CORRENTES ALTERNADAS

1. TENSÃO E CORRENTE ALTERNADAS SENOIDAIS

Uma forma de onda de um sinal de tensão ou corrente alternada é aquela onde a **intensidade e a polaridade** alteram-se ao longo do tempo. Em geral são sinais periódicos como as formas de onda apresentadas na figura 1.1

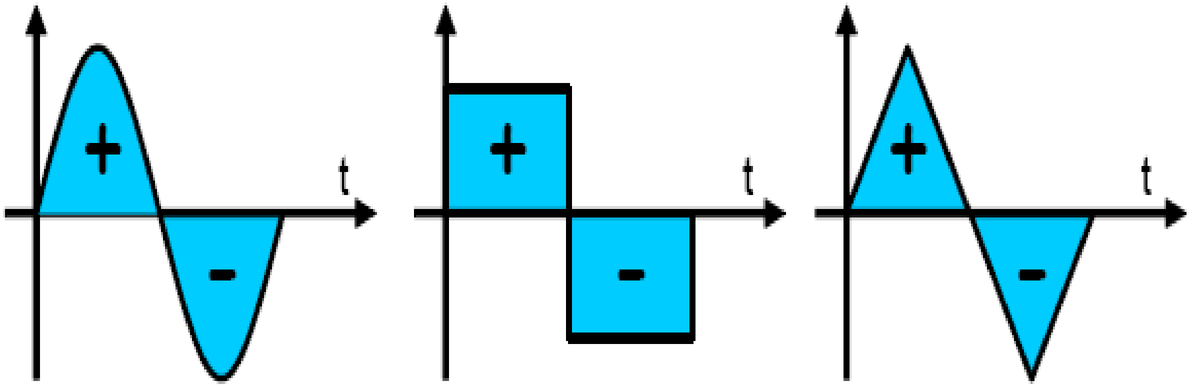


Figura 1.1 – formas de onda alternadas e periódicas

2. GERAÇÃO DE CORRENTE ALTERNADA

No estudo do Eletromagnetismo já foram vistos os princípios da Indução Eletromagnética. Para entender a produção de uma onda (sinal) senoidal devemos conhecer bem os princípios das tensões e correntes induzidas:

LEI DE FARADAY

$$\boxed{e = \frac{-N \cdot \Delta\Phi}{\Delta t}}$$

onde:

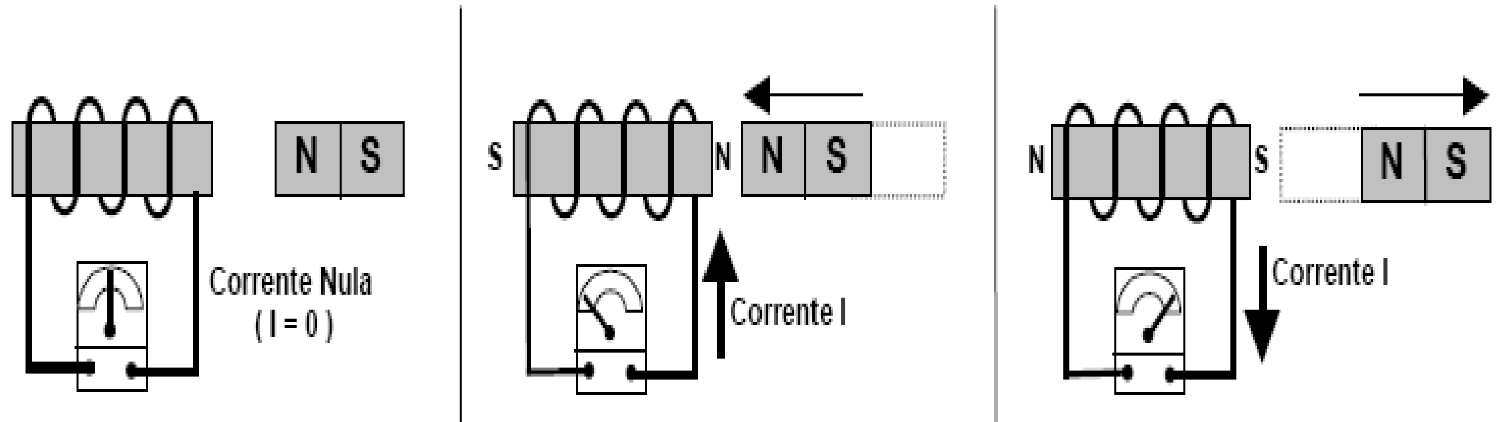
e – força eletromotriz induzida (tensão induzida) [V]

$\Delta\phi/\Delta t$ – taxa de variação do fluxo magnético no tempo [Wb/s]

N – número de espiras.

LEI DE LENZ

A **Lei de Lenz** diz que o sentido da corrente induzida é tal que origina um fluxo magnético induzido, que se opõe à variação do fluxo magnético indutor.



a) Ímã parado não induz corrente

b) Ímã se aproximando

c) Ímã se afastando

FLUXO MAGNÉTICO

Sabemos que:

$$\boxed{\phi = B \cdot A \cdot \operatorname{sen}\theta}$$

onde:

ϕ - fluxo magnético [Wb]

B – intensidade do campo magnético [T]

A – área do condutor [m^2]

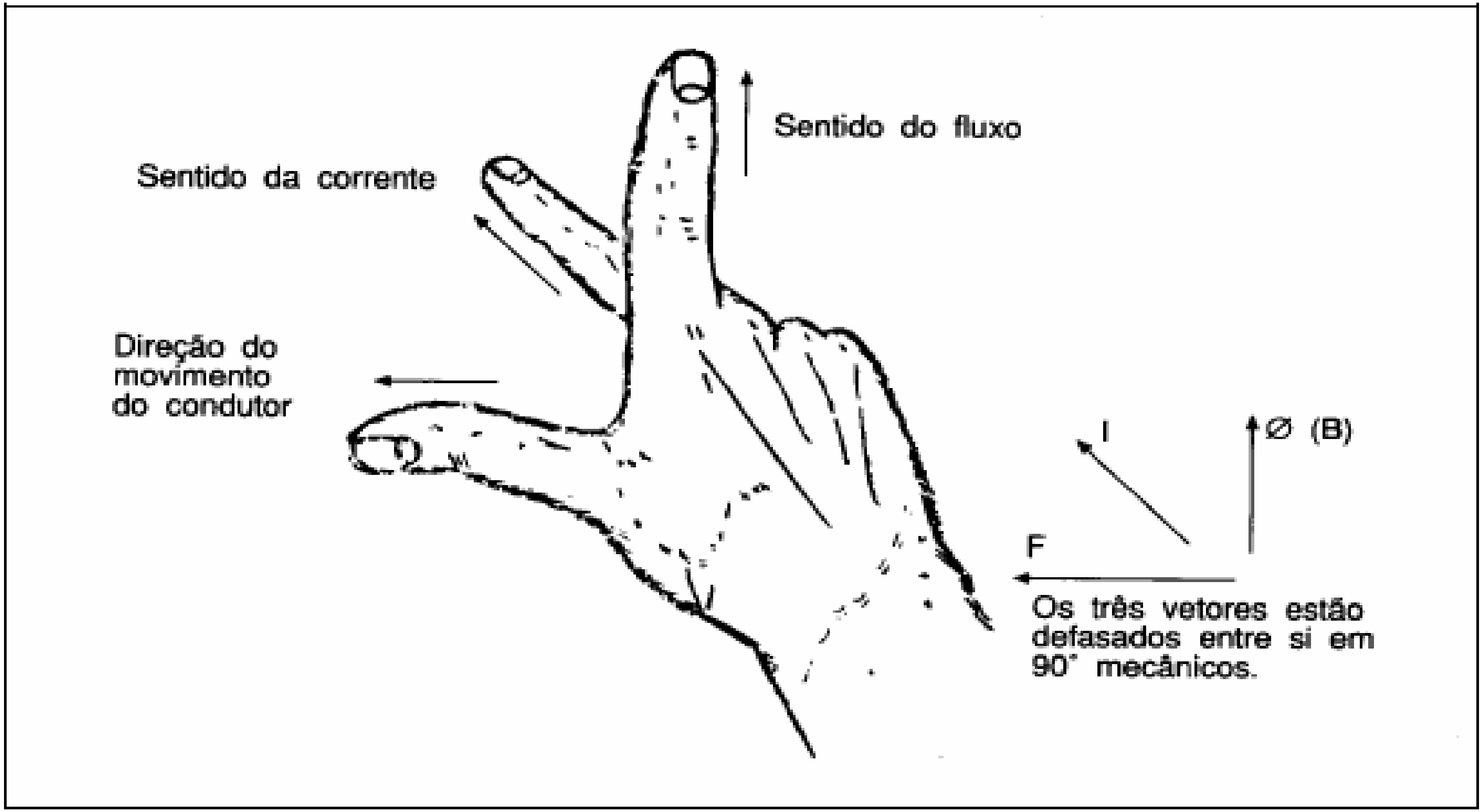
θ - ângulo de incidência da linhas de campo no condutor [° ou rad]

Unidades Magnéticas

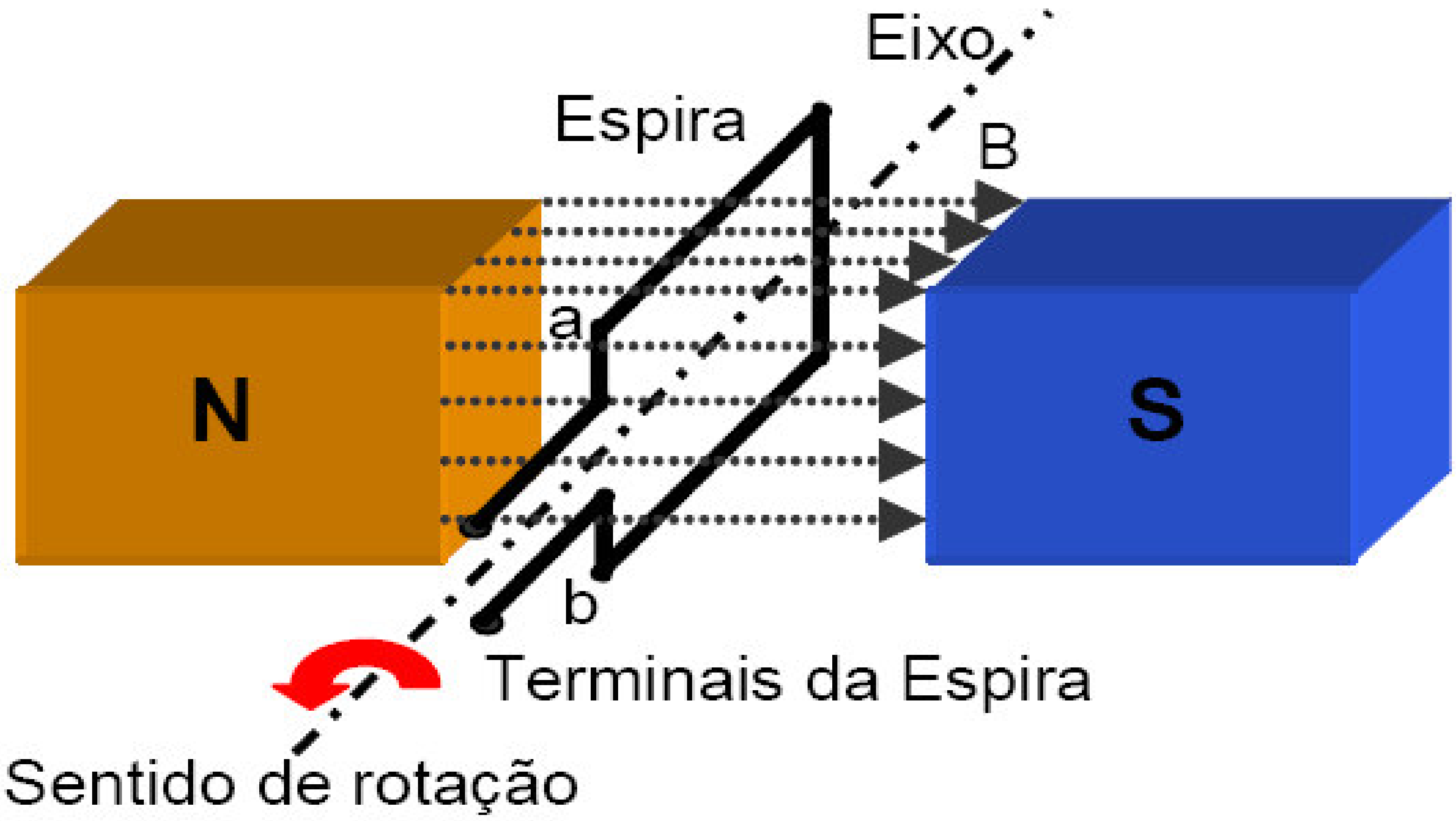
1 Mx = 10^{-8} Wb **1G = 10^{-4} T**

SISTEMAS	FLUXO MAGNÉTICO **[ϕ]**	DENSIDADE DE FLUXO **[B]**
SI	**Wb** (Weber)	**T** (Tesla)
CGS	**Mx** (Maxwel)	**G** (Gauss)

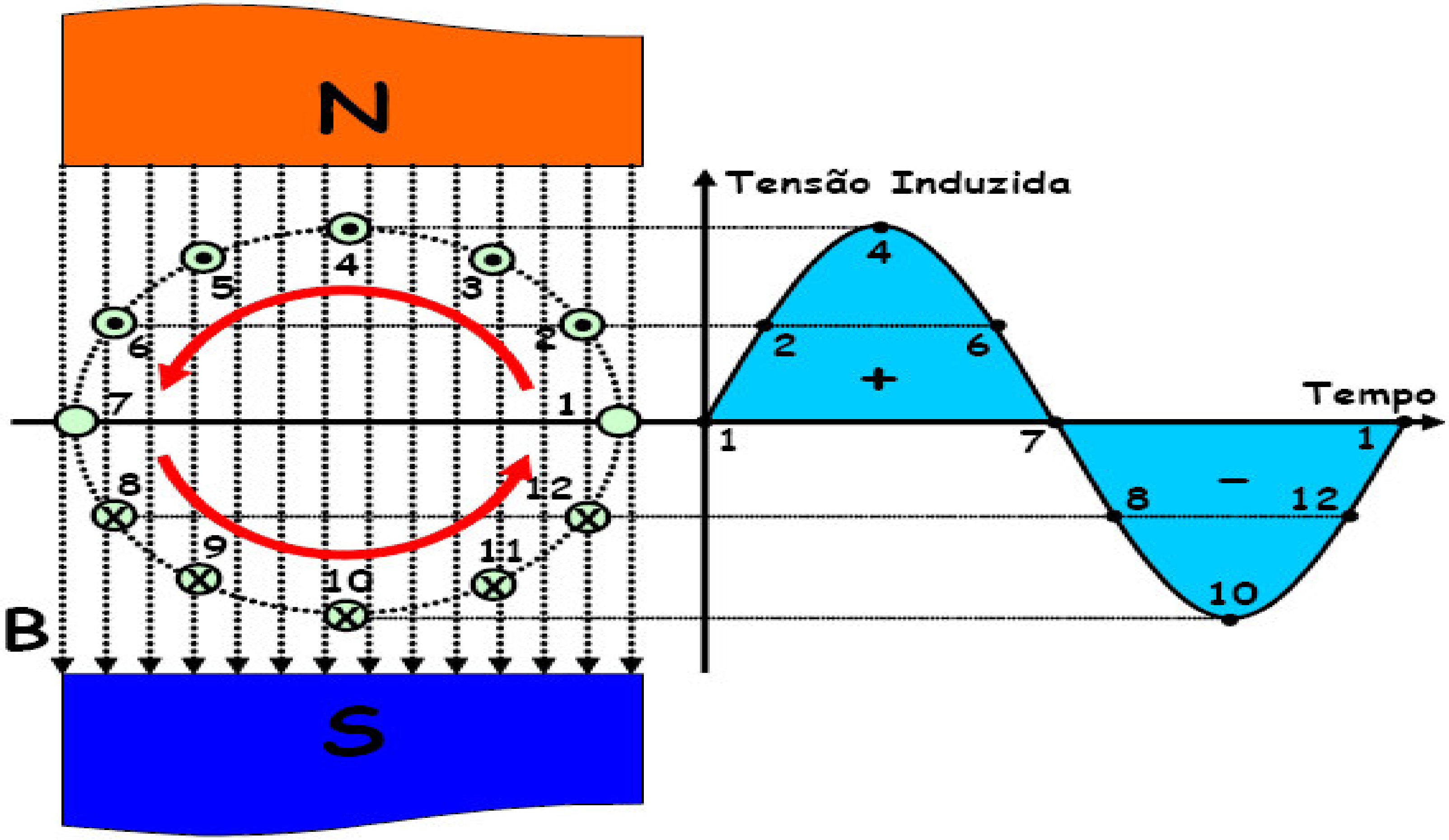
Regra de Fleming (Mão direita)



Modelo do Gerador de C.A.



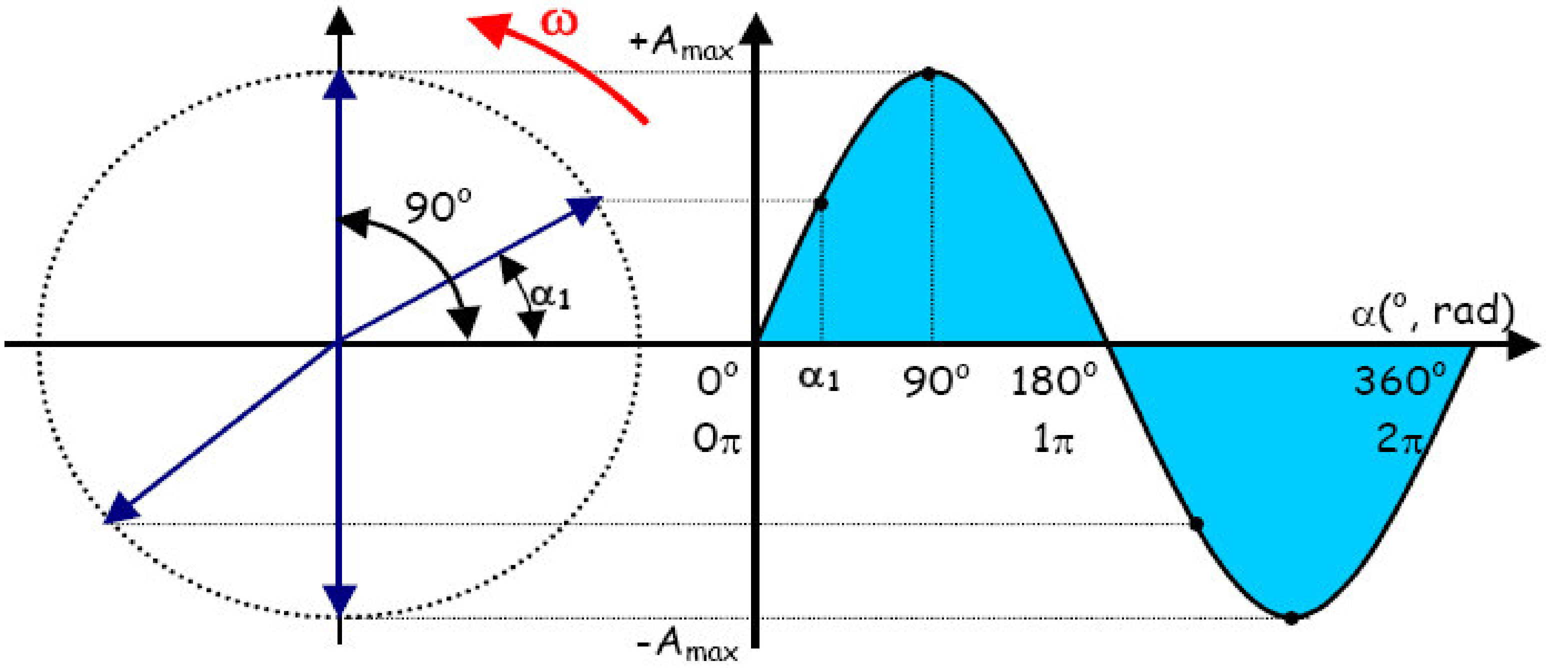
Geração da onda senoidal.



Características sinal senoidal

Ao final do ciclo, o ângulo α percorrido será sido 2π rad (360°), em um tempo total chamado de período. Assim:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = 2 \cdot \pi \cdot f$$



Freqüência[Hz] e período[s].

1 Período (T) $\longleftrightarrow$ 2.π radianos

1 segundo $\longleftrightarrow$ ω radianos/segundo = FREQÜÊNCIA ANGULAR

Assim,

$$T \times \omega = 1 \times 2\,\pi$$

$$\boxed{\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}}$$

como $f = \frac{1}{T}$, temos:

$$\boxed{\omega = 2 \cdot \pi \cdot f}$$

Unidade: rad/s

Tensão instantânea - v(t)

O **valor instantâneo** de uma grandeza senoidal é o valor que essa grandeza assume num dado instante de tempo considerado. Assim, o valor da tensão v num dado instante de tempo t pode ser dado pela função senoidal:

$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$$

onde:

v(t) – tensão instantânea (V)

Vp - tensão de pico (V);

ω - freqüência angular (rad/s);

t – instante de tempo (s).

Exemplo 1

Esboce o gráfico tensão x tempo para a tensão instantânea v(t)= 10.sen(10.t).

$V_p = 10V$

$\omega = 10rad/s$

Como:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

então,

$$f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{10}{2 \cdot \pi} = 1{,}59$$

$$f = 1{,}59Hz$$

Assim:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1{,}59} = 0{,}628$$

$$T = 628ms$$

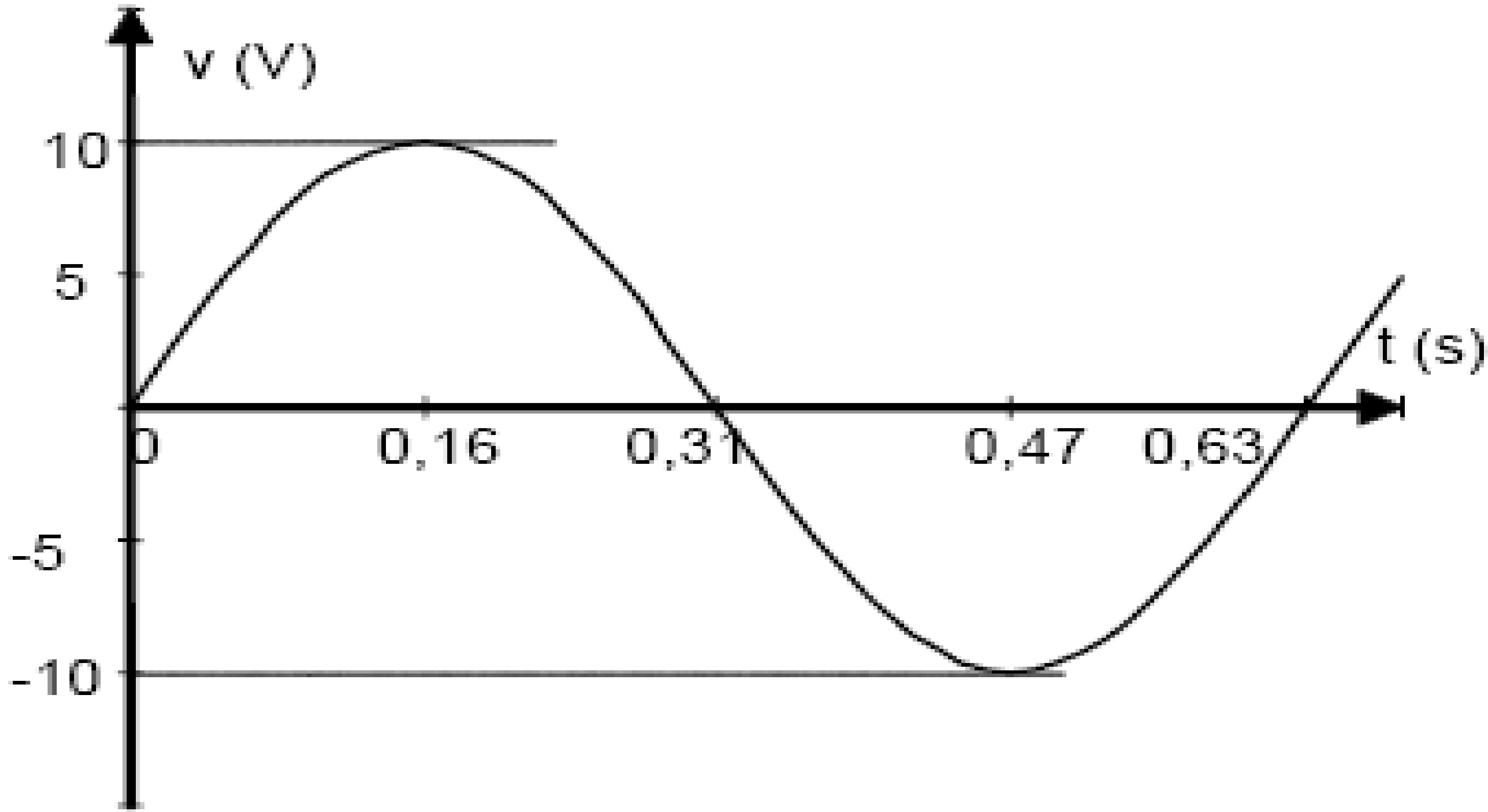
Para tanto é necessário determinarmos os instantes mais significativos: dividindo 628ms por 8 intervalos (poderíamos utilizar mais intervalos, para maior precisão), obtemos o valor 78,5ms para cada intervalo. Assim

Para t=0s: v(0)=10sen(10.0)=0

Para t=78,5ms: v(0,0785)=10sen(10.0,0785)=7,09

tempo t (s)	posição angular $\omega.t$ (rad)	tensão instantânea v(t) (V)
0,00	0,00	0,00
0,0785	0,785 (π/4)	7,09
0,157	1,57 (π/2)	10,0
0,235	2,35 (3π/4)	7,09
0,314	3,14 (π)	0,00
0,392	3,92 (5π/4)	-7,09
0,471	4,71 (3π/2)	-10,0
0,549	5,49 (7π/4)	-7,09
0,628	6,28 (2π)	0,00

Gráfico tensão x tempo.



Valor Médio

O valor médio de uma fução representa o resultado líquido da variação de uma grandeza física como deslocamento, temperatura, tensão, corrente, etc.

$$V_{med} = \frac{\sum A}{T} = \frac{\sum_{n} (\Delta V_n \cdot \Delta t_n)}{T}$$

onde:

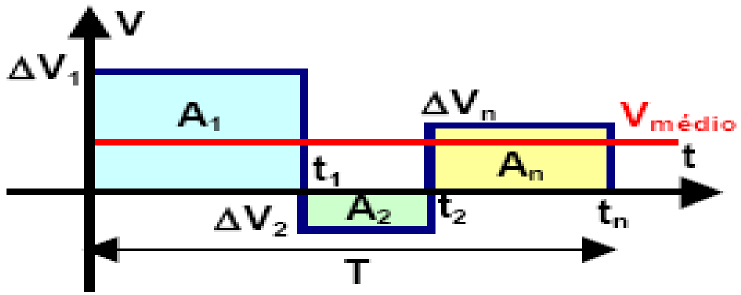
$\sum A$ - soma algébrica das áreas sob as curvas;

T – período da curva;

ΔV_n – variação da amplitude no trecho n da forma de onda;

Δt_n – intervalo de tempo correspondente ao trecho n da forma de onda;

n – número de trechos compreendidos no intervalo T.



Valor médio da senóide.

Como a senóide é simétrica ao eixo das abscissas, para todos os valores do semiciclo positivo, temos correspondentes valores no semiciclo negativo, o que **faz** com que o seu valor médio seja nulo, ou seja, as áreas positivas são iguais às negativas.

Pelo procedimento de cálculo podemos determinar o valor médio de apenas um **semiciclo** (meio período):

$$V_{med,\pi} = \frac{1}{T}\cdot\int_0^T v(t).dt = \frac{1}{\pi}\cdot\int_0^\pi V_p\cdot \mathbf{sen}(\omega.t)\cdot d\omega t = \frac{V_p}{\pi}\cdot\left[-\mathbf{cos}(\omega t)\right]_0^\pi = \frac{2\cdot V_p}{\pi}$$

$$\boxed{V_{med,\pi} = \frac{2\cdot V_p}{\pi} = 0{,}637\cdot V_p}$$

Valor eficaz.

O valor eficaz de uma função representa a **capacidade de produção de trabalho efetivo** de uma grandeza variável no tempo entre as excursões positivas e negativas de uma função.

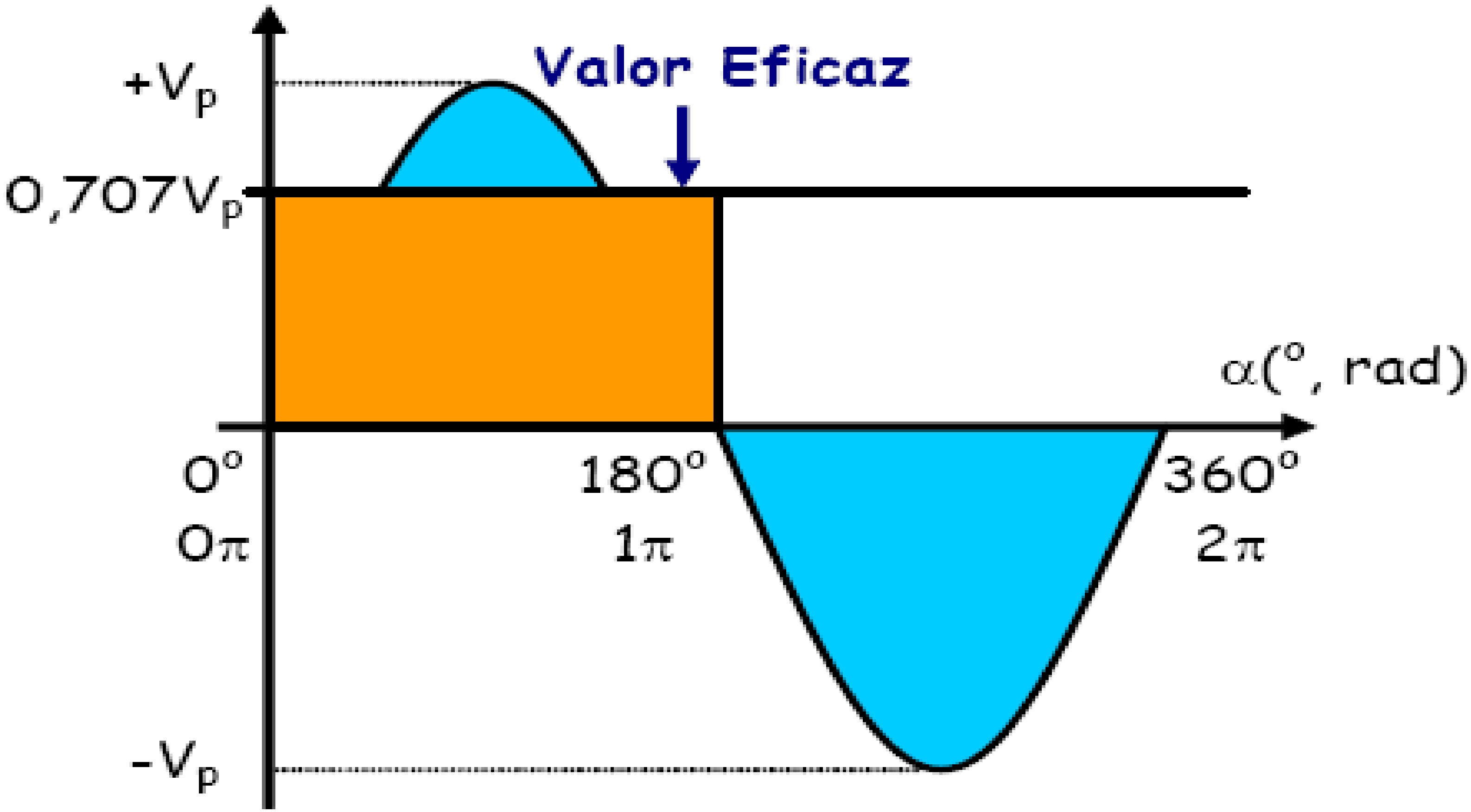
$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T}\cdot\int_{t_i}^{t_f} v(t)^2.dt} = \sqrt{\frac{1}{\omega T}\cdot\int_{\omega t_i}^{\omega t_f} v(\omega t)^2.d\omega t} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_{0}^{2\pi} V_p{}^2 \cdot sen^2(\omega.t)\cdot d\omega t} = \sqrt{\frac{V_p{}^2}{2\pi}\cdot\int_{0}^{2\pi} sen^2(\omega t)\cdot d\omega t} =$$

$$= \sqrt{\frac{V_p{}^2}{2\pi}\left[\frac{\omega t}{2} - \frac{\cos 2\omega t}{4}\right]_0^{2\pi}} = \sqrt{\frac{V_p{}^2}{2\pi}\left[\frac{2\pi}{2} - \frac{\cos 4\pi}{4} - \frac{0}{2} + \frac{\cos 0}{4}\right]} =$$

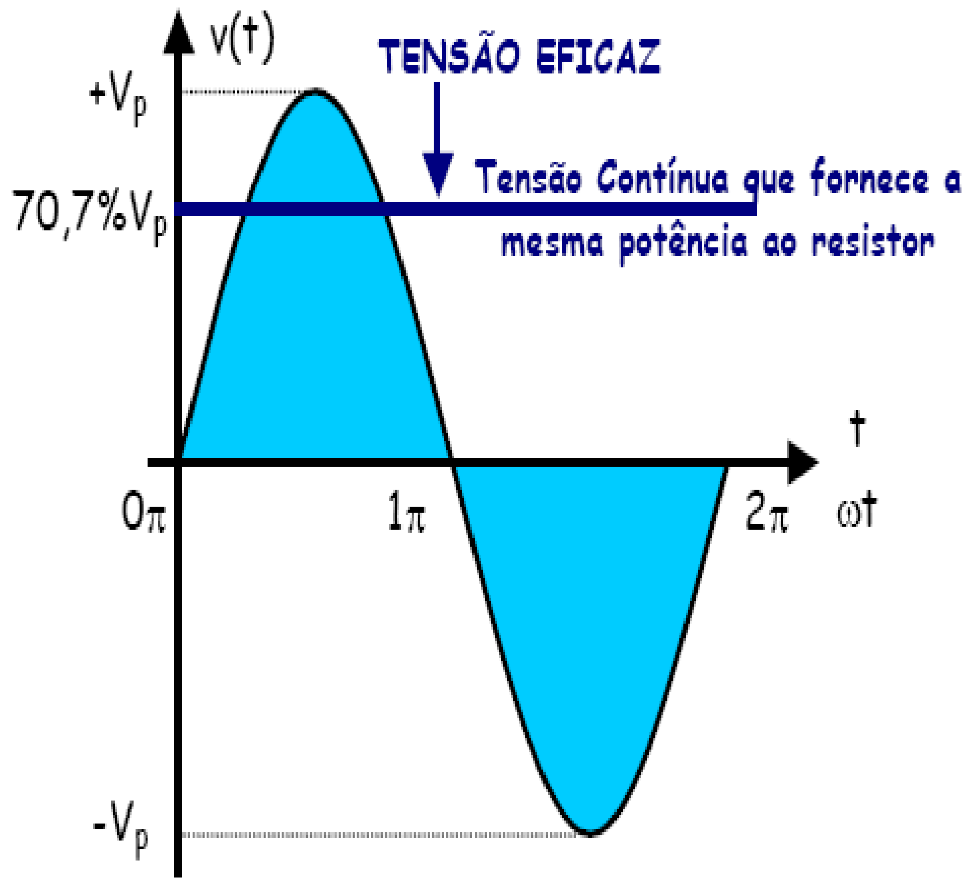
$$= \sqrt{\frac{V_p{}^2}{2\pi}\left[\frac{2\pi}{2}\right]} = \sqrt{\frac{V_p{}^2}{2}} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$$\boxed{V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = 0{,}707 \cdot V_p}$$

Valor eficaz da senóide.



Um sinal senoidal de tensão/corrente alternada está sempre variando e, portanto, o valor eficaz é apenas uma referência matemática.



Observações:

- O valor **eficaz** também é conhecido como Valor RMS, do inglês *root mean square* (valor quadrático médio);
- Os instrumentos comuns de medição em corrente alternada (voltímetros, amperímetros e multímetros) fornecem valores eficazes **somente para sinais senoidais**;
- Para medir o valor eficaz de uma forma de onda de tensão (ou de corrente) não perfeitamente senoidal deverá ser usado um voltímetro (ou amperímetro) mais sofisticado, conhecido como ***True RMS*** *(Eficaz Verdadeiro)* que é capaz de fazer a integração da forma de onda e fornecer o valor eficaz exato para qualquer forma de onda.
- Para uma forma de onda contínua constante (de tensão ou corrente, por exemplo) o valor eficaz é igual ao valor médio.