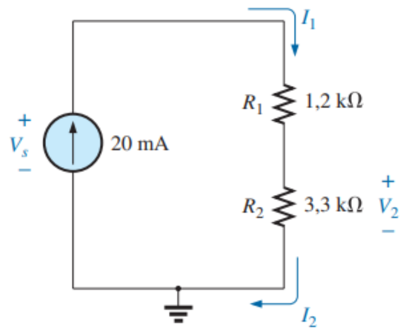
2. Considerando o circuito da Figura 8.98:

a) determine as correntes I_1 e I_2;

b) calcule as tensões V_2 e V_s.

$1200\,\Omega \quad 3300\,\Omega$

$0{,}02A$



$R_{eq} = 1200 + 3300 = 4500\,\Omega$

$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 4500 = \frac{V}{0{,}02} \Rightarrow 90V$

$V_s = 90V$

$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 3300 = \frac{V}{0{,}02} = 66V$

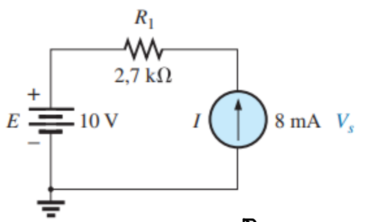
$V_s = 90V$

$V_2 = 66V$

$I_1 = 0{,}02A$

$I_2 = 0{,}02A$

$V_s = ?$



$2700 \cdot 0{,}008$

$E + \overset{\frown}{V_{R_1}} - V_s = 0$

$10 + 21{,}6 - V_s = 0$

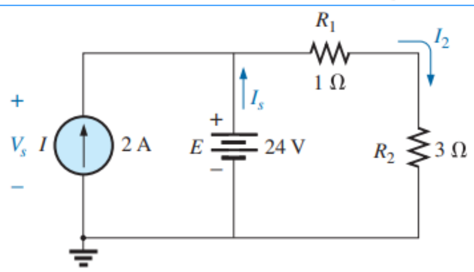
$V_s = 31{,}6\,V$

4. Considerando o circuito na Figura 8.100:

a) determine a tensão V_s;

b) calcule a corrente I_2;

c) determine a fonte de corrente I_s.



$I_2 = 2 + I_s$

$Req_{12} = 4\,\Omega$

$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 4 = \frac{24}{I_2}$ $\quad I_2 = \frac{24}{4} = 6A$

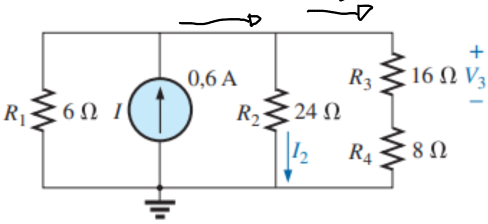
$V_s = V_E = 24\,V$

$I_2 = 2 + I_s$

$6 = 2 + I_s$

$I_s = 4\,A$

5. Calcule a tensão V_3 e a corrente I_2 para o circuito na Figura 8.101.



$Req_{34} = 24\,\Omega$

$Req_{12(34)} = \frac{1}{\frac{1}{24} + \frac{1}{24} + \frac{1}{6}} = 4\,\Omega$

$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 4 = \frac{V}{0,6} = 2,4\,V$

$V_s = 2,4\,V$

$I_2 = \frac{V}{R} \Rightarrow I_2 = \frac{2,4}{24} = 0,1\,A$

$I_3 = 0,1\,A$

$V = R.I$

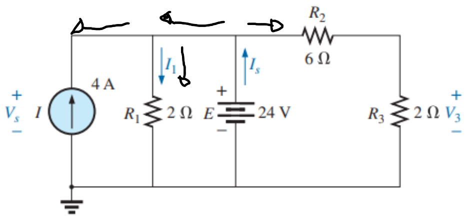
$V = 0,1 \cdot 16$

$V = 1,6\,V$

6. Considerando o circuito na Figura 8.102:

a) calcule as correntes I_1 e I_s;

b) calcule as tensões V_s e V_3.



$$R_{eq_{23}} = 8\,\Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{R} = \frac{24}{2} = 12\text{ A}$$

$$V_E = V_S = 24\text{ V}$$

$$I_{23} = \frac{V}{R} = \frac{24}{8} = 3\text{ A}$$

$$I_S = I_{R_2} + I_1 - I$$

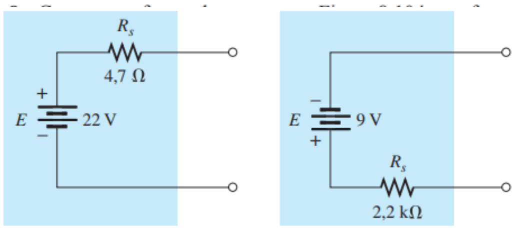
$$I_S = 3 + 12 - 4$$

$$I_S = 11\text{A}$$

$$V_3 = I_{23} \cdot R_3$$

$$V_3 = 3 \cdot 2 = 6\text{V}$$

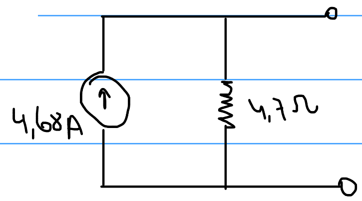
7. Converta as fontes de tensão na Figura 8.103 para fontes de corrente.



(a) (b)

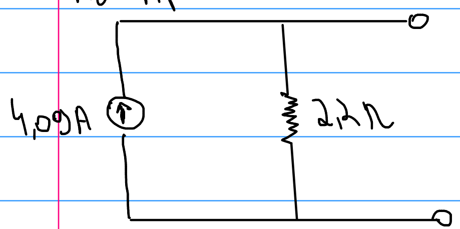
a) $I = \frac{V}{R} = \frac{22}{4,7} = 4,68\text{A}$

$R_p = R_s = 4,7\,\Omega$

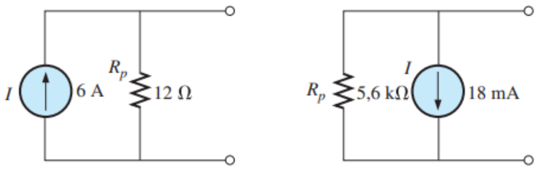


b) $I = \frac{V}{R} = \frac{9}{2,2} = 4,09\text{A}$

$R_s = R_p = 2,2$

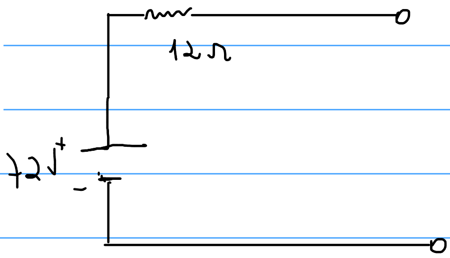


8. Converta as fontes de corrente na Figura 8.104 para fontes de tensão.



(a) (b)

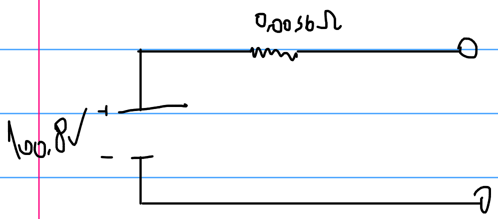
a) $I = \dfrac{V}{R} = 6 = \dfrac{V}{12} = 72V$



b) $V = R.I$

$V = 0{,}018 \cdot 0{,}0056$

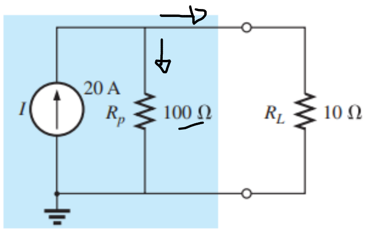
$V = 1{,}008 \cdot 10^{-4}\ V$



9. Considerando o circuito na Figura 8.105:

a) Determine a corrente através do resistor de 10 Ω. Observando que a resistência R_L é significativamente mais baixa do que R_p, qual foi o impacto sobre a corrente através de R_L?

b) Converta a fonte de corrente para uma fonte de tensão e recalcule a corrente através do resistor de 10 Ω. Você obteve o mesmo resultado?



$R_{eq} = \dfrac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{10}} = 9{,}09\ \Omega$

$9{,}09 = \dfrac{V}{20}$

$V = 181{,}81\ V$

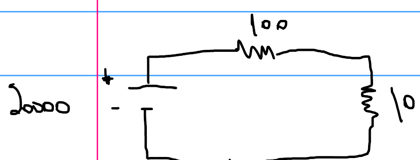
$10 = \dfrac{181{,}81}{I}$

$I = \dfrac{181{,}81}{10}$

$\boxed{I = 18{,}181\ A}$

Corrente quase igual a da fonte

b) $R = \dfrac{V}{I} \Rightarrow V = 20 \cdot 100 = 2000\ V$



$110 = \dfrac{2000\,V}{I}$

$I = \dfrac{2000}{110} = 181{,}81\ A$

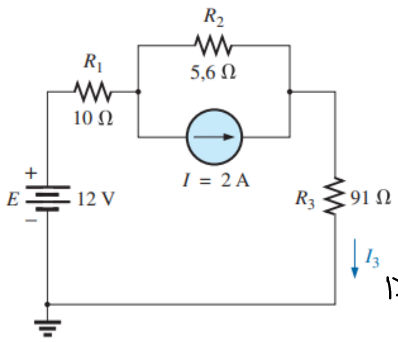
$10 = \dfrac{181{,}81}{I_{RL}} = \dfrac{181{,}81}{10} = 18{,}18$

10. Considerando a configuração da Figura 8.106:

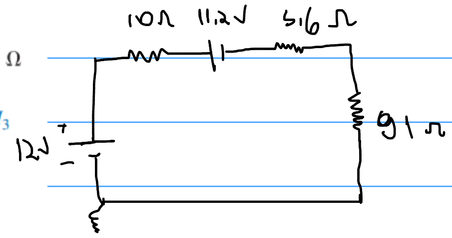
a) converta a fonte de corrente em uma fonte de tensão;

b) combine as duas fontes de tensão em série em uma fonte;

c) calcule a corrente através do resistor de 91 Ω.

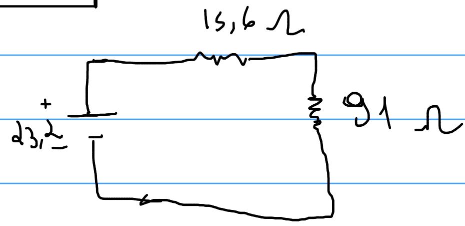


$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 5{,}6 = \frac{V}{2} \Rightarrow V = 11{,}2\ V$



$12 + 11{,}2 = 23{,}2\ V$

$10 + 5{,}6 = 15{,}6\ \Omega$

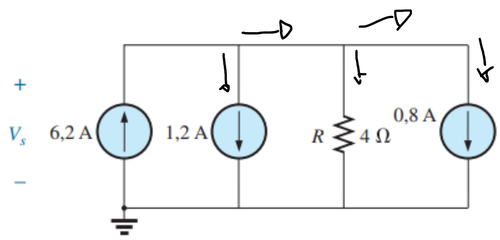


$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 106{,}6 = \frac{23{,}2}{I} \Rightarrow I = 0{,}21\ A$

11. Considerando o circuito na Figura 8.107:

a) substitua todas as fontes de corrente por uma única fonte de corrente;

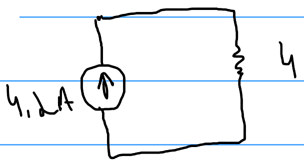
b) Calcule a tensão da fonte V_s.



$I_T = I_+ - I_-$

$I_T = 6{,}2 - 1{,}2 - 0{,}8$

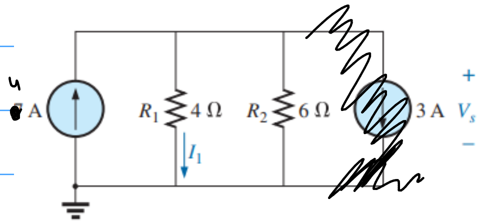
$I_T = 4{,}2\ A$



$V = 4{,}2 \cdot 4$

$V = 16{,}8\ V$

12. Calcule a tensão V_s e a corrente I_1 para o circuito na Figura 8.108.



$I_t = 7 - 3 = 4A$

$R_{eq12} = \dfrac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{6}} = 2{,}4\,\Omega$

$V = 2{,}4 \cdot 4$

$V = 9{,}6\,V$

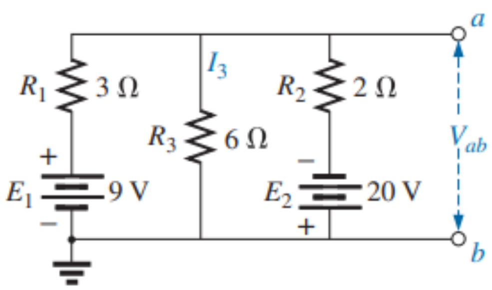
$V_s = 9{,}6\,V$

$R_1 = \dfrac{V}{I} \Rightarrow 4 = \dfrac{9{,}6}{I} \quad I = \dfrac{9{,}6}{4} = 2{,}4\,A$

13. Converta as fontes de tensão na Figura 8.109 para fontes de corrente.

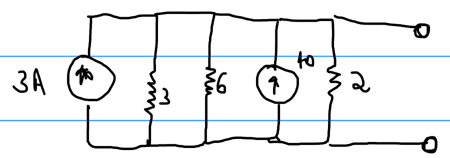
a) Calcule a tensão V_{ab} e a polaridade dos pontos *a* e *b*.

b) Calcule a intensidade e o sentido da corrente I_3.



$R = \dfrac{V}{I} \Rightarrow 3 = \dfrac{9}{I} \quad I = 9/3 = 3A$

$R = \dfrac{V}{I} \Rightarrow 2 = \dfrac{20}{I} \Rightarrow I = \dfrac{20}{2} = 10A$



$I_T = 10 - 3 = 7A$

$Req = \dfrac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{2}} = 1\,\Omega$

$R = \dfrac{V}{I} \Rightarrow 1 = \dfrac{V}{7} \Rightarrow V = 7$

$R_3 = \dfrac{V}{I_3} \Rightarrow 6 = \dfrac{7}{I_3} \quad I_3 = 7/6 = 1{,}16\ A \uparrow$

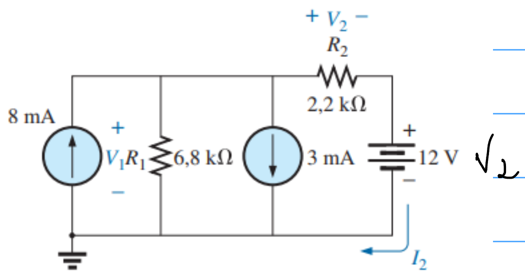
14. Considerando o circuito na Figura 8.110:

a) converta a fonte de tensão em uma fonte de corrente;

b) reduza o circuito para uma única fonte de corrente e determine a tensão V_1;

c) usando os resultados da parte (b), determine V_2;

d) calcule a corrente I_2.



$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 2200 = \frac{12}{I}$$

$$I = \frac{12}{2200} = 5{,}45 \cdot \cancel{10^{-3}}\ mA$$

$$I_T = 8 + 5{,}45 - 3$$

$$I_T = 10{,}45 \cdot 10^{-3}\ A$$

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{6.8} + \frac{1}{2.2}} = 1{,}66\ k\Omega$$

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 1660 = \frac{V}{10{,}45 \cdot 10^{-3}}$$

$$V = 17{,}347\ V$$

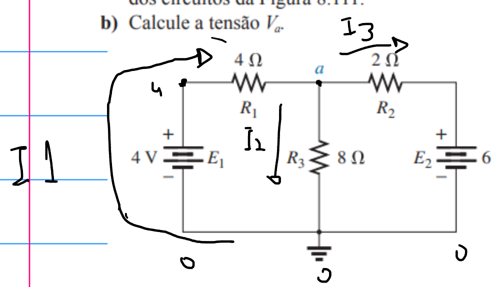
$$V_2 = 17{,}347 - 12 = 5{,}347\ V$$

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow 2200 = \frac{5{,}347}{I} \Rightarrow I = \frac{5{,}347}{2200} = 2{,}43 \cdot 10^{-3}\ A$$

Seção 8.6 Análise das correntes nos ramos

15. a) Usando a análise das correntes nos ramos, determine a intensidade e o sentido das correntes nos resistores dos circuitos da Figura 8.111.

b) Calcule a tensão V_a.



$$4 - 4I_1 - 8I_2 = 0$$

$$-6 - 2I_3 - 8I_2 = 0$$

$$I_1 = I_2 + I_3 \rightarrow I_1 = \frac{5}{7} + \frac{4}{7} = \frac{1}{7}\ A$$

$$4 - 4(I_2 + I_3) - 8I_2 = 0$$

$$4 - 12I_2 - 4I_3 =$$

$$I_3 = \frac{-\cancel{4} + 1\cancel{2}I_2}{-\cancel{4}} = \frac{-1 + 3I_2}{-1}$$

$$-6 - 2I_3 - 8I_2 = 0 \rightarrow -6 - 2I_3 - 8\left(\frac{5}{7}\right) = 0$$

$$I_3 = \frac{5}{7}\ A$$

$$-6 - 2\left(\frac{-1 + 3I_2}{-1}\right) - 8I_2 = 0$$

$$I_2 = \frac{4}{7}\ A$$

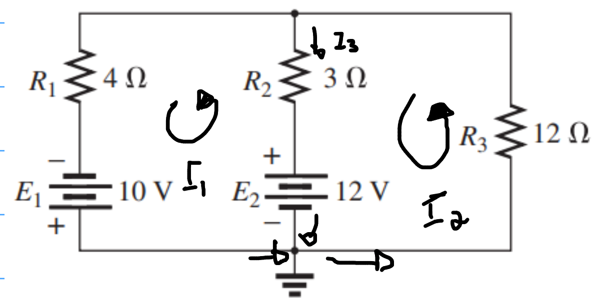
$$V_a = I_2 \cdot R_3$$

$$V_a = \frac{4}{7} \cdot 8$$

$$V_a = 4{,}57\,V$$

16. Considerando o circuito da Figura 8.112, faça o que se pede.

a) Determine a corrente através do resistor de 12 Ω usando a análise das correntes nos ramos.



$$\begin{cases} 10 + 12 + 4I_1 - 3I_3 = 0 \\ -12 + 12I_2 - 3I_3 = 0 \\ I_2 = I_1 + I_3 \end{cases}$$

$$-I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$D \left| \begin{array}{ccc|cc} 4 & 0 & -3 & 4 & 0 \\ 0 & 12 & -3 & 0 & 12 \\ -1 & 1 & -1 & -1 & 1 \end{array} \right.$$

$$4 \cdot 12 \cdot -1$$

$$-48 - (+36 - 12)$$

$$D = -72$$

$$I_1 = \left| \begin{array}{ccc|cc} 22 & 0 & -3 & 22 & 0 \\ 12 & 12 & -3 & 12 & 12 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 \end{array} \right.$$

$$-66 - (-36 - 264)$$

$$300 - 66$$

$$234$$

$$I_1 = \frac{234}{-72} = -3{,}25A$$

$$I_2 = \left| \begin{array}{ccc|cc} 4 & 22 & -3 & 4 & 22 \\ 0 & 12 & -3 & 0 & 12 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & 0 \end{array} \right.$$

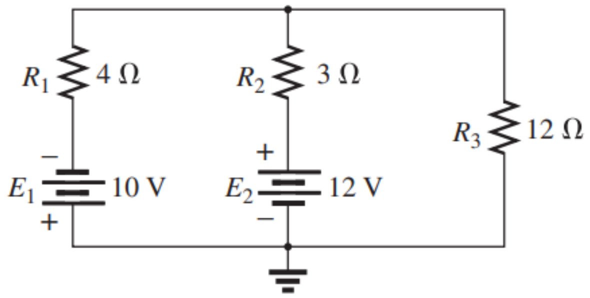
$$36 - (-48 + 66)$$

$$I_2 = \frac{18}{-72} = -0{,}25\,A$$

$$I_3 = 3\,A$$

b) Converta as duas fontes de tensão em fontes de corrente, e então determine a corrente através do resistor de 12 Ω.

c) Compare os resultados das partes (a) e (b).

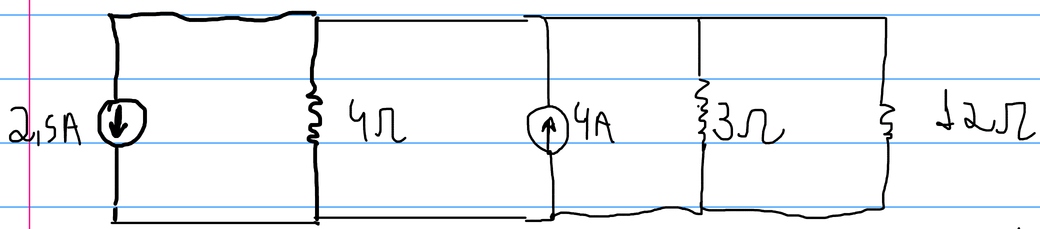


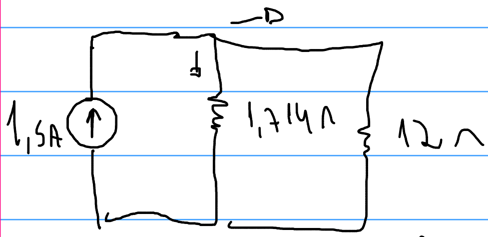
$$R = \frac{V}{I} = 4 = \frac{10}{I}$$

$$I = \frac{10}{4} = 2{,}5$$

$$R = \frac{V}{I} = 3 = \frac{12}{I}$$

$$I = \frac{12}{3}$$





$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{4} + \frac{1}{3}} = 1{,}714$$

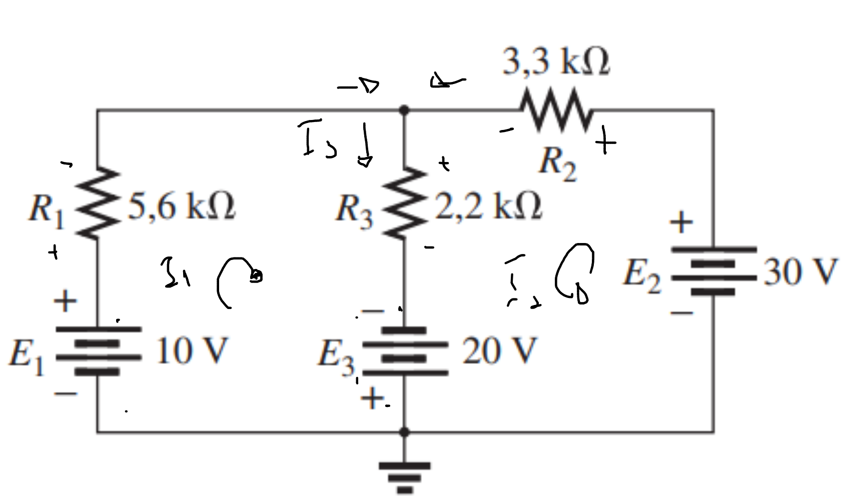
$$R_{eq} = 1{,}49$$

$$R = \frac{V}{I} \qquad 1{,}49 = \frac{V}{1{,}5} \Rightarrow V = 2{,}24$$

$$R_{12} = \frac{V}{I_{12}} \qquad I_{12} = \frac{V}{R_{12}} = \frac{2{,}24}{12} = 0{,}1866\text{ A}$$

17. Usando a análise das correntes nos ramos, calcule a corrente através de cada resistor para o circuito da Figura 8.113. Os resistores têm valores padronizados.

$I_3 = I_2 + I_1$



$10 - 5600\, I_1 - 2200\, I_3 + 20 = 0$

$20 + 30 - 3300\, i_2 - 2200\, i_3 = 0$

$-I_1 - I_2 + I_3 = 0$

$$D = \left| \begin{array}{ccc|cc} -5600 & 0 & -2200 & -5600 & 0 \\ 0 & -3300 & -2200 & 0 & -3300 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & -1 \end{array} \right.$$

$18480000 - (\sim\sim)$

$D = 38060000$

$$I_1 = \left| \begin{array}{ccc|cc} -30 & 0 & -2200 & -30 & 0 \\ -30 & -3300 & -2200 & -30 & -3300 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & -1 \end{array} \right.$$

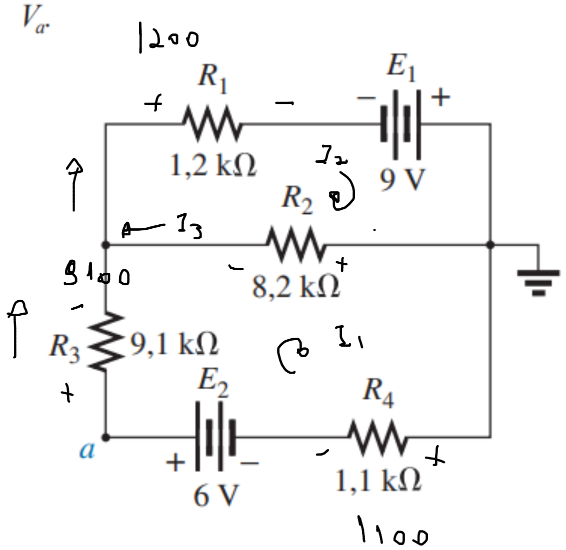
$99000 - 66000$

$33000 + 66000$

$$I_1 = \frac{99000}{38060000} = 0{,}0026\ A$$

***18. a)** Usando a análise das correntes nos ramos, calcule a corrente através do resistor de 9,1 kΩ na Figura 8.114. Observe que todos os resistores têm valores padronizados.

b) Usando os resultados da parte (a), determine a tensão V_a.



$I_1 + I_3 = I_2$

$$\begin{cases} 6 - 10200\,I_1 + 8200\,I_3 = 0 \\ -1200\,I_2 + 9 - 8200\,I_3 = 0 \\ I_1 - I_2 + I_3 = 0 \end{cases}$$

$$D = \left| \begin{array}{ccc|cc} -10200 & 0 & 8200 & -10200 & 0 \\ 0 & -1200 & -8200 & 0 & -1200 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{array} \right.$$

$12240000 - (-9840000 - 83640000)$

$12240000 - 93480000$

81240000

$$I_1 \left| \begin{array}{ccc|cc} -6 & 0 & 8200 & -6 & 0 \\ -9 & -1200 & -8200 & -9 & -1200 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & -1 \end{array} \right.$$

$7200 + 73800 \quad -(-49200)$

130200

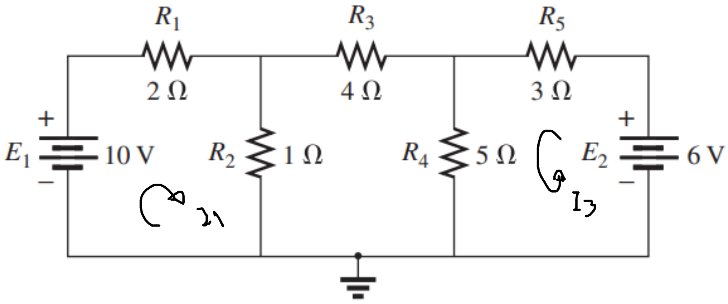
19. Para o circuito na Figura 8.115:

a) Escreva as equações necessárias para resolver as correntes nos ramos.

b) Por substituição da lei de Kirchhoff para correntes, reduza o conjunto para três equações.

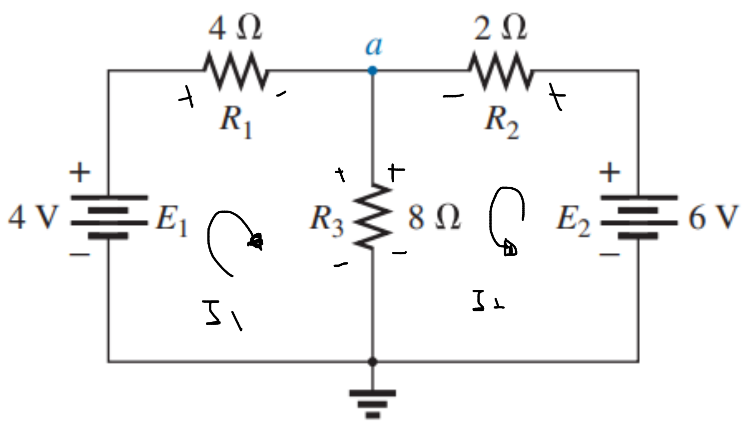
c) Reescreva as equações em um formato que possa ser solucionado usando determinantes de terceira ordem.

d) Calcule a corrente nos ramos através do resistor R_3.



Seção 8.7 Método das malhas (abordagem geral)

20. a) Usando a abordagem geral para o método das malhas, determine a corrente através de cada resistor da Figura 8.111.



$$4 - 4I_1 - 8(-I_2 - I_1) = 0 \longrightarrow 4I_1 + 8I_2 = -4$$

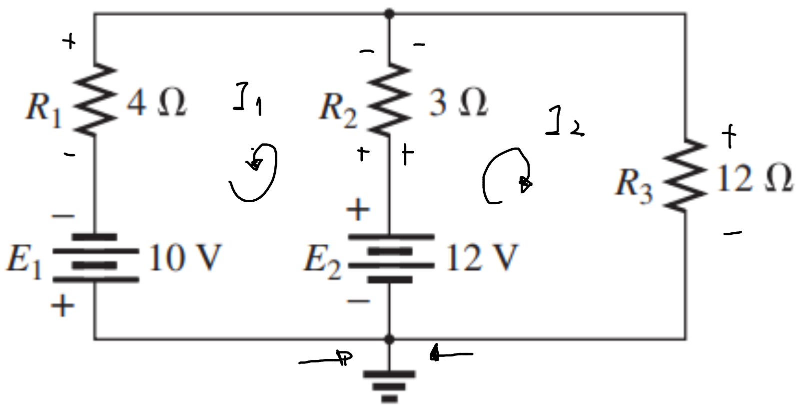
$$6 - 2I_2 - 8(-I_2 - I_1) = 0 \longrightarrow 8I_1 - 6y = -6$$

$$D = \begin{vmatrix} 4 & 8 \\ 8 & -6 \end{vmatrix} = -24 - 64$$
$$= -88$$

$$I_1 = \begin{vmatrix} -4 & 8 \\ -6 & -6 \end{vmatrix} \quad 24 - (-48)$$
$$= 0{,}81$$

$$I_2 \begin{vmatrix} 4 & -4 \\ 8 & -6 \end{vmatrix} \quad \frac{-24 + 32}{8}$$

21. a) Usando a abordagem geral para o método das malhas, determine a corrente através de cada fonte de tensão na Figura 8.112.



$$10 - 4I_1 - 3(I_1 - I_2) + 12 = 0$$

$$12 - 3(I_2 - I_1) - 12I_2 = 0$$

$$\begin{cases} -7I_1 + 3I_2 = -22 \\ 3I_1 - 15I_2 = -12 \end{cases} \longrightarrow -7 \cdot 3{,}06 + 3I_2 = -22$$

$$-21{,}42 + 3I_2 = -22$$

$$3I_2 = -0{,}58$$

$$I_2 = -0{,}19$$

↳ sentido contrário

$$D = \begin{vmatrix} -7 & 3 \\ 3 & -15 \end{vmatrix} \quad 105 - (9)$$

$$D = 96$$

$$I_1 = \begin{vmatrix} -22 & 3 \\ -12 & -15 \end{vmatrix} \quad 330 - (36)$$

$$294 / 96$$

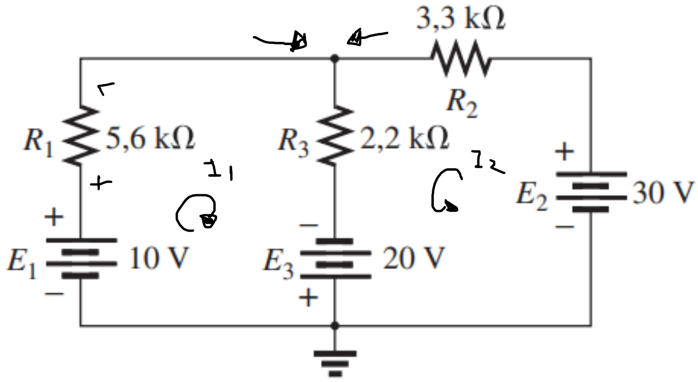
$$I_1 = 3{,}06\ A$$

$$I_1 + I_2 = I_3$$

$$+0{,}19 + 3{,}06 = 3{,}25\ A$$

22. **a)** Usando a abordagem geral para o método das malhas, determine a corrente através de cada resistor da Figura 8.113.

b) Usando os resultados da parte (a), determine a tensão através do resistor de 3,3 kΩ.



b) $R = \dfrac{V}{I} \Rightarrow V = 3300 \cdot 0{,}00851$

$V = 28{,}08\ V$

$I_1 + I_2 = I_3$

$0{,}00145 + 0{,}00851 = I_3$

$I_3 = 9{,}96 \cdot 10^{-3}$

$+10 - 5600 I_1 - 2200(I_1 - I_2) + 20 = 0$

$30 - 3300 I_2 - 2200(I_2 - I_1) + 20$

$$\begin{cases} -7800 i_1 - 2200 I_2 = -30 \\ -2200 i_1 - 5500 I_2 = -50 \end{cases}$$

$$D = \begin{vmatrix} -7800 & -2200 \\ -2200 & -5500 \end{vmatrix} \quad 42900000 - 4840000$$

$D = 38060000$

$$I_1 = \begin{vmatrix} -30 & -2200 \\ -50 & -5500 \end{vmatrix} \quad \frac{165000 - 110000 = 55000}{38060000}$$

$I_1 = 0{,}00145\ A$

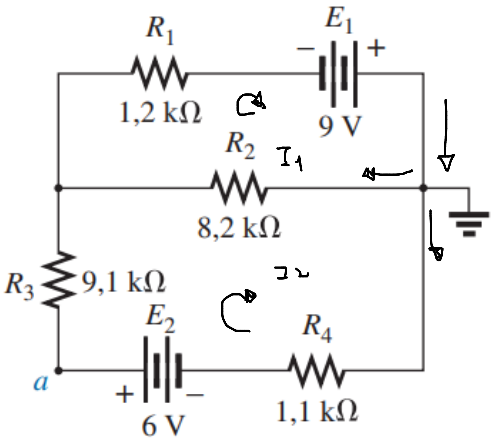
$-2200 \cdot 0{,}00145 - 5500 I_2 = -50$

$-3{,}19 - 5500 I_2 = -50$

$-5500 I_2 = -46{,}81$

$I_2 = 0{,}00851\ A$

23. a) Usando a abordagem geral para o método das malhas, determine a corrente através de cada resistor da Figura 8.114.



$$9 - 1200\,I_1 - 8200\,(I_1 - I_2) = 0$$
$$6 - 10200\,I_2 - 8200\,(I_2 - I_1) = 0$$

$$\begin{cases} -9400\,I_1 + 8200\,I_2 = -9 \\ +8200\,I_1 - 18400\,I_2 = -6 \end{cases}$$

$$D = \begin{vmatrix} -9400 & 8200 \\ 8200 & -18400 \end{vmatrix} = +172960000 - (67240000)$$
$$D = +105720000\ \Omega$$

$$I_1 = \begin{vmatrix} -9 & 8200 \\ -6 & -18400 \end{vmatrix} = \frac{165600 + 49200}{105720000}$$
$$= +2{,}03 \cdot 10^{-3}\ A$$

$$I_1 = I_3 + I_2$$
$$I_1 - I_2 = I_3$$
$$I_3 = 2{,}03 \cdot 10^{-3} - 1{,}23 \cdot 10^{-3}$$
$$I_3 = 0{,}8 \cdot 10^{-3}\ A$$

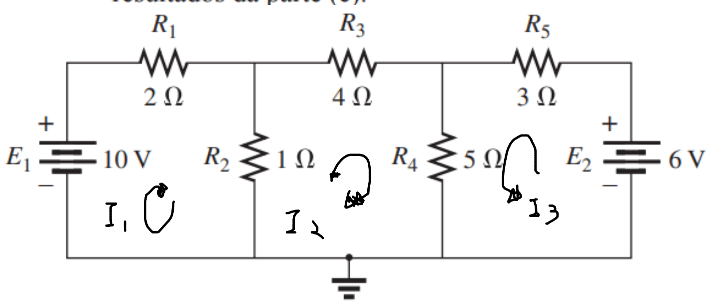
$$8200 \cdot 2{,}03 \cdot 10^{-3} - 18400\,I_2 = -6$$
$$16{,}646 - 18400\,I_2 = -6$$
$$\frac{-22{,}646}{-18400}$$
$$I_2 = 1{,}23 \cdot 10^{-3}\ A$$

***24. a)** Determine as correntes de malha para o circuito da Figura 8.115 usando a abordagem geral.

b) Através do uso adequado da lei de Kirchhoff para correntes, reduza o conjunto de equações resultante para três.

c) Use determinantes para calcular as três correntes de malha.

d) Determine a corrente através de cada fonte, usando os resultados da parte (c).



$$10 - 2I_1 - 1(I_1 - I_2) = 0$$
$$-4I_2 - 1(I_2 - I_1) - 5(I_2 - I_3) = 0$$
$$6 - 3I_3 - 5(I_3 - I_2) = 0$$

$$\begin{cases} -3I_1 + 1I_2 + 0 = -10 \\ +1I_1 - 10I_2 + 5I_3 = 0 \\ 0 + 5I_2 - 8I_3 = -6 \end{cases}$$

$$D = \left| \begin{array}{ccc|cc} -3 & 1 & 0 & -3 & 1 \\ -1 & -10 & +5 & +1 & -10 \\ 0 & -5 & -8 & 0 & -5 \end{array} \right|$$

$D = \quad -240 \quad -(67)$

$D = -307$

$$I_1 = \left| \begin{array}{ccc|cc} -10 & 1 & 0 & -10 & 1 \\ 0 & -10 & +5 & 0 & -10 \\ -6 & -5 & -8 & -6 & -5 \end{array} \right|$$

$-800 - 30 - (250)$

-1080

$I_1 = \dfrac{-1080}{-307} = 3,51\ A$

$-3 \cdot 3,51 + I_2 = -10$

$-10,5 + I_2 = -10$

$I_2 = 0,5\ A$

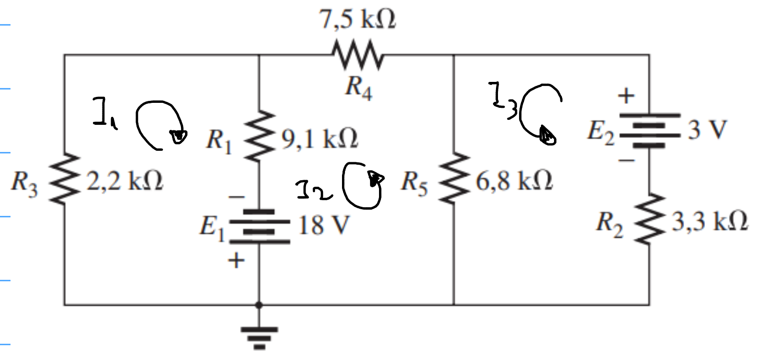
$2,5 - 8I_3 = -6$

$I_3 = +1,06\ A$

***25. a)** Escreva as equações de malha para o circuito da Figura 8.116 usando a abordagem geral.

b) Usando determinantes, calcule as correntes de malha.

c) Usando os resultados da parte (b), calcule a corrente através de cada fonte.



$$-2200 I_1 - 9100 (I_1 - I_2) = -18$$

$$-7500 I_2 - 9100 (I_2 - I_1) - 6800 (I_2 - I_3) = -18$$

$$-3300 I_3 - 6800 (I_3 - I_2) = -3$$

$$\begin{cases} -11300 I_1 + 9100 I_2 + 0 = -18 \\ 9100 I_1 - 23400 I_2 + 6800 I_3 = -18 \\ 0 + 6800 I_2 - 10100 I_3 = -3 \end{cases}$$

$$D = \left| \begin{array}{ccc|cc} -11300 & 9100 & 0 & -11300 & 9100 \\ 9100 & -23400 & 6800 & 9100 & -23400 \\ 0 & 6800 & -10100 & 0 & 6800 \end{array} \right.$$

$-1{,}35 \cdot 10^{12}$

$D = -2{,}67 \cdot 10^{12} - (-5{,}22 \cdot 10^{11})$

$-8{,}36 \cdot 10^{11}$

$D = -1{,}31 \cdot 10^{12}$

$$I_1 \quad \left| \begin{array}{ccc|cc} -18 & 9100 & 0 & -18 & 9100 \\ -18 & -23400 & 6800 & -18 & -23400 \\ -3 & 6800 & -10100 & -3 & 6800 \end{array} \right.$$

$$-4439760000 - (+822060000)$$

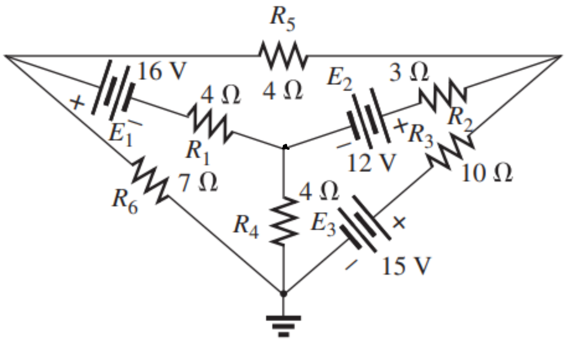
$$\frac{-3617700000}{-1{,}31 \cdot 10^{12}}$$

$$I_1 = 2{,}76 \cdot 10^{-3}$$

***26. a)** Escreva as equações de malha para o circuito da Figura 8.117 usando a abordagem geral.

b) Usando determinantes, calcule as correntes das malhas.

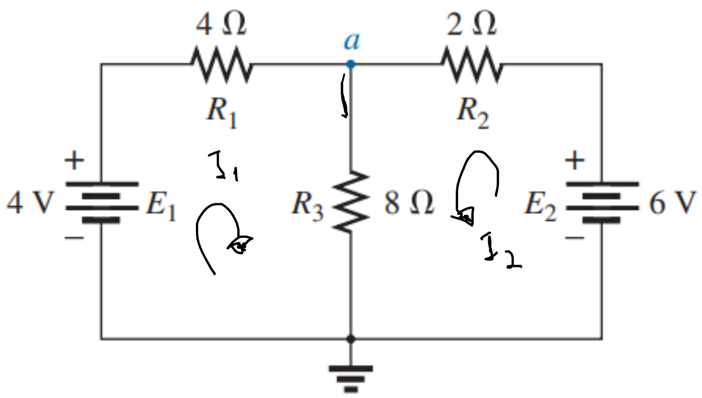
c) Usando os resultados da parte (b), calcule a corrente através do resistor R_5.



Seção 8.8 Método das malhas (abordagem padronizada)

32. a) Usando a abordagem padronizada para o método das malhas, escreva as equações de malha para o circuito da Figura 8.111.

b) Determine a corrente através do resistor de 8 Ω.



$(4+8)I_1 - 8I_2 = +4$

$-8I_1 + (2+8)I_2 = 6$

$$\begin{cases} 12I_1 - 8I_2 = 4 \\ -8I_1 + 10I_2 = 6 \end{cases}$$

$$D = \begin{vmatrix} 12 & -8 \\ -8 & 10 \end{vmatrix} \quad 120 - (-64) \quad 120 + 64$$

$D = 56$

$$\begin{vmatrix} 4 & -8 \\ 6 & 10 \end{vmatrix} \quad 40 - (-48) \quad \frac{88}{56}$$

$I_1 = 1{,}57\ A$

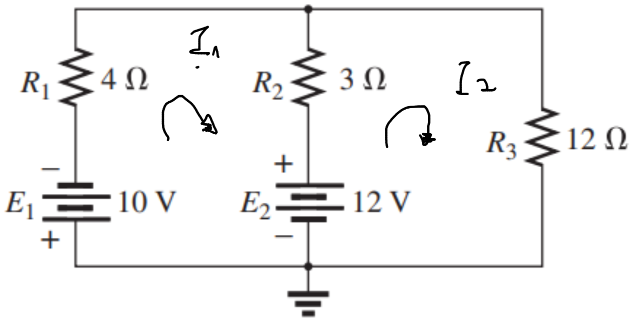
$-8 \cdot 1{,}57 + 10I_2 = 6$

$10I_2 = 18{,}56$

$I_2 = \frac{18{,}56}{10} = 1{,}85\ A$

33. **a)** Usando a abordagem padronizada para o método das malhas, escreva as equações de malha para o circuito da Figura 8.112.

b) Determine a corrente através do resistor de 3 Ω.



$$+10 + 4I_1 + 3(I_1 - I_2) + 12 = 0$$

$$12I_2 - 12 + 3(I_2 - I_1) = 0$$

$$\begin{cases} 7I_1 - 3I_2 = -22 \\ -3I_1 + 15I_2 = 12 \end{cases}$$

$$D = \begin{vmatrix} 7 & -3 \\ -3 & 15 \end{vmatrix} \qquad D = 105 - 9 \qquad D = 96$$

$$I_1 = \begin{vmatrix} -22 & -3 \\ 12 & 15 \end{vmatrix} \qquad -330 + 36 \qquad I_1 = \frac{294}{96} = -3{,}06$$

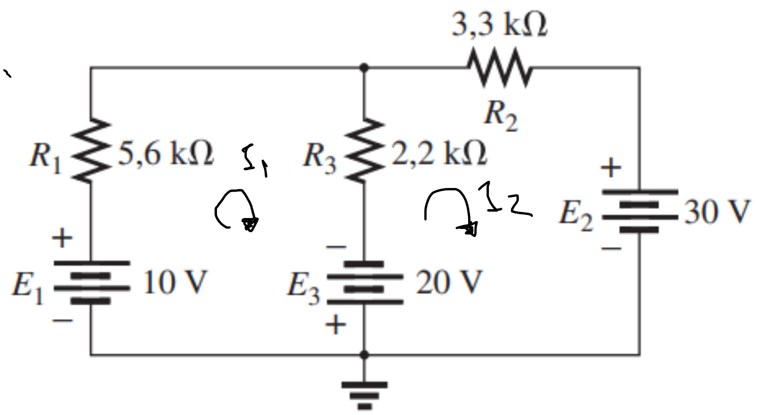
$$I_2 = \begin{vmatrix} 7 & -22 \\ -3 & 12 \end{vmatrix} \qquad 84 - 66 \qquad I_2 = 18/96 = 0{,}18\,A$$

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_3 = 3{,}06 + 0{,}18 = 3{,}24$$

34. a) Usando a abordagem padronizada para o método das malhas, escreva as equações de malha para o circuito da Figura 8.113 com três fontes independentes.

b) Calcule a corrente através de cada fonte do circuito.



$$-10 + 5{,}6\,I_1 + 2{,}2\,(I_1 - I_2) - 20 = 0$$

$$3{,}3\,I_2 + 30 + 20 + 2{,}2\,(I_2 - I_1) = 0$$

$$\begin{cases} 7{,}8\,I_1 - 2{,}2\,I_2 = 30 \\ -2{,}2\,I_1 + 5{,}5\,I_2 = -50 \end{cases}$$

$$D = \begin{vmatrix} 7{,}8 & -2{,}2 \\ -2{,}2 & 5{,}5 \end{vmatrix} \qquad D = 42{,}9 - 4{,}84 \qquad D = 38{,}06$$

$$I_1 = \begin{vmatrix} 30 & -2{,}2 \\ -50 & 5{,}5 \end{vmatrix} = 165 - 110 \qquad I_1 = \frac{55}{38{,}06} = 1{,}44 \cdot 10^{-3}\ A$$

$$I_2 = \begin{vmatrix} 7{,}8 & 30 \\ -2{,}2 & -50 \end{vmatrix} = -390 + 66 \qquad I_2 = -\frac{324}{38{,}06} = -8{,}51 \cdot 10^{-3}\ A$$

↳ sentido invertido

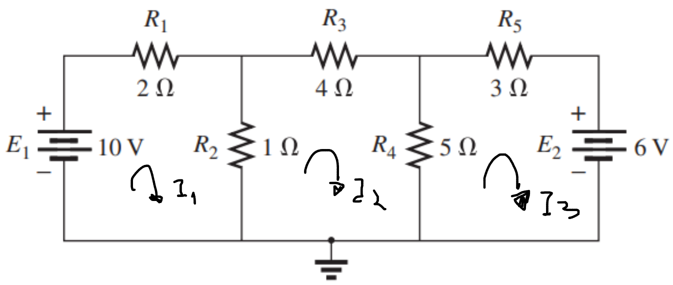
$$I_3 = I_2 + I_1$$

$$I_3 = 9{,}95 \cdot 10^{-3}$$

***35. a)** Escreva as equações de malha para o circuito da Figura 8.115 usando a abordagem padronizada para o método das malhas.

b) Determine as três correntes de malha, usando determinantes.

c) Determine a corrente através do resistor de 1 Ω.



$$-10 + 2I_1 + 1(I_1 - I_2) = 0$$
$$4I_2 + 5(I_2 - I_3) + 1(I_2 - I_1) = 0$$
$$3I_3 + 6 + 5(I_3 - I_2) = 0$$

$$\begin{cases} 3I_1 - 1I_2 + 0 = 10 \\ -1I_1 + 10I_2 - 5I_3 = 0 \\ 0 - 5I_2 + 8I_3 = -6 \end{cases}$$

$$D = \left|\begin{array}{ccc|cc} 3 & -1 & 0 & 3 & -1 \\ -1 & 10 & -5 & -1 & 10 \\ 0 & -5 & 8 & 0 & -5 \end{array}\right.$$

$$D = 240 - (75 + 8)$$
$$D = 157$$

$$I_1 = \left|\begin{array}{ccc|cc} 10 & -1 & 0 & 10 & -1 \\ 0 & 10 & -5 & 0 & 10 \\ -6 & -5 & 8 & -6 & -5 \end{array}\right.$$

$$800 - 30 - (250)$$
$$I_1 = \frac{520}{157} = 3{,}31\ A$$

$$3I_1 - I_2 + 0 = 10$$
$$3 \cdot 3{,}31 - I_2 = 10$$
$$9{,}93 - I_2 = 10$$
$$I_2 = -0{,}063A$$

$$-5I_2 + 8I_3 = -6$$
$$0{,}315 + 8I_3 = -6$$
$$8I_3 = -6{,}315$$
$$I_3 = -0{,}789A$$

$$I_{R1} = I_1 + I_2$$
$$I_{R1} = 3{,}31 + 0{,}063$$
$$I_{R1} = 3{,}373\ A$$

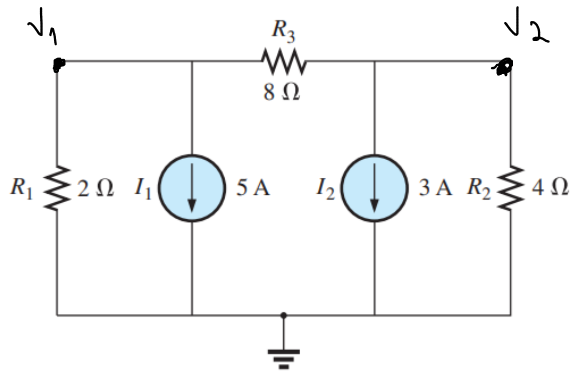
Seção 8.9 Método dos nós (abordagem geral)

40. a) Escreva as equações nodais usando a abordagem geral para o circuito da Figura 8.124.

b) Calcule as tensões nodais usando determinantes.

c) Use os resultados da parte (b) para calcular a tensão através do resistor de 8 Ω.

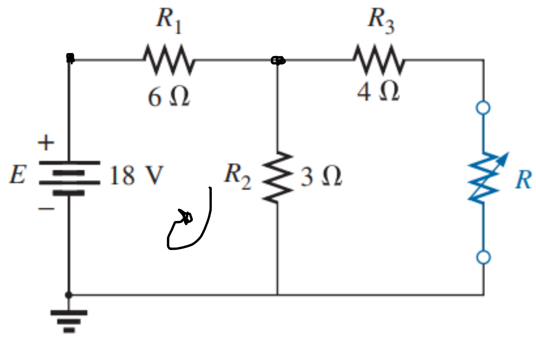
d) Use os resultados da parte (b) para calcular a corrente através dos resistores de 2 Ω e 4 Ω.



Seção 9.3 Teorema de Thévenin

8. **a)** Calcule o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor *R* na Figura 9.126.

b) Calcule a corrente através de *R* quando os valores de *R* forem 2 Ω, 30 Ω e 100 Ω.



$$E_{th} = \frac{R_2 \cdot E}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 18}{9} = 6V$$

$+18 = 9I$

$I = 2$

$V_2 = R_2 \cdot I$

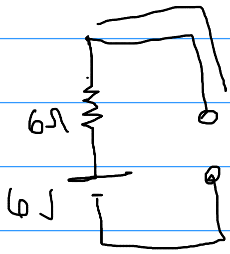
$V_2 = 3 \cdot 2$

$V = 6$

dando curto

$$\frac{1}{\frac{1}{6} + \frac{1}{3}} + 4 \Rightarrow R_{th} = 6\Omega$$

Eq th =



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

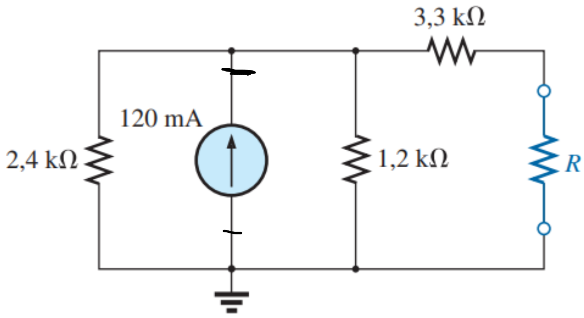
Para R = 2 $\quad I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{6}{8} = 0{,}75A$

Para R = 30

$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{36} = 0{,}16\,A$

Para R = 100

$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{6}{106} = 0{,}0566A$

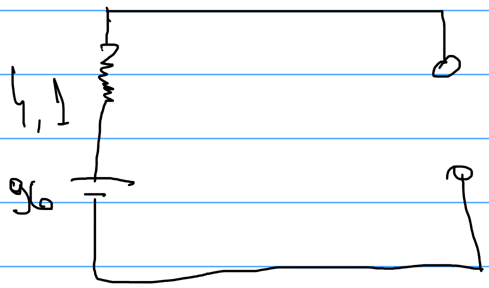


9. a) Calcule o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R para o circuito na Figura 9.127.

b) Calcule a potência fornecida para R quando os valores de R forem 2 kΩ e 100 kΩ.

$$\frac{1}{\frac{1}{2,4}+\frac{1}{1,2}} = 0,8 + 3,3 \qquad R_{th} = 4,1\,k\Omega$$

$$E_{th} = 120 \cdot 0,8 = 96\,V$$



Caso $R = 2\,k\Omega$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = 15,73^2 \cdot 2$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{96}{6,1} = 15,73$$

$$P = 494,8658\ mW$$

ou $0,494\ W$

Caso $R = 100\,k\Omega$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{96}{104,1} = 0,92$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = 0,92^2 \cdot 100$$

$$P = 85,04\ mW$$

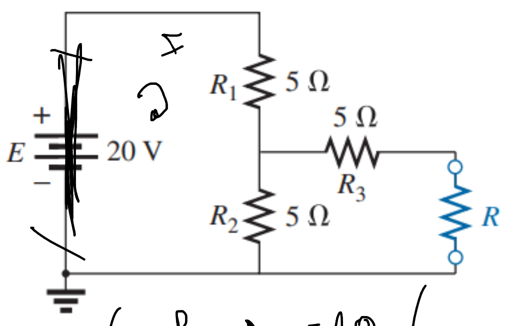
ou $0,08504\ W$

10. a) Calcule o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R para o circuito na Figura 9.128.

b) Calcule a potência fornecida para R quando os valores de R forem 2 Ω e 100 Ω.

$10I = 20$

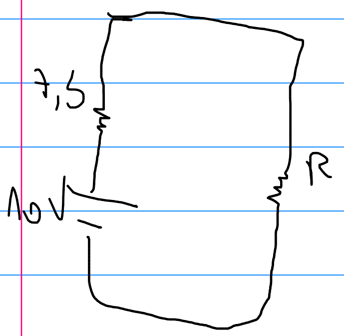
$I = 2A$



$V_2 = R_2 \cdot 2 = 10V$

$$R_{th} = \left(\frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{5}}\right) + 5 = 7{,}5\,\Omega$$

$$E_{th} = \frac{20}{2} = 10V$$



Caso $R = 2$

$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{10}{7{,}5+2} = 1{,}05A$

$P = I^2 \cdot R$

$P = 1{,}05^2 \cdot 2$

$P = 2{,}21\,W$

Caso $R = 100$

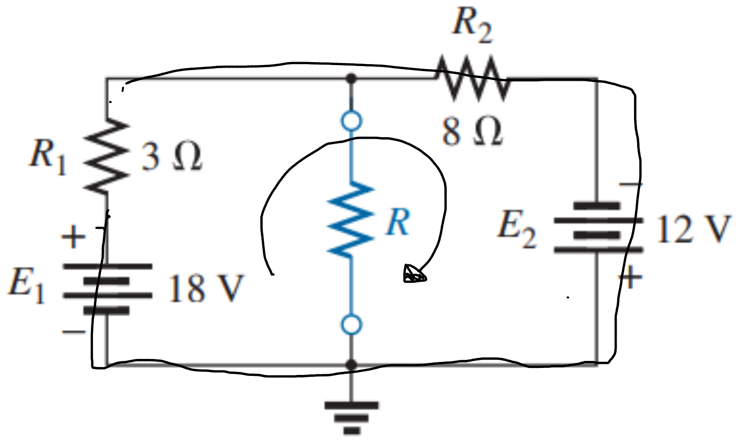
$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{10}{107{,}5} = 0{,}093A$

$P = I^2 \cdot R$

$P = 0{,}093^2 \cdot 100$

$P = 0{,}865\,W$

11. Calcule o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R para o circuito na Figura 9.129.



$R_{th} = 2{,}18\ \Omega$

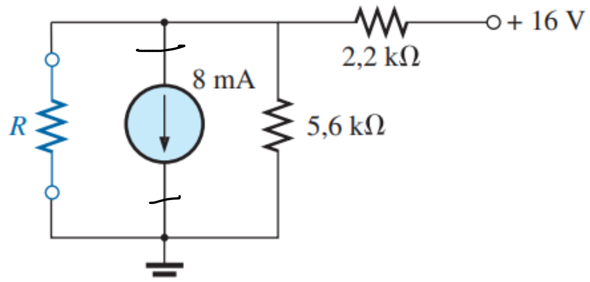
$I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{12+18}{8+3} = 2{,}72\ A$

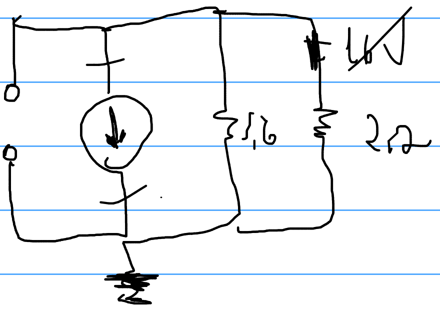
$E_{th} = 8{,}19 - 18$

$E_{th} = 9{,}81\ V$

$V_3 = R \cdot I = 3 \cdot 2{,}72 = 8{,}19\ V$

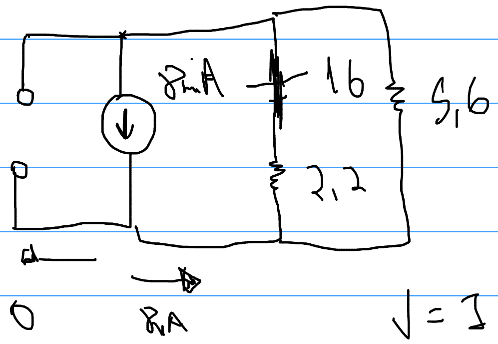
12. Calcule o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R para o circuito na Figura 9.130.





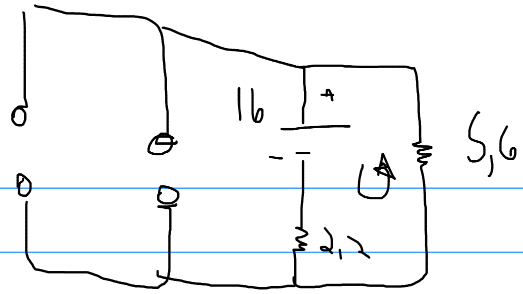
$R_{th} = 1{,}579\ k\Omega$

$I = \dfrac{V}{R} = 7{,}27$



$V = I \cdot R$

$V = 8 \cdot 1{,}579 = 12{,}63\ V$



$$(5,6+2,2)I = 16$$

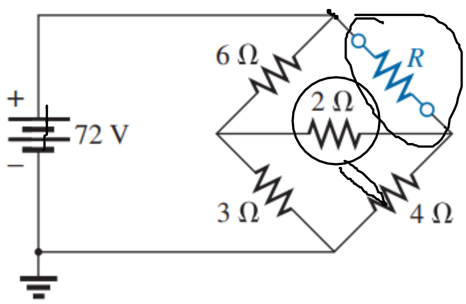
$$7,8\,I = 16$$

$$I = \frac{16}{7,8} = 2,05\,mA$$

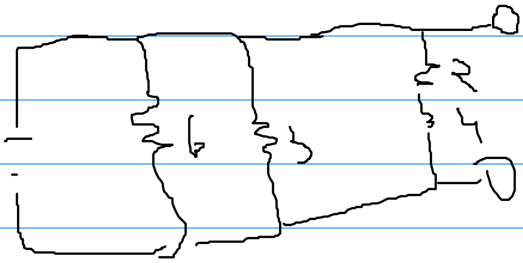
$$V = I \cdot R$$

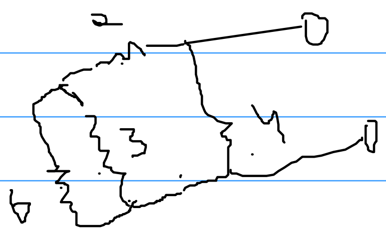
$$V = 2,05 \cdot 5,6 = 11,48\,V$$

***13.** Calcule o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R na Figura 9.131.



E_{th}



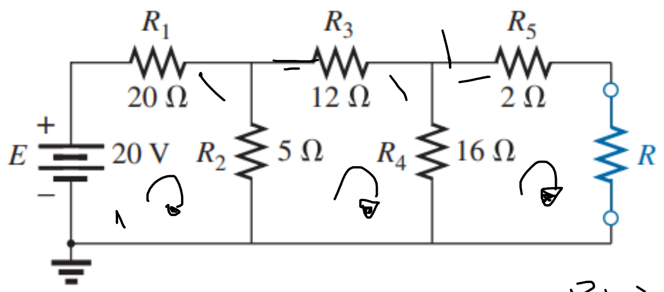


I_N

*15. **a)** Determine o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R na Figura 9.133.

b) Calcule a corrente através do resistor R se seus valores forem 20 Ω, 50 Ω e 100 Ω.

c) Sem ter o circuito equivalente de Thévenin, o que você teria de fazer para calcular a corrente através do resistor R para todos os valores da parte (b)?



$8+2=10\,\Omega$

$E_{th}=10\,\Omega$

$$\begin{cases} 25I_1-5I_2+0=20 \\ -5I_1+33I_2+0=0 \\ 0- \end{cases}$$

$$\begin{vmatrix} 25 & -5 \\ -5 & 33 \end{vmatrix} \quad 825-25 \quad 800$$

$$\begin{vmatrix} 20 & -5 \\ 0 & 33 \end{vmatrix} \quad \frac{660}{800}=I_1=0{,}825$$

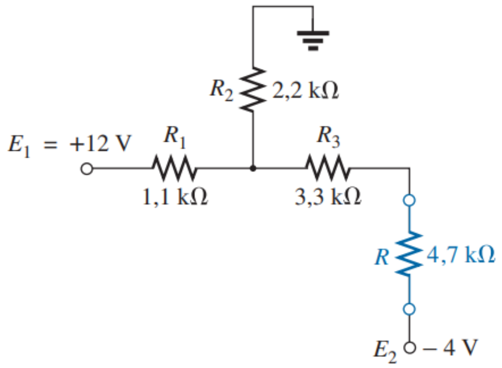
$20{,}62-5I_2+0=20$

$I_2=0{,}124$

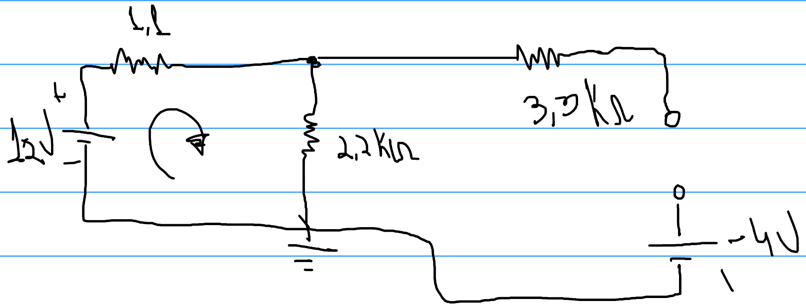
$E_{th}=0{,}124\cdot16=1{,}98\,V$

***16. a)** Determine o circuito equivalente de Thévenin para o circuito externo ao resistor R na Figura 9.134.

b) Calcule a polaridade e o valor absoluto da tensão através do resistor R se o seu valor for 1,2 kΩ.



$$R_{th} = \frac{1}{\frac{1}{1,1} + \frac{1}{2,2}} + 3,3 = 4,03\,\Omega$$



$3,3\, I_1 = +12$

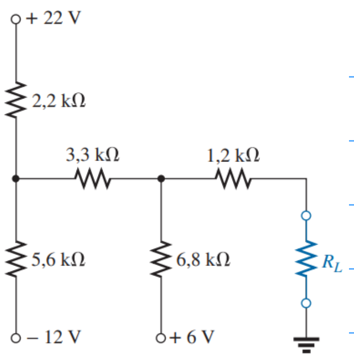
$I_1 = 3,6$

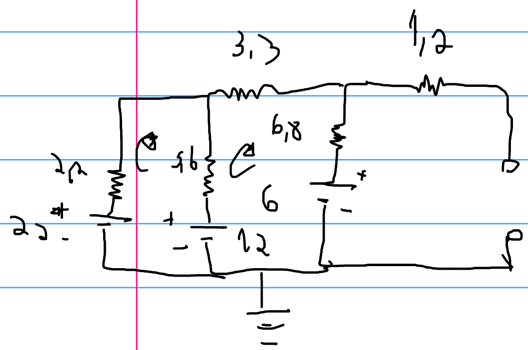
$V_1 = R \cdot I_1$

$V_{2,2} = 7,92\ V$

$E_{th} = 7,92 + 4$

$E_{th} = 11,92\ V$





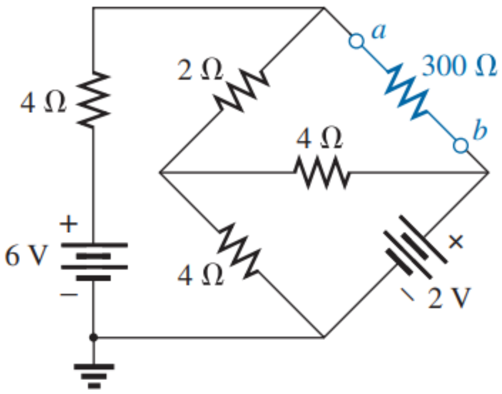
$R_{th} = 4{,}037$

$$7{,}8\,I_1 - 5{,}6\,I_2 = 10$$
$$-5{,}6\,I_1 + 15{,}7\,I_2 = 6$$

$$\begin{vmatrix} 7{,}8 & -5{,}6 \\ -5{,}6 & 15{,}7 \end{vmatrix} = D = 122{,}46 - 31{,}36$$

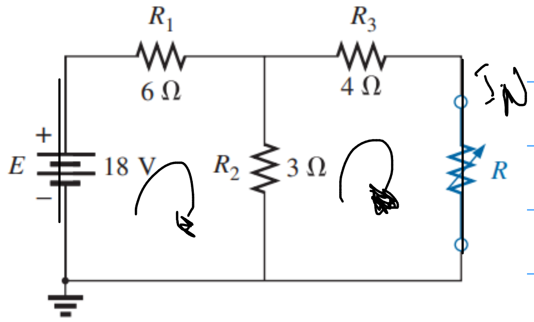
$$D = 91{,}1$$

$$I_2 = \begin{vmatrix} 7{,}8 & 10 \\ -5{,}6 & 6 \end{vmatrix} \quad 46{,}8 + 56 = 1{,}12$$



a
300 Ω
2 Ω
4 Ω
b
4 Ω
+
6 V
–
4 Ω
×
2 V

Norton



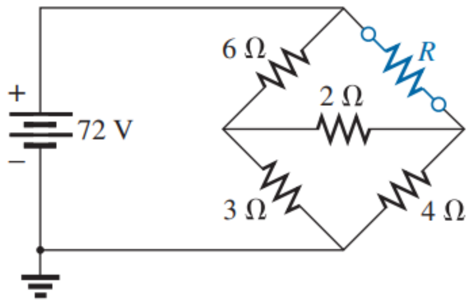
$R_N = 6\ \Omega$

$$9I_1 - 3I_2 = 18$$
$$-3I_1 + 7I_2 = 0$$

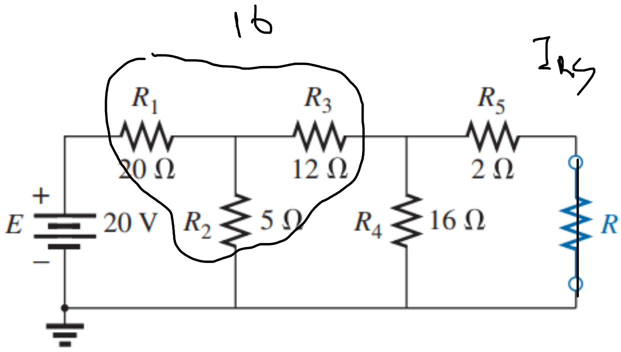
$$\begin{vmatrix} 9 & -3 \\ -3 & 7 \end{vmatrix} = 63 - 9$$
$$D = 54$$

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 9 & 18 \\ -3 & 0 \end{vmatrix}}{54} \to \frac{54}{54} = 1A$$

$\therefore I_N = 1A$

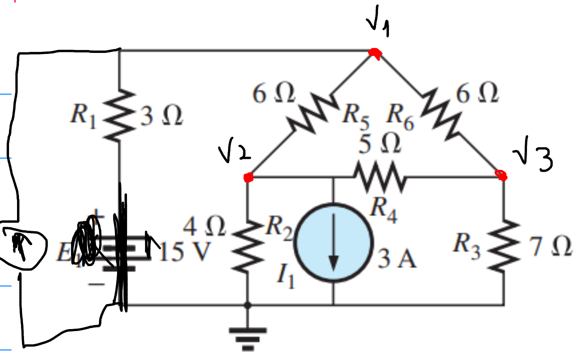


+
72 V
−
6 Ω
R
2 Ω
3 Ω
4 Ω



$R_N = 10\ \Omega$

SA (1)



$$-\frac{V_1}{6}+\left(\frac{V_2}{6}+\frac{V_2}{5}+\frac{V_2}{4}\right)-\frac{V_3}{5}=-3$$

$$\frac{-10V_1+(10V_2+12V_2+15V_2)-12V_3}{\cancel{6}0}$$

5, 6, 4 | 2
5, 3, 2 | 2
5, 3, 1 | 3
5, 1, 1 | 5
1, 1, 1 | 60

$$-10V_1+37V_2-12V_3=180 \quad (2)$$

$$\left(\frac{V_1}{6}+\frac{V_1}{6}+\frac{V_1}{3}\right)-\frac{V_2}{6}-\frac{V_3}{6}=5$$

$$\left(\frac{V_1+V_2+2V_1}{\cancel{6}}\right)-\frac{V_2}{\cancel{6}}-\frac{V_3}{\cancel{6}}=5.6$$

$$4V_1-V_2-V_3=30 \quad (1)$$

$$-\frac{V_1}{6}-\frac{V_2}{5}+\left(\frac{V_3}{6}+\frac{V_3}{5}+\frac{V_3}{7}\right)=0$$

$$\frac{-35V_1-42V_2+(35+42+30)V_3}{2\cancel{1}0}=0$$

6, 5, 7 | 2
3, 5, 7 | 3
1, 5, 7 | 5
1, 1, 7 | 7 /210

$$-35V_1-42V_2+107V_3=0 \quad (3)$$

$$\begin{cases} 4V_1-V_2-V_3=30 \\ -10V_1+37V_2-12V_3=180 \\ -35V_1-42V_2+107V_3=0 \end{cases}$$

$$\left|\begin{array}{ccc|cc} 4 & -1 & -1 & 4 & -1 \\ -10 & 37 & -12 & -10 & 37 \\ -35 & -42 & 107 & -35 & -42 \end{array}\right|$$

15836 + ~~~ − (1295 + 2016 + 1070)

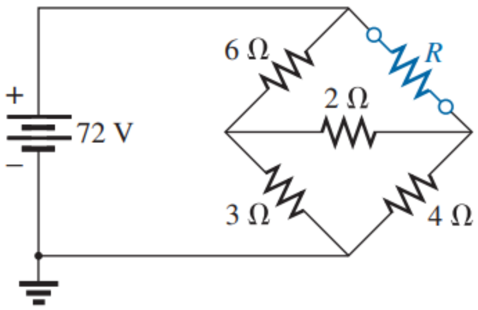
14996 − ~~

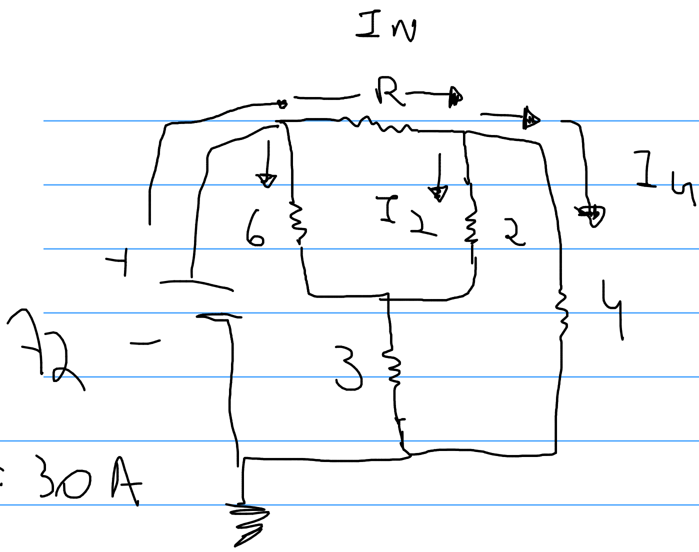
D = 10615

$$V_1 = \left|\begin{array}{ccc|cc} 30 & -1 & -1 & 30 & -1 \\ 180 & 37 & -12 & 180 & 37 \\ 0 & -42 & 107 & 0 & -42 \end{array}\right| \qquad \frac{76830}{10615} = 7{,}23\,V$$

118770 + ... − (15120 + ...)

111210 − 34380





$I_N = I_4 + I_2 \Rightarrow 16 + 12 = 30\,A$

$I_4 = \frac{V}{R_4} = \frac{72}{4} = 18\,A$

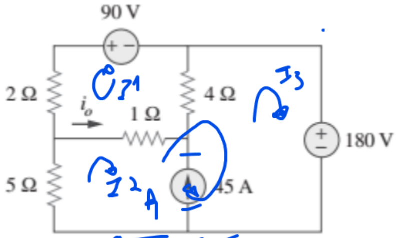
$$I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) I_T$$

→ No R=3

$R = \frac{V}{\times I} \quad I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{72}{4,5} = 16\,A$

$I_2 = \left(\frac{6}{2+6}\right) \cdot 16 = 12\,A$

5) Use análise de malhas para obter o valor de i_0.



$$\begin{vmatrix} 7 & -5 \\ -5 & 10 \end{vmatrix} \quad 70-25 \quad D = 45$$

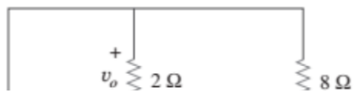
$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 90 & -5 \\ -360 & 10 \end{vmatrix}}{45} = 90 - 1800 \quad -\frac{900}{45} = -20$$

$$I_2 = \begin{vmatrix} 7 & 90 \\ -5 & -360 \end{vmatrix} \qquad I_2 = -46$$

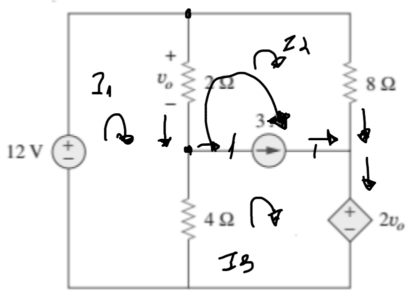
$$7I_1 - I_2 - 4I_3 = -90$$
$$-5I_1 + 6I_2 + 4I_3 = -180$$
$$I_3 = 45 + I_2$$
$$7I_1 - 5I_2 = 90$$
$$-5I_1 + 10I_2 = -360$$

6) Pelo método de análise de malhas, determine as correntes nos três resistores do circuito:

$$I_0 = -46 - (-20)$$
$$I_0 = -26$$



6) Pelo método de análise de malhas, determine as correntes nos três resistores do circuito:



$$V_0 = 2(I_1 - I_2) = 2I_1 - 2I_2$$
$$3 + I_2 = I_3$$
$$I_3 = 3 + I_2$$
$$I_3 = 3{,}5$$

$$6I_1 - 2I_2 - 4I_3 = 12$$
$$-2I_1 + 10I_2 + 4I_3 = 2V_0$$

$$6I_1 - 6I_2 = 24$$
$$-6I_1 + 14I_2 = -12$$
$$-4I_1 + 12I_2 = -12$$

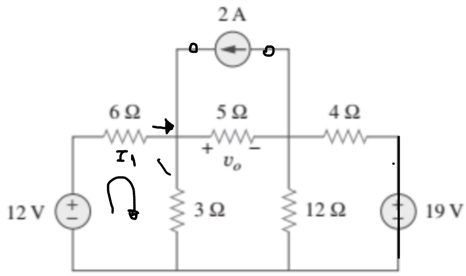
$$\begin{cases} 6I_1 - 6I_2 = 24 \\ -4I_1 + 12I_2 = -12 \end{cases}$$

$$\begin{vmatrix} 6 & -6 \\ -4 & 12 \end{vmatrix} \quad D = 48$$

$$27 - 6I_2 = 24$$
$$\frac{-3}{-6}$$
$$I_2 = 0{,}5$$

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 24 & -6 \\ -12 & 12 \end{vmatrix}}{48} \quad \frac{216}{48} = 4{,}5A$$

7) Resolva o circuito a seguir usando o teorema da superposição.



$R_{eq} = 8{,}42\,\Omega$

$$I = \frac{V}{R} \Rightarrow I = \frac{12}{8{,}42} = 1{,}42\,A$$

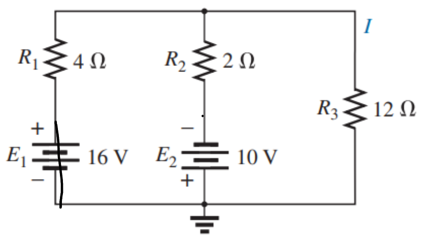


Figura 9.119 Problema 1.

$R_{eq} = 5$

$3 + 2 = 5$

$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{10}{5} = 2\,A$

$I = \frac{1}{12} =$

$I = \frac{V}{2}$ $V = 1\,V$

$R_{eq} = 5{,}714\,\Omega$

$I = \frac{V}{R} \Rightarrow \frac{16}{5{,}714} = 2{,}8\,A$

$V = 1{,}714 \cdot 2{,}8$
$4{,}79\,V$

$I = \frac{4{,}79}{12} = 0{,}40\,A$