INSTITUTO FEDERAL
Santa Catarina

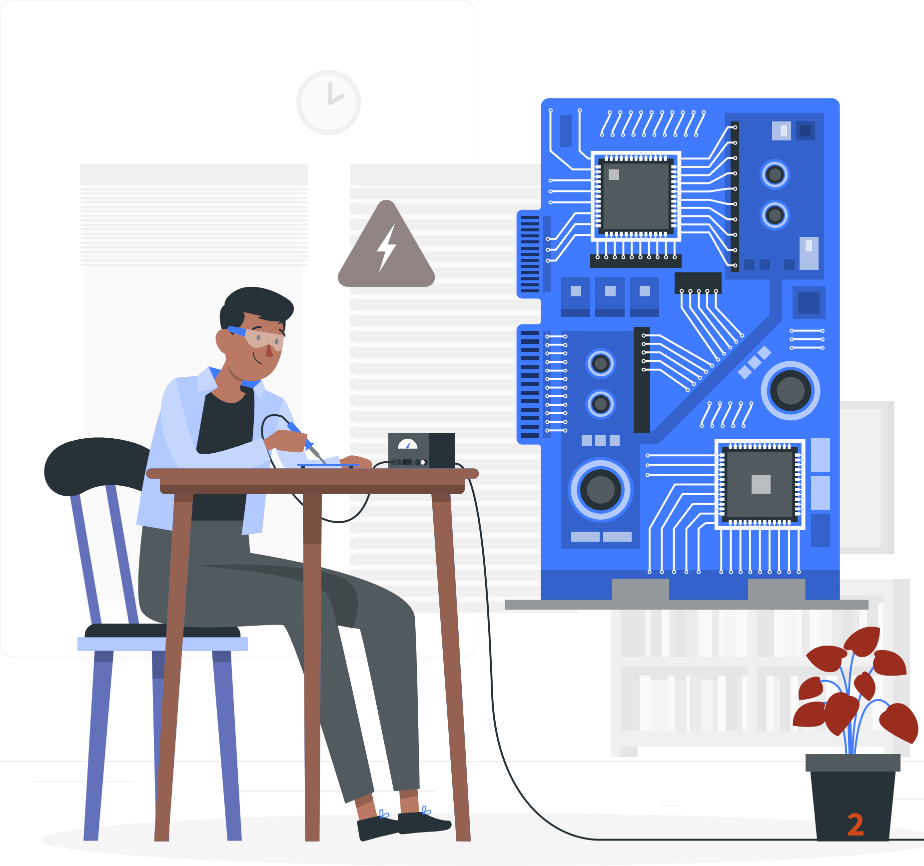
Eletrônica Digital I

- Aula 3 -

Professora: Ma. Luciana Menezes Xavier de Souza
e-mail: luciana.xavier@ifsc.edu.br

Conteúdo

- Sistema de numeração;
- Exercícios.



Vantagens técnicas digitais

- Entradas e saídas analógicas, quatro passos devem ser seguidos:

1º Converter a variável física em um sinal elétrico (analógico).

2º Converter as entradas elétricas (analógicas) do mundo real no formato digital.

3º Realizar o processamento (operação) da informação digital.

4º Converter as saídas digitais de volta ao formato analógico.

Sistemas de Numeração e Codificação

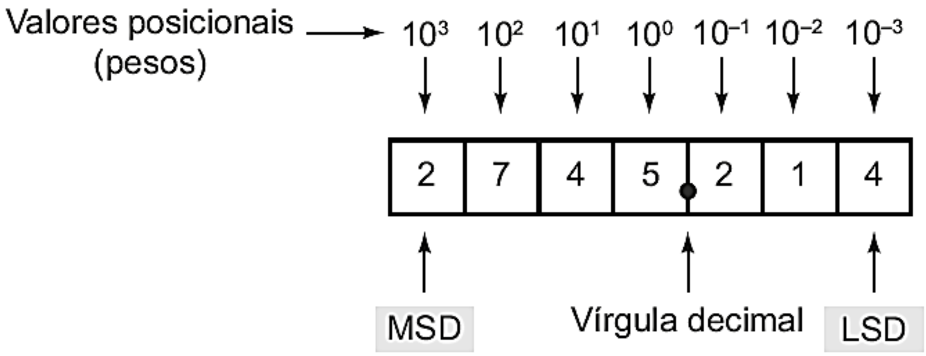
- O homem, através dos tempos, sentiu a necessidade da utilização de sistemas numéricos.

- Existem vários sistemas numéricos, dentre os quais se destacam: o sistema **decimal, o binário, o octal e o hexadecimal.**

- Para os humanos o sistema decimal é o mais utilizado e sem dúvida, o mais importante dos sistemas numéricos.

- Os sistemas: binário, octal e hexadecimal são muito importantes na área de técnicas digitais e computação.

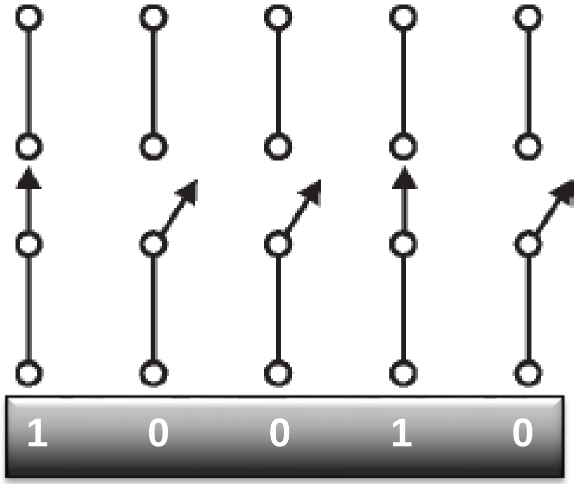
- O sistema de numeração **decimal** (base 10), composto pelos símbolos de 0 a 9, é um sistema **posicional**.
- Em um sistema posicional, pode-se representar um número por uma soma de produtos do valor de cada dígito pelo seu peso.



- **MSD** (*most significant digit*): dígito com maior peso.
- **LSD** (*least significant digit*): dígito com o menor peso.
- Com N dígitos, pode-se contar 10^N números diferentes, começando de 0 até 10^N-1.

Sistema Binário

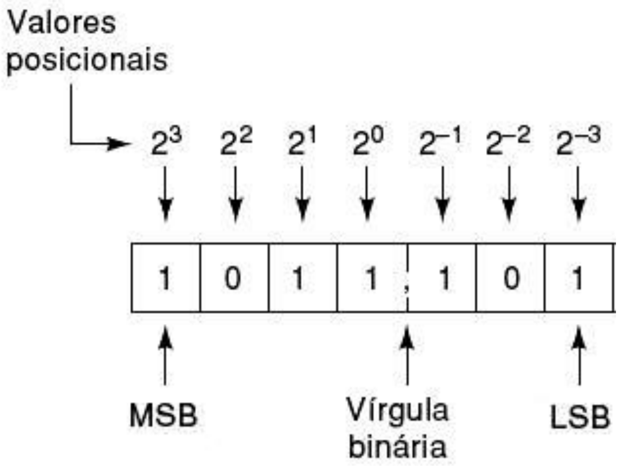
- Sistema posicional que utiliza alfabeto com dois símbolos: **0** e **1** (base 2).
- Trabalham internamente com dois estados (ligado/desligado, verdadeiro/falso, aberto/fechado).
- Na figura a seguir, os estados das diversas chaves representam **10010_2**.



1 Fechado
0 Aberto

Sistema Binário

Exemplo 1: $1011{,}101_2$ converta o número binário para o sistema decimal a fim de identificar seu valor nesta unidade.



$1011{,}101 = (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3})$

$1011{,}101 = \mathbf{8 + 0 + 2 + 1 + 0{,}5 + 0 + 0{,}125}$

$\mathbf{1011{,}101_2 = 11{,}625_{10}}$

Sistema hexadecimal

- Sistema de numeração muito utilizado na **programação de microprocessadores**.

- Sistema com **16 símbolos diferentes** (base 16): os números de 0 a 9 (decimal) e as letras de A a F (hexa). As posições dos dígitos recebem pesos como potências de 16.

$$\ldots 16^4 \quad 16^3 \quad 16^2 \quad 16^1 \quad 16^0, \quad 16^{-1} \quad 16^{-2} \quad 16^{-3} \ldots$$

Hexadecimal	Decimal	Binary
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

Sistema hexadecimal

Exemplo 2: $1BC2_{16}$ seria igual a quantos em decimal?

$$1BC2_{16} = (1 \times 16^3) + (B \times 16^2) + (C \times 16^1) + (2 \times 16^0)$$

$$1BC2_{16} = 4096 + 2816 + 192 + 2$$

$$\mathbf{1BC2_{16} = 7106_{10}}$$

Sistema Octal

- O **sistema octal** foi muito utilizado no mundo da computação, como uma alternativa mais compacta do sistema binário.

- Sistema que possui alfabeto com **oito símbolos** (base 8): 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

- Os pesos de cada dígito são:

$$\ldots\ 8^4\quad 8^3\quad 8^2\quad 8^1\quad 8^0,\quad 8^{-1}\quad 8^{-2}\quad 8^{-3}\ \ldots$$

Sistema Octal

Octal Digit	0	1	2	3	4	5	6	7
Binary Equivalent	000	001	010	011	100	101	110	111

Exemplo 3: 372_8 seria igual a quantos em decimal?

$$372_8 = (3 \times 8^2) + (7 \times 8^1) + (2 \times 8^0)$$
$$372_8 = (3 \times 64) + (7 \times 8) + (2 \times 1)$$
$$372_8 = 192 + 56 + 2$$
$$\mathbf{372_8 = 250_{10}}$$

Conversões entre Sistemas de Numeração

a) Conversão de <u>Binário para Decimal</u> → Qualquer número binário pode ser **convertido** para seu equivalente decimal pela **soma dos pesos das posições** em que o número binário possuir um bit 1.

Exemplo:

$$1010_2 = (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0)$$
$$1010_2 = 8 + 0 + 2 + 0$$
$$1010_2 = \mathbf{10_{10}}$$

$$1010{,}11_2 = (1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (0 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (1 \times 2^{-2})$$
$$1010{,}11_2 = 8 + 0 + 2 + 0 + 0{,}5 + 0{,}25$$
$$\mathbf{1010{,}11_2 = 10{,}75_{10}}$$

Conversão binário Decimal

$$\boxed{1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1_2}$$

$$2^4 + 2^3 + 0 + 2^1 + 2^0 = 16 + 8 + 2 + 1$$

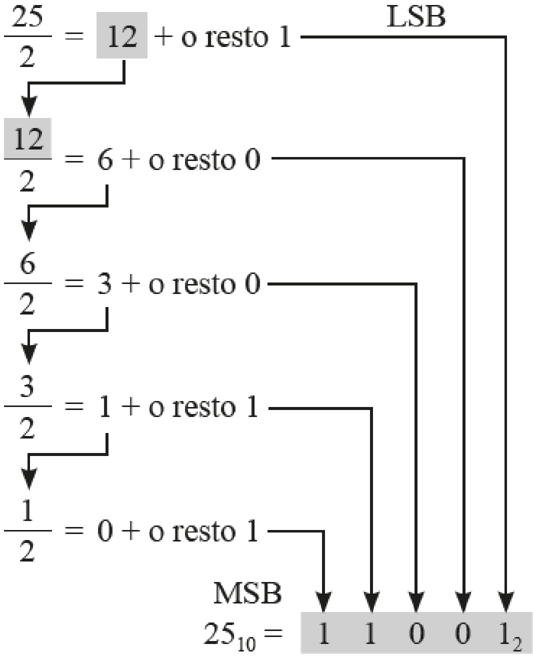
$$= 27_{10}$$

$$\boxed{1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1_2} =$$

$$2^7 + 0 + 2^5 + 2^4 + 0 + 2^2 + 0 + 2^0 = 181_{10}$$

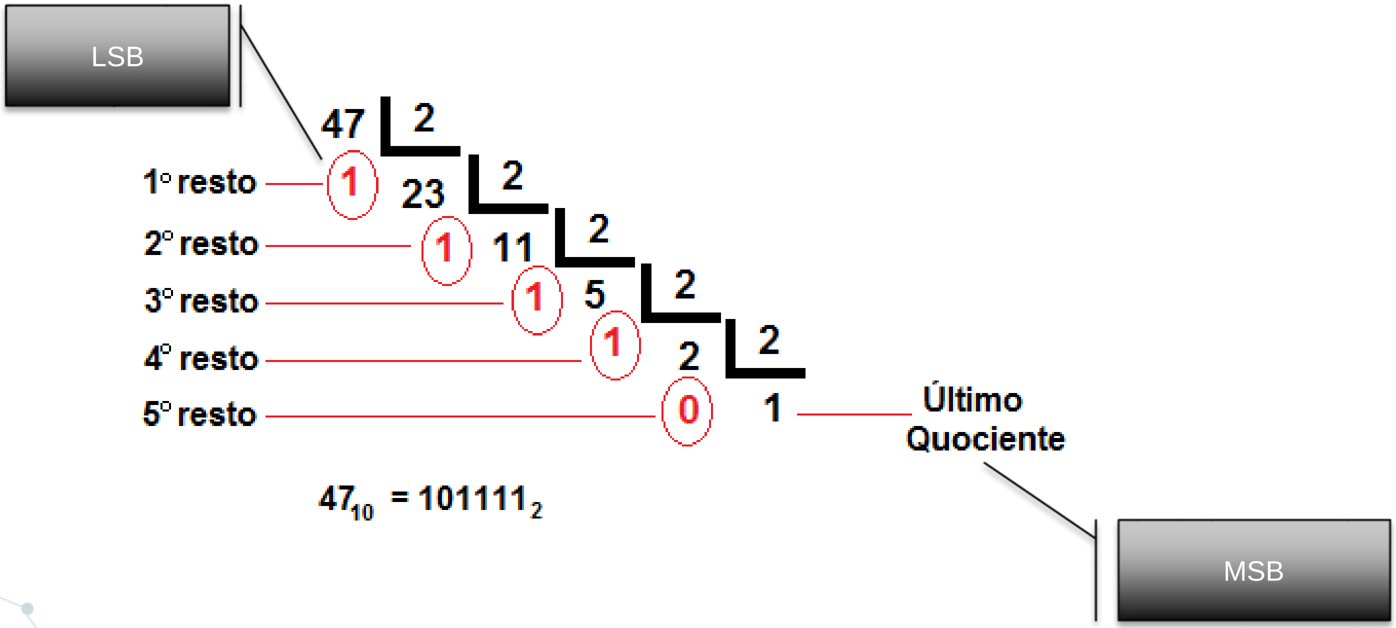
b) Conversão de Decimal para Binário → Realizar divisões sucessivas por 2 até que um quociente zero seja obtido. O resultado é dado pelos restos da divisão na ordem inversa que foram obtidos.

Exemplos:



b) Conversão de Decimal para Binário → realizar divisões sucessivas por 2 até que um quociente zero seja obtido. O resultado é dado pelos restos da divisão na ordem inversa que foram obtidos.

Exemplos:



b) Conversão de Decimal para Binário (outra possibilidade)

Exemplos:

Entre 2^5 e 2^3 não tivemos o 2^4, logo essa posição leva 0

$$45_{10} = \overset{2^5}{32} + \overset{2^3}{8} + \overset{2^2}{4} + \overset{2^0}{1} = 2^5 + 0 + 2^3 + 2^2 + 0 + 2^0$$

$$= 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1_2$$

$$76_{10} = \overset{2^6}{64} + \overset{2^3}{8} + \overset{2^2}{4} = 2^6 + 0 + 0 + 2^3 + 2^2 + 0 + 0$$

$$= 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0_2$$

c) Conversão de Hexadecimal para Decimal

- Um número hexa pode ser convertido em seu equivalente decimal pelo fato da **posição de cada dígito hexa** ter um **peso** que é uma potência de 16.
- O LSD tem um peso de $16^0 = 1$; o dígito da próxima posição superior tem um peso de $16^1 = 16$; o próximo tem um peso de $16^2 = 256$, e assim por diante.

$$
\begin{aligned}
356_{16} &= 3 \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 6 \times 16^0 \\
&= 768 + 80 + 6 \\
&= 854_{10}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
2AF_{16} &= 2 \times 16^2 + 10 \times 16^1 + 15 \times 16^0 \\
&= 512 + 160 + 15 \\
&= 687_{10}
\end{aligned}
$$

A conversão de **Decimal para Hexa**, usam-se divisões sucessivas por 16 similar à conversão de decimal para binário.

i) Converta 423 para hexa

$$\frac{423}{16} = \boxed{26} + \text{o resto } 7$$

$$\frac{\boxed{26}}{16} = 1 + \text{o resto } 10$$

$$\frac{1}{16} = 0 + \text{o resto } 1$$

$$423_{10} = \boxed{1\ \mathrm{A}\ 7_{16}}$$

ii) Converta 214 para hexa

$$\frac{214}{16} = 13 + \text{o resto } 6$$

$$\frac{13}{16} = 0 + \text{o resto } 13$$

$$214_{10} = \boxed{\mathrm{D}\ 6_{16}}$$

d) Conversão com Hexadecimal para Binário → é realizada pela troca de cada dígito hexa pelo seu equivalente binário com 4 bits.

i) Converta $9F2_{16}$ para binário

$$
\begin{array}{rcccc}
9F2_{16} = & 9 & F & 2 \\
 & \downarrow & \downarrow & \downarrow \\
= & 1\,0\,0\,1 & 1\,1\,1\,1 & 0\,0\,1\,0 \\
= & 100111110010_2 & &
\end{array}
$$

d) Conversão com Binário para Hexa ⟶ A conversão de binário em hexa consiste, simplesmente, em fazer o inverso do processo anterior. O número binário é **disposto em grupos de *quatro* bits**, e cada grupo é convertido no dígito hexa equivalente.

i) Converta 1110100110_2 para hexadecimal

Os zeros (sombreados) são acrescentados, quando necessário, para completar um grupo de 4 bits.

$$1\,1\,1\,0\,1\,0\,0\,1\,1\,0_2 = \underbrace{0\,0\,1\,1}_{3}\;\underbrace{1\,0\,1\,0}_{A}\;\underbrace{0\,1\,1\,0}_{6}$$

$$= 3A6_{16}$$

OBS: A conversão envolvendo números octais é similiar aos números hexadecimais.

Codificações

- Codificação é uma representação de letras, números ou palavras por um conjunto especial de símbolos.

a) Código BCD (*Binary Coded Decimal*): codificação na qual **cada dígito de um número decimal** é representado por seu **equivalente binário de 4 bits**.

Exemplo: Para ilustrar o uso do código BCD, pegue um número decimal, por exemplo, 874 e converta.

$$\begin{array}{cccl} 8 & 7 & 4 & \text{(decimal)} \\ \downarrow & \downarrow & \downarrow & \\ 1000 & 0111 & 0100 & \text{(BCD)} \end{array}$$

Exemplo: Converta o número decimal 943 para o código BCD.

9	4	3	(decimal)
↓	↓	↓	
1001	0100	0011	(BCD)

OBS:O código BCD representa, então, cada dígito de um número decimal por um número binário de 4 bits.

Decimal	Binário	Hexadecimal	BCD
0	0	0	0000
1	1	1	0001
2	10	2	0010
3	11	3	0011
4	100	4	0100
5	101	5	0101
6	110	6	0110
7	111	7	0111
8	1000	8	1000
9	1001	9	1001
10	1010	A	0001 0000
11	1011	B	0001 0001
12	1100	C	0001 0010
13	1101	D	0001 0011
14	1110	E	0001 0100
15	1111	F	0001 0101

- As combinações 1010 a 1111 não são usadas, pois representam números decimais maiores que 9, portanto de dois dígitos.

$$137_{10} = 10001001_2 \qquad \text{(binário puro)}$$

$$137_{10} = \underbrace{0001}_{1}\ \underbrace{0011}_{3}\ \underbrace{0111}_{7} \qquad \text{(BCD)}$$

b) Código Gray: É uma codificação na qual **somente um bit muda** entre dois números sucessivos na sequência de números. Conversão entre o sistema binário e o código Gray.

Decimal	Binário	GRAY
0	0	0000
1	1	0001
2	10	0011
3	11	0010
4	100	0110
5	101	0111
6	110	0101
7	111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

c) Código ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*): codificação alfanumérica, utilizada para representar letras, números e outros símbolos.

O código ASCII padrão usa 7 bits, 128 combinações possíveis. A versão estendida utiliza 8 bits, 256 combinações.

Caractere	HEX	Decimal
A	41	65
B	42	66
C	43	67
D	44	68
E	45	69
F	46	70
G	47	71
H	48	72
I	49	73
J	4A	74
K	4B	75
L	4C	76
M	4D	77
N	4E	78
O	4F	79
P	50	80
Q	51	81
R	52	82
S	53	83
T	54	84
U	55	85
V	56	86
W	57	87
X	58	88
Y	59	89
Z	5A	90

Caractere	HEX	Decimal
Space	20	32
!	21	33
"	22	34
#	23	35
$	24	36
%	25	37
&	26	38
`	27	39
(	28	40
)	29	41
*	2A	42
+	2B	43
,	2C	44
-	2D	45
.	2E	46
/	2F	47
0	30	48
1	31	49
2	32	50
3	33	51
4	34	52
5	35	53

- **Exemplo:** Converta de Decimal para ASCII a seguinte codificação.

86 79 85 80 65 83 83 65 82 69 77 68 73 71 73 84 65 76