

CORRENTE ALTERNADA

Eletricidade

Aula 6

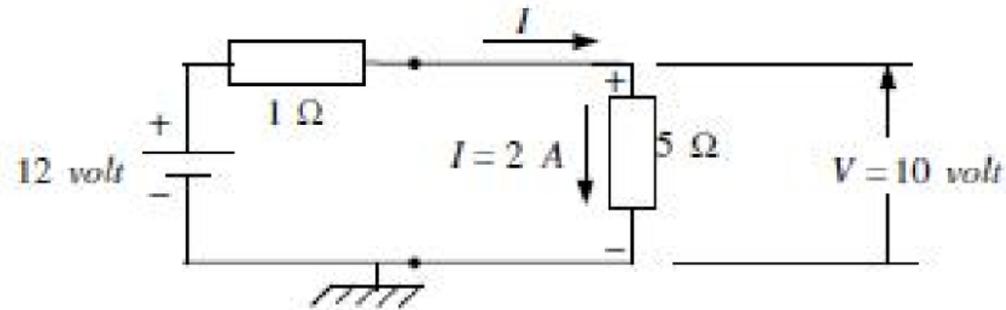
Corrente Alternada



Comparação entre Tensão Contínua e Alternada

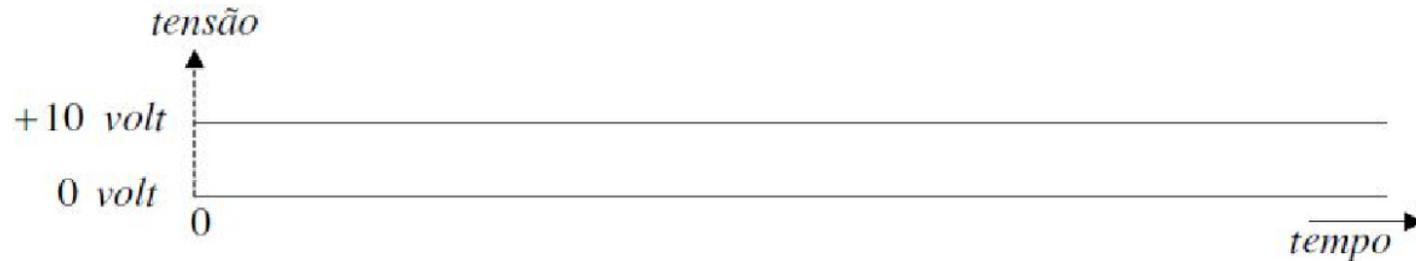
▶ Característica da tensão contínua

- ▶ A tensão contínua medida em qualquer ponto do circuito não muda conforme o tempo passa. O valor da tensão é o mesmo, qualquer que seja o instante em que a medida foi feita.
- ▶ Exemplo: Calculando a corrente I e a tensão V no circuito abaixo, resultam, respectivamente, $I = 2 \text{ A}$ e $V = 10 \text{ V}$. Nota-se que a tensão V é positiva em relação à terra. Neste caso, a corrente elétrica I , por se dirigir do circuito para a terra é, por conv

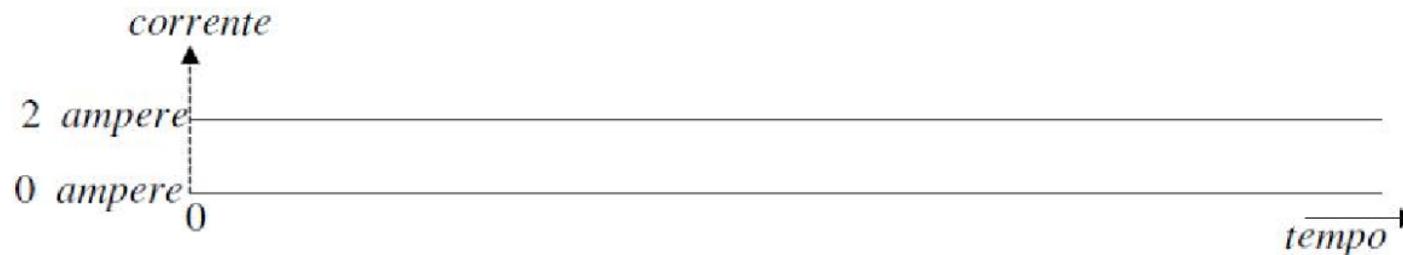


Comparação entre Tensão Contínua e Alternada

- ▶ Se medíssemos essas grandezas em diversos instantes e construíssemos gráficos dos valores medidos, esses gráficos seriam como os dados abaixo.

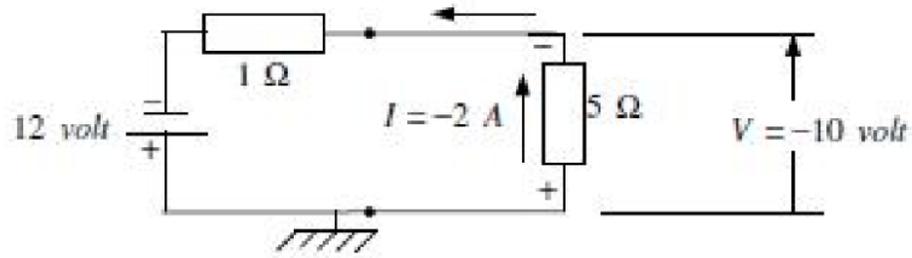


- ▶ As correntes em todos os ramos do circuito também são contínuas.



Comparação entre Tensão Contínua e Alternada

- ▶ A figura abaixo, mostra o caso em que a bateria tem seu pólo positivo conectado ao plano terra.

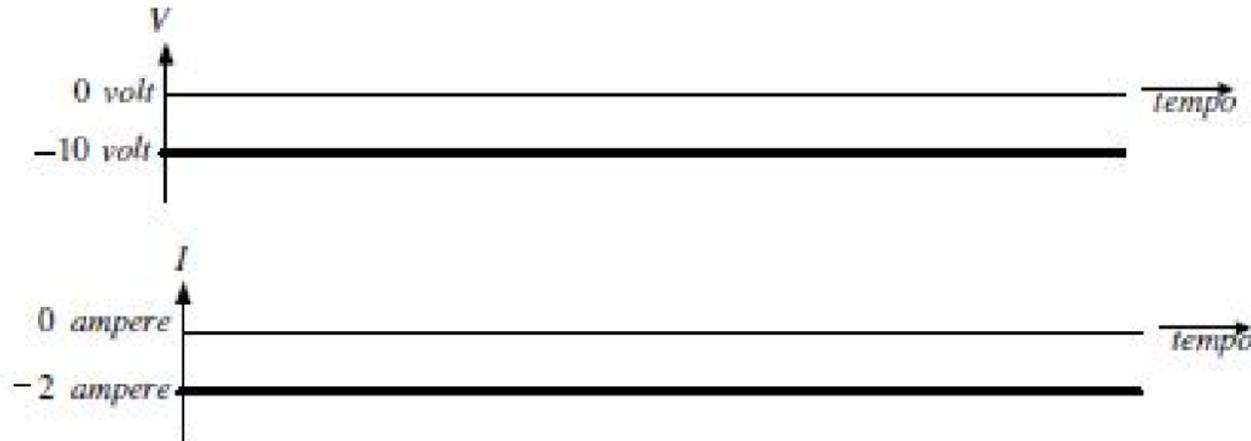


- ▶ Neste caso, a tensão V é negativa em relação à terra. E a corrente elétrica I , por se dirigir da terra para o circuito é, por convenção, também negativa.



Comparação entre Tensão Contínua e Alternada

- ▶ Se medíssemos essas grandezas em diversos instantes e construíssemos gráficos dos valores medidos, esses gráficos seriam como os mostrados a seguir.

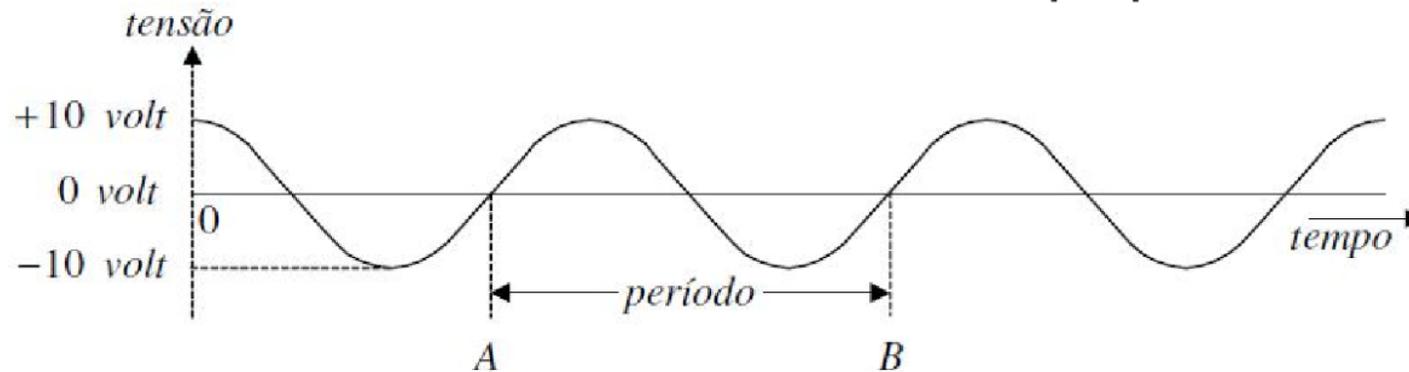


- ▶ Uma fonte de alimentação que possui força eletromotriz constante produz, em qualquer ponto do circuito, tensões e correntes constantes, que são, também chamadas de tensões e correntes contínuas.



Características da Tensão Alternada

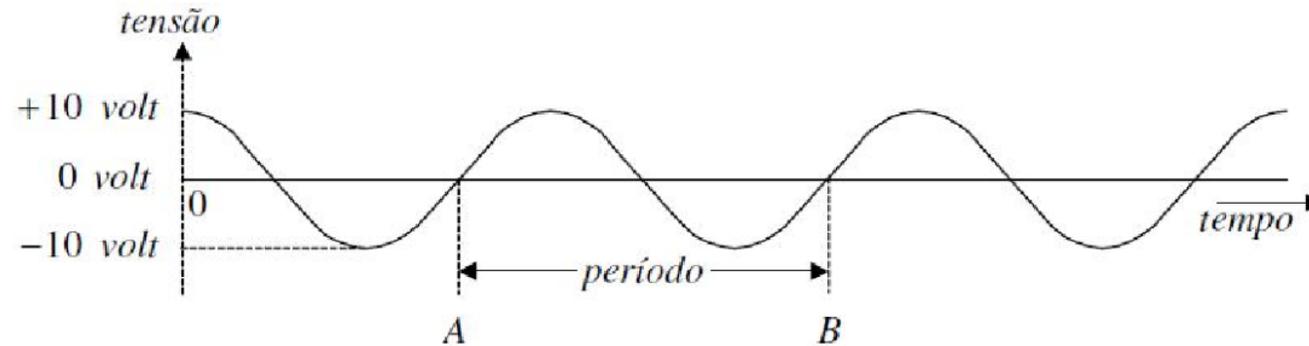
- ▶ A tensão alternada varia conforme o tempo passa.



- ▶ Este gráfico se chama *curva de variação da tensão alternada*. Pode-se notar que a tensão alternada varia **senoidalmente** ao longo do tempo.



Características da Tensão Alternada



- ▶ A tensão muda de um valor positivo para um valor negativo, e vice-versa, periodicamente. Neste exemplo, a tensão atinge os valores máximos de +10V e -10V. Este valor máximo é chamado de **amplitude** da tensão elétrica. Aqui, a amplitude da tensão é de 10V.
- ▶ Outra característica importante é o **período**. Ele é caracterizado como o intervalo de tempo entre dois pontos da curva de mesma situação. Os pontos A e B são pontos em que a tensão possui valor zero e estão situados em pontos da curva que possuem a mesma inclinação. O período é também chamado de *ciclo*.
- ▶ A quantidade de ciclos que cabem em 1 segundo é chamada de **frequência**.



Características da Tensão Alternada

- ▶ $f = \frac{1}{T}$
- ▶ f : frequência, em Hz, ou ciclos por segundo.
- ▶ T : período, em segundos (s).
- ▶ Exemplo: *período = 0,001 segundo*

$$\text{frequência} = \frac{1}{\text{período}} = \frac{1}{0,001} = 1000 \text{ ciclos/segundo}$$

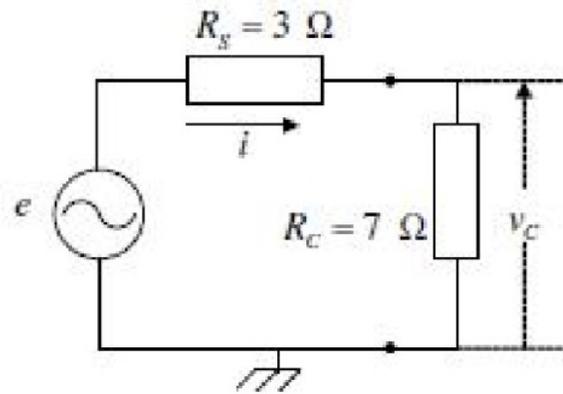
- ▶ A determinação das correntes e tensões em um circuito elétrico que contenha apenas resistores continua utilizando as mesmas leis de Ohm e de Kirchhoff.
- ▶ A potência elétrica instantânea também é calculada da mesma maneira que para circuitos de corrente contínua.



Determinação de correntes e tensões em um circuito de corrente alternada

▶ Exemplo:

- ▶ Neste circuito tem-se uma fonte de alimentação de tensão alternada, cuja força eletromotriz foi designada pelo símbolo e . Esta fonte possui uma resistência interna $R_s = 3\Omega$ e alimenta uma resistência externa de carga $R_c = 7\Omega$.



Determinação de correntes e tensões em um circuito de corrente alternada

- ▶ Em qualquer instante em que se observasse as tensões e correntes, nesse circuito, seus valores **numéricos** obedeceriam as equações:

$$i = \frac{e}{R_s + R_c}$$

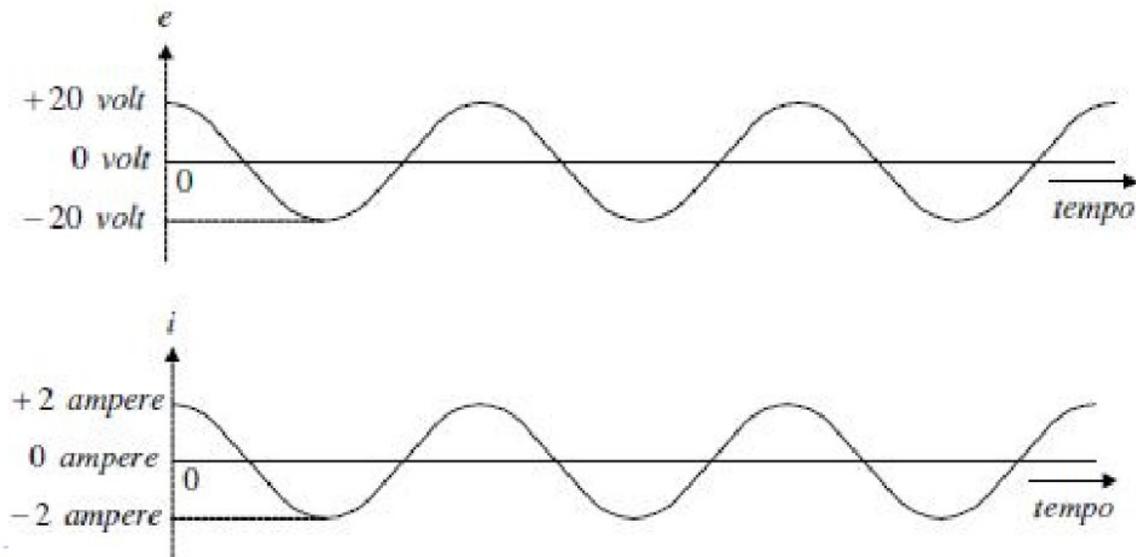
$$v_c = i \times R_c$$

- ▶ Supondo que a **amplitude** da *fem* é $E=20V$.
- ▶ Neste caso, a **amplitude** da corrente será $I = 2A$.
- ▶ E a **amplitude** da tensão no resistor de carga será $V_c = 24V$.

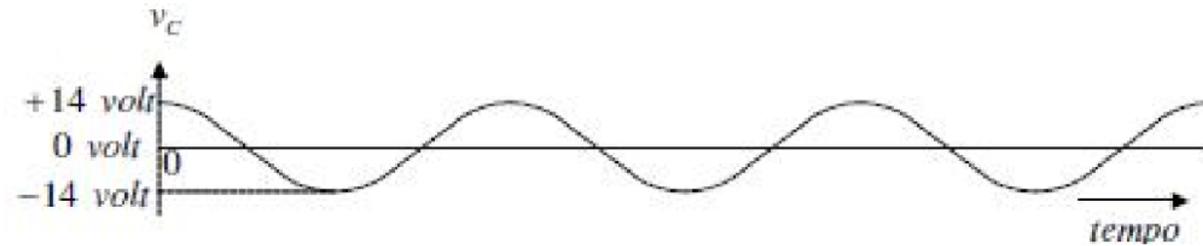


Determinação de correntes e tensões em um circuito de corrente alternada

- ▶ A figura a seguir mostra como estes parâmetros variam no tempo.
- ▶ Quando o valor da corrente elétrica é negativo significa que ela circula em sentido contrário da corrente cujo valor é positivo.



Determinação de correntes e tensões em um circuito de corrente alternada



- ▶ **Podemos concluir que o circuito elétrico não muda a forma nem a frequência das grandezas elétricas. Muda apenas seus valores numéricos instantâneos.**



Determinação da potência elétrica **instantânea**

- ▶ Vamos supor que em um determinado instante tem-se, sobre um resistor R , uma tensão de v volt e uma corrente de i ampere. Neste caso, a potência elétrica, naquele instante, é dada pela expressão:

- ▶ $P_{inst} = v \cdot i$

- ▶ $P_{inst} = R \cdot i^2$

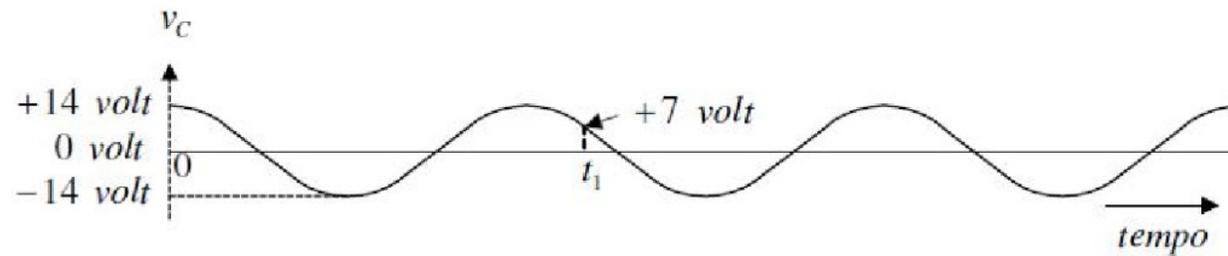
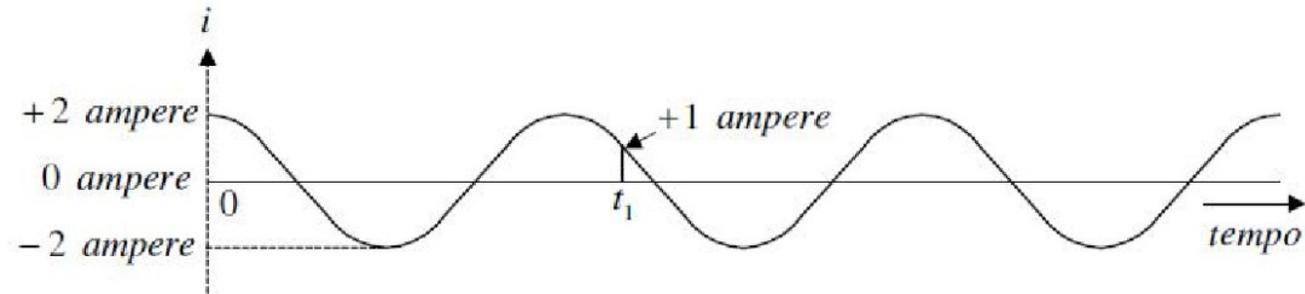
- ▶ $P_{inst} = \frac{v^2}{R}$

- ▶ Exemplo. Retomando o exemplo anterior, vamos supor que no instante t_1 tivéssemos, no resistor $R_c = 7\Omega$, a corrente $i = 1 A$. Neste caso resulta que, naquele instante, se tem a tensão

- ▶ $v_c = R_c \cdot i = 7 V$.



Determinação da potência elétrica **instantânea**

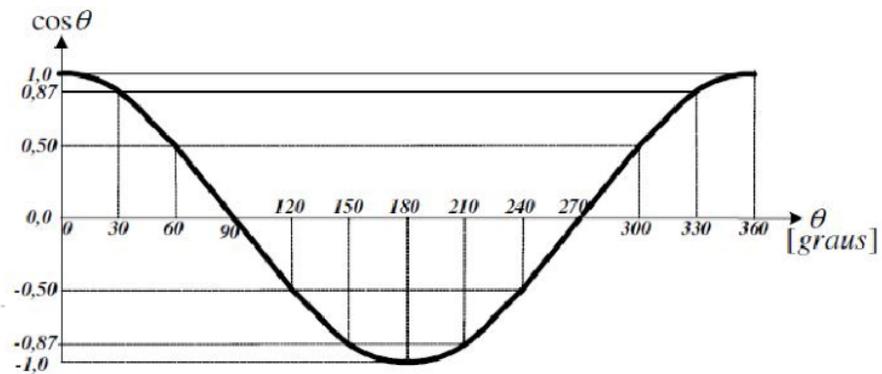
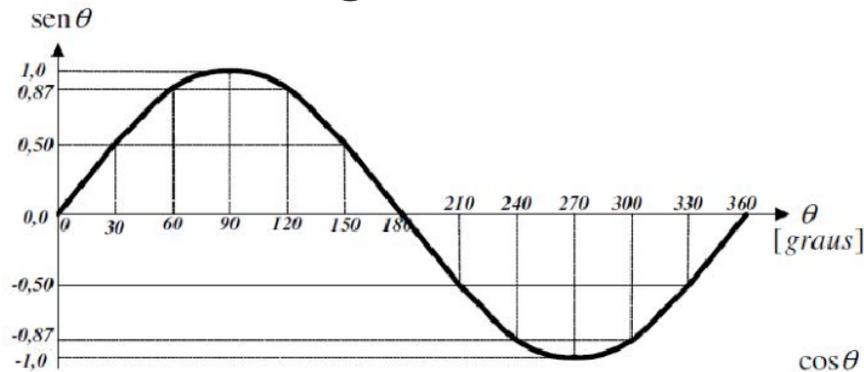


- ▶ Então a potência instantânea será: (ver quadro).
-



Análise matemática das tensões e correntes alternadas: Senóide e cossenóide.

- ▶ Matematicamente, o argumento das funções seno e cosseno só pode ser ângulo. Nessas figuras adotamos a convenção em que os ângulos são positivos e crescentes. Esses ângulos são chamados de **fase** dessas funções.



Senóide e cossenoide

- ▶ As figuras anteriores mostram um período das funções seno e cosseno, onde θ é a fase, em graus.
- ▶ Existe uma diferença de fase de 90 graus entre as funções seno e cosseno.
- ▶ É comum utilizarmos a unidade radianos. Para transformar um valor de graus para radianos, utiliza-se:

$$\theta_{rad} = \frac{\theta_{graus} \times \pi}{180}$$

Grau	0	30	45	60	90	120	135	150	180	210	225	240	270	300	315	330	360
Radiano	0	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{2\pi}{3}$	$\frac{3\pi}{4}$	$\frac{5\pi}{6}$	π	$\frac{7\pi}{6}$	$\frac{5\pi}{4}$	$\frac{4\pi}{3}$	$\frac{3\pi}{2}$	$\frac{5\pi}{3}$	$\frac{7\pi}{4}$	$\frac{11\pi}{6}$	2π



Tensões e correntes alternadas

- ▶ As tensões e correntes alternadas podem ser representadas por senos ou cossenos. Usa-se por convenção a função **cosseno**.
- ▶ Os sinais elétricos são função da grandeza tempo e não do ângulo. Para expressá-los matematicamente é necessário fazer a correspondência entre tempo e ângulo.
- ▶ Nota-se que um período do sinal de T segundos, equivale a 2π radianos. Um tempo t, arbitrário corresponderá a um específico ângulo θ . Utilizando regra de três, temos:

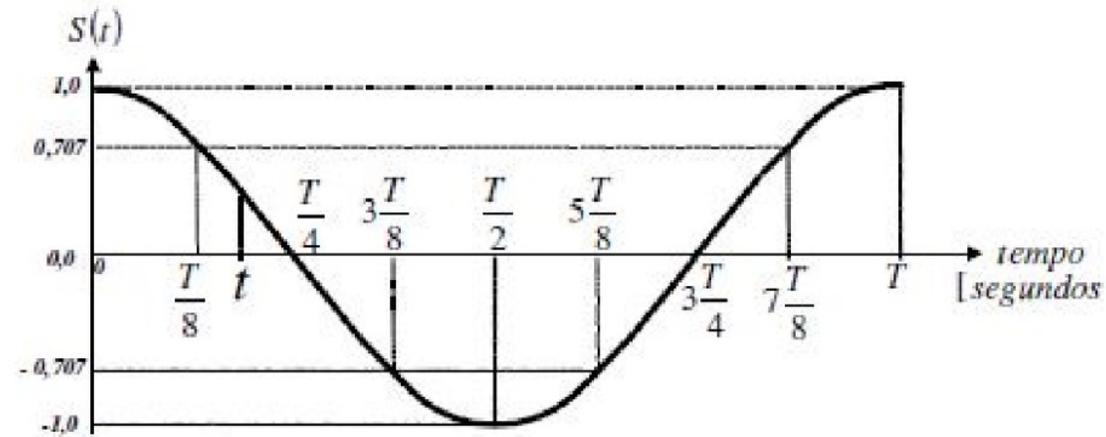
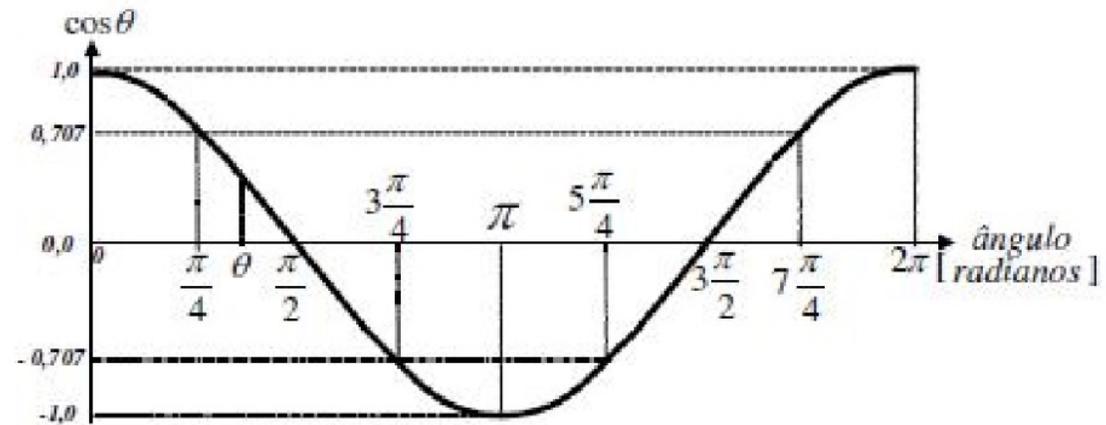
$$\begin{array}{l} T \text{ s} - 2\pi \text{ rad} \\ t \text{ s} - \theta \text{ rad} \end{array}$$

Logo: $\theta = \frac{2\pi}{T} \times t$

As grandezas t e T devem ser dadas em segundos. O ângulo θ é obtido na unidade radiano.



Tensões e correntes alternadas



Tensões e correntes alternadas

- ▶ Podemos concluir então, que os sinais de corrente e tensão alternadas podem ser expressos por:

- ▶ $S(t) = \cos \frac{2\pi}{T} \times t.$

- ▶ E, como $f = \frac{1}{T}$, temos:

- ▶ $S(t) = \cos 2\pi f t$

- ▶ O termo $2\pi f$ é chamado de frequência angular (ω).

- ▶ $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$

- ▶ Então, chega-se a:

- ▶ $S(t) = \cos \omega t$



Parâmetros de uma onda alternada senoidal

- ▶ Além do período e da frequência, uma onda alternada possui outros parâmetros importantes.
- ▶ A diferença entre a linha de referência e o valor máximo (positivo ou negativo) de uma onda é denominada **valor de pico, amplitude** ou simplesmente **valor máximo**.
- ▶ A diferença entre o valor de pico positivo e o valor de pico negativo é chamada de **valor pico a pico**. Este valor é numericamente igual ao dobro do valor de pico da onda.
- ▶ O **valor instantâneo** é o valor da grandeza representada no eixo vertical, correspondente a um determinado instante de tempo constante do eixo horizontal.



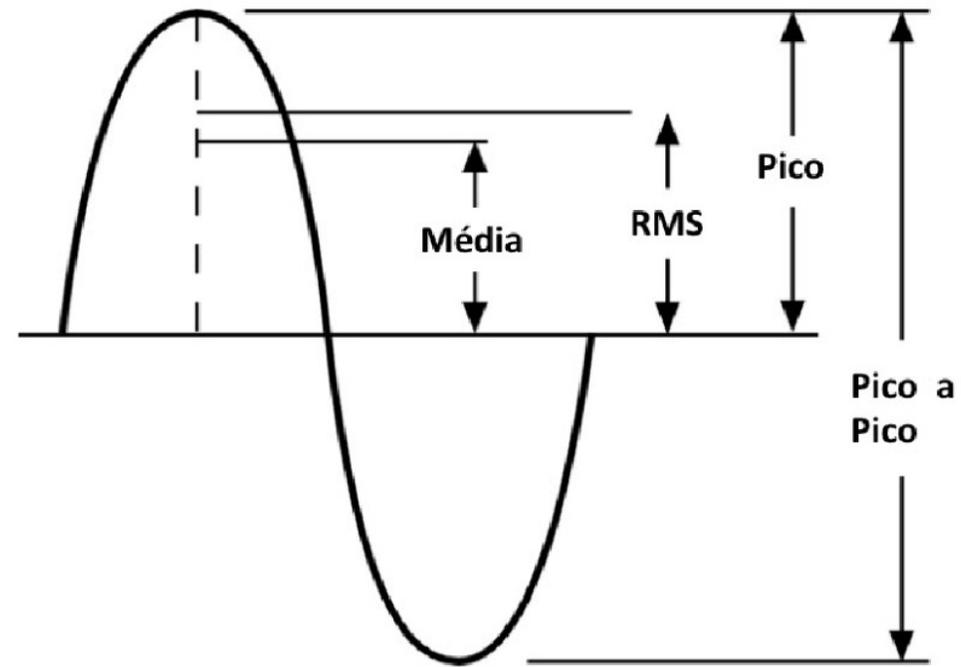
Parâmetros de uma onda alternada senoidal

- ▶ O **valor eficaz** de uma corrente alternada é igual ao valor da corrente contínua que, fluindo por um resistor, fornece a ele a mesma potência que a corrente alternada. Este valor é a medida da eficácia de uma fonte de tensão alternada em entregar a potência a uma carga resistiva. Também é chamado de **valor médio**, ou *rms* (*root mean square*), por corresponder à raiz quadrada da média dos quadrados dos valores instantâneos de cada ponto da senóide.

- ▶
$$\text{Valor Eficaz} = \frac{\text{Valor Máximo}}{\sqrt{2}}$$



Parâmetros de uma onda alternada senoidal

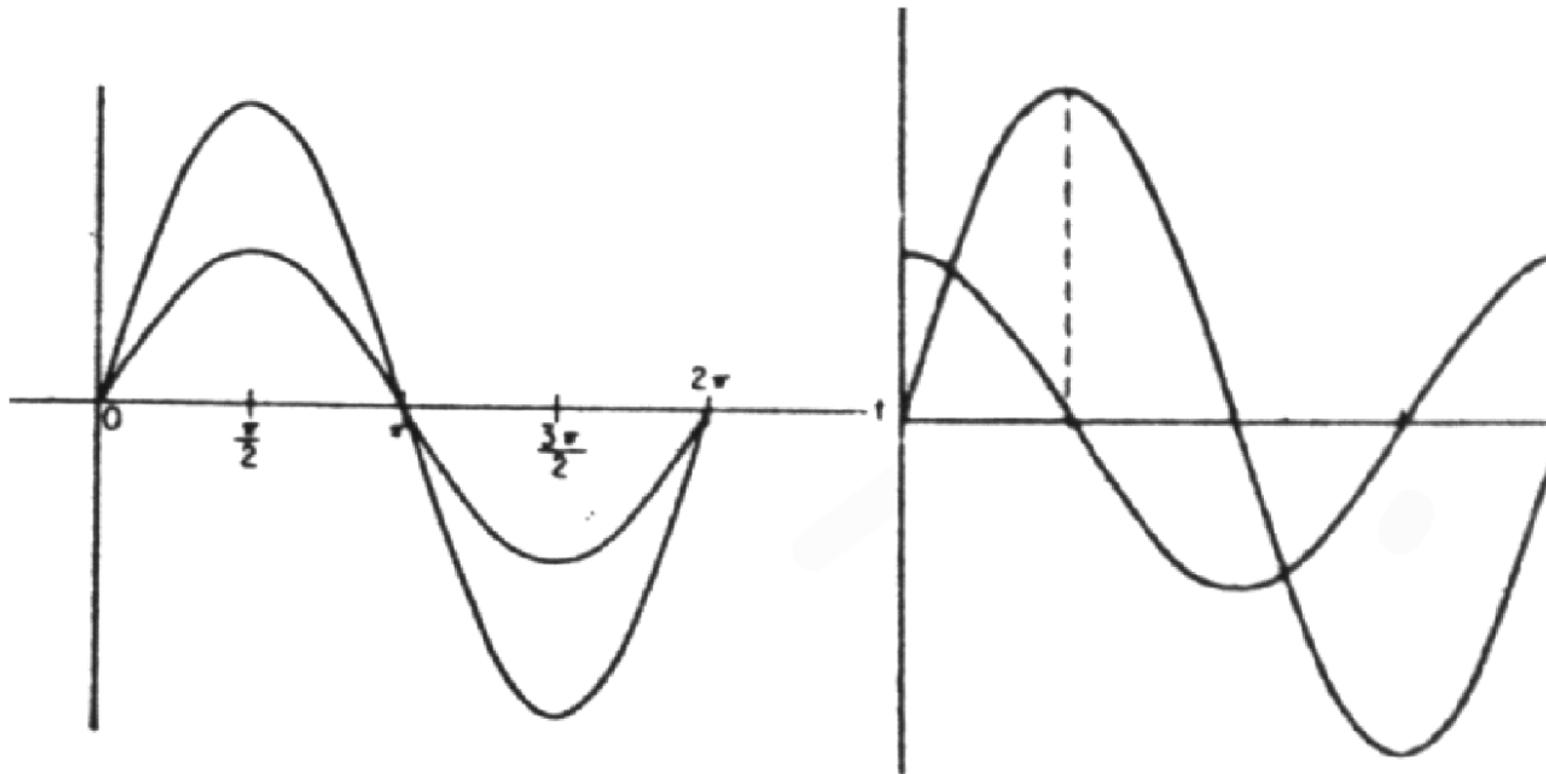


Relações de Fase

- ▶ Quando as formas de onda passam pelo zero e atingem os valores máximos positivo e negativo simultaneamente, diz-se que elas estão **em fase**.
- ▶ Se os valores máximo positivo, máximo negativo e zero de duas ondas sob comparação não ocorrem ao mesmo tempo, então diz-se que existe uma **defasagem** entre elas.
- ▶ **Para que possam ter defasagens comparadas, as ondas devem possuir a mesma frequência.**

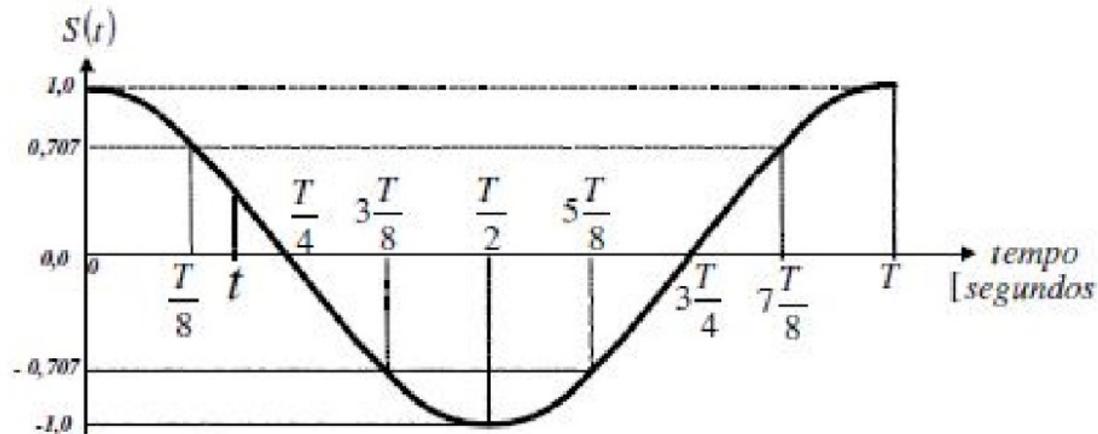


Relações de Fase



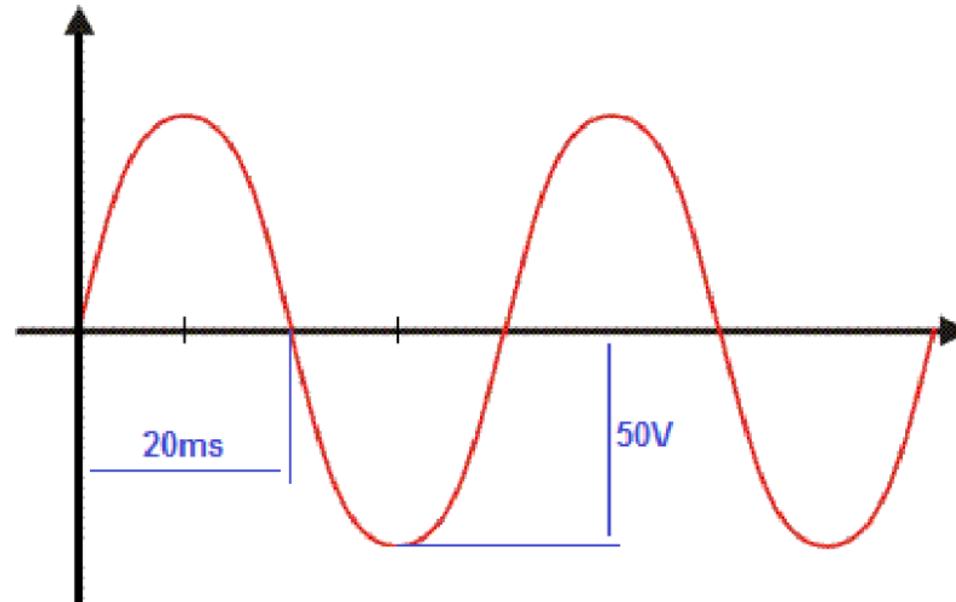
Determinação da fase do sinal alternado

- ▶ A fase é o valor do ângulo θ em um determinado instante de tempo t .
- ▶ Exemplo:
 - ▶ No sinal representado na figura abaixo, tem-se $T = 2\text{s}$.
 - ▶ a) Determine a fase no instante $t = 0,25\text{s}$. (R: 0,785 rad)
 - ▶ b) Determine o valor de $S(t)$ naquele instante. (R: 0,707)



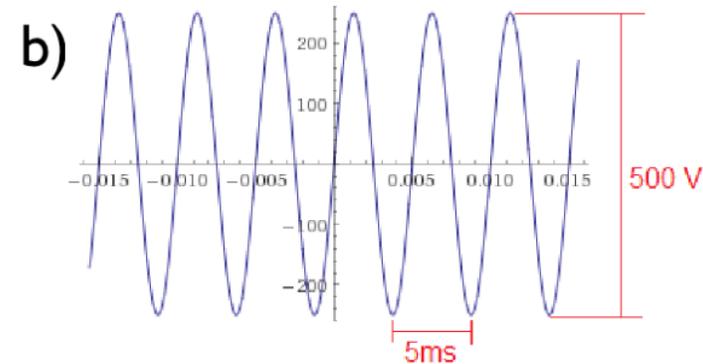
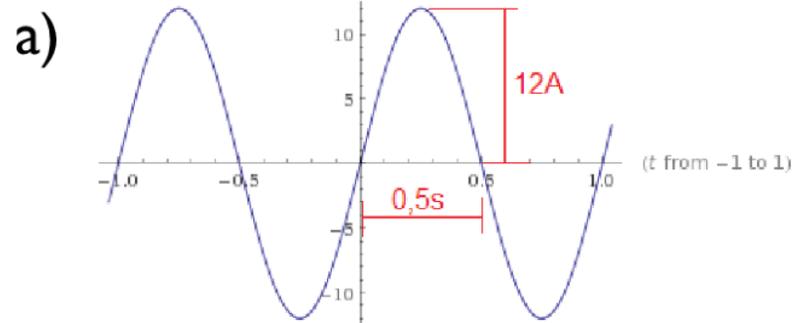
Exemplos

- ▶ 1. Desenhe duas ondas de corrente defasadas de 90° .
- ▶ 2. Para a onda alternada da figura, determine: (a) o período; (b) a frequência; (c) o valor eficaz; (d) o valor pico a pico; (e) o valor instantâneo no tempo $t = 30\text{ms}$.



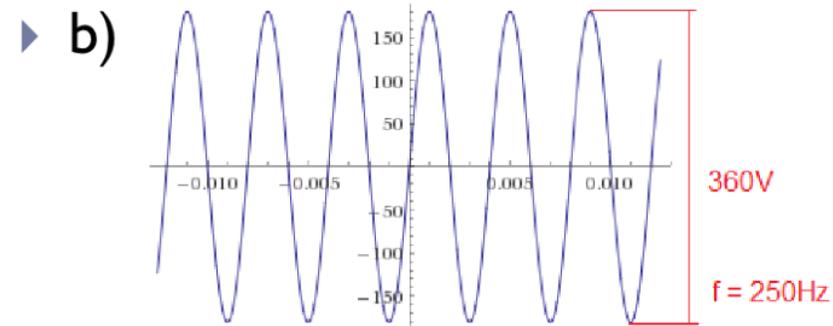
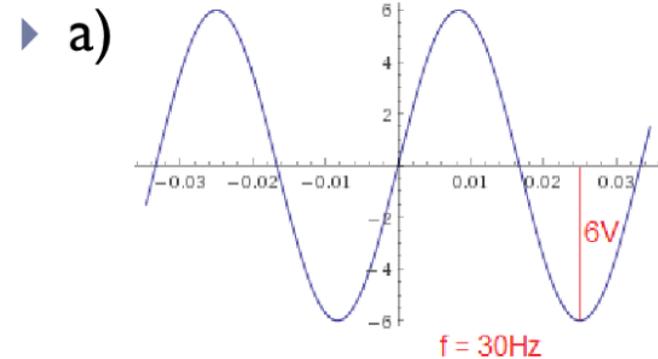
Exercícios

- ▶ 1. Desenhe uma onda de tensão alternada de valor eficaz de 127 V e frequência 60Hz. Calcule o período dessa onda. Determine o valor instantâneo da tensão nos tempos: (a) $t = 8,33 \text{ ms}$; (b) $t = 12,5 \text{ ms}$.
- ▶ 2. Calcule o valor eficaz e a frequência para as ondas abaixo:



Exercícios

- ▶ 3. Calcule o valor eficaz e o período para as ondas abaixo:



Bibliografia

- ▶ Silva Filho, Matheus Teodoro da; **Fundamentos de Eletricidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- ▶ Gussow, Milton; **Eletricidade Básica**. São Paulo: Pearson Makron Books, 1997. 2 ed.

