

Disciplina: **Análise de Circuitos II**

Professor **Alexandre Moreira**

Aluno: _____

ANÁLISE DE MALHAS

Consiste na aplicação da **lei das tensões de Kirchhoff** às malhas (ou qualquer percurso fechado) do circuito. O resultado dessa aplicação é expresso em termos de **correntes de malha**. (Este método, também é chamado de método das correntes fictícias de Maxwell). A análise de malhas só é aplicável às redes (circuitos) ditas planares. Um circuito é dito planar quando for possível desenhar o diagrama numa superfície plana, sem que haja cruzamento dos ramos.

PROCEDIMENTOS:

1. Identificar as malhas, arbitrar as correntes de malha ($i_1, i_2, \text{etc.}$) todas num mesmo sentido (horário ou anti-horário);
2. Estabelecer as equações de malha, mediante a aplicação da lei das tensões de Kirchhoff (KVL);
3. Montar um sistema de equações e resolve-lo para obter as correntes de malha;
4. Utilizar as correntes obtidas para calcular as grandezas desejadas.

Lei das correntes de Kirchhoff (KCL):

A soma algébrica das correntes num nó é zero.

ou

A soma das correntes que chegam a um nó é igual à soma das correntes que saem desse nó.

Lei das tensões de Kirchhoff (KVL):

A soma algébrica de todas as tensões num percurso fechado é zero.

Resolução por matrizes e determinantes

$$\begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix}$$

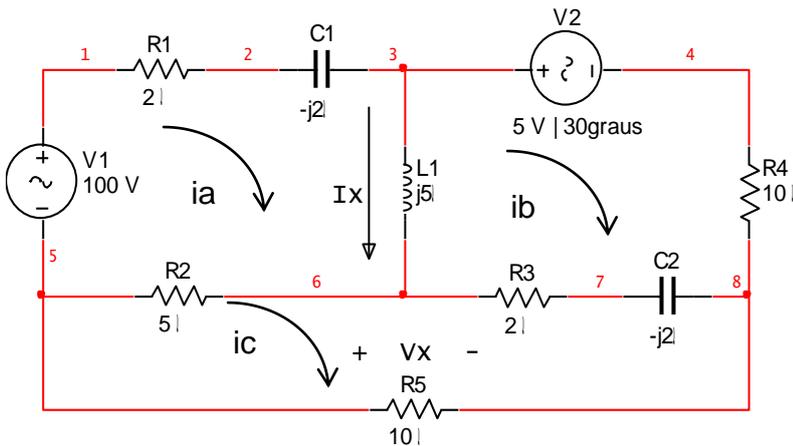
$$\boxed{I_a = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{\begin{bmatrix} V_1 & Z_{12} & Z_{13} \\ V_2 & Z_{22} & Z_{23} \\ V_3 & Z_{32} & Z_{33} \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} \end{bmatrix}}}$$

$$\boxed{I_b = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{\begin{bmatrix} Z_{11} & V_1 & Z_{13} \\ Z_{21} & V_2 & Z_{23} \\ Z_{31} & V_3 & Z_{33} \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} \end{bmatrix}}}$$

$$\boxed{I_c = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \text{idem aos anteriores}}$$

Vejam os um exemplo completo.

Seja o circuito elétrico abaixo. Utilizando o método Análise de Malhas, determine a intensidade de corrente I_x e a tensão V_x .



Malha 1

$$-100\angle 0 + 2i_a - j2i_a + j5(i_a - i_b) + 5(i_a - i_c) = 0$$

$$(7 + j3)i_a - j5i_b - 5i_c = 100\angle 0$$

Malha 2

$$5\angle 30 + 10i_b - j2(i_b - i_c) + 2(i_b - i_c) + j5(i_b - i_a) = 0$$

$$-j5i_a + (12 + j3)i_b - (2 - j2)i_c = -5\angle 30$$

Malha 3

$$5(i_c - i_a) + 2(i_c - i_b) - j2(i_c - i_b) + 10i_c = 0$$

$$-5i_a - (2 - j2)i_b + (17 - j2)i_c = 0$$

$$\begin{bmatrix} (7 + j3) & -j5 & -5 \\ -j5 & (12 + j3) & -(2 - j2) \\ -5 & -(2 - j2) & (17 - j2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 100\angle 0 \\ -5\angle 30 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$i_a = \frac{\Delta Z_a}{\Delta Z} = \frac{\begin{vmatrix} 100\angle 0 & -j5 & -5 \\ -5\angle 30 & (12 + j3) & -(2 - j2) \\ 0 & -(2 - j2) & (17 - j2) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} (7 + j3) & -j5 & -5 \\ -j5 & (12 + j3) & -(2 - j2) \\ -5 & -(2 - j2) & (17 - j2) \end{vmatrix}} = \frac{21335,79 / 8,43^\circ}{1533,55 / 25,06^\circ} = 13,91 / -16,63^\circ \text{ A}$$

$$i_b = \frac{\Delta Z_b}{\Delta Z} = \frac{\begin{vmatrix} (7 + j3) & 100\angle 0 & -5 \\ -j5 & -5\angle 30 & -(2 - j2) \\ -5 & 0 & (17 - j2) \end{vmatrix}}{1533,55 / 25,06^\circ} = \frac{7282,7 / 76,82^\circ}{1533,55 / 25,06^\circ} = 4,75 / 51,76^\circ \text{ A}$$

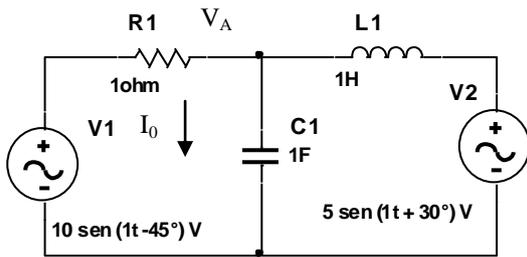
$$i_c = \frac{\Delta Z_c}{\Delta Z} = \frac{\begin{vmatrix} (7 + j3) & -j5 & 100\angle 0 \\ -j5 & (12 + j3) & -5\angle 30 \\ -5 & -(2 - j2) & 0 \end{vmatrix}}{1533,55 / 25,06^\circ} = \frac{7408,95 / 17,96^\circ}{1533,55 / 25,06^\circ} = 4,83 / -7,1^\circ \text{ A}$$

$$I_x = i_a - i_b = 13,91 / -16,63^\circ - 4,75 / 51,76^\circ = 13,33 - j3,98 - 2,94 - j3,73 = 10,39 - j7,71 \text{ A}$$

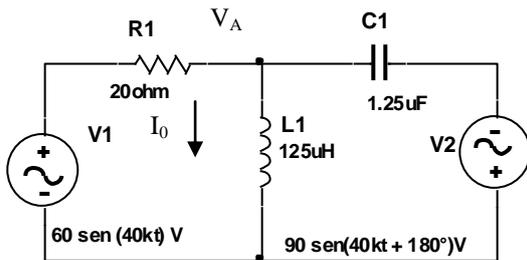
Exercícios:

1. Determine as correntes de malhas e a corrente e/ou tensão solicitada.

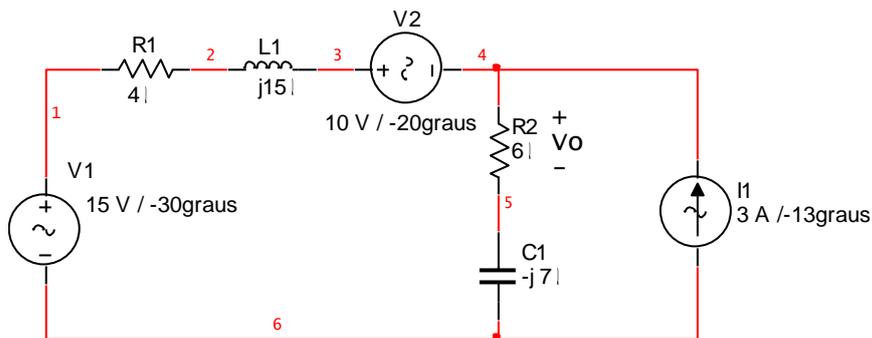
a.



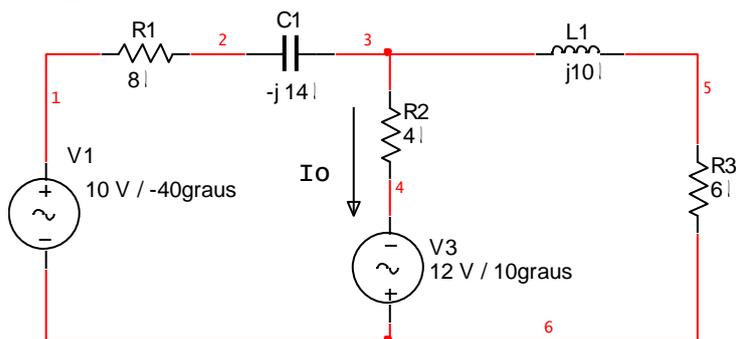
b.



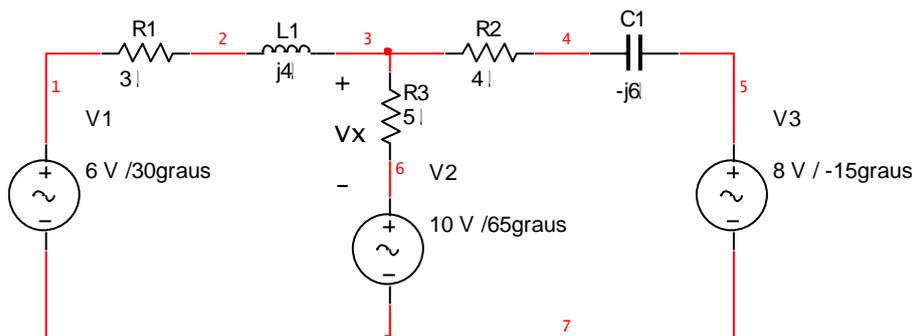
c.



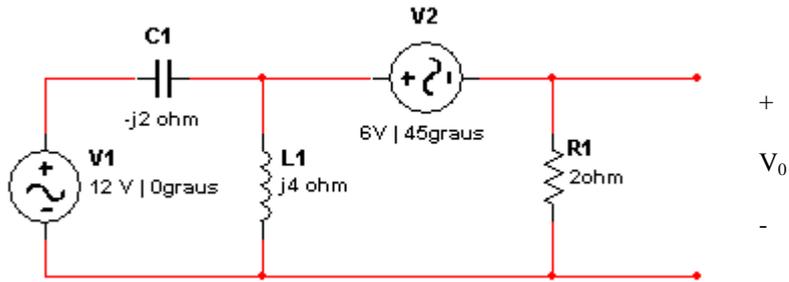
d.



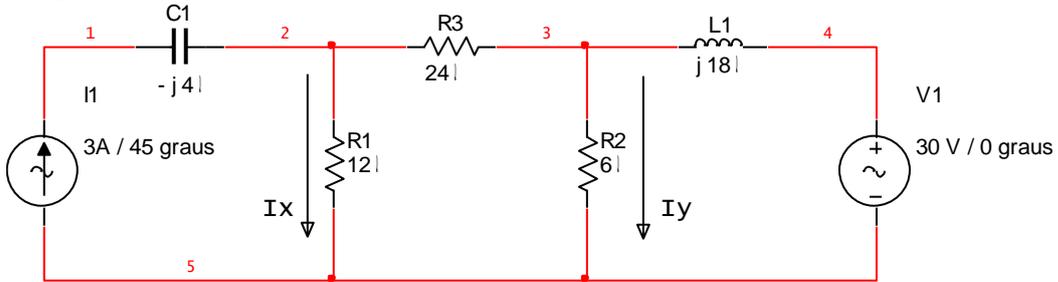
e.



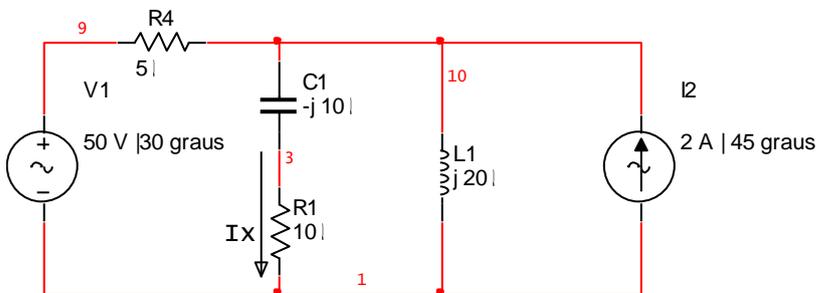
f.



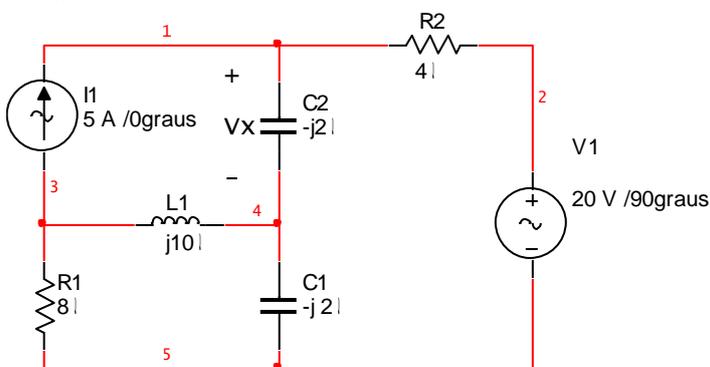
g.



h.



i.



j.

