

Elementos de Sistemas

Descrição de Dados Digitais (Continuação)

“The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point.”

“O problema fundamental da comunicação é reproduzir, em um ponto, exata ou aproximadamente, uma mensagem selecionada em outro ponto.”

— Claude Shannon, *A Mathematical Theory of Communication* (1948)

Multiplicação e divisão por potências de 2

Como fazer de forma rápida.

$$2 \times 1 \text{ (00000001)} = 2 \text{ (00000010)}$$

$$2 \times 2 \text{ (00000010)} = 4 \text{ (00000100)}$$

$$2 \times 4 \text{ (00000100)} = 8 \text{ (00001000)}$$

Em binário, para multiplicar um número sem sinal por 2, basta deslocar seus bits uma posição para a esquerda.

$$4 / 2 \text{ (00000100)} = 2 \text{ (00000010)}$$

$$2 / 2 \text{ (00000010)} = 1 \text{ (00000001)}$$

Para dividir um número sem sinal por 2, basta deslocar seus bits uma posição para a direita. O bit menos significativo é descartado.

Para multiplicar ou dividir por 2^k basta deslocar k posições.

Multiplicação/Divisão por múltiplo de 2

E se dividirmos $9 / 2$

$$9 / 2 (00001001) = 4 (00000100)$$

Para números sem sinal, o deslocamento à direita descarta a parte fracionária, equivalendo ao floor (piso) da divisão por 2.

E se for um número com sinal (complemento de 2)?
Por exemplo:

$$-64/2 (11000000) = 96 (01100000) \quad \text{Deslocamento Lógico}$$

$$-64/2 (11000000) = -32 (11100000) \quad \text{Deslocamento aritmético}$$

Para números em complemento de 2, a divisão por 2 requer um deslocamento aritmético à direita, que replica o bit de sinal.

Multiplicação Binária (unsigned)

A multiplicação em binário segue o mesmo princípio que a multiplicação em decimal: vamos multiplicar cada bit do multiplicando com o multiplicador e somar os resultados.

$$\begin{array}{r} 101 \quad (5) \\ \times 11 \quad (3) \\ \hline 101 \quad (5) \\ + 101 \quad (5) \\ \hline 1111 \quad (15) \end{array}$$

Multiplicação Binária (com sinal)

$$\begin{array}{r} 11010110 -42 \\ \times 00101101 \times 45 \\ \hline 1111111111010110 \\ 0000000000000000 \\ 11111111101011000 \\ 111111111010110000 \\ 0000000000000000 \\ 1111101011000000 \\ 0000000000000000 \\ 0000000000000000 \\ \hline 1111100010011110 -1890 \end{array}$$

Observação: a multiplicação de dois números negativos exige cuidados adicionais com a extensão de sinal e não será abordada neste curso.

Ponto fixo

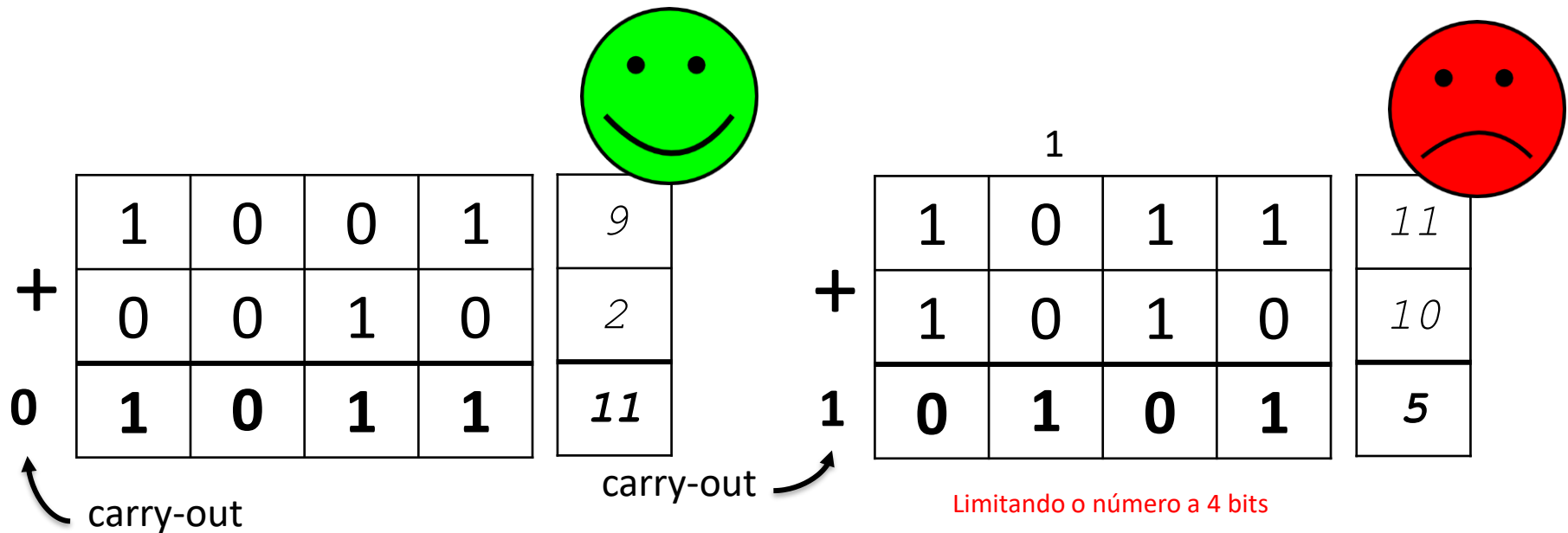
Para construirmos o valor 26.5, por exemplo, basta selecionarmos os bits que somados dão esse valor:

2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}
32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

$$011010100 : 0 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0,5 + 0 \cdot 0,25 + 0 \cdot 0,125 = 26,5$$

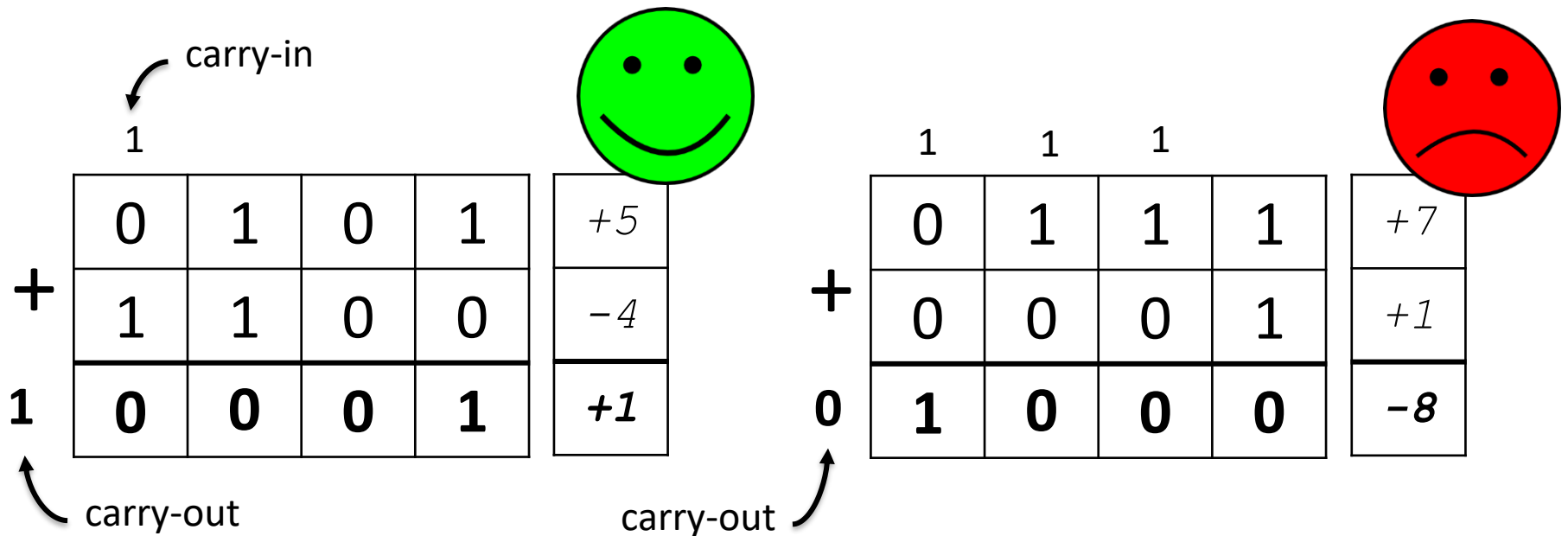
Overflow (sem sinal)

Em números inteiros sem sinal (unsigned), o carry-out indica que a soma excedeu a faixa representável e logo o valor é inválido



Overflow (com sinal/complemento de 2)

Em números inteiros com sinal, em complemento de 2, comparamos o carry que entra no bit de sinal com o carry que sai desse bit. Se forem diferentes, há overflow.



$$Overflow = Cin \oplus Cout$$

Insper

www.insper.edu.br