

Curso Técnico em Eletrotécnica

Impedância e o Diagrama de Fasores

Circuitos de CA em Série e em Paralelo

1. Revisão;
2. Introdução;
3. Impedância e o diagrama de fasores.

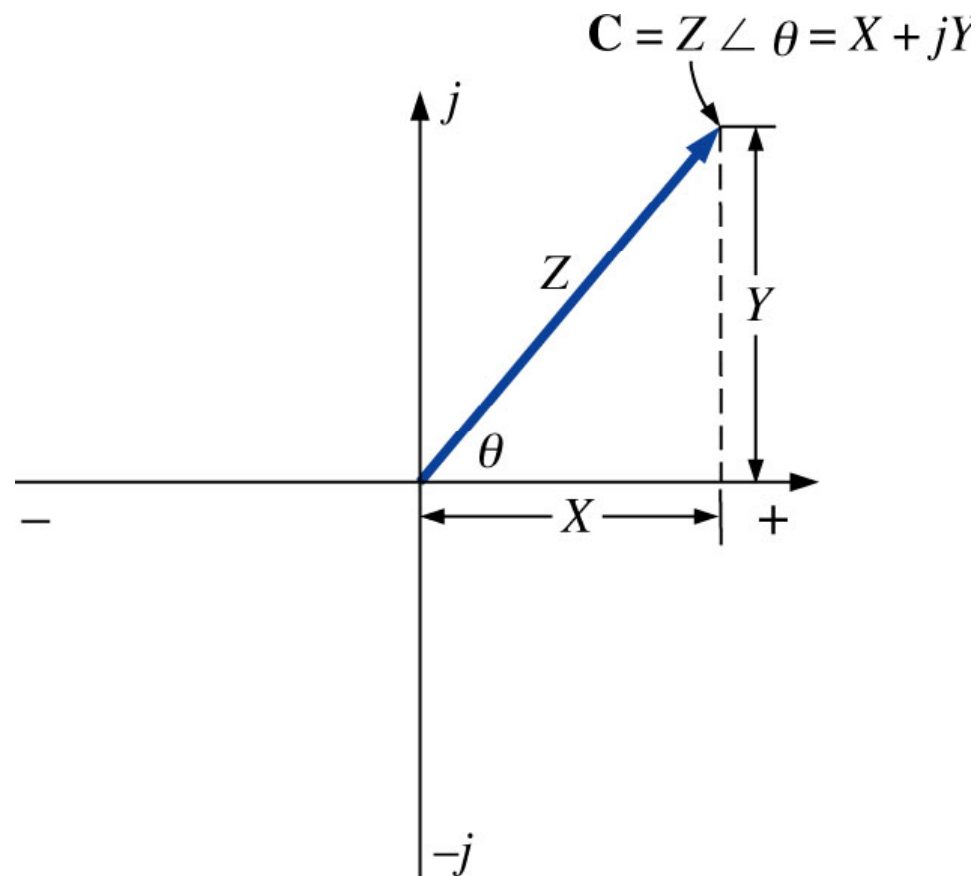
Sequência de conteúdos:

1. Revisão;
2. Impedância e o diagrama de fasores;
3. Elementos resistivos;
4. Reatância indutiva;
5. Reatância capacitiva;
6. Diagrama de impedâncias.

Vitória-ES

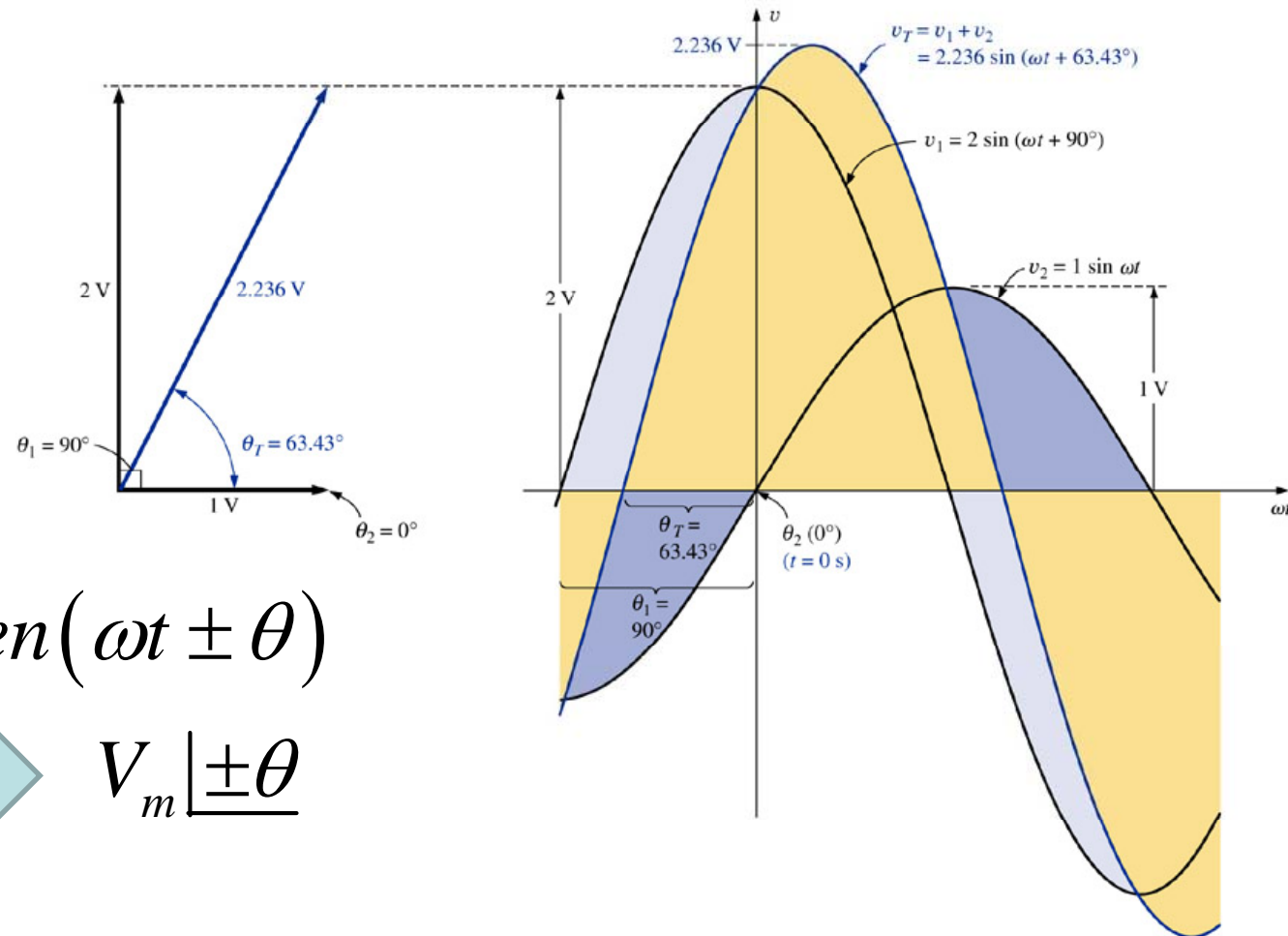
Fasores

Fasor: vetor radial com módulo (comprimento) constante e com a extremidade fixa na origem.



Fasores

Adição de duas tensões senoidais:



$$v(t) = V_m \cdot \text{sen}(\omega t \pm \theta)$$

➔ $V_m \underline{\pm \theta}$

Fasores

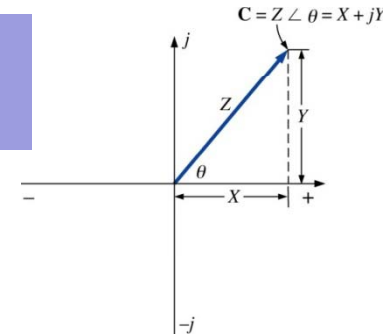
A álgebra dos fasores só pode ser aplicada a formas de ondas senoidais de mesma frequência.

$$V = V_m \underline{\theta_v}$$

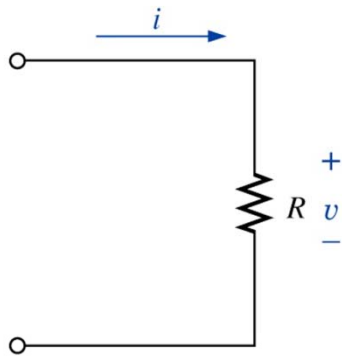
$$I = I_m \underline{\theta_i}$$

Impedância o diagrama de fasores

Fasor: vetor radial com módulo (comprimento) constante e com a extremidade fixa na origem.

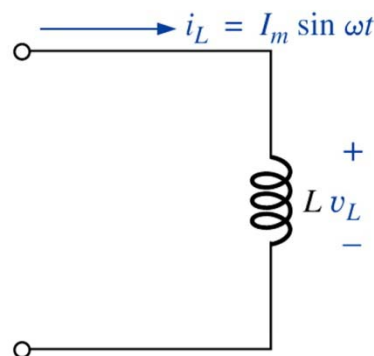


Resistor



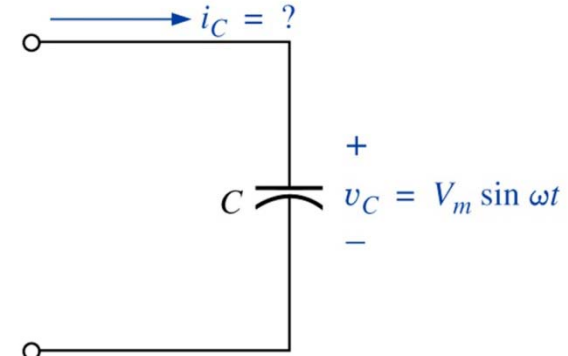
$$i(t) = \frac{v(t)}{R}$$

Indutor



$$v_L(t) = L \frac{d(i_L(t))}{dt}$$

Capacitor

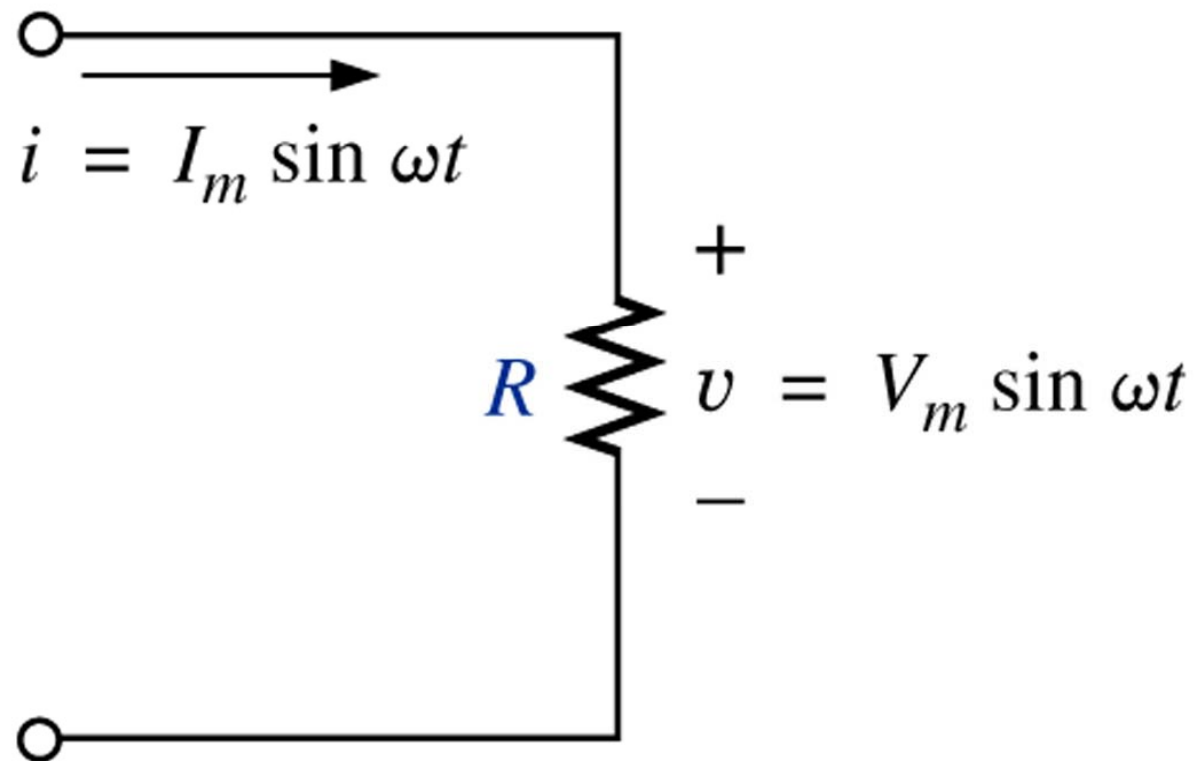


$$i_C(t) = C \frac{d(v_C(t))}{dt}$$

Fasores – Elementos resistivos

$$I_m = \frac{V_m}{R}$$

$$V_m = R \cdot I_m$$



Fasores – Elementos resistivos

Na forma fasorial:

$$v_R(t) = V_m \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Valor eficaz (RMS)

$$\Rightarrow V_R = V \angle 0^\circ \quad \therefore V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Aplicando a lei de Ohm:

$$I_R = \frac{V_R \angle 0^\circ}{R \angle \theta_r} = \frac{V_R}{R} \angle 0^\circ - \theta_r \quad \therefore \theta_r = 0^\circ$$

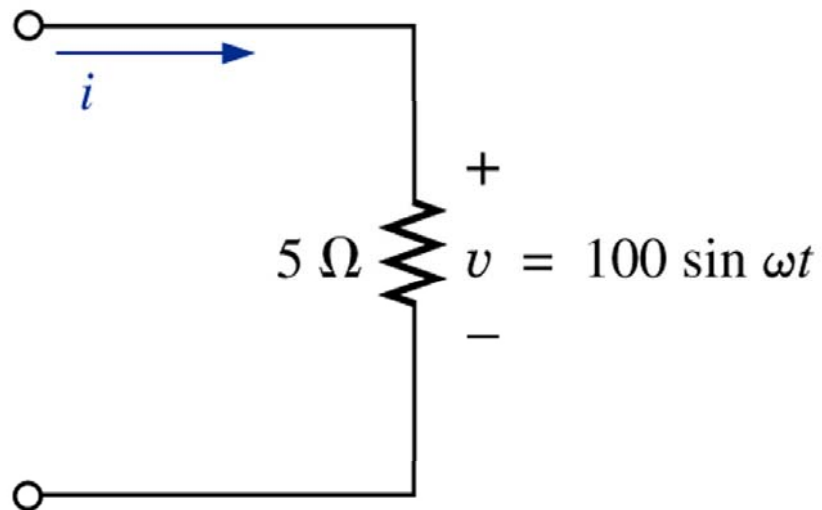
$$I_R = \frac{V_R}{R} \angle 0^\circ - 0^\circ = \frac{V_R}{R} \angle 0^\circ \Rightarrow i_R(t) = \sqrt{2} \cdot \frac{V_R}{R} \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Fasores – Elementos resistivos

A impedância de um resistor é:

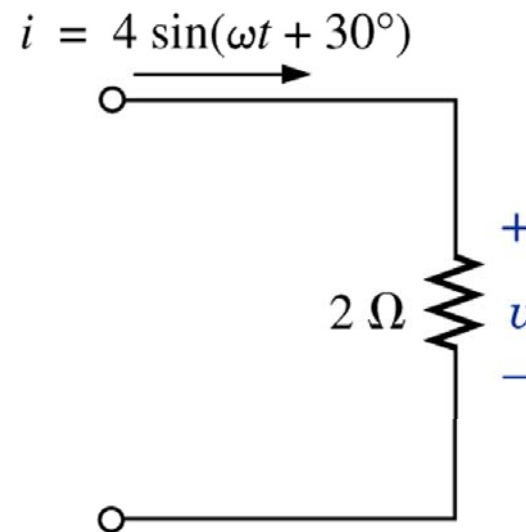
$$Z_R = R \angle \theta_r = R \angle 0^\circ \quad \leftarrow \text{Reatância resistiva??}$$

Exemplo 15.1: Determine a corrente i do circuito abaixo usando a álgebra dos números complexos:



Fasores – Elementos resistivos

Exemplo 15.2: Determine a tensão v do circuito abaixo usando a álgebra dos números complexos:



Fasores – Elementos indutivos

Na forma fasorial:

$$v_L(t) = V_m \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Valor eficaz (RMS)

$$\longrightarrow V_L = V \angle 0^\circ \quad \therefore V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Aplicando a lei de Ohm:

$$I_L = \frac{V_L \angle 0^\circ}{X_L \angle \theta_L} = \frac{V_L}{X_L} \angle 0^\circ - \theta_L \quad \therefore \theta_L = +90^\circ$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} \angle 0^\circ - 90^\circ = \frac{V_L}{X_L} \angle -90^\circ$$

Fasores – Elementos indutivos

No tempo:

$$i_L(t) = \sqrt{2} \cdot \frac{V_L}{X_L} \cdot \text{sen}(\omega t - 90^\circ)$$

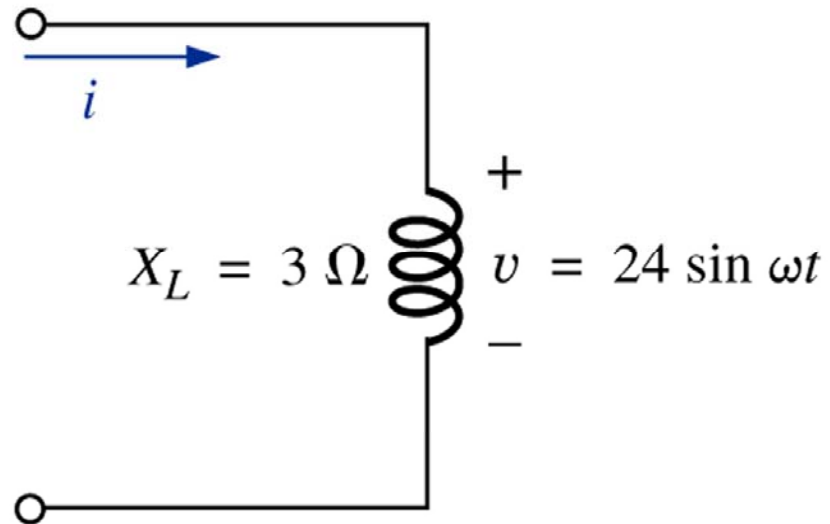
A impedância de um indutor é:

$$Z_L = X_L \angle \theta_L = X_L \angle 90^\circ \quad \leftarrow \text{Reatância indutiva}$$

$$\therefore X_L = \omega \cdot L = 2\pi \cdot F \cdot L$$

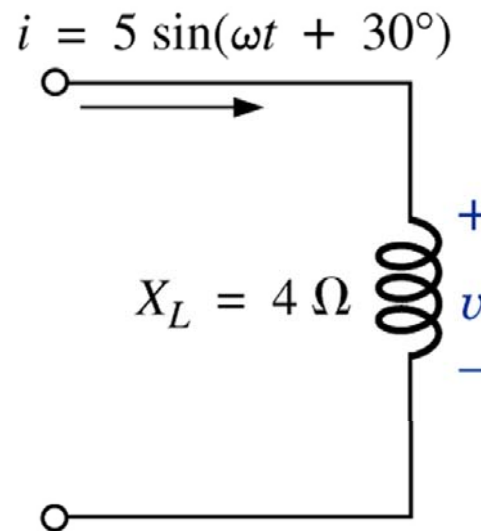
Fasores – Elementos indutivos

Exemplo 15.3: Determine a corrente i do circuito abaixo usando a álgebra dos números complexos:



Fasores – Elementos indutivos

Exemplo 15.4: Determine a tensão v do circuito abaixo usando a álgebra dos números complexos:

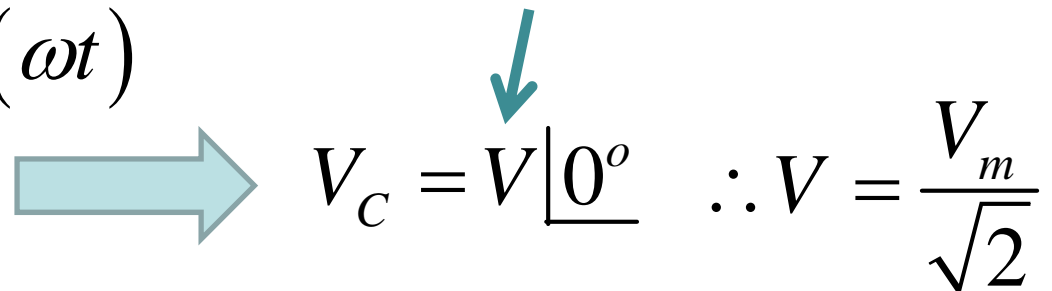


Fasores – Elementos capacitivos

Na forma fasorial:

$$v_C(t) = V_m \cdot \text{sen}(\omega t)$$

Valor eficaz (RMS)


$$V_C = V \angle 0^\circ \quad \therefore V = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

Aplicando a lei de Ohm:

$$I_C = \frac{V_C \angle 0^\circ}{X_C \angle \theta_C} = \frac{V_C}{X_C} \angle 0^\circ - \theta_C \quad \therefore \theta_C = -90^\circ$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} \angle 0^\circ + 90^\circ = \frac{V_C}{X_C} \angle +90^\circ$$

Fasores – Elementos capacitivos

No tempo:

$$i_C(t) = \sqrt{2} \cdot \frac{V_C}{X_C} \cdot \text{sen}(\omega t + 90^\circ)$$

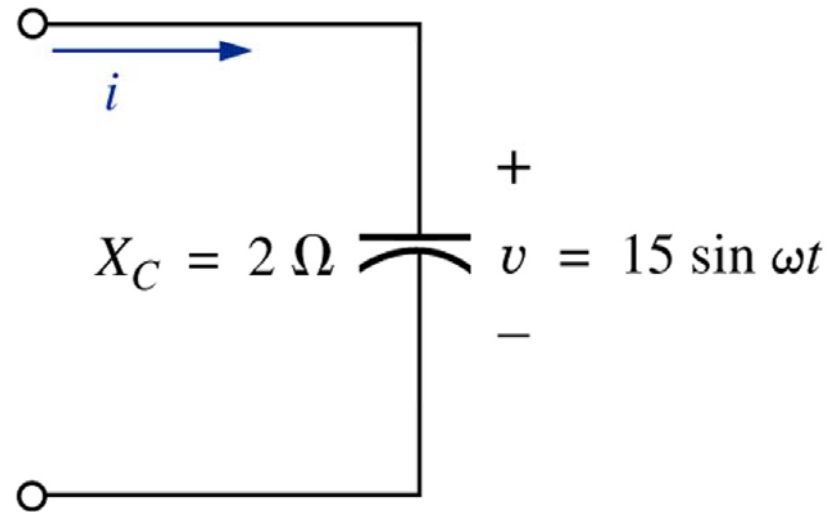
A impedância de um capacitor é:

$$Z_C = X_C \angle \theta_C = X_C \angle -90^\circ \leftarrow \text{Reatância capacitiva}$$

$$\therefore X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot F \cdot C}$$

Fasores – Elementos capacitivos

Exemplo 15.5: Determine a corrente i do circuito abaixo usando a álgebra dos números complexos:



Fasores – Elementos capacitivos

Exemplo 15.6: Determine a tensão v do circuito abaixo usando a álgebra dos números complexos:

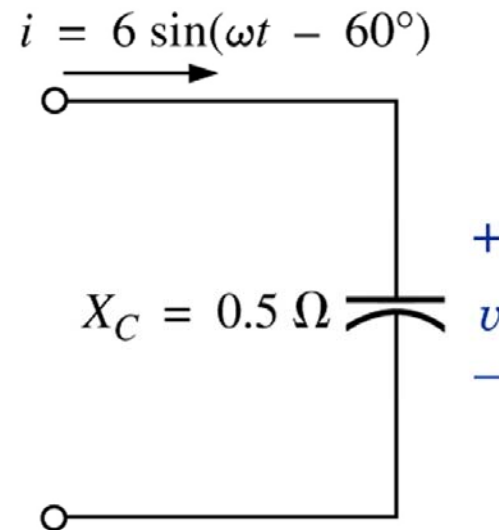


Diagrama de impedâncias

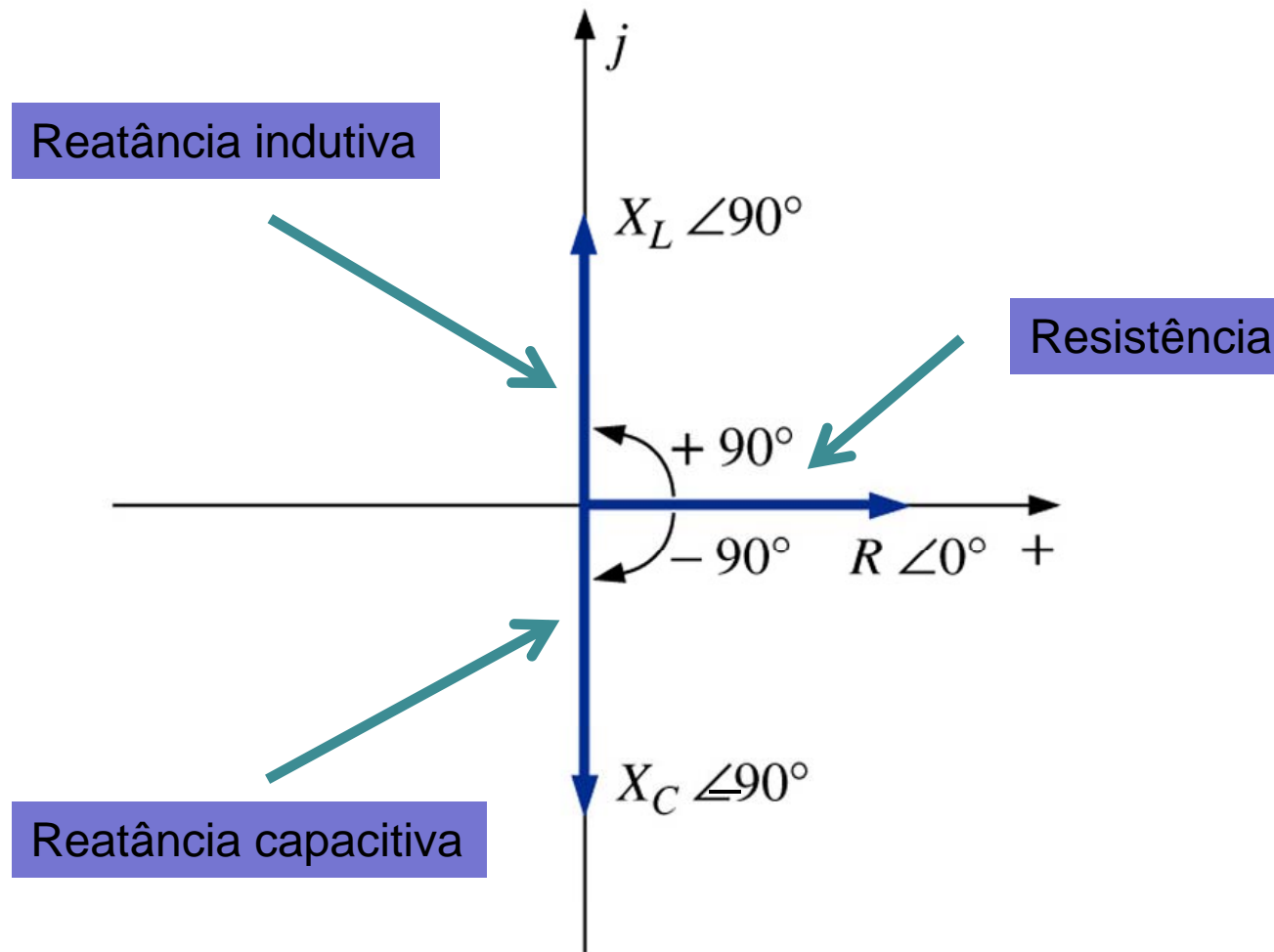


Diagrama de impedâncias

Para qualquer configuração (série, paralelo ou mista), o ângulo associado à impedância total é igual ao ângulo de fase da tensão aplicada em relação à corrente da fonte. Para circuitos indutivos, θ_T é positivo, enquanto para circuitos capacitivos ele é negativo.

