

Curso Técnico em Eletrotécnica

Correntes e Tensões Alternadas Senoidais

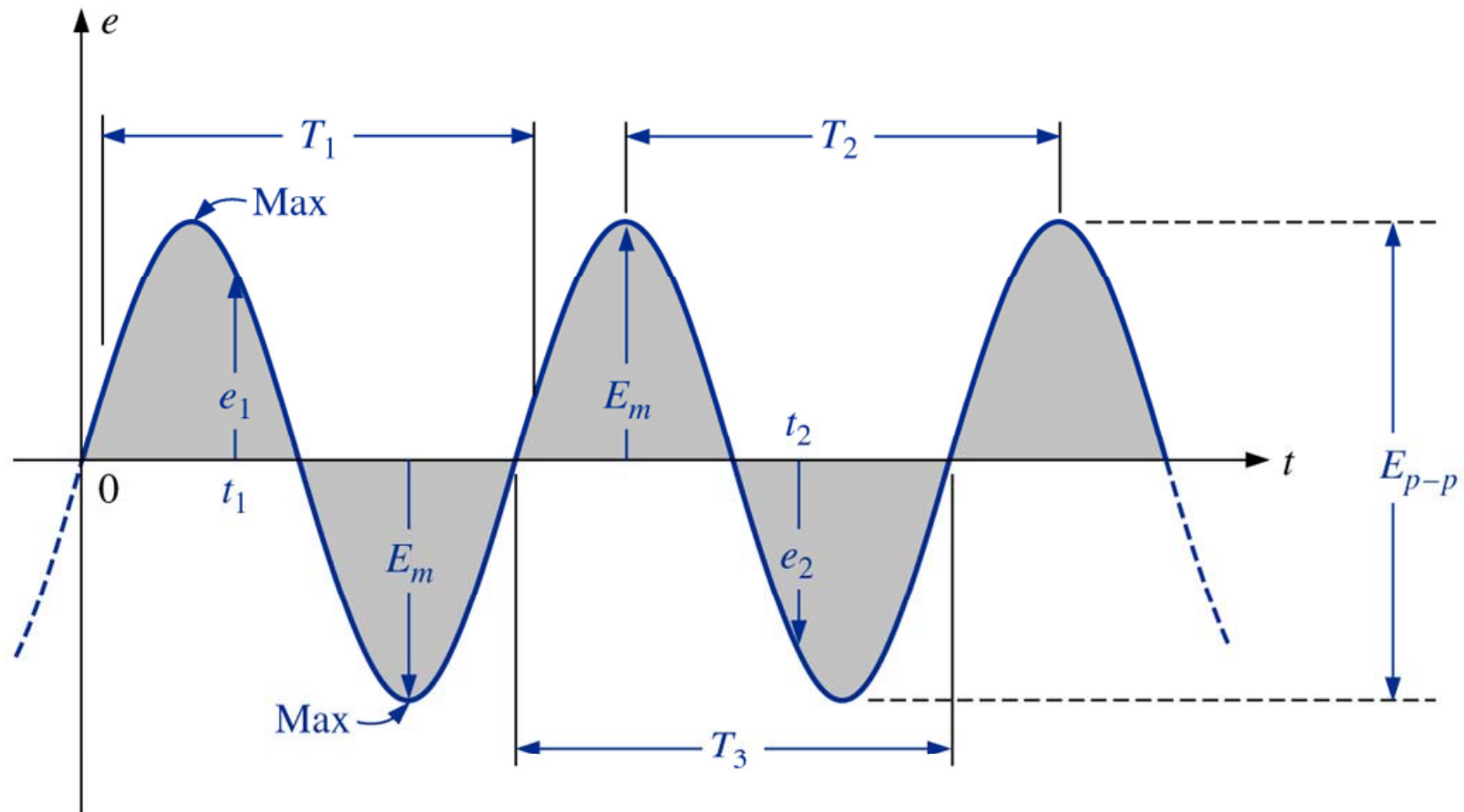
AULA II

1. Revisão;
2. Expressão geral para sinais senoidais;
3. Relações de fase;
4. Valor médio;
5. Valor eficaz.

Vitória-ES

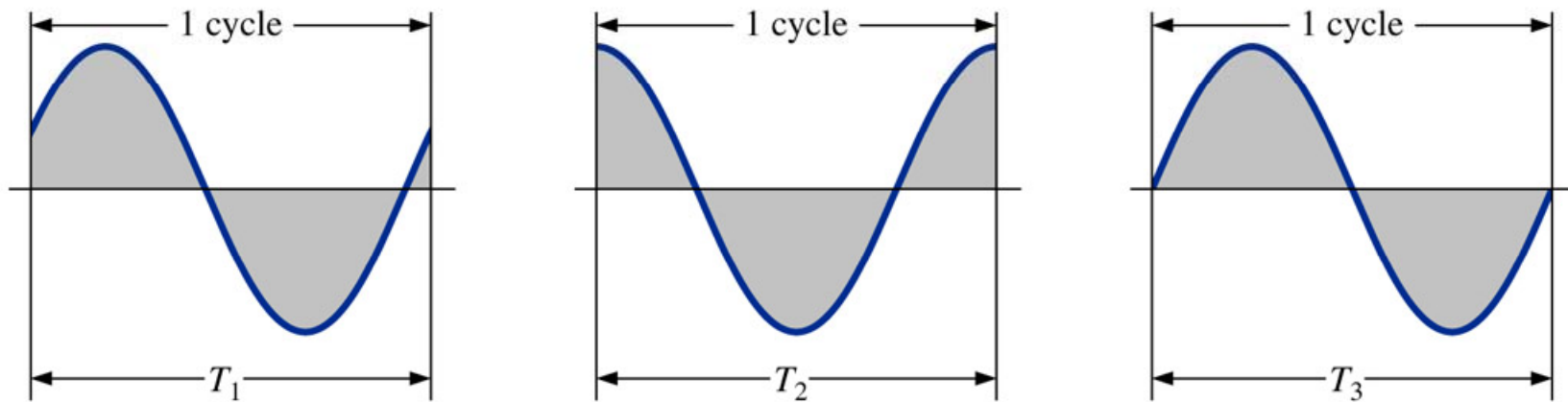
Parâmetros importantes de um sinal senoidal

Amplitudes de uma onda senoidal:



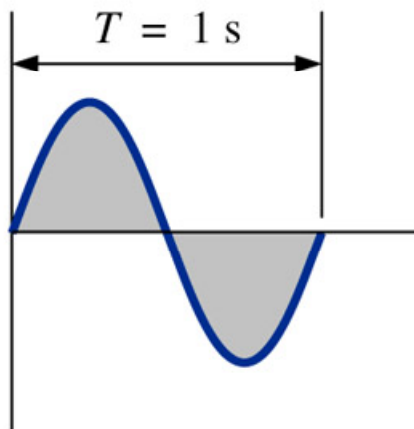
Parâmetros importantes de um sinal senoidal

Definição de um ciclo e período de uma forma de onda:

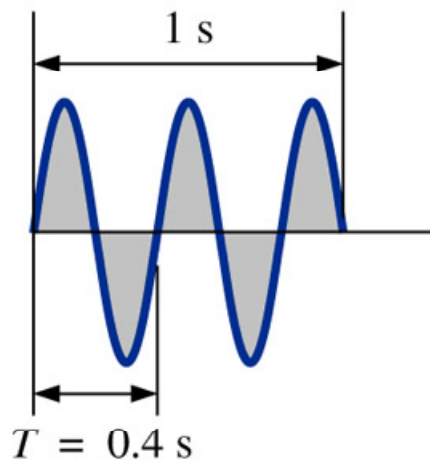


Parâmetros importantes de um sinal senoidal

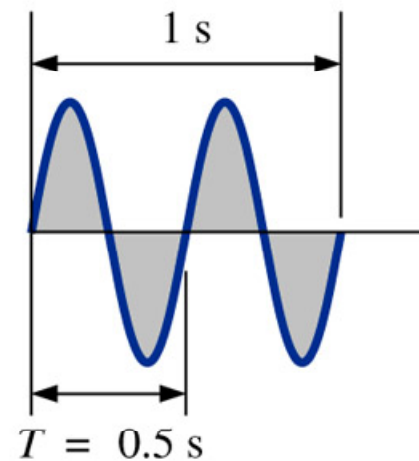
Efeito da mudança de frequência sobre o período:



(a)



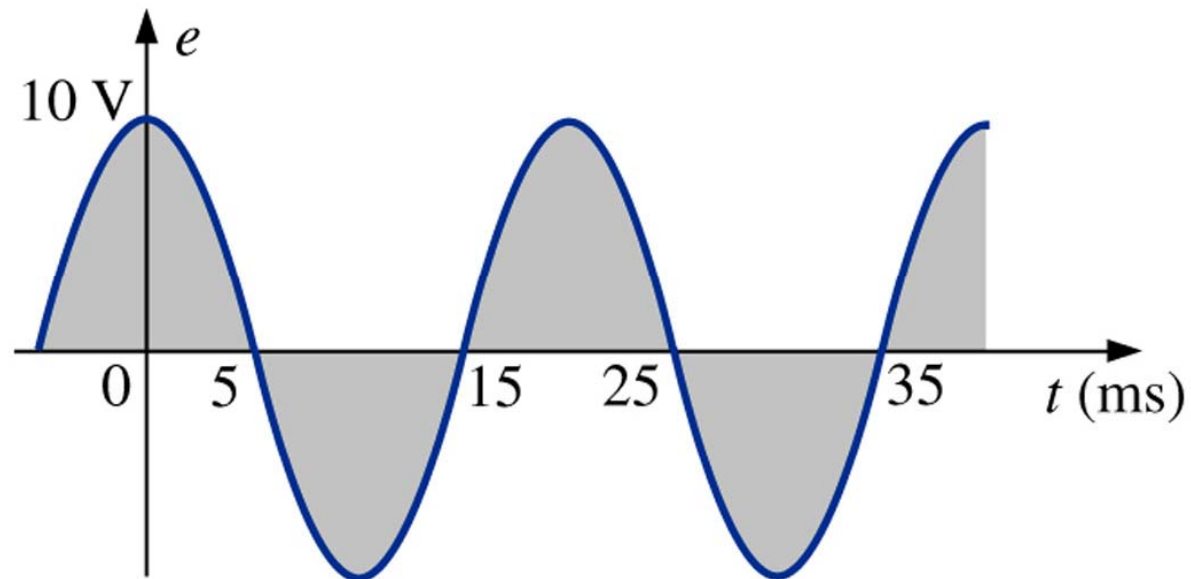
(b)



(c)

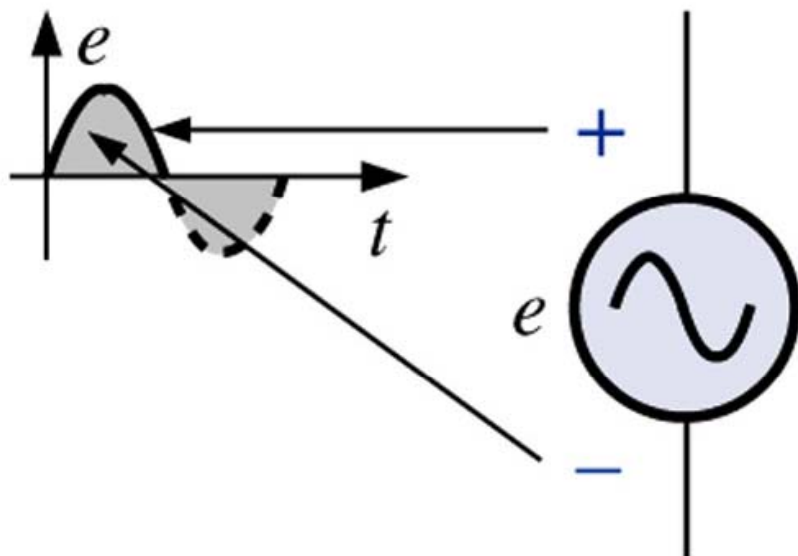
Parâmetros importantes de um sinal senoidal

Resolver o exemplo 13.2:



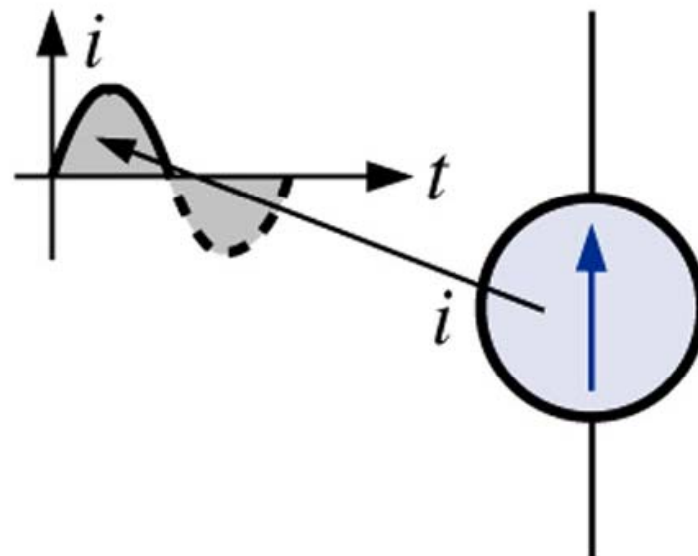
Determinar o período e a frequência da tensão da figura acima.

Representação de fontes CA



(a)

Fonte de tensão alternada senoidal

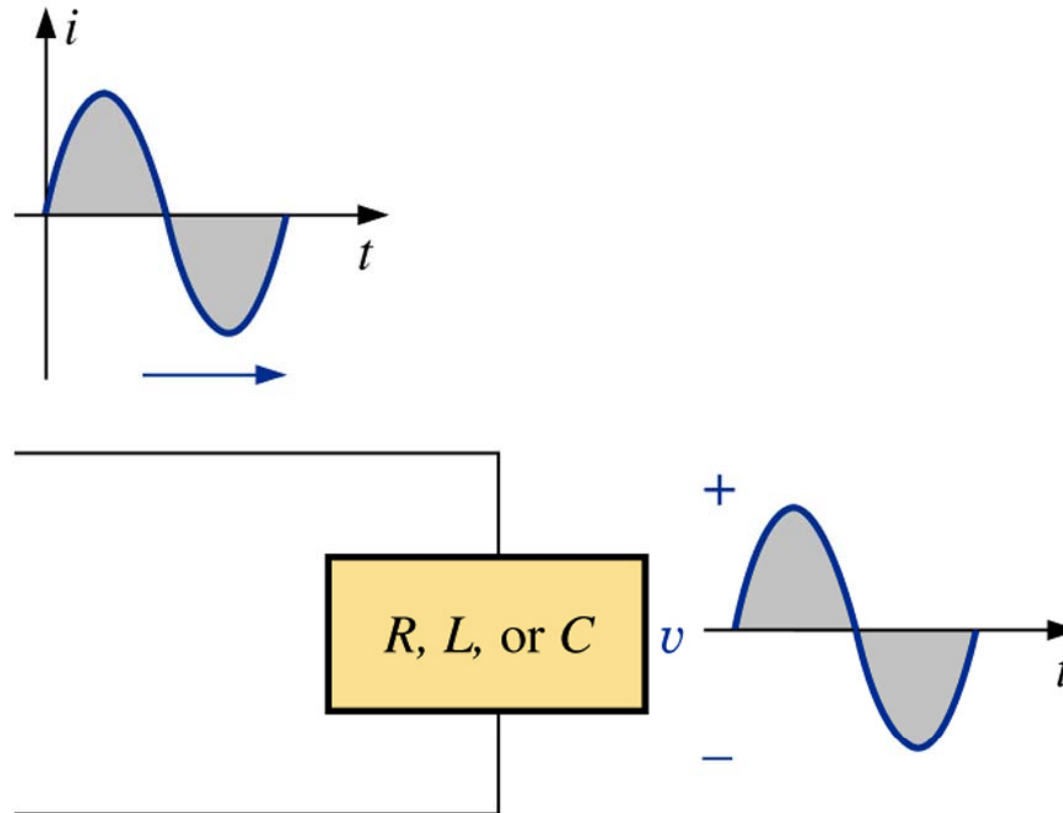


(b)

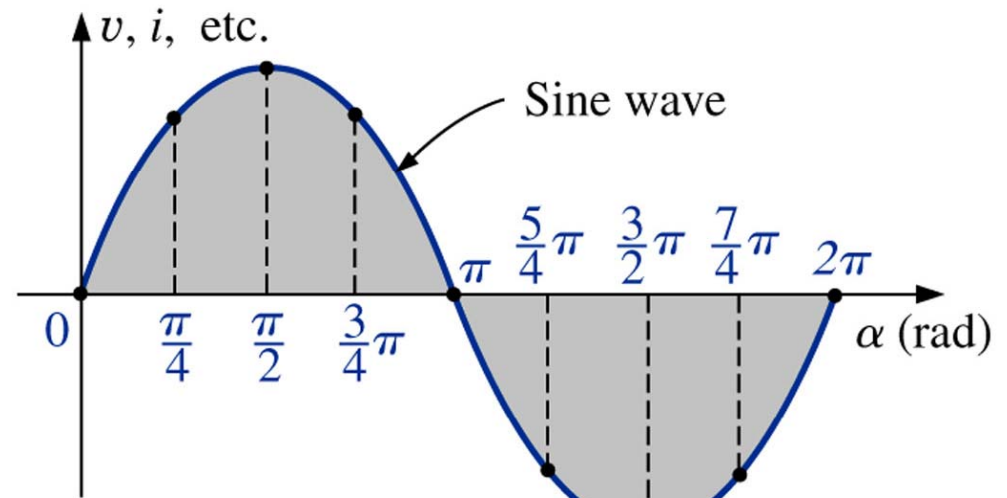
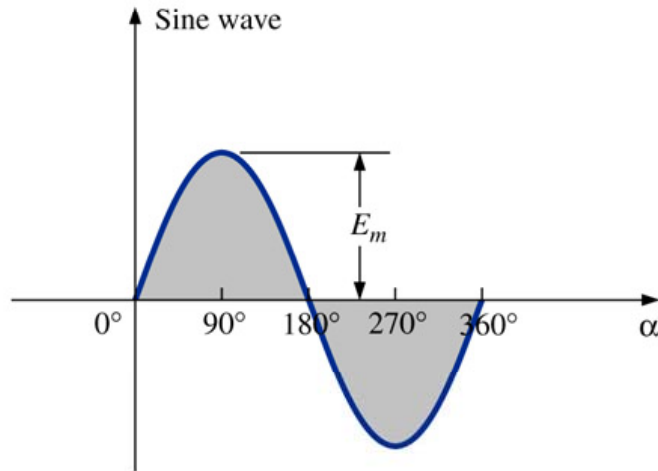
Fonte de corrente alternada senoidal

A senóide

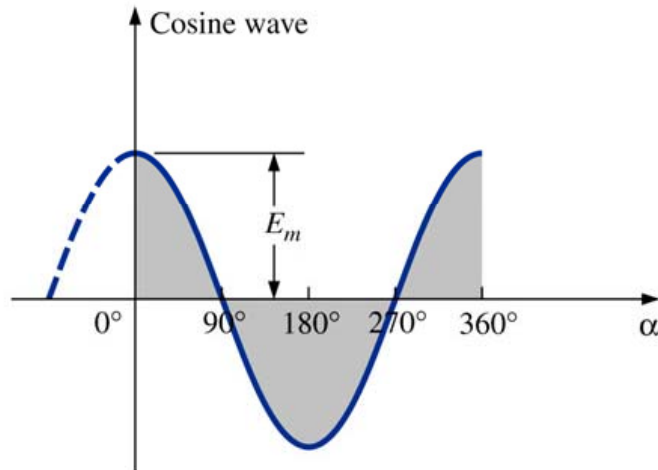
A senóide é a única forma de onda cuja forma não se altera ao ser aplicada a um circuito contendo resistores, indutores e capacitores



A senóide



Eixo horizontal em radianos



Eixo horizontal em graus

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$

A senóide

Conversão:

$$\text{Radianos} = \left(\frac{\pi}{180^\circ} \right) \cdot \text{graus}$$

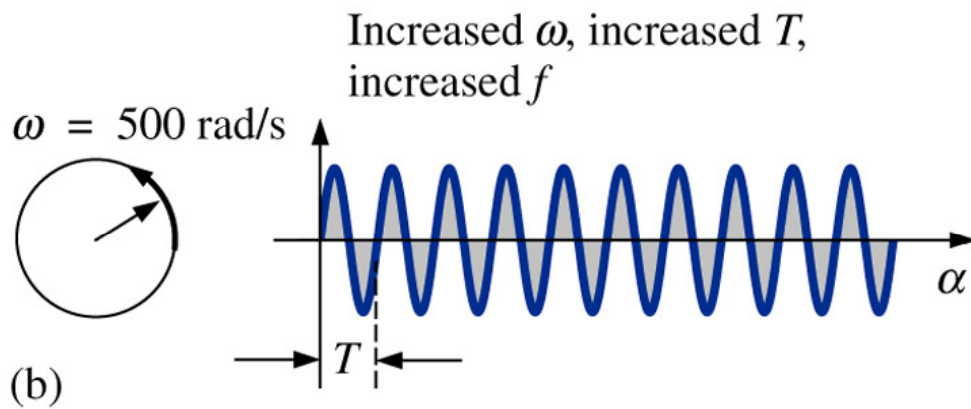
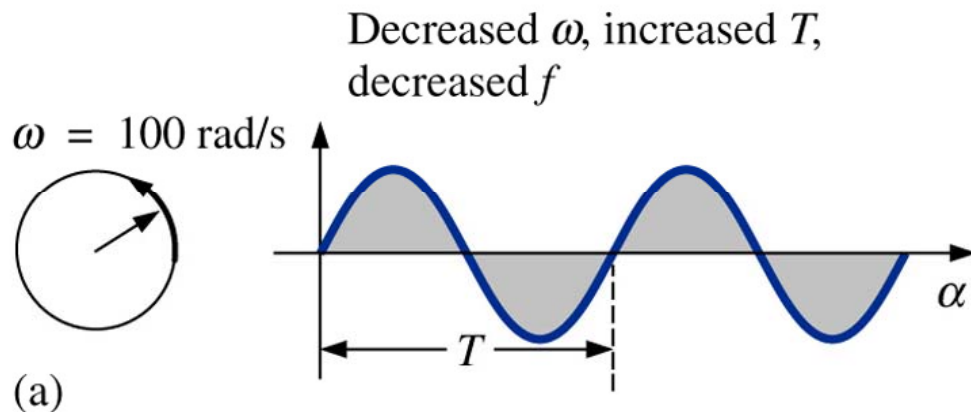
$$\text{Graus} = \left(\frac{180^\circ}{\pi} \right) \cdot \text{Radianos}$$

$$\text{Velocidade angular} = \frac{\text{ângulo percorrido (graus ou radianos)}}{\text{tempo (segundos)}}$$

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

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

A senóide



$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

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

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

Expressão geral de sinais senoidais

Forma de onda senoidal:

$$A_m \cdot \text{sen}(\alpha)$$

- A_m = valor de pico;
- α = ângulo.

O ângulo pode ser dado por:

$$\alpha = \omega \cdot t$$

Assim:

$$i(t) = I_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$$

t variando

$$i(\omega t) = I_p \cdot \text{sen}(\omega t)$$

ωt variando

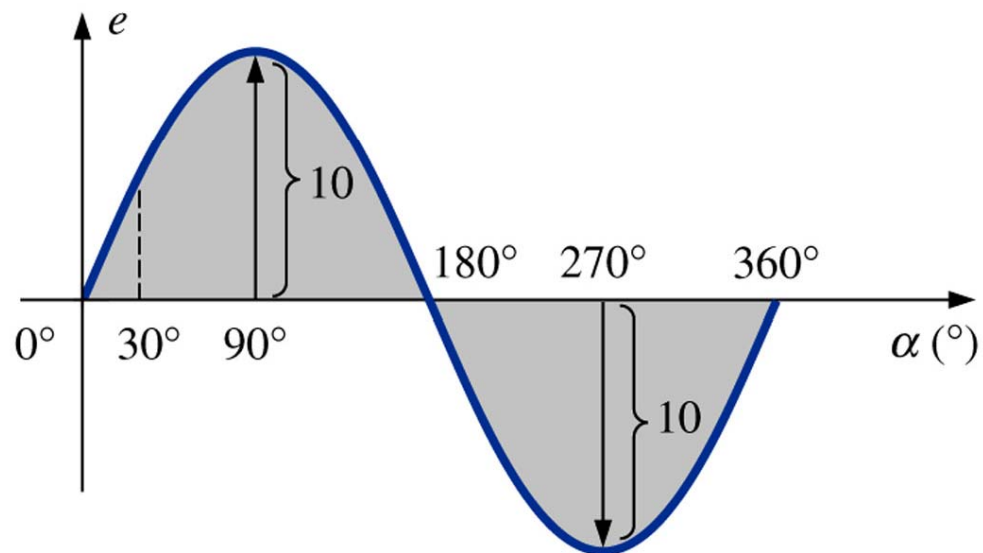
$$i(\alpha) = I_p \cdot \text{sen}(\alpha)$$

α variando

Expressão geral de sinais senoidais

Exemplo 13.10: $e = 10 \cdot \text{sen}(314 \cdot t)$

a) O ângulo α em graus.

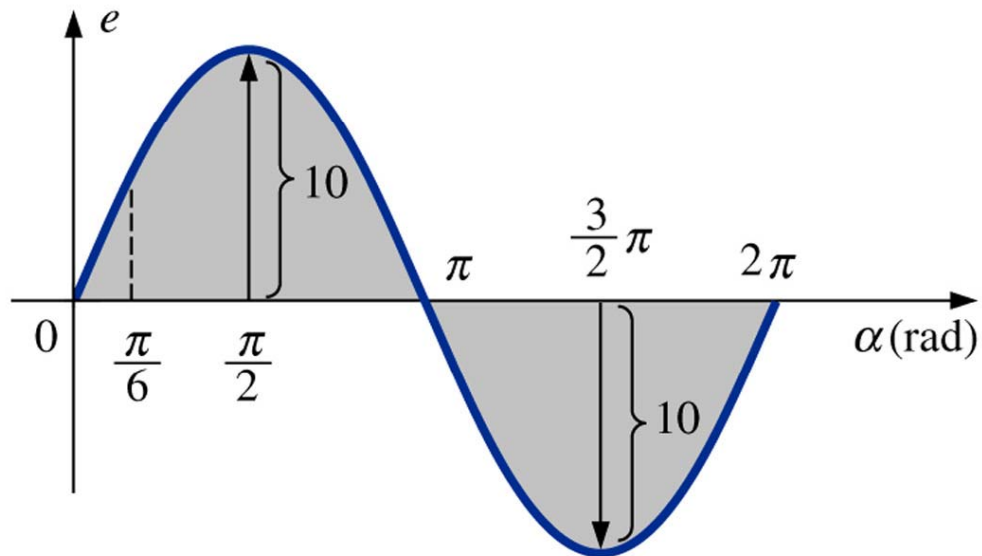


Não é necessário fazer cálculos, pois a frequência angular não é utilizada.

Expressão geral de sinais senoidais

Exemplo 13.10:
$$e = 10 \cdot \text{sen}(314 \cdot t)$$

b) O ângulo α em radianos.



Novamente não é necessário fazer cálculos, pois a frequência angular não é utilizada.

Expressão geral de sinais senoidais

Exemplo 13.10: $e = 10 \cdot \text{sen}(314 \cdot t)$

c) O tempo t em segundos.

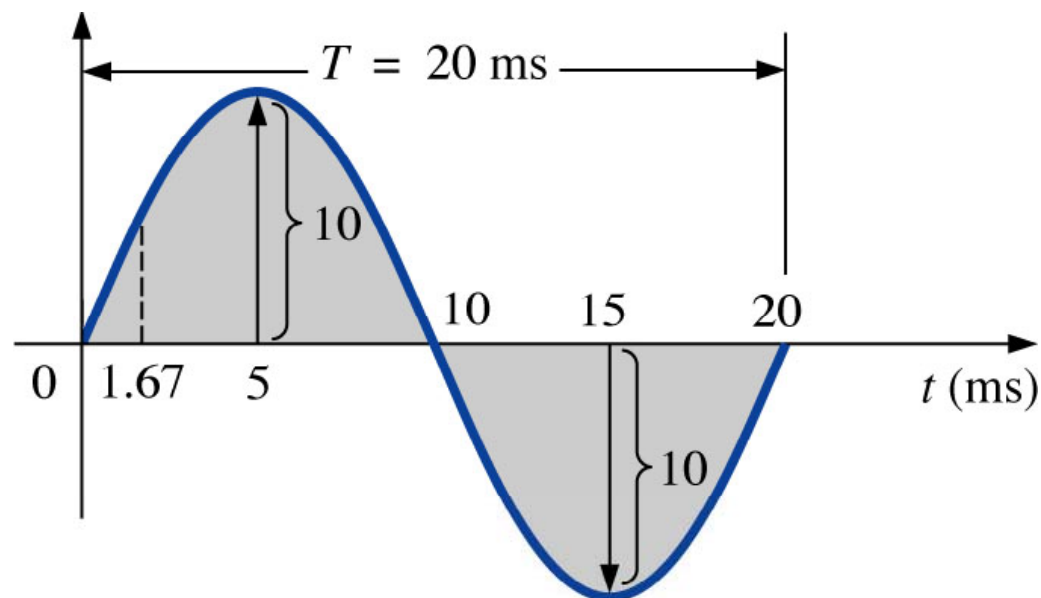
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$360^\circ : T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{314} = 20 \text{ ms}$$

$$180^\circ : \frac{T}{2} = \frac{20 \text{ ms}}{2} = 10 \text{ ms}$$

$$90^\circ : \frac{T}{4} = \frac{20 \text{ ms}}{4} = 5 \text{ ms}$$

$$30^\circ : \frac{T}{12} = \frac{20 \text{ ms}}{12} = 1,67 \text{ ms}$$

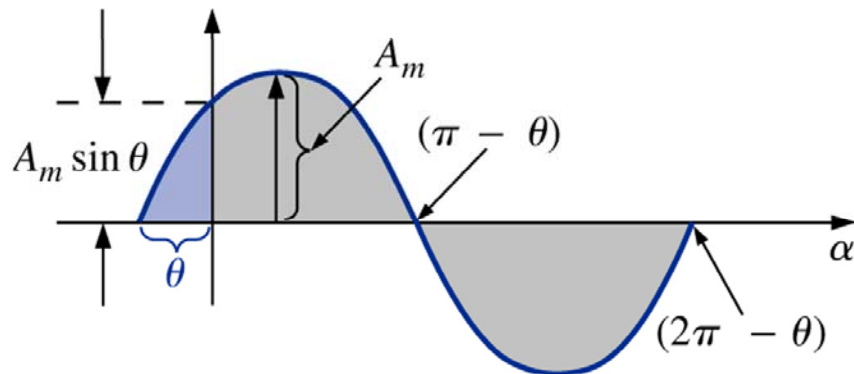


Relações de fase

Forma de onda senoidal:

$$A_m \cdot \text{sen}(\omega t \pm \theta)$$

- $A_m =$ valor de pico;
- $\omega =$ frequência angular;
- $t =$ tempo;
- $\theta =$ ângulo de deslocamento.

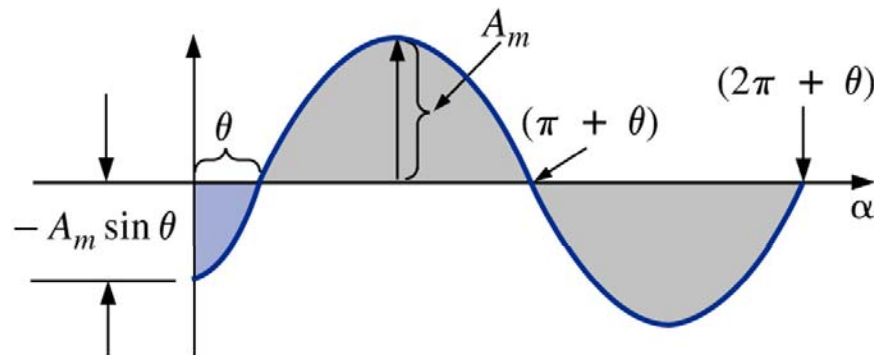


Adiantamento (θ positivo)

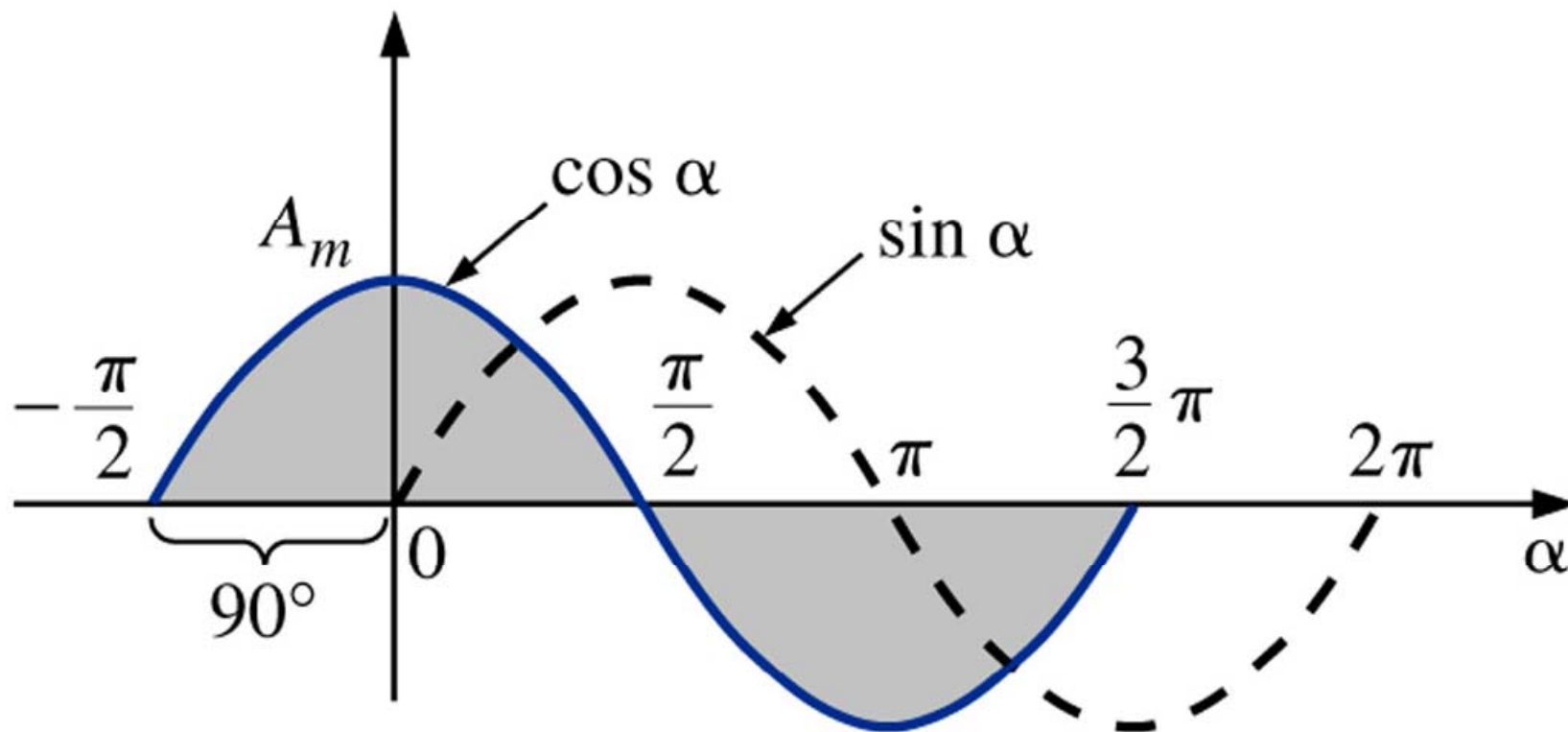
$$A_m \cdot \text{sen}(\omega t + \theta)$$

$$A_m \cdot \text{sen}(\omega t - \theta)$$

Atraso (θ negativo)



Relações de fase



$$\cos(\alpha) = \text{sen}(\alpha + 90^\circ)$$

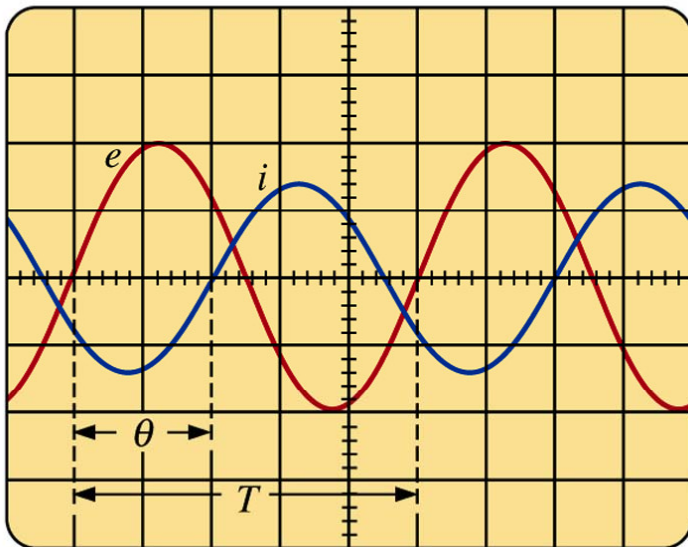
$$\text{sen}(\alpha) = \cos(\alpha - 90^\circ)$$

Relações de fase

Medida de fase:

$$360^\circ = T \left(n^\circ \text{ divisões} \right)$$

$$\theta^\circ = \text{deslocamento fase} \left(n^\circ \text{ divisões} \right)$$



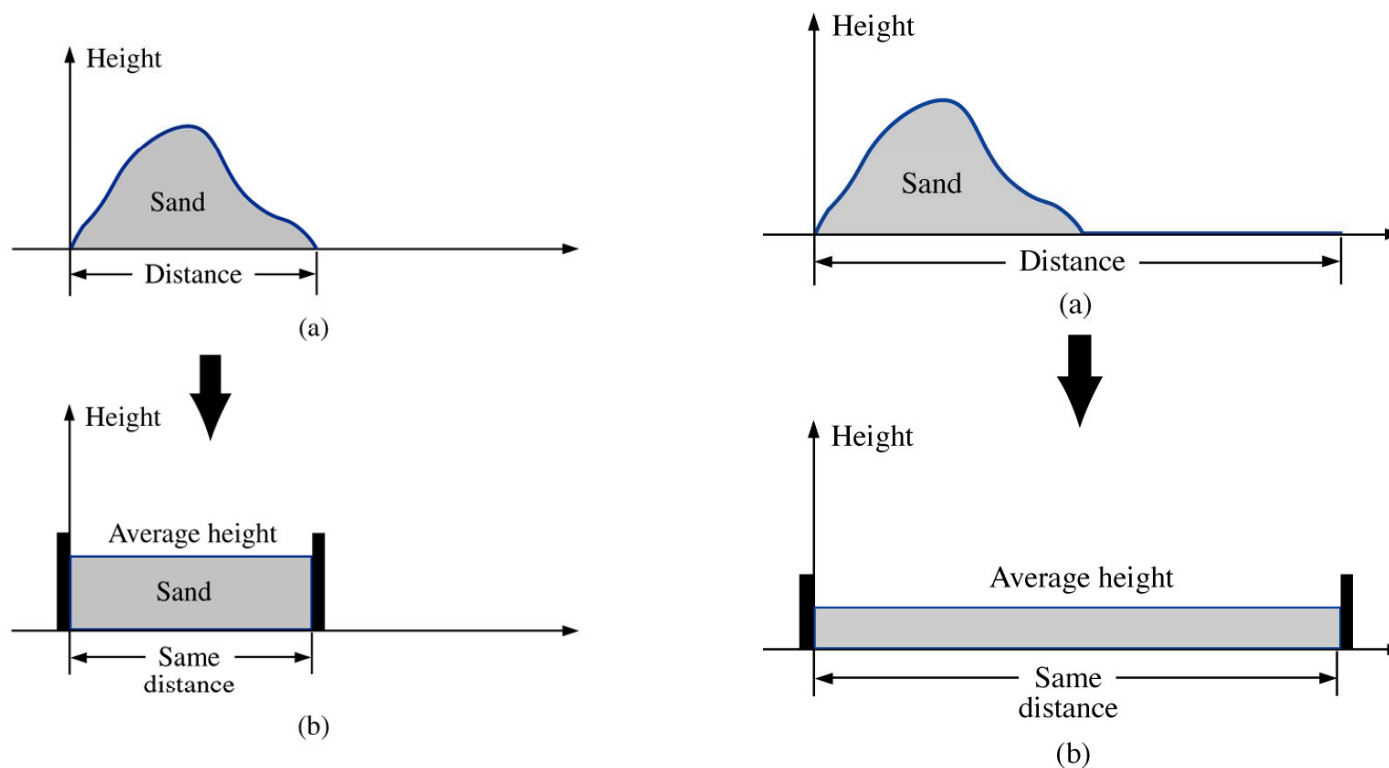
Vertical sensitivity = 2 V/div.
Horizontal sensitivity = 0.2 ms/div.

$$\theta^\circ = \frac{\text{desl. fase} \left(n^\circ \text{ divisões} \right)}{T \left(n^\circ \text{ divisões} \right)} \cdot 360^\circ$$

Valor médio

Valor médio:

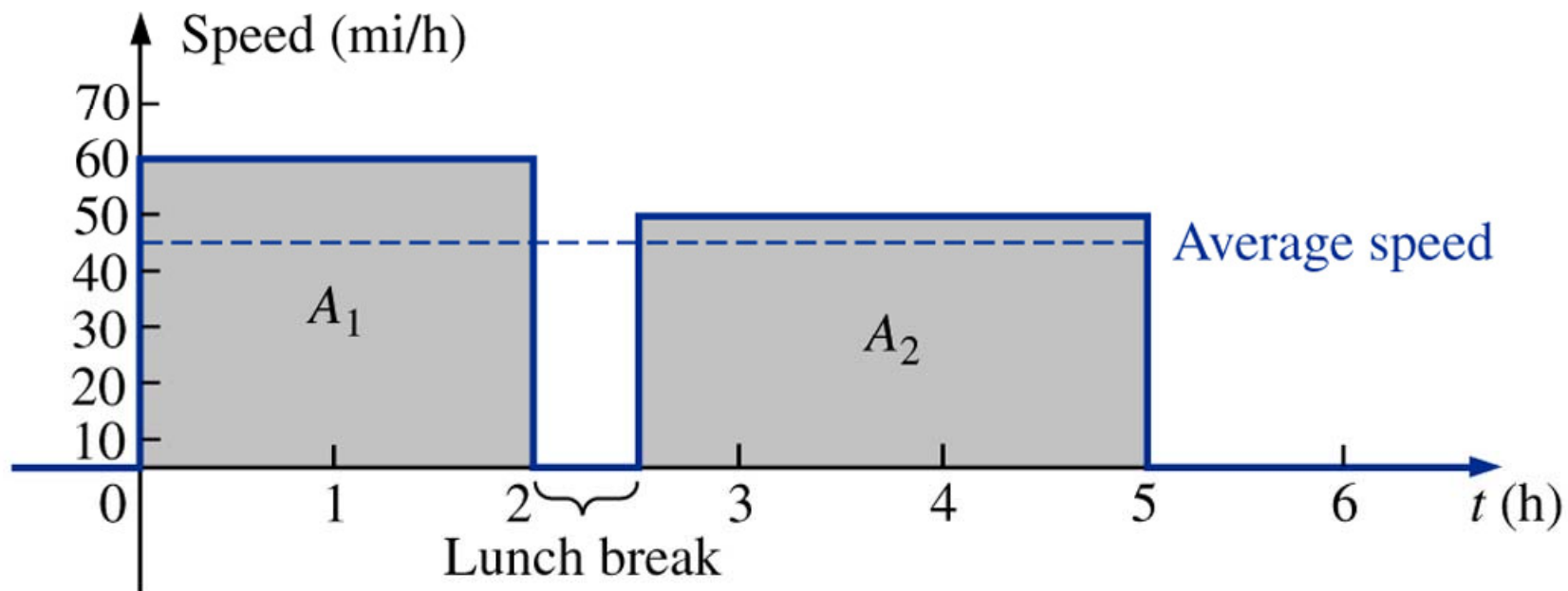
O valor médio de uma função representa o resultado líquido da variação de uma grandeza física como deslocamento, temperatura, tensão, corrente, etc.



Exemplos de obtenção de valores médios

Valor médio

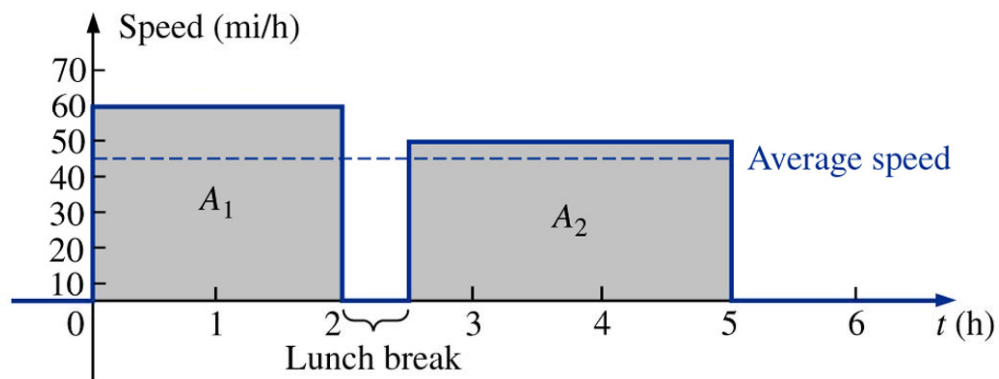
Exemplo: Obtenção da velocidade média.



$$\text{velocidade média} = \frac{\text{área sob a curva}}{\text{comprimento da curva}}$$

Valor médio

Exemplo: Obtenção da velocidade média.



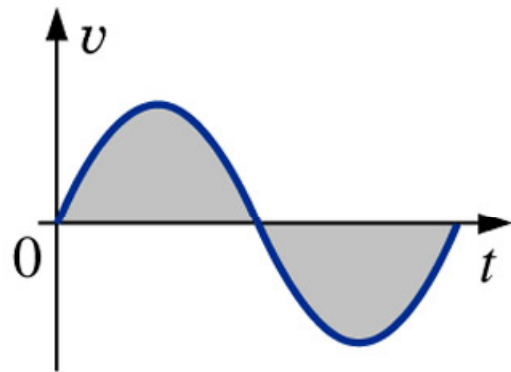
$$V_{med} = \frac{A_1 + A_2}{5}$$

$$V_{med} = \frac{60 \cdot 2 + 50 \cdot 2,5}{5}$$

$$V_{med} = 49 \text{ mi/h}$$

Valor médio

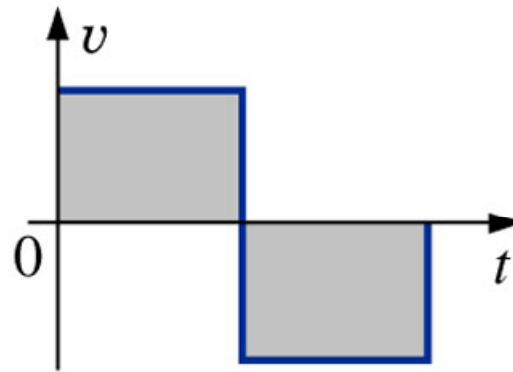
Valor médio para funções contínuas:



Sinusoidal



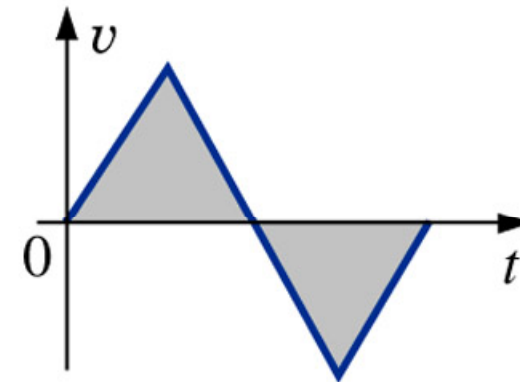
Contínua



Square wave



Descontínua

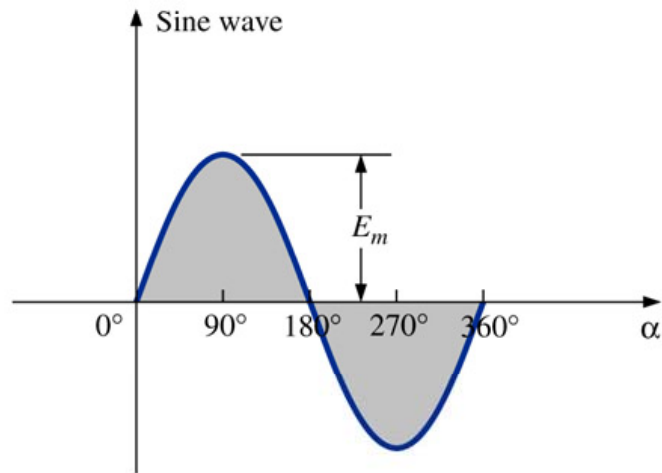


Triangular wave



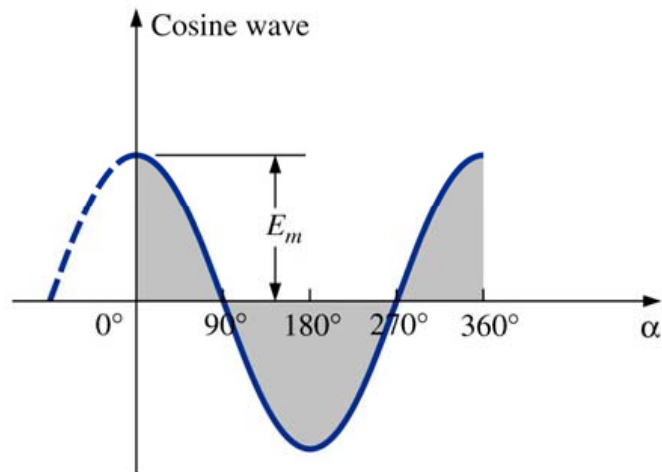
Descontínua

Valor médio



$$f_{med} = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} f(t) \cdot dt$$

$$E_{med} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} E_m \cdot \text{sen}(\alpha) \cdot d\alpha$$



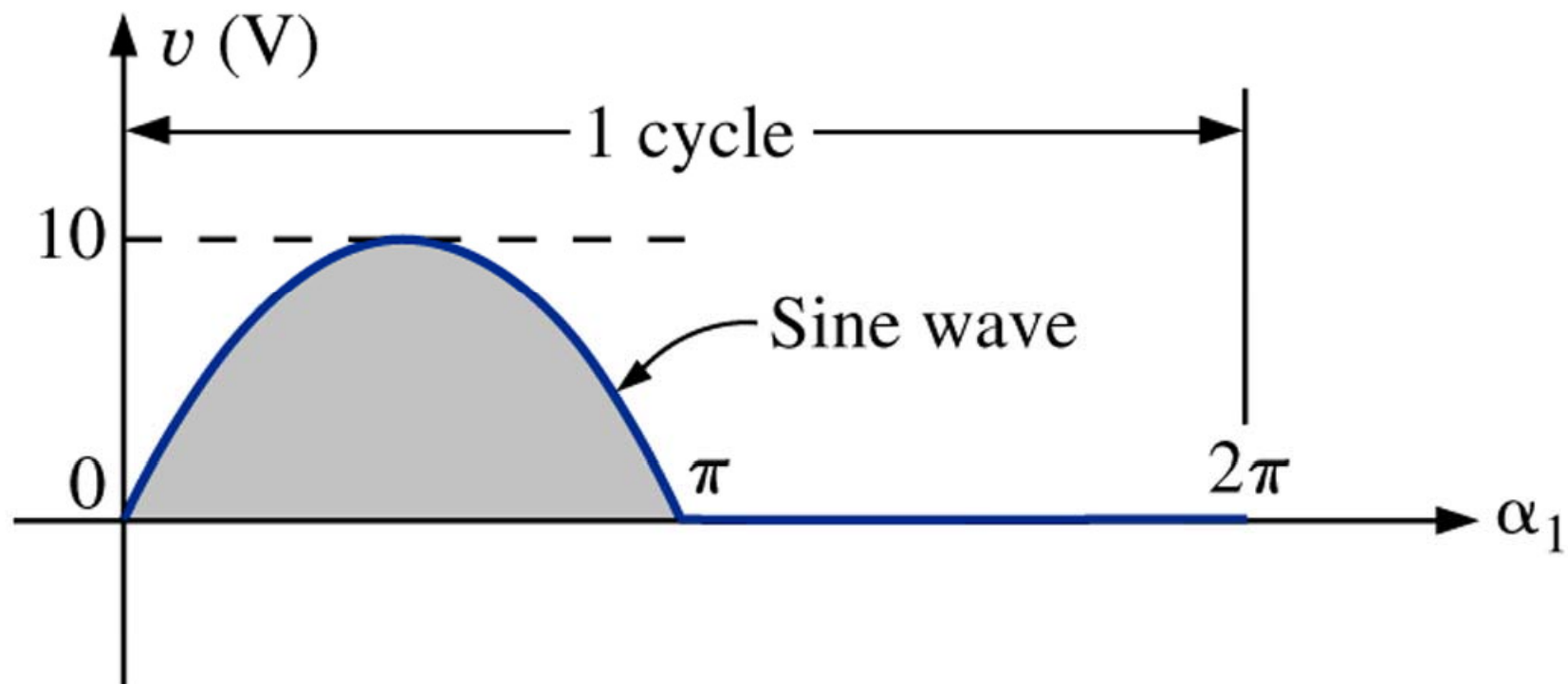
$$E_{med} = \frac{E_m}{2\pi} \left[-\cos(\alpha) \right]_0^{2\pi}$$

$$E_{med} = \frac{E_m}{2\pi} \left[-\cos(2\pi) + \cos(0) \right]$$

$$E_{med} = 0$$

Valor médio

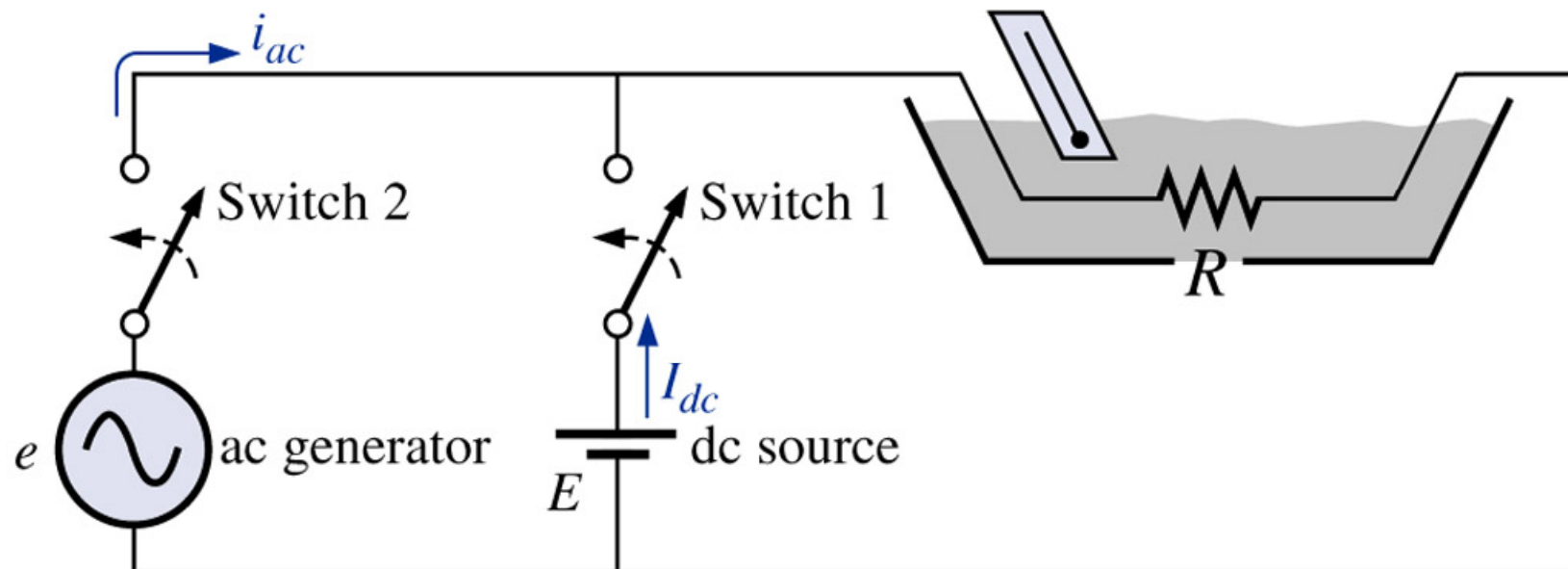
Exemplo 13.17:



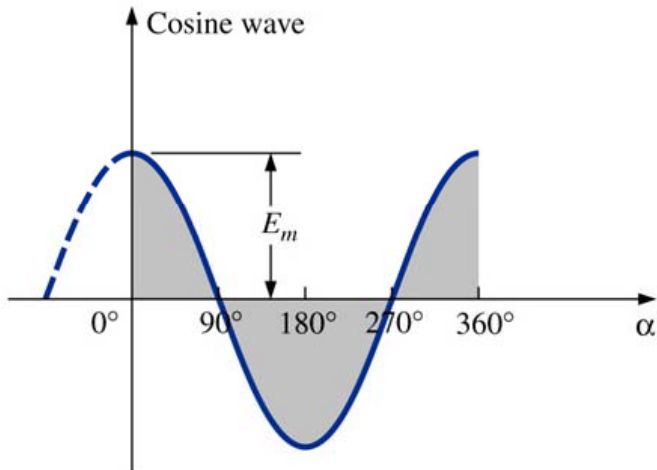
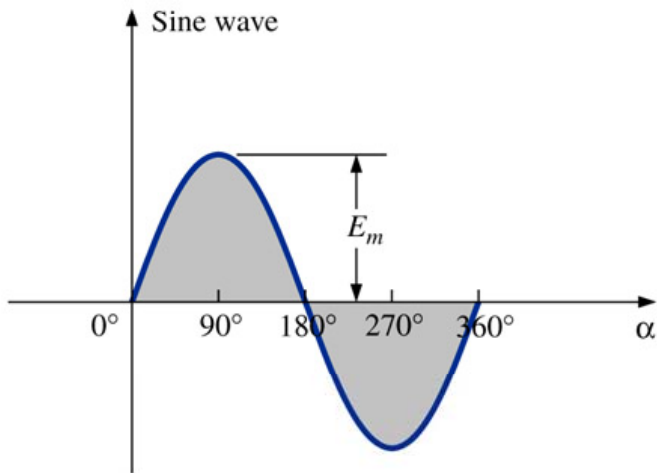
Determinar o valor médio da forma de onda da figura acima.

Valor eficaz

O valor equivalente de uma tensão alternada (CA) que produziria o mesmo trabalho que uma tensão contínua (CC).



Valor eficaz



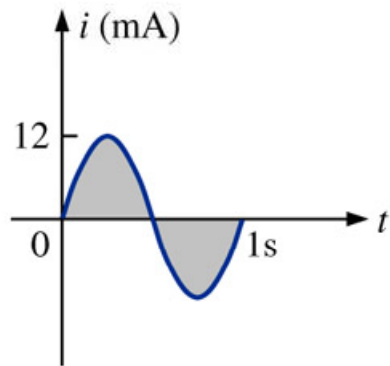
$$f_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} f(t)^2 \cdot dt}$$

$$E_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (E_m \cdot \text{sen}(\alpha))^2 \cdot d\alpha}$$

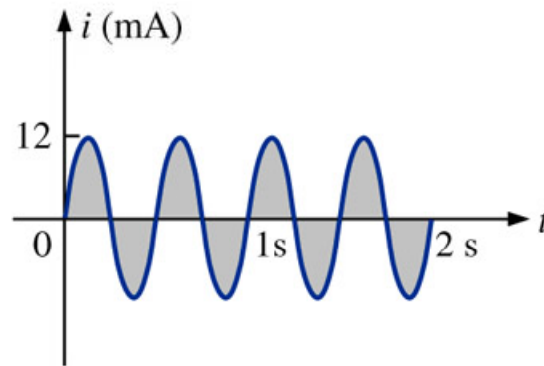
$$E_{RMS} = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

Valor eficaz

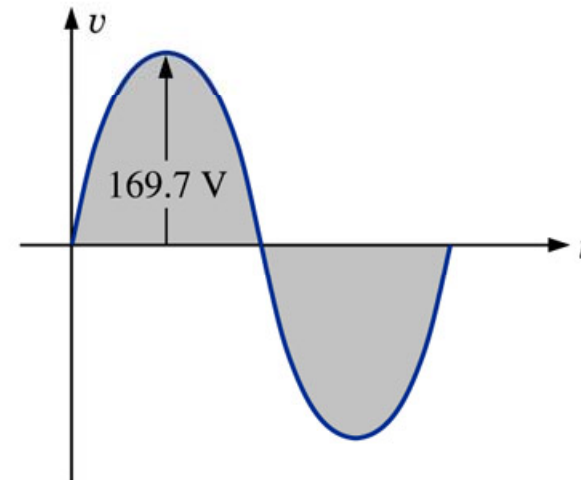
Exemplo 13.19:



(a)



(b)



(c)

Determinar o valor eficaz para as formas de onda das figuras acima.

Valor médio e valor eficaz

Aplicando cálculo integral, determine o valor médio e eficaz das formas de onda a seguir:

