



# Operações Aritméticas em Binário

---

Universidade Federal de Uberlândia  
Faculdade de Computação  
Prof. João Henrique de Souza Pereira

Créditos dos slides para o Prof. Dr. Daniel D. Abdala

# Na Aula Passada ...

---

- Representação de números negativos em binário;
- Representação de números reais em base binária;
- Conversão de bases de números reais;
- Complementos de 1 e 2;
- Extensão do sinal em complemento de 2;
- Notação de ponto flutuante.

# Nesta Aula

---

- Adição e subtração binária;
- Adição e Subtração no sistema de complemento de 2;
- Multiplicação de números binários;
- Divisão de números binários.

# Adição Binária

---

- Semelhante a adição de números decimais

msb ← lsb

$$\begin{array}{r} 0010 \\ + 0111 \\ \hline 1001 \end{array}$$

→  $2_{10}$   
→  $7_{10}$   
→  $9_{10}$

# Subtração Binária

---

- Também é feita a semelhança do sistema decimal

msb ← isb

0	1	1	0	→	6 <sub>10</sub>	
-	0	0	1	1	→	3 <sub>10</sub>
<hr/>						
0	0	1	1	→	3 <sub>10</sub>	

# Adição em Complemento de 2

---

- Quatro casos:
  - Dois números positivos
  - Um número positivo e outro menor e negativo
  - Um número positivo e outro maior e negativo
  - Dois números negativos

# Caso 1: Dois Números Positivos

---

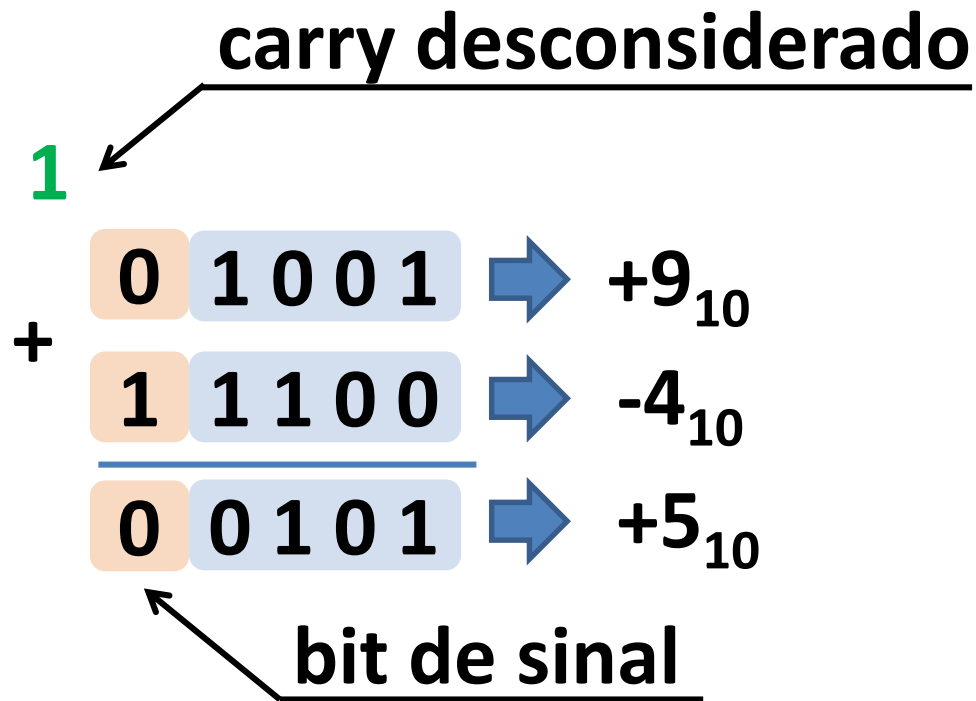
- Soma é feita diretamente, tal como na soma de números binários puros.

$$\begin{array}{r} + \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ \hline \end{array} \Rightarrow 6_{10} \\ \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow 3_{10} \\ \hline \quad \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ \hline \end{array} \Rightarrow 9_{10} \end{array}$$

bit de sinal

## Caso 2: Um número positivo e outro menor e negativo

---





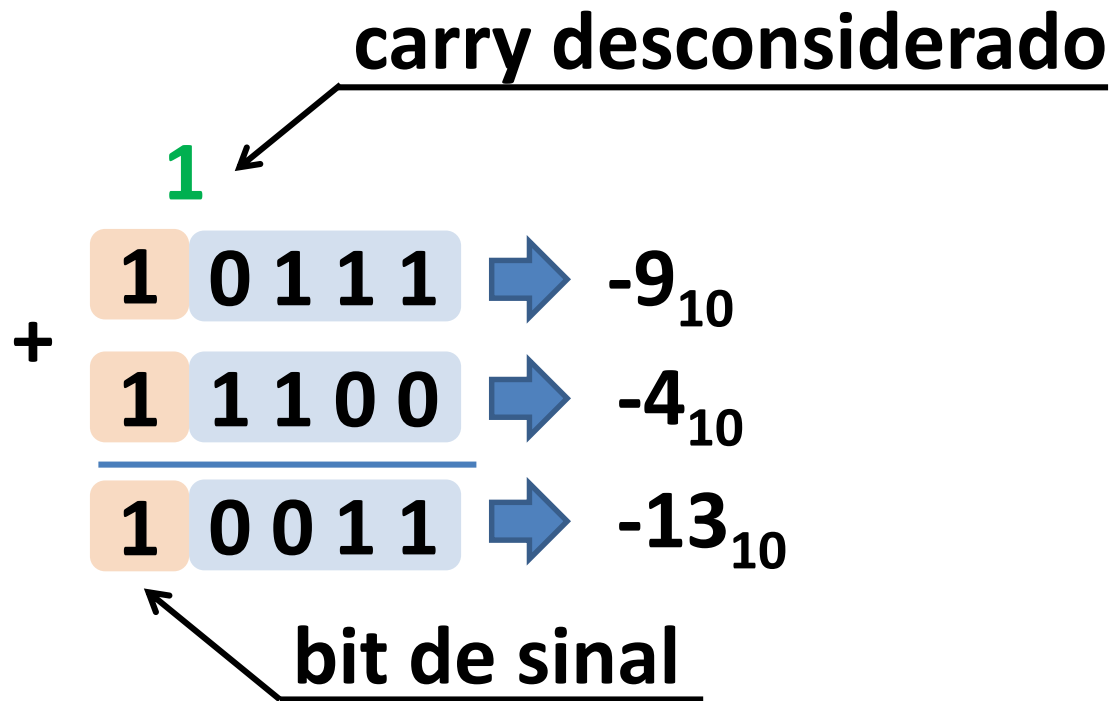
# Caso 3: Um número positivo e outro maior e negativo

---

$$\begin{array}{rcl} + & \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} & \Rightarrow -9_{10} \\ & \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \hline \end{array} & \Rightarrow +4_{10} \\ \hline & \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ \hline \end{array} & \Rightarrow -5_{10} \\ & \swarrow \text{bit de sinal} & \end{array}$$

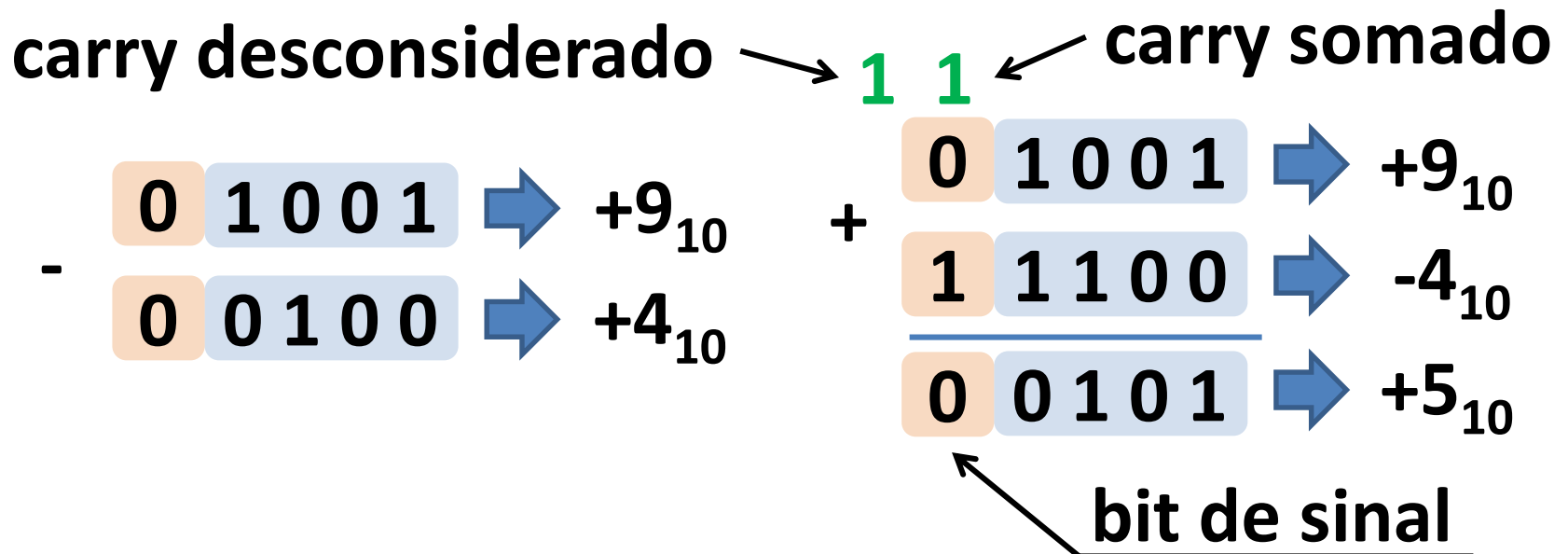
# Caso 4: Dois Números Negativos

---



# Subtração em Complemento de 2

- Similar aos casos da soma;
- Dois passos:
  - Faça a operação de complemento de 2 do **subtraendo**;
  - Adicione o número obtido ao **minuendo**.



# Multiplicação de Números Binários

**x**

$$\begin{array}{r} 1001 \\ 1010 \\ \hline 0000 \\ 1001 \\ 0000 \\ 1001 \\ \hline 1011010 \end{array}$$

$1001 \rightarrow 9_{10}$   
 $1010 \rightarrow 10_{10}$   
 $1011010 \rightarrow 90_{10}$

caso	resp
0x0	0
0x1	0
1x0	0
1x1	1

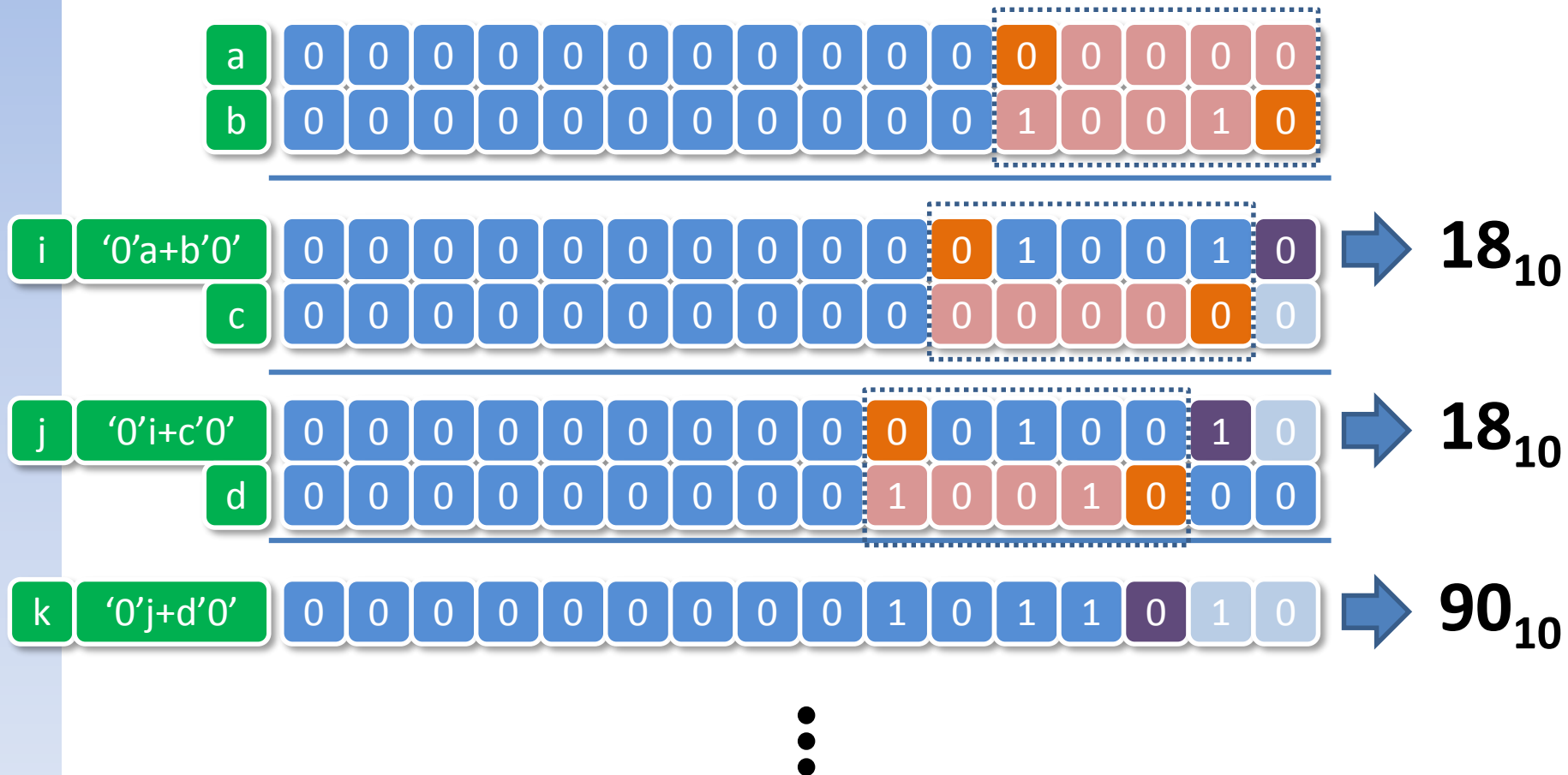
# Multiplicação de Palavras

$$\begin{array}{r} \mathbf{x} \quad \begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} \end{array} \begin{array}{l} \Rightarrow 9_{10} \\ \Rightarrow 10_{10} \end{array}$$

a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
e	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
f	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$$\begin{array}{cccccccccccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} \Rightarrow 90_{10}$$

# Somas com deslocamento para a Esquerda



# Divisão de Números Binários

$$\begin{array}{r} \text{—} \quad \overbrace{1001} \quad | \quad 0011 \\ \underline{0011} \quad \quad 11 \\ \quad \underline{00011} \\ \quad \quad \text{—} \quad \underline{0011} \\ \quad \quad \quad \underline{0000} \end{array}$$

obs: se, após a primeira divisão o número resultante ao descer apenas 1 bit for menor que o divisor, colocamos um zero no resultado e continuamos descendo bits até que o dividendo seja maior que o divisor.

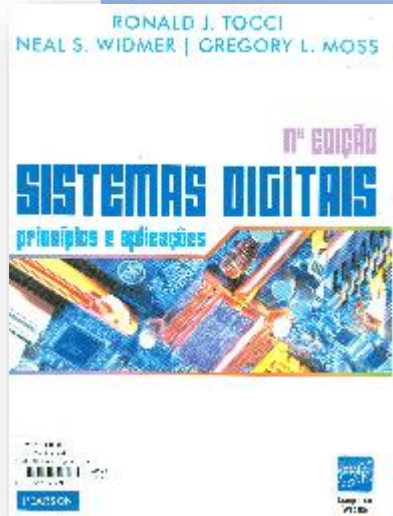
# Pro Lar

---

- Leitura: (Tocci) 6.1,6.3-6.6 (pgs. 253-254, 260-264)
- Leitura: (Capuano) 1.2.3 até 1.2.3.4 (pgs. 22-27)
- Exercícios: (Tocci):  $E=\{6.1,...,6.12\}$
- Exercícios: (Capuano):  $E=\{1.5.1.2, 1.5.2.2, 1.5.3.2\}$



# Bibliografia Comentada



- TOCCI, R. J., WIDMER, N. S., MOSS, G. L. **Sistemas Digitais – Princípios e Aplicações.** 11ª Ed. Pearson Prentice Hall, São Paulo, S.P., 2011, Brasil.



- CAPUANO, F. G., IDOETA, I. V. **Elementos de Eletrônica Digital.** 40ª Ed. Editora Érica.
- São Paulo. S.P. 2008. Brasil.