

CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA PARTE 2

Eletricidade

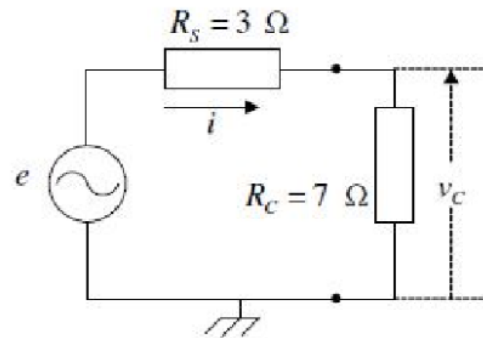
Aula 7

Circuitos de Corrente Alternada – Parte 2



Expressão matemática mais usual da força eletromotriz de uma fonte alternada.

- ▶ Sendo E o valor da amplitude da *fem*, expressa-se usualmente seu sinal pela fórmula
- ▶ $e = E \cos \omega t$
- ▶ Note-se que, neste caso, que a *fase* da *fem* para $t = 0$ é zero.
- ▶ Exemplo: No circuito abaixo, a *fem* obedece a expressão $e = 20 \cos \omega t$ V. Determinar a expressão da corrente i e da tensão v_C .



Expressão matemática mais usual da força eletromotriz de uma fonte alternada.

► Solução:

$$i = \frac{e}{R_s + R_c} = \frac{20 \cos \omega t}{3 \Omega + 7 \Omega} = \frac{20 \cos \omega t}{10 \Omega} = 2 \cos \omega t \text{ (ampere)}$$

$$v_c = R_c \times i = 7 \times 2 \cos \omega t = 14 \cos \omega t \text{ (volt)}$$



Potência média de um sinal alternado, em uma resistência R.

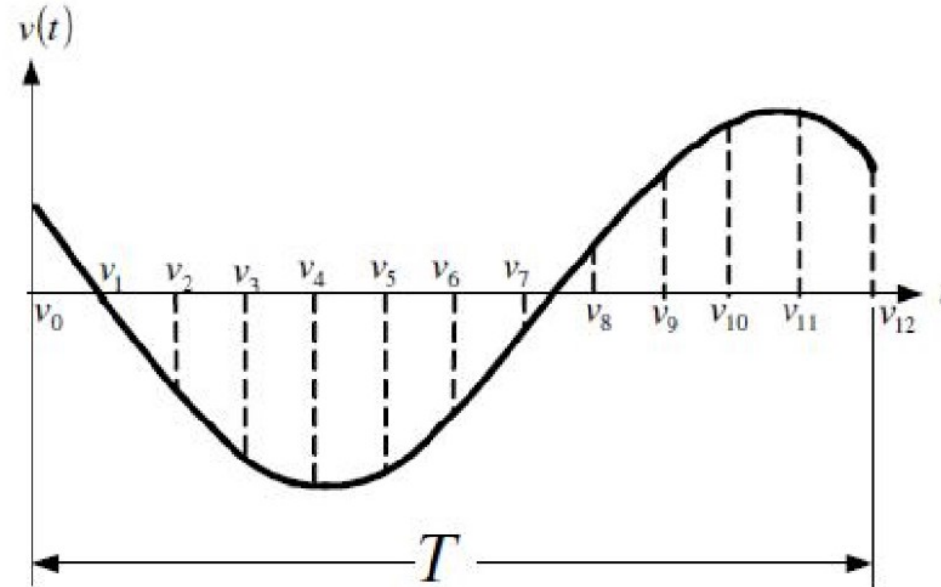
- ▶ Vimos que, dada uma tensão instantânea v sobre uma resistência de valor R , a potência instantânea é dada por:

$$\text{▶ } P_{inst} = \frac{v^2}{R}$$

- ▶ Vamos supor que sobre essa resistência, de valor R , tem-se uma tensão alternada.
- ▶ Vamos tomar um período, desse sinal, e dividir, por exemplo, em 12 intervalos. A seguir fazemos treze medidas de tensões instantâneas conforme está mostrado na figura a seguir. Essas medidas seriam: $v_0, v_1, v_2, \dots, v_{12}$.



Potência média de um sinal alternado, em uma resistência R.



- ▶ A seguir calcularíamos as respectivas potências instantâneas:

$$\frac{v_0^2}{R}, \frac{v_1^2}{R}, \dots, \frac{v_{12}^2}{R}$$

- ▶ A média desses valores seria: $\frac{\frac{v_0^2}{R} + \frac{v_1^2}{R} + \dots + \frac{v_{12}^2}{R}}{13}$.



Potência média de um sinal alternado, em uma resistência R.

- ▶ Esta média é uma aproximação grosseira da potência média do sinal alternado sobre a resistência R. A aproximação é grosseira porque deixou-se de utilizar muitas medidas situadas nos intervalos entre cada duas medidas. Para que a aproximação fosse quase perfeita, seria necessária uma quantidade n de medidas, onde n seria extremamente grande.
- ▶ Desta forma, a potência média ficaria:

$$P_0 \approx \frac{\frac{v_0^2}{R} + \frac{v_1^2}{R} + \frac{v_2^2}{R} + \frac{v_3^2}{R} + \dots + \frac{v_{n-1}^2}{R}}{n}$$



Potência média de um sinal alternado, em uma resistência R.

$$P_0 \approx \frac{v_0^2 + v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_{n-1}^2}{nR}$$

$$P_0 \approx \frac{v_0^2 + v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_{n-1}^2}{nR}$$

$$P_0 \approx \frac{v_0^2 + v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_{n-1}^2}{nR}$$

- ▶ Vemos que o numerador, desta expressão, vem a ser a média dos quadrados das tensões instantâneas. Vamos chamar, essa média, V_{eficaz}^2 . Portanto, considerando, ainda, n extremamente grande, tem-se:

$$V_{eficaz}^2 \approx \frac{v_0^2 + v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_{n-1}^2}{n} \quad P_0 \approx \frac{V_{eficaz}^2}{R}$$

Potência média de um sinal alternado, em uma resistência R.

- ▶ A tensão V_{eficaz} é chamada de tensão eficaz ou tensão r.m.s (*root mean square*).
- ▶ Utilizando matemática avançada consegue-se determinar o valor exato de V_{eficaz}^2 , pois essa média pode ser calculada para n infinito. Desta maneira seu valor se torna exato. Se tivermos uma tensão senoidal, de amplitude V , o resultado desse cálculo indica que o valor exato dessa média é igual à metade do quadrado da amplitude da tensão:

$$V_{eficaz}^2 = \frac{V^2}{2}$$



Potência média de um sinal alternado, em uma resistência R.

- ▶ Se esse sinal estiver sobre uma resistência de valor R, a potência média exata é:

$$P_0 = \frac{V_{eficaz}^2}{R} = \frac{V^2}{2R}$$

- ▶ A potência média é que se relaciona com o *consumo de dispositivos elétricos*. Quando se diz, por exemplo, que uma lâmpada é de 100 watt, significa que para ela acender corretamente é necessário fornecer, à sua resistência de filamento, uma potência média de 100 watt.
- ▶ Podemos calcular a tensão eficaz:

$$V_{eficaz} = \sqrt{\frac{V^2}{2}} = \frac{V}{\sqrt{2}}$$

- ▶
$$V_{eficaz} = \frac{\sqrt{2}}{2} V \approx 0,707 \times V$$

Valores das tensões eficazes

- ▶ Sempre que se menciona o valor de uma tensão alternada, esse valor é o valor eficaz. Os medidores de tensão alternada têm sua escala graduada para a indicar, diretamente, valores de tensão eficaz.
- ▶ Assim por exemplo quando se diz que a tensão de alimentação de um aparelho elétrico é de 110 v ou 220 v, está se referindo aos valores eficazes dessas tensões alternadas.



Energia elétrica e corrente elétrica eficaz

- ▶ A energia elétrica é o produto da potência média pelo tempo de permanência dessa potência sobre a resistência.

$$\text{▶ } E_n = P_0 \times t$$

- ▶ Vimos que quando, sobre uma resistência R, existe uma tensão alternada com uma amplitude V, a potência média fica:

$$P_0 = \frac{V_{eficaz}^2}{R} = \frac{\left(\frac{V}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} = \frac{V^2}{2R} \quad P_0 = \frac{I^2}{2} \times R = I_{eficaz}^2 \times R \quad I_{eficaz}^2 = \frac{I^2}{2}$$
$$V = R \times I \quad P_0 = I_{eficaz}^2 \times R \quad I_{eficaz} = \frac{I}{\sqrt{2}} \approx 0,707 \times I$$

- ▶ Os medidores de corrente alternada têm sua escala graduada para indicar diretamente o valor da corrente elétrica eficaz.




Terceira fórmula alternativa para o cálculo da potência média

$$P_0 = \frac{V^2}{2R} = \frac{V}{2} \times \frac{V}{R}$$

$$\frac{V}{R} = I$$

$$P_0 = \frac{V \times I}{2} = \frac{V}{\sqrt{2}} \times \frac{I}{\sqrt{2}} = V_{eficaz} \times I_{eficaz}$$

$$P_0 = V_{eficaz} \times I_{eficaz}$$



Exercícios

- ▶ 1. Sobre um resistor $R_c = 7\Omega$ tem-se uma tensão senoidal com amplitude $V = 14V$. Determinar a potência média. **R: 14W**
- ▶ 2. A tensão alternada fornecida pela rede elétrica possui a tensão eficaz $V_{eficaz} = 110V$. Determinar:
 - ▶ a) A potência média em uma resistência $R = 121\Omega$.
 - ▶ b) A amplitude V dessa tensão alternada.
- ▶ **R: 100W; 156V.**
- ▶ 3. Um chuveiro elétrico possui uma resistência de 24Ω e é alimentado por uma tensão de $220V$. Determinar a potência média sobre aquela resistência. **R: 2017W.**



Exercícios

- ▶ 4. Determinar a energia dissipada no chuveiro elétrico do exercício 3 em um intervalo de 15 minutos.
 - ▶ a) Na unidade $W.s = J$ (Joule). R: $1,82 \cdot 10^6 J$.
 - ▶ b) Na unidade kWh. R: $0,5 kWh$.
- ▶ 5. Em um chuveiro elétrico mediu-se a corrente elétrica alternada fornecida encontrando-se o valor de $9,5 A$. A resistência elétrica desse chuveiro é $R = 24\Omega$. Determinar a potência sobre essa resistência. R: $P_0 = 2166W$.
- ▶ 6. Em um chuveiro elétrico mediu-se uma tensão de $220V$ e uma corrente de $9,5A$. Determinar a potência fornecida a esse chuveiro. R: $P_0 = 2090W$.



Bibliografia

- ▶ Silva Filho, Matheus Teodoro da; **Fundamentos de Eletricidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

