

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.

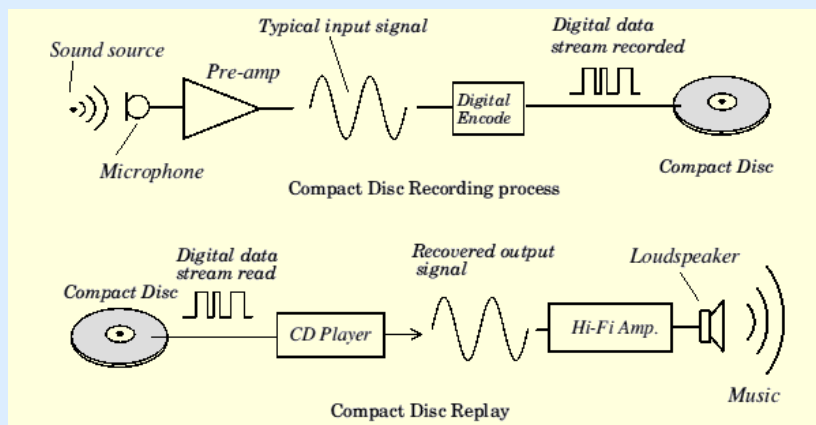
- Em SE, entradas e saídas serão sinais eléctricos (analógicos e/ou digitais).
- Para obter nas saídas os sinais eléctricos pretendidos, os sinais de entrada têm de ser processados (analógica e/ou digitalmente).
- A resposta do sistema pode ser caracterizada no domínio do tempo ou no domínio da frequência.
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

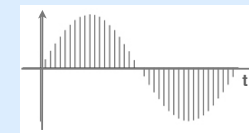
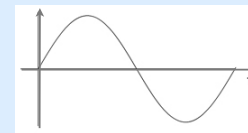
Generalidades sobre Sistemas. Exemplo:



Sinais

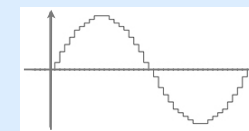
Os sinais são funções do tempo: $v(t) = F(t)$ ou $i(t) = F(t)$

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



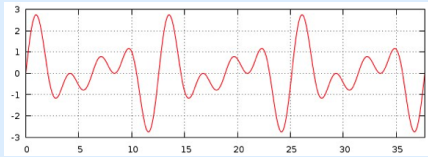
- Sinal discreto: valores definidos apenas para alguns instantes do tempo.

Este sinal é contínuo



Sinais (2)

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

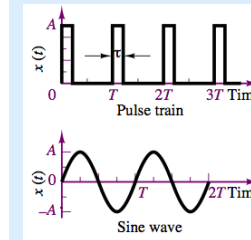
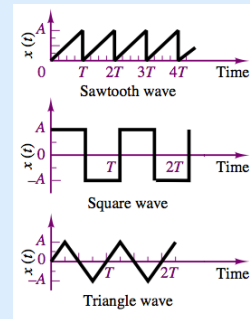


- **Sinal não periódico:** não apresenta um padrão regular ao longo do tempo. não existe nenhum real a tal que: $x(t) = x(t+a)$

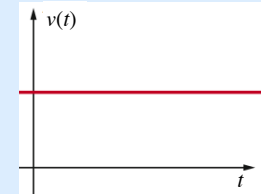
Sinais periódicos: exemplos

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.

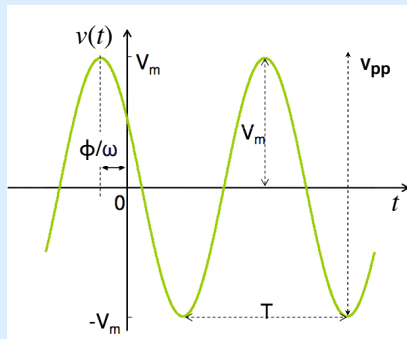


1. Tensão contínua ou dc:
valor constante ao longo de t .



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) $f = 1 / T$

ω - frequência angular (rad/s)

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

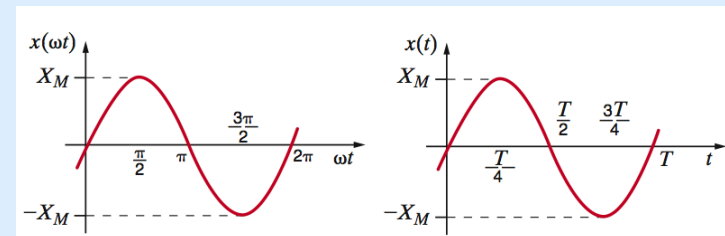
ϕ - ângulo de fase (rad ou °)

V_{pp} - amplitude pico a pico

Sinais periódicos: senx

Trigonometricamente falando ...

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



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

ω - frequência angular (rad/s)

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

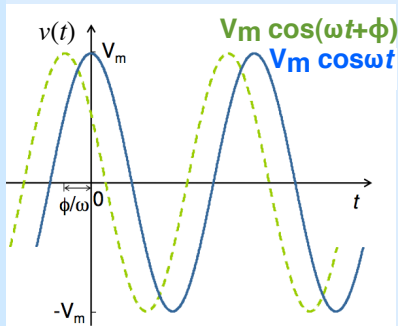
$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$$

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

Sinais periódicos: senoide (2)

2.1 Tensões Sinusoidais: diferença de fase

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



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

$$t \rightarrow -\phi$$

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

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

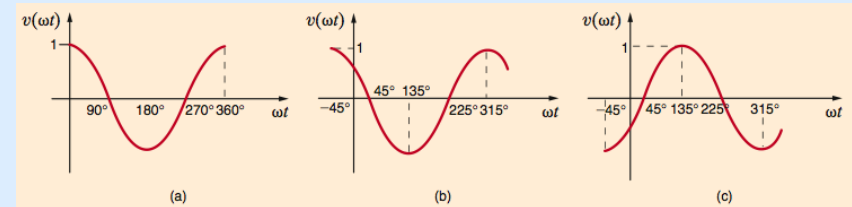
Exemplo: $f = 50\text{Hz} \rightarrow T = 20\text{ms}$
 $t = -3.33\text{ms} \Rightarrow \phi = +60^\circ$

A senoide verde está avançada 60° 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)



$$1 \cos \omega t$$

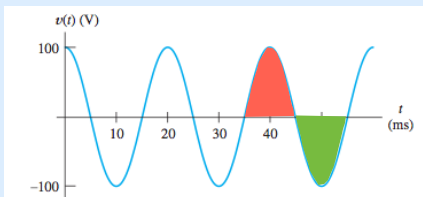
$\cos(\omega t + 45^\circ)$
 avanço de 45°
 face a (a)

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

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

Sinais periódicos: senoide (4)

2.2 Tensões Sinusoidais: Valor Médio

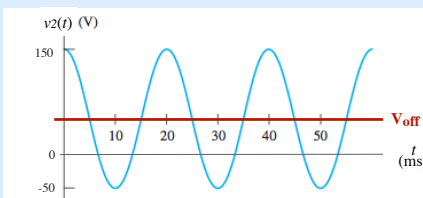


$$V_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v(t) dt$$

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

V_{off} : tensão de offset ou

V_{dc} : componente contínua



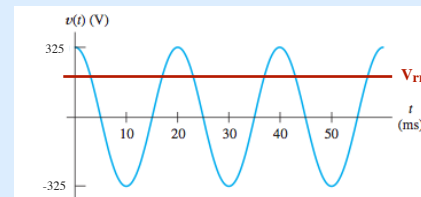
$$v_2(t) = V_{off} + v(t)$$

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

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

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:

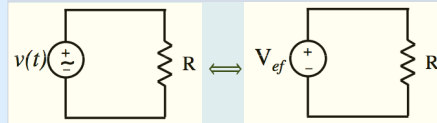
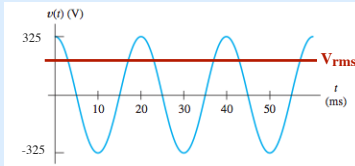
$$v(t) = V_m \cos \omega t = 325 \cos(2\pi 50t)$$

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

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

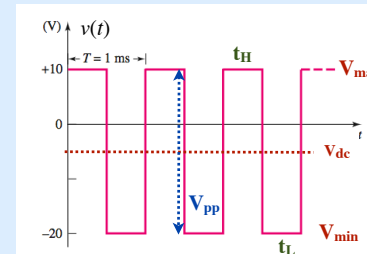
$$v(t) = v_1(t) + v_2(t) + \dots + v_n(t)$$

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

Sinais periódicos: rectangular

3. Sinal Rectangular/Quadrado

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



T - periodo (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 - $V_{pp} = 30 \text{ V}$

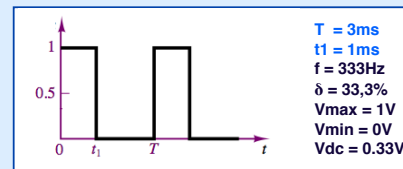
$V_{med} = V_{off} = V_{dc} = -5 \text{ V}$

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

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

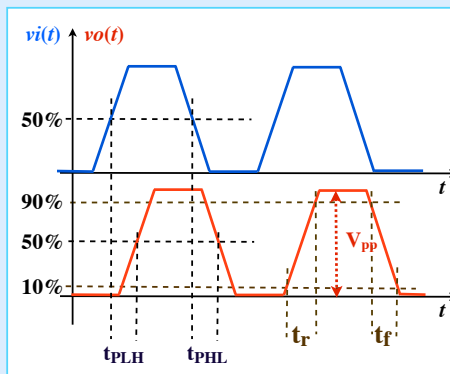
duty cycle - $\delta = t_H / T = 0.5 = 50\%$

$\delta = 50\% \Rightarrow$ 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)