



Circuitos Elétricos 1
Prof. Juliano Scholz Slongo
23/04/2025
Lista de Exercícios #1

Gabriel dos Santos Schmitz
(RA: 2487438)

1 Introdução

Esta lista de exercícios tem como objetivo reforçar os principais conceitos das leis fundamentais dos circuitos elétricos, como a *Lei de Ohm*, as *Leis de Kirchhoff* e os métodos sistemáticos de análise: *método nodal* e *método das malhas*.

Dado que essas leis básicas são frequentemente aplicadas na utilização dos métodos de análise, o foco da lista estará nestes últimos. Os exercícios propostos foram selecionados com base na obra de *Fundamentos de circuitos elétricos* [1], adotada como bibliografia no curso de Circuitos Elétricos 1 da UTFPR – Campus Toledo.

2 Exercícios

2.1 Análise Nodal

Relativo a análise nodal serão feitos os problemas: 3.2, 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.12, 3.14, 3.17, 3.18, 3.19, 3.20, 3.22, 3.24, 3.25, 3.26, 3.28, 3.30, 3.31, 3.32. Nesta ordem.

1. Para o circuito da Figura 1, obtenha v_1 e v_2 .

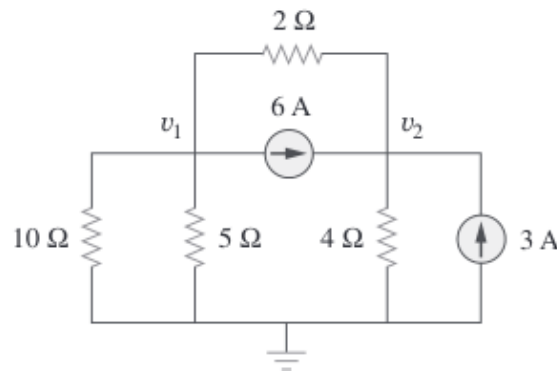


Fig. 1: Esquema para o Problema 1

Resposta:

Para v_1 :

$$\frac{v_1 - 0}{10} + \frac{v_1 - 0}{5} + 6 + \frac{v_1 - v_2}{2} = 0$$

$$\frac{v_1}{10} + \frac{v_1}{5} + \frac{v_1 - v_2}{2} + 6 = 0$$

Para v_2 :

$$-6 + \frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{v_2 - 0}{4} - 3 = 0$$

$$\frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{v_2}{4} - 9 = 0$$

$$\begin{cases} \frac{v_1}{10} + \frac{v_1}{5} + \frac{v_1 - v_2}{2} + 6 = 0 \\ \frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{v_2}{4} - 9 = 0 \end{cases}$$

$$v_1 = \boxed{-3 \text{ V}}$$

$$v_2 = \boxed{10 \text{ V}}$$

2. Determine as correntes I_1 a I_4 e a tensão v_0 no circuito da Figura 2.

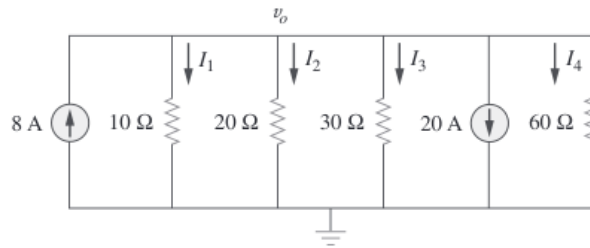


Fig. 2: Esquema para o Problema 2

Resposta:

Resistência Equivalente (Req):

$$\frac{1}{Req} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{6 + 3 + 2 + 1}{60}$$

$$\frac{1}{Req} = \frac{12}{60}$$

$$Req = \frac{60}{12}$$

$$Req = 5\Omega$$

Corrente Total (I_t):

$$I_t = 8 - 20$$

$$I_t = -12A$$

v_0 :

$$v_0 = I_t \cdot Req$$

$$v_0 = -12 \cdot 5$$

$$v_0 = \boxed{-60V}$$

$I_1 \dots I_4$:

$$I = \frac{R}{V}$$

$$\begin{cases} I_1 = \frac{-60}{10} = \boxed{-6A} \\ I_2 = \frac{-60}{20} = \boxed{-3A} \\ I_3 = \frac{-60}{30} = \boxed{-2A} \\ I_4 = \frac{-60}{60} = \boxed{1A} \end{cases}$$

3. Obtenha v_0 no circuito da Figura 3.

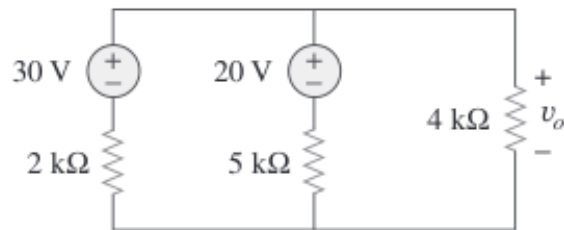


Fig. 3: Esquema para o Problema 3

Resposta:

Definindo nós:

Nó 1: Entre a fonte de 30V, o resistor de 2kΩ e o resistor de 4kΩ.

Nó 2: Entre a fonte de 20V, o resistor de 5kΩ e o resistor de 4kΩ.

v_1 :

$$\frac{30 - v_1}{2} = \frac{v_1}{4} + \frac{v_1 - 20}{5}$$

$$v_1 = \frac{380}{19}$$

$$v_1 = 20V$$

v_2 :

$$\frac{20 - v_2}{5} + \frac{20 - v_2}{4} = 0$$

$$v_2 = \frac{180}{9}$$

$$v_2 = 20V$$

$$v_0 = v_2 = \boxed{20V}$$

4. Aplique a análise nodal para determinar V_x no circuito da Figura 4.

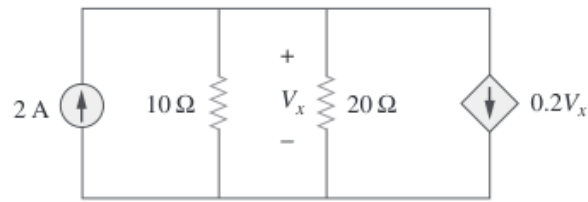


Fig. 4: Esquema para o Problema 4

Resposta:

LKC:

$$\frac{V_x}{10} + \frac{V_x}{20} + 0.2V_x = 2$$

$$2V_x + V_x + 4V_x = 40$$

$$7V_x = 40$$

$$V_x = \frac{40}{7} = \boxed{5.714}$$

5. Usando análise nodal, determine v_0 no circuito da Figura 5.

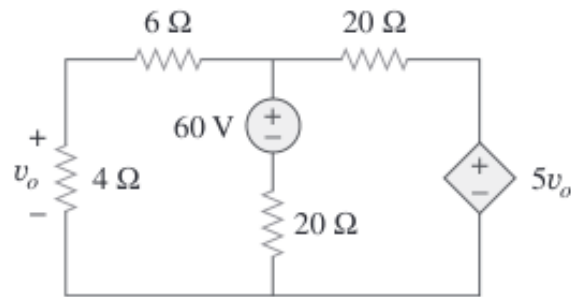


Fig. 5: Esquema para o Problema 5

Resposta:

$$v_2 = 5v_0$$

v_0 :

$$\frac{v_0 - 0}{4} + \frac{v_0 - v_1}{6} = 0$$

$$3v_0 + 2v_0 - 2v_1 = 0$$

$$5v_0 - 2v_1 = 0$$

$$v_0 = \frac{2v_1}{5}$$

v_1 :

$$\frac{v_1 - v_0}{6} + \frac{v_1 - 60}{20} + \frac{v_1 - 5v_0}{20} = 0$$

$$10v_1 - 10v_0 + 3v_1 - 180 + 3v_1 - 15v_0 = 0$$

$$16v_1 - 25v_0 = 180$$

$$16v_1 - 25\left(\frac{2v_1}{5}\right) = 180$$

$$16v_1 - 5v_1 = 180$$

$$11v_1 = 180$$

$$v_1 = \frac{180}{11} = \boxed{16.36V}$$

$$v_0 = \frac{2\left(\frac{180}{11}\right)}{5}$$

$$v_0 = \frac{72}{11} = \boxed{6.55V}$$

$$v_2 = 5\left(\frac{72}{11}\right) = \boxed{32.73V}$$

6. Determine I_b no circuito da Figura 6, usando análise nodal.

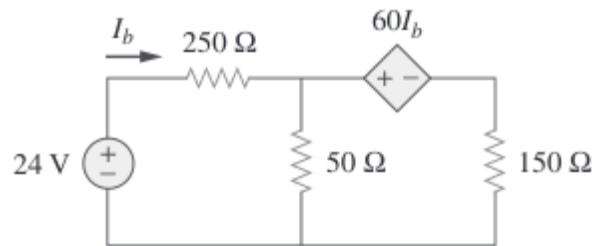


Fig. 6: Esquema para o Problema 6

Resposta:

$$I_b = \frac{24 - v_1}{250}$$

v_1 :

$$\frac{24 - v_1}{250} = \frac{v_1 - 0}{50} + \frac{v_1 - 60I_b}{150}$$

$$15(24 - v_1) = 75v_1 + 25(v_1 - 60I_b)$$

$$360 - 15v_1 = 75v_1 + 25v_1 - 1500I_b$$

$$360 - 15v_1 = -1500\left(\frac{24 - v_1}{250}\right)$$

$$360 - 15v_1 = -144 + 6v_1$$

$$360 + 144 = 15v_1 + 6v_1$$

$$156v_1 = 504$$

$$v_1 = \frac{504}{156} = \frac{42}{13} = 3.23077V$$

$$I_b = \frac{24 - \frac{42}{13}}{250} = \frac{27}{325} = 0.08307A = \boxed{83.07mA}$$

7. Determine I_o no circuito da Figura 7.

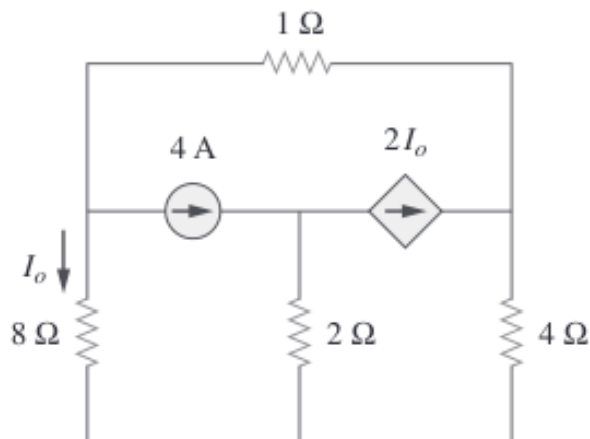


Fig. 7: Esquema para o Problema 7

Resposta:

$$I_0 = \frac{v_1}{8}$$

v_1 :

$$\frac{v_1 - 0}{8} + 4 + \frac{v_1 - v_3}{1} = 0$$

$$v_1 + 32 + 8v_1 - 8v_3 = 0$$

$$9v_1 - 8v_3 = -32$$

v_2 :

$$\frac{v_2 - 0}{2} + 2I_0 = 4$$

$$\frac{v_2}{2} + 2\frac{v_1}{8} = 4$$

$$\frac{v_2}{2} + \frac{v_1}{4} = 4$$

$$2v_2 + v_1 = 16$$

$$v_1 + 2v_2 = 16$$

v_3 :

$$2I_0 + \frac{v_3 - v_1}{1} = \frac{v_3 - 0}{4}$$

$$2\frac{v_1}{8} + v_3 - v_1 = \frac{v_3}{4}$$

$$\frac{v_1}{4} + v_3 - v_1 = \frac{v_3}{4}$$

$$v_1 + 4v_3 - 4v_1 = v_3$$

$$-3v_1 + 3v_3 = 0$$

$$1v_1 - 1v_3 = 0$$

$$\begin{cases} 9v_1 - 8v_3 = -32 \\ v_1 + 2v_2 = 16 \\ v_1 - v_3 = 0 \end{cases}$$

$$v_1 = v_3 = -32V$$

$$v_2 = 24V$$

$$I_0 = \frac{-32}{8} = \boxed{-4}$$

8. Usando análise nodal, determine V_0 no circuito da Figura 8.

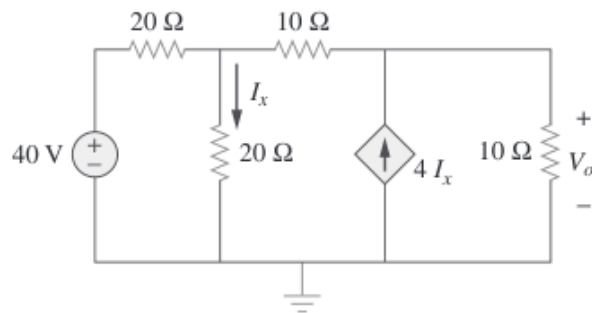


Fig. 8: Esquema para o Problema 8

Resposta:

$$I_x = \frac{v_2}{20}$$

$$v_1 = 40V$$

v_3 :

$$4I_x + \frac{v_2 - v_3}{10} = \frac{v_3 - 0}{10}$$

$$40I_x + v_2 - v_3 = v_3$$

$$40\frac{v_2}{20} + v_2 - 2v_3 = 0$$

$$3v_2 - 2v_3 = 0$$

$$3v_2 = 2v_3$$

$$v_2 = \frac{2v_3}{3}$$

v_2 :

$$\frac{40 - v_2}{20} = \frac{v_2 - 0}{20} + \frac{v_2 - v_3}{10}$$

$$40 - v_2 = v_2 + 2v_2 - 2v_3$$

$$4v_2 - 2v_3 = 40$$

$$4\left(\frac{2v_3}{3}\right) - 2v_3 = 40$$

$$\frac{2v_3}{3} = 40$$

$$2v_3 = 120$$

$$v_3 = \frac{120}{2} = 60V$$

$$v_2 = \frac{2 \cdot 60}{3} = \frac{120}{3} = 40V$$

$$v_0 = v_3 = \boxed{60V}$$

9. Usando análise nodal, determine v_0 no circuito da Figura 9.

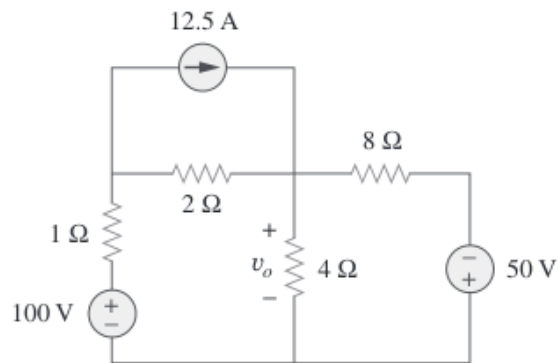


Fig. 9: Esquema para o Problema 9

Resposta:

$$v_0 = v_2$$

$$v_3 = -50$$

v_2 :

$$12.5 + \frac{v_1 - v_2}{2} = \frac{v_2 - 0}{4} + \frac{v_2 - v_3}{8}$$

$$100 + 4v_1 - 4v_2 = 2v_2 + v_2 - v_3$$

$$7v_2 - v_3 - 4v_1 = 100$$

$$7v_2 + 50 - 4v_1 = 100$$

$$7v_2 - 4v_1 = 50$$

v_1 :

$$\frac{100 - v_1}{1} = \frac{v_1 - v_2}{2} + 12.5$$

$$200 - 2v_1 = v_1 - v_2 + 25$$

$$3v_1 - v_2 = 175$$

$$\begin{cases} -4v_1 + 7v_2 = 50 \\ 3v_1 - v_2 = 175 \end{cases}$$

$$v_1 = 75V$$

$$v_2 = 50V$$

$$v_0 = v_2 = \boxed{50V}$$

10. Usando análise nodal, determine a corrente i_0 no circuito da Figura 10.

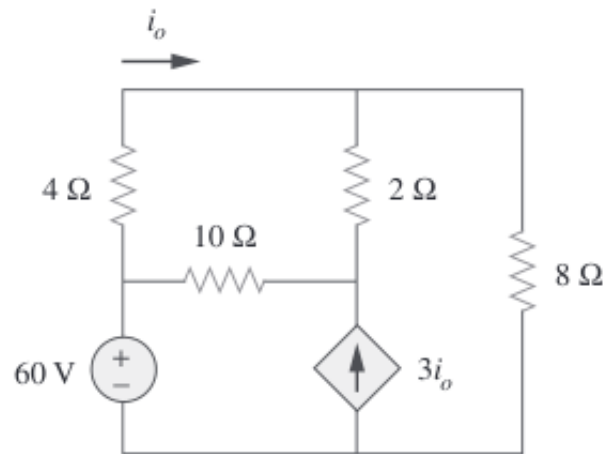


Fig. 10: Esquema para o Problema 10

Resposta:

$$v_1 = 60V$$

$$i_0 = \frac{60 - v_3}{4}$$

v_3 :

$$\frac{60 - v_3}{4} = \frac{v_3 - v_2}{2} + \frac{v_3 - 0}{8}$$

$$120 - 2v_3 = 4v_3 - 4v_2 + v_3$$

$$-4v_2 + 7v_3 = 120$$

v_2 :

$$\frac{60 - v_2}{10} + \frac{v_3 - v_2}{2} + 3i_0 = 0$$

$$\frac{60 - v_2}{10} + \frac{v_3 - v_2}{2} + 15i_0 = 0$$

$$\frac{60 - v_2}{10} + \frac{v_3 - v_2}{2} + \frac{900 - 15v_3}{4} = 0$$

$$120 - 2v_2 + 10v_3 - 10v_2 + 900 - 15v_3 = 0$$

$$5v_2 + 12v_3 = 1020$$

$$\begin{cases} -4v_2 + 7v_3 = 120 \\ 5v_2 + 12v_3 = 1020 \end{cases}$$

$$v_2 = \frac{5700}{83} = 68.67V$$

$$v_3 = \frac{4680}{83} = 56.39V$$

$$i_0 = \frac{60 - \frac{4680}{83}}{4} = \frac{75}{83} = \boxed{0.90A}$$

11. Determine as tensões nodais no circuito da Figura 11 usando análise nodal.

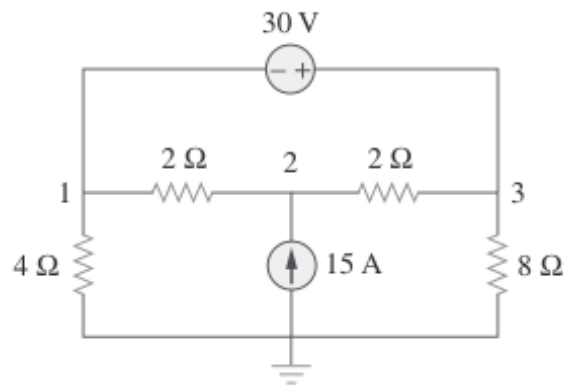


Fig. 11: Esquema para o Problema 11

Resposta:

v_3 :

$$i_3 + \frac{v_2 - v_3}{2} = \frac{v_3 - 0}{8}$$

$$i_3 = \frac{v_3 - 0}{8} - \frac{v_2 - v_3}{2}$$

v_1 :

$$\frac{v_2 - v_1}{2} = \frac{v_1 - 0}{4} + \frac{v_3}{8} - \frac{v_2 - v_3}{2}$$

$$4v_2 - 4v_1 = 2v_1 + v_3 - 4v_2 + 4v_3$$

$$4v_2 - 4v_1 = 2v_1 - 4v_2 + 5v_3$$

$$6v_1 - 8v_2 - 5v_3 = 0$$

$$v_3 - v_1 = 30$$

$$v_3 = 30 + v_1$$

$$6v_1 - 8v_2 - 5(30 + v_1) = 0$$

$$6v_1 - 8v_2 - 150 + 5v_1 = 0$$

$$11v_1 - 8v_2 = 150$$

v_2 :

$$15 = \frac{v_2 - v_1}{2} + \frac{v_2 - v_3}{2}$$

$$30 = v_2 - v_1 + v_2 - v_3$$

$$30 = v_2 - v_1 + v_2 - 30 + v_1$$

$$30 = 2v_2 - 30$$

$$v_1 = \boxed{30V}$$

$$v_2 = \boxed{60V}$$

$$v_3 = \boxed{60V}$$

12. Use a análise nodal para determinar v_1 , v_2 e v_3 no circuito da Figura 12.

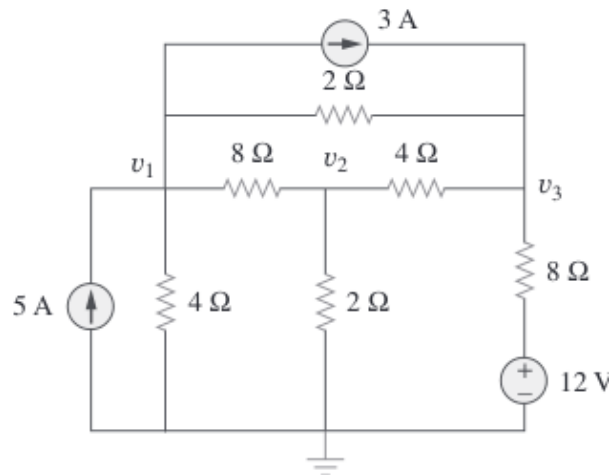


Fig. 12: Esquema para o Problema 12

Resposta:

v_1 :

$$3 + \frac{v_1 - v_3}{2} + \frac{v_1 - v_2}{8} + \frac{v_1 - 0}{4} = 5$$

$$\frac{v_1 - v_3}{2} + \frac{v_1 - v_2}{8} + \frac{v_1 - 0}{4} = 2$$

$$4v_1 - 4v_3 + v_1 - v_2 + 2v_1 = 16$$

$$7v_1 - v_2 - 4v_3 = 16$$

v_2 :

$$\frac{v_1 - v_2}{8} = \frac{v_2 - 0}{2} + \frac{v_2 - v_3}{4}$$

$$v_1 - v_2 = 4v_2 + 2v_2 - 2v_3$$

$$-v_1 + 9v_2 - 2v_3 = 0$$

v_3 :

$$\frac{v_2 - v_3}{4} + \frac{v_1 - v_3}{2} + 3 = \frac{v_3 - 12}{8}$$

$$2v_2 - 2v_3 + 4v_1 - 4v_3 + 24 = v_3 - 12$$

$$4v_1 + 2v_2 - 7v_3 = -36$$

$$\begin{cases} 7v_1 - v_2 - 4v_3 = 16 \\ -v_1 + 9v_2 - 2v_3 = 0 \\ 4v_1 + 2v_2 - 7v_3 = -36 \end{cases}$$

$$v_1 = \boxed{10V}$$

$$v_2 = \boxed{4.933V}$$

$$v_3 = \boxed{12.267V}$$

13. Para o circuito da Figura 13, determine v_1 e v_2 usando análise nodal.

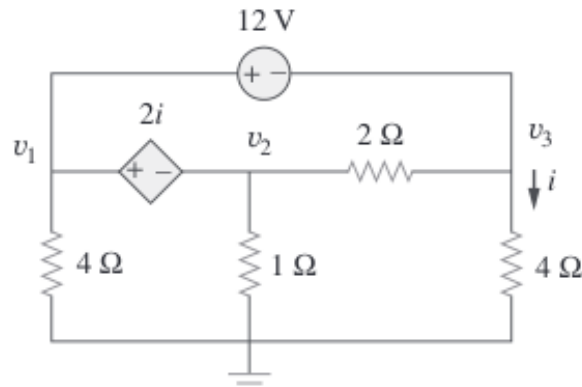


Fig. 13: Esquema para o Problema 13

Resposta:

$$i = \frac{v_3}{4}$$

i_2 :

$$i_2 = \frac{v_2}{1} + \frac{v_2 - v_3}{2}$$

i_3 :

$$i_3 = \frac{v_3}{4} - \frac{v_2 - v_3}{2}$$

v_1 :

$$\frac{v_1 - 0}{4} + i_2 + i_3 = 0$$

$$v_1 + 4v_2 - 3v_3 = 0$$

v_3 :

$$v_1 - v_3 = 12$$

$$v_3 = v_1 - 12$$

v_2 :

$$v_1 - v_2 = 2i$$

$$v_1 - v_2 = 2 \frac{v_3}{4}$$

$$v_1 - v_2 = \frac{v_3}{2}$$

$$2v_1 - 2v_2 - v_3 = 0$$

$$\begin{cases} v_1 + 2v_2 = 6 \\ v_1 - 2v_2 = -12 \end{cases}$$

$$v_1 = \boxed{-3V}$$

$$v_2 = \boxed{4.5V}$$

$$v_3 = \boxed{-15V}$$

14. Determine v_1 e v_2 para o circuito da Figura 14.

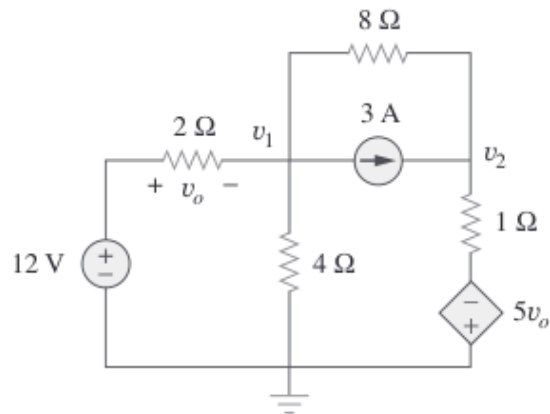


Fig. 14: Esquema para o Problema 14

Resposta:

$$v_A = 12$$

$$v_0 = 12 - v_1$$

v_1 :

$$\frac{12 - v_1}{2} = \frac{v_1 - 0}{4} + \frac{v_1 - v_2}{8} + 3$$

$$48 - 4v_1 = 2v_1 + v_1 - v_2 + 24$$

$$7v_1 - v_2 = 24$$

v_2 :

$$3 + \frac{v_1 - v_2}{8} = \frac{v_2 - 5v_0}{1}$$

$$24 + v_1 - v_2 = 8v_2 + 40v_0$$

$$24 + v_1 - v_2 = 8v_2 + 40(12 - v_1)$$

$$24 + v_1 - v_2 = 8v_2 + 480 - 40v_1$$

$$41v_1 - 9v_2 = 456$$

$$\begin{cases} 7v_1 - v_2 = 24 \\ 41v_1 - 9v_2 = 456 \end{cases}$$

$$v_1 = -\frac{240}{22} = \boxed{-10.909V}$$

$$v_2 = \boxed{-100.363V}$$

15. Use a análise nodal e o *MATLAB* para determinar V_0 no circuito da Figura 15.

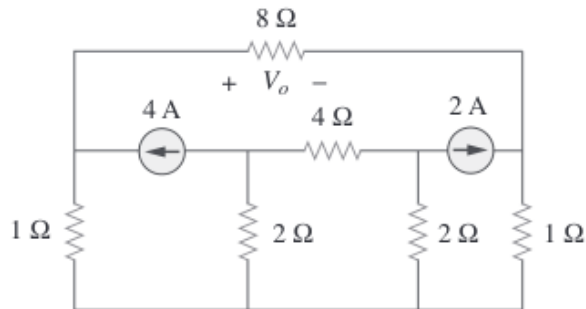


Fig. 15: Esquema para o Problema 15

Resposta:

v_1 :

$$4 = \frac{V_1}{1} + \frac{V_1 - V_4}{8}$$

$$32 = 8V_1 + V_1 - V_4$$

$$32 = 9V_1 - V_4$$

v_4 :

$$2 + \frac{V_1 - V_4}{8} = \frac{V_4}{1}$$

$$16 + V_1 - V_4 = 8V_4$$

$$1V_1 - 9V_4 = -16$$

$$\begin{cases} 9V_1 - V_4 = 32 \\ 1V_1 - 9V_4 = -16 \end{cases}$$

$$v_1 = 3.8V$$

$$v_2 = 2.2V$$

$$v_0 = v_1 - v_2 = \boxed{1.6V}$$

16. Use análise nodal juntamente com o *MATLAB* para determinar as tensões nos nós da Figura 16.

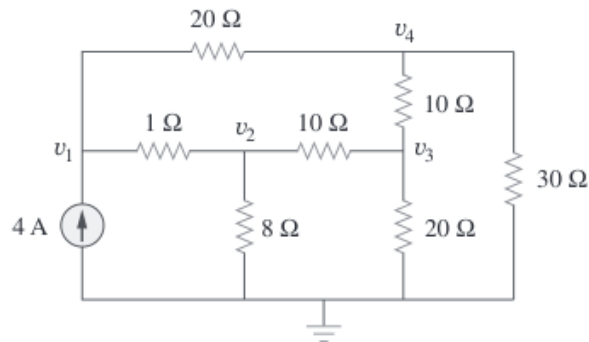


Fig. 16: Esquema para o Problema 16

Resposta:

v_1 :

$$4 = \frac{v_1 - v_2}{1} + \frac{v_1 - v_4}{20}$$

$$80 = 20v_1 - 20v_2 + v_1 - v_4$$

$$80 = 21v_1 - 20v_2 - v_4$$

v_2 :

$$\frac{v_1 - v_2}{1} = \frac{v_2}{8} + \frac{v_2 - v_3}{10}$$

$$40v_1 - 40v_2 = 5v_2 + 4v_2 - 4v_3$$

$$40v_1 - 49v_2 + 4v_3 = 0$$

v_3 :

$$\frac{v_2 - v_3}{10} + \frac{v_4 - v_3}{10} = \frac{v_3}{20}$$

$$2v_2 - 2v_3 + 2v_4 - 2v_3 = v_3$$

$$2v_2 - 5v_3 + 2v_4 = 0$$

v_4 :

$$\frac{v_1 - v_4}{20} = \frac{v_4 - v_3}{10} + \frac{v_4}{30}$$

$$3v_1 - 3v_4 = 6v_4 - 6v_3 + 2v_4$$

$$3v_1 + 6v_3 - 11v_4 = 0$$

$$\begin{cases} 21v_1 - 20v_2 - v_4 = 80 \\ 40v_1 - 49v_2 + 4v_3 = 0 \\ 2v_2 - 5v_3 + 2v_4 = 0 \\ 3v_1 + 6v_3 - 11v_4 = 0 \end{cases}$$

$$v_1 = \boxed{25.52V}$$

$$v_2 = \boxed{22.05V}$$

$$v_3 = \boxed{14.84V}$$

$$v_4 = \boxed{15.06V}$$

17. Calcule as tensões nodais v_1 , v_2 e v_3 no circuito da Figura 17.

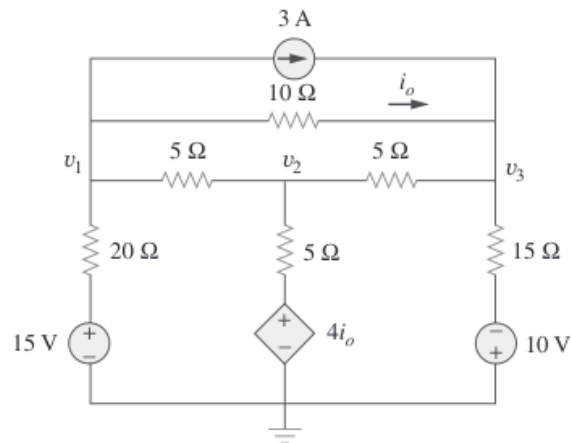


Fig. 17: Esquema para o Problema 17

Resposta:

v_1 :

$$\frac{v_1 - 15}{20} + \frac{v_1 - v_2}{5} + 3 + \frac{v_1 - v_3}{10} = 0$$

$$v_1 - 15 + 4v_1 - 4v_2 + 60 + 2v_1 - 2v_3 = 0$$

$$7v_1 - 4v_2 - 2v_3 = -45$$

v_2 :

$$\frac{v_1 - v_2}{5} = \frac{v_2 - 4i_o}{5} + \frac{v_2 - v_3}{5}$$

$$v_1 - v_2 = v_2 - 4i_o + v_2 - v_3$$

$$v_1 - 3v_2 + v_3 + 4i_o = 0$$

$$v_1 - 3v_2 + v_3 + 4 \frac{v_1 - v_3}{10} = 0$$

$$10v_1 - 30v_2 + 10v_3 + 4v_1 - 4v_3 = 0$$

$$14v_1 - 30v_2 + 6v_3 = 0$$

v_3 :

$$\frac{v_1 - v_3}{10} + 3 + \frac{v_2 - v_3}{5} = \frac{v_3 + 10}{15}$$

$$3v_1 - 3v_3 + 90 + 6v_2 - 6v_3 = 2v_3 + 20$$

$$3v_1 + 6v_2 - 11v_3 = -70$$

$$\begin{cases} 7v_1 - 4v_2 - 2v_3 = -45 \\ 14v_1 - 30v_2 + 6v_3 = 0 \\ 3v_1 + 6v_2 - 11v_3 = -70 \end{cases}$$

$$v_1 = \boxed{-7.1918V}$$

$$v_2 = \boxed{-2.7789V}$$

$$v_3 = \boxed{2.8865V}$$

18. Use o *MATLAB* para determinar as tensões nos nós a , b , c e d no circuito da Figura 18.

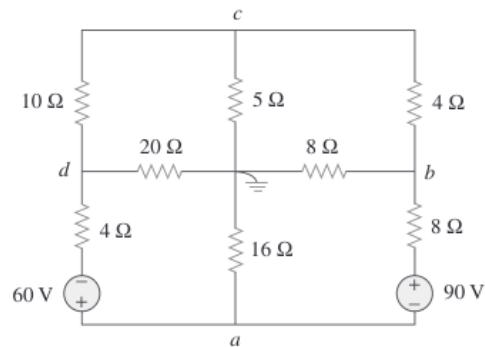


Fig. 18: Esquema para o Problema 18

Resposta:

v_a :

$$0 = \frac{v_a - 60 - v_d}{4} + \frac{v_a}{16} + \frac{v_a + 90 - v_b}{8}$$

$$0 = 4v_a - 240 - 4v_d + v_a + 2v_a + 180 - 2v_b$$

$$7v_a - 2v_b - 4v_d = 60$$

v_b :

$$\frac{v_a + 90 - v_b}{8} = \frac{v_b}{8} + \frac{v_b - v_c}{4}$$

$$v_a + 90 - v_b = v_b + 2v_b - 2v_c$$

$$v_a - 4v_b + 2v_c = -90$$

v_c :

$$\frac{v_d - v_c}{10} + \frac{v_b - v_c}{4} = \frac{v_c}{5}$$

$$2v_d - 2v_c + 5v_b - 5v_c = 4v_c$$

$$5v_b - 11v_c + 2v_d = 0$$

v_d :

$$\frac{v_a - 60 - v_d}{4} = \frac{v_d}{20} + \frac{v_d - v_c}{10}$$

$$5v_a - 300 - 5v_d = v_d + 2v_d - 2v_c$$

$$5v_a + 2v_c - 8v_d = 300$$

$$\begin{cases} 7v_a - 2v_b - 4v_d = 60 \\ v_a - 4v_b + 2v_c = -90 \\ 5v_b - 11v_c + 2v_d = 0 \\ 5v_a + 2v_c - 8v_d = 300 \end{cases}$$

$$v_a = \boxed{-10.5556V}$$

$$v_b = \boxed{20.5556V}$$

$$v_c = \boxed{1.3889V}$$

$$v_d = \boxed{-43.75V}$$

19. Usando a análise nodal, determine v_0 e i_0 no circuito da Figura 19.

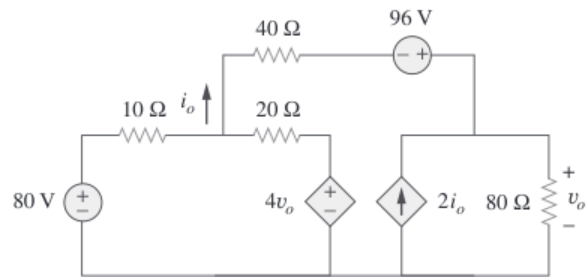


Fig. 19: Esquema para o Problema 19

Resposta:

$$i_0 = \frac{v_1 - (v_0 - 96)}{40}$$

v_0 :

$$2i_0 + i_0 = \frac{v_0}{80}$$

$$3\left(\frac{v_1 - (v_0 - 96)}{40}\right) = \frac{v_0}{80}$$

$$7v_0 - 6v_1 = 576$$

v_1 :

$$\frac{80 - v_1}{10} + \frac{4v_0 - v_1}{20} = i_0$$

$$\frac{160 + 4v_0 - 3v_1}{20} = \frac{v_1 - v_0 + 96}{40}$$

$$-9v_0 + 7v_1 = 224$$

$$\begin{cases} 7v_0 - 6v_1 = 576 \\ -9v_0 + 7v_1 = 224 \end{cases}$$

$$v_0 = \boxed{-1075.2V}$$

$$v_1 = \boxed{-4.48V}$$

20. Determine as tensões nodais para o circuito da Figura 20.

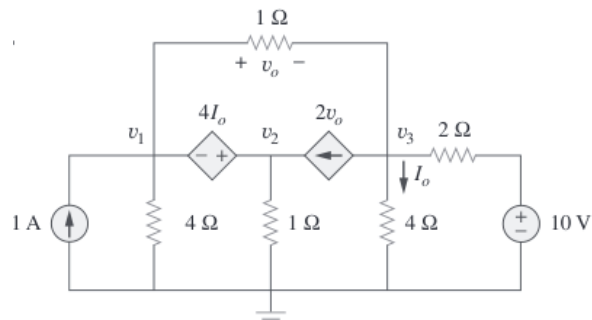


Fig. 20: Esquema para o Problema 20

Resposta:

v_2 :

$$I_{21} = v_1 - 3v_3$$

v_1 :

$$v_1 + 8v_3 = 4$$

v_3 :

$$v_3 = 4v_1 - 20$$

$$v_1 = \frac{164}{33} = \boxed{4.97V}$$

$$v_3 = \boxed{-0.12V}$$

$$v_2 = \boxed{4.85V}$$

21. Obtenha as tensões nodais v_1 e v_2 no circuito da Figura 21.

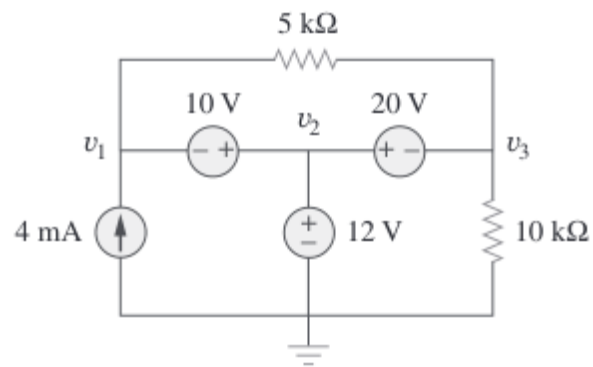


Fig. 21: Esquema para o Problema 21

Resposta:

$$\begin{aligned}
 v_2 &= \boxed{12V} \\
 v_2 - v_1 &= 10 \\
 12 - v_1 &= 10 \\
 v_1 &= \boxed{2V} \\
 v_2 - v_3 &= 20 \\
 12 - v_3 &= 20 \\
 v_3 &= \boxed{-8V}
 \end{aligned}$$

2.2 Análise de Malha

Relativo a análise de malha serão feitos os problemas: 3.35, 3.37, 3.38, 3.40, 3.43, 3.44, 3.45, 3.49, 3.50, 3.52, 3.59, 3.60, 3.62, 3.63, 3.64, 3.65. Nesta ordem.

22. Obtenha v_0 no circuito da Figura 3 usando análise de malha.

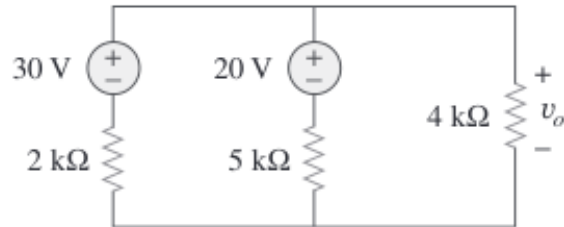


Fig. 22: Esquema para o Problema 22

Resposta:

i_1 :

$$2i_1 - 30 + 20 + 5(i_1 - i_2) = 0$$

$$7i_1 - 5i_2 = 10$$

i_2 :

$$5(i_2 - i_1) - 20 + 4i_2 = 0$$

$$-5i_1 + 9i_2 = 20$$

$$i_2 = 5mA$$

$$v_0 = 4i_2 = \boxed{20V}$$

23. Usando análise de malha, determine v_0 no circuito da Figura 5.

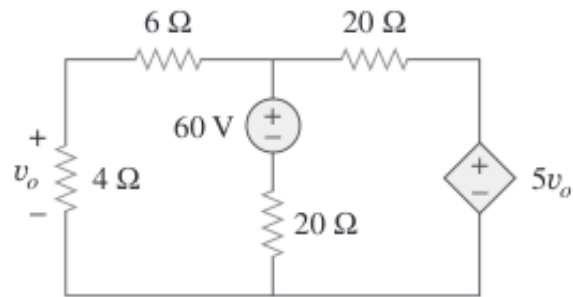


Fig. 23: Esquema para o Problema 23

Resposta:

$$i_1:$$

$$4i_1 + 6i_1 + 60 + 20(i_1 - i_2) = 0$$

$$3i_1 - 2i_2 = -6$$

$$i_2:$$

$$20(i_2 - i_1) - 60 + 20i_2 + 5v_0 = 0$$

$$-2i_1 + 2i_2 = 3$$

$$i_1 = -3A$$

$$v_0 = -4i_1 = \boxed{12V}$$

24. Aplique análise de malhas ao circuito da Figura 24 e obtenha I_0 .

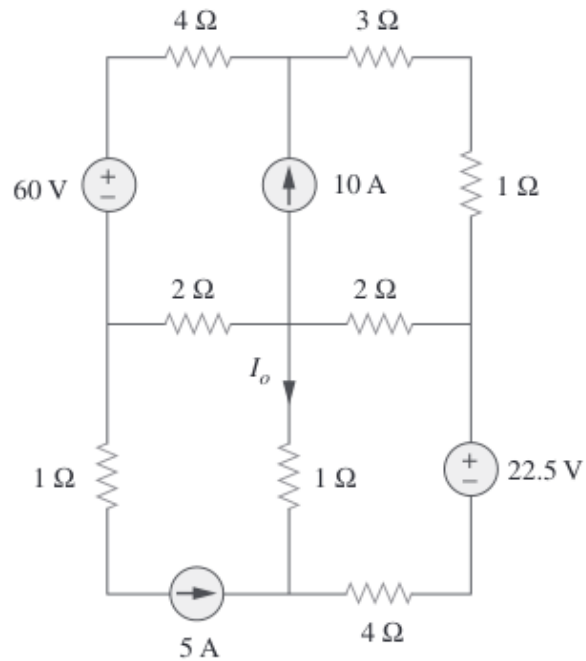


Fig. 24: Esquema para o Problema 24

Resposta:

i_1 :

$$i_1 = -5A$$

i_2 :

$$1(i_2 - i_1) + 2(i_2 - i_4) + 22.5 + 4i_2 = 0$$

$$7i_2 - 2i_4 = -27.5$$

i_3 :

$$-60 + 4i_3 + 4v_{34} + 2(i_3 - i_1) = 0$$

$$6i_3 + v_{34} = 50$$

i_4 :

$$-v_{34} + 4i_4 + 2(i_4 - i_2) = 0$$

$$-2i_2 + 6i_4 - v_{34} = 0$$

$$-i_3 + i_4 = 10$$

$$\begin{cases} 7i_2 - 2i_4 = -27.5 \\ 6i_3 + v_{34} = 50 \\ -2i_2 + 6i_4 - v_{34} = 0 \\ -i_3 + i_4 = 10 \end{cases}$$

$$i_2 = 1.375A$$

$$i_0 = i_1 - i_2 = \boxed{-6.375A}$$

25. Para o circuito em ponte da Figura 25, determine i_0 usando análise de malhas.

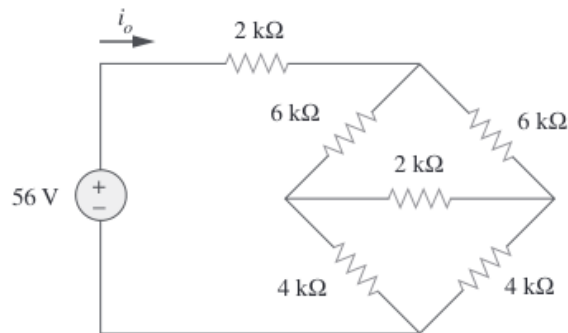


Fig. 25: Esquema para o Problema 25

Resposta:

i_1 :

$$\begin{aligned} -56 + 2i_1 + 6(i_1 - i_2) + 4(i_1 - i_3) &= 0 \\ 12i_1 - 6i_2 - 4i_3 &= 56 \end{aligned}$$

i_2 :

$$\begin{aligned} 6(i_2 - i_1) + 6i_2 + 2(i_2 - i_3) &= 0 \\ -6i_1 + 14i_2 - 2i_3 &= 0 \end{aligned}$$

i_3 :

$$\begin{aligned} 4(i_3 - i_1) + 2(i_3 - i_2) + 4i_3 &= 0 \\ -4i_1 - 2i_2 + 10i_3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} 12i_1 - 6i_2 - 4i_3 = 56 \\ -6i_1 + 14i_2 - 2i_3 = 0 \\ -4i_1 - 2i_2 + 10i_3 = 0 \end{cases}$$

$$i_3 = 4mA$$

$$i_2 = 4mA$$

$$i_1 = 8mA$$

$$i_0 = i_1 = \boxed{8mA}$$

26. Use a análise de malhas para determinar v_{ab} e i_0 no circuito da Figura 26.

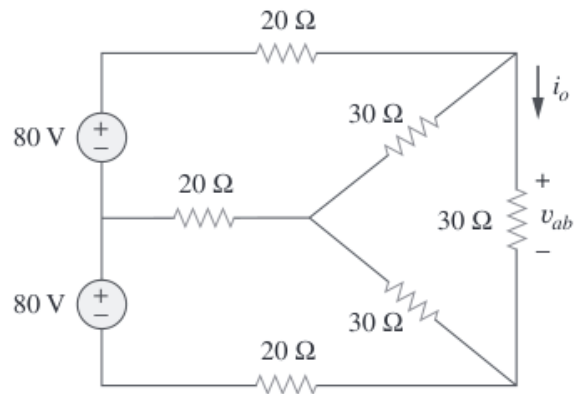


Fig. 26: Esquema para o Problema 26

Resposta:

$$v_{ab} = i_0 \cdot 30$$

$$i_0 = i_3$$

$$i_1:$$

$$-80 + 20i_1 + 30(i_1 - i_3) + 20(i_1 - i_2) = 0$$

$$70i_1 - 20i_2 - 30i_3 = 80$$

$$i_2:$$

$$-80 + 20(i_2 - i_1) + 30(i_2 - i_3) + 20i_2 = 0$$

$$-20i_1 + 70i_2 - 30i_3 = 80$$

$$i_3:$$

$$30(i_3 - i_1) + 30i_3 + 30(i_3 - i_2) = 0$$

$$-30i_1 - 30i_2 + 90i_3 = 0$$

$$\begin{cases} 70i_1 - 20i_2 - 30i_3 = 80 \\ -20i_1 + 70i_2 - 30i_3 = 80 \\ -30i_1 - 30i_2 + 90i_3 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 2.667A$$

$$i_2 = 2.667A$$

$$i_3 = 1.778A$$

$$i_0 = i_3 = \boxed{1.778A}$$

$$v_{ab} = i_0 \cdot 30 = \boxed{53.34V}$$

27. Use análise de malhas para determinar i_0 no circuito da Figura 27.

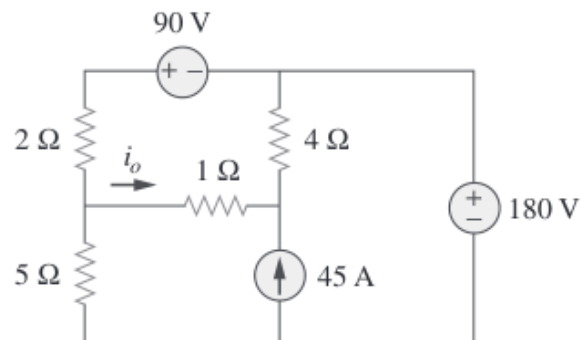


Fig. 27: Esquema para o Problema 27

Resposta:

i_1 :

$$5i_1 + 1(i_1 - i_2) + v_{13} = 0$$

$$6i_1 - i_2 + v_{13} = 0$$

i_2 :

$$2i_2 + 90 + 4(i_2 - i_3) + 1(i_2 - i_1) = 0$$

$$-i_1 + 7i_2 - 4i_3 = -90$$

i_3 :

$$-v_{13} + 4(i_3 - i_2) + 80 = 0$$

$$-4i_2 + 4i_3 - v_{13} = -80$$

i_{13} :

$$45 = i_3 - i_1$$

$$\begin{cases} 6i_1 - i_2 + v_{13} = 0 \\ -i_1 + 7i_2 - 4i_3 = -90 \\ -4i_2 + 4i_3 - v_{13} = -80 \\ i_1 + i_3 = 45 \end{cases}$$

$$v_{13} = 256V$$

$$i_1 = -46A$$

$$i_2 = -20A$$

$$i_3 = -1A$$

$$i_0 = i_1 - i_2 = \boxed{-26A}$$

28. Determine a corrente i no circuito da Figura 28.

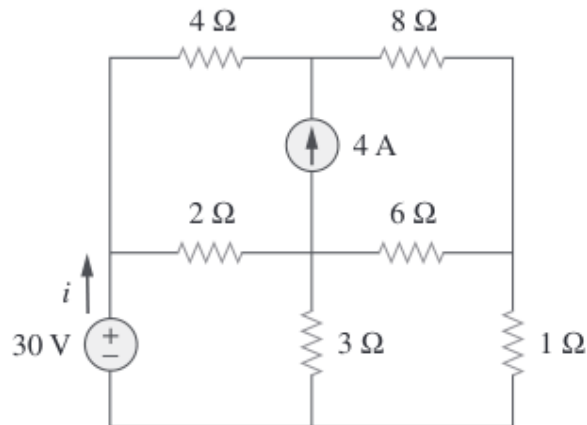


Fig. 28: Esquema para o Problema 28

Resposta:

$$i_3 - i_4 = 4$$

i_1 :

$$-30 + 2(i_1 - i_4) + 3(i_1 - i_2) = 0$$

$$5i_1 - 3i_2 - 2i_4 = 30$$

i_2 :

$$3(i_2 - i_1) + 6(i_2 - i_3) + i_2 = 0$$

$$-3i_1 + 10i_2 - 6i_3 = 0$$

i_3 :

$$-v_{34} + 8i_3 + 6(i_3 - i_2) = 0$$

$$-6i_2 + 14i_3 - v_{34} = 0$$

i_4 :

$$v_{34} + 2(i_4 - i_1) + 4i_4 = 0$$

$$-2i_1 + 6i_4 + v_{34} = 0$$

$$\begin{cases} 5i_1 - 3i_2 - 2i_4 = 30 \\ -3i_1 + 10i_2 - 6i_3 = 0 \\ -6i_2 + 14i_3 - v_{34} = 0 \\ -2i_1 + 6i_4 + v_{34} = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 8.561A$$

$$i = i_1 = \boxed{8.561A}$$

29. Determine v_0 e i_0 no circuito da Figura 29.

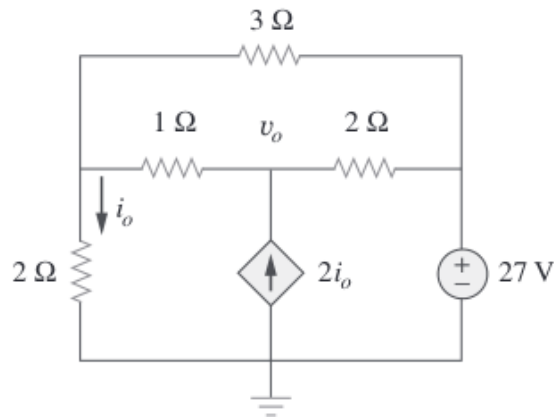


Fig. 29: Esquema para o Problema 29

Resposta:

$$i_0 = i_1$$

$$i_{12}:$$

$$2i_1 - 27 + 2(i_2 - i_3) + 1(i_1 - i_3) = 0$$

$$3i_1 + 2i_2 - 3i_3 = 27$$

$$i_3:$$

$$3i_3 + 1(i_3 - i_1) + 2(i_3 - i_2) = 0$$

$$-i_1 - 2i_2 + 6i_3 = 0$$

$$i_{12}:$$

$$i_1 - i_2 = 2i_0$$

$$i_1 - i_2 = 2i_1$$

$$i_1 + i_2 = 0$$

$$\begin{cases} 3i_1 + 2i_2 - 3i_3 = 27 \\ -i_1 - 2i_2 + 6i_3 = 0 \\ i_1 + i_2 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 18A$$

$$i_2 = -18A$$

$$i_3 = -3A$$

$$i_0 = i_1 = \boxed{18A}$$

$$i_3 - i_2 = \frac{v_0 - 27}{2}$$

$$v_0 = \boxed{57V}$$

30. Use a análise de malhas para determinar a corrente i_0 no circuito da Figura 30.

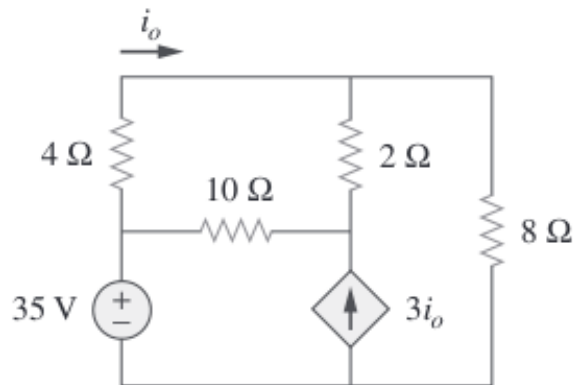


Fig. 30: Esquema para o Problema 30

Resposta:

$$i_0 = i_3$$

$$i_1:$$

$$-35 + 10(i_1 - i_3) + v_0 = 0$$

$$10i_1 - 10i_3 + v_0 = 35$$

$$i_2:$$

$$-v_0 + 2(i_2 - i_3) + 8i_2 = 0$$

$$10i_2 - 2i_3 - v_0 = 0$$

$$i_3:$$

$$4i_3 + 2(i_3 - i_2) + 10(i_3 - i_1) = 0$$

$$-10i_1 - 2i_2 + 16i_3 = 0$$

$$v_0:$$

$$i_2 - i_1 = 3i_0$$

$$i_2 - i_1 = 3i_3$$

$$i_1 - i_2 + 3i_3 = 0$$

$$\begin{cases} 10i_1 - 10i_3 + v_0 = 35 \\ 10i_2 - 2i_3 - v_0 = 0 \\ -10i_1 - 2i_2 + 16i_3 = 0 \\ i_1 - i_2 + 3i_3 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 0.8413A$$

$$i_2 = 3.8702A$$

$$i_3 = 1.0096A$$

$$v_0 = 36.6827A$$

$$i_0 = i_3 = \boxed{1.0096A}$$

31. Use a análise de malhas para determinar i_1 , i_2 e i_3 no circuito da Figura 31.

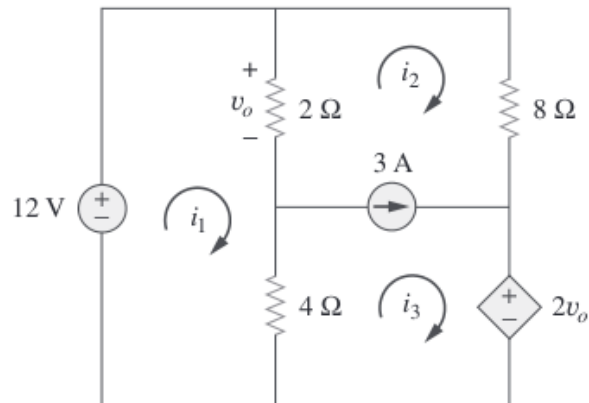


Fig. 31: Esquema para o Problema 31

Resposta:

$$v_o = 2(i_2 - i_1)$$

i_1 :

$$-12 + 2(i_1 - i_2) + 4(i_1 - i_3) = 0$$

$$6i_1 - 2i_2 - 4i_3 = 12$$

i_{23} :

$$2(i_2 - i_1) + 8i_2 + 2v_o + 4(i_3 - i_1) = 0$$

$$-6i_1 + 10i_2 + 4i_3 + 2v_o = 0$$

$$-2i_1 + 6i_2 + 4i_3 = 0$$

i_{23} :

$$i_2 - i_3 = -3$$

$$\begin{cases} 6i_1 - 2i_2 - 4i_3 = 12 \\ -2i_1 + 6i_2 + 4i_3 = 0 \\ i_2 - i_3 = -3 \end{cases}$$

$$i_1 = 3.5A$$

$$i_2 = -0.5A$$

$$i_3 = 2.5A$$

32. Usando a análise de malha, determine v_0 e i_0 no circuito da Figura 19.

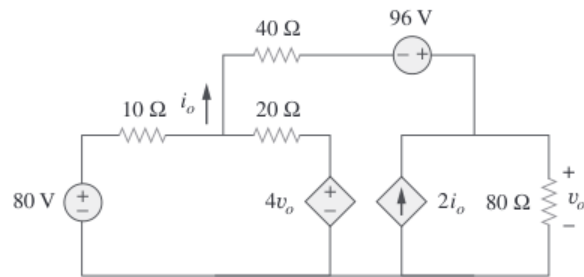


Fig. 32: Esquema para o Problema 32

Resposta:

i_1 :

$$-80 + 10i_1 + 20(i_1 - i_2) + 4v_0 = 0$$

$$30i_1 - 20i_2 + 4v_0 = 80$$

i_{23} :

$$-4v_0 + 20(i_2 - i_1) + 40i_2 - 96 + 80i_3 = 0$$

$$-20i_1 + 60i_2 + 80i_3 - 4v_0 = 96$$

i_{23} :

$$i_2 + 2i_0 = i_3$$

$$i_2 + 2i_2 = i_3$$

$$3i_2 - i_3 = 0$$

$$\begin{cases} 30i_1 - 20i_2 + 4v_0 = 80 \\ -20i_1 + 60i_2 + 80i_3 - 4v_0 = 96 \\ 3i_2 - i_3 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 143.04A$$

$$i_2 = -4.48A$$

$$i_3 = -13.44A$$

$$i_0 = i_2 = \boxed{-4.48A}$$

$$v_0 = 80i_3 = \boxed{-1.0752kV}$$

33. Calcule a potência dissipada em cada resistor no circuito da Figura 33.

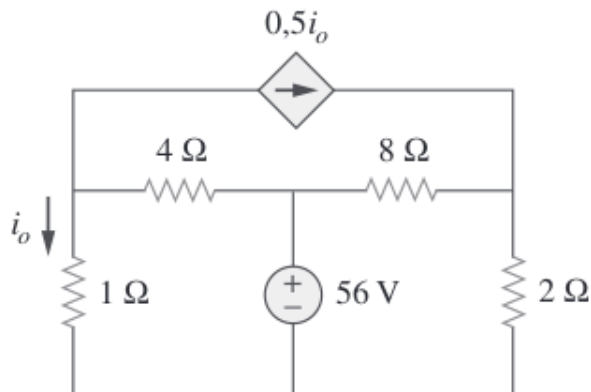


Fig. 33: Esquema para o Problema 33

Resposta:

i_3 :

$$i_3 = 0.5i_0$$

$$i_0 = -i_1$$

$$i_1 = -2i_3$$

i_1 :

$$i_1 + 4(i_1 - i_3) + 56 = 0$$

$$5i_1 - 4i_3 = -56$$

$$5(-2i_3) - 4i_3 = -56$$

$$-14i_3 = -56$$

$$i_3 = 4A$$

$$i_1 = -8A$$

i_2 :

$$-56 + 8(i_2 - i_3) + 2i_2 = 0$$

$$i_2 = 8.8A$$

$$P = I^2 R$$

$$P_1 = \boxed{64W}$$

$$P_4 = \boxed{1128.96W}$$

$$P_8 = \boxed{184.32W}$$

$$P_2 = \boxed{154.88W}$$

34. Determine as correntes de malha i_1 , i_2 e i_3 na rede da Figura 34.

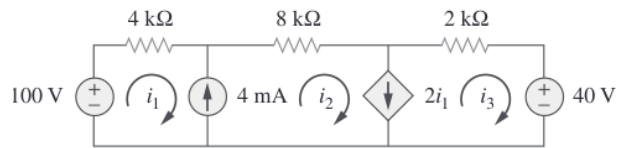


Fig. 34: Esquema para o Problema 34

Resposta:

i_{123} :

$$-100 + 4i_1 + 8i_2 + 2i_3 + 40 = 0$$

$$4i_1 + 8i_2 + 2i_3 = 60$$

i_A :

$$i_1 + 4 = i_2$$

$$i_1 - i_2 = -4$$

i_B :

$$i_2 = i_3 + 2i_1$$

$$2i_1 - i_2 + i_3 = 0$$

$$\begin{cases} 4i_1 + 8i_2 + 2i_3 = 60 \\ i_1 - i_2 = -4 \\ 2i_1 - i_2 + i_3 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = \boxed{2mA}$$

$$i_2 = \boxed{6mA}$$

$$i_3 = \boxed{2mA}$$

35. Determine v_x e i_x no circuito mostrado na Figura 35.

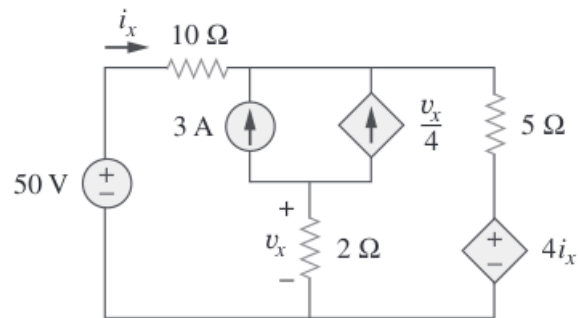


Fig. 35: Esquema para o Problema 35

Resposta:

$$i_x = i_1$$

$$i_{12}:$$

$$-50 + 10i_1 + 5i_2 + 4i_x = 0$$

$$14i_x + 5i_2 = 50$$

$$i_A:$$

$$i_x + 3 + \frac{v_x}{4} = i_2$$

$$i_x - i_2 = -2$$

$$\begin{cases} 14i_x + 5i_2 = 50 \\ i_x - i_2 = -2 \end{cases}$$

$$i_2 = 4.105A$$

$$i_x = \boxed{2.105A}$$

$$v_x = 2(i_1 - i_2) = \boxed{-4V}$$

36. Determine v_0 e i_0 no circuito da Figura 36.

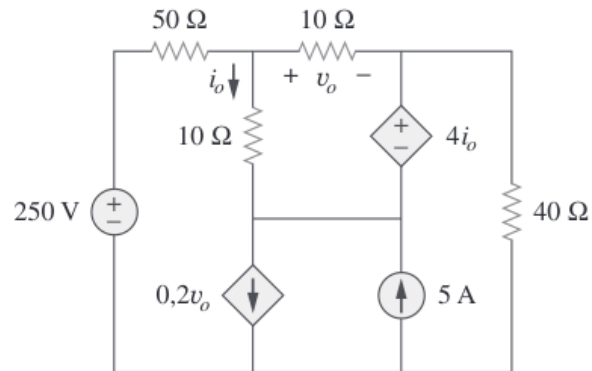


Fig. 36: Esquema para o Problema 36

Resposta:

i_2 :

$$\begin{aligned} 10(i_2 - i_1) + 10i_2 + 4i_0 &= 0 \\ -3i_1 + 8i_2 &= 0 \end{aligned}$$

i_{1234} :

$$\begin{aligned} -250 + 50i_1 + 10i_2 + 40i_4 &= 0 \\ 50i_1 + 10i_2 + 40i_4 &= 250 \end{aligned}$$

i_{5A} :

$$-i_3 + i_4 = 5$$

$i_{0,2v_0}$:

$$i_1 - 2i_2 - i_3 = 0$$

$$\begin{cases} -3i_1 + 8i_2 = 0 \\ 50i_1 + 10i_2 + 40i_4 = 250 \\ -i_3 + i_4 = 5 \\ i_1 - 2i_2 - i_3 = 0 \end{cases}$$

$$i_1 = 0.7843A$$

$$i_2 = 0.2941A$$

$$i_3 = 0.1961A$$

$$i_4 = 5.1961A$$

$$v_0 = i_2 \cdot 10 = \boxed{2.941V}$$

$$i_0 = i_1 - i_2 = \boxed{0.4902A}$$

37. Use o *MATLAB* para descobrir as correntes de malha no circuito da Figura 37.

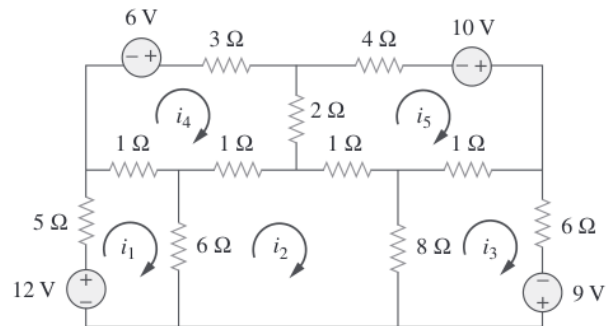


Fig. 37: Esquema para o Problema 37

Resposta:

i_1 :

$$-12 + 5i_1 + 1(i_1 - i_4) + 6(i_1 - i_2) = 0$$

$$12i_1 - 6i_2 - i_4 = 12$$

i_2 :

$$6(i_2 - i_1) + 1(i_2 - i_4) + 1(i_2 - i_5) + 8(i_2 - i_3) = 0$$

$$-6i_1 + 16i_2 - 8i_3 - i_4 - i_5 = 0$$

i_3 :

$$8(i_3 - i_2) + 1(i_3 - i_5) + 6i_3 - 9 = 0$$

$$-8i_2 + 15i_3 - i_5 = 9$$

i_4 :

$$-6 + 3i_4 + 2(i_4 - i_5) + 1(i_4 - i_2) + 1(i_4 - i_1) = 0$$

$$-i_1 - i_2 + 7i_4 - 2i_5 = 6$$

i_5 :

$$4i_5 - 10 + 1(i_5 - i_3) + 1(i_5 - i_2) + 2(i_5 - i_2) = 0$$

$$-i_2 - i_3 - 2i_4 + 8i_5 = 10$$

$$\begin{cases} 12i_1 - 6i_2 - i_4 = 12 \\ -6i_1 + 16i_2 - 8i_3 - i_4 - i_5 = 0 \\ -8i_2 + 15i_3 - i_5 = 9 \\ -i_1 - i_2 + 7i_4 - 2i_5 = 6 \\ -i_2 - i_3 - 2i_4 + 8i_5 = 10 \end{cases}$$

$$i_1 = \boxed{2.17A}$$

$$i_2 = \boxed{1.99A}$$

$$i_3 = \boxed{1.81A}$$

$$i_4 = \boxed{2.09A}$$

$$i_5 = \boxed{2.25A}$$

3 Exercícios Adicionais

Os exercícios a seguir complementam a lista principal e reforçam a prática dos métodos de análise vistos em aula, foram retirados de lugares obscuros da internet (não encontrei de qual livro vieram).

38. Use nodal analysis to determine the node voltages defined in the circuit in Fig 38.

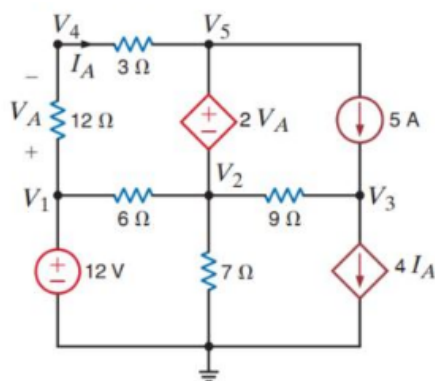


Fig. 38: Exercício Adicional 1

Resposta:

39. Use nodal analysis to determine the node voltages defined in the circuit in Fig 39.

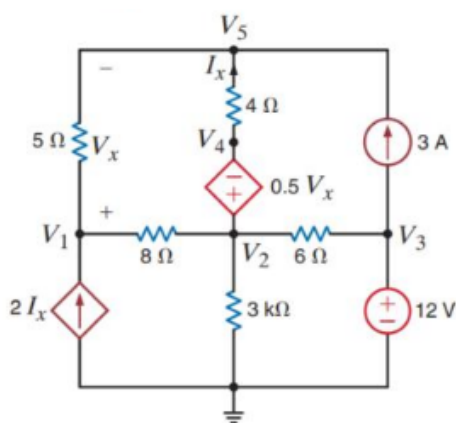


Fig. 39: Exercício Adicional 2

Resposta:

40. Solve for the mesh currents defined in the circuit in Fig 40.

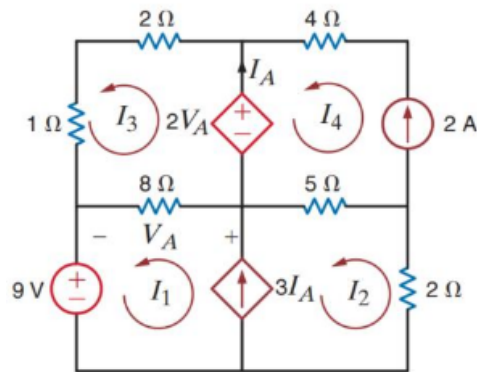


Fig. 40: Exercício Adicional 3

Resposta:

Referências

- [1] Charles K. Alexander and Matthew N. O. Sadiku. *Fundamentos de circuitos elétricos*. 3rd ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 2008, pp. xxi, 901. ISBN: 9788585804977.