SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

SEL 414 - Sistemas Digitais

Prof. Homero Schiabel

1. SISTEMA BINÁRIO

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

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

Ex.: $(4598)_{10} = 4.10^3 + 5.10^2 + 9.10^1 + 8.10^0 =$

$4000 \;+\; 500 \;+\; 90 \;+\; 8$

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

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

Ex.: $(110100)_2 = 1.2^5 + 1.2^4 + 0.2^3 + 1.2^2 + 0.2^1 + 0.2^0$

2. CONVERSÕES ENTRE SISTEMAS DE NUMERAÇÃO

2.1. BINÁRIO ➡ DECIMAL

$(110100)_2 = 1.2^5 + 1.2^4 + 0.2^3 + 1.2^2 + 0.2^1 + 0.2^0 =$

$= 32 + 16 + 4 = (52)_{10}$

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

$(2F)h = 2.16^1 + F.16^0 = 32 + 15 = (47)_{10}$

(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

$$(2F)h \Rightarrow \underbrace{2}_{0010} \quad \underbrace{F}_{1111}$$

$(2F)h = (00101111)_2$

(D) BINÁRIO ➡ HEXA

$$(10110011)_2 \Rightarrow (?)h$$

$$\underbrace{1011}_{B} \quad \underbrace{0011}_{3}$$

$(10110011)_2 = (B3)h$

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

ARITMÉTICA BINÁRIA

SEL 414 - Sistemas Digitais

Prof. Homero Schiabel

1. SOMA DE DOIS NÚMEROS BINÁRIOS

$$\begin{array}{r} 0 \\ +\,0 \\ \hline 0 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 0 \\ +\,1 \\ \hline 1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1 \\ +\,0 \\ \hline 1 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 1 \\ +\,1 \\ \hline 10 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 1 \\ +\,1 \\ \hline 0 \end{array} \rightarrow \text{“e vai um”}$$

$$\begin{array}{rrrrrrl} & 1 & 1 & & 1 & 1 & \\ & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & \\ & & 1 & 0 & 1 & 1 & + \\ \hline 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & \end{array}$$

Conferindo:

$$\begin{array}{rl} 25 & \\ 11 & + \\ \hline 36 & \end{array}$$

2. SUBTRAÇÃO BINÁRIA

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

"empresta um"
(complemento)

$$\begin{array}{cccc} 1 & 0 & 1 & \\ 0 & 1 & 0 & - \\ 1 & & & \\ \hline 0 & 1 & 1 & \end{array}$$

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 → (2^n - 1) - número → substituem-se todos os "0" por "1" e vice-versa

Complemento de 2 → (2^n) - número → 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 complemento de 1

Ex:

51	1 1 0 0 1 1
18 -	0 1 0 0 1 0 -

→ comp. 1: 101101

```
  1 1 0 0 1 1
  1 0 1 1 0 1 +
---------------
1 1 0 0 0 0 0
            1
---------------
  1 0 0 0 0 1
```

→ Resultado final

2.2. Subtração por complemento de 2

Ex: 51
18 -

1 1 0 0 1 1
0 1 0 0 1 0 - → comp. 2: 101110

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

~~1~~ 1 0 0 0 0 1

$\underbrace{1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1}_{\text{Resultado final}}$

2.3. Números negativos

Bit mais significativo (MSB) = indicador de sinal:

- *se MSB = 0* ➡ +
- *se MSB = 1* ➡ -

Portanto, o número binário pode ser representado por:

SINAL / MAGNITUDE

MSB

(n-1) bits restantes

2.3. 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 → **1000001**

(resultado final)

2.3. 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 → **1000001**

(resultado final)

3. MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO BINÁRIAS

```
   1 1 0 0 1
         1 0 x
  ______________
   0 0 0 0 0
 1 1 0 0 1
  ______________
 1 1 0 0 1 0
```

```
 1 1 0 0 1 | 1 0
             -------
-1 0          1 1 0
 ____
 0 1 0
 - 1 0
 ______
   0 0 0 1
```