



# TRANSFORMADORES

## Exercícios

# Exemplo

■ Vamos a um exemplo numérico:

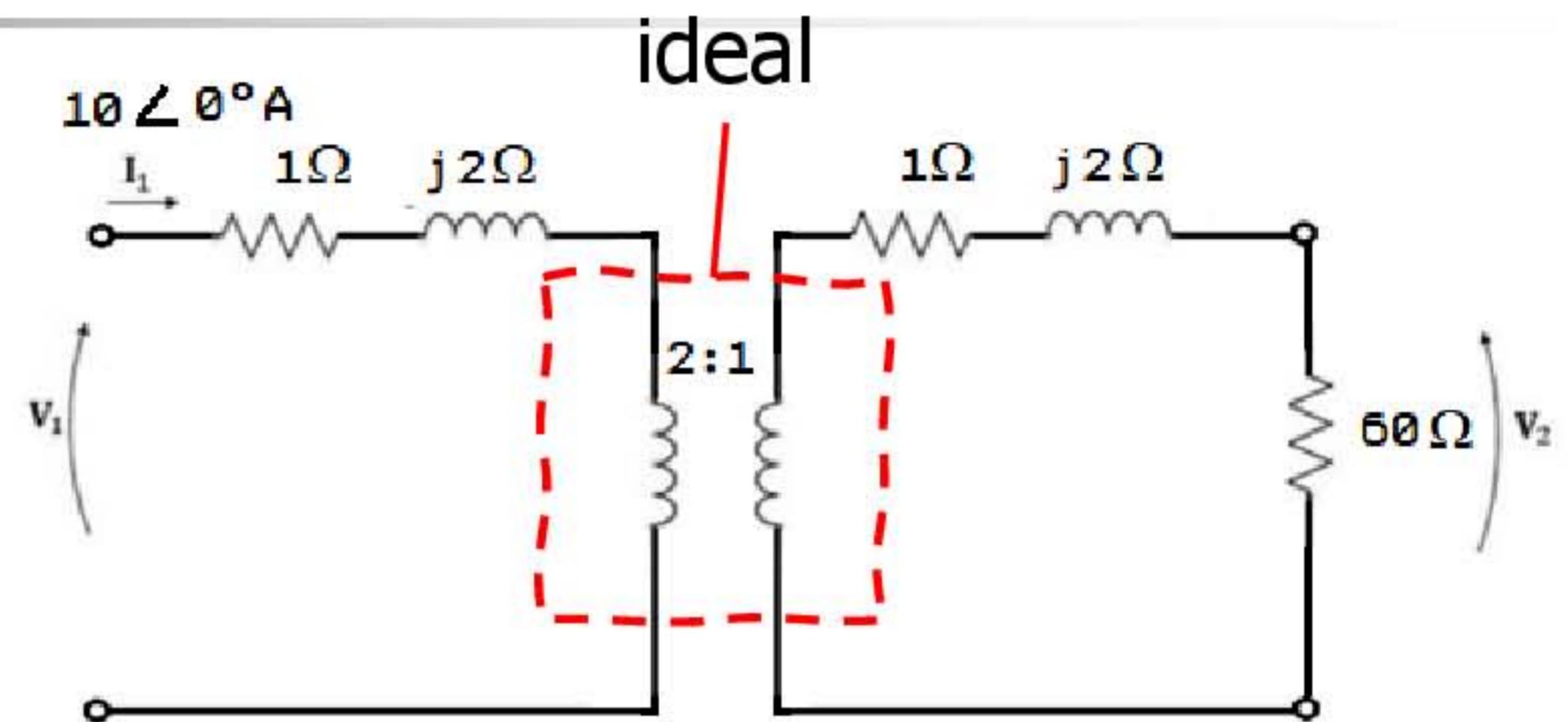
1. Trafo 2:1 60 Hz
2.  $R_1 = 1 \Omega$   $X_1 = 2 \Omega$
3.  $R_2 = 1 \Omega$   $X_2 = 2 \Omega$

Dado  $i_1 = 10 \angle 0^\circ$  Calcule:

- a) Tensão no primário
- b) Tensão no 2<sup>º</sup>ário com carga  $Z = 60 \Omega$

Começamos calculando  $R'_2$ ,  $X'_2$  e  $Z'_2$  redesenhando o modelo com as características apresentadas.

$$a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{2x}{x} = 2$$

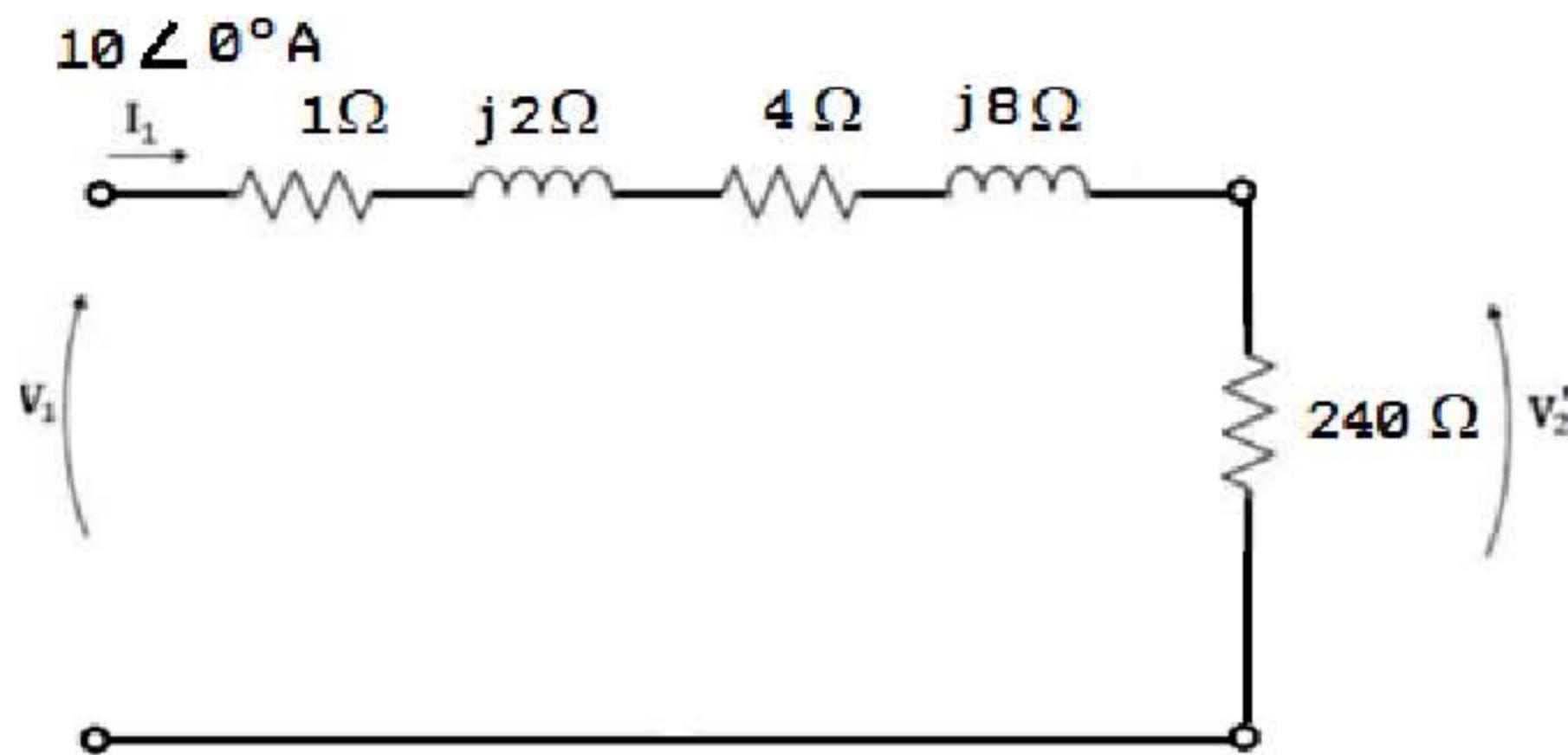


$$Z'_2 = (2)^2 \times 60 = 240 \Omega$$

$$X'_2 = (2)^2 \times j2 = j8 \Omega$$

$$R'_2 = (2)^2 \times 1 = 4 \Omega$$

## Secundário com carga



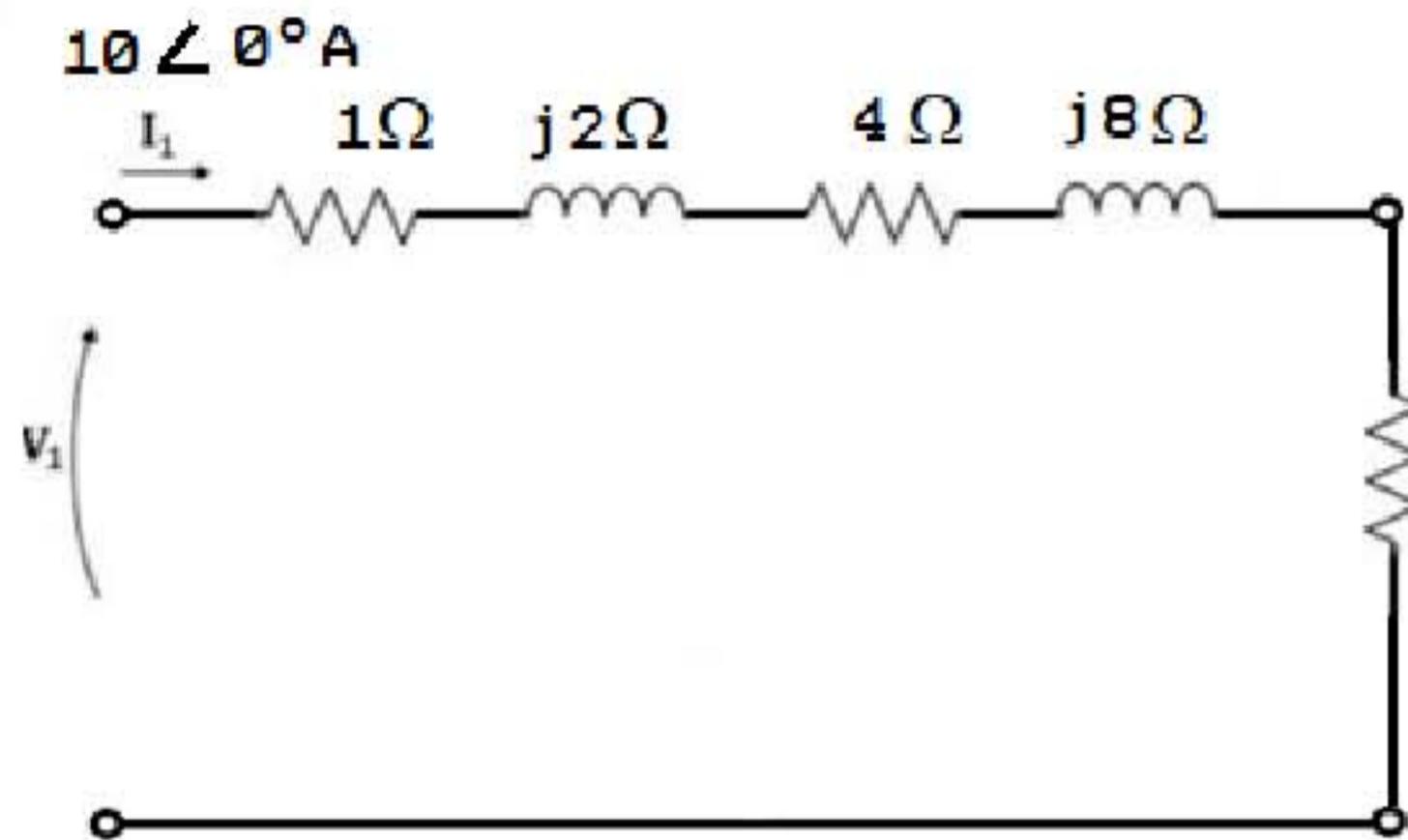
Uma vez calculadas as reflexões, o que temos é:

$$Z_{eq} = 245 + j10 \text{ ou } 245.203997 \angle 2.337306^\circ$$

$$V_1 = Z_{eq} \times i_1 = 245.203997 \angle 2.337306^\circ \times 10 \angle 0^\circ$$

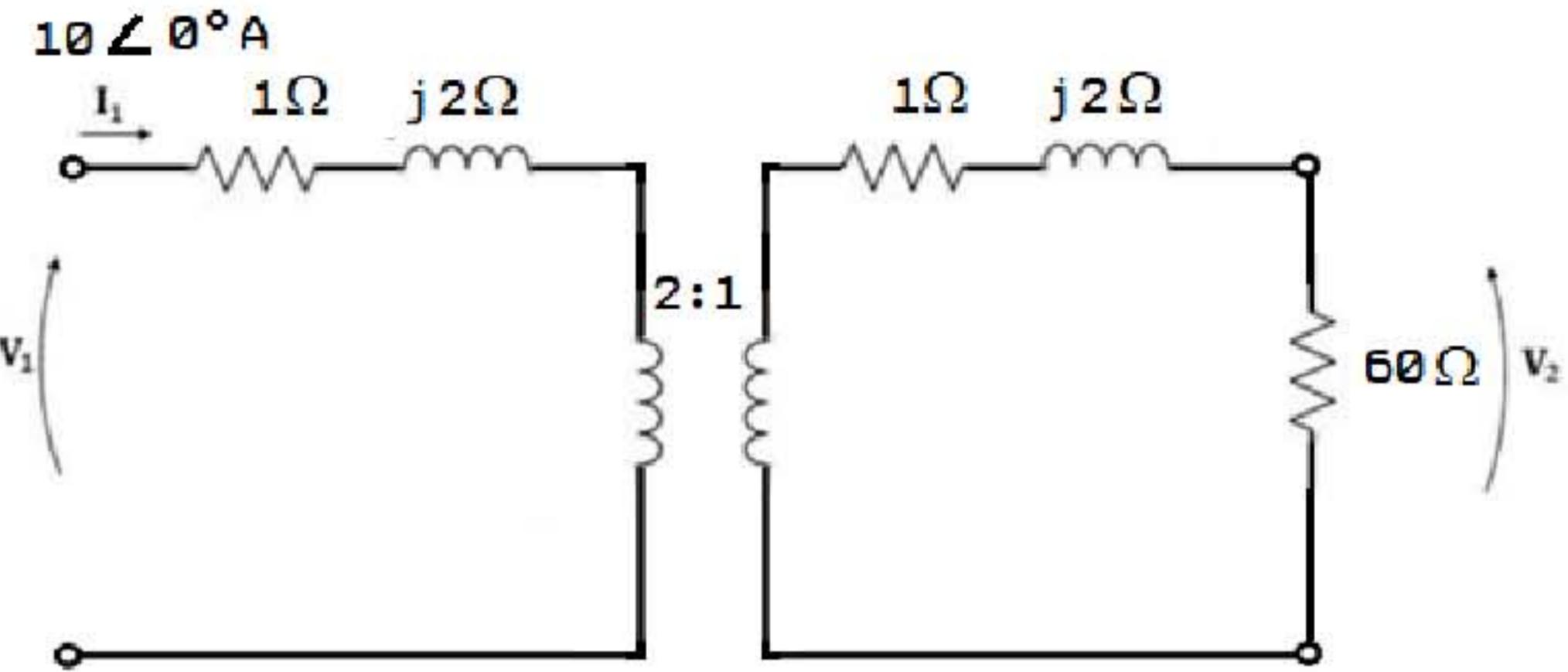
$$V_1 = 2452.04 \angle 2.337^\circ \text{ V ou } 2450 + j100 \text{ V}$$

# Cálculo de $V_2$ e $i_2$



$$V'_2 = 240 \times i_1 = 240 \times 10 \angle 0^\circ$$

$$V'_2 = 2400 \angle 0^\circ V$$

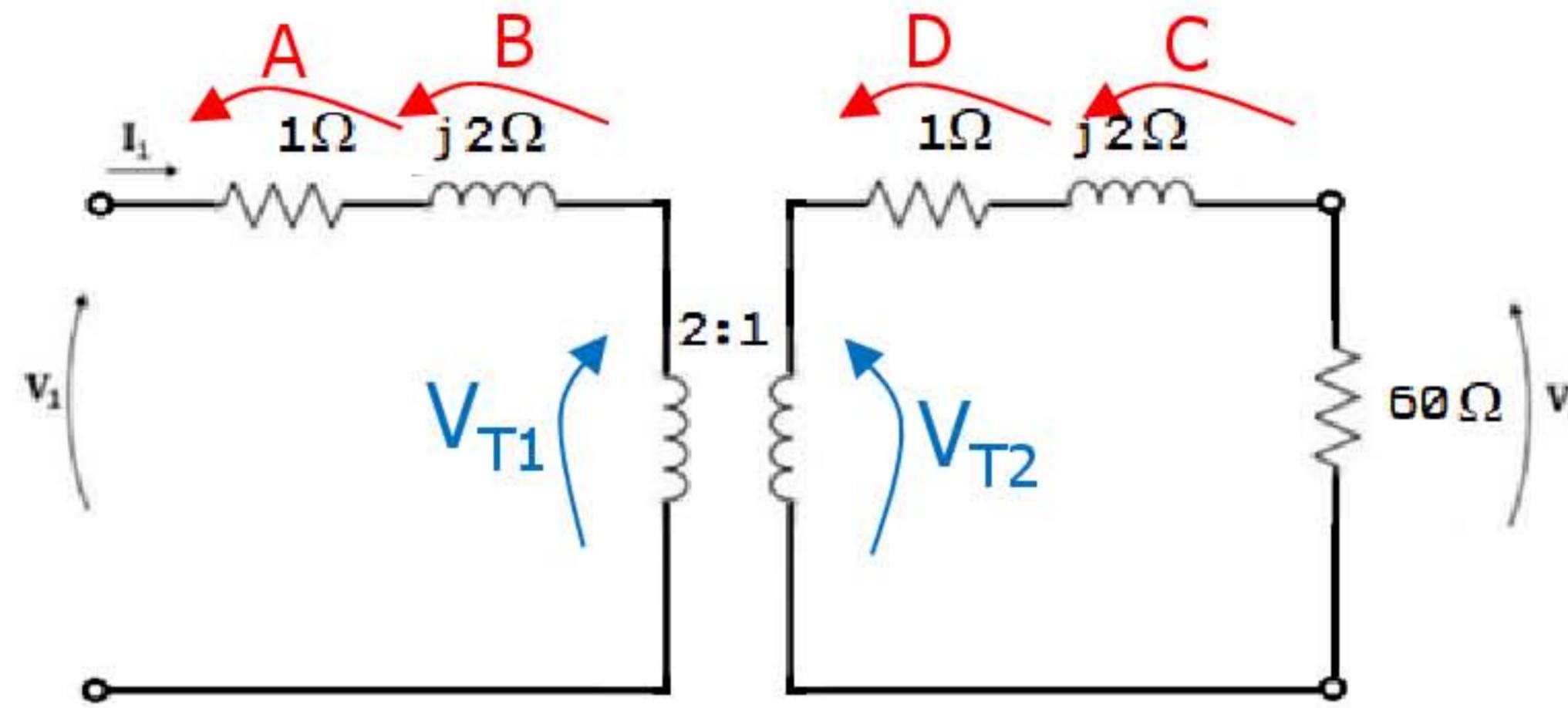


Uma vez calculadas as reflexões, precisamos fazer o cálculo reverso:

$$i_2 = a \times i'_2 = 2 \times 10 \angle 0^\circ = 20 \angle 0^\circ A$$

$$V_2 = \frac{2400 \angle 0^\circ}{a} = \frac{2400 \angle 0^\circ}{2} = 1200 \angle 0^\circ$$

# Calculando



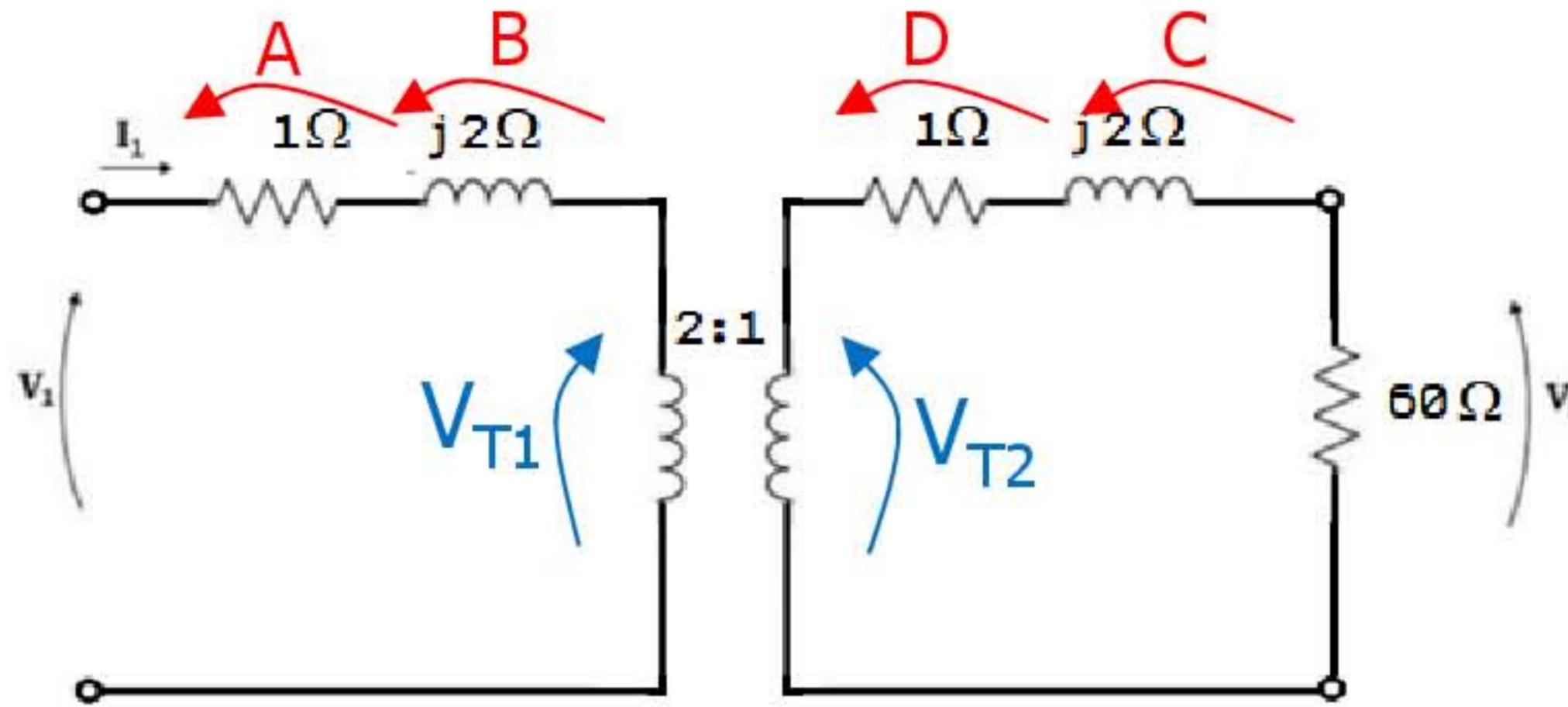
$$V_A = i_1 \times 1 = 10 \angle 0^\circ \times 1 = 10 \angle 0^\circ V \text{ ou } 10 V$$

$$V_B = i_1 \times j2 = 10 \angle 0^\circ \times 2 \angle 90^\circ = 20 \angle 90^\circ V \text{ ou } j20 V$$

$$V_D = i_2 \times 1 = 20 \angle 0^\circ \times 1 = 20 \angle 0^\circ V \text{ ou } 20 V$$

$$V_C = i_2 \times j2 = 20 \angle 0^\circ \times 2 \angle 90^\circ = 40 \angle 90^\circ V \text{ ou } j40 V$$

# Por Kirchhoff



$$V_{T1} = V_1 - V_A - V_B = 2450 + j100 - 10 - j20 = 2440 + j80 \text{ ou } 2440\angle1.88^\circ V$$

$$V_{T2} - V_D - V_C - V_2 = 0$$

$$V_{T2} = V_D + V_C + V_2$$

$$V_{T2} = 20 + j40 + 1200$$

$$V_{T2} = 1220 + j40 = 1220\angle1.88^\circ$$

$$V_{T1} = 2440\angle1.88^\circ V$$

# Considerações

■ Vamos a alguns cálculos adicionais:

Se  $X_1 = 2 \Omega$  e  $X'_2 = 8 \Omega$

$$X_L = 2\pi f L \Rightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f}$$

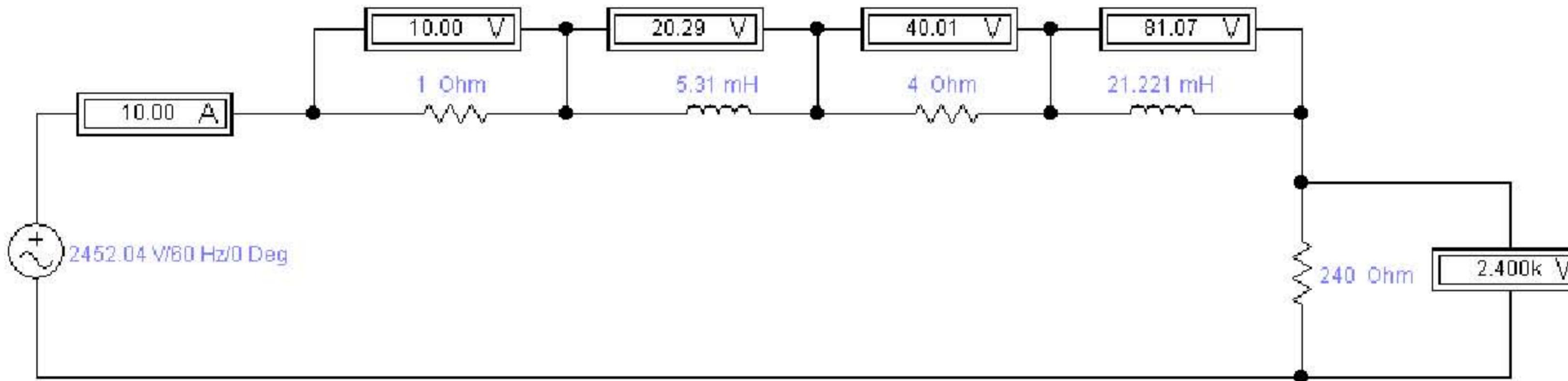
$$X_1 = 2\pi f L_1 \Rightarrow L_1 = \frac{2}{2 \times \pi \times 60}$$

$$L_1 = 5.31 \text{ mH}$$

$$L_2 = \frac{8}{2 \times \pi \times 60} = 21.221 \text{ mH}$$



# Adicionado no simulador EWB



Do simulador:

$$V_A = 10 \text{ V}$$

$$V_B = 20.29 \text{ V}$$

$$V'_2 = 2400 \text{ V}$$

$$i_1 = 10 \text{ A}$$



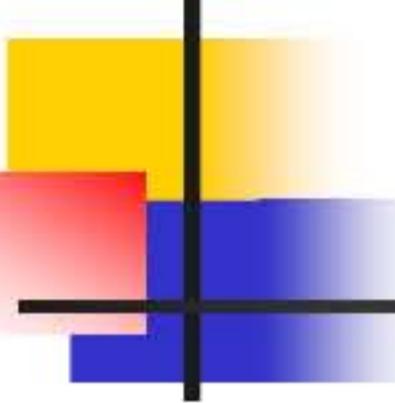
Calculados:

$$V_A = 10 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$V_B = 20 \angle 90^\circ \text{ V}$$

$$V'_2 = 2400 \angle 0^\circ \text{ V}$$

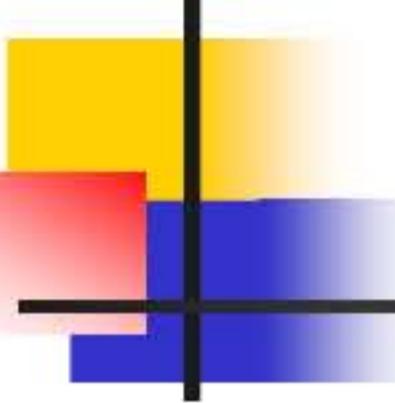
$$i_1 = 10 \angle 0^\circ \text{ A}$$



## Exercícios

---

1. Calcule a corrente do primário e do secundário com o secundário em curto-circuito
2. Calcule a tensão do secundário com o secundário aberto



## Exercícios

3. Um transformador ideal (Sem perdas no núcleo) tem 500 espiras no primário e 200 espiras no secundário e alimenta uma carga resistiva de  $120 \Omega$ . O primário é alimentado por uma fonte de tensão senoidal em 50 Hz  $V(t) = 1500 \cos(\omega t)$  V.

**Dados:**

$$R_1 = 1200 \Omega, \quad X_1 = 700 \Omega$$

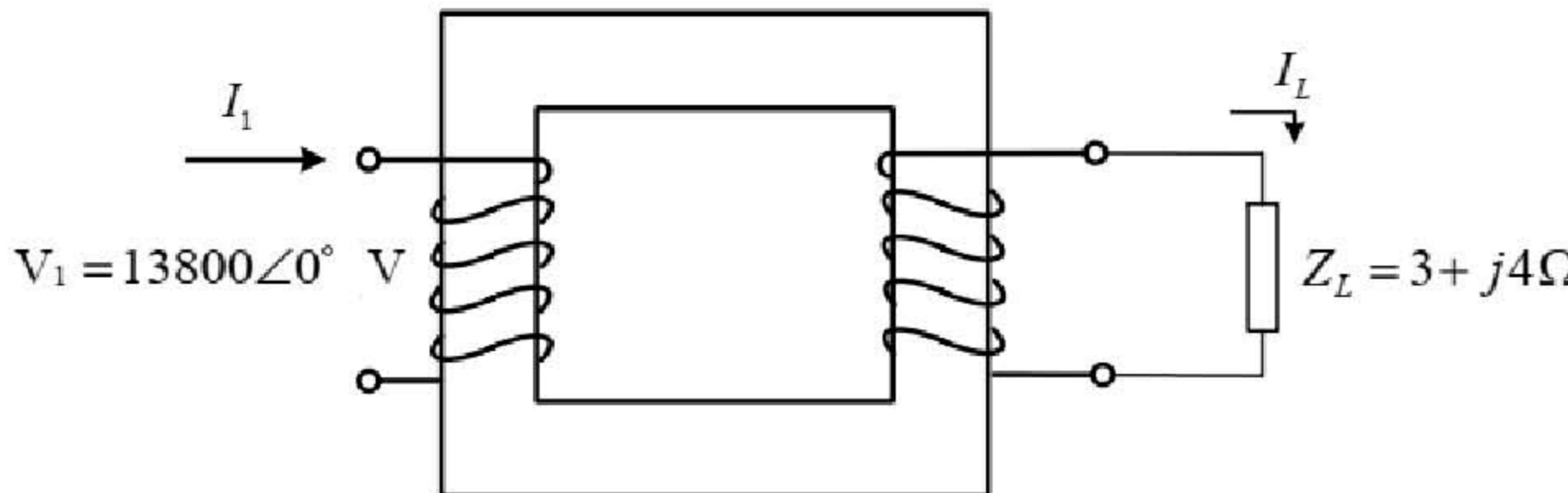
$$R_2 = 800 \Omega, \quad X_2 = 900 \Omega$$

**Determine:**

- A tensão no secundário
- A corrente na carga do secundário
- A corrente no primário
- A potência consumida pela carga do secundário

## Exercícios

4. Um transformador monofásico de distribuição ideal de 13800/440 (V) alimenta uma carga indutiva cuja impedância é dada por:  $Z_L = 3+j4 \Omega$  conectada no lado da BT (baixa tensão). Determine:
- A corrente na carga quando o primário é alimentado por tensão nominal;
  - A corrente no primário;
  - A impedância "vista" pela rede;
  - A potência aparente consumida pela carga.



Potência ativa consumida pela carga:

$$P_L = V_2 I_L \cos \varphi$$



Muito obrigado!  
Até breve!