

Circuitos em Corrente Alternada (CA)

Milana Lima dos Santos

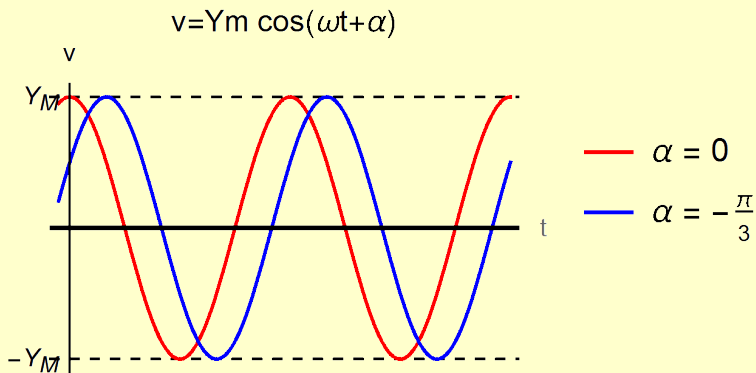
Depto. de Engenharia de Energia e Automação Elétricas
Escola Politécnica da USP

25 de fevereiro de 2016

Circuitos CA

- Mais utilizados que circuitos CC
- Conversão energia mecânica/elétrica (geração): geradores de usinas hidrelétricas e térmicas
- Alguns exemplos de utilização: transformadores e motores de indução

Grandeza cossenoidal



Representação de grandezas cossenoidais

- função no tempo:

$$v(t) = V_M \cos(\omega t + \theta)$$

Representação de grandezas cossenoidais

- função no tempo:

$$v(t) = V_M \cos(\omega t + \theta)$$

- vetor girante:

$$\vec{V} = V_M e^{j\omega t} e^{j\theta}$$

$$v(t) = \Re \{ \vec{V} \}$$

Representação de grandezas cossenoidais

- função no tempo:

$$v(t) = V_M \cos(\omega t + \theta)$$

- vetor girante:

$$\vec{V} = V_M e^{j\omega t} e^{j\theta}$$

$$v(t) = \Re \{ \vec{V} \}$$

- fasor:

$$\dot{V} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} e^{j\theta} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} \angle \theta$$

Representação de grandezas cossenoidais

- função no tempo:

$$v(t) = V_M \cos(\omega t + \theta)$$

- vetor girante:

$$\vec{V} = V_M e^{j\omega t} e^{j\theta}$$

$$v(t) = \Re \{ \vec{V} \}$$

- fasor:

$$\dot{V} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} e^{j\theta} = \frac{V_M}{\sqrt{2}} \angle \theta$$

- valor eficaz de uma grandeza cossenoidal:

$$V_{ef} = \frac{V_M}{\sqrt{2}}$$

Vetores girantes - exemplo

Fasores - exemplo

Bipolo R

Bipolo L

Bipolo C

Defasagem ϕ

Potência Instantânea

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) = V_M \cos(\omega t + \theta) I_M \cos(\omega t + \theta - \phi)$$

$$p(t) = V_M \cos(\omega t + \theta) I_M \left[\cos(\omega t + \theta) \cos \phi + \sin(\omega t + \theta) \sin \phi \right]$$

Como

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2} \cos(a + b) + \frac{1}{2} \cos(a - b)$$

$$\sin a \cos b = \frac{1}{2} \sin(a + b) + \frac{1}{2} \cos(a - b)$$

$$p(t) = \frac{V_M I_M}{2} \cos \phi \left[\cos(2\omega t + 2\theta) + \cos 0 \right] + \frac{V_M I_M}{2} \sin \phi \left[\sin(2\omega t + 2\theta) + \sin 0 \right]$$

$$p(t) = \underbrace{\frac{V_M I_M}{2} \cos \phi}_{\text{valor constante}} + \underbrace{\frac{V_M I_M}{2} \cos \phi \cos(2\omega t + 2\theta)}_{\text{valor médio nulo, frequência angular } 2\omega, \text{ proporcional a } \cos \phi} + \underbrace{\frac{V_M I_M}{2} \sin \phi \sin(2\omega t + 2\theta)}_{\text{valor médio nulo, frequência angular } 2\omega, \text{ proporcional a } \sin \phi}$$

- Potência ativa [W]

- Potência média no tempo
- Fornecida pelas fontes, consumida pelos resistores

$$P = \frac{V_M I_M}{2} \cos \phi = V_{ef} I_{ef} \cos \phi$$

- Potência reativa [VAr]

- Fornecida pelos capacitores e fontes
- Consumida pelos indutores e fontes

$$Q = \frac{V_M I_M}{2} \sin \phi = V_{ef} I_{ef} \sin \phi$$

- Potência aparente [VA]

$$S = \frac{V_M I_M}{2} = V_{ef} I_{ef} = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Potência Instantânea

Potência Ativa

Potência Reativa

Potências Ativa, Reativa e Instantânea

Conservação das potências ativas e reativas

- A soma das potências ativas consumidas é igual à soma das potências ativas fornecidas
- A soma das potências reativas consumidas é igual à soma das potências reativas fornecidas
- As potências aparentes não necessariamente se conservam

