

# 1. Sistemas Analógico e Digital

## 1.1 Introdução

Eletrônica digital é a parte da eletrônica que trabalha com sinais discretos. Em contrapartida existe a eletrônica analógica que trabalha com sinais analógicos ou também contínuos.

Ambas as eletrônicas, digital e analógica usam os mesmos componentes ou sejam resistores, diodos, transistores, fios condutores, etc.

**Sinais Analógicos:** São sinais contínuos no tempo. No sinal analógico a passagem de uma condição para outra se da de forma suave, sem descontinuidade. O mundo físico real é essencialmente analógico, onde os sinais, que representam informações, aparecem de modo contínuo.

**Sinais Digitais:** São sinais discreto no tempo, de tal forma que sempre existe uma descontinuidade entre uma condição e outra.

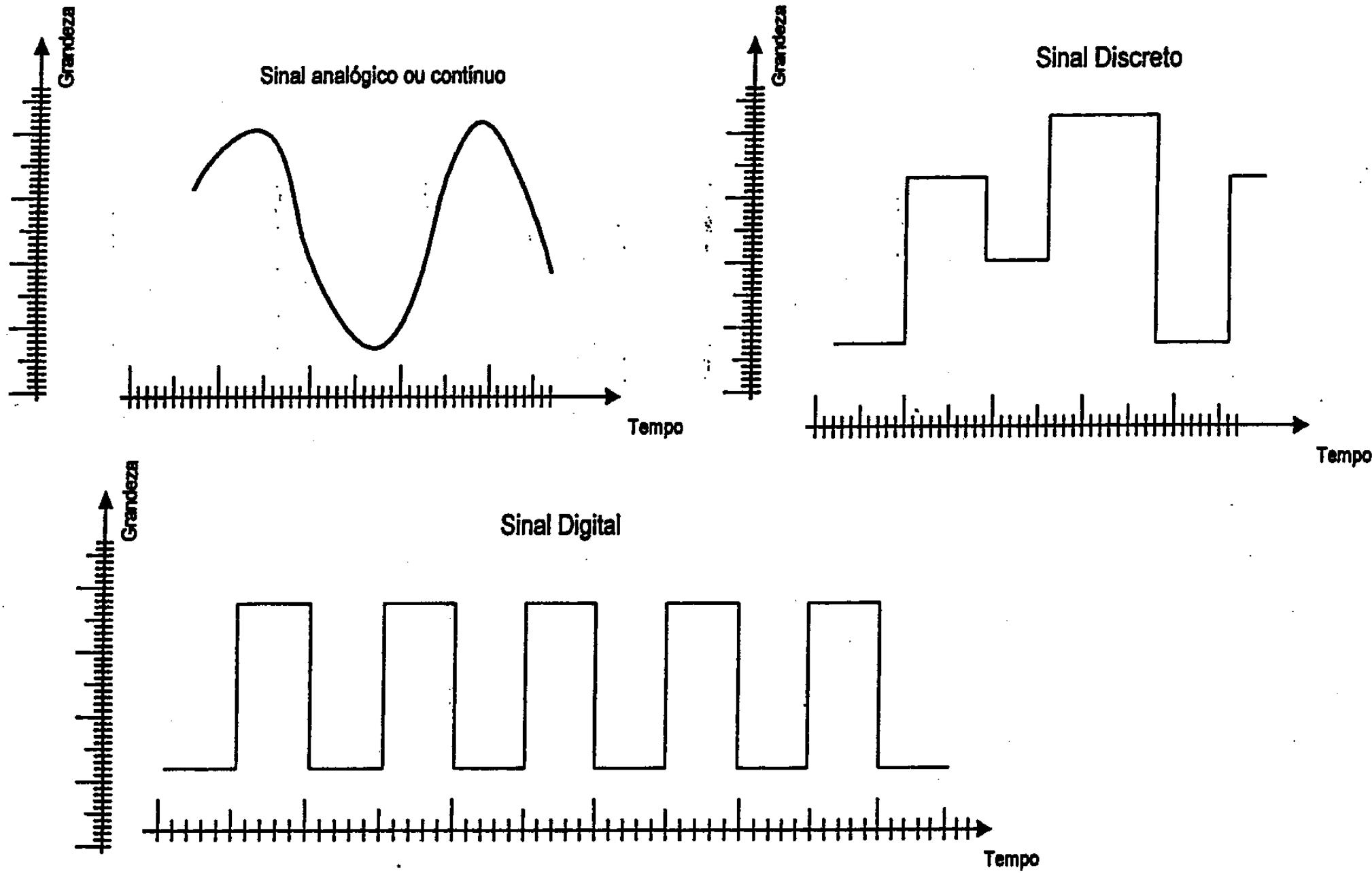


Figura 1 – Formas de onda de sinais analógicos, discretos e digitais

Um bom exemplo de sinais contínuos e sinais discretos é o mostrador de um termômetro analógico, aquele que usa uma coluna de mercúrio, e um termômetro de mostrador digital. Note bem que o mostrador pode ser analógico ou digital mas a grandeza física que eles representam sempre serão analógico. No termômetro analógico você pode fazer infinitas leituras entre as marcações 22 graus e 23 graus, mas um termômetro de marcador digital ou ele indica 22 graus ou 23 graus, ele não mostra valores intermediários. Se quisermos um termômetro digital com melhor resolução nos valores mostrados, teremos que comprar um mais caro que por exemplo marque décimos de grau. Assim podemos ler: 22,0 22,1; 22,2 ... Mas não poderemos ler entre, por exemplo 22,1 e 22,2. No termômetro com mostrador por coluna de mercúrio colocando-se uma lupa no mostrador pode-se ler valores entre décimos ou até milésimos.

**As vantagens dos sinais digitais são as seguintes :**

- Mais Fáceis de Projetar
- Facilidade de Armazenamento da Informação Digital
- Operação Programada
- Menos Suscetível a Ruídos
- Maior Integração dos Circuitos Integrados(CIs)

Como o mundo físico real os sinais são analógicos e com a eletrônica digital queremos lidar com sinais discretos, terá que haver uma transformação de sinais analógico para sinal digital. Primeiramente trabalharemos com os sistemas de numeração, observando e aprendendo como representar os números com apenas dois valores possíveis.

## 2. Sistemas de Numeração

### 2.1 Introdução – Os Números

Acredita-se que a necessidade de criação de números veio com a necessidade de contar. Seja o número de animais, alimentos, ou coisas do tipo. Como a evolução nos legou algumas características, como os cinco dedos em cada mão e cinco dedos em cada pé, seria muito natural que os primeiros sistemas de numeração fizessem uso das bases 10 (decimal) e 20 (vigesimal).

Em eletrônica e Computação, as bases mais utilizadas para sistemas de numeração são:

- Decimal (Base 10)
- Binária (Base 2)
- Octal (Base 8)
- Hexadecimal (Base 16)

## ***2.2 Sistema de Numeração Decimal***

O sistema de numeração normalmente utilizado, o sistema decimal, apresenta dez dígitos (algarismos), são eles: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. No sistema decimal, 10 é a base do sistema.

## **2.3 Sistema de Numeração Binário**

Este sistema de numeração, como o próprio nome sugere, apresenta base 2. Os números 0 e 1 são os dígitos deste sistema.

Para representarmos a quantidade zero, utilizamos o algarismo (0), para representarmos a quantidade um utilizamos o algarismo (1). E para representarmos a quantidade dois, se nós não possuímos o algarismo (2) nesse sistema ? Basta lembrar-se de como é obtido o número dez no sistema de numeração decimal, onde os dígitos vão de 0 a 9.

No sistema binário agimos da mesma forma, para representarmos a quantidade dois, utilizamos o algarismo (1) seguido do algarismo (0). Sendo assim, a numeração em binário vai tornar-se:

Decimal	Binário
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
.	.
.	.
.	.

O sistema binário é de grande importância, pois apresenta correspondência direta com os estados de um sistema digital. Por exemplo: para o dígito 0 pode-se atribuir o valor de tensão 0 V e para o dígito 1 pode-se atribuir o valor de tensão de 5 V.

Decimal	Binário
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

# Bit, Nibble, Byte

Cada dígito binário recebe a denominação de BIT;

O conjunto de 4 bits é denominado NIBBLE;

O conjunto de 8 bits é denominado BYTE.

# MSB e LSB

MSB (Most Significant Bit): é o bit mais significativo de um número binário;

LSB (Least Significant Bit): é o bit menos significativo de um número binário;

Analizar os exemplos: 01, 10, 101, 1101.

### 2.3.1 Conversão de um número no sistema binário para o equivalente no sistema decimal.

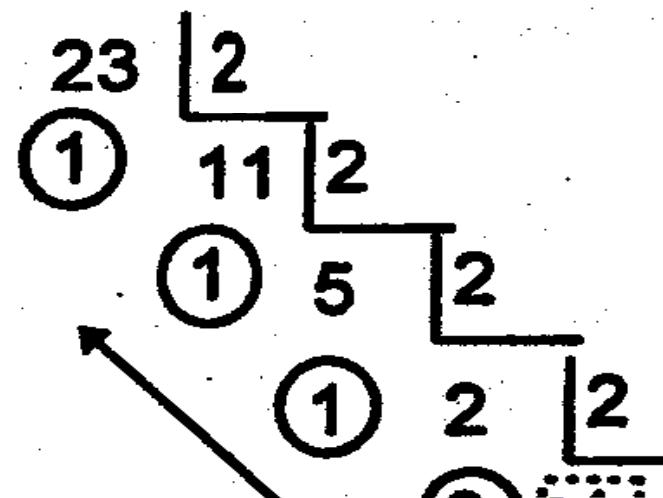
Regra geral: multiplica-se cada dígito pelo valor da base elevada a uma dada potência, definida pela posição do dígito, e finalmente realiza-se a soma.

$$\begin{aligned} \text{Ex.: } 11001101_2 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 128 + 64 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 \\ &= 205_{10} \end{aligned}$$

## **2.3.2 Conversão de decimal para binário.**

**Ex.: Conversão do número  $23_{10}$  para binário.**

**Regra prática:**



$$10111_2 = 23_{10}$$

## **Exercícios:**

**1. Converter para decimal:**

- a)  $110101010101_2$**
- b)  $11011010101_2$**
- c)  $11000001_2$**

2. Converter de decimal para binário:

a)  $21 =$

b)  $552 =$

c)  $715 =$

## *2.4 Sistema Octal de Numeração*

A base de um sistema numérico é igual o número de dígitos que ela usa. Portanto, o sistema octal, que apresenta base 8, tem 8 dígitos a saber: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (base  $N = 8 \rightarrow$  dígitos 0  $\rightarrow N-1 = 7$ ).

Sua utilidade nos sistemas digitais vem do fato de que, associando-se os algarismos de um número binário (bits) em grupos de três, obtém-se uma correspondência direta com os dígitos do sistema octal. Observaremos nitidamente este mais adiante.

## 2.5 Sistema de Numeração Hexadecimal

Este sistema apresenta base igual a 16. Portanto 16 dígitos distintos. São usados os dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

Como no sistema de numeração octal, o hexadecimal apresenta equivalência direta entre seus dígitos e grupos de quatro dígitos binários. A tabela a seguir mostra esta equivalência.

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

## 2.5.1 Conversão de Hexadecimal para Decimal

A regra é a mesma da conversão de qualquer sistema de numeração para o decimal.

$$AFC0 = ?_{10}$$

$$A \times 16^3 + F \times 16^2 + C \times 16^1 + 0 \times 16^0 =$$

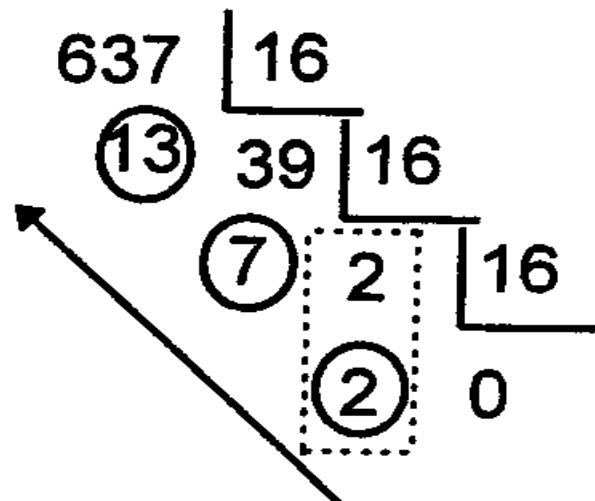
$$10 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 12 \times 16^1 + 0 \times 16^0 =$$

$$44992,_{10}$$

## 2.5.2 Conversão de Decimal para Hexadecimal

A regra é a mesma da conversão do decimal para qualquer sistema de numeração.

$$637, = ?_{16}$$



$$637_{10} = 27D_{16}$$

### 2.5.3 Conversão de Hexadecimal em Binário

Da mesma forma que no sistema octal, não é necessário converter o número para o sistema decimal e depois para binário. Basta representar cada dígito hexadecimal, a partir da vírgula, em grupos de quatro dígitos binários equivalentes. A base 16 é a quarta potência da base 2. A tabela de equivalência é a que foi apresentada acima.

FACA = ?<sub>2</sub>

F	A	C	A
1111	1010	1100	1010

FACA = **1111101011001010**

## 2.5.4 Conversão de Binário para Hexadecimal

Como no caso da conversão de binário para octal, agrupa-se os dígitos binários, a partir da vírgula, em grupos de quatro e converte-se para o equivalente em hexadecimal. Caso os dígitos extremos, da direita ou esquerda, não formarem um grupo completo de quatro, adiciona-se zeros até que isto ocorra.

$$100101010 = ?_{16}$$

0001 0010 1010  
1    2    A

$$100101010 = 12A$$

# Exercícios Propostos

1. Converta de binário para decimal;
2. Converta de decimal para binário;
3. Converta de hexadecimal para decimal;
4. Converta de decimal para hexadecimal;
5. Converta de binário para hexadecimal;
6. Converta de hexadecimal para binário.

1. Converta de binário para decimal:

- a) 100110
- b) 011110
- c) 111011
- d) 101000
- e) 11000101
- f) 11010110
- g) 011001100110101

2. Converta de decimal para binário:

- a) 78
- b) 102
- c) 215
- d) 404
- e) 808
- f) 5429
- g) 16383

3. Converta de hexadecimal para decimal:

- a) 479
- b) 4AB
- c) BDE
- d) F0CA
- e) 2D3F

4. Converta de decimal para hexadecimal:

- a) 486
- b) 2000
- c) 4096
- d) 5555
- e) 35479

5. Converta de binário para hexadecimal:

- a) 10011
- b) 1110011100
- c) 100110010011
- d) 11111011110010
- e) 100000000100010

6. Converta de hexadecimal para binário:

- a) 84
- b) 7F
- c) 3B8C
- d) 47FD
- e) F1CD