



# Aula 1

Princípios de corrente alternada (sinais alternados)

Representação das grandezas elétricas CA

Função representativa das grandezas elétricas senoidais

Sinais alternados (período, frequência,  $V_p$ ,  $V_{pp}$ )

Valor médio e valor eficaz



# Aula 1

<b>Unidade Curricular:</b>	<b>Eletricidade Básica II</b>
CH Sem : 60 h/a	CH Sem: 45 h/r
<b>Ementa:</b> Princípios de Corrente Alternada (CA). Sinais senoidais: período, frequência, valor máximo, pico a pico, médio e eficaz . Uso de instrumentos para visualização e medição de grandezas elétricas em CA (Osciloscópio e geradores de função). Aplicações dos números complexos em circuitos CA. Impedância complexa: reatância indutiva e capacitiva. Circuitos R, RL, RC e RLC (série e paralelo), Filtros Passivos (filtro passa-baixa, filtro passa-altas, filtros passa-faixa, filtros rejeita-faixas) em CA. Potência CA: potência ativa, reativa e aparente; fator de potência e correção.	



# Aula 1

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ALBUQUERQUE, R. O. Análise de circuitos em corrente contínua. 21. ed. São Paulo: Érica, 2011.

GUSSOW, M. Eletricidade básica. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Pearson Makron Books, 2007.

MARKUS, O. Circuitos elétricos: corrente contínua e corrente alternada: teoria e exercícios. 9. ed. rev. São Paulo: Érica, 2011.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BOYLESTAD, R. L. Introdução à análise de circuitos. 12. ed. Rio de Janeiro: Prentice Hall doo Brasil, 2012.

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. Laboratório de eletricidade e eletrônica. 24. ed. São Paulo: Érica, 2007.

CRUZ, E. Eletricidade aplicada em corrente contínua. 2. ed. São Paulo: Érica, 2007.

ESTRANY, S. P. Eletricidade e eletrodomésticos. 3. ed. São Paulo: Hemus, 2004.

TORREIRA, R. P. Instrumentos de medição elétrica. 3. ed. São Paulo: Hemus, 2004.



Alternada: Viagem na eletricidade

[https://www.youtube.com/results?search\\_query=viagem+na+eletricidade+v%C3%ADdeo+completo](https://www.youtube.com/results?search_query=viagem+na+eletricidade+v%C3%ADdeo+completo)

Princípio de corrente alternada: <https://www.youtube.com/watch?v=2bqLbZIOf98>

Vídeo completo: <https://www.youtube.com/watch?v=1fdEgkVaNdY&t=776s>

TOUR Trigonométrico

[https://phet.colorado.edu/sims/html/trig-tour/latest/trig-tour\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/trig-tour/latest/trig-tour_pt_BR.html)

Magnetismo/eletromagnetismo/indução e princ geração sinal alternado

[https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt\\_BR](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/faraday/latest/faraday.html?simulation=faraday&locale=pt_BR)



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Função Trigonométrica e gráfico (forma de onda)

**Assistir os vídeos abaixo (sinais alternados)**



Fontes:

Curso CA Aula02 tensão alternada Parte A

<https://www.youtube.com/watch?v=2KoSmuTHo0U>

Curso CA Aula02 tensão alternada Parte B

[https://www.youtube.com/watch?v=J\\_J7kvOfBco](https://www.youtube.com/watch?v=J_J7kvOfBco)

Curso CA aula02 tensão alternada Parte C - Defasagem

<https://www.youtube.com/watch?v=MJmj7YrTcRQ>



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Movimento retilíneo uniforme

$$s = s_0 + v_0 \cdot t$$

Diagrama de identificação de variáveis na equação  $s = s_0 + v_0 \cdot t$ :

- Uma seta azul aponta de  $s$  para "Posição num instante t".
- Uma seta azul aponta de  $s_0$  para "Posição inicial".
- Uma seta azul aponta de  $v_0$  para "Velocidade inicial".
- Uma seta azul aponta de  $t$  para "Instante considerado".

## Movimento circular uniforme

$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$$

Diagrama de identificação de variáveis na equação  $\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$ :

- Uma seta azul aponta de  $\theta$  para "Posição angular um instante t".
- Uma seta azul aponta de  $\theta_0$  para "Posição angular inicial".
- Uma seta azul aponta de  $\omega$  para "Velocidade angular".
- Uma seta azul aponta de  $t$  para "Instante considerado".

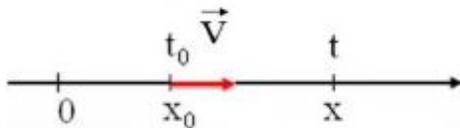


# Representação das Grandezas Elétricas CA

Relembrando alguns conceitos

## Movimento retilíneo uniforme

Função da posição em relação ao tempo



Como a velocidade é constante

$$v = v_m$$

em qualquer intervalo tempo

$$v = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

$$x = x_0 + v(t - t_0)$$

↑ constantes

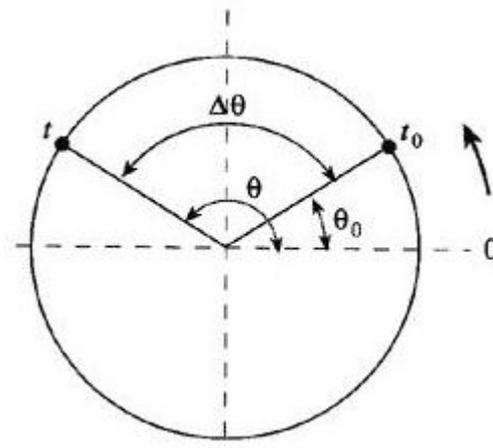
↓ Variável dependente      ↓ Variável independente

$$t_0 = 0$$

Cronômetro zerado

$$x = x_0 + vt$$

## Movimento circular uniforme

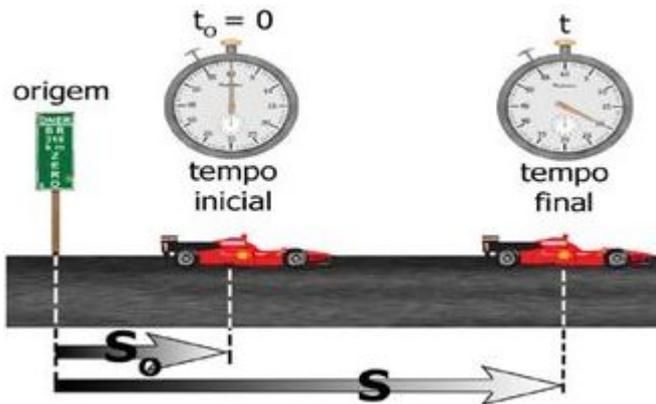


$$\theta = \theta_0 + w \cdot t$$

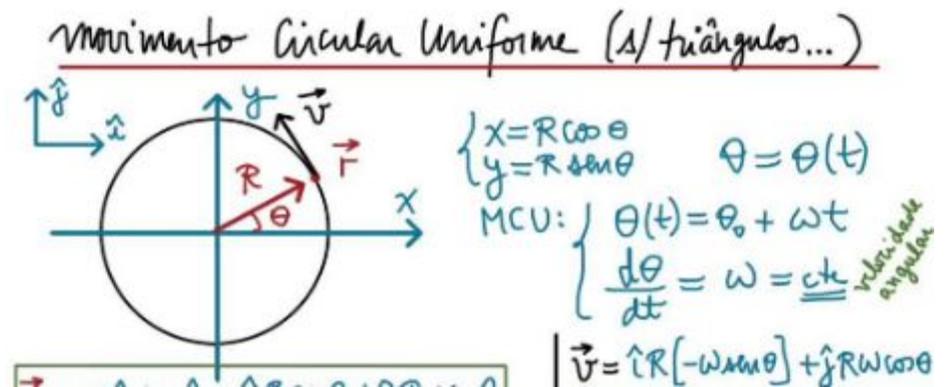


# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Movimento retilíneo uniforme



## Movimento circular uniforme



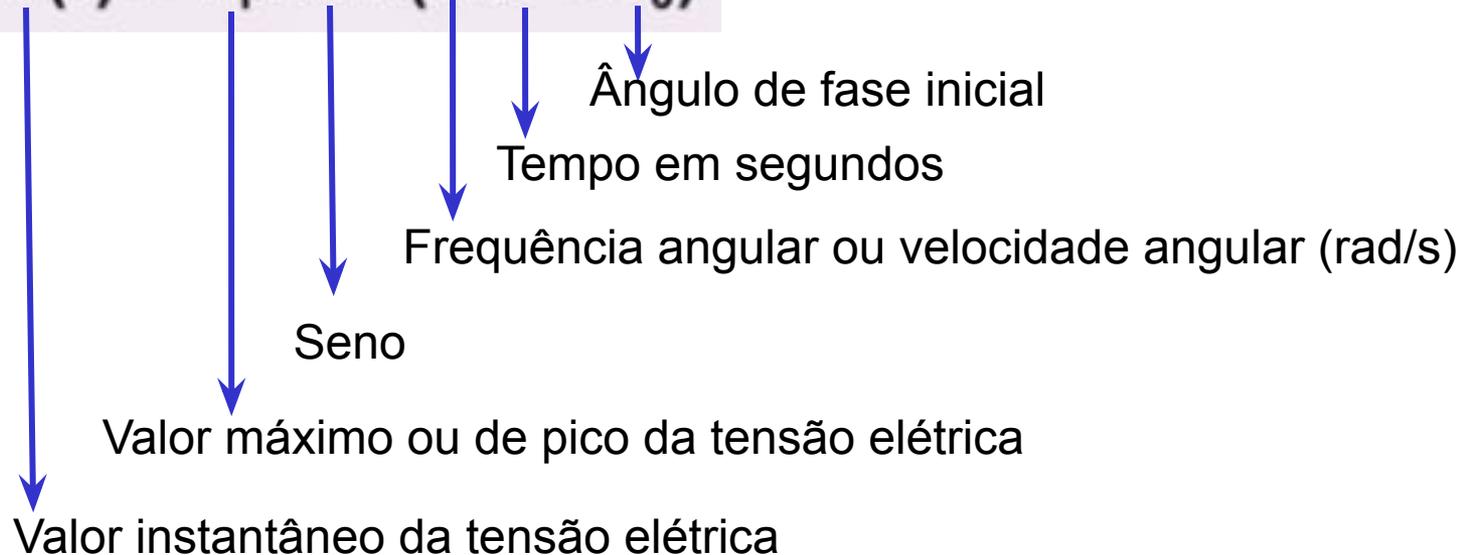
$$\theta = \theta_0 + \omega \cdot t$$



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Função Trigonométrica

$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \theta_0)$$





## Representação das Grandezas Elétricas CA

### Frequência Angular ( $\omega$ )

Representa a variação angular em função do tempo

$$[\omega] = rd/s \text{ ou } graus/s$$

$$\theta = \omega.t$$

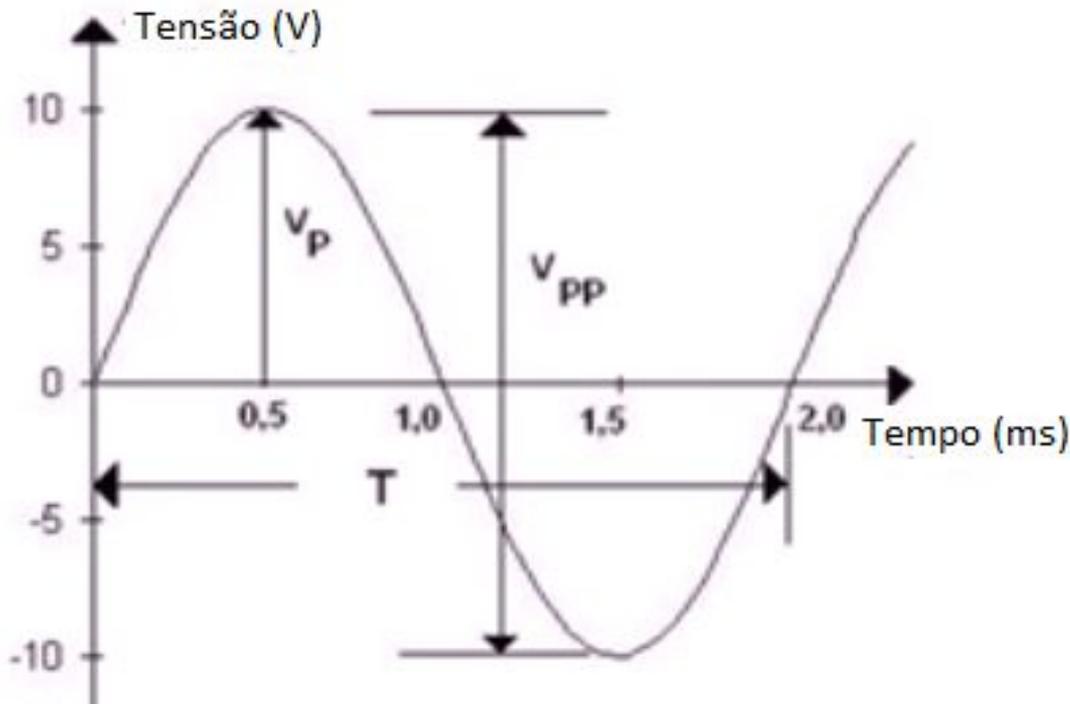
Se  $\theta=2.\pi$ , o tempo será  $t= T$

$$2.\pi = \omega.T \quad \Rightarrow \quad \omega = \frac{2.\pi}{T} \quad \text{ou} \quad \omega = 2.\pi.f$$



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo 1: Função Trigonométrica e gráfico



$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \theta_0)$$

$$V_p = (+/-)10 \text{ (V)}$$

$$V_{pp} = 2 \cdot V_p = 20 \text{ (V)}$$

**reqüência angular (em rd/s)**

$$\omega = (2 \cdot \pi) / T = 1.000 \pi$$

**$\theta_0$  é o ângulo de fase inicial  
(graus ou rd)**

$$\theta_0 = 0$$

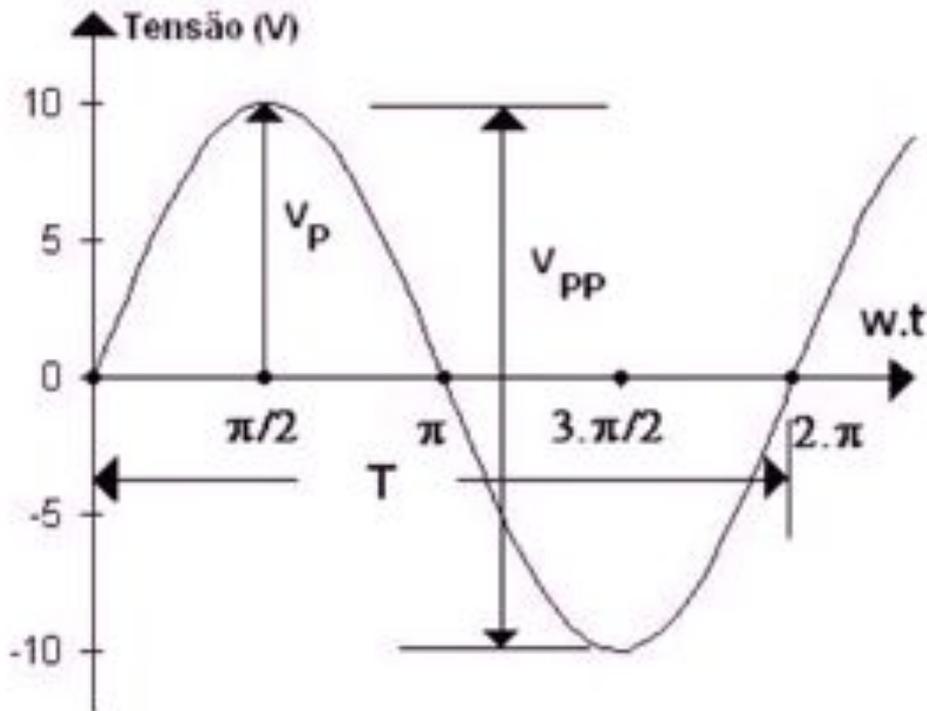
**Expressão de  $v(t)$  ?**

$$v(t) = 10 \cdot \text{sen}(1000 \cdot \pi \cdot t) \text{ (V)}$$



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo 2: Função Trigonométrica e gráfico

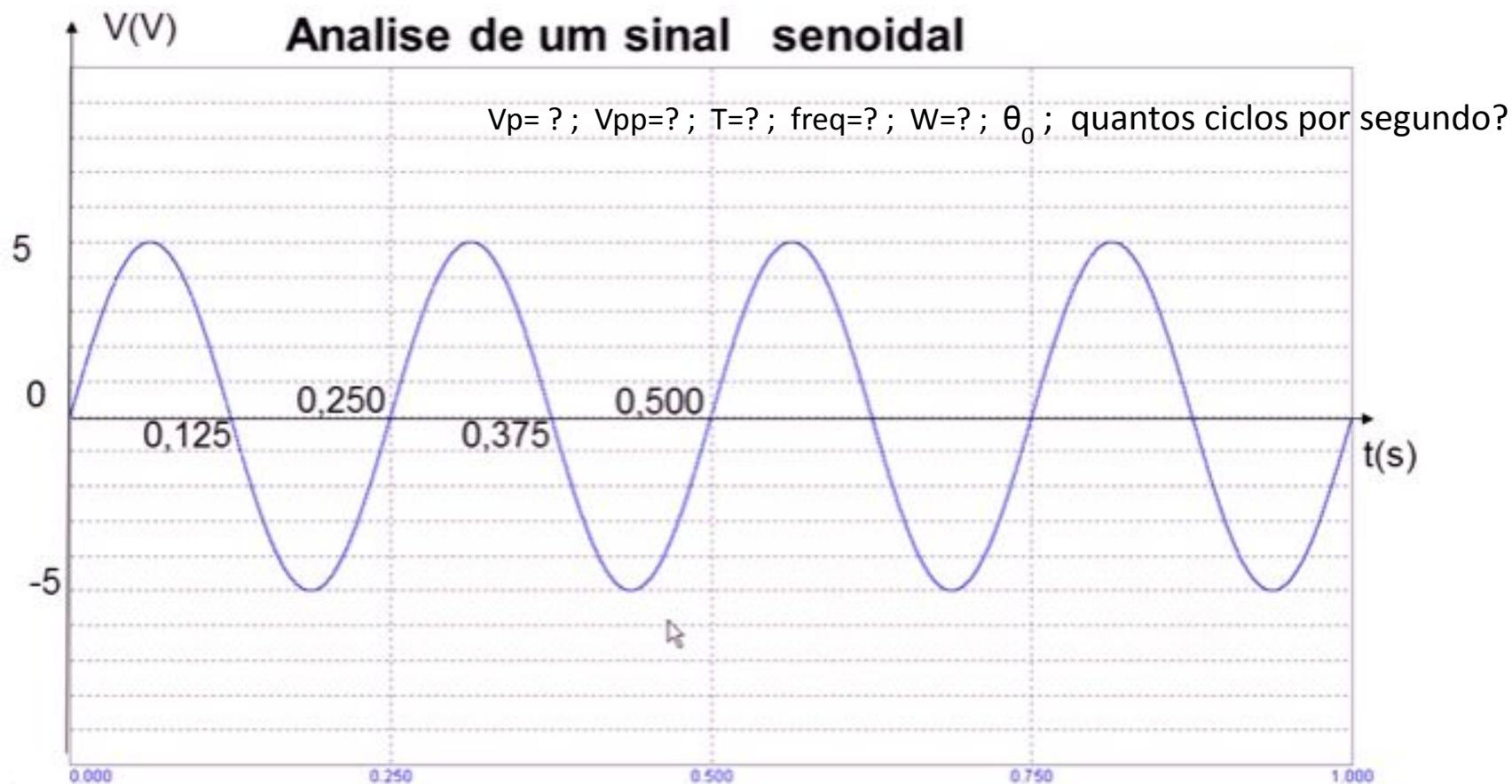


$\theta = w.t = \text{ângulo descrito}$



# Representação das Grandezas Elétricas CA

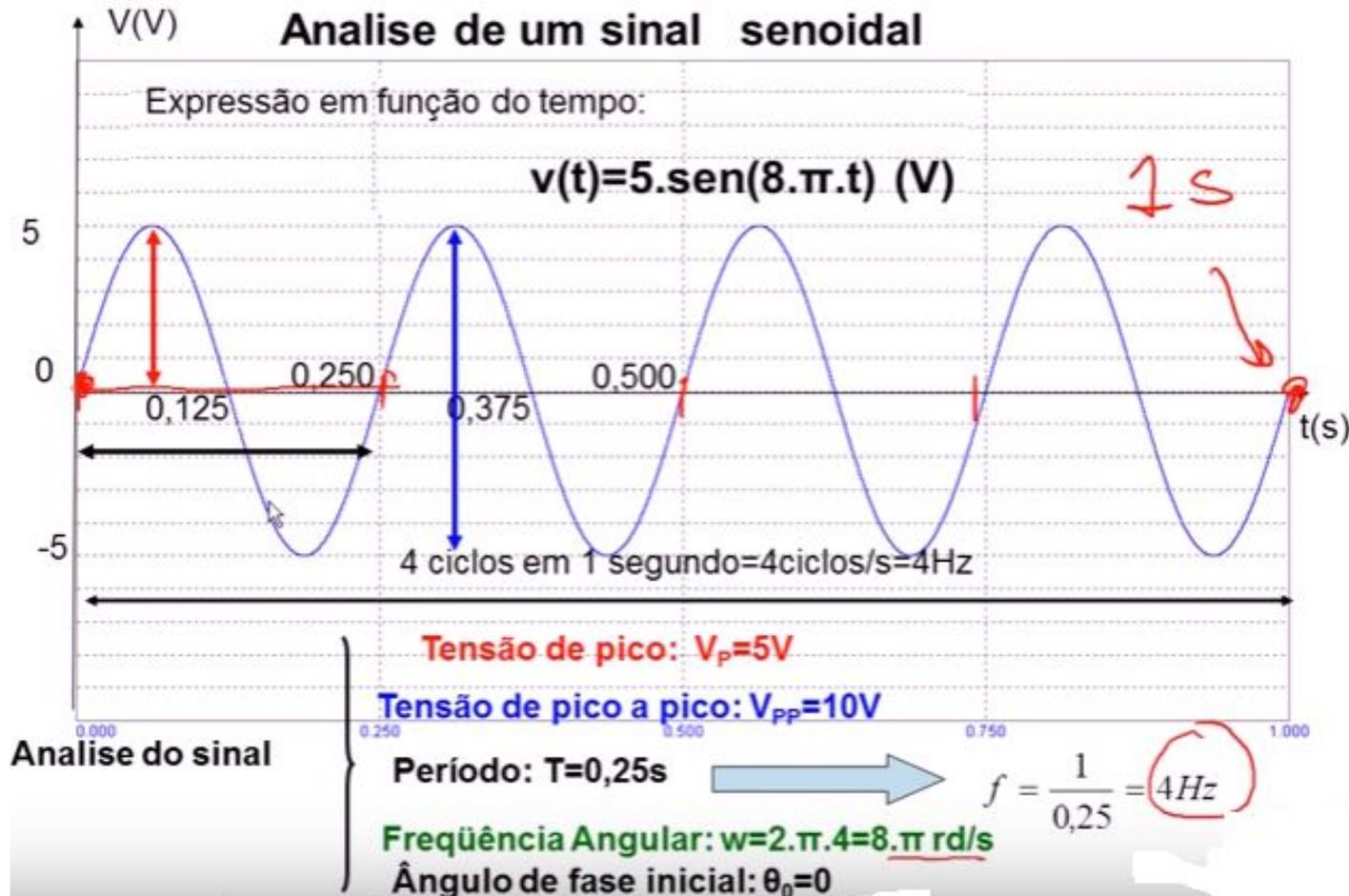
## Exemplo 2: Função Trigonométrica e gráfico





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo 2: Função Trigonométrica e gráfico





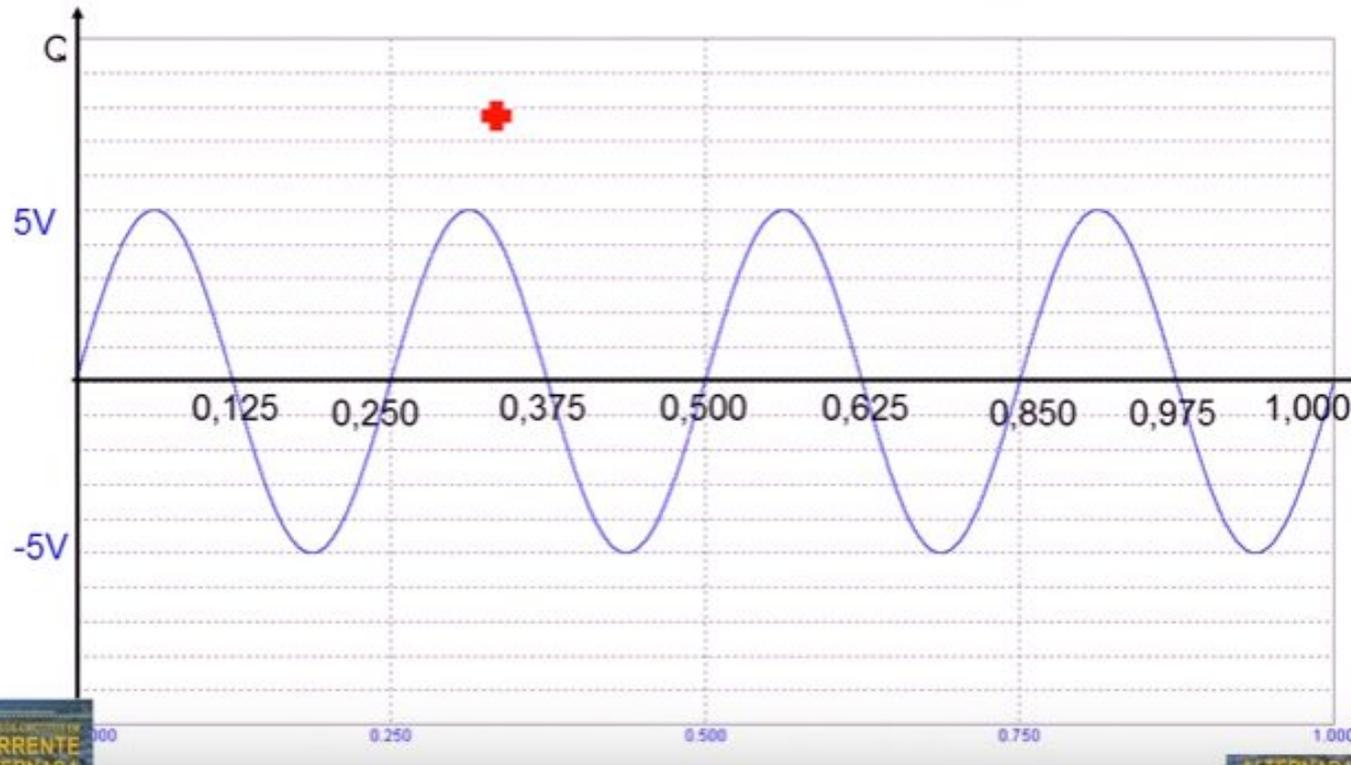
# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo 3: Função Trigonométrica e gráfico

Determinando um valor de tensão

tarefa

Qual o valor da tensão no instante  $t=0,6s$ ?  $V(t)=5.\text{sen}(8.\pi.0.6)=2,94V$



período?

Frequência?

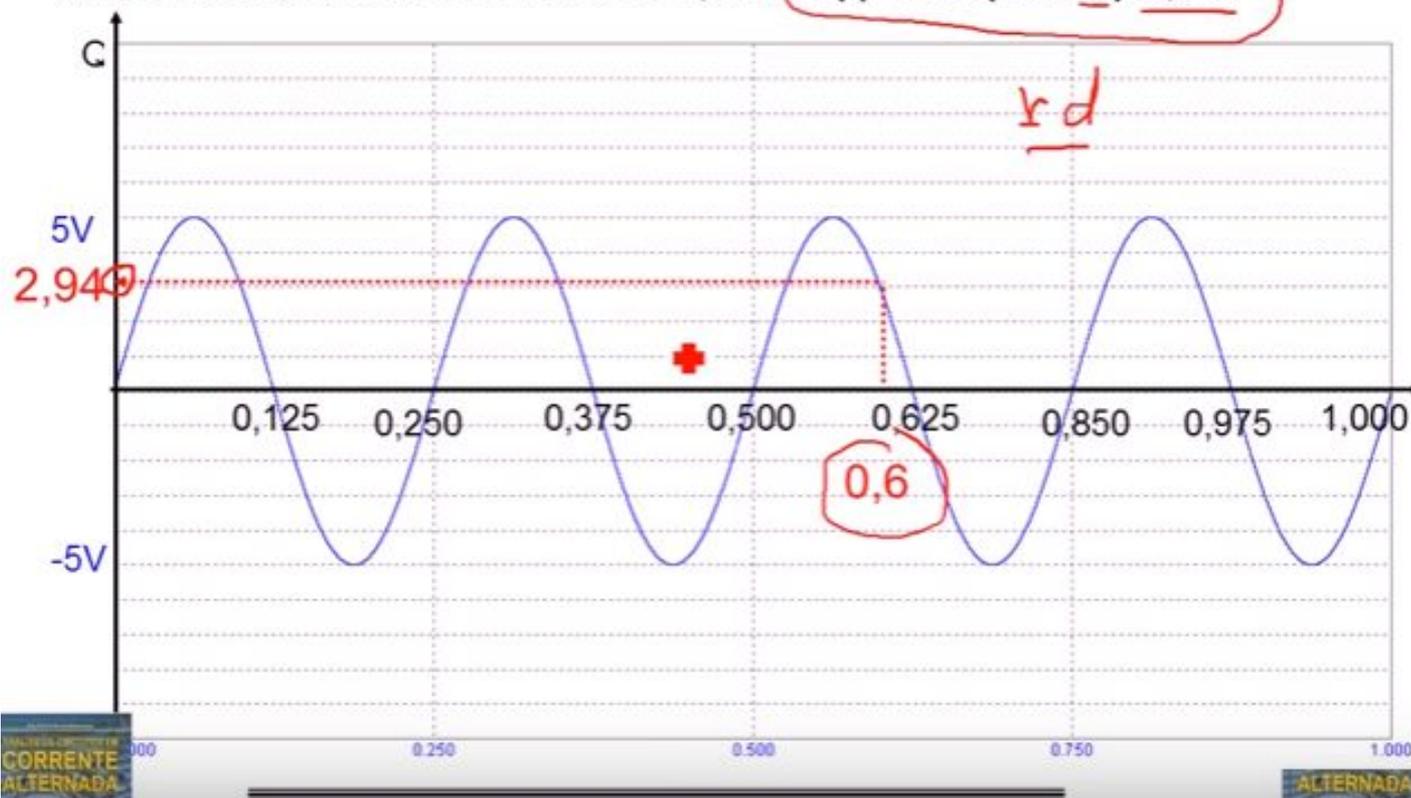


# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo 3: Função Trigonométrica e gráfico

Determinando um valor de tensão

Qual o valor da tensão no instante  $t=0,6s$ ?  $V(t)=5.\text{sen}(8.\pi.0,6)=2,94V$





# Representação das Grandezas Elétricas CA

Assistir link :

Ângulo de fase inicial e defasagem



Fontes:

Curso CA Aula02 tensão alternada Parte B

[https://www.youtube.com/watch?v=J\\_J7kvOfBco](https://www.youtube.com/watch?v=J_J7kvOfBco)

Curso CA aula02 tensão alternada Parte C - Defasagem

<https://www.youtube.com/watch?v=MJmj7YrTcRQ>



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Ângulo de fase adiantado

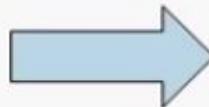
Se para  $t=0$  a tensão é diferente de zero, dizemos que o sinal tem uma fase inicial diferente de zero.

$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega t + \theta_0)$$

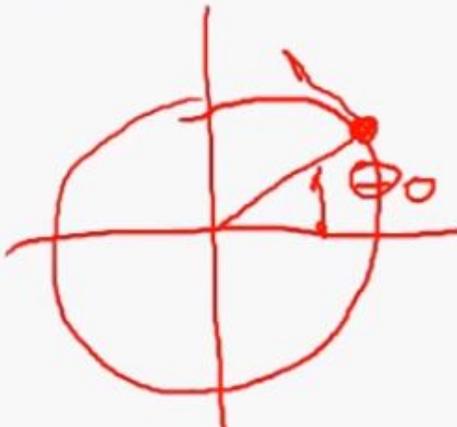
se  $t=0$

$$\Theta = \Theta_0 \text{ e } \underline{v(0)} = V_p \cdot \underline{\text{sen}(\theta_0)}$$

Sinal adiantado



$$\underline{\Theta_0} > 0$$





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Ângulo de fase adiantado

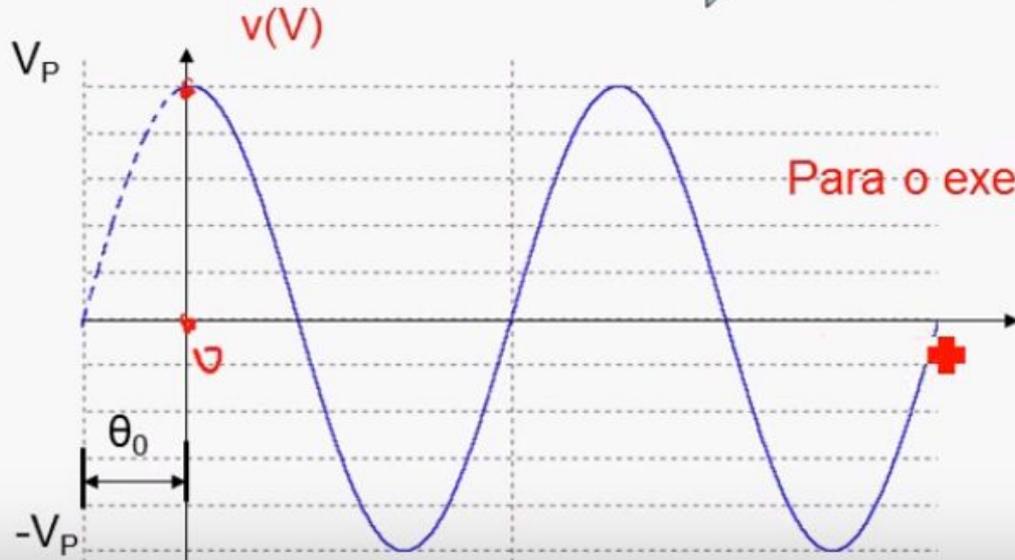
Se para  $t=0$  a tensão é diferente de zero, dizemos que o sinal tem uma fase inicial diferente de zero.

$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(w \cdot t + \theta_0) \quad \text{se } t=0 \quad \Theta = \Theta_0 \quad \text{e } v(0) = V_p \cdot \text{sen}(\theta_0)$$

Sinal adiantado



$$\Theta_0 > 0$$



Para o exemplo:  $v(t) = V_p \cdot \text{sen}(w \cdot t + 90^\circ)$  (V)

$$w \cdot t (\text{rd})$$

$$v(0) = V_p \cdot \text{sen}(90^\circ) = V_p$$



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Ângulo de fase atrasado

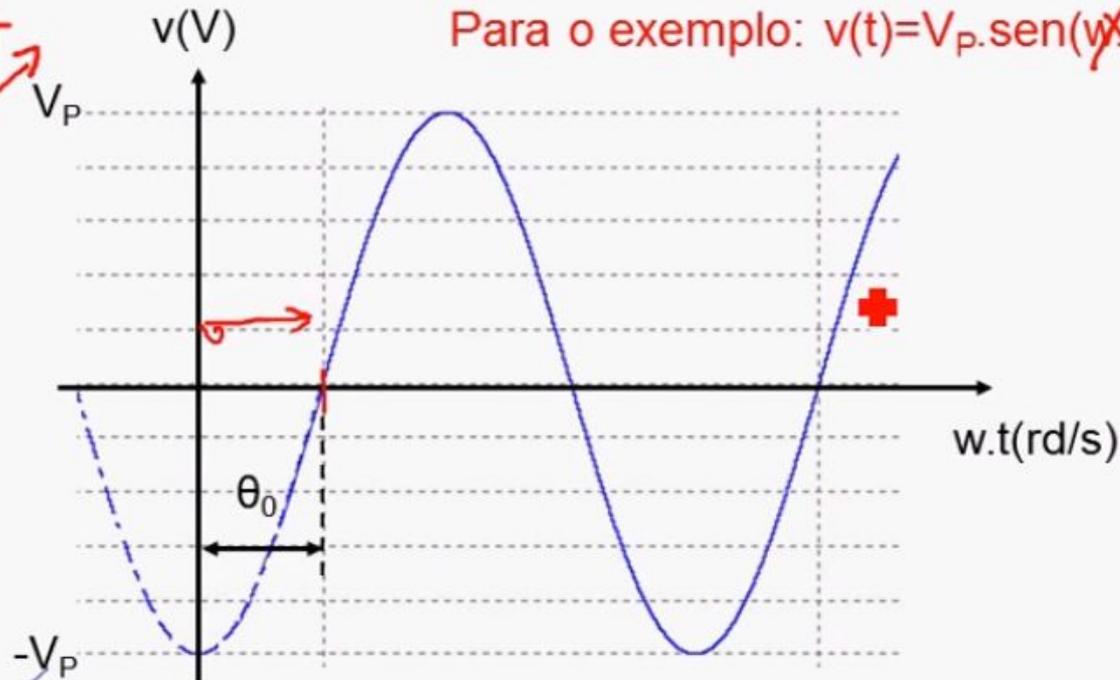
Sinal atrasado



$$\theta_0 < 0$$



Para o exemplo:  $v(t) = V_P \cdot \text{sen}(w \cdot t - 90^\circ)$  (V)





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo: 4

Para os sinais pedem-se determinar: a) Freqüência angular b) freqüência  
c) Período d) Ângulo de fase inicial e) Representar graficamente  
f) Indicar o valor da tensão para  $t=0$

1)  $v_1(t) = 10 \cdot \text{sen}(20.000 \cdot \pi \cdot t + \pi/3)$  (V)  $\omega = 2\pi \cdot f$

a)  $\omega = 20.000 \cdot \pi$  rd/s

b)  $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20.000 \cdot \pi}{2\pi} = 10.000 \text{ Hz} = 10 \text{ KHz}$

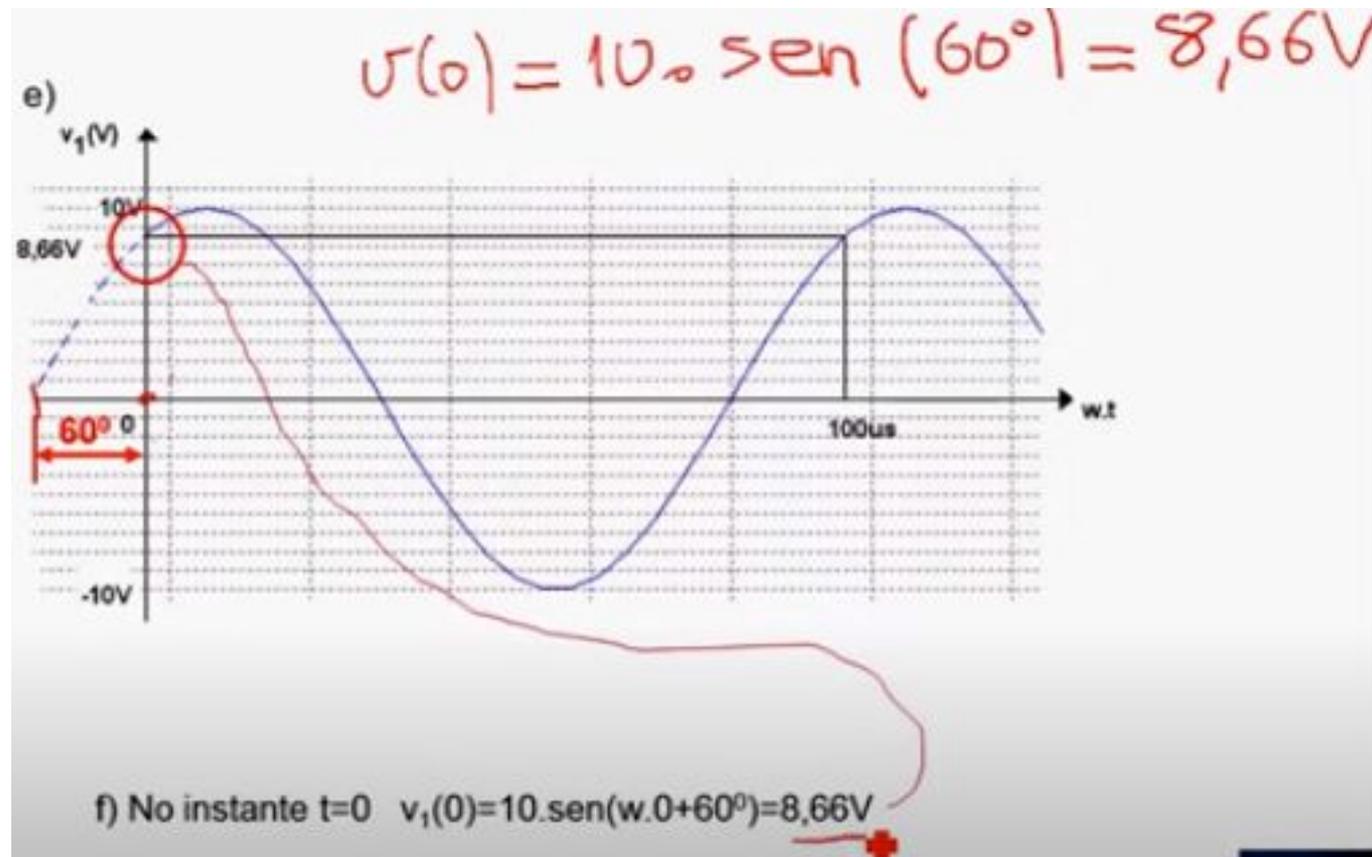
c)  $T = \frac{1}{10.000} = 0,0001 \text{ s} = 0,1 \text{ ms} = 100 \mu\text{s}$

d)  $\Theta_0 = \pi/3 = 60^\circ$



# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo: 4





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo: 5

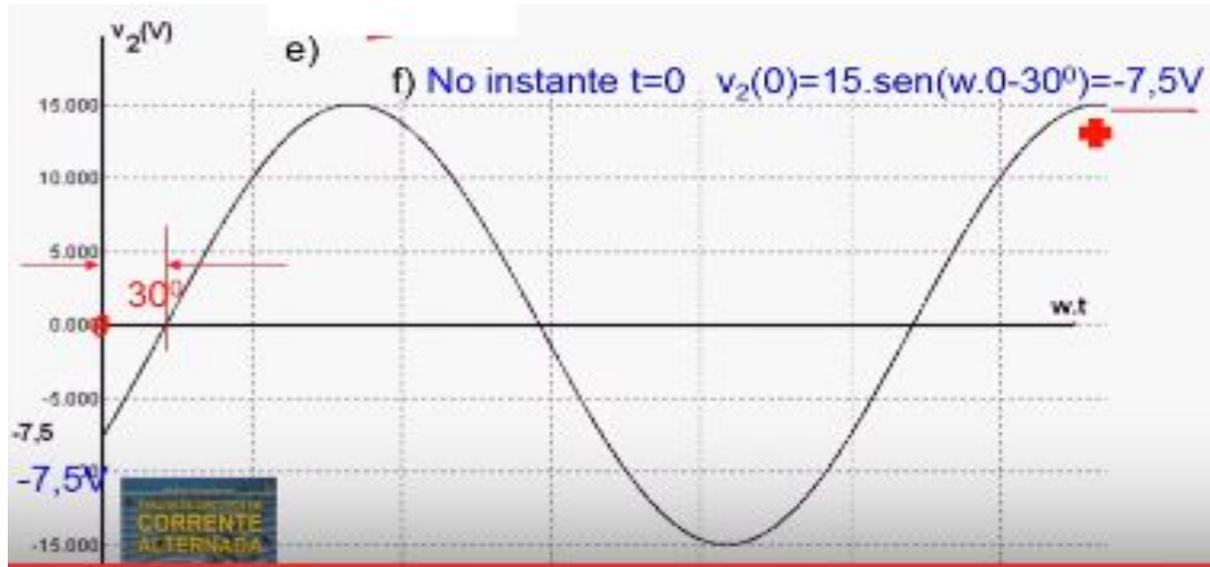
$$V_2(t) = 15 \cdot \text{sen}(8.000 \cdot \pi t - 30^\circ) \text{ (V)}$$

a)  $\omega = 8.000 \cdot \pi \text{ rd/s}$

d)  $\Theta_0 = -30^\circ$

b)  $f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi} = \frac{8.000 \cdot \pi}{2 \cdot \pi} = 4.000 \text{ Hz} = 4 \text{ KHz}$

c)  $T = \frac{1}{4.000} = 0,00025 \text{ s} = 0,25 \text{ ms} = 250 \mu\text{s}$





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Defasagem

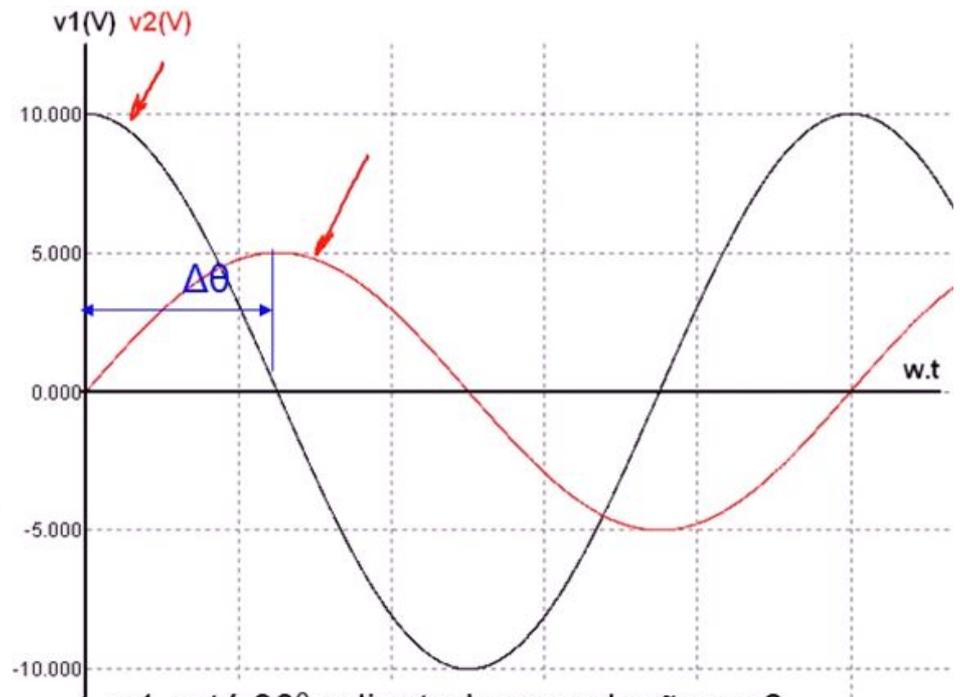
Defasagem ( $\Delta\theta$ ) é a diferença de fase entre sinais de mesma frequência, considerando-se um dos sinais como referência.

Ex: Qual a defasagem entre os sinais a seguir

$$v1(t) = 10\text{sen}(w.t + \pi/2) \text{ (V)}$$

$$v2(t) = 5.\text{sen}(w.t) \text{ (V)}$$

$$\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2 = 90 - 0 = 90$$



v1 está 90° adiantado em relação a v2

Os sinais estão em QUADRATURA



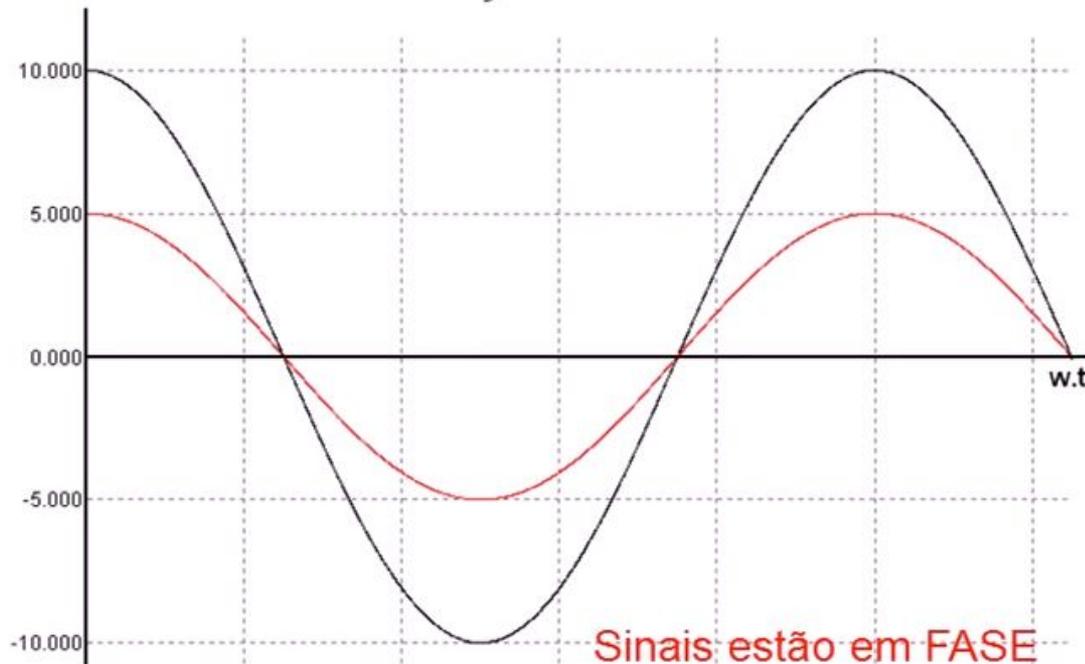
# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Defasagem

$$\begin{aligned} v_1(t) &= 10 \text{sen}(w.t + 90^\circ) \text{ (V)} \\ v_2(t) &= 5 \text{sen}(w.t + 90^\circ) \text{ (V)} \end{aligned}$$

$v_1(V)$   $v_2(V)$

$$\Delta\theta = 90 - 90 = 0$$



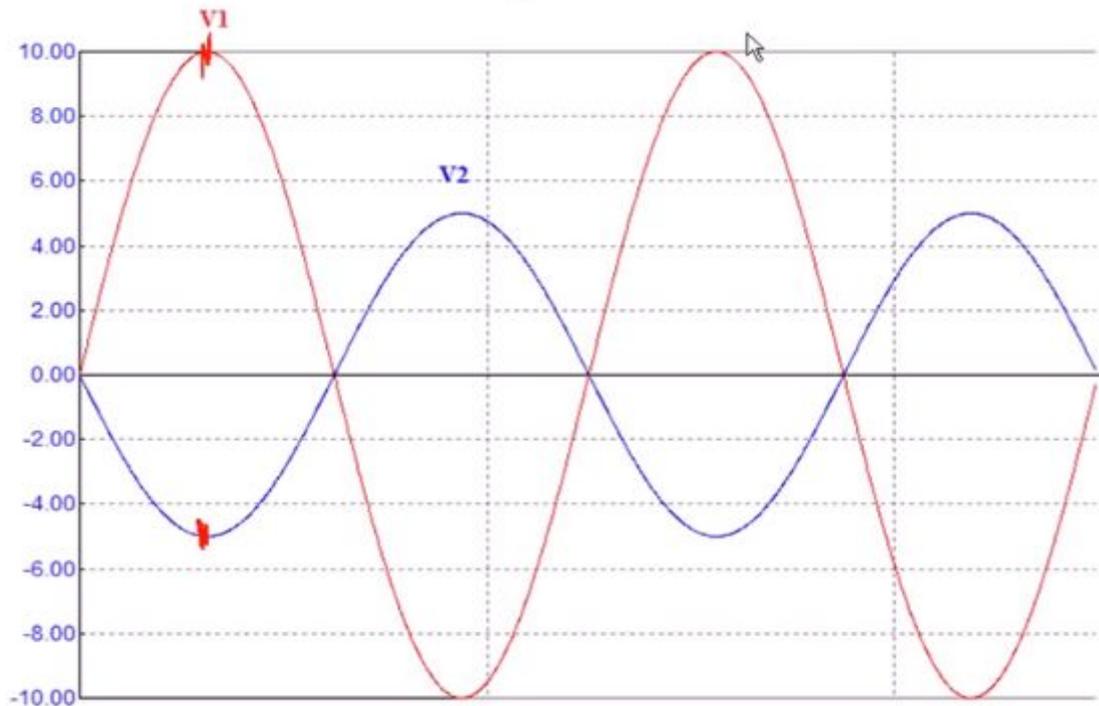


# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Defasagem

$$v_1(t) = 10 \text{sen}(\omega t) \text{ (V)}$$
$$v_2(t) = 5 \text{sen}(\omega t + 180) \text{ (V)}$$

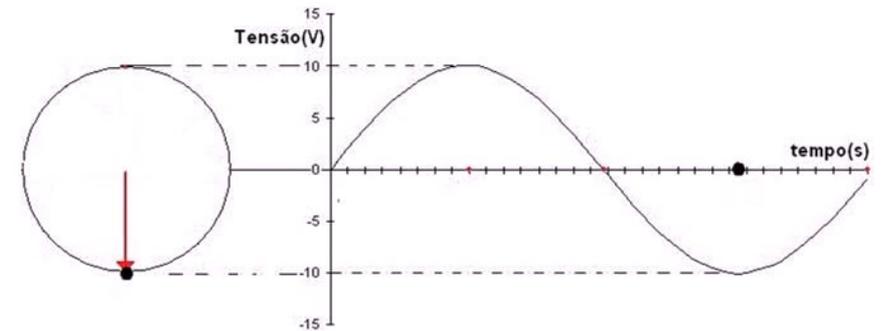
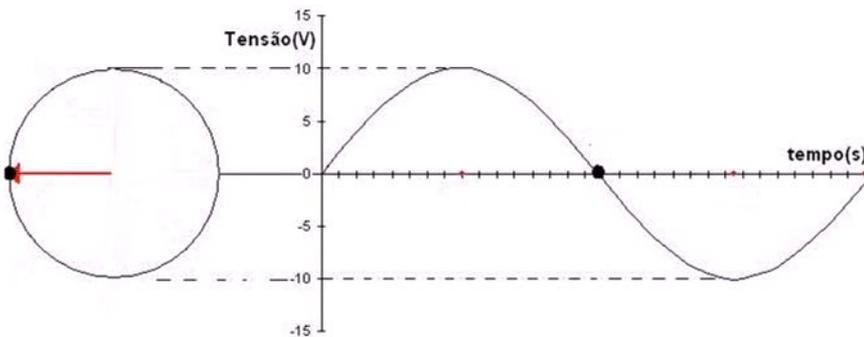
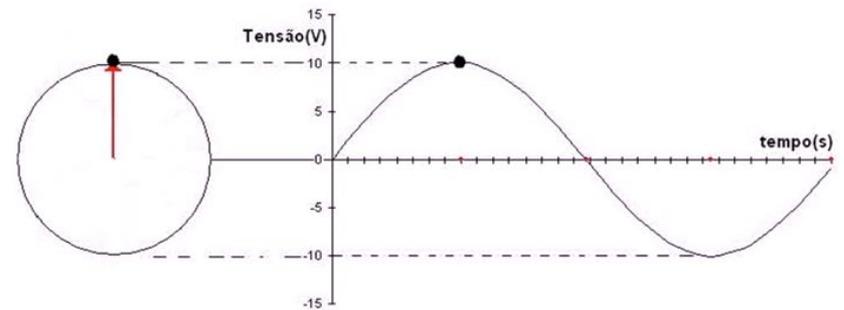
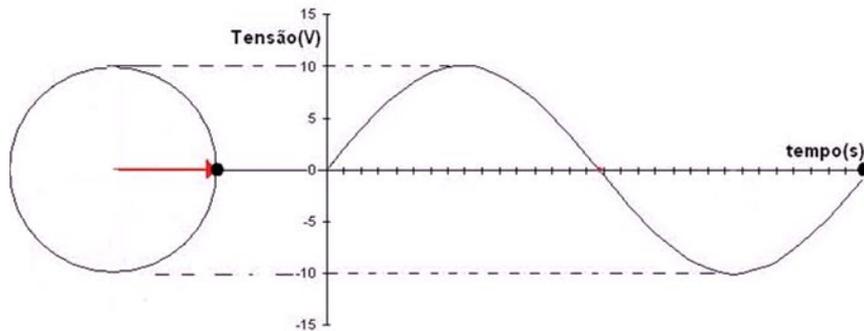
$$\Delta\theta = 180 - 0 = 180$$





# Representação das Grandezas Elétricas CA

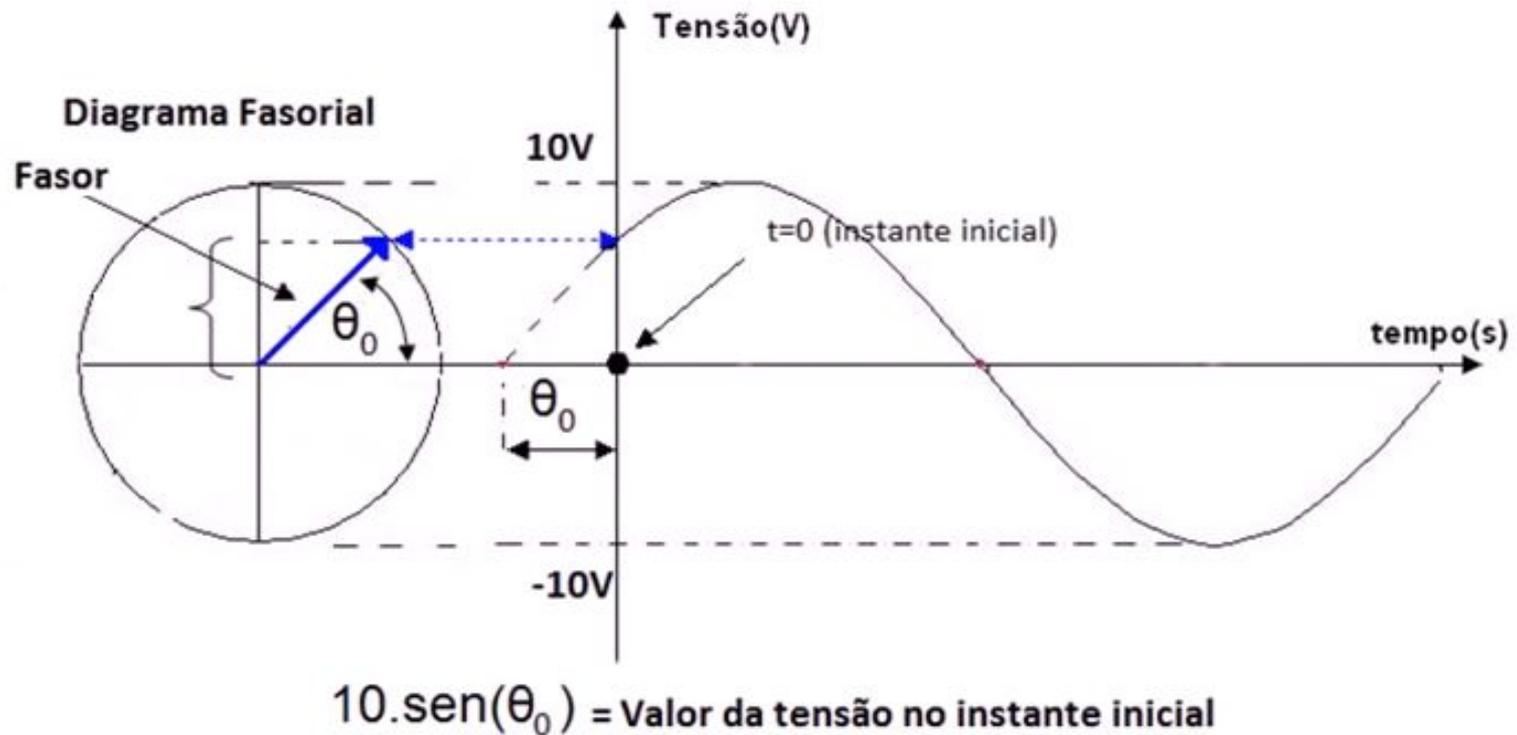
## Representação Fasorial





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Representação Fasorial



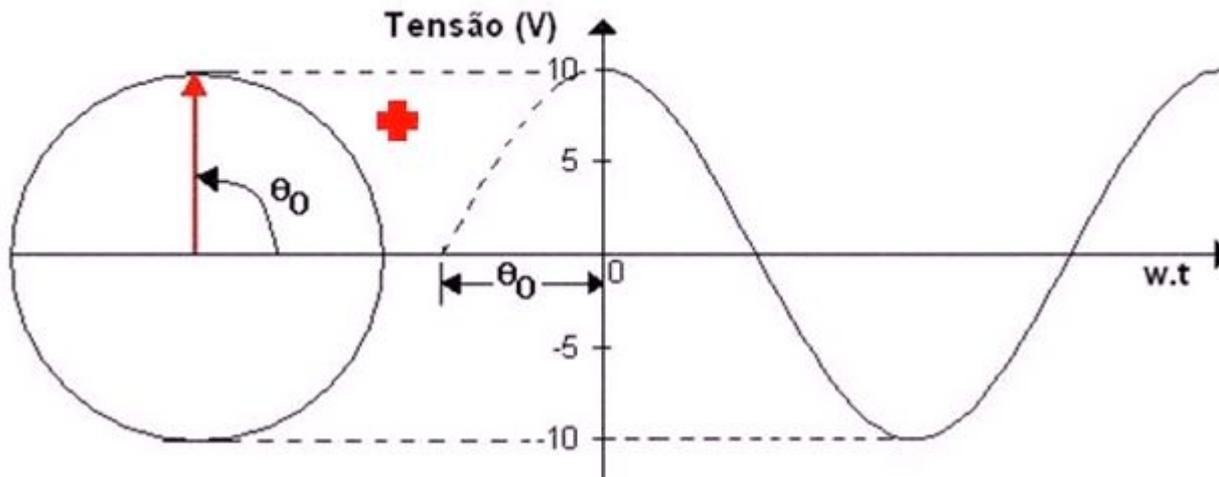


# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Representação Fasorial

Exemplo: 5

$$\underline{V_1(t)} = 10 \cdot \underline{\text{sen}(w.t + 90^\circ)} \text{ (V)}$$



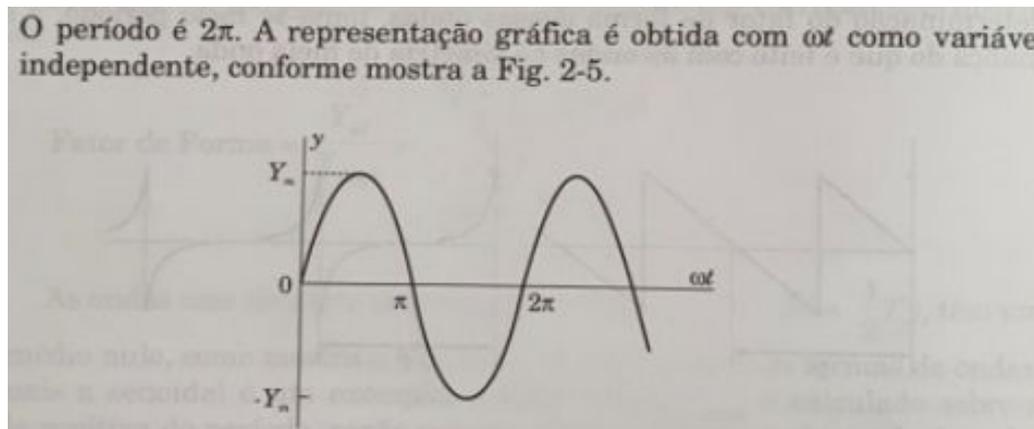


# Valor médio e valor eficaz

## Valor médio

Determinar os valores médio e eficaz da função  $y(t) = Y_m \text{sen } \omega t$ .

O período é  $2\pi$ . A representação gráfica é obtida com  $\omega t$  como variável independente, conforme mostra a Fig. 2-5.



$$Y_{\text{med}} = \frac{1}{T} \int_0^T y(t) dt = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} Y_m \text{sen } \omega t d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} Y_m [-\cos \omega t]_0^{2\pi} = 0$$

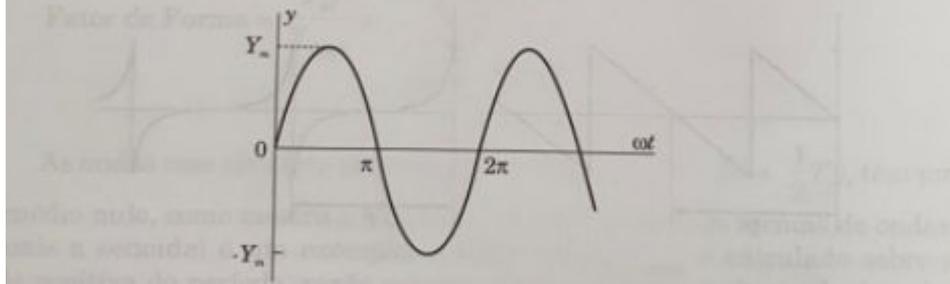


# Valor médio e valor eficaz

## Valor Eficaz

Determinar os valores médio e eficaz da função  $y(t) = Y_m \text{ sen } \omega t$ .

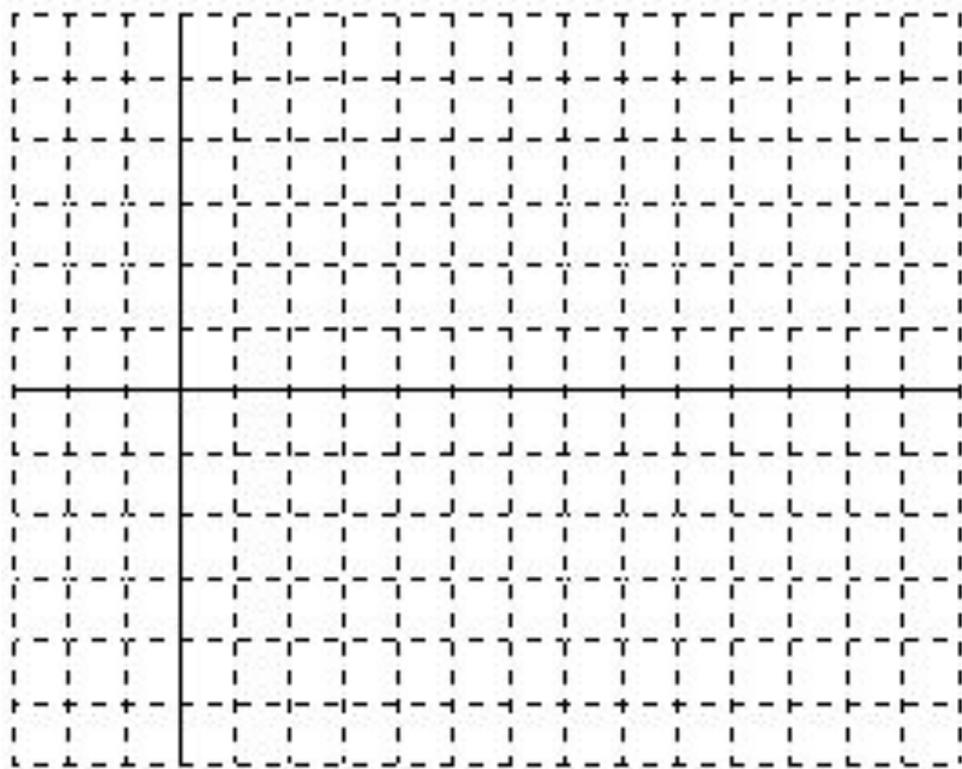
O período é  $2\pi$ . A representação gráfica é obtida com  $\omega t$  como variável independente, conforme mostra a Fig. 2-5.



$$Y_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T y^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (Y_m \text{ sen } \omega t)^2 d(\omega t)} = \frac{Y_m}{\sqrt{2}} = 0,707 Y_m$$



# Valor médio e valor eficaz





# Representação das Grandezas Elétricas CA

## Exemplo: 5

Vídeo1- valor médio e valor eficaz

<https://www.youtube.com/watch?v=YPSKKttbbao>

Análise de Circuitos Elétricos - Corrente Alternada - CA - Parte 01

<https://www.youtube.com/watch?v=Ht9EzJGalzc>

Análise de Circuitos Elétricos - Corrente Alternada - CA - Parte 02 (valor médio e eficaz)

<https://www.youtube.com/watch?v=6Ex21YljdHY&t=14s>

Análise de Circuitos Elétricos - Corrente Alternada - CA - Parte 03

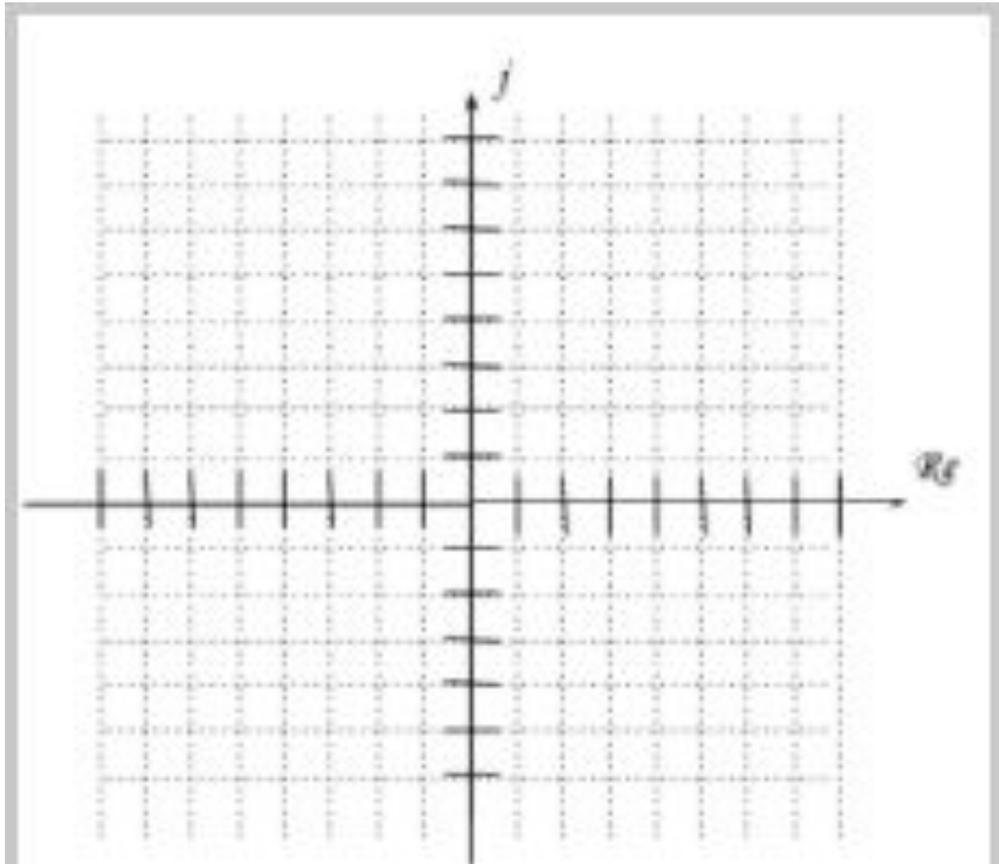
<https://www.youtube.com/watch?v=SmgJPgwMAdI&t=42s>

Análise de Circuitos Elétricos - Corrente Alternada - CA - Parte 04

[https://www.youtube.com/watch?v=K8\\_o12FSoHs&t=15s](https://www.youtube.com/watch?v=K8_o12FSoHs&t=15s)

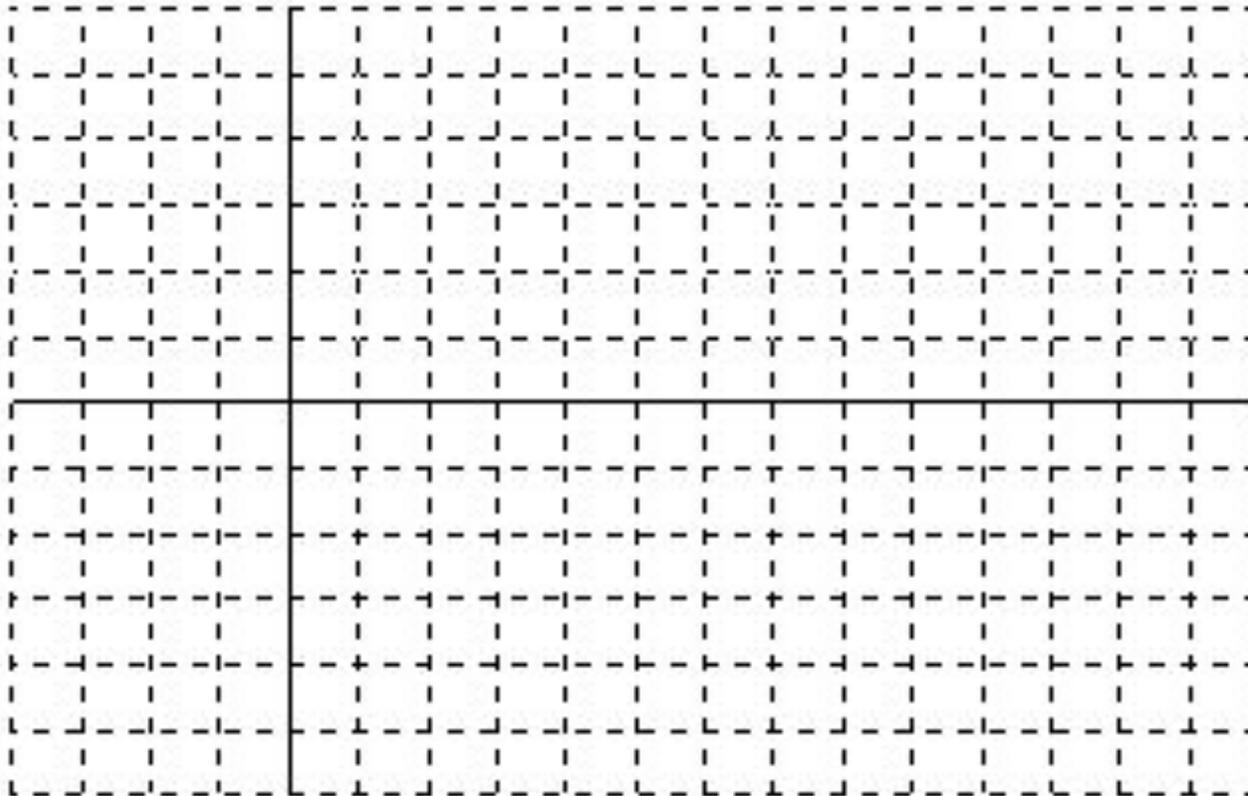


# Representação das Grandezas Elétricas CA





# Representação das Grandezas Elétricas CA





# Representação das Grandezas Elétricas CA

