

## Noções de Sistemas e Sinais:

- Generalidades sobre Sistemas.
- Sinais:
  - Contínuos e discretos.
  - Periódicos:
    - Sinusoidais. Período, frequência, fase, valores médio e eficaz.
    - Rectangulares/quadrados. Amplitudes, tempos de comutação e atraso. *Duty cycle*.

## Sistemas

### Generalidades sobre Sistemas

Sistema: entidade que produz um conjunto de saídas como resposta a um conjunto de entradas.

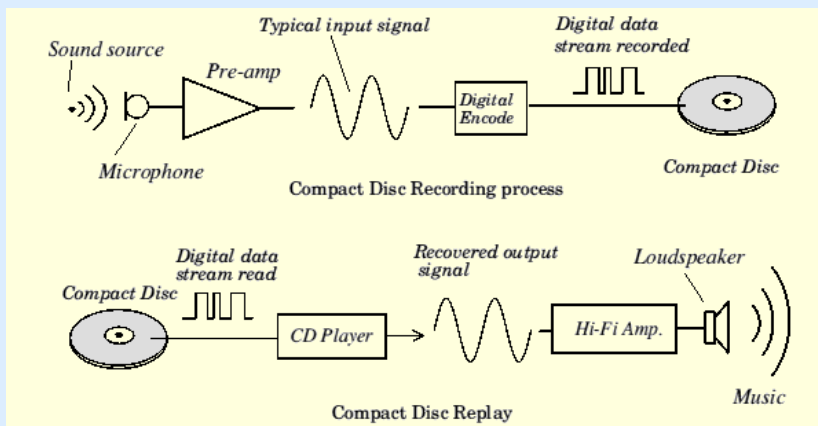
- Em SE, entradas e saídas serão sinais eléctricos (analógicos e/ou digitais).
- Para obter nas saídas os sinais eléctricos pretendidos, os sinais de entrada têm de ser processados (analógica e/ou digitalmente).
- A resposta do sistema pode ser caracterizada no domínio do tempo ou no domínio da frequência.  
A passagem entre estes dois domínios faz-se através do uso de ferramentas matemáticas (vg, transformada de Laplace).

Em SE os sistemas em apreço serão, em geral:

- lineares - respeitam o princípio da linearidade e sobreposição.
- causais - obedecem ao princípio da causalidade, onde todo o efeito tem por origem uma causa.

## Sistemas

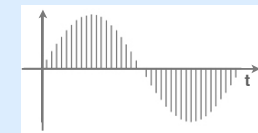
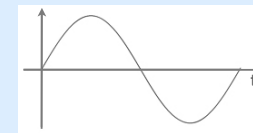
### Generalidades sobre Sistemas. Exemplo:



## Sinais

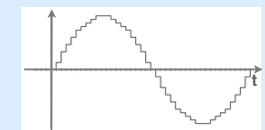
### Os sinais são funções do tempo: $v(t) = F(t)$ ou $i(t) = F(t)$

- Sinal contínuo: valor definido em qq instante de tempo.



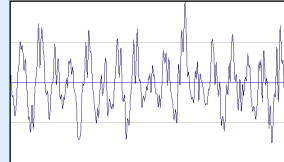
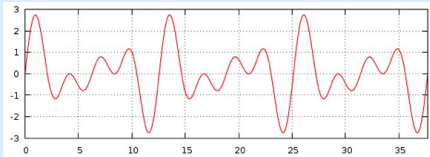
- Sinal discreto: valores definidos apenas para alguns instantes do tempo.

Este sinal é contínuo



## Sinais (2)

- Sinal periódico: repete-se indefinidamente ao longo do tempo. Existe um número real  $a$  tal que:  $x(t) = x(t+a)$

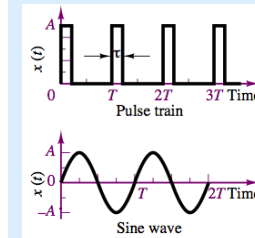
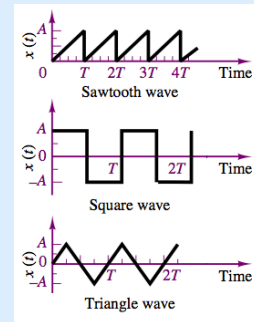


- Sinal não periódico: não apresenta um padrão regular ao longo do tempo. não existe nenhum real  $a$  tal que:  $x(t) = x(t+a)$

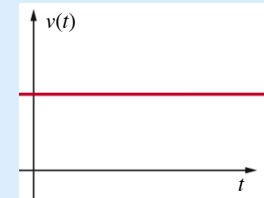
## Sinais periódicos: exemplos

Nota1: por facilidade, os exemplos são de tensão, mas aplicam-se da mesma forma a correntes.

Nota2: apenas exemplificaremos regime estático/permanente - o sinal existe há longo tempo e os componentes do circuito não variam.

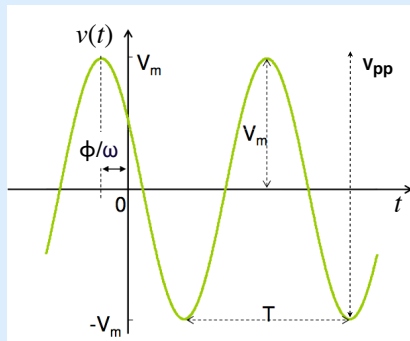


1. Tensão contínua ou dc: valor constante ao longo de  $t$ .



## Sinais periódicos: senoide

### 2. Tensão Sinusoidal:



$$v(t) = V_m \cos(\omega t + \phi)$$

$V_m$  - amplitude máxima (de pico)

$T$  - período (s)  $T = 1 / f$

$f$  - frequência (Hz)  $f = 1 / T$

$\omega$  - frequência angular (rad/s)

$$\omega = 2\pi f = 2\pi / T$$

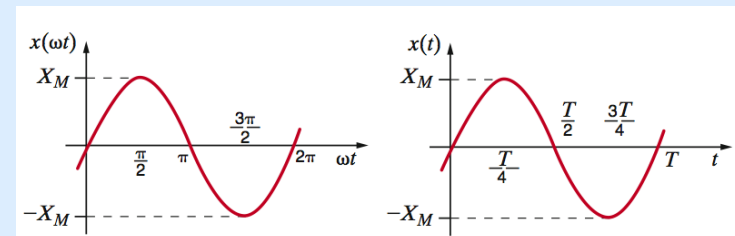
$\phi$  - ângulo de fase (rad ou °)

$V_{pp}$  - amplitude pico a pico

## Sinais periódicos: senx

Trigonometricamente falando ...

$$X(t) = X_m \sin(\omega t)$$



$$\omega = 2\pi f = 2\pi / T$$

$\omega$  - frequência angular (rad/s)

$$\cos(\omega t) = \sin(\omega t + \pi/2)$$

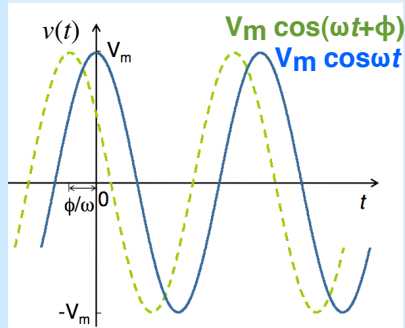
$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$$

$$\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$$

## Sinais periódicos: senoide (2)

### 2.1 Tensões Sinusoidais: diferença de fase

$$\omega = 2\pi f = 2\pi/T$$



$$T \rightarrow 2\pi = 360^\circ$$

$$t \rightarrow -\phi$$

$$t = -\phi T / 360^\circ = -\phi / \omega$$

$$\phi = -360 t / T$$

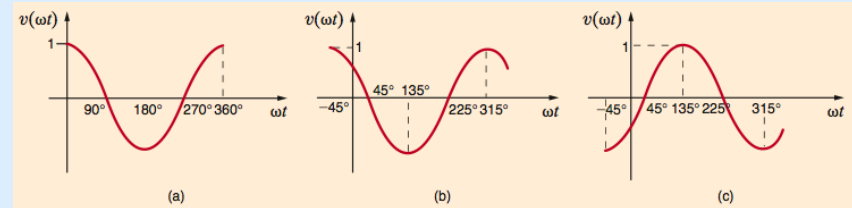
Exemplo:  $f = 50\text{Hz} \rightarrow T = 20\text{ms}$   
 $t = -3.33\text{ms} \Rightarrow \phi = +60^\circ$

A senoide verde está avançada  $60^\circ$  face à azul

Nota: com o osciloscópio mede-se melhor entre passagens por zero.

## Sinais periódicos: senoide (3)

### 2.1 Tensões Sinusoidais: diferença de fase (2)



$$1 \cos \omega t$$

$$\cos(\omega t + 45^\circ)$$

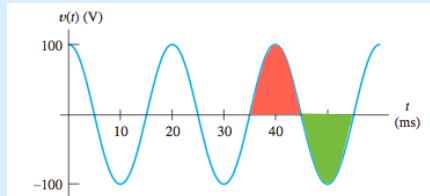
avanço de  $45^\circ$   
face a (a)

$$\cos(\omega t - 135^\circ) = \cos(\omega t + 45^\circ - 180^\circ) = -\cos(\omega t + 45^\circ)$$

(b) e (c) estão em oposição de fase. São simétricas.

## Sinais periódicos: senoide (4)

### 2.2 Tensões Sinusoidais: Valor Médio

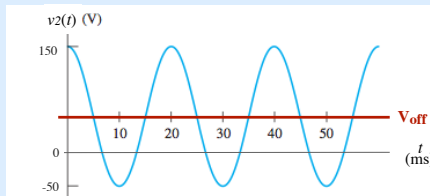


$$V_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v(t) dt$$

$$V_{med} = 0 \text{ V}$$

$V_{off}$ : tensão de offset ou

$V_{dc}$ : componente contínua



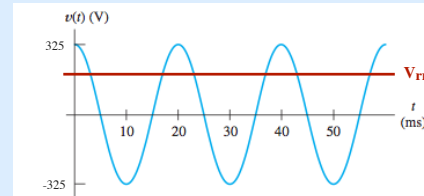
$$v_2(t) = V_{off} + v(t)$$

$$v(t) = 100 \cos \omega t$$

$$V_{2med} = V_{off} = V_{dc} = 50\text{V}$$

## Sinais periódicos: senoide (5)

### 2.3 Tensões Sinusoidais: Valor Eficaz (rms = root mean square)



$$V_{ef} = V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt}$$

$$V_{ef} = V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Rede pública 230Vac / 50Hz:

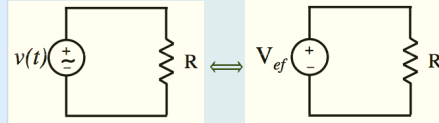
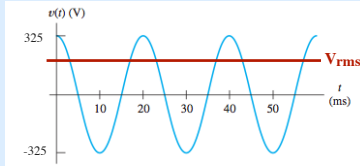
$$v(t) = V_m \cos \omega t = 325 \cos(2\pi 50t)$$

$$V_{ef} = V_{rms} = 230\text{V}$$

## Sinais periódicos: senoide (6)

### 2.3 Tensões Sinusoidais: o que é o Valor Eficaz ??

é igual ao valor do sinal contínuo que fornece a mesma potência média a uma resistência R.



$$V_{ef} = V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt}$$

$v(t)$  = soma de sinais sinusoidais de freqs diferentes

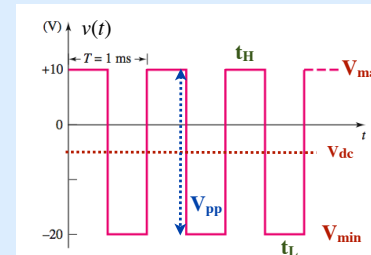
$$v(t) = v_1(t) + v_2(t) + \dots + v_n(t)$$

$$V_{ef} = \sqrt{(V_{1ef})^2 + (V_{2ef})^2 + \dots + (V_{nef})^2}$$

## Sinais periódicos: rectangular

### 3. Sinal Rectangular/Quadrado

$$V_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v(t) dt$$



T - período (s)  $T = 1/f = 1\text{ms}$

f - frequência (Hz)  $f = 1\text{kHz}$

amplitude máxima -  $V_{max} = 10\text{V}$

amplitude mínima -  $V_{min} = -20\text{V}$

amplitude pico a pico -  $V_{pp} = 30\text{V}$

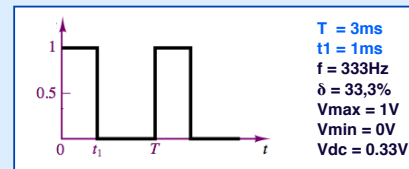
$V_{med} = V_{off} = V_{dc} = -5\text{V}$

tempo a high -  $t_H = 500\mu\text{s}$

tempo a low -  $t_L = 500\mu\text{s}$

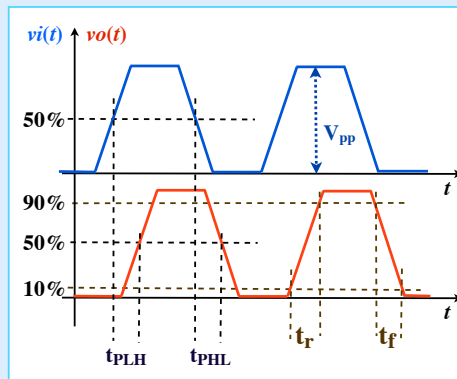
duty cycle -  $\delta = t_H / T = 0.5 = 50\%$

$\delta = 50\% \Rightarrow$  onda quadrada



## Sinais periódicos: rectangular (2)

### 3. Sinal Rectangular/Quadrado (2)



50% da excursão do sinal  $V_{pp}$ :

$t_{PLH}$  - propagation (delay) time low to high

$t_{PHL}$  - propagation (delay) time high to low

10 a 90% da excursão  $V_{pp}$ :

$t_r$  - rise time (tempo de subida)

$t_f$  - fall time (tempo de descida)