

## **Curso Técnico em Eletrotécnica**

# **Circuitos CA com Impedâncias em Paralelo**

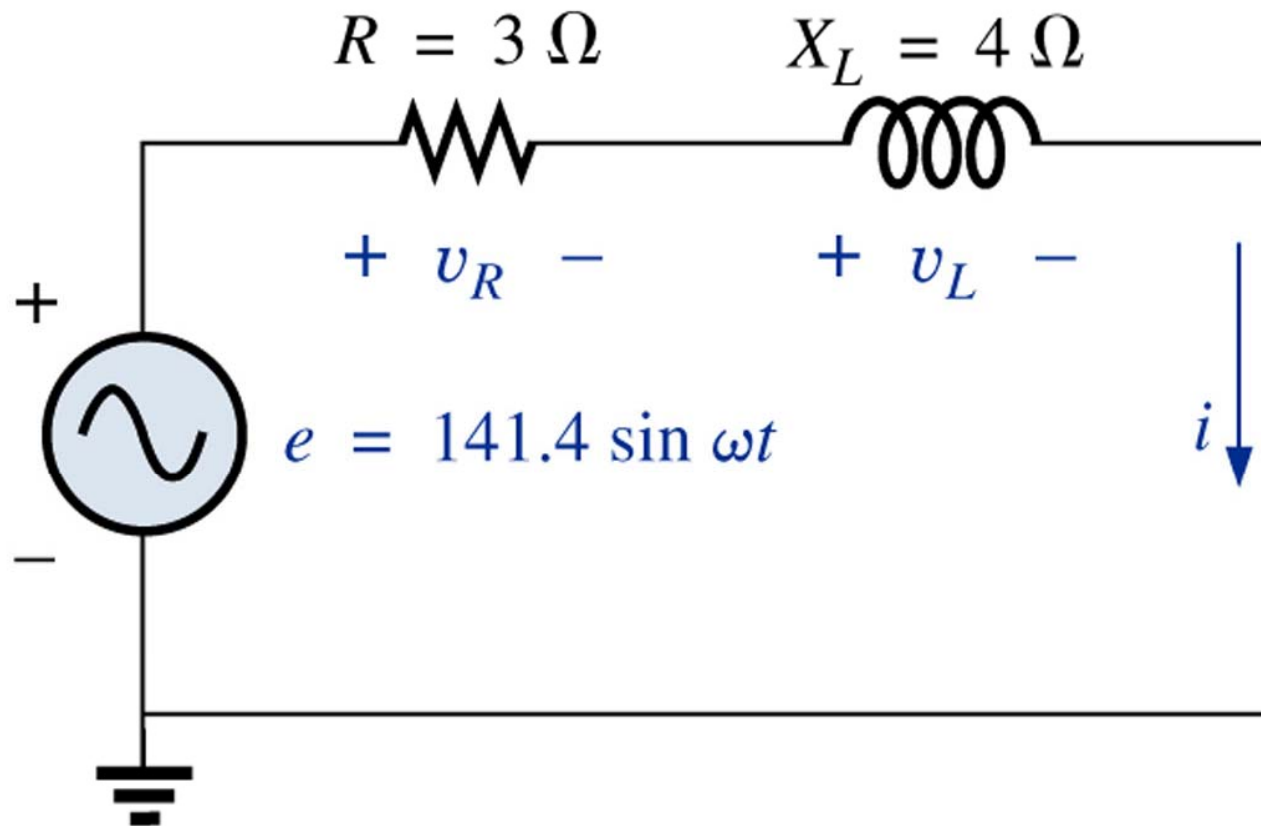
### **Circuitos de CA em Série e em Paralelo**

1. Revisão;
2. Circuitos de impedâncias em paralelo.

## **Vitória-ES**

## Configuração série de impedâncias

Considere o circuito abaixo:



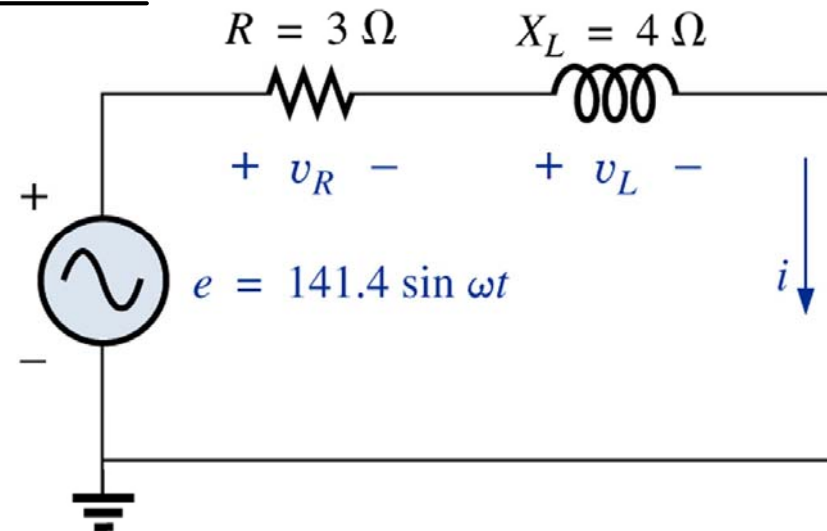
## Configuração série de impedâncias

A impedância total será:

$$Z_T = Z_1 + Z_2$$

$$Z_T = 3\angle 0^\circ + 4\angle 90^\circ = 5\angle 53,13^\circ \Omega \quad \text{ou} \quad Z_T = 3 + j4 \Omega$$

$$I = \frac{E}{Z_T} = \frac{100\angle 0^\circ}{5\angle 53,13^\circ} = 20\angle -53,13^\circ \text{ A}$$

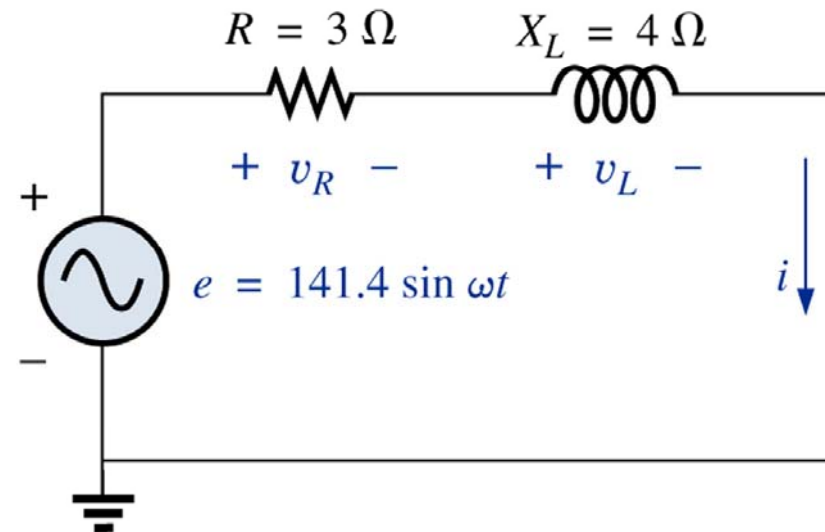
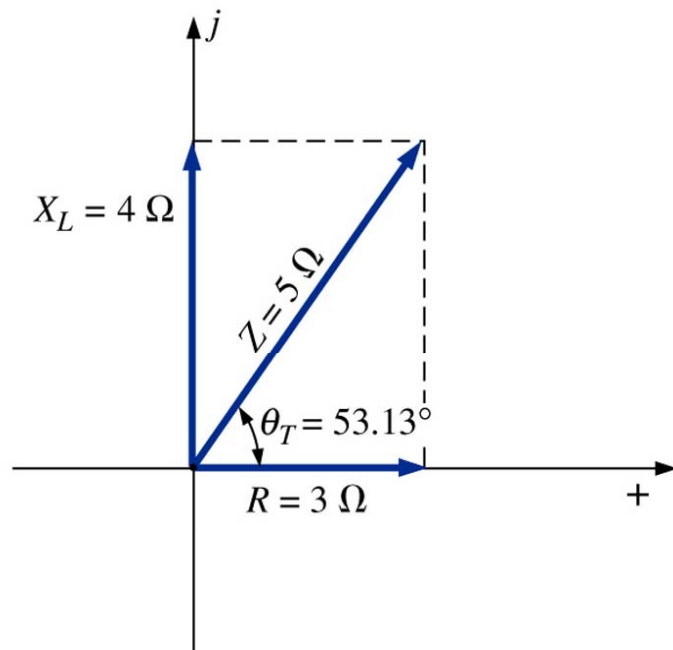


## Configuração série de impedâncias

Tensão sobre os elementos:

$$V_R = Z_R \cdot I = 3 \angle 0^\circ \cdot 20 \angle -53,13^\circ = 60 \angle -53,13^\circ \text{ V}$$

$$V_L = Z_L \cdot I = 4 \angle 90^\circ \cdot 20 \angle -53,13^\circ = 80 \angle 36,87^\circ \text{ V}$$



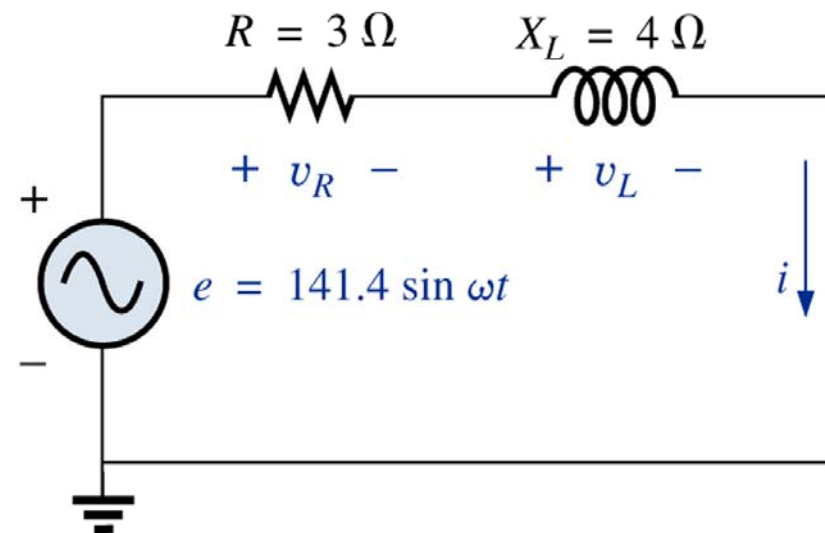
## Configuração série de impedâncias

Potência média:

$$P_T = E \cdot I \cdot \cos(\theta_T) = 100 \cdot 20 \cdot \cos(53,13^\circ) = 1200 \text{ W}$$

$$P_R = V_R \cdot I \cdot \cos(\theta_R) = 60 \cdot 20 \cdot \cos(0^\circ) = 1200 \text{ W}$$

$$P_L = V_L \cdot I \cdot \cos(\theta_L) = 80 \cdot 20 \cdot \cos(90^\circ) = 0 \text{ W}$$



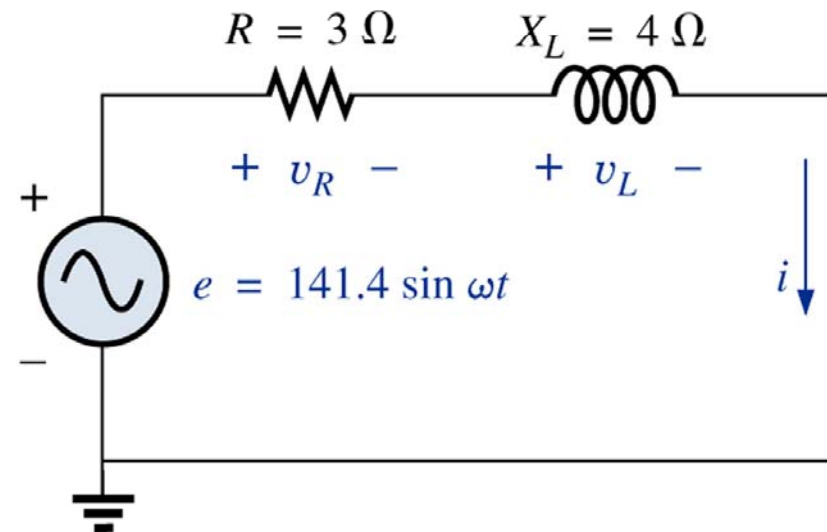
## Configuração série de impedâncias

Fator de potência:

$$P_T = E \cdot I \cdot \cos(\theta_T) \quad \therefore \cos(\theta_T) = \frac{P_T}{E \cdot I}$$

$$\cos(\theta_T) = \frac{P_T}{E \cdot I} = \frac{R \cdot I^2}{E \cdot I} = \frac{R \cdot I}{E} = \frac{R}{E/I} = \frac{R}{Z_T}$$

$$FP = \cos(\theta_T) = \frac{R}{Z_T}$$



## Admitância e susceptância

Condutância nos circuitos CC:

$$G = \frac{1}{R}$$

Condutância: inverso da resistência.

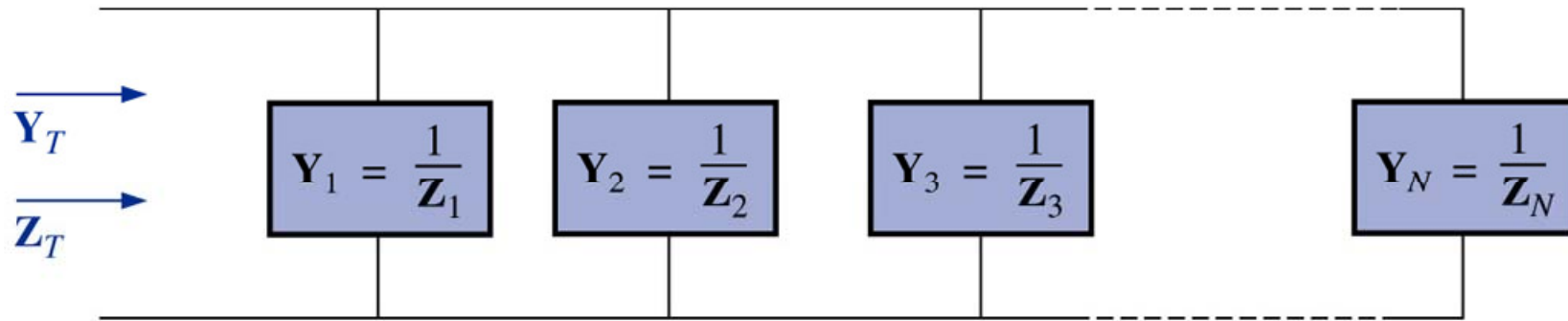
Admitância nos circuitos CA:

Unidade de medida siemens, S.

$$Y = \frac{1}{Z}$$

Admitância: inverso da impedância.

## Configuração em paralelo de admitâncias



$$Y_T = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_N$$

$$Z = \frac{1}{Y}$$

$$\frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \dots + \frac{1}{Z_N}$$



## Admitância e susceptância

Para um resistor:

$$Y_R = \frac{1}{Z_R} = \frac{1}{R|0^\circ} = G|0^\circ$$

Condutância: inverso da resistência.

Para um indutor:

$$Y_L = \frac{1}{Z_L} = \frac{1}{X_L|90^\circ} = \frac{1}{X_L}|-90^\circ$$

Susceptância: inverso da reatância.

$$B_L = \frac{1}{X_L} \quad (\text{siemens, S})$$

$$Y_L = B_L|-90^\circ$$

## Admitância e susceptância

Para um capacitor:

$$Y_C = \frac{1}{Z_C} = \frac{1}{X_C \angle -90^\circ} = \frac{1}{X_C} \angle 90^\circ$$

Susceptância: inverso da reatância.

$$B_C = \frac{1}{X_C} \quad (\text{siemens, S})$$

$$Y_C = B_C \angle 90^\circ$$

# Diagrama de admitâncias

Diagrama de impedâncias

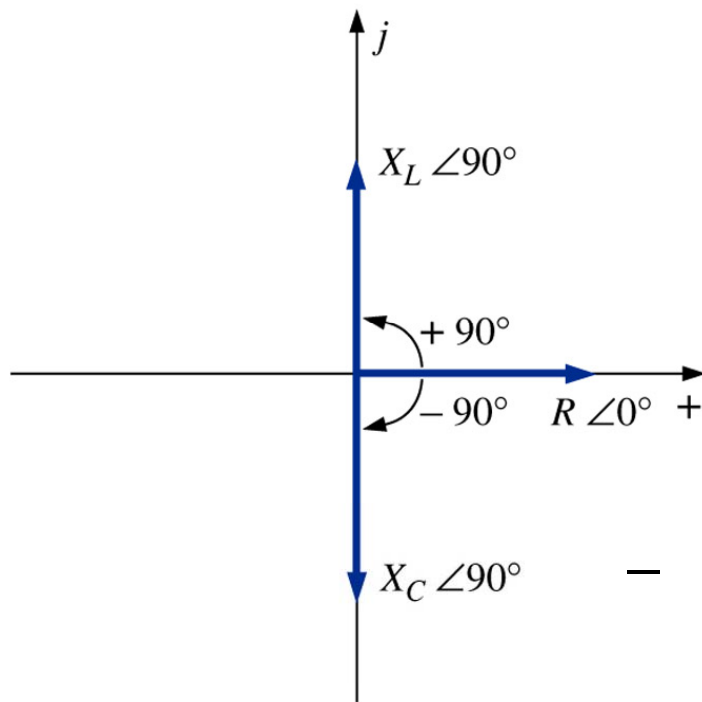
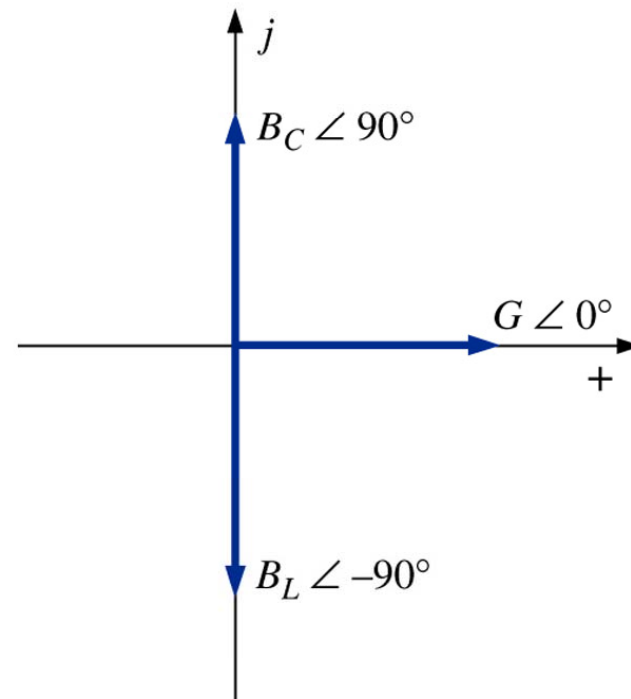
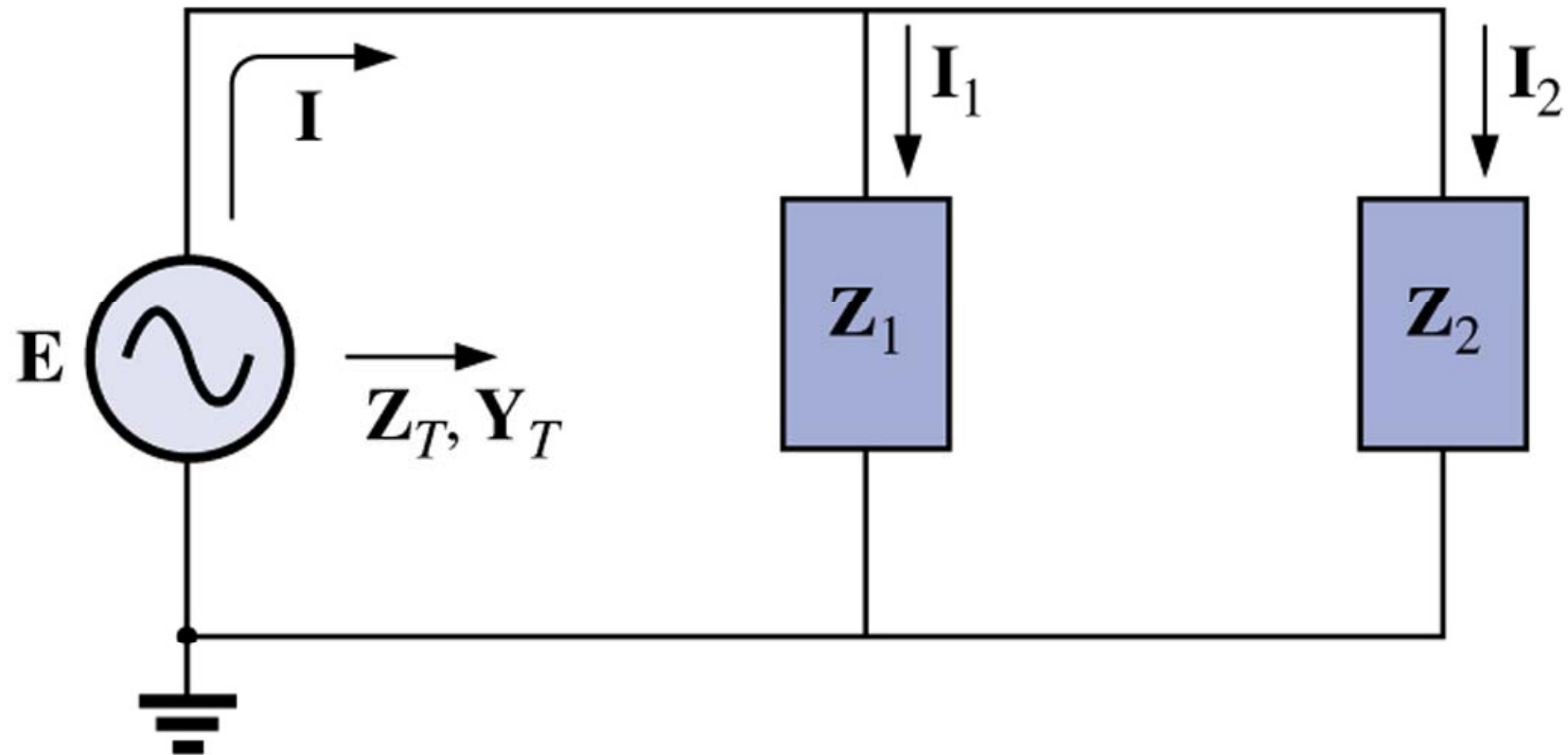


Diagrama de admitâncias



## Circuitos CA em paralelo

Considere o circuito:



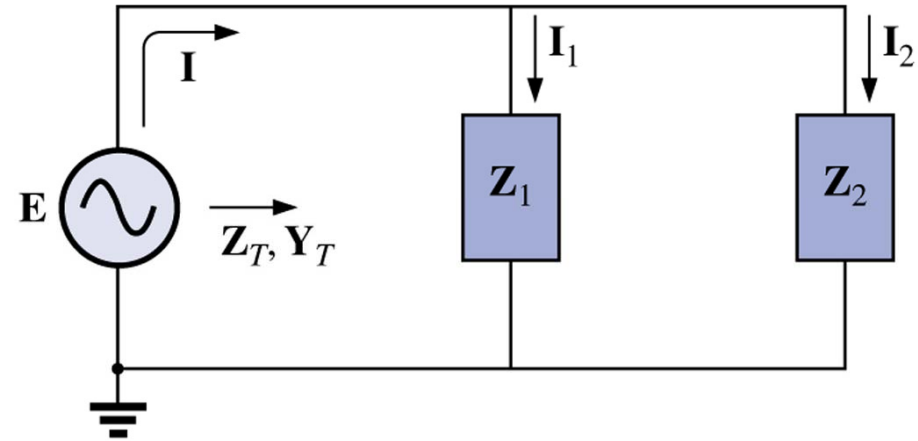
## Circuitos CA em paralelo

As correntes serão:

$$I = \frac{E}{Z_T} = E \cdot Y_T$$

$$I_1 = \frac{E}{Z_1} = E \cdot Y_1$$

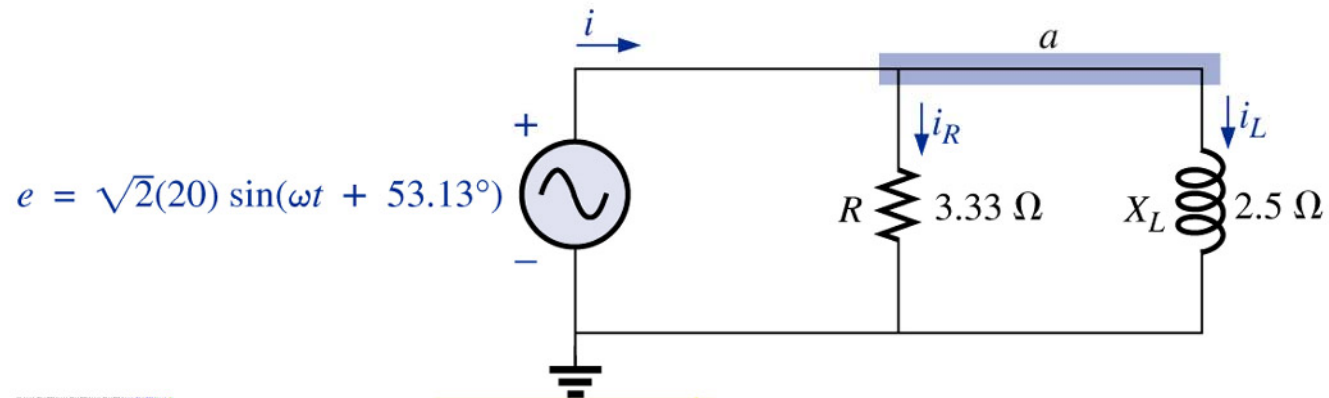
$$I_2 = \frac{E}{Z_2} = E \cdot Y_2$$



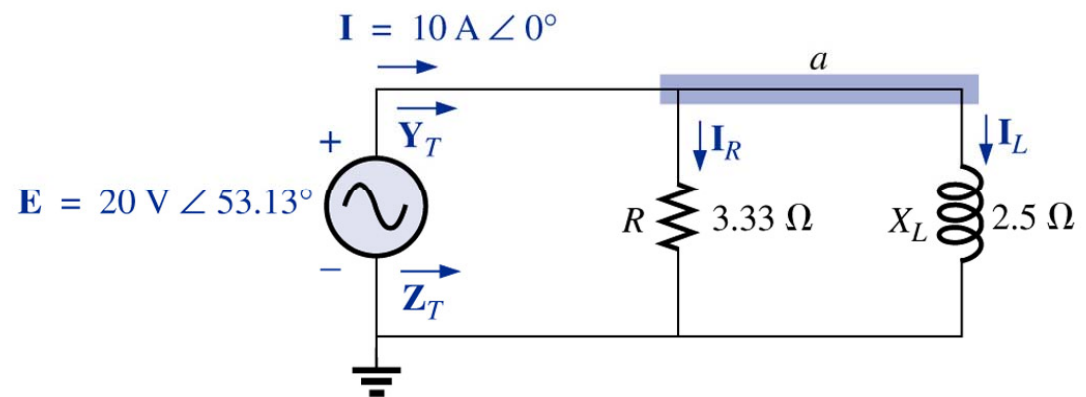
$$I_T = I_1 + I_2$$

## Circuitos CA em paralelo

Considere os circuitos:



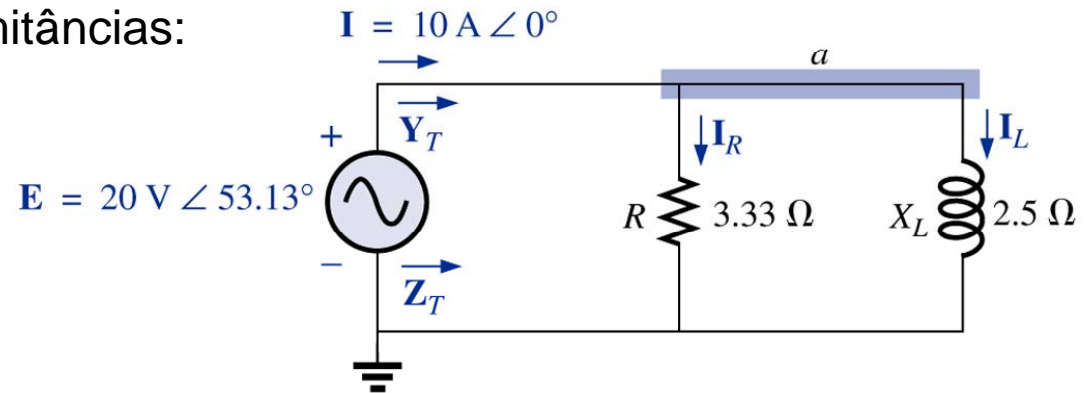
Usando notação fasorial:



## Circuitos CA em paralelo

Resolvendo com o uso de admitâncias:

$$Y_T = Y_R + Y_L$$



$$Y_R = G \angle 0^\circ = \frac{1}{3,3} \angle 0^\circ = 0,3 \angle 0^\circ \text{ S}$$

$$Y_L = B_L \angle -90^\circ = \frac{1}{2,5} \angle -90^\circ = 0,4 \angle -90^\circ \text{ S}$$

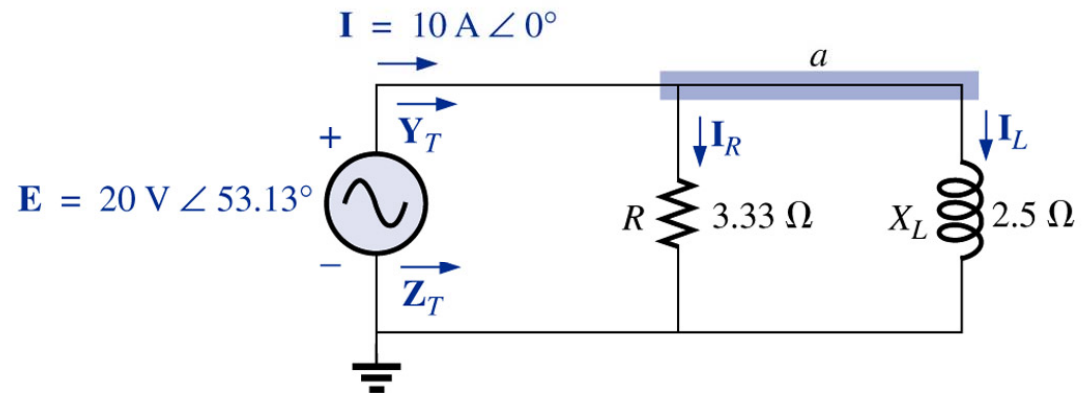
$$Y_T = Y_R + Y_L = 0,5 \angle -53,13^\circ \text{ S}$$

## Circuitos CA em paralelo

Resolvendo com o uso de admitâncias:

$$Z_R = \frac{1}{Y_T} = \frac{1}{0,5 \angle -53,13^\circ} = 2 \angle 53,13^\circ \Omega$$

$$I = \frac{E}{Z_T} = E \cdot Y_T = 20 \angle 53,13^\circ \cdot 0,5 \angle -53,13^\circ = 10 \angle 0^\circ A$$



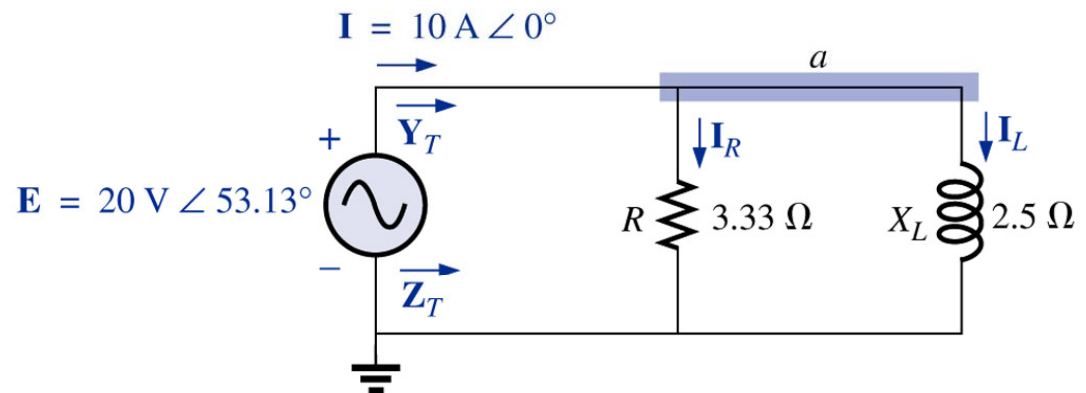


## Circuitos CA em paralelo

Resolvendo normalmente:

$$Z_T = \frac{Z_R \cdot Z_L}{Z_R + Z_L} = \frac{3,33 \cdot 2,5 \angle 90^\circ}{3,3 + 2,5 \angle 90^\circ} = 2 \angle 53,13^\circ \Omega$$

$$I_T = \frac{E}{Z_T} = \frac{20 \angle 53,13^\circ}{2 \angle 53,13^\circ} = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$



## Circuitos CA em paralelo

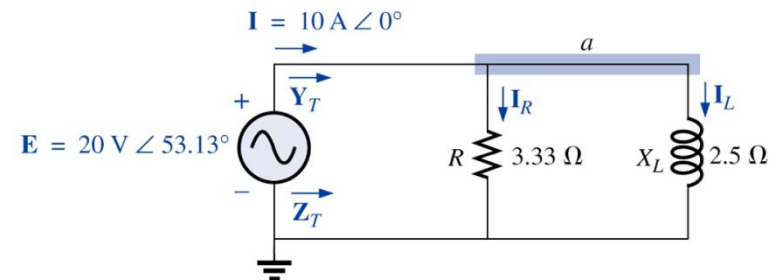
Resolvendo normalmente:

$$I_R = \frac{E}{Z_R} = \frac{20 \angle 53,13^\circ}{3,3 \angle 0^\circ} = 6,06 \angle 53,13^\circ \text{ A}$$

$$I_L = \frac{E}{Z_L} = \frac{20 \angle 53,13^\circ}{2,5 \angle 90^\circ} = 8 \angle -36,87^\circ \text{ A}$$

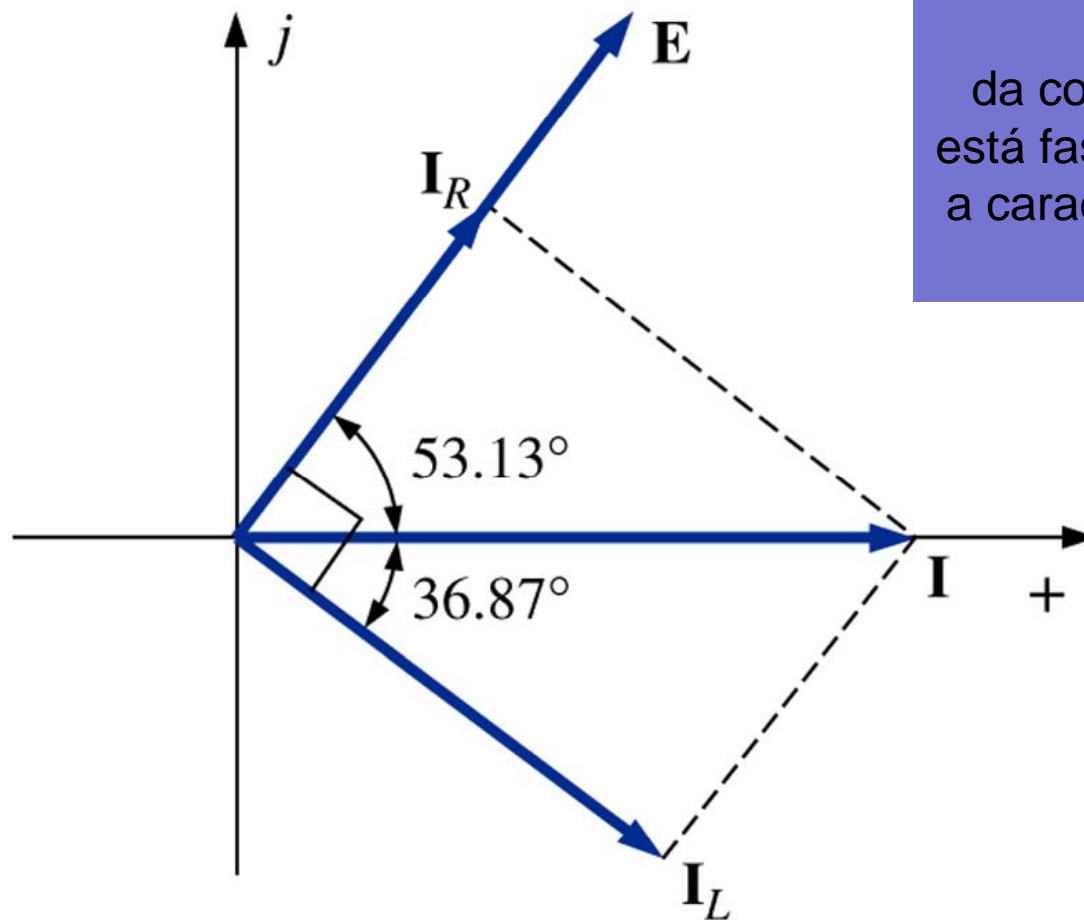
$$I_T = I_R + I_L = 6,06 \angle 53,13^\circ + 8 \angle -36,87^\circ$$

$$I_T = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$



## Circuitos CA em paralelo

Diagrama de fasores:

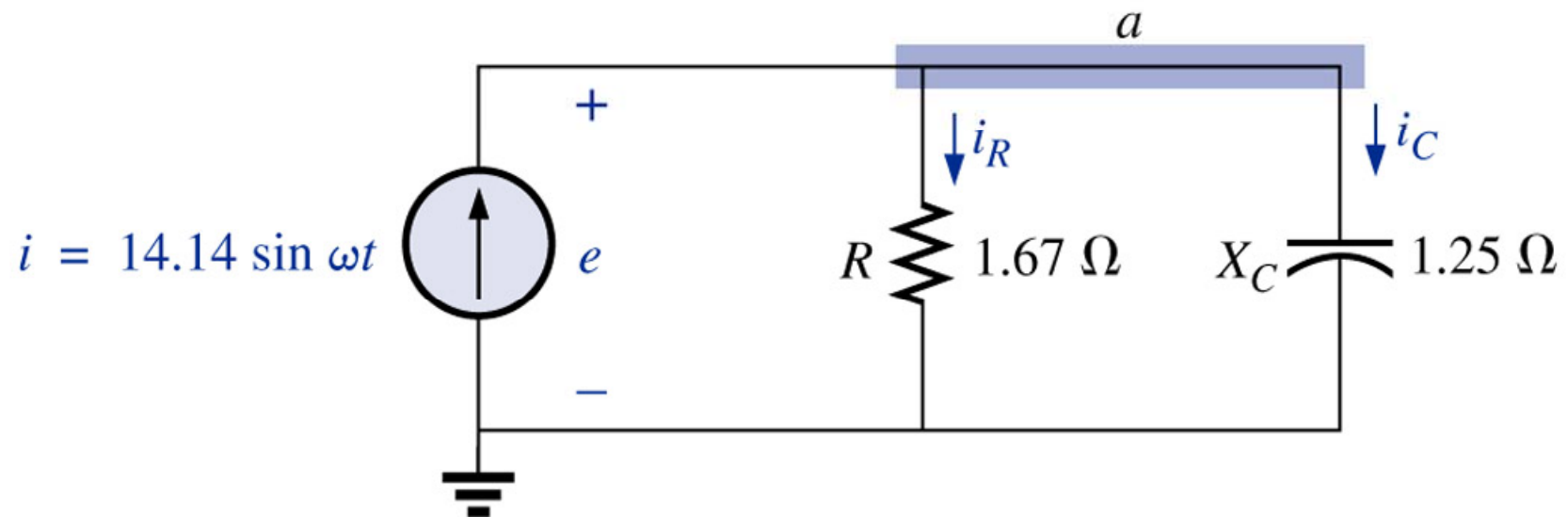


Importante:

Apesar do ângulo da corrente ser zero, esta não está fase com a tensão, portanto, a característica do circuito não é resistiva pura.

## Circuitos CA em paralelo

Considere o circuito:



Determine as correntes em cada elemento aplicando a regra do divisor de corrente e usando software Mathcad.

## Circuitos CA em paralelo

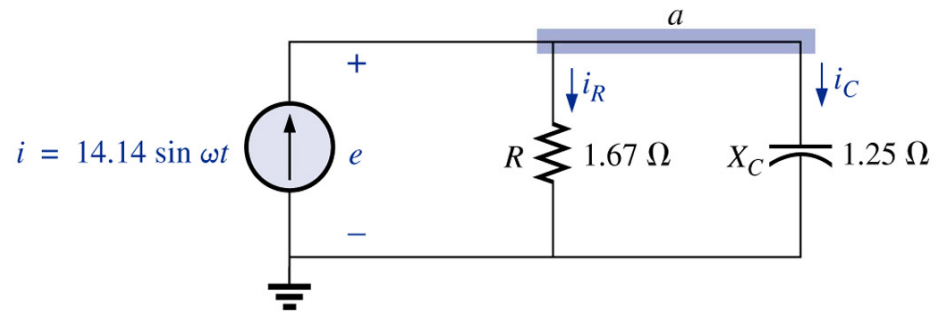
Escrevendo os fasores:

$$I = \frac{14,14}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$

$$I = 10 + j0 \text{ A}$$

$$Z_R = 1,67 \angle 0^\circ = 1,67 + j0 \Omega$$

$$Z_C = 1,25 \angle -90^\circ = -j1,25 \Omega$$



The screenshot shows the Mathcad software interface with the following calculations:

- $j := \sqrt{-1}$
- $I := 10$
- $Z_R(j) := 1.67$
- $Z_C(j) := -j1.25$
- $I_R(j) := \frac{I(j) \cdot Z_C(j)}{Z_R(j) + Z_C(j)}$
- $I_R := 3.591 - 4.797i$
- $I_{Rmod} := |I_R(j)|$       $I_{Rang} := \arg(I_R(j)) \cdot \frac{180}{\pi}$
- $I_{Rmod} = 5.992$       $I_{Rang} = -53.185$
- $I_C(j) := \frac{I(j) \cdot Z_R(j)}{Z_R(j) + Z_C(j)}$
- $I_C := 6.409 + 4.797i$
- $I_{Cmod} := |I_C(j)|$       $I_{Cang} := \arg(I_C(j)) \cdot \frac{180}{\pi}$

On the right side of the window, there are several utility panels: Calculator, Calculus, Graph, Evaluation, Boolean, Matrix, and Greek.

## Circuitos CA em paralelo

Para o circuito abaixo, determine todas as correntes:

