abordados podem ser estendidos a outros formatos, se necessário.

Ao final do estudo desta seção você deverá ser capaz de:

- Somar números binários sinalizados
- Explicar como os computadores somam seqüências numéricas
- Definir *overflow*
- Subtrair números binários sinalizados
- Multiplicar números binários sinalizados usando o método da adição direta
- Multiplicar números binários sinalizados usando o método dos produtos parciais
- Dividir números binários sinalizados

### Adição

Os dois números de uma adição são **1ª parcela** e **2ª parcela**. O resultado é a **soma**. Existem quatro casos que podem ocorrer quando dois números binários sinalizados são somados.

1. Os dois números são positivos
2. O número positivo com magnitude maior que o número negativo
3. O número negativo com magnitude maior que o número positivo
4. Os dois números são negativos

Vamos analisar um caso de cada vez usando números sinalizados de 8 bits como exemplos. Os números decimais equivalentes são mostrados para referência.

A adição de dois números positivos resulta em um número positivo.

Ambos os números são positivos	00000111	7
	<u>+ 00000100</u>	<u>+ 4</u>
	00001011	11

A soma é positiva estando portanto em binário verdadeiro (não complementado).

A adição de um número positivo com um número negativo menor resulta em um número positivo.

**Número positivo com magnitude maior que a do número negativo:**

	00001111	15
	<u>+ 1111010</u>	<u>+ -6</u>
Carry descartado →	1 00001001	9

O bit de carry final é descartado. A soma é positiva e portanto é um binário verdadeiro (não complementado).

A adição de um número positivo com um número negativo maior, ou a adição de dois números negativos, resulta em um número negativo em complemento de 2.

**Número negativo com magnitude maior que a do número positivo:**

	00010000	16
	<u>+ 11101000</u>	<u>+ -24</u>
	11111000	-8

A soma é negativa e portanto na forma do complemento de 2.

**Ambos os números são negativos:**

	11111011	-5
	<u>+ 11110111</u>	<u>+ -9</u>
Carry descartado →	1 11110010	-14

O bit de carry final é descartado. A soma é negativa e portanto na forma do complemento de 2.

Em um computador, os números negativos são armazenados na forma do complemento de 2. Assim, como podemos ver, o processo de adição é muito simples: *somar os dois números e descartar o bit de carry final*.

**Condição de Overflow** Quando dois números são somados e o número de bits necessário para representar a soma excede o número de bits nos dois números, resulta em um **overflow** (transbordamento de capacidade) conforme indicado por um bit de sinal incorreto. Um overflow pode ocorrer apenas quando os dois números são positivos ou ambos negativos. O exemplo a seguir com números de 8 bits ilustra essa condição.

	01111101	125
	+ 00111010	+ 58
	10110111	183

Sinal incorreto ————— ↑  
 Magnitude incorreta ————— ↑

Nesse exemplo a soma de 183 requer oito bits de magnitude. Como existem sete bits de magnitude nos números (um bit é o sinal), existe um carry no lugar do bit de sinal que produz a indicação de overflow.

**Os Números são Somado Dois de Cada Vez** Agora vamos analisar a adição de uma sequência de números, somados dois de cada vez. Essa operação pode ser realizada somando-se os dois primeiros números, somando em seguida o resultado ao terceiro número, somando outra vez o resultado ao quarto número e assim por diante. É assim que os computadores somam uma sequência de números. A adição de números tomados dois de cada vez é ilustrada no Exemplo 2-19.

### EXEMPLO 2-19

Some os seguintes números sinalizados: 01000100, 00011011, 00001110 e 00010010.

**Solução** As adições decimais equivalentes são dadas como referência.

68	01000100	
+ 27	+ 00011011	Soma dos dois primeiros números
95	01011111	1º subtotal
+ 14	+ 00001110	Soma do 3º número
109	01101101	2º subtotal
+ 18	+ 00010010	Soma do 4º número
127	01111111	Resultado final

**Problema relacionado** Some 00110011, 10111111 e 01100011. Esses números são sinalizados.

## Subtração

A subtração é um caso especial da adição. Por exemplo, a subtração de +6 (o **subtraendo**) de +9 (o **minuendo**) é equivalente à soma de -6 com +9. Basicamente, *a operação de subtração troca o sinal do subtraendo e o soma ao minuendo*. O resultado da subtração é denominado de **diferença**.

A subtração é uma soma com o sinal do subtraendo trocado.

**O sinal de um número binário positivo ou negativo é trocado tomando-se o complemento de 2 dele.**

Por exemplo, quando se toma o complemento de 2 do número positivo 00000100 (+4), obtemos 11111100, que é -4, como mostra a análise da soma dos pesos a seguir:

$$-128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 = -4$$

Em outro exemplo, quando tomamos o complemento de 2 do número negativo 11101101 (−19), obtemos 00010011, que é +19, conforme a análise da soma dos pesos a seguir:

$$16 + 2 + 1 = 19$$

Como a subtração é simples, uma adição com o subtraendo de sinal trocado, o processo é descrito da seguinte forma:

**Para subtrair dois números sinalizados, tome o complemento de 2 do subtraendo e faça uma soma. Descarte qualquer bit de carry final.**

O Exemplo 2-20 ilustra o processo de subtração.

### EXEMPLO 2-20

Realize cada uma das seguintes subtrações de números sinalizados:

(a)  $00001000 - 00000011$

(b)  $00001100 - 11110111$

(c)  $11100111 - 00010011$

(d)  $10001000 - 11100010$

**Solução** Assim como em outros exemplos, as subtrações decimais equivalentes são dadas para referência.

(a) Neste caso,  $8 - 3 = 8 + (-3) = 5$ .

	00001000	Minuendo (+8)
	+ 1111101	Complemento de 2 do subtraendo (−3)
Carry descartado →	<b>1</b> 00000101	Diferença (+5)

(b) Neste caso,  $12 - (-9) = 12 + 9 = 21$

00001100	Minuendo (+12)
+ 00001001	Complemento de 2 do subtraendo (+9)
00010101	Diferença (+21)

(c) Neste caso,  $-25 - (+19) = -25 + (-19) = -44$

	11100111	Minuendo (−25)
	+ 11101101	Complemento de 2 do subtraendo (−19)
Carry descartado →	<b>1</b> 11010100	Diferença (−44)

(d) Neste caso,  $-120 - (-30) = -120 + 30 = -90$

10001000	Minuendo (−120)
+ 00011110	Complemento de 2 do subtraendo (+30)
10100110	Diferença (−90)

**Problema relacionado** Subtraia 01000111 de 01011000.

## Multiplicação

Os termos de uma multiplicação são o **multiplicando**, o **multiplicador** e o **produto**. Eles são ilustrados na seguinte multiplicação decimal:

A multiplicação é equivalente à adição de um número com ele mesmo um número de vezes igual ao multiplicador.

8	Multiplicando
$\times 3$	Multiplicador
24	Produto

A operação de multiplicação na maioria dos computadores é realizada usando adição. Como já vimos, a subtração é feita com um somador; agora, veremos como a multiplicação é feita.