



Departamento de
Engenharia Elétrica e
de Computação

SEL 414 - Sistemas Digitais

SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

Prof. Homero Schiabel



1. SISTEMA BINÁRIO

- **SISTEMA DECIMAL** ➔ Base 10 ➔ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

$$a_{n-1} \dots a_3 a_2 a_1 a_0 = a_{n-1} 10^{n-1} + \dots + a_3 10^3 + a_2 10^2 + a_1 10^1 + a_0 10^0$$

$$\text{Ex.: } (4598)_{10} = 4 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10^1 + 8 \cdot 10^0 = 4000 + 500 + 90 + 8$$

- **SISTEMA BINÁRIO** ➔ Base 2 ➔ 0, 1.

$$b_{n-1} \dots b_3 b_2 b_1 b_0 = b_{n-1} 2^{n-1} + \dots + b_3 2^3 + b_2 2^2 + b_1 2^1 + b_0 2^0$$

$$\text{Ex.: } (110100)_2 = 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0$$

2. CONVERSÕES ENTRE SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

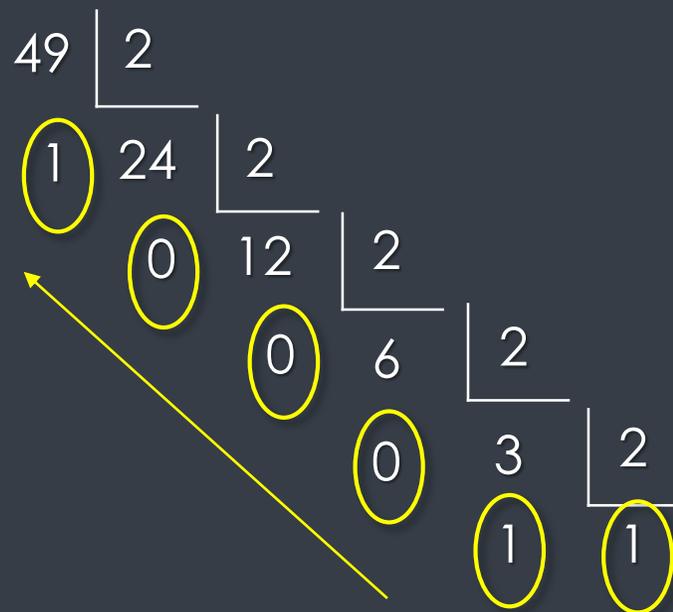
2.1. BINÁRIO → DECIMAL

$$\begin{aligned} (110100)_2 &= 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = \\ &= 32 + 16 + 4 = (52)_{10} \end{aligned}$$

2.2. DECIMAL → BINÁRIO

Ex.: $(49)_{10} \rightarrow (?)_2$

$$(49)_{10} = (110001)_2$$



2. CONVERSÕES ENTRE SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

2.3. SISTEMA HEXADECIMAL

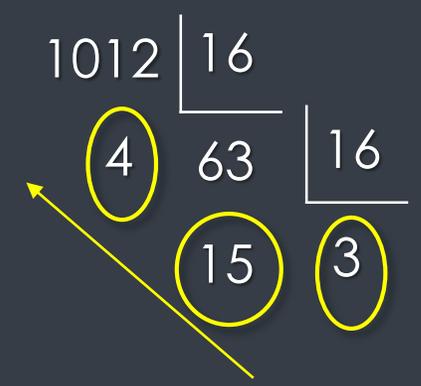
(A) HEXA → DECIMAL

$(2F)h = 2 \cdot 16^1 + F \cdot 16^0 = 32 + 15 = (47)_{10}$

(B) DECIMAL → HEXA

$(1012)_{10} \rightarrow (?)h$

$(1012)_{10} = (3F4)h$



Decimal	Hexadecimal
0	0
1	1
2	2
3	3
...	...
9	9
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F
16	10
17	11
...	...
26	1A
27	1B
...	...
31	1F
32	20

2. CONVERSÕES ENTRE SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

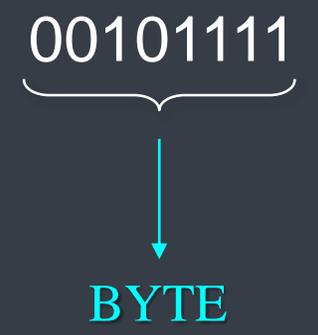
(C) HEXA → BINÁRIO

$$(2F)h \Rightarrow \underbrace{2}_{0010} \quad \underbrace{F}_{1111} \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} 2 \\ F \end{matrix}} \right\} (2F)h = (00101111)_2$$

(D) BINÁRIO → HEXA

$$(10110011)_2 \Rightarrow \underbrace{1011}_B \quad \underbrace{0011}_3 \quad \left. \vphantom{\begin{matrix} 1011 \\ 0011 \end{matrix}} \right\} (10110011)_2 = (B3)h$$

Decimal	Hexadecimal
0	0
1	1
2	2
3	3
...	...
9	9
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F
16	10
17	11
...	...
26	1A
27	1B
...	...
31	1F
32	20





Departamento de
Engenharia Elétrica e
de Computação

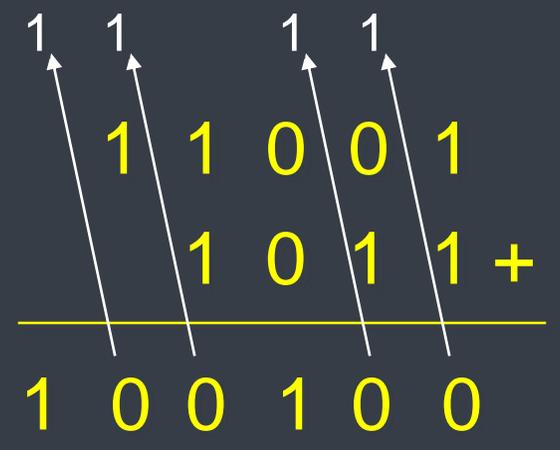
SEL 414 - Sistemas Digitais

ARITMÉTICA BINÁRIA

Prof. Homero Schiabel



1. SOMA DE DOIS NÚMEROS BINÁRIOS



Conferindo:
25
+ 11
—
36

2. SUBTRAÇÃO BINÁRIA

$$\begin{array}{r} 0 \\ -0 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ -0 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ -1 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 0 \\ -1 \\ \hline 1 \end{array}$$



“empresta um”
(complemento)

$$\begin{array}{r} 215 \\ \swarrow 8 - \\ \hline 17 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101 \\ 010 - \\ \hline 1 \\ 011 \end{array}$$

2.1. SUBTRAÇÃO COMO SOMA DE COMPLEMENTOS

Subtração = soma do complemento do subtraendo ao minuendo

Em decimal, por ex.: $8 - 6 = 2$

Complemento de 6 = 4



$$\begin{array}{r} 8 \\ + 4 \\ \hline \cancel{1} 2 \end{array}$$

Em binário:

Complemento de 1 $\Rightarrow (2^n - 1) - \text{número} \Rightarrow$ substituem-se todos os “0” por “1” e vice-versa

Complemento de 2 $\Rightarrow (2^n) - \text{número} \Rightarrow$ substituem-se todos os “0” por “1” e vice-versa e soma-se “1” ao resultado

Comp. de 1 de 10110 = **01001**

Comp. de 2 de 10110 = **01010**

2.2. SUBTRAÇÃO POR SOMA DE COMPLEMENTO DE 1

Ex: $\begin{array}{r} 51 \\ 18 - \\ \hline \end{array}$

$\begin{array}{r} 110011 \\ 010010 - \end{array} \rightarrow \text{comp. 1: } 101101$

$\begin{array}{r} 110011 \\ 101101 + \\ \hline \end{array}$

$\begin{array}{r} 1100000 \\ \left[\rightarrow 1 \right. \\ \hline \end{array}$

$100001 \rightarrow \text{Resultado final}$

2.3. SUBTRAÇÃO POR SOMA DE COMPLEMENTO DE 2

Ex:
$$\begin{array}{r} 51 \\ 18 - \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110011 \\ 010010 - \\ \hline \end{array}$$

comp. 2: 101110

$$\begin{array}{r} 110011 \\ 101110 + \\ \hline \cancel{1}100001 \\ \underbrace{\hspace{10em}} \end{array}$$

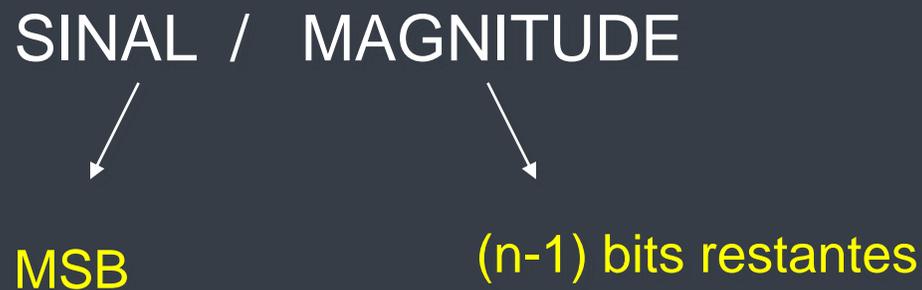
Resultado final

2.4. NÚMEROS NEGATIVOS

Bit mais significativo (MSB) = indicador de sinal:

- se $MSB = 0$ ➔ $(+)$
- se $MSB = 1$ ➔ $(-)$

Portanto, o número binário pode ser representado por:



2.4. NÚMEROS NEGATIVOS

Ex: 18 0 0 1 0 0 1 0
 51 - 0 1 1 0 0 1 1 - → comp. 1: 1001100

0 0 1 0 0 1 0
1 0 0 1 1 0 0 +

1 0 1 1 1 1 0

Sinal negativo

Comp. 1 do resultado

100001
(resultado final)

2.4. NÚMEROS NEGATIVOS

Ex: 18 0 0 1 0 0 1 0
 51 - 0 1 1 0 0 1 1 - → comp. 2: 1001101

0 0 1 0 0 1 0
1 0 0 1 1 0 1 +

1 0 1 1 1 1 1

Sinal negativo

Comp. 2 do resultado

100001
(resultado final)

$$51 - 18 = (+51) - (+18) =$$

$$= (+51) + (-18)$$

3. MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO BINÁRIAS

$$\begin{array}{r} 11001 \\ \quad 10x \\ \hline 00000 \\ 11001 \\ \hline 110010 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11001 \mid 10 \\ \hline -10 \quad \downarrow \quad \downarrow \\ 010 \quad \downarrow \quad \downarrow \\ -10 \quad \downarrow \quad \downarrow \\ \hline 0001 \end{array}$$