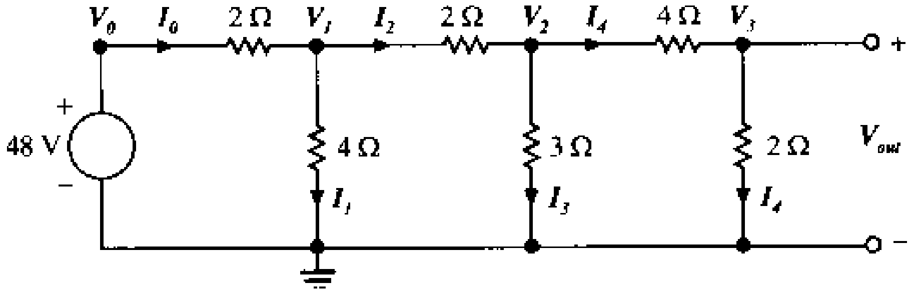
CIRCUITOS ELÉTRICOS – EXERCÍCIOS – 1 – 3 – 2002

1) Para o circuito da figura, determinar a tensão de saída V_{out}, utilizando a linearidade.



Assumiremos que a tensão de saída seja V_{out} = 1 V e calcularemos o valor da fonte de tensão.

Nessas condições $V_3 = V_{out}$ = 1 V e $I_4 = \frac{V_3}{2} = 0{,}5$ A

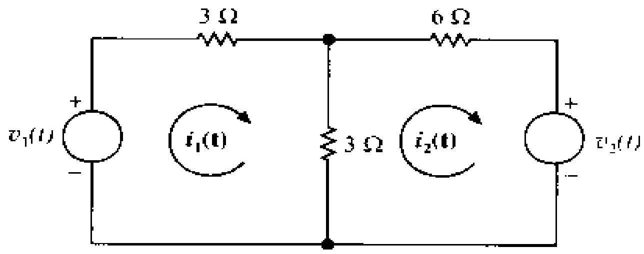
$V_2 = 4.I_4 + V_3 = 3.V \Rightarrow I_3 = \frac{V_2}{3} = 1.A$ Usando-se a LKC, tem-se: $I_2 = I_3 + I_4$ = 1,5 A

Então $V_1 = 2.I_2 + V_2 = 6.V \Rightarrow I_1 = \frac{V_1}{4} = 1{,}5.A$ Aplicado-se a LKC novamente, temos

$I_0 = I_1 + I_2$ = 3 A e finalmente $V_0 = 2.I_0 + V_1$ = 12 V.

Portanto, assumindo que V_{out} = 1 V produz ma fonte de tensão de 12 V. Entretanto, a tensão real da fonte é 48 V e dessa forma a tensão real é $1V.\frac{48}{12} = 4$ V

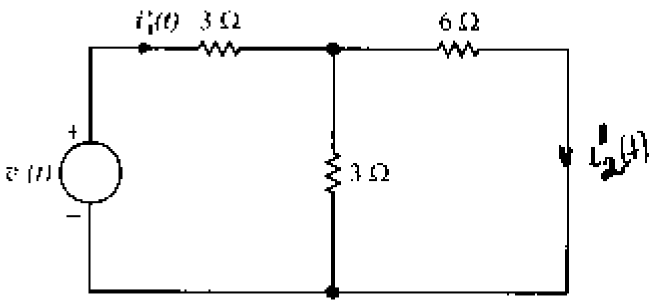
2) Para o circuito da figura, determinar as correntes das malhas, utilizando o teorema da superposição.



(2.a)

As correntes $i_1(t)$ e $i_2(t)$ tem componentes devidas a $v_1(t)$ e $v_2(t)$.

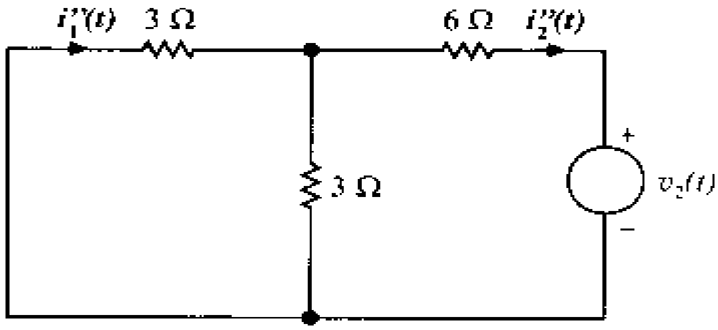
Fazendo com que a fonte $v_1(t)$ atue sozinha, $v_2(t)$ deve ser zero, temos o circuito da figura (2.b)



(2.b)

$$i_1'(t)=\frac{v_1(t)}{3+\frac{3x6}{3+6}}=\frac{v_1(t)}{5} \quad \text{e} \quad i_2'(t)=\frac{3}{3+6}.i_1'(t)=\frac{v_1(t)}{15}$$

Fazendo com que a fonte v_2(t) atue sozinha, v_1(t) deve ser zero), temos o circuito da figura (2.c).



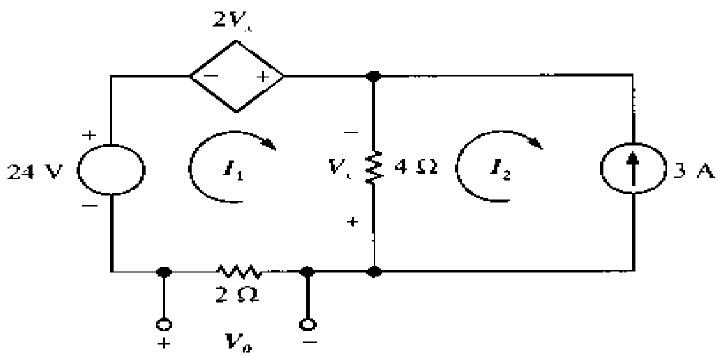
(2.c)

$$i_2''(t)=-\frac{v_2(t)}{6+\frac{3x3}{3+3}}=-\frac{2.v_2(t)}{15} \quad \text{e} \quad i_1''(t)=\frac{3}{3+3}.i_2''(t)=-\frac{v_2(t)}{15}$$

A corrente total é a soma das duas parcelas.

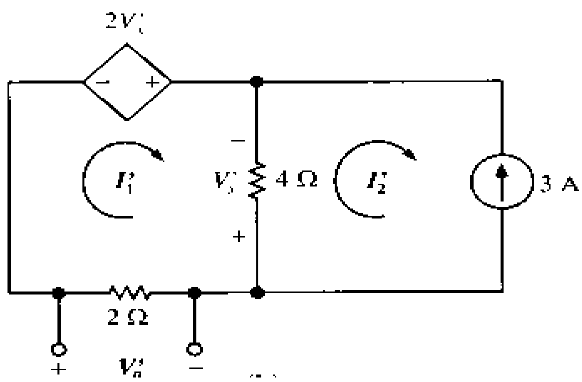
$$i_1(t)=i_1'(t)+i_1''(t)=\frac{v_1(t)}{5}-\frac{v_2(t)}{15} \quad \text{e} \quad i_2(t)=i_2'(t)+i_2''(t)=\frac{v_1(t)}{15}-\frac{2v_2(t)}{15}$$

3) Determinar a tensão V_0 na rede da figura, utilizando o princípio da superposição.



(3.a)

Com apenas fonte de corrente funcionando, temos o circuito da figura (3.b)



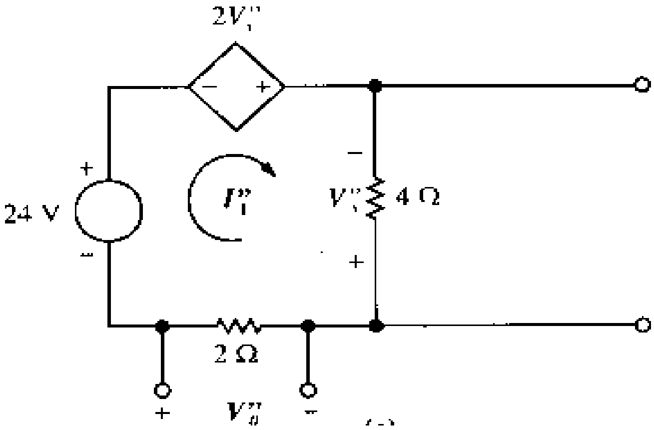
(3.b)

$2.V'_x = 4(I'_1 - I'_2) + 2.I'_1$

$V'_x = -4(I'_1 - I'_2)$ essas equações produzem $I'_1 = -\frac{36}{14}$ A e $V'_0 = \frac{72}{14}$ V

$I'_2 = -3$ A

Para a fonte de tensão operando, temos o circuito da figura (3.c)



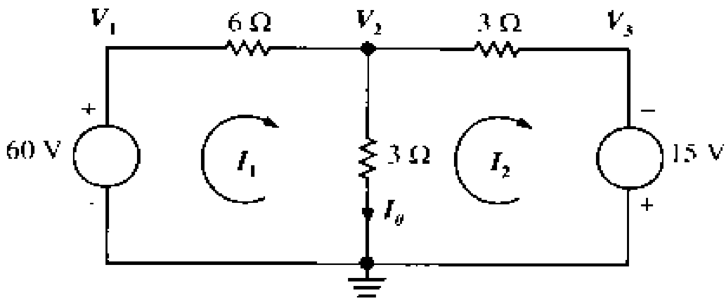
(3.c)

As equações são: $24 + 2\,V''_x = 6.I''_1$ e $V''_x = -4.I''_1$

Dessas equações obtemos $I''_1 = \frac{24}{14}$ A e desse modo $V''_0 = -\frac{48}{14}$ V

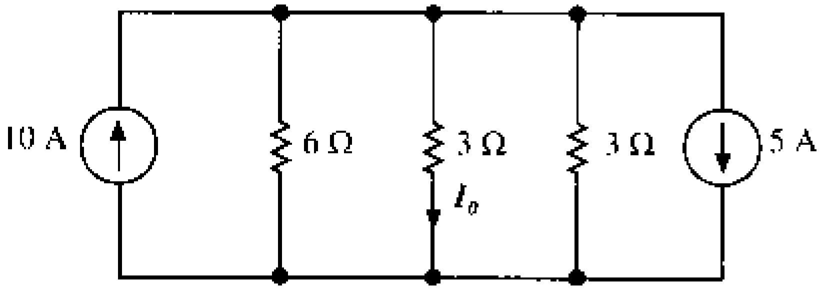
Portanto $V_0 = V'_0 + V''_0 = \frac{72}{14} - \frac{48}{14} = \frac{24}{14}$ V

4) Para o circuito da figura, determinar a corrente I_0, utilizando transformação de fontes.



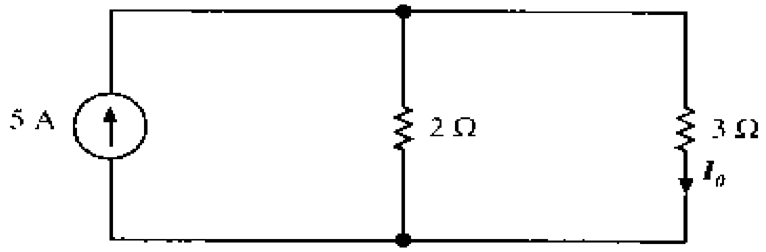
(4.a)

Transformando as fontes reais de tensão: (60 V; 6 Ω) e (15 V; 3 Ω) em fontes de corrente, respeitas as polaridades, obtemos o circuito da figura (4.b)



(4.b)

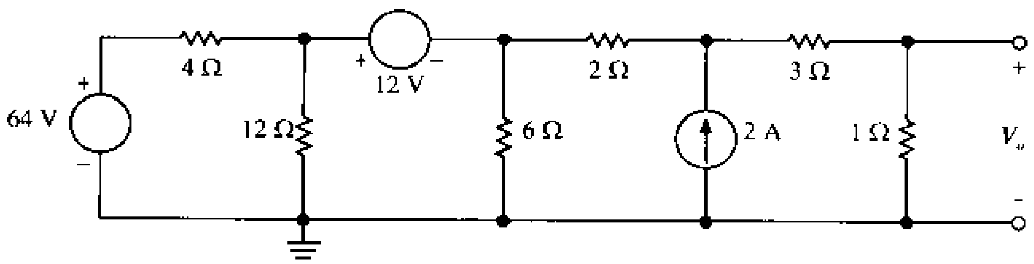
Somando algebricamente as fontes ideais de corrente (10 – 5 = 5 A) e combinando os resistores $\frac{6x3}{6+3} = 2\Omega$, obtemos o circuito da figura (4.c)



(4.c)

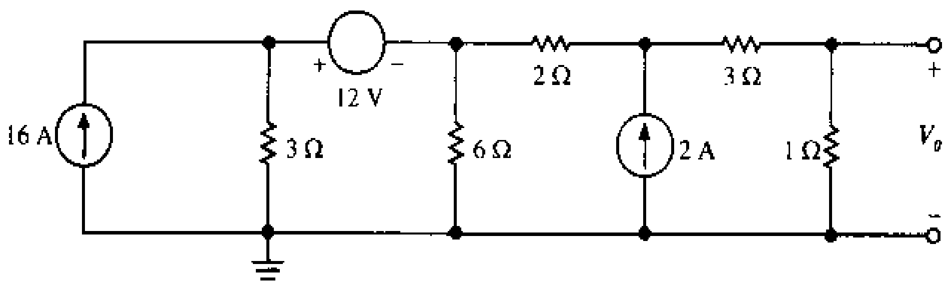
Aplicando a divisão de corrente, obtemos $I_0 = \frac{2}{2+3}.5 = 2$ A

5) Para o circuito da figura abaixo, determinar a tensão V_0, utilizando transformação de fontes.



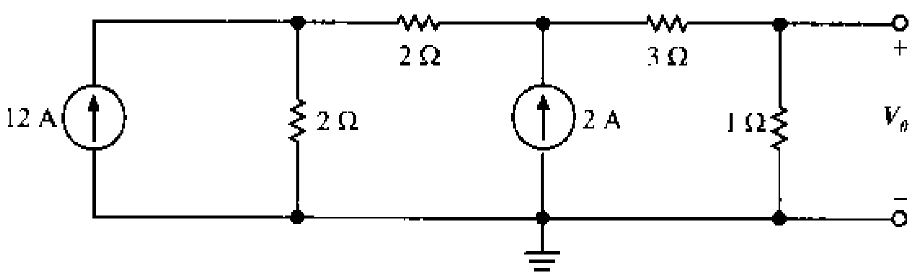
(5.a)

Transformando a fonte de tensão (64 V, 4 Ω) em fonte de corrente (16 A, 4 Ω) e combinando os resistores de 4 Ω e 12 Ω, obtemos o circuito da figura (5.b).



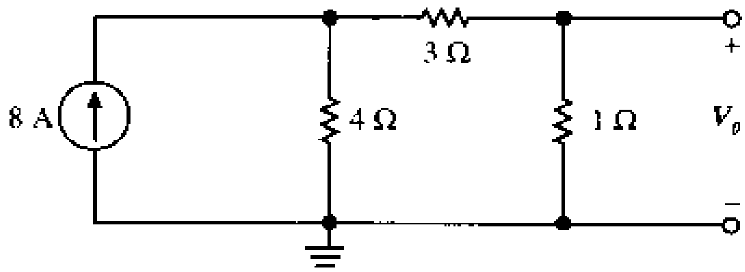
(5.b)

Transformando a fonte de corrente (16 A, 3 Ω) em fonte de tensão (48 V, 3 Ω), associando com a fonte de tensão independente obtemos (36 V, 3 Ω), que transformando em fonte de corrente e associando os resistores de 3 Ω e 6 Ω temos o circuito da figura (5.c)



(5.c)

Transformando a fonte de corrente (12 A, 2 Ω) em fonte de tensão (24 V, 2 Ω) e associando as duas resistências de 2 Ω em série; que transformando novamente em fonte de corrente (6 A, 4 Ω) e associando as duas fontes de corrente (6 A, 4 Ω) e (2 A, 0), obtemos o circuito da figura (5.d)

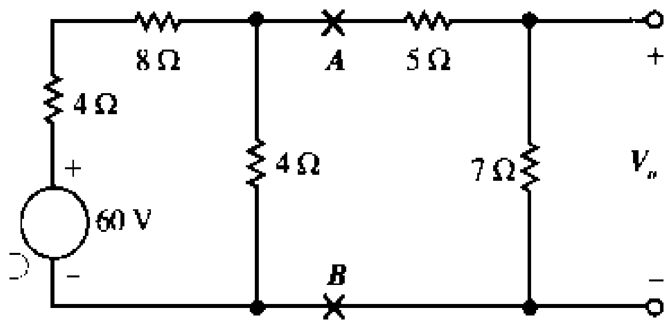


(5.d)

Aplicando divisão de corrente e a lei de Ohm, achamos V_0

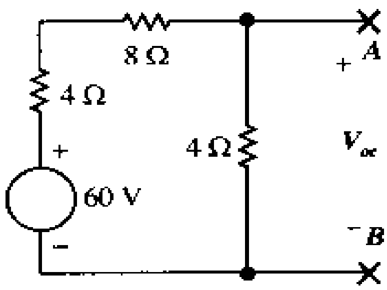
$$V_0 = \frac{4}{4+3+1} x 8 x 1 = 4 \text{ V}$$

6) Para a rede da figura, determinar a tensão V_0, utilizando os teorema de Thevenin e de Norton.



(6.a)

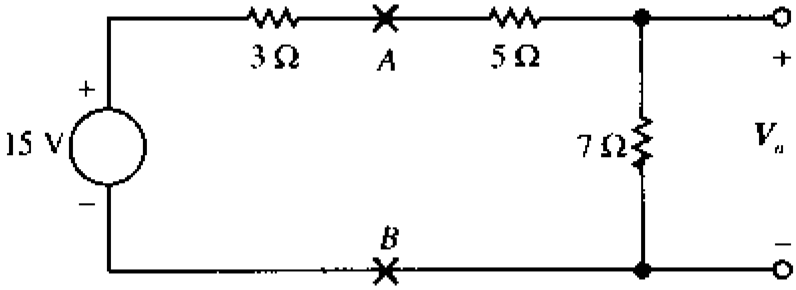
Desconectando a rede nos pontos A-B, obtemos o circuito da figura (6.b)



(6.b)

Utilizando o divisor de tensão, obtemos $V_{OC} = \left(\frac{4}{4+8+4}\right) 60 = 15$ V e a resistência equivalente, obtida na análise dos terminais A-B do circuito aberto e com a fonte de tensão em curto-circuito é de 3 Ω [(4 + 8)//4]

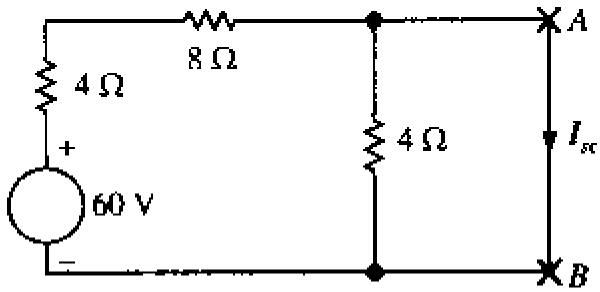
Conectando o gerador de Thevenin ao restante do circuito original nos terminais A-B, a rede reduzida é mostrada na figura (6.c)



(6.c)

Utilizando o divisor de tensão, achamos $V_0 = \frac{7}{7+3+5} x15 = 7$ V

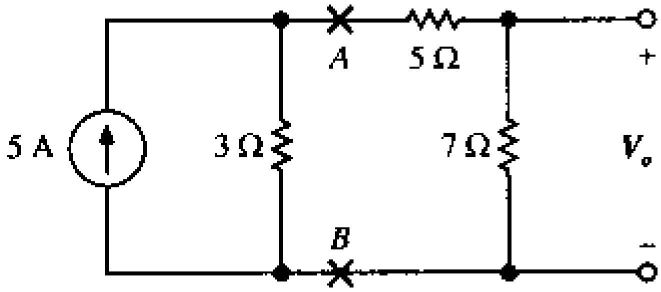
Usando o teorema de Norton, a rede é desconectada nos terminais A-B. A corrente do curto circuito é mostrada na figura (6.d)



(6.d)

A corrente $I_{SC} = \frac{60}{4+8} = 5$ A e a resistência equivalente é igual ao do Thevenin.

Conectando o gerador de Norton ao restante do circuito original nos terminais A-B, a rede reduzida é mostrada na figura (6.e)

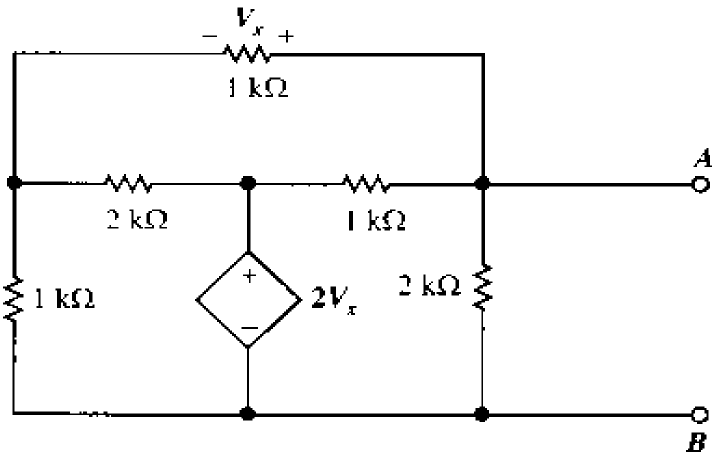


(6.e)

Aplicando divisor de corrente e lei de Ohm, achamos V_0

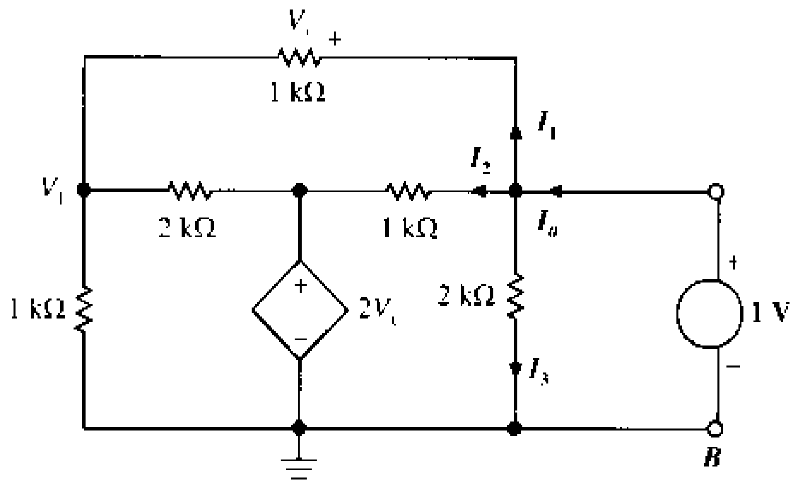
$V_0 = \frac{3}{3+5+7} x5x7 = 7$ V

7) Para o circuito da figura, determinar o equivalente de Thevenin nos terminais A-B.



(7.a)

Aplicando uma fonte independente de tensão de 1 V nos terminais, como mostrado na figura (7.b) e calcular a corrente I_0 e $R_{Th} = 1/I_0$ obtemos



(7.b)

Aplicando LKT ao longo do laço externo resulta em $V_1 + V_x = 1$

Aplicando LKC no nó de V_1 obtemos

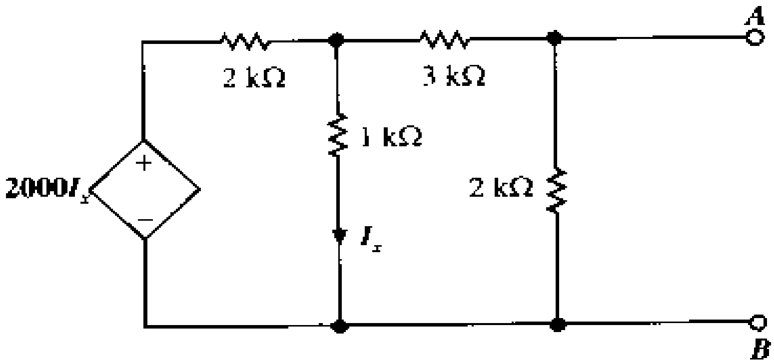
$$\frac{V_1}{1k} + \frac{V_1 - 2V_x}{2k} + \frac{V_1 - 1}{1k} = 0$$

Resolvendo essas equações para V_x, obtém-se $V_x = \frac{3}{7}$ V. Conhecendo V_x, podemos determinar as correntes I_1, I_2 e I_3

$I_1 = \frac{V_x}{1k} = \frac{3}{7}$ mA $\quad I_2 = \frac{1-2V_x}{1k} = \frac{1}{7}$ mA $\quad I_3 = \frac{1}{2k} = \frac{1}{2}$ mA e $I_0 = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{15}{14}$ mA

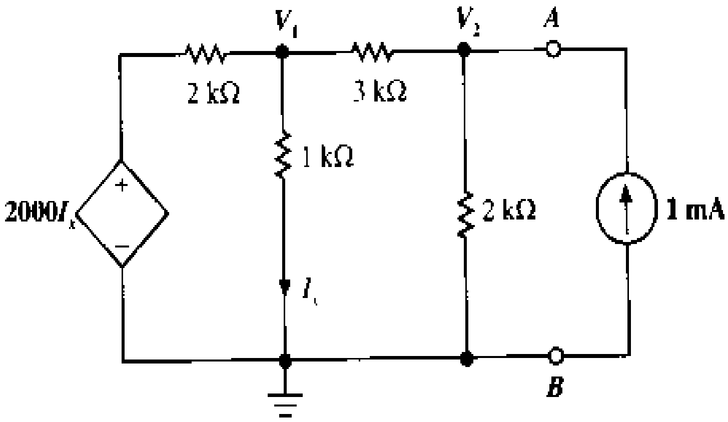
Portanto $R_{Th} = \frac{1}{I_0} = \frac{14}{15}$ kΩ

8) Para a rede da figura, determinar o equivalente de Thevenin.



(8.a)

Aplicaremos neste caso uma fonte de corrente de 1 mA nos terminais A-B e calcular a tensão V_2 mostrado na figura (8.b)



(8.b)

As equações nodais para a rede são:

$$\frac{V_1 - 2000 I_x}{2000} + \frac{V_1}{1000} + \frac{V_1 - V_2}{3000} = 0$$

$$\frac{V_2 - V_1}{3000} + \frac{V_2}{2000} = \frac{1}{1000}$$

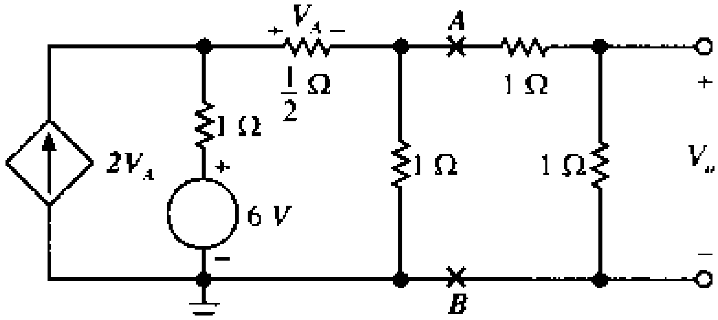
e $I_x = \dfrac{V_1}{1000}$

Essa equações podem ser dispostas da seguinte forma

$$\begin{bmatrix} \frac{5}{6000} & -\frac{1}{3000} \\ -\frac{1}{3000} & \frac{5}{6000} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{1000} \end{bmatrix}$$ que resolvendo $V_2 = \frac{10}{7}$ V

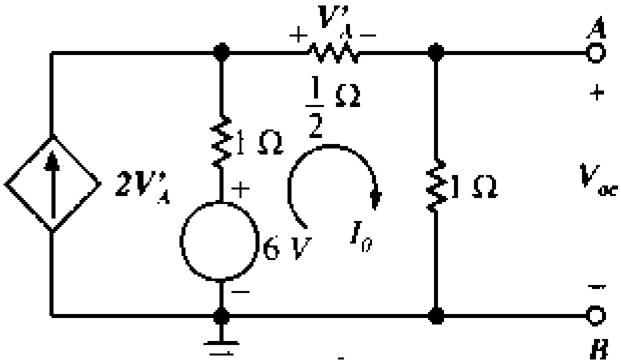
Dessa forma $R_{Th} = \dfrac{V_2}{0{,}001} = \dfrac{10}{7}$ kΩ

9) Determinar V_0 na rede da figura, empregando o teorema de Thevenin.



(9.a)

Desconectando a rede nos pontos A-B, podemos calcular a tensão V_{OC}, indicado na figura (9.b)

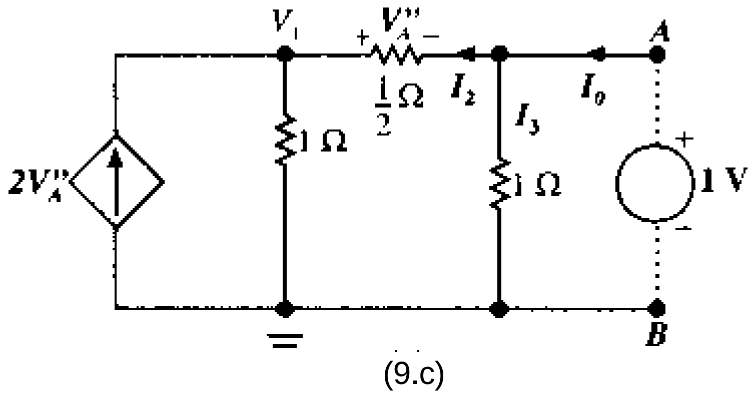


(9.b)

Aplicando LKT na malha, temos: $(I_0 - 2.V'_A).1 + 0{,}5.I_0 + 1.I_o = 6$ onde $V'_A = \frac{I_0}{2}$.

Resolvendo, obtemos: $I_0 = 4$ A e portanto $V_{OC} = 1.\ I_0 = 4$ V

A R_{TH} pode ser determinado a partir da figura (9.c), onde é conectado uma fonte de tensão de 1 V (pela presença de fonte dependente)

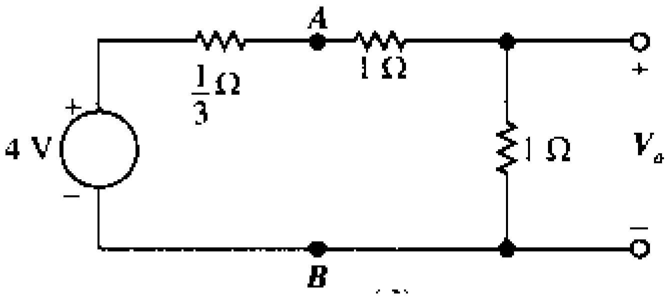


(9.c)

A equação LKC para o nó marcado V_1 é $\frac{V_1}{1} + \frac{V_1 - 1}{\frac{1}{2}} = 2.V''_A$ onde $V''_A = V_1 - 1$

Resolvendo-se as equações para V_A, tem-se $V_A = -1$ V. Portanto $I_2 = 2$ A, e uma vez que $I_3 = 1$ A, $I_0 = I_2 + I_3 = 3$ A e dessa forma, $R_{Th} = \frac{1}{I_0} = \frac{1}{3}\ \Omega$

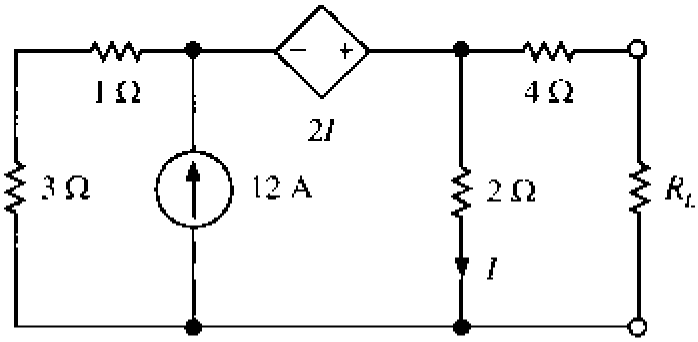
Conectando o circuito equivalente de Thevenin ao restante da rede original, como mostra a figura (9.d), achamos V_0.



(9.d)

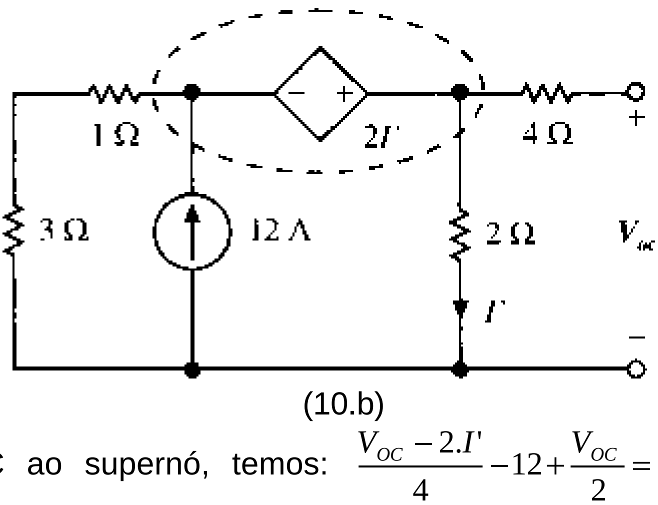
Empregando o divisor de tensão $V_0 = \frac{1}{\frac{1}{3}+1+1} x4 = \frac{12}{7}$ V

10) Determinar o valor de R_L para a transferência máxima de potência e a potência máxima que pode ser transferida para essa carga na rede da figura abaixo



(10.a)

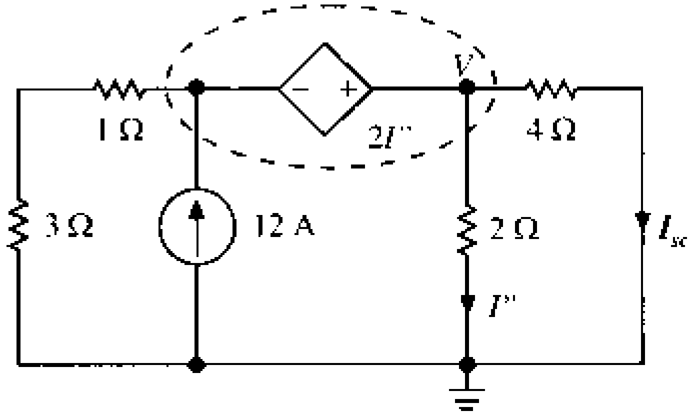
Desconectando a carga da rede, podemos determinar a tensão V_{OC}, como mostra a figura (10.b)



(10.b)

Aplicando a LKC ao supernó, temos: $\frac{V_{OC} - 2.I'}{4} - 12 + \frac{V_{OC}}{2} = 0$ onde $I' = \frac{V_{OC}}{2}$, resolvendo essas equações, tem-se V_{OC} = 24 V

Desconectando a carga da rede e curto-circuitando este trecho, podemos determinar a corrente I_{SC}, como mostra a figura (10.c)



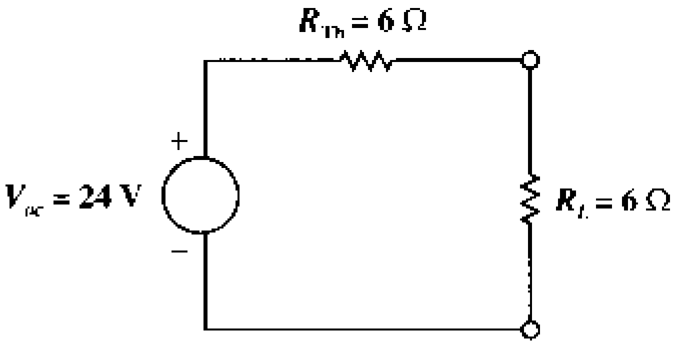
(10.c)

Aplicando LKC para o supernó, temos: $\frac{V-2I''}{4} - 12 + \frac{V}{2} + \frac{V}{4} = 0$ onde $I'' = \frac{V}{2}$.

Resolvendo as equações, achamos V = 16 V e $I_{SC} = \frac{V}{4} = 4$ A

A resistência equivalente de Thevenin vale $R_{Th} = \frac{V_{OC}}{I_{SC}} = \frac{24}{4} = 6\ \Omega$

O circuito equivalente de Thevenin é mostrado na figura (10.d). A potência máxima transferida para a carga é $P_L = 6x\left(\frac{24}{6+6}\right)^2 = 24$ W



(10.d)