



Departamento de Engenharia Informática e de Sistemas

SD Sistemas Digitais

2023/2024



Introdução aos Sistemas Digitais



Definição de sistema

Um **sistema** pode ser definido como sendo um conjunto de dispositivos/ componentes que são interligados como um todo, para desempenharem uma determinada função.

Particularmente, um **sistema digital** é uma combinação de dispositivos/ componentes, projectado para manipular grandezas físicas representadas em formato digital.

Um **dispositivo** é um circuito que desempenha uma função simples, sendo constituído por vários **componentes**.

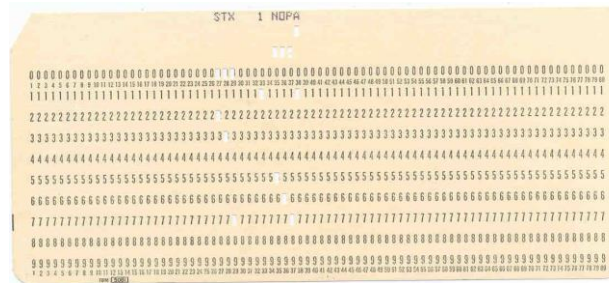
Por exemplo, um processador é um sistema digital constituído por diversos dispositivos – *memórias, registos, somadores, ...* – os quais são por sua vez constituídos por vários componentes – *resistências, díodos, transístores, ...*



Um sistema comunica com o exterior por meio de **sinais**:



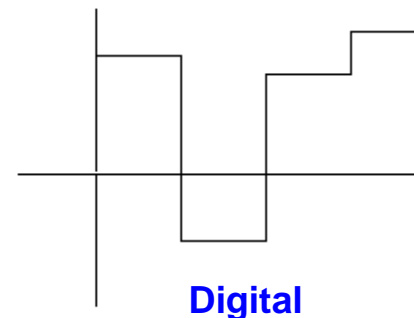
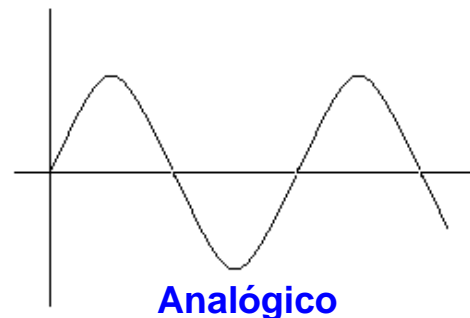
- 👉 Através dos **sinais de entrada** (ou **entradas**) recebe informação do exterior
- 👉 Através dos **sinais de saída** (ou **saídas**) envia informação para o exterior





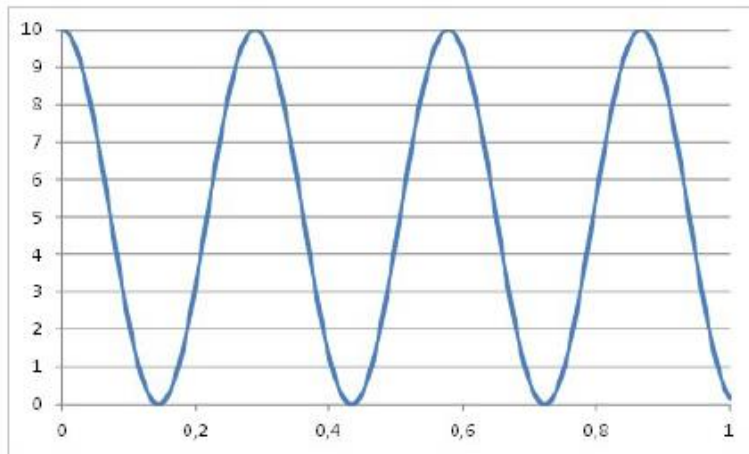
Sinais analógicos / digitais

- Um **sinal analógico** (e, em geral, qualquer grandeza analógica) é aquele que pode tomar um número infinito de valores ao longo do tempo, ou seja, é aquele que varia de forma contínua.
- Um **sinal digital** é aquele que tem um número finito de valores possíveis e varia de valores por saltos.





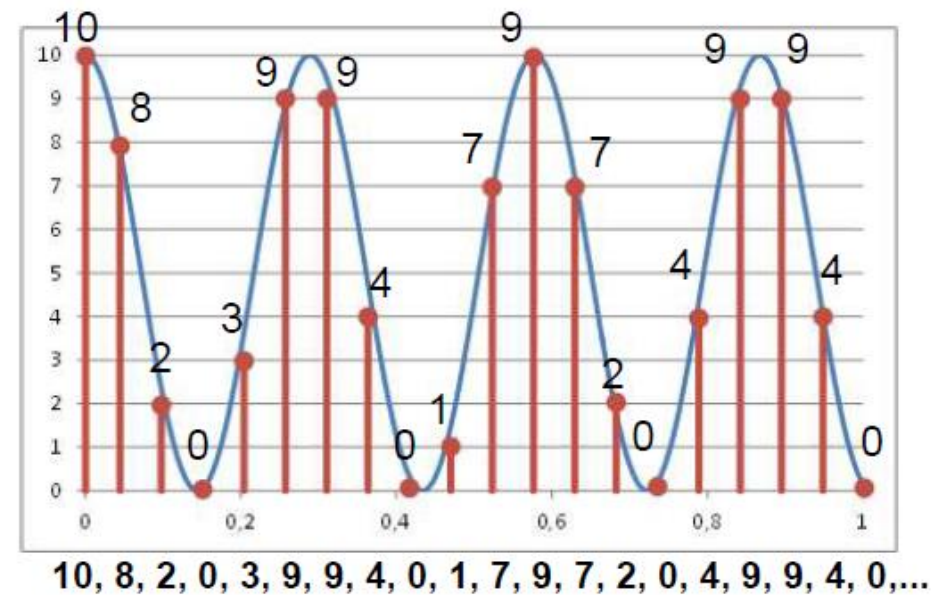
■ Sinal Analógico:



- Medido continuamente no tempo
- As medições são valores reais

■ Sinal Digital:

- Medições discretas com valores racionais

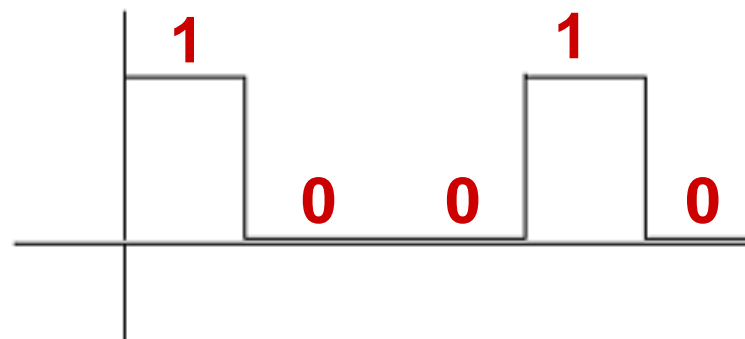




Sistemas digitais binários

Os sistemas digitais são **binários** quando se baseiam em circuitos digitais cujos sinais de entrada e de saída assumem, em cada instante, um de dois únicos valores possíveis.

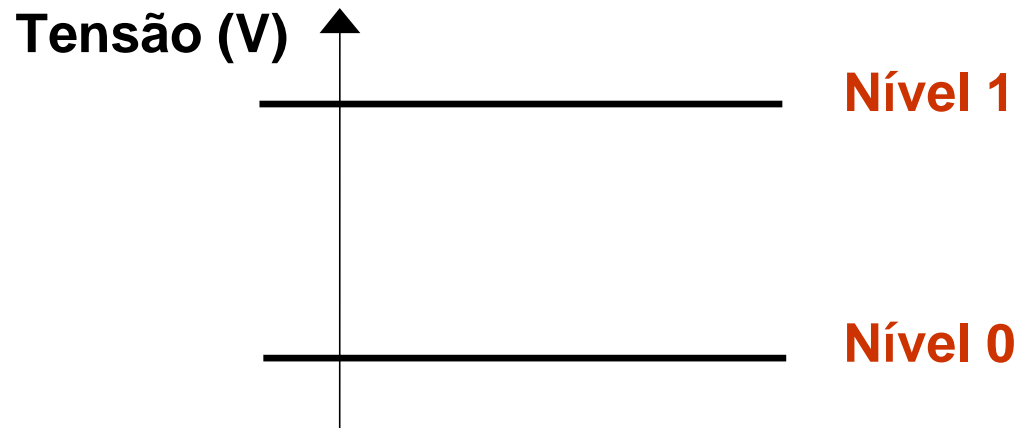
Normalmente esses valores representam-se por **0** e **1** (embora sem significado numérico).





Representação física da informação binária

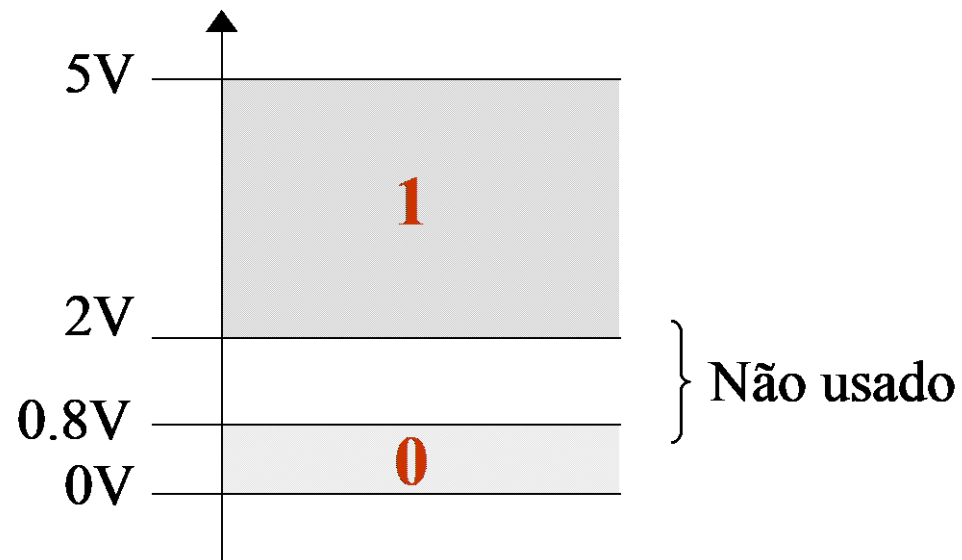
Em termos físicos, a **informação binária** presente nas entradas e saídas dos circuitos que constituem o sistema digital, é normalmente representada por **dois níveis de tensão**: o valor **1** associado a um dos níveis e o valor **0** ao outro.



A associação não é forçosamente feita desta forma



Na prática, como se verá posteriormente, os valores **0** e **1** correspondem, não a **níveis**, mas a **gamas** de tensão. A figura seguinte mostra valores típicos de tensão de um circuito digital.





Sistema de numeração binário e códigos binários

Um sistema de numeração é composto por:

- ▶ **Base - b**
e.g. Base = 16
- ▶ **Alfabeto Ordenado** - conjunto de b símbolos distintos (dígitos)
e.g. [0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F]
- ▶ **Número** - representado por uma sequência de dígitos
e.g. $N(b) \langle \rangle \dots d_2 d_1 d_0, d_{-1} d_{-2} \dots$
- ▶ **Valor do Dígito** - função do símbolo e da posição na sequência (peso).
e.g. $v_2 = d_2 b^2$

Exemplos:

S.N. :	Decimal	Binário	Octal	Hexadecimal
	28886_{10}	10101110_2	5270_8	$A32C_{16}$



Exemplos com várias bases

Base 10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Base 4	0	1	2	3	10	11	12	13	20	21
	22	23	30	31	32	33	100	101	102	103

Base 3	0	1	2	10	11	12	20	21	22	100
	101	102	110	111	112	120	121	122	200	201

Base 2	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001
	1010	1011	1100	1101	1110	1111	10000	10001	10010	10011

Base 16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13



- **Equivalente Decimal** - Representação no sistema decimal de um número na base b .

$$N_{(10)} = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} d_i b^i = \dots + d_2 b^2 + d_1 b^1 + d_0 b^0 + d_{-1} b^{-1} + \dots$$

Exemplos:

► **S.N.: Binário**

Decimal

$$10101110_2 \longrightarrow (2^7 + 0 + 2^5 + 0 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 0)_{10} \longrightarrow 174_{10}$$

► **S.N.: Hexadecimal**

Decimal

$$A32C_{16} \longrightarrow (10 \times 16^3 + 3 \times 16^2 + 2 \times 16^1 + 12 \times 16^0)_{10} \longrightarrow 41772_{10}$$