"Hi, honey... I'm Ohm!"

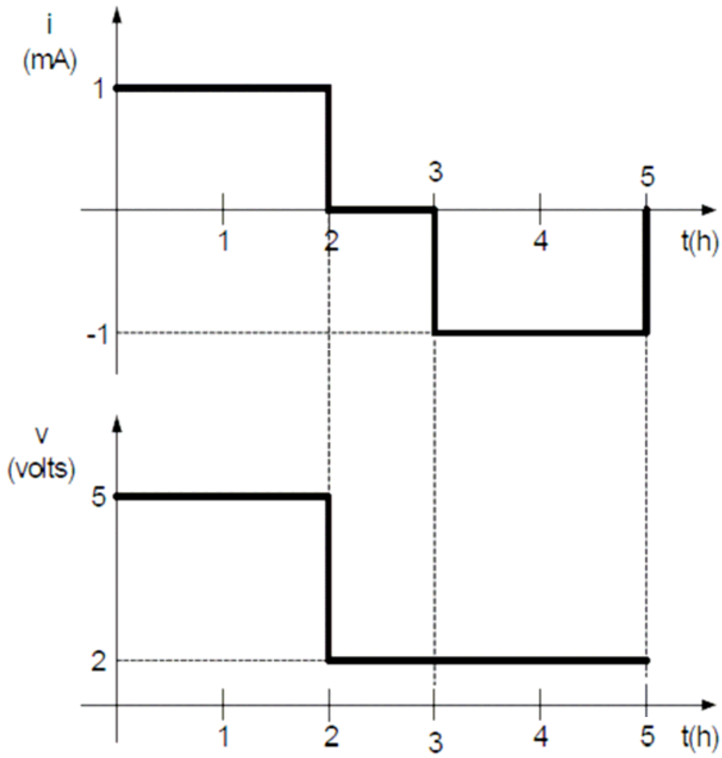
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Problemas resolvidos

I

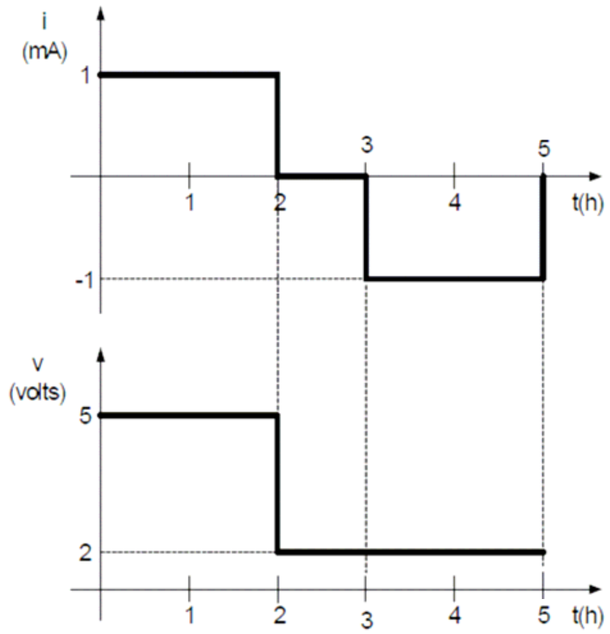
Ernesto Martins
evm@ua.pt
DETI (gab. 4.2.38)
Universidade de Aveiro

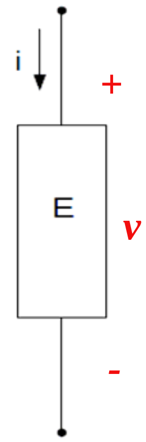
1.1 – Problema 6



a) Qual foi a potência fornecida ao elemento E em cada um dos 3 intervalos ?

1.1 – Problema 6



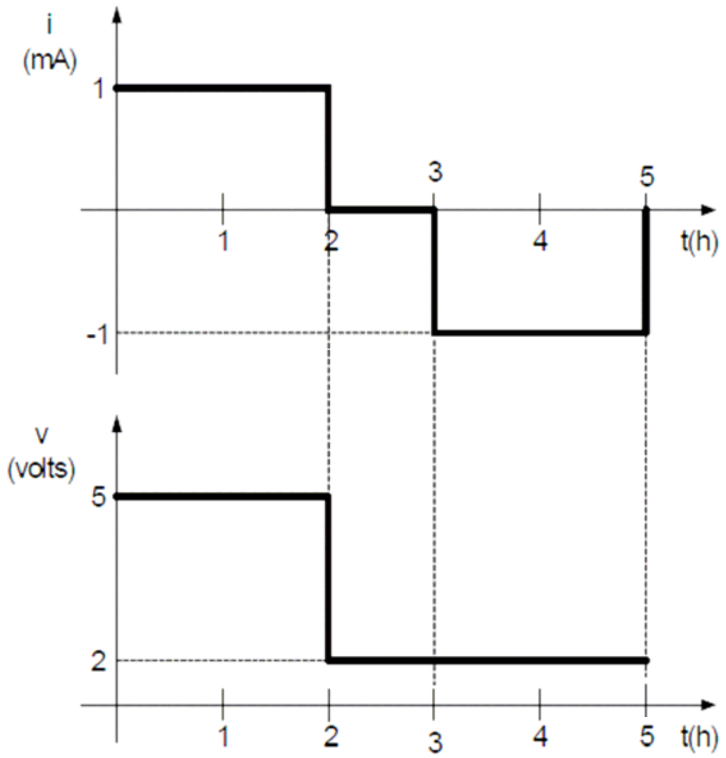


a)

$$P[0,2] = 5 \times 1mA = 5mW$$
$$P[2,3] = 2 \times 0 = 0W$$

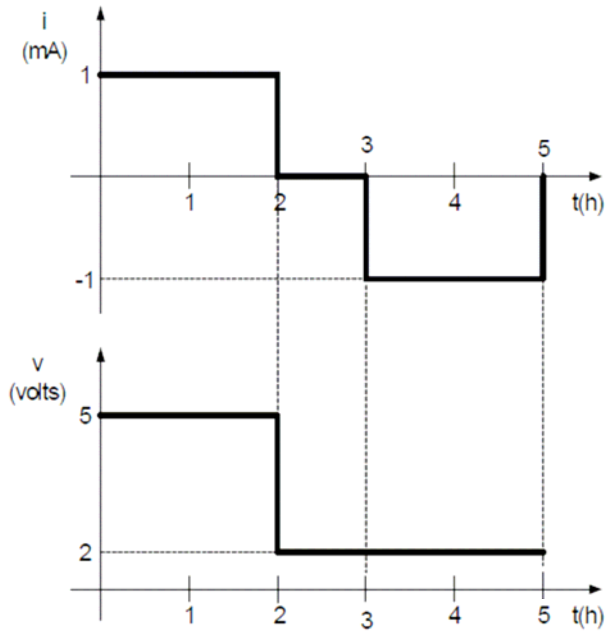
$P[3,5] = 2 \times (-1mA) = -2mW$ (neste intervalo o elemento E fornece potência ao exterior)

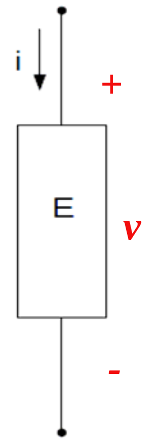
1.1 – Problema 6



b) Qual foi a energia fornecida ao elemento E durante as primeiras duas horas ?

1.1 – Problema 6



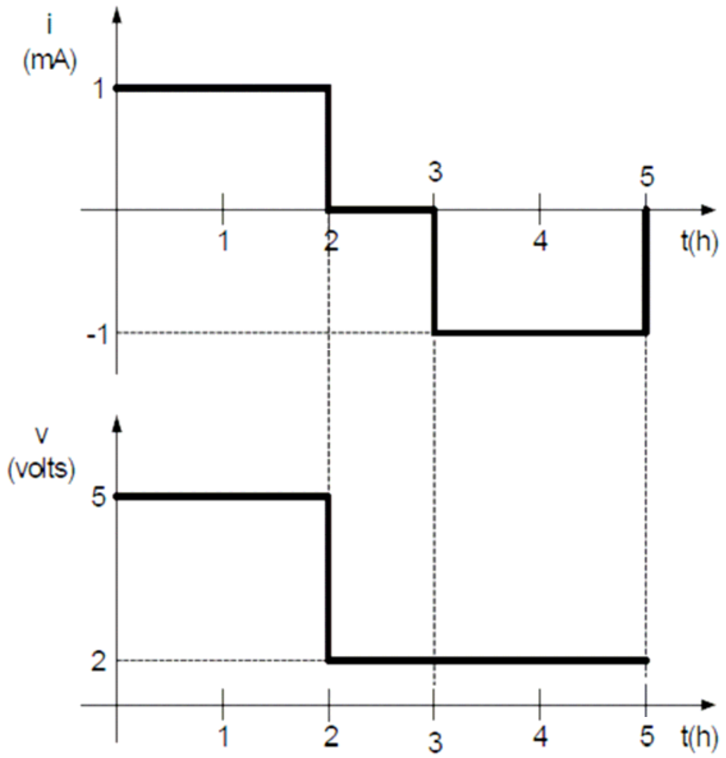


b)

$$P = VI = 5\text{x}(1mA) = 5mW$$

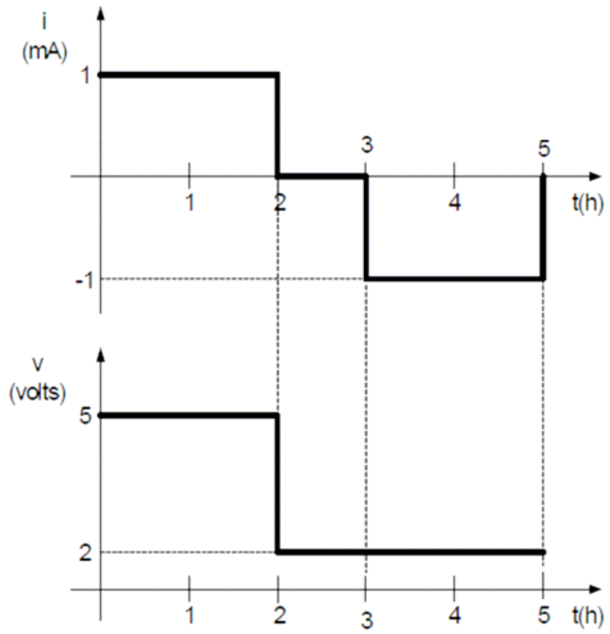
$$E = P\text{x}t = (5mW)(2\text{x}60\text{x}60) = 36J$$

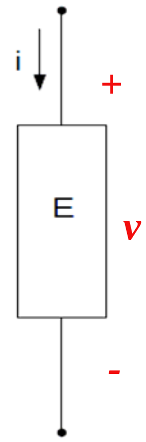
1.1 – Problema 6



c) Supondo uma energia inicial nula, qual é a energia que permanece (restante) no elemento E ao fim das 5 horas ?

1.1 – Problema 6



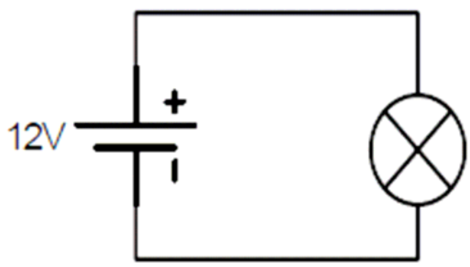


c)

$$E[0,2] = 36J$$
$$E[3,5] = -2mW \times 2h \times 60m \times 60s = -14.4J$$
$$E_{restante} = 36J - 14.4J = 21.6J$$

1.2 – Problema 10

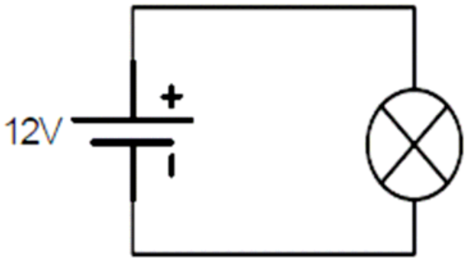
Um circuito composto por um bateria de automóvel de $12Volts$ e uma lâmpada, apresentado na figura 1.2 fornece à lâmpada uma energia de $460.8Wh$ durante o período de 8 horas.



a) Qual é a potência fornecida à lâmpada ?

b) Qual é a corrente que percorre a lâmpada ?

1.2 – Problema 10



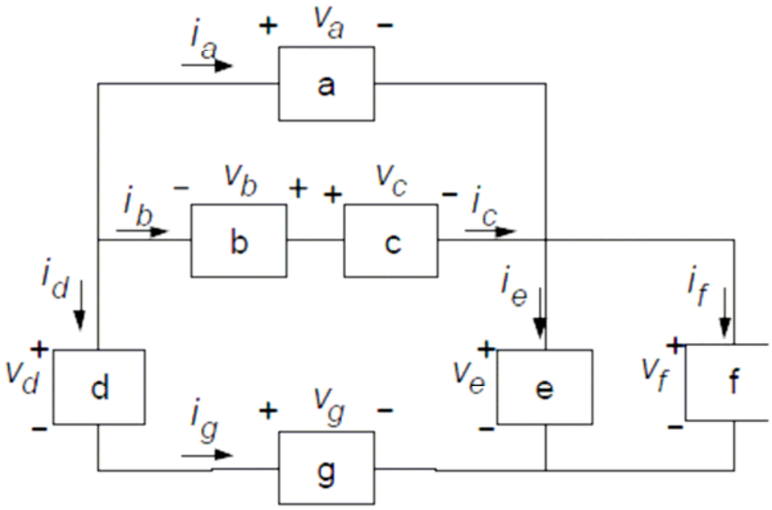
a) Uma vez que a potência é igual à energia a dividir pelo tempo temos:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{460.8}{8} = 57.6W$$

b) Uma vez que a corrente é igual à potência a dividir pela tensão:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{57.6}{12} = 4.8A$$

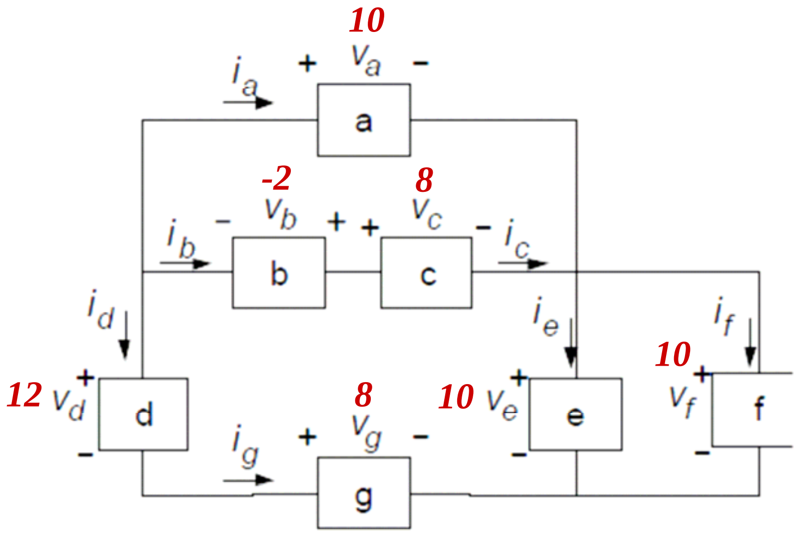
1.3



- Calcular valores das tensões, correntes e potências dissipadas.
- Para cada elemento, indicar se está a dissipar ou a fornecer potência (D/F).

Tabela I

Elemento	V (V)	I (A)	P_d (W)	D/F
a	*10*	*25*		
b	*-2*			
c		*5*		
d	*12*			
e	*10*	*10*		
f				
g				



$$V_a - V_c + V_b = 0 \Leftrightarrow 10 - V_c - 2 = 0 \Leftrightarrow V_c = 8V$$

$$V_f = V_e = 10V$$

$$V_a + V_e - V_g - V_d = 0 \Leftrightarrow 10 + 10 - V_g - 12 = 0 \Leftrightarrow V_g = 8V$$

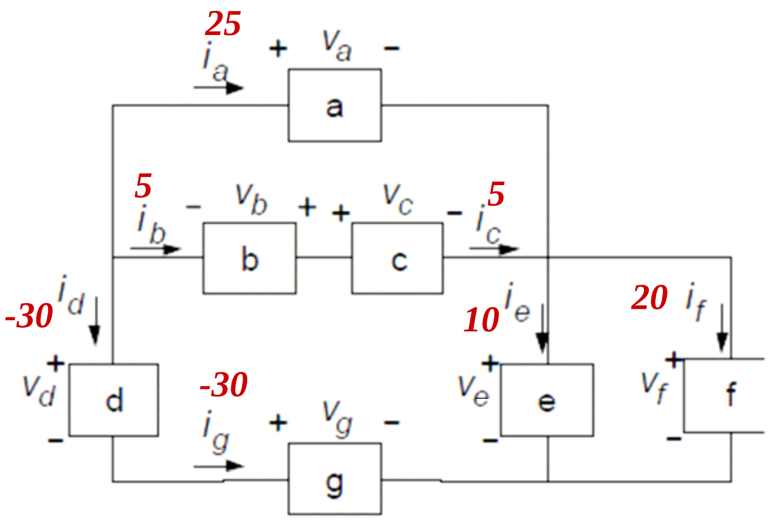


Tabela I

Elemento	V (V)	I (A)	P_d (W)	D/F
a	10	25		
b	-2			
c		5		
d	12			
e	10	10		
f				
g				

$$I_b = I_c = 5A$$

$$I_a + I_b + I_d = 0 \Leftrightarrow 25 + 5 + I_d = 0 \Leftrightarrow I_d = -30A$$

$$I_g = I_d = -30A$$

$$I_e + I_f + I_g = 0 \Leftrightarrow 10 + I_f - 30 = 0 \Leftrightarrow I_f = 20A$$

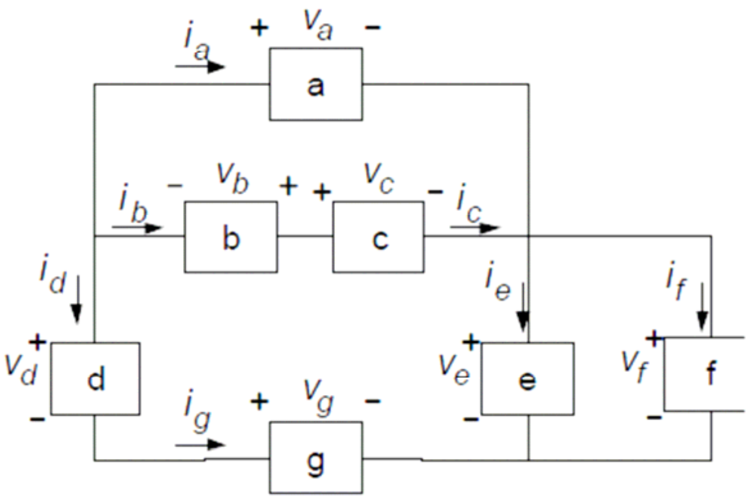
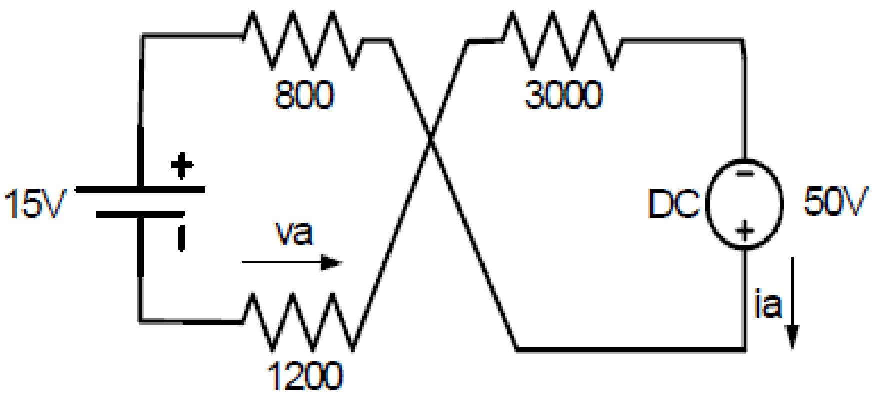


Tabela I

Elemento	V (V)	I (A)	P_d (W)	D/F
a	*10*	*25*	***250***	***D***
b	*-2*	***5***	***10***	***D***
c	***8***	*5*	***40***	***D***
d	*12*	***-30***	***-360***	***F***
e	*10*	*10*	***100***	***D***
f	***10***	***20***	***200***	***D***
g	***8***	***-30***	***-240***	***F***

1.4 – Problema 16

Dado o circuito eléctrico da figura 1.5 em que as unidades das resistências estão todas em ohms (Ω).



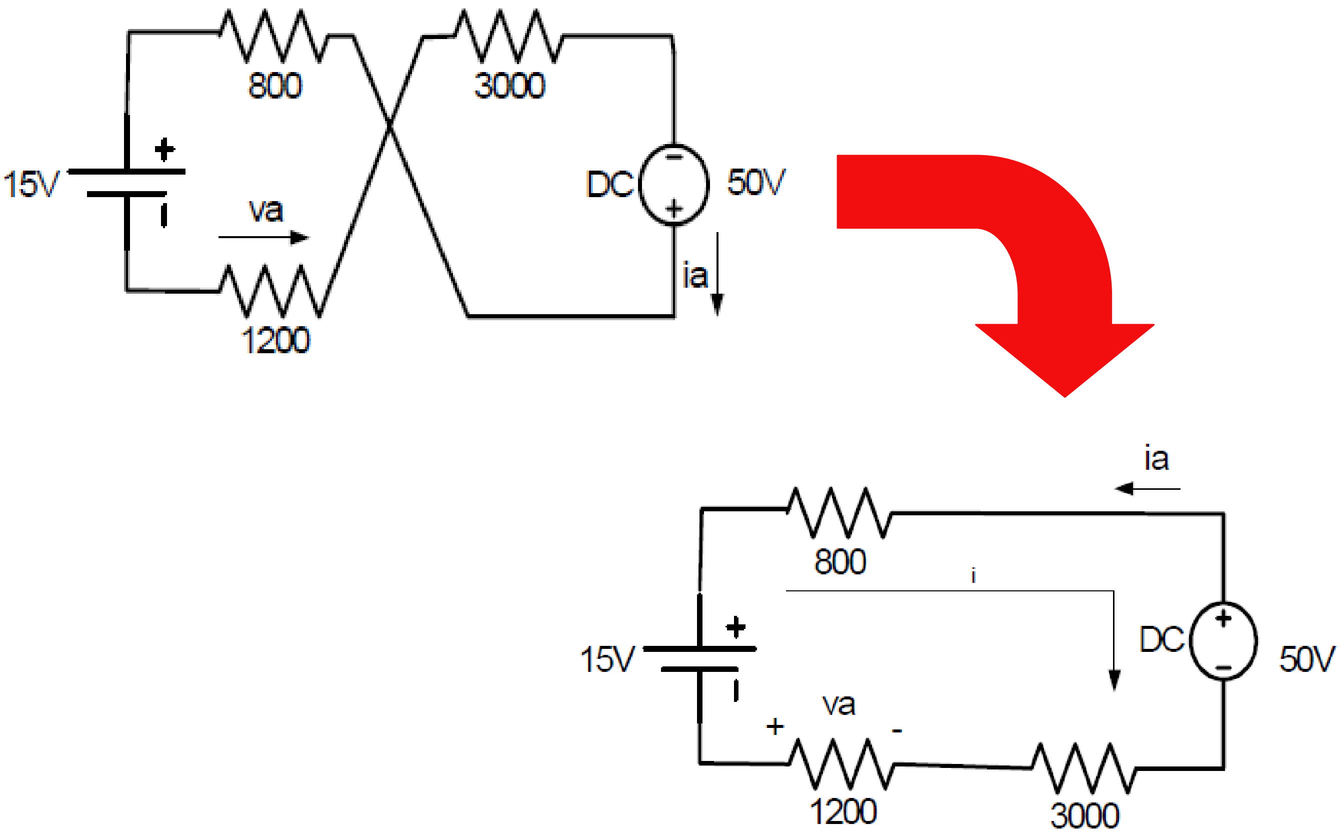
Calcular:

a) O valor da corrente ia.

b) O valor da tensão va.

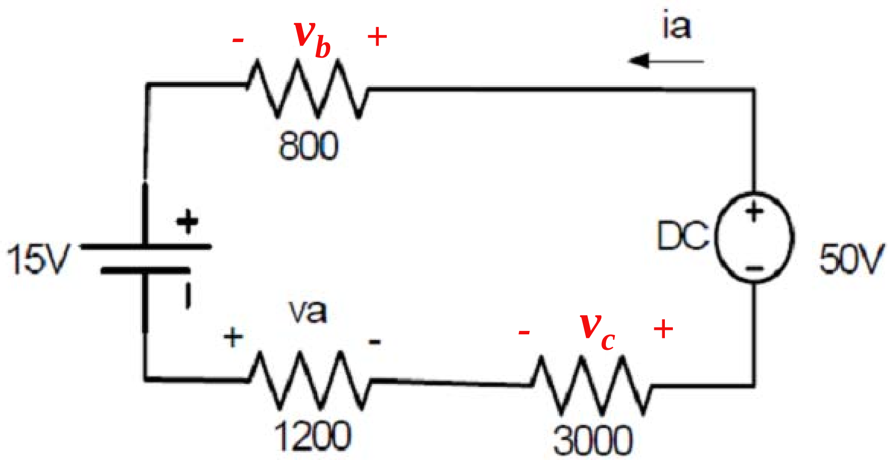
c) A potência fornecida pela fonte de $15 Volts$.

1.4 – Problema 16



1.4 – Problema 16

a)



KVL: $-15 - v_b + 50 + v_c - v_a = 0$

$$v_a = 1200 i_a$$

$$v_b = 800 i_a$$

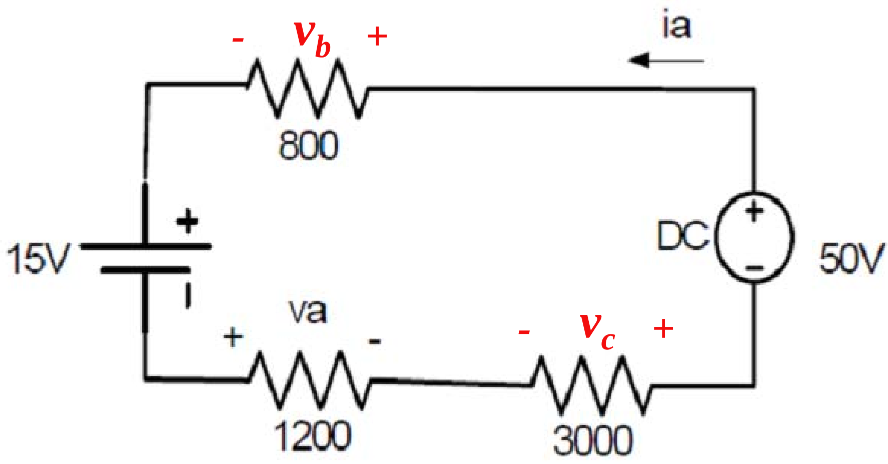
$$v_c = -3000 i_a$$

$$-15 - 800 i_a + 50 - 3000 i_a - 1200 i_a = 0$$

$$i_a = 7mA$$

1.4 – Problema 16

b)

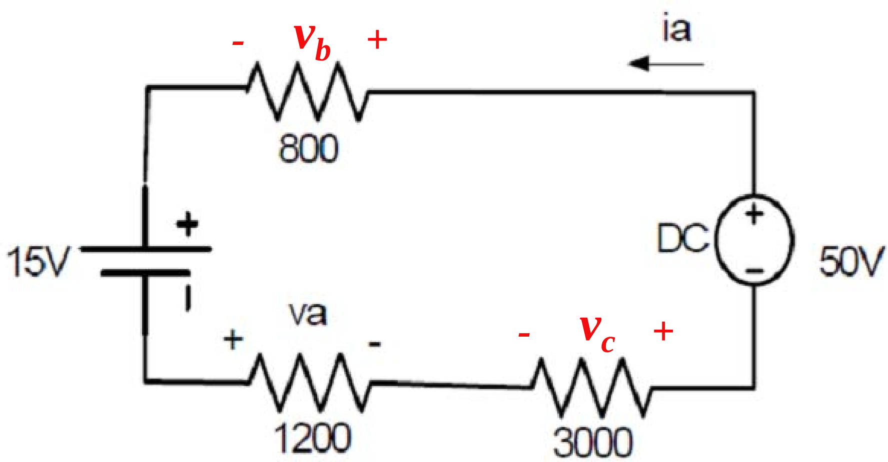


$$i_a = 7mA \qquad v_a = 1200 i_a = 1200 \text{x} 0.007 = 8.4V$$

Circuitos Eléctricos – 2019/2020

1.4 – Problema 16

c)



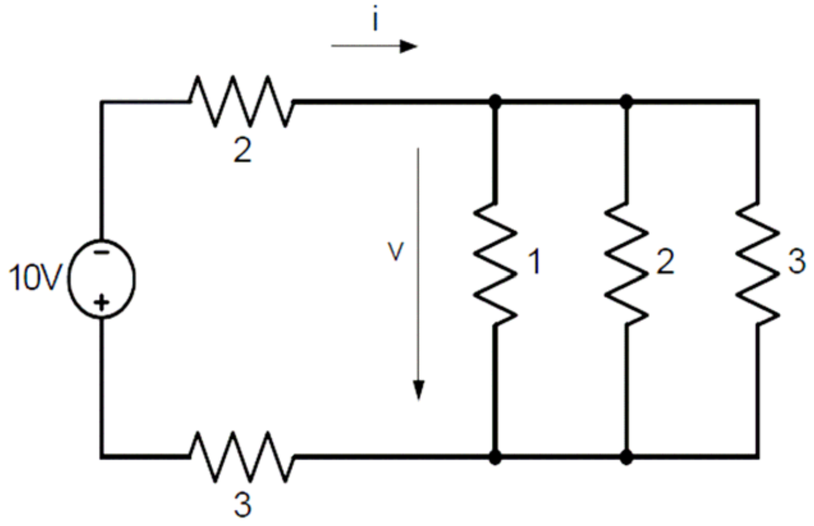
$$i_a = 7mA \qquad P_{a(15)} = V\text{x}I = 15\text{x}0.007 = 105mW$$

Mas isto é a potência absorvida!

$$P_{f(15)} = -105mW$$

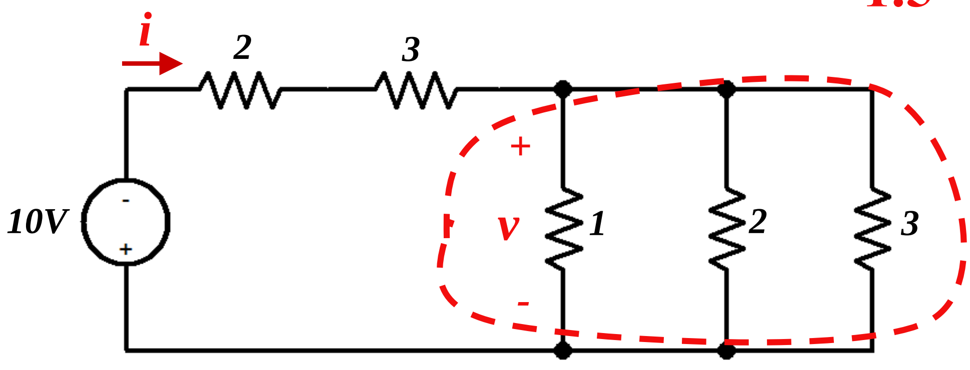
1.5 – Problema 14A

Dado o circuito eléctrico



Calcular a tensão v e a corrente i.

1.5 – Problema 14A



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}$$

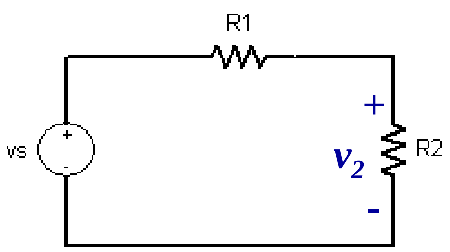
$$R_p = \frac{6}{11}\Omega$$

$$v = -\frac{R_p}{2+3+R_p}10$$

$$v = -0.98V$$

$$i = \frac{v}{R_p} = -1.8A$$

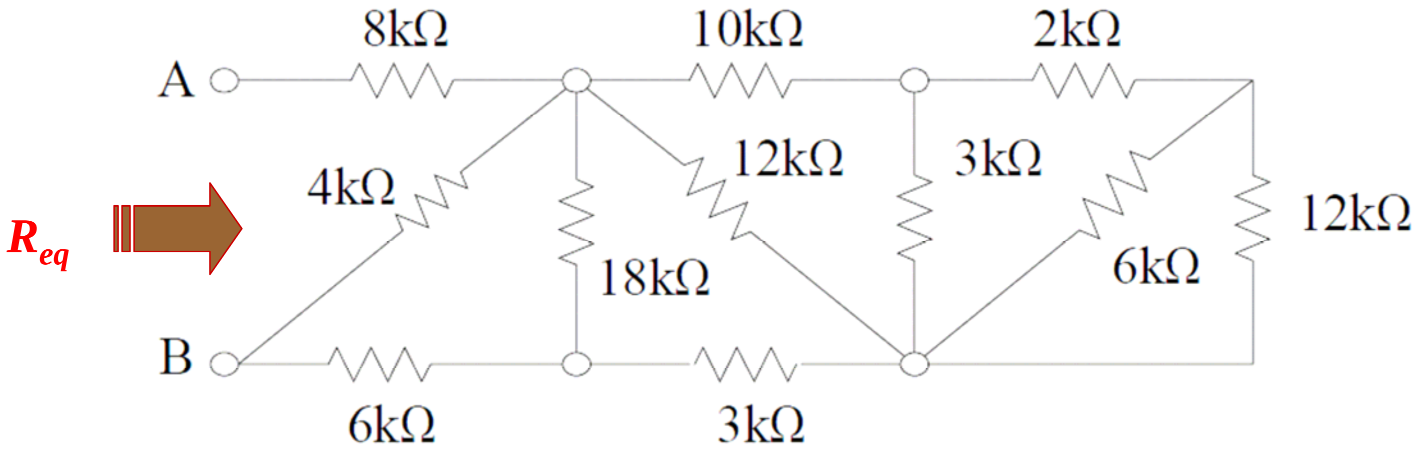
Divisor de tensão



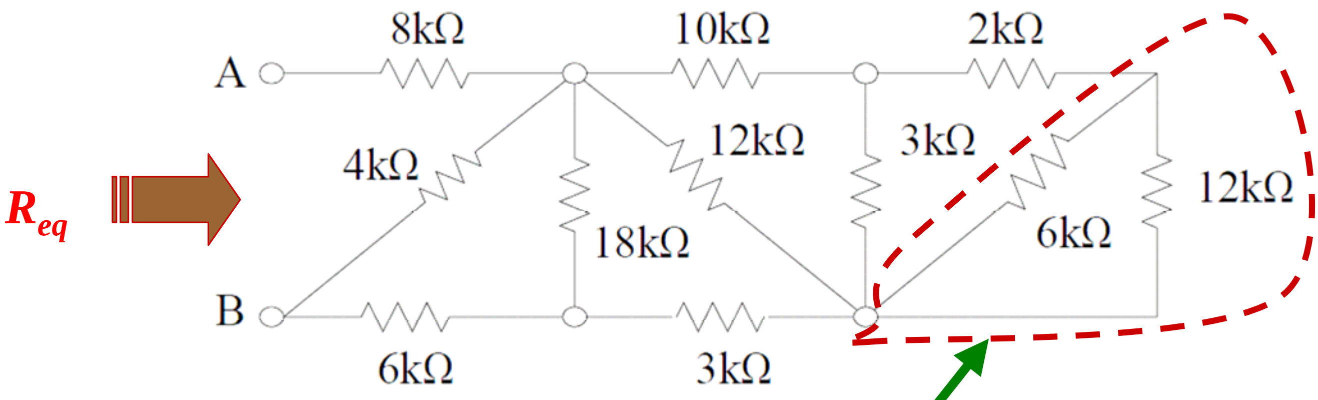
$$v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_s$$

1.6

Calcular a resistência equivalente entre A e B

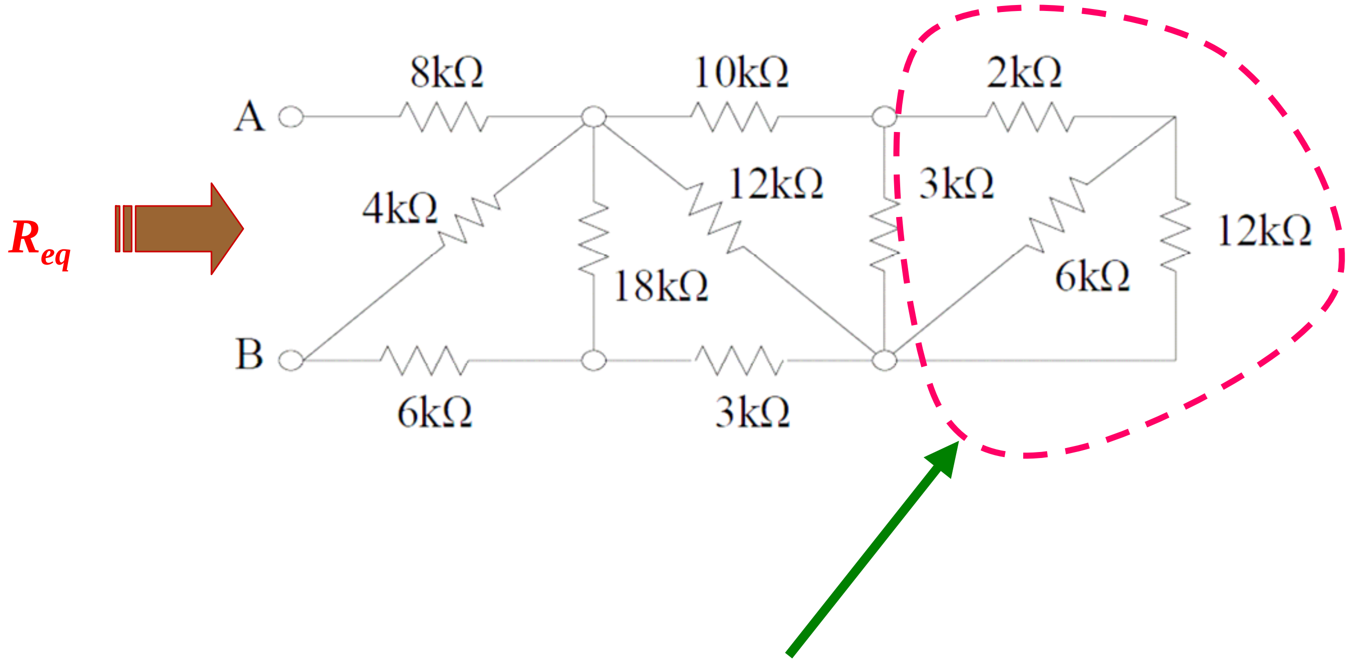


1.6



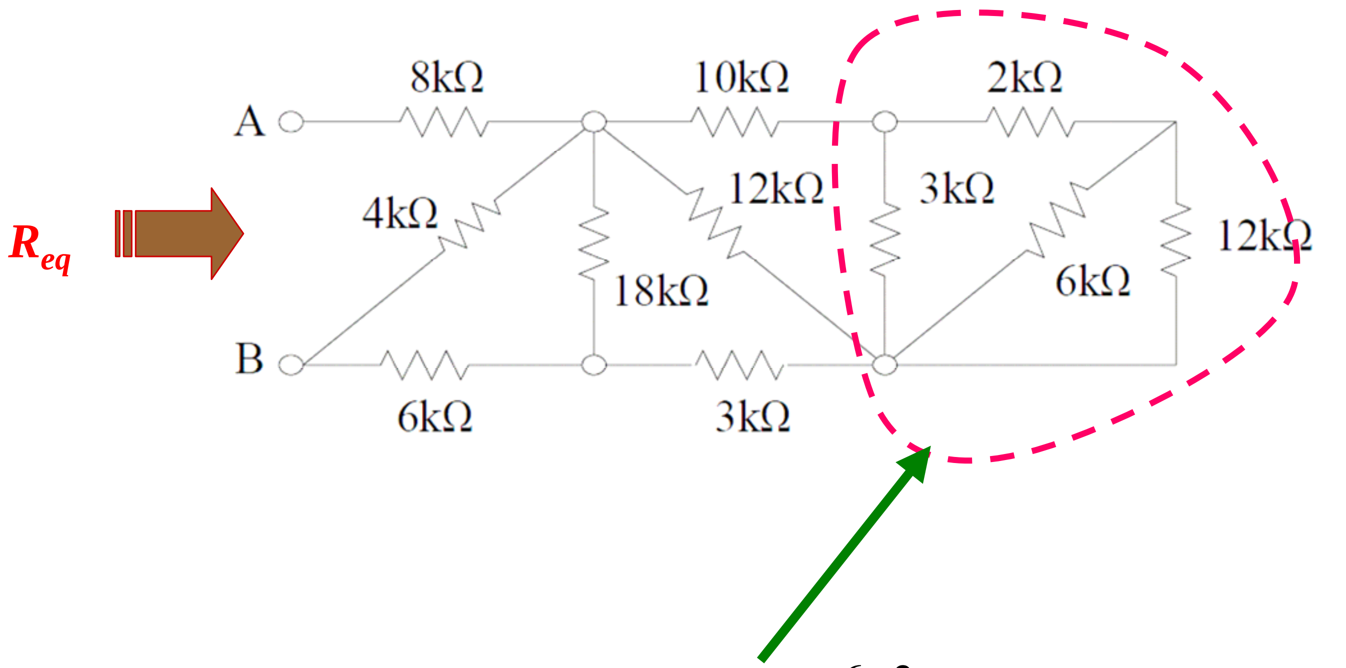
$$6//12 = \frac{6\text{x}12}{6+12} = 4K\Omega$$

1.6



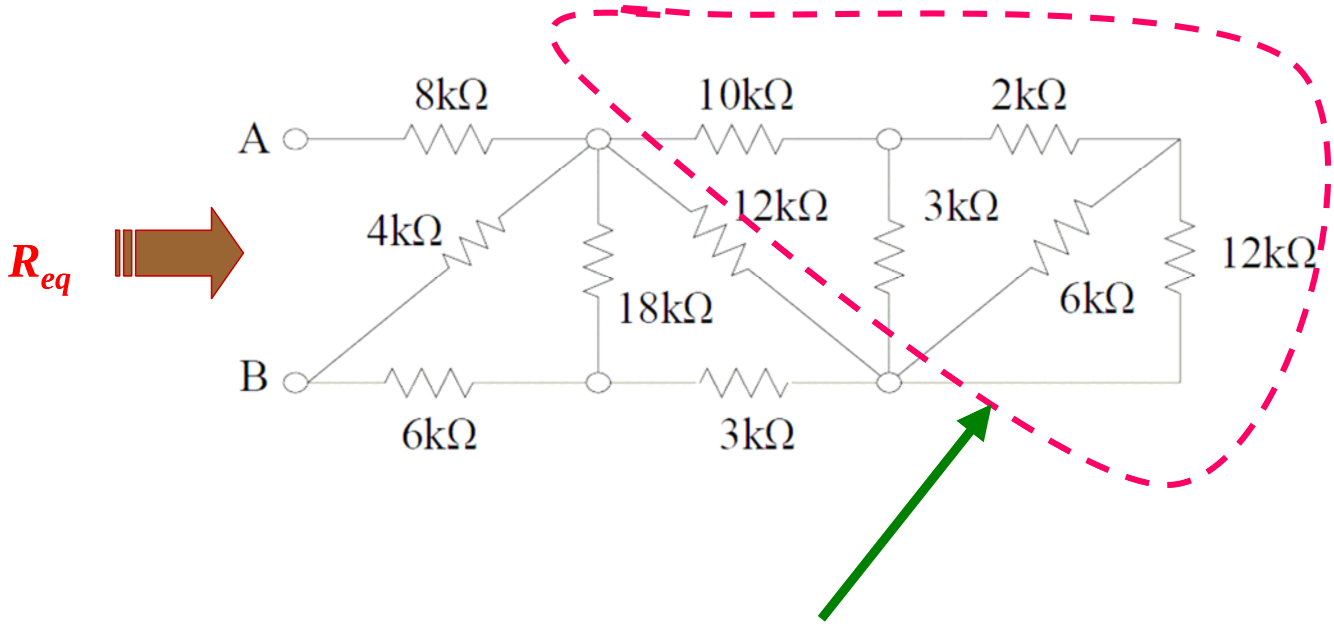
$$2 + 4 = 6K\Omega$$

1.6



$$6 // 3 = \frac{6\text{x}3}{6+3} = 2K\Omega$$

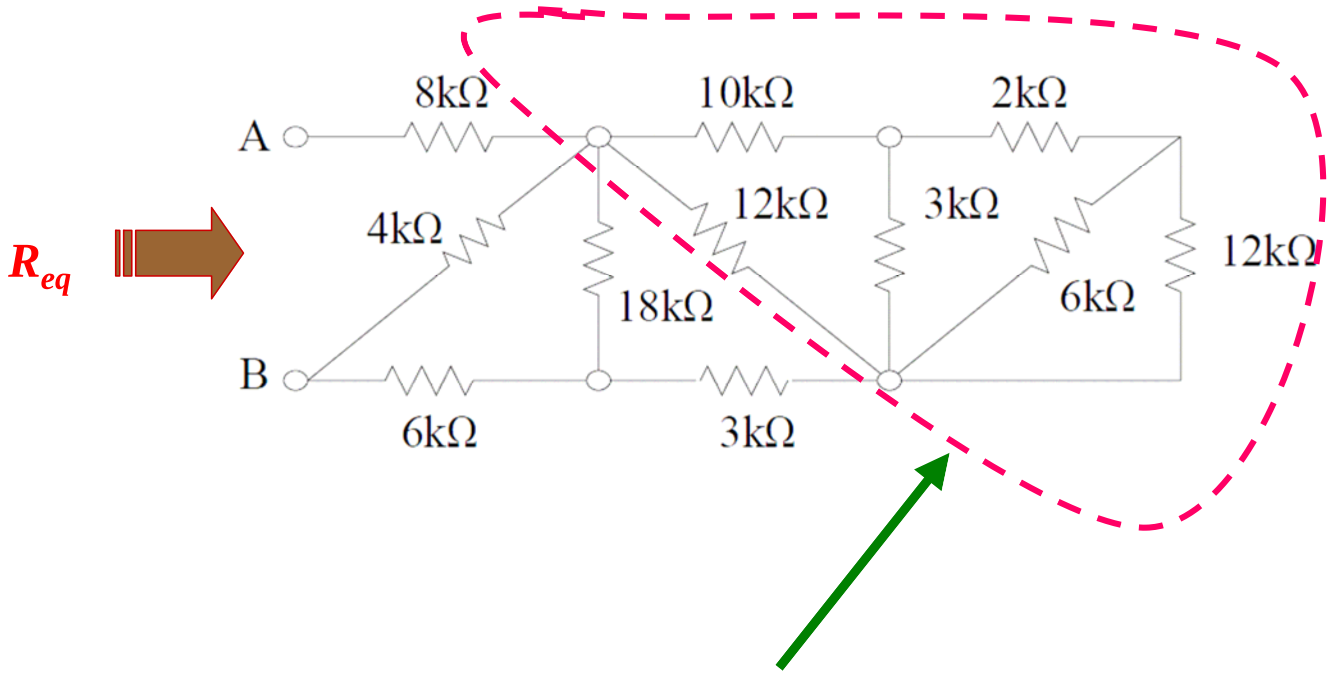
1.6



$$2+10=12K\Omega$$

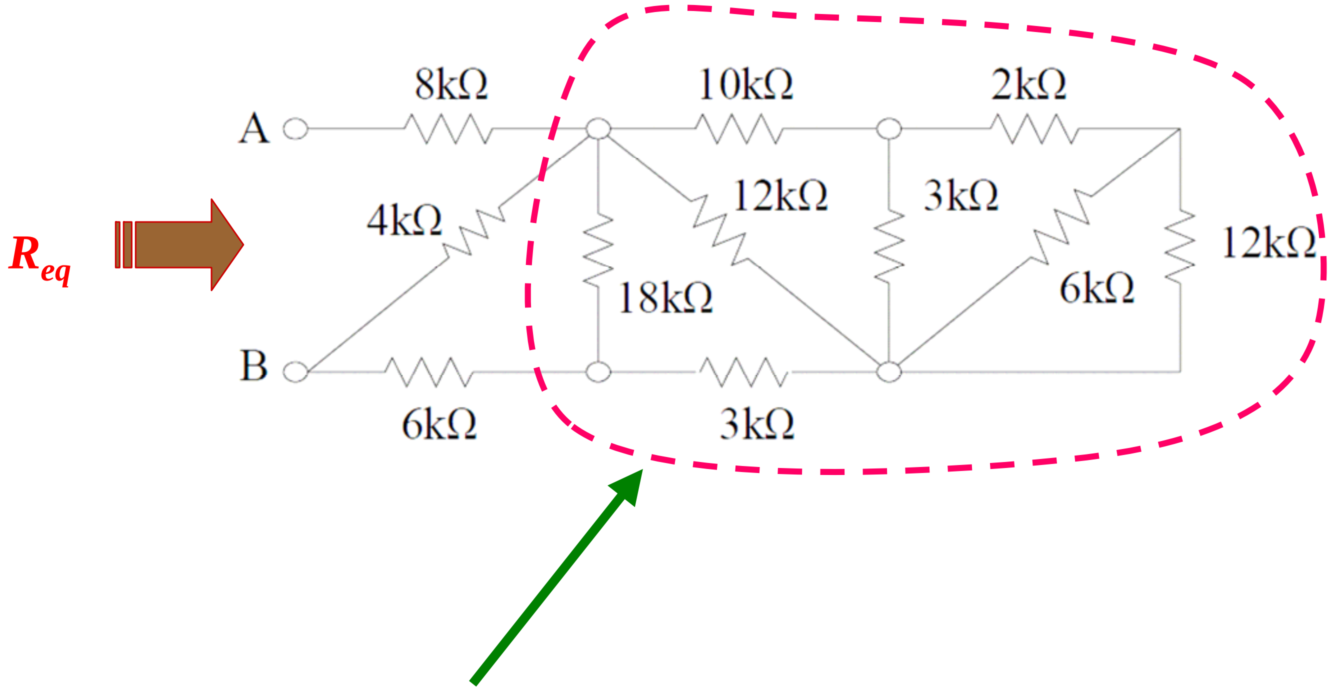
Circuitos Eléctricos – 2019/2020

1.6



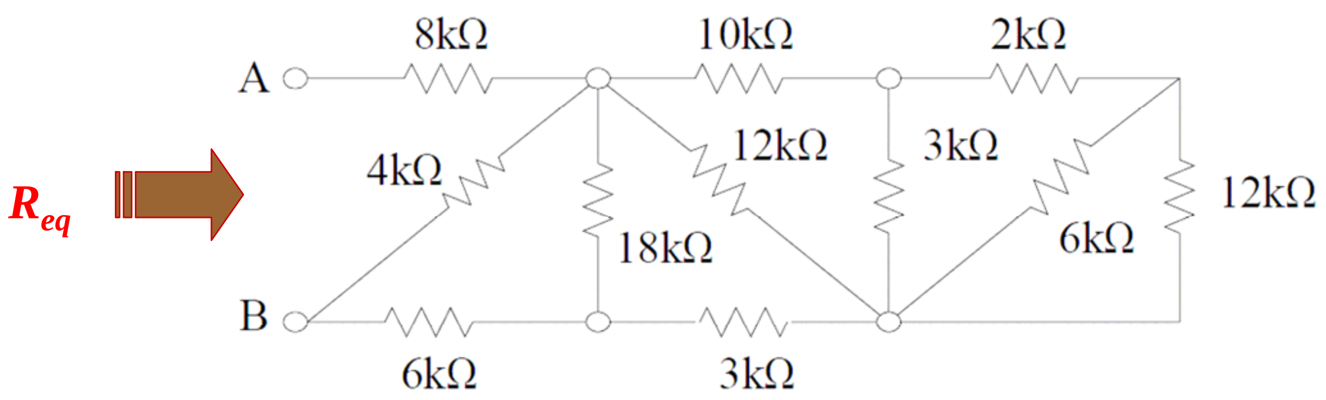
$$12//12=6K\Omega$$

1.6

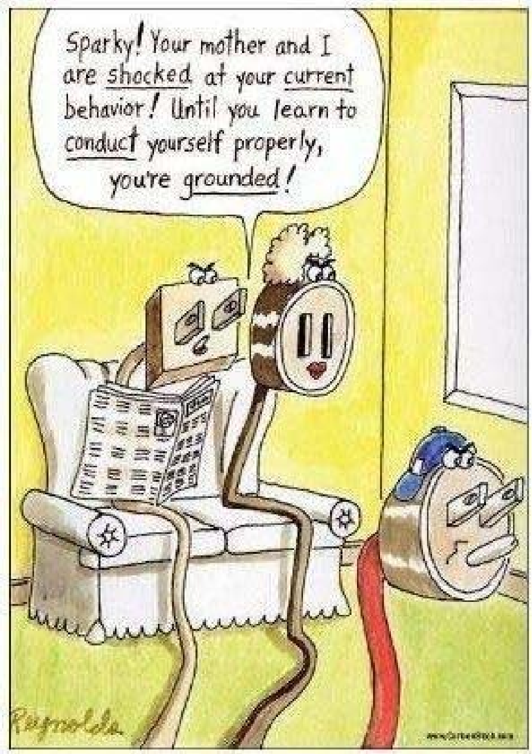


$$9 // 18 = 6K\Omega$$

1.6



$$R_{eq} = [(6+6)//4] + 8 = 3 + 8 = 11K\Omega$$



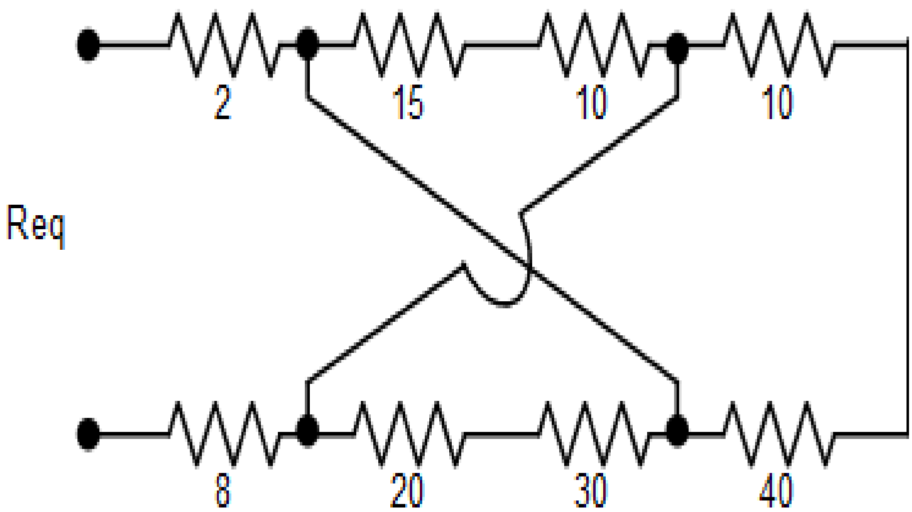
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Problemas resolvidos

II

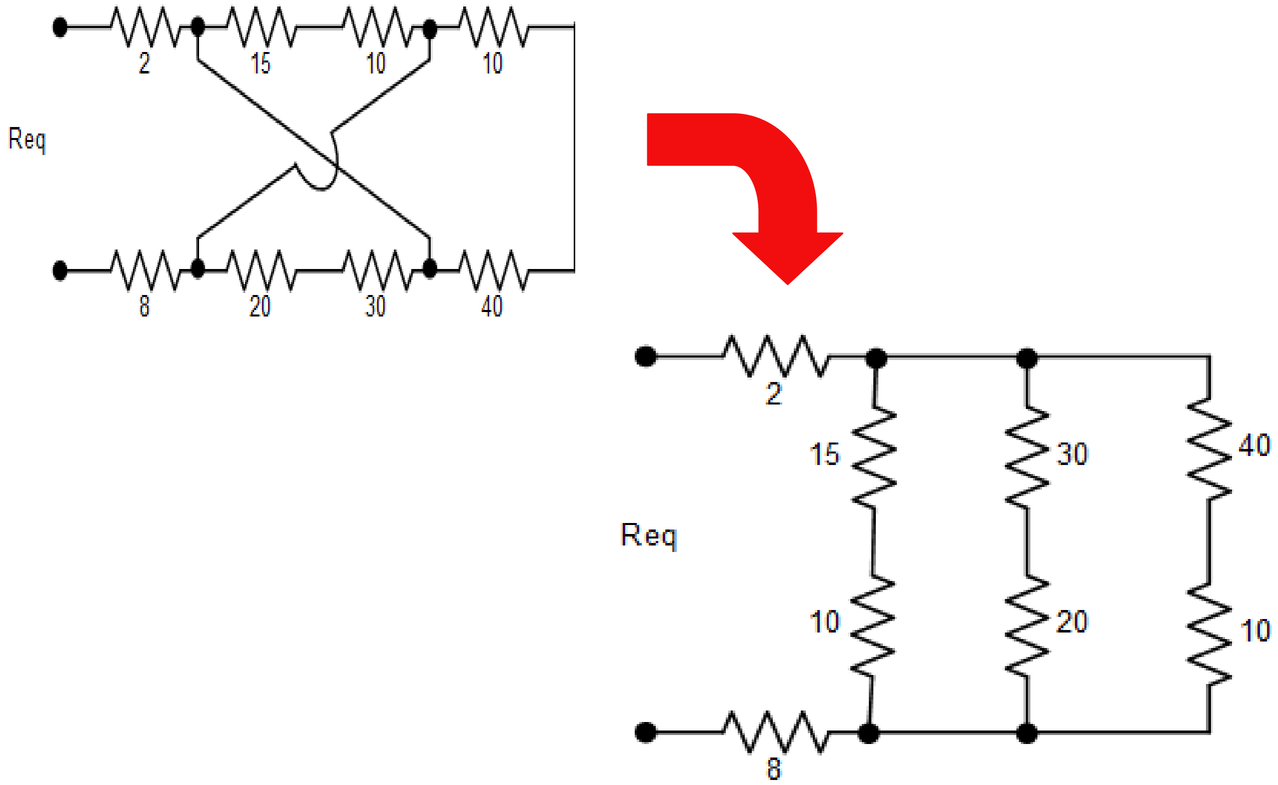
Ernesto Martins
evm@ua.pt
DETI (gab. 4.2.38)
Universidade de Aveiro

1 - Calcule *Req* (valores das resistências em *Ohm*)

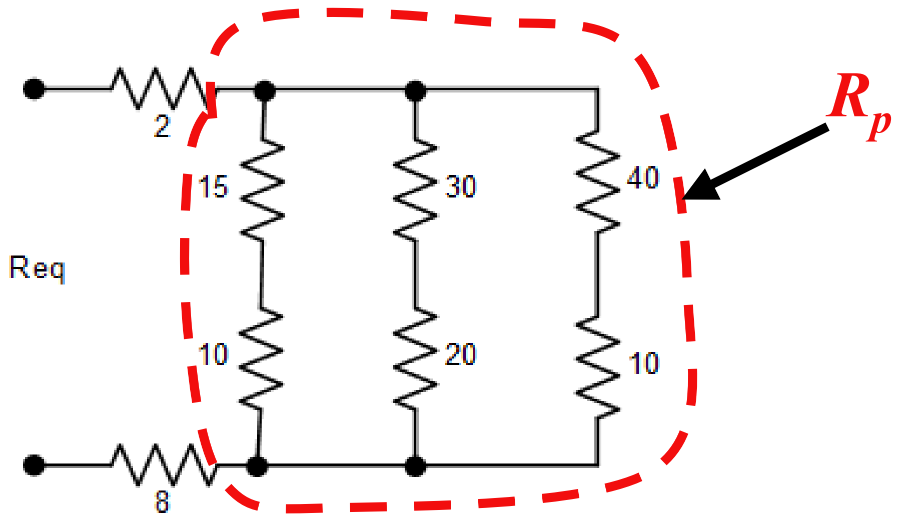


Prob. 23-b

1º Passo: redesenhar o circuito de maneira a evidenciar séries e paralelos…



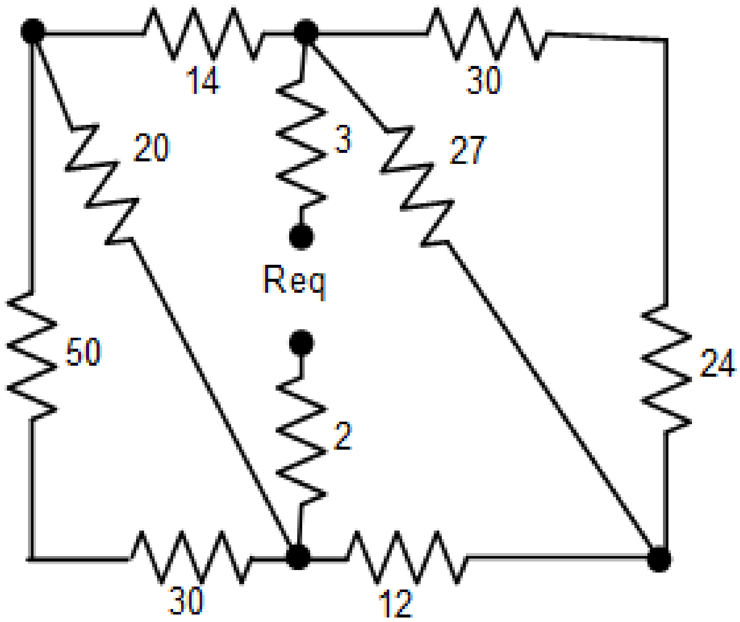
2º Passo: associar resistências por partes…



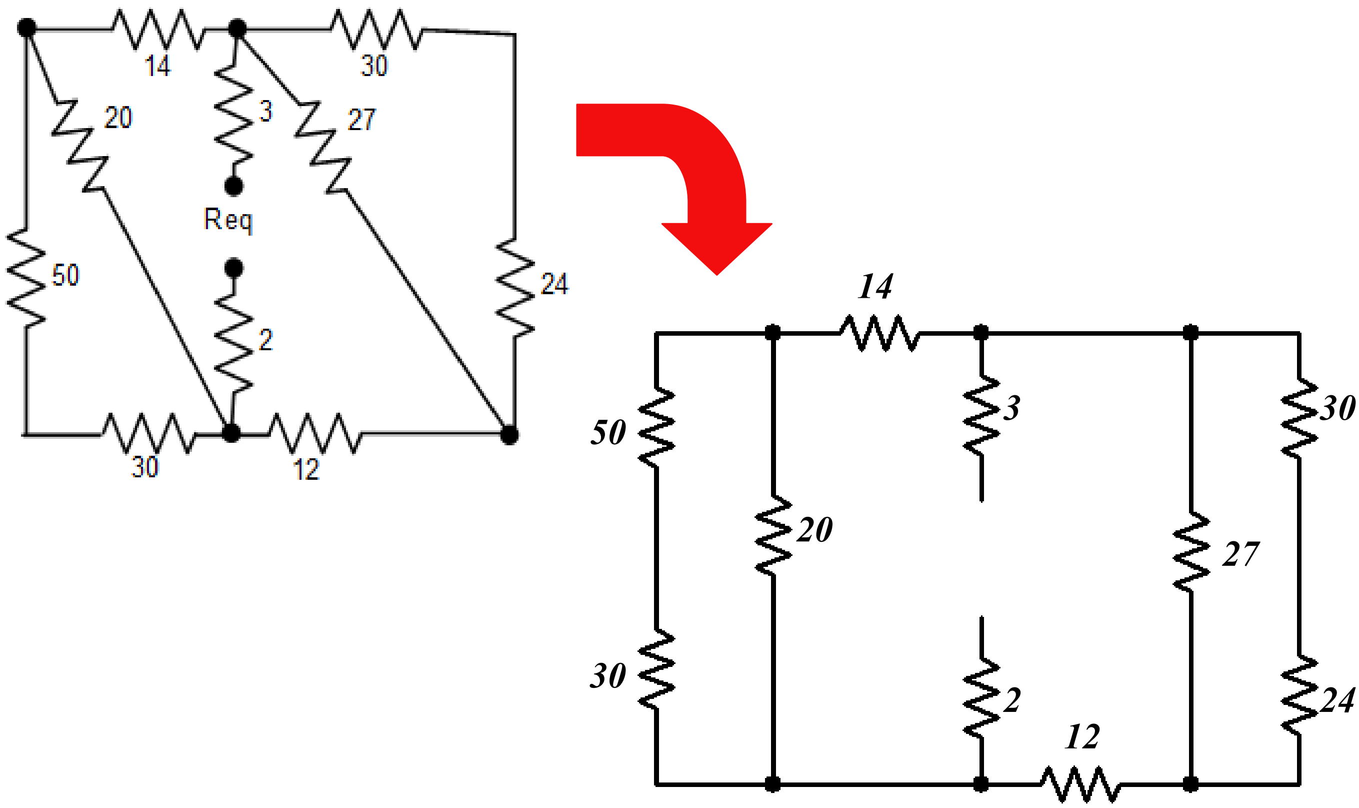
$$\frac{1}{R_p}=\frac{1}{15+10}+\frac{1}{30+20}+\frac{1}{40+10}\Leftrightarrow R_p=12.5\Omega$$

$$R_{eq}=2+R_p+8=22.5\Omega$$

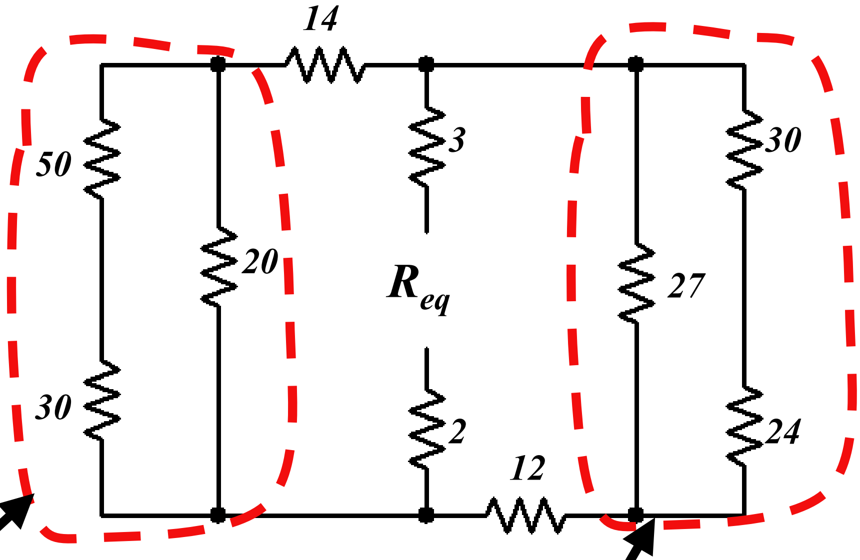
2 - Calcule *Req* (valores das resistências em *Ohm*)



1º Passo: redesenhar o circuito de maneira a evidenciar séries e paralelos (e evitar elementos oblíquos)…



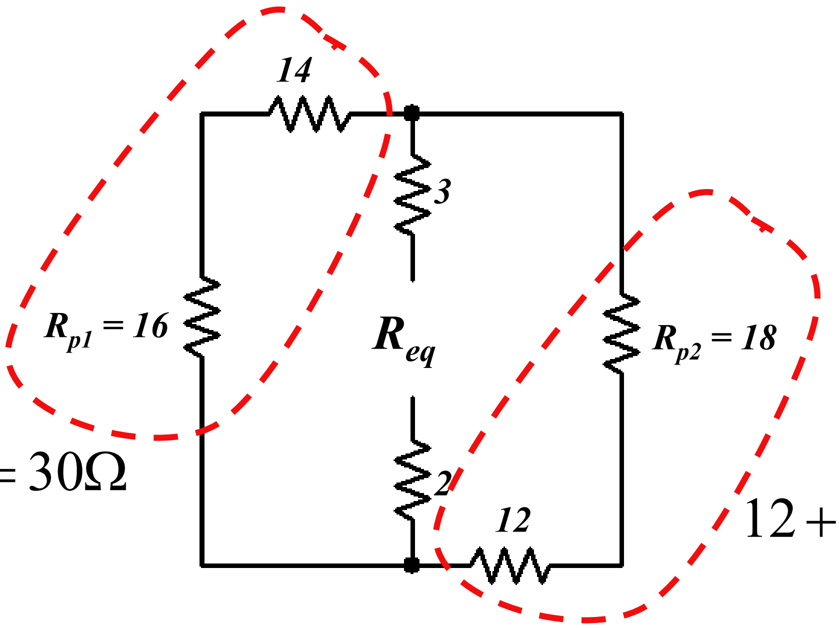
2º Passo: associar resistências por partes…



$$R_{p1} = (50+30)//20 = 16\Omega$$

$$R_{p2} = (30+24)//27 = 18\Omega$$

3º Passo: associar o resto…

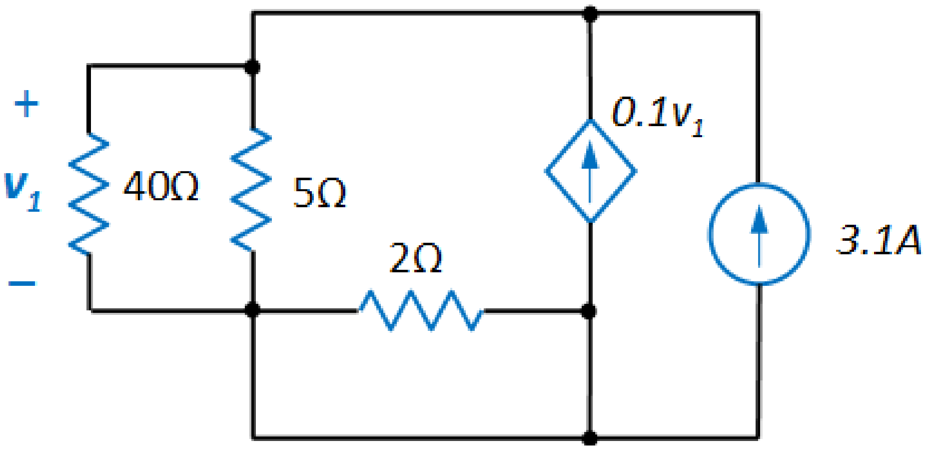


$$14+16 = 30\Omega$$

$$12+18 = 30\Omega$$

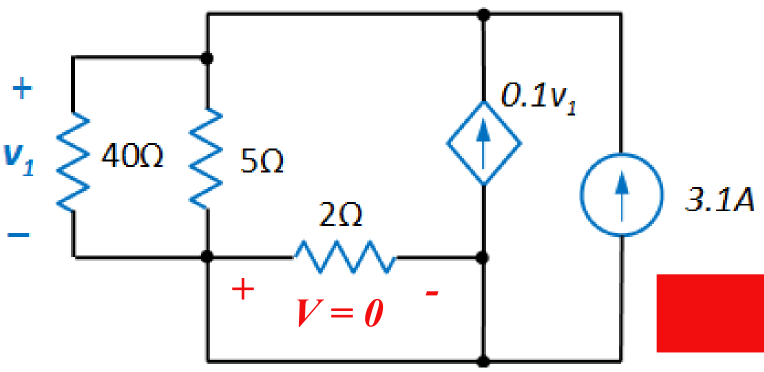
$$R_{eq} = (30//30)+3+2 = 20\Omega$$

3 - Calcule a potência absorvida por cada um dos elementos do circuito.

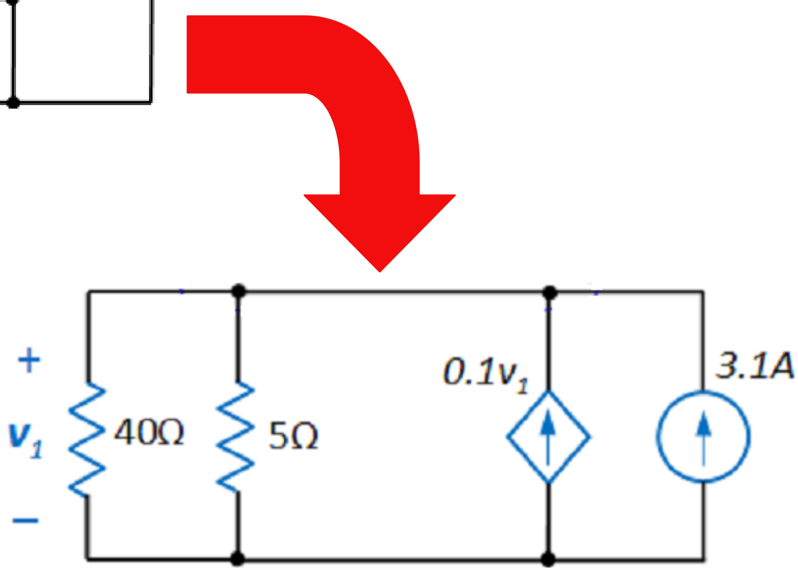


Prob. 19

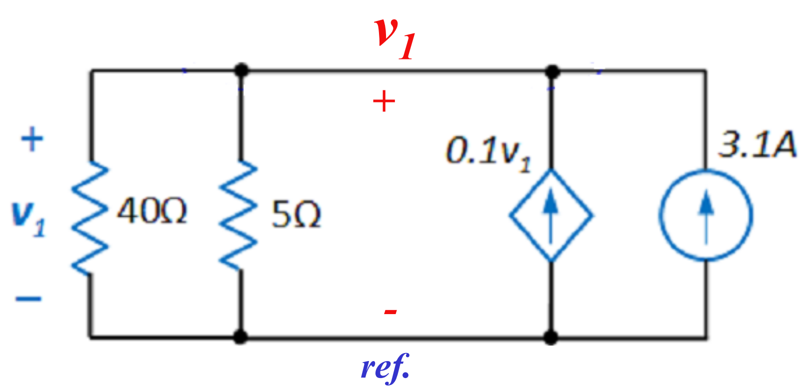
1º Passo: redesenhar o circuito…



$$P_{2\Omega} = 0W$$



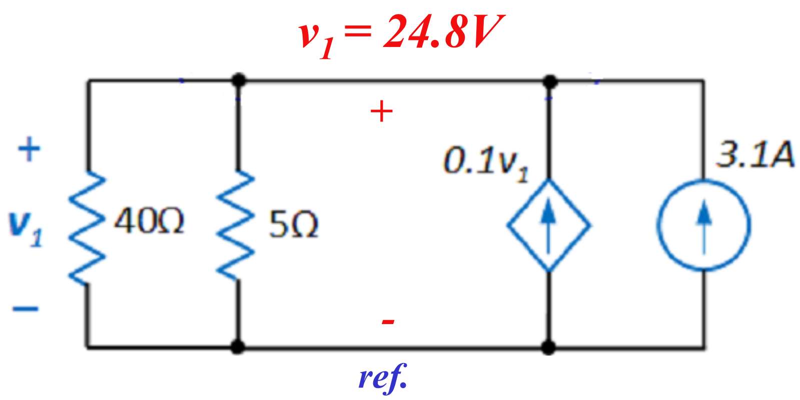
2º Passo: aplicar Análise Nodal…



$$\frac{v_1}{40}+\frac{v_1}{5}-0.1v_1-3.1=0$$

$$v_1=24.8V$$

3º Passo: calculamos a potências absorvidas



Resistências:

$$P_{40\Omega}=\frac{(v_1)^2}{40}=\frac{(24.8)^2}{40}=15.4W$$

$$P_{5\Omega}=\frac{(v_1)^2}{5}=123W$$

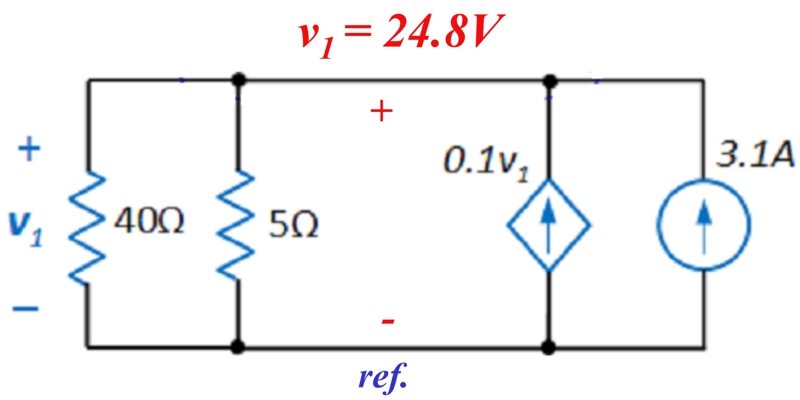
Fontes:

$$P_{0.1v_1}=VxI=-v_1(0.1v_1)=-61.5W$$

$$P_{3.1}=VxI=-v_1(3.1)=-76.9W$$

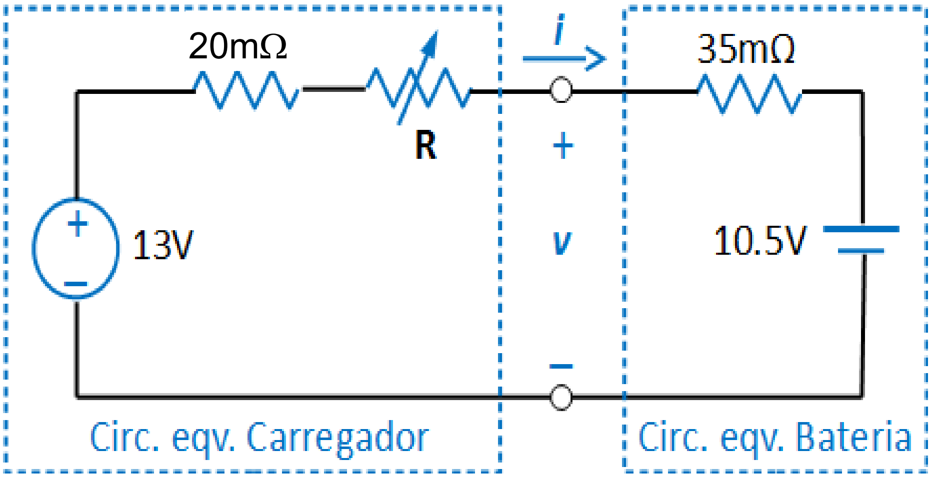
- **Ambas as fontes fornecem energia!**

4º Passo: verificar o balanço das potências



$$\sum_i P_i = 15.4 + 123 - 61.5 - 76.9 = 0$$

4 - Circuito representa um carregador ligado a uma bateria.



Prob. 20

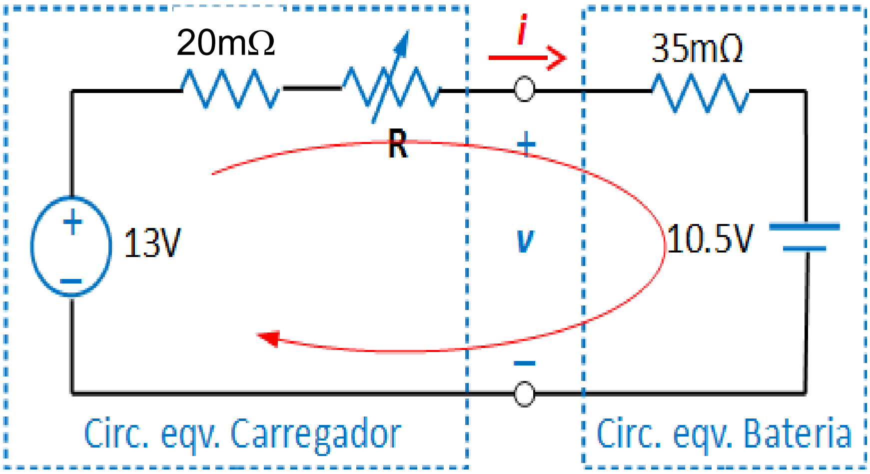
Calcular o valor de *R* de maneira que:

a) a corrente de carga seja *4A*;

b) a potência fornecida à bateria seja *25W*;

c) a tensão aos terminais da bateria seja *11V*.

a) Aplicar KVL



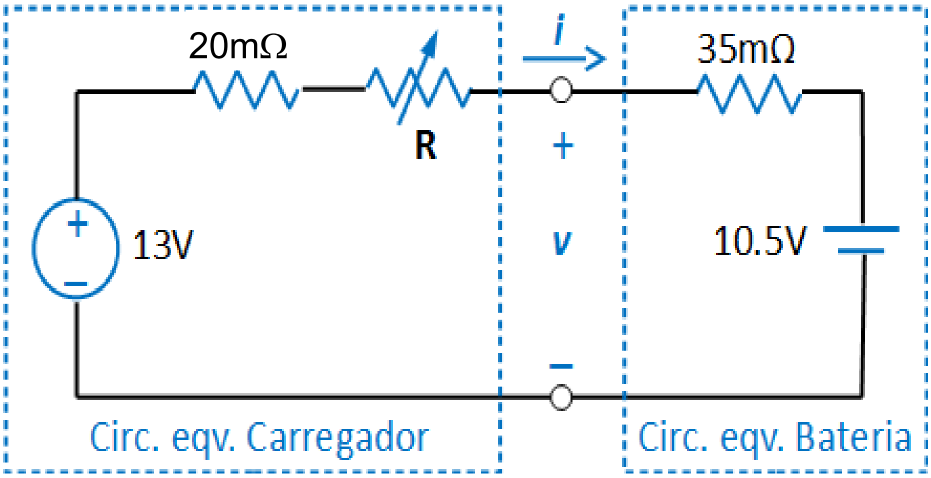
i = 4A

$$-13 + 0.02i + Ri + 0.035i + 10.5 = 0$$

$$R = \frac{2.5}{i} - 0.055$$

Para *i = 4A*, *R = 0.57Ω*

b) Começamos por calcular *i*…



$$P_{BAT} = 25W$$

$$P_{Bat} = 25$$

$$P_{Bat} = P_{35} + P_{10.5} = 25$$

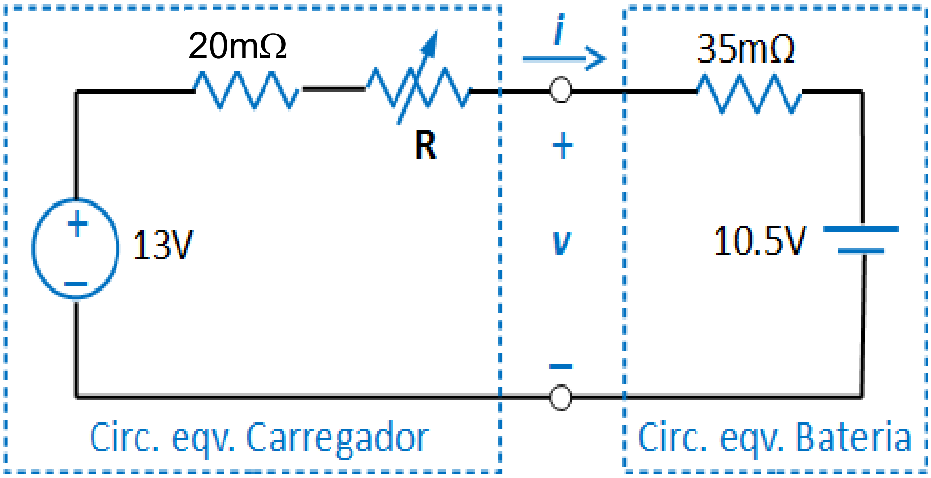
$$0.035i^2 + 10.5i = 25$$

$$i^2 + 300i - 714.3 = 0$$

$$i = \frac{-300 \pm \sqrt{300^2 - 4(-714.3)}}{2}$$

$$i = 2.36A \quad \vee \quad \cancel{i = -302.4A}$$

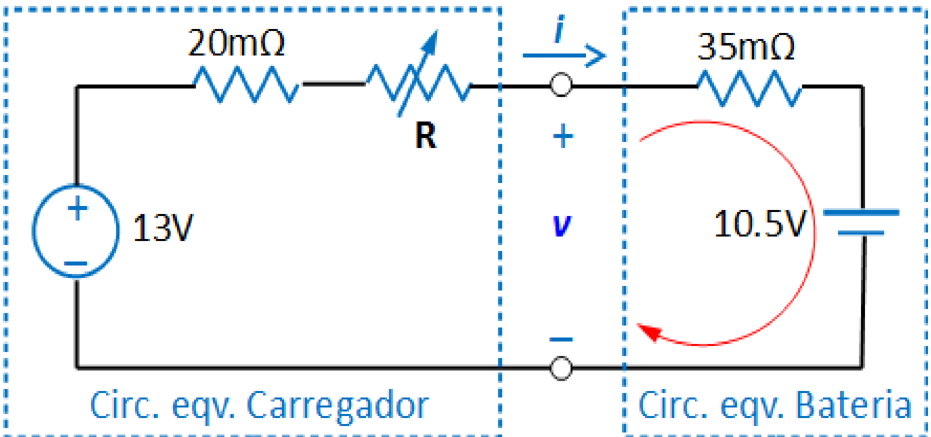
b) … e depois calculamos o valor de *R* para esse *i*



$$R = \frac{2.5}{i} - 0.055$$

Para *i* = *2.36A*, *R = 1Ω*

c) Começamos por aplicar KVL no *loop* de saída para obter *i*



v = 11V

$$-11 + 0.035i + 10.5 = 0$$

$$i = 14.29A$$

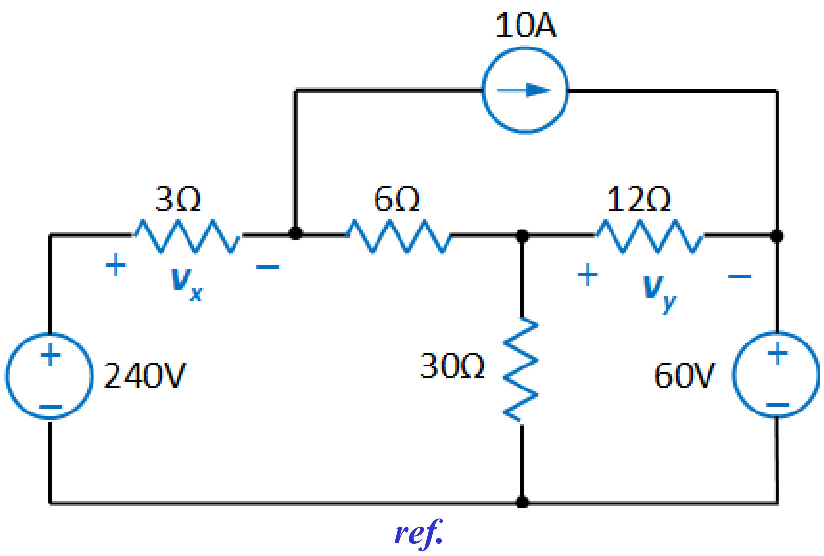
$$R = \frac{2.5}{i} - 0.055$$

Para *i* = *14.29A*, *R = 0.12Ω*

5 - Use a Análise Nodal para calcular

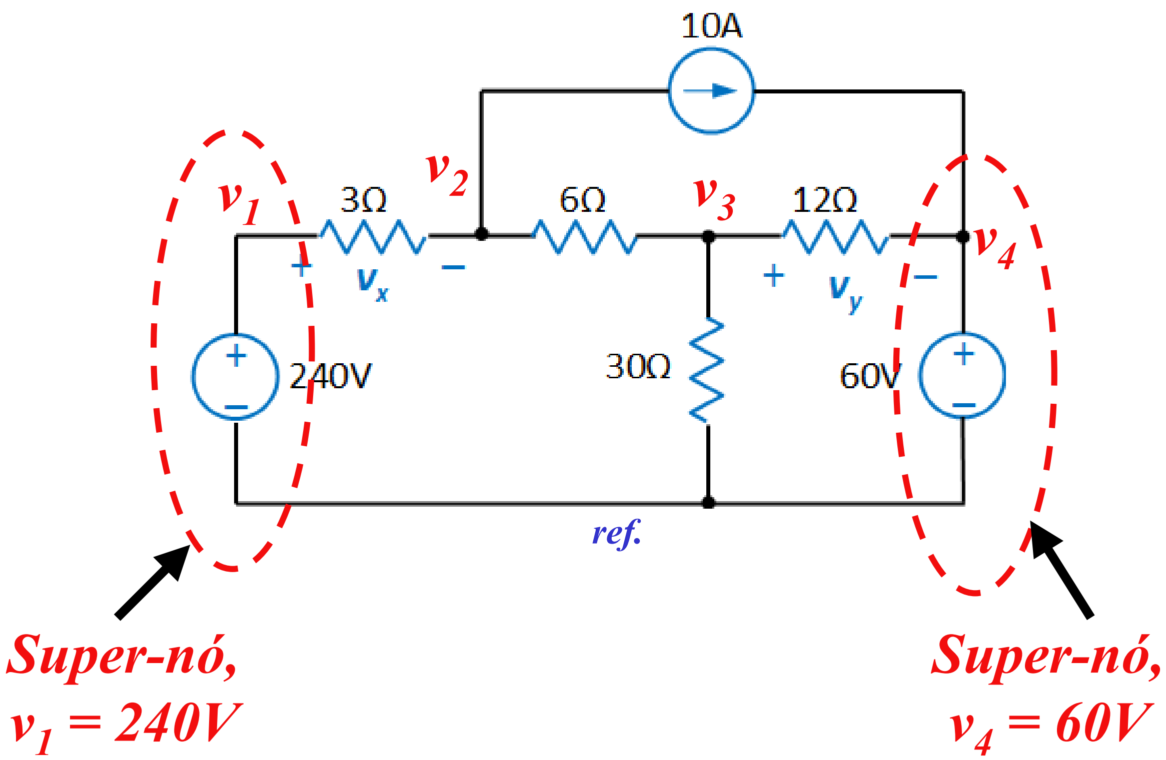
a) v_x e v_y

b) a **potência absorvida** pela resistência de 6Ω

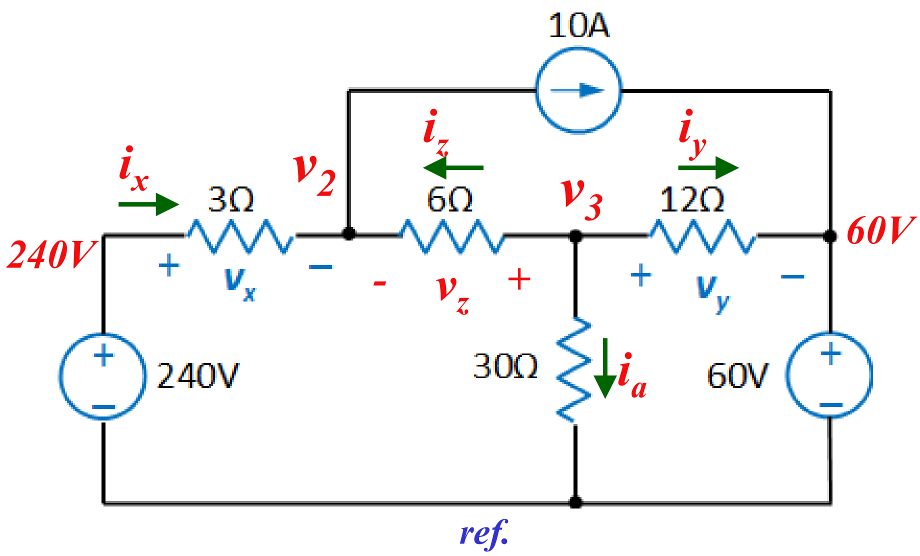


Prob. 25

1º Passo: identificar nós do circuito e tensões nodais…

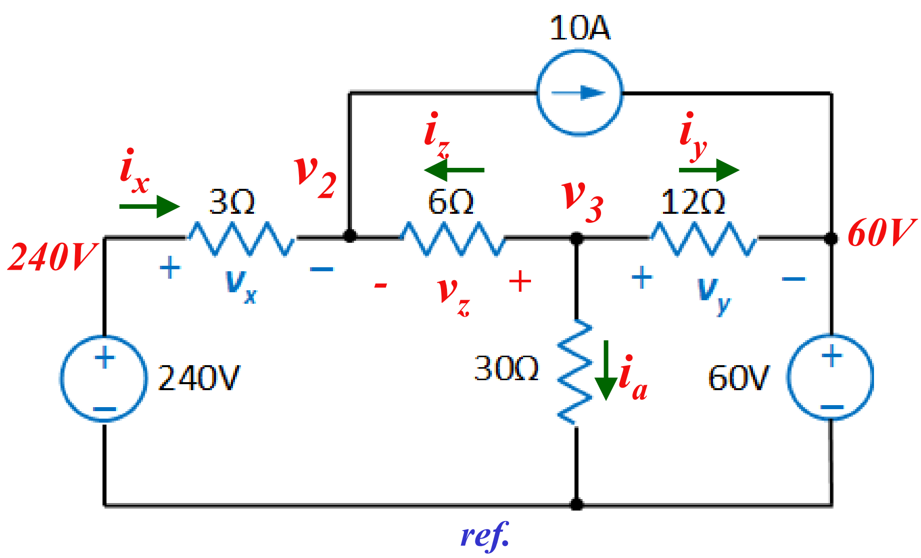


2º Passo: marcar correntes e tensões nas resistências…



NOTA: Os sentidos das correntes e as polaridades das tensões são **de referência** – por isso são arbitrárias!

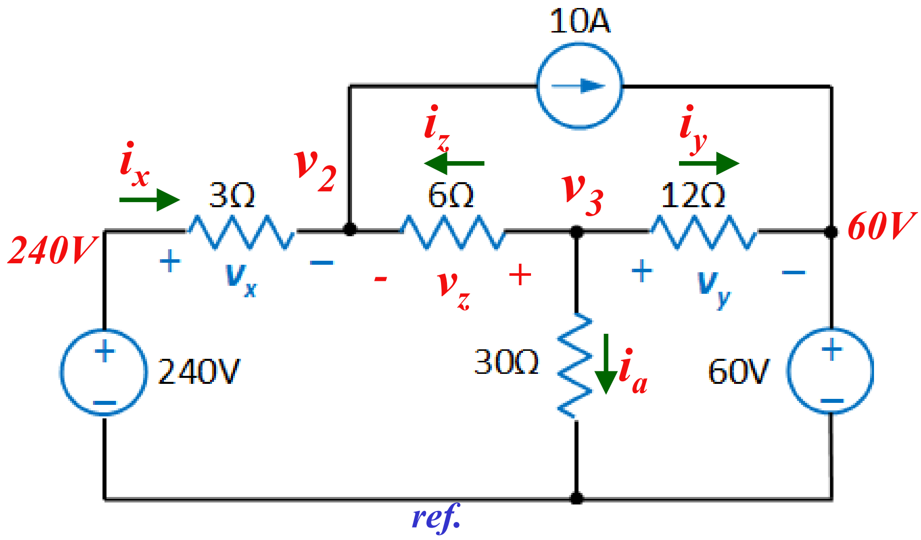
3º Passo: Aplicar KCL aos nós cuja tensão é desconhecida…



Nó v_2: $$i_x + i_z = 10$$

Nó v_3: $$i_z + i_a + i_y = 0$$

4º Passo: Exprimir correntes em função das tensões …

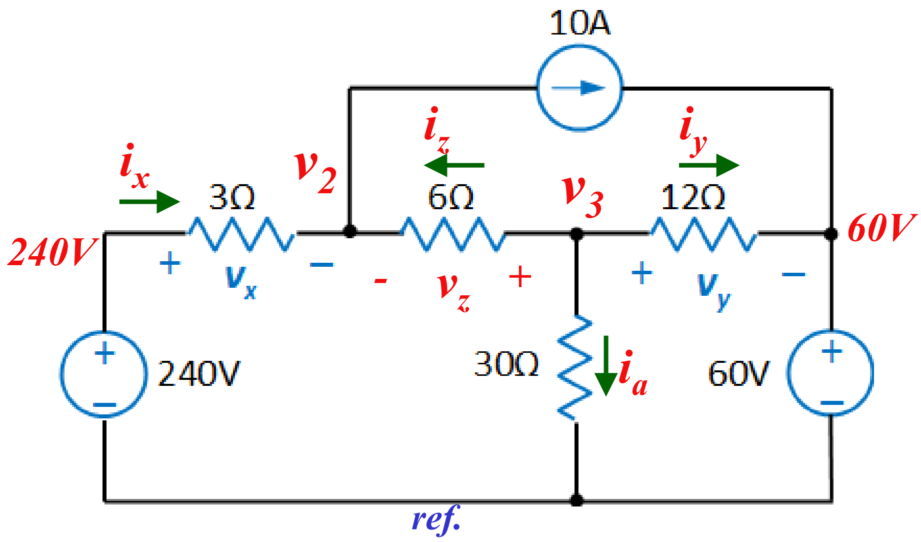


Nó v_2: $$i_x + i_z = 10 \Leftrightarrow \frac{v_x}{3} + \frac{v_z}{6} = 10$$

Nó v_3: $$i_z + i_a + i_y = 0 \Leftrightarrow \frac{v_z}{6} + \frac{v_3}{30} + \frac{v_y}{12} = 0$$

Circuitos Eléctricos – 2019/2020

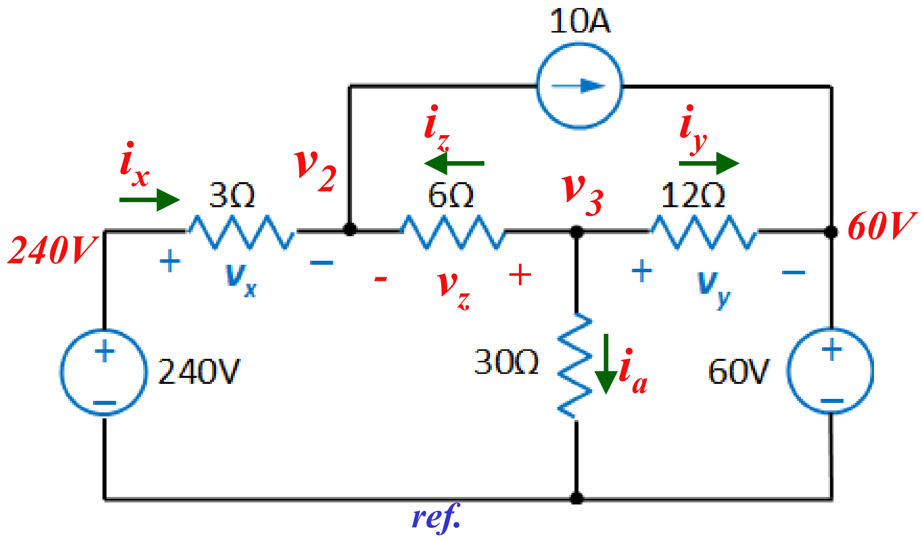
5º Passo: Exprimir correntes em função das tensões nodais…



Nó v_2: $$\frac{v_x}{3} + \frac{v_z}{6} = 10 \Leftrightarrow \frac{240 - v_2}{3} + \frac{v_3 - v_2}{6} = 10$$

Nó v_3: $$\frac{v_z}{6} + \frac{v_3}{30} + \frac{v_y}{12} = 0 \Leftrightarrow \frac{v_3 - v_2}{6} + \frac{v_3}{30} + \frac{v_3 - 60}{12} = 0$$

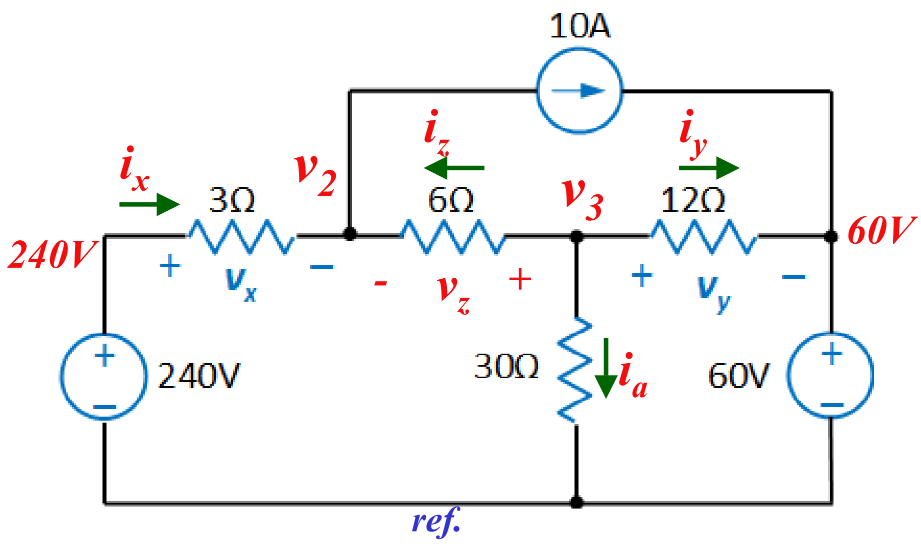
6º Passo: Resolver sistema de equações…



$$\begin{cases} \dfrac{240-v_2}{3}+\dfrac{v_3-v_2}{6}=10 \\ \dfrac{v_3-v_2}{6}+\dfrac{v_3}{30}+\dfrac{v_3-60}{12}=0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_2 = 181.5V \\ v_3 = 124.4V \end{cases}$$

7º Passo: Calcular o que é pedido.



a)

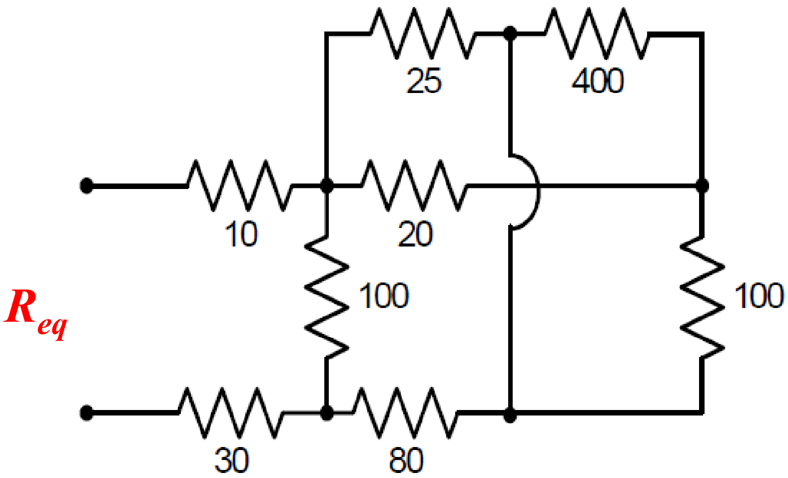
$$v_x = 240 - v_2 = 58.5V$$

$$v_y = v_3 - 60 = 64.5V$$

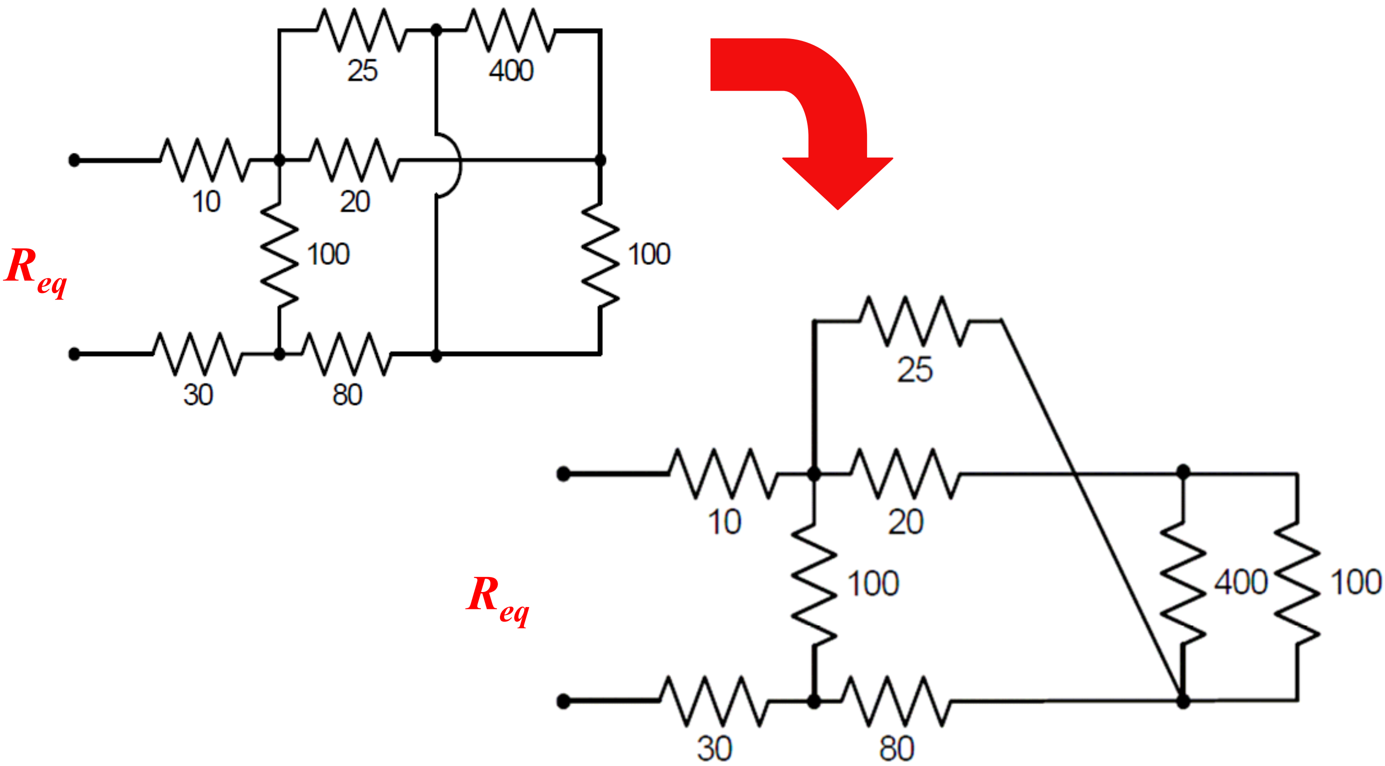
b)

$$P_{6\Omega} = \frac{(v_z)^2}{6} = \frac{(v_3 - v_2)^2}{6} = 543.4W$$

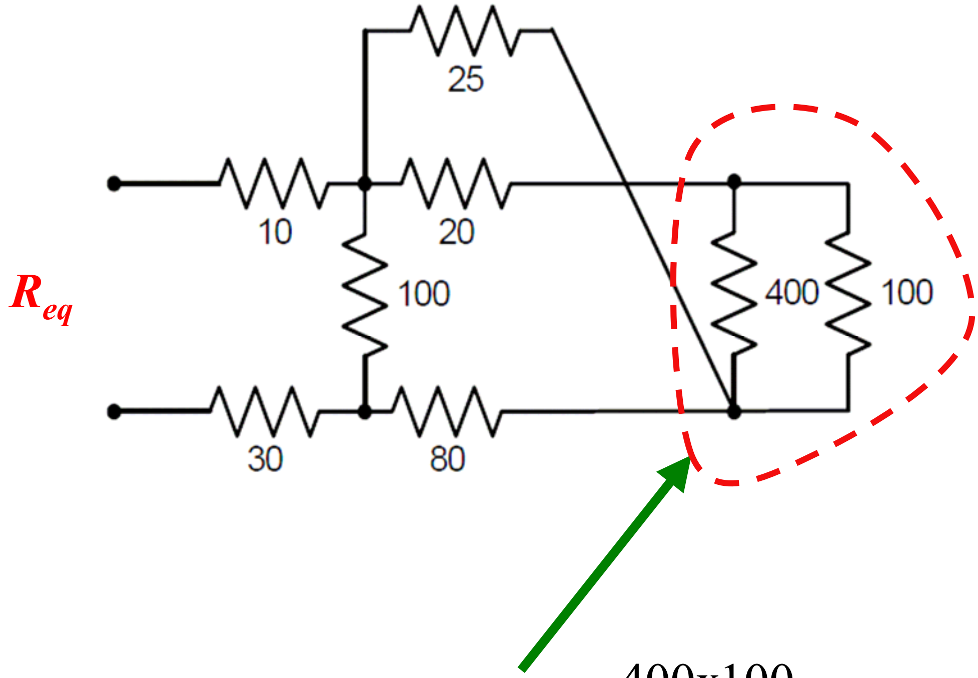
6 - Calcule *Req* (valores das resistências em *Ohm*)



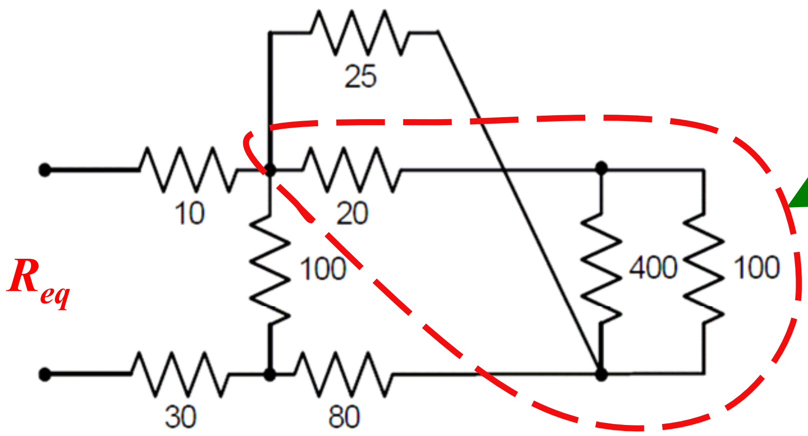
1º Passo: redesenhar o circuito de maneira a evidenciar séries e paralelos…



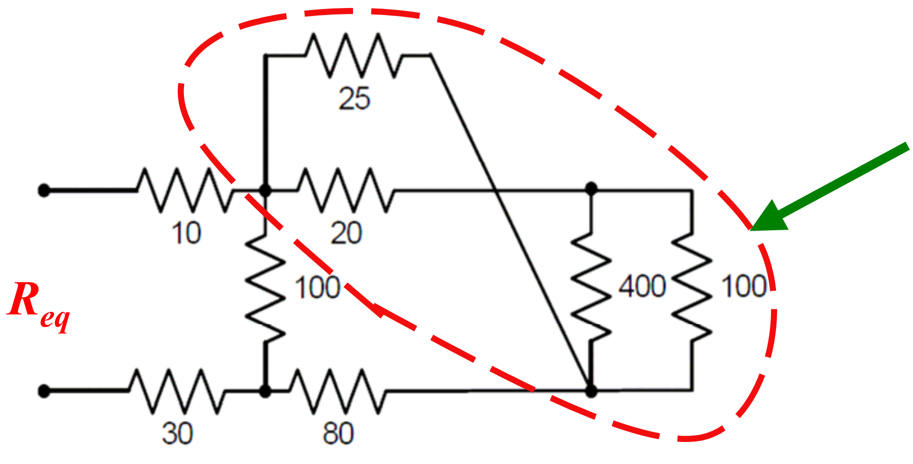
2º Passo: Associar resistências gradualmente da direita para a esquerda…



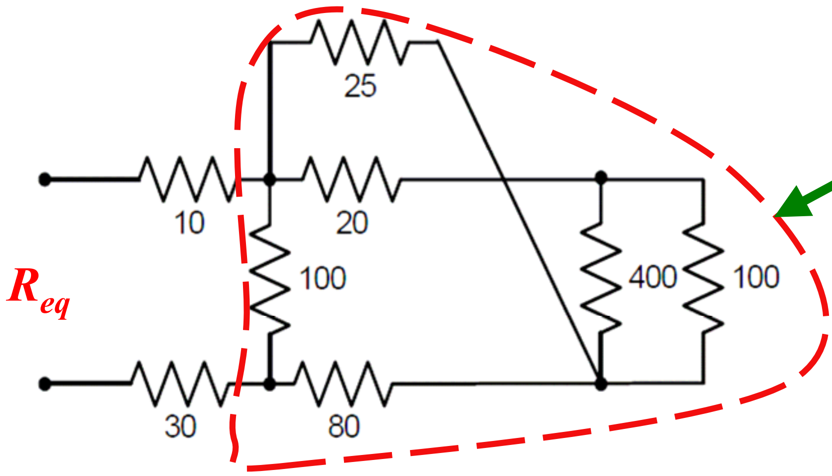
$$400 // 100 = \frac{400 \text{x} 100}{400 + 100} = 80\Omega$$



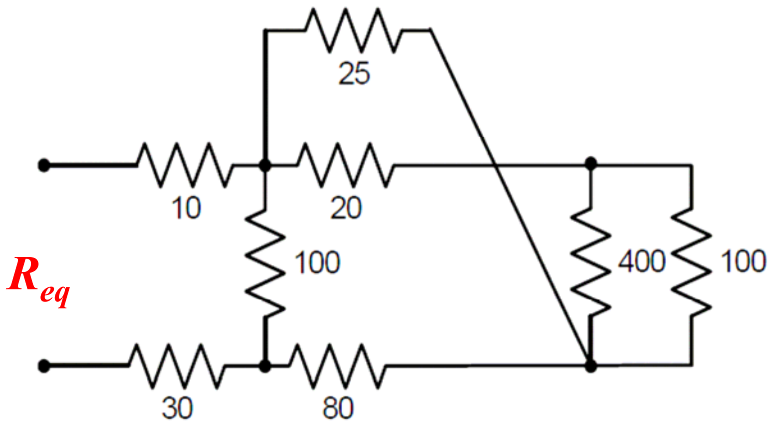
$$80 + 20 = 100\Omega$$



$$100 // 25 = 20\Omega$$

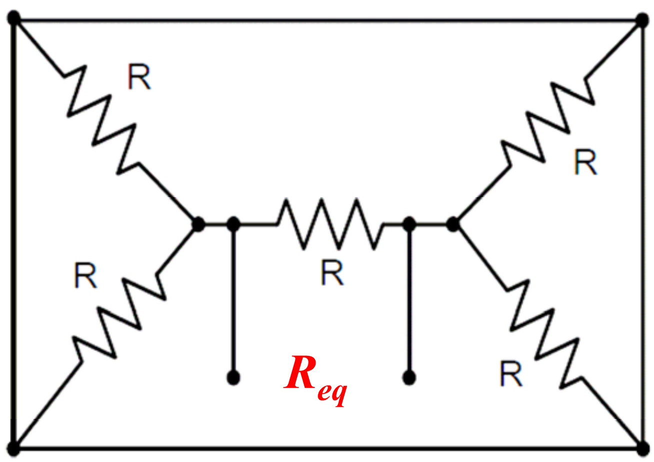


$$(20+80)//100=50\Omega$$

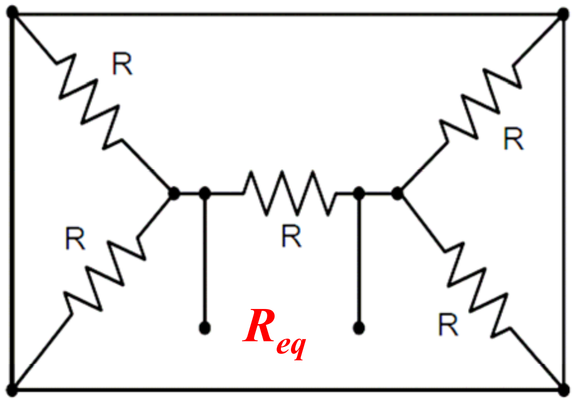


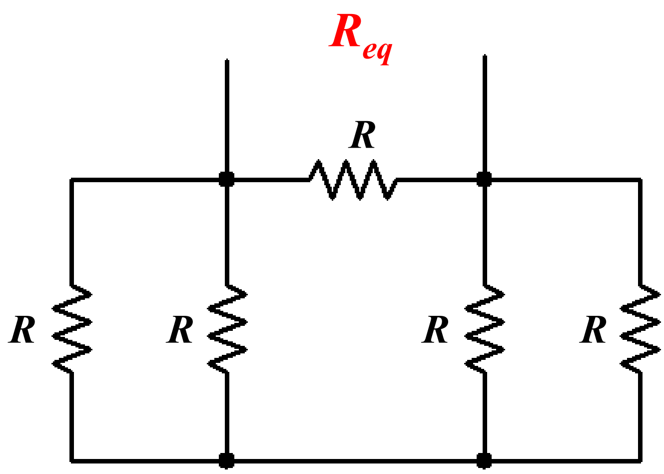
$$R_{eq}=10+50+30=90\Omega$$

7 - Calcule *Req*



Redesenhar o circuito de maneira a evidenciar séries e paralelos…

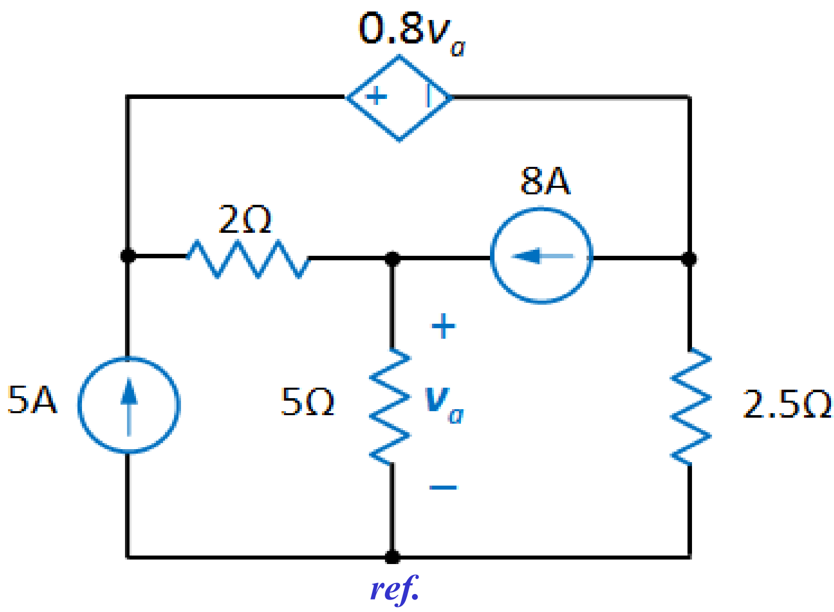




$$R_{eq} = R // \left[\left(R // R \right) + \left(R // R \right) \right]$$

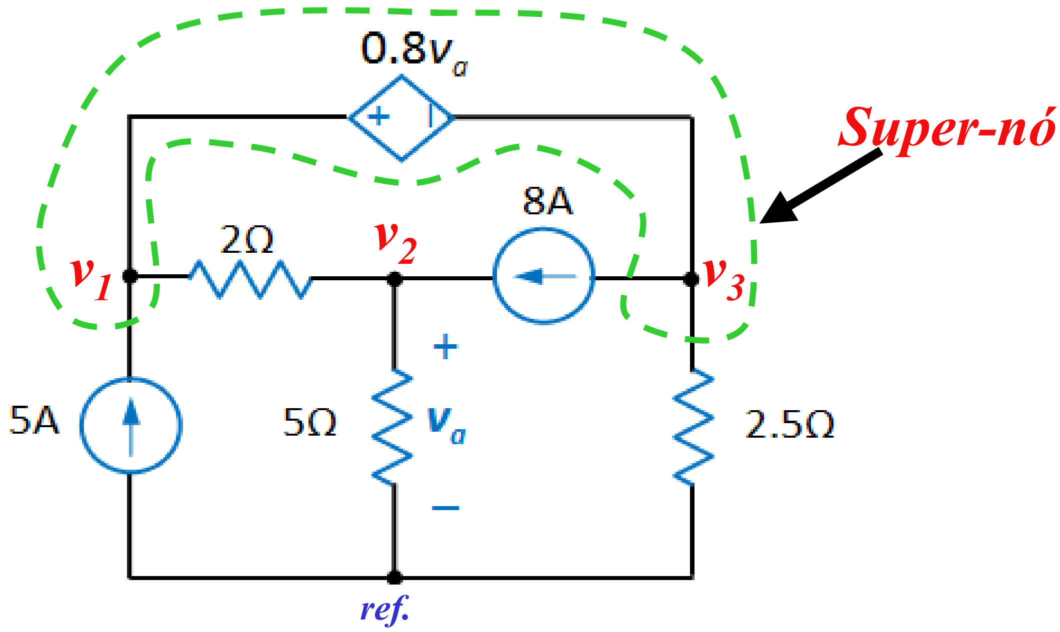
$$R_{eq} = \frac{R}{2}$$

8 – Calcular v_A usando Análise Nodal.

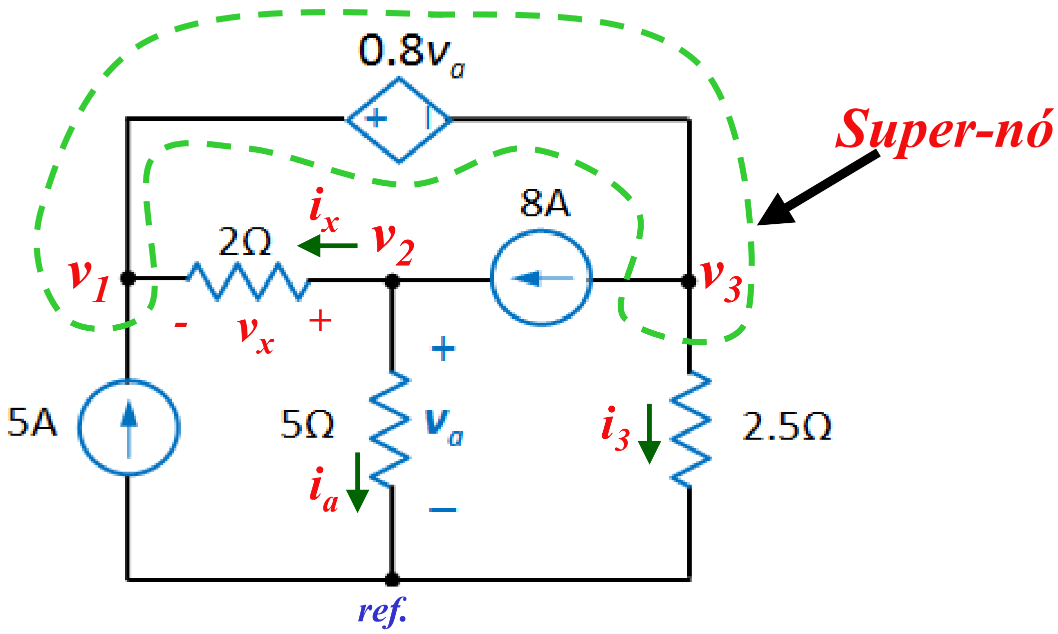


Prob. 28

1º Passo: identificar nós do circuito e tensões nodais…



2º Passo: marcar correntes e tensões nas resistências…

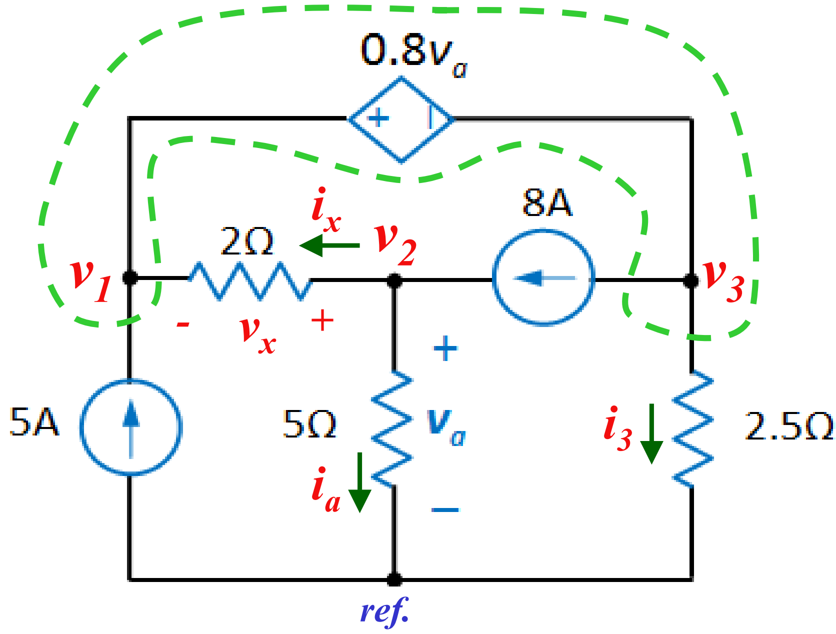


Mais uma vez, não esquecer que estas marcações têm sentidos e polaridades arbitrárias!

3º Passo: Aplicar KCL aos nós cuja tensão é desconhecida…

Temos que escrever duas equações nodais:

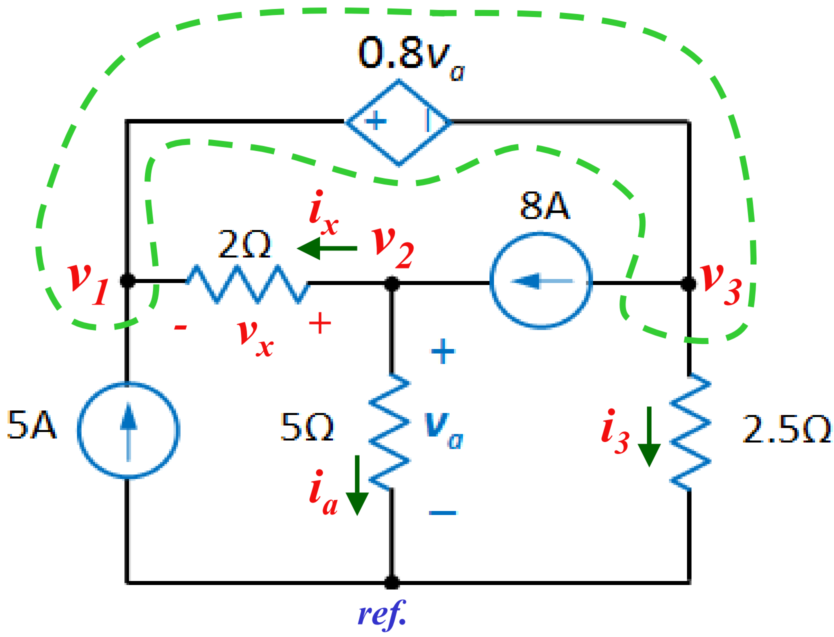
- **nó v_2 e**
- **Super-nó**



Nó v_2: $i_x + i_a = 8$

Super-nó: $i_3 + 8 = i_x + 5$

4º Passo: Exprimir correntes em função das tensões…

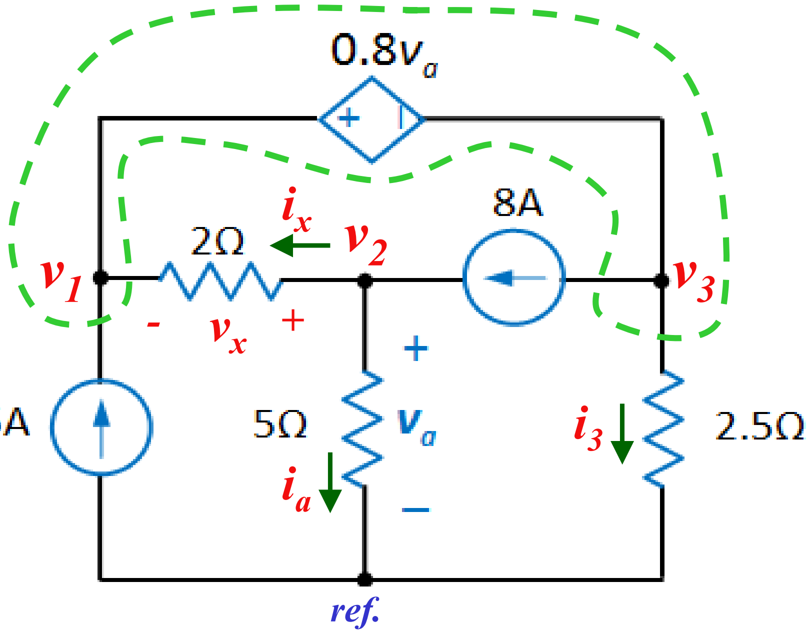


Notar que $v_a = v_2$

Nó v_2: $i_x + i_a = 8 \Leftrightarrow \dfrac{v_x}{2} + \dfrac{v_2}{5} = 8$

Super-nó: $i_3 + 8 = i_x + 5 \Leftrightarrow \dfrac{v_3}{2.5} + 8 = \dfrac{v_x}{2} + 5$

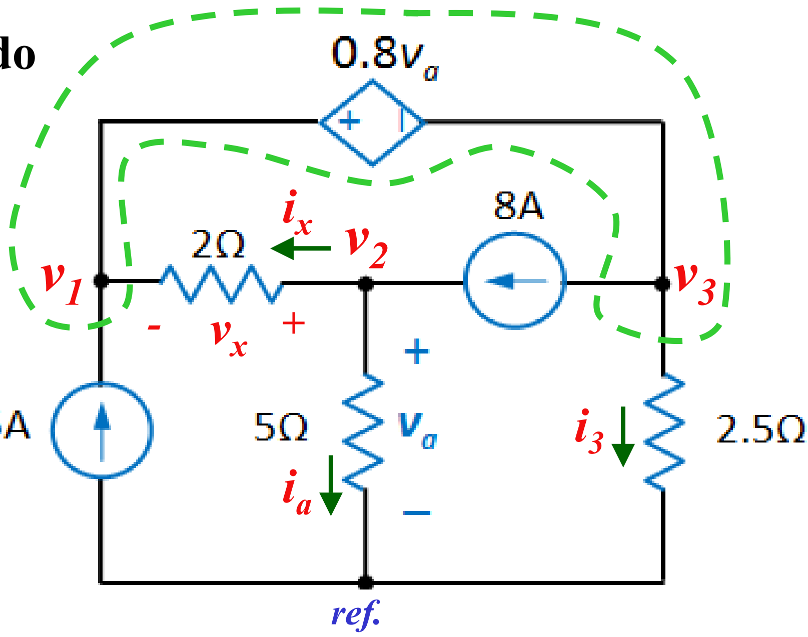
5º Passo: Exprimir correntes em função das tensões nodais…



Nó v_2: $$\frac{v_x}{2}+\frac{v_2}{5}=8 \Leftrightarrow \frac{v_2-v_1}{2}+\frac{v_2}{5}=8$$

Super-nó: $$\frac{v_3}{2.5}+8=\frac{v_x}{2}+5 \Leftrightarrow \frac{v_3}{2.5}+8=\frac{v_2-v_1}{2}+5$$

6º Passo: Obter equação do super-nó e resolver…



Equação do super-nó:

$$0.8v_a = v_1 - v_3$$

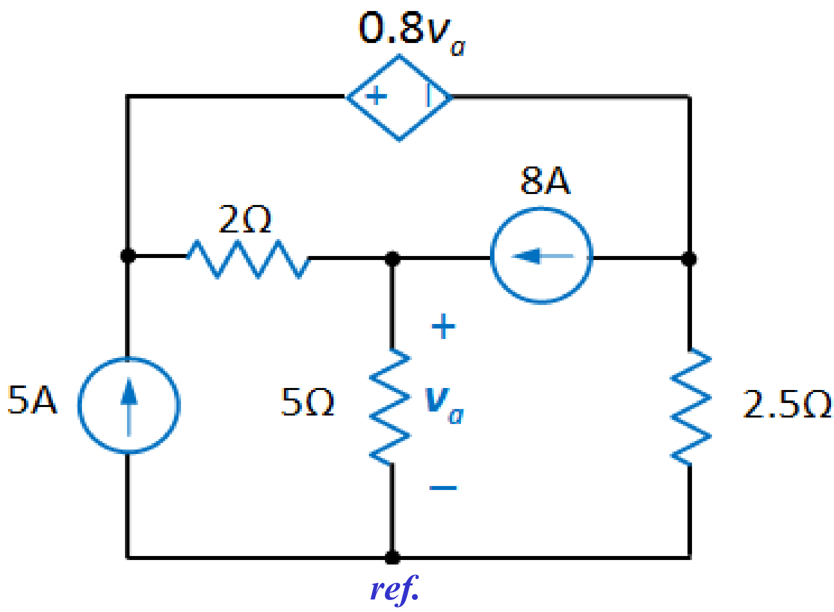
Ou, como $v_a = v_2$

$$0.8v_2 = v_1 - v_3$$

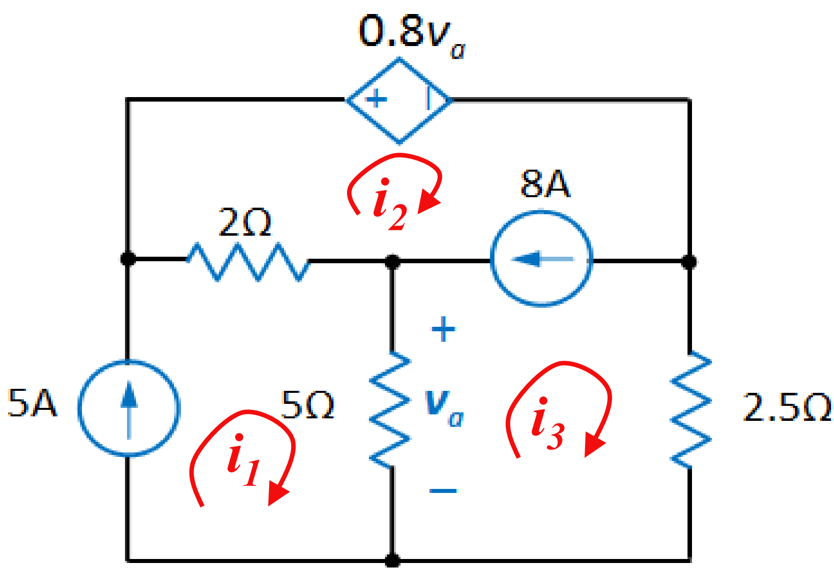
Juntando esta às duas equações anteriores…

$$\begin{cases} -0.5v_1+0.5v_2-v_3/2.5=3 \\ 0.5v_1-0.7v_2=-8 \\ v_1-0.8v_2-v_3=0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} v_1=20.3V \\ v_2=25.9V \\ v_3=-0.45V \end{cases}$$

9 – Calcular v_A usando, agora, Análise de Malhas.



1º Passo: identificar as malhas do circuito e atribuir correntes de malha…



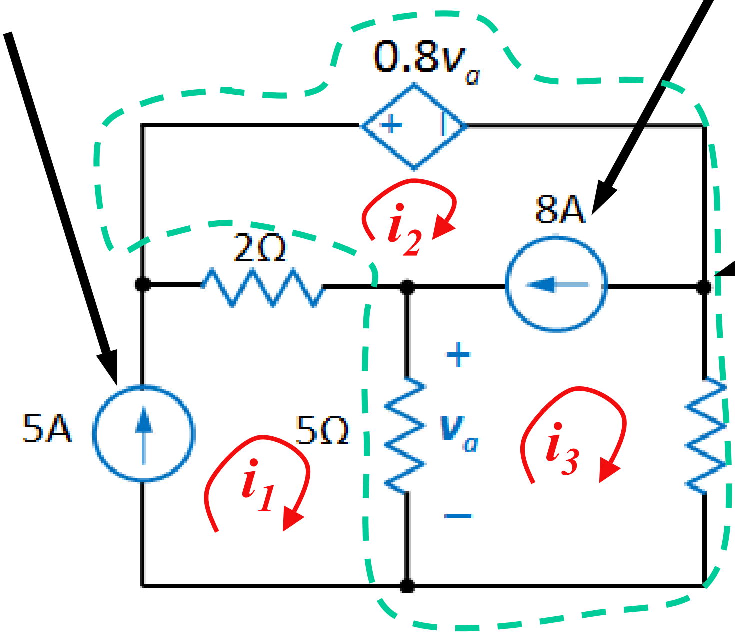
Mais uma vez, não esquecer que os sentidos das correntes de malha são arbitrários

2º Passo: … fontes de corrente dão lugar a simplificações… e a super-malhas!

Fonte de corrente partilhada por duas malhas:

Fonte de corrente na periferia:

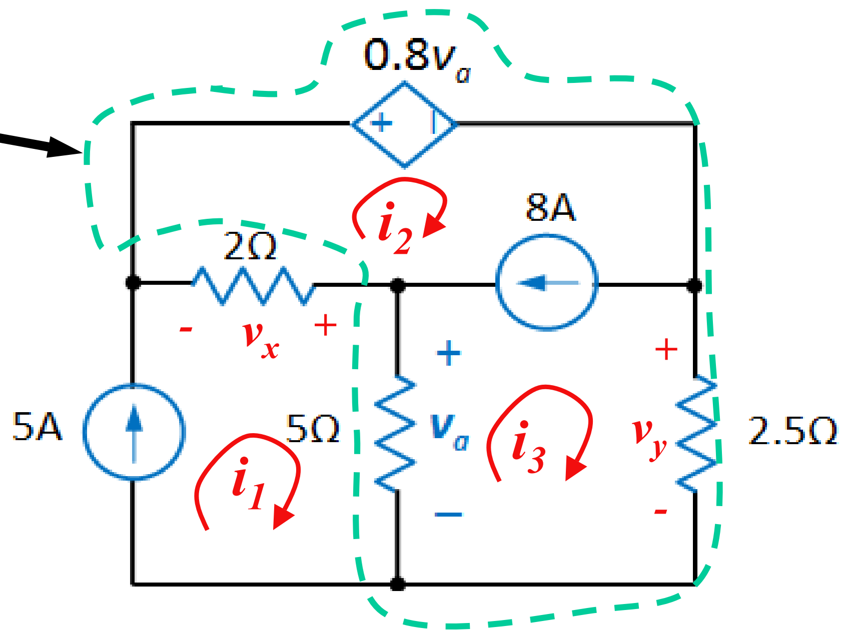
$i_1 = 5A$



Super-malha!

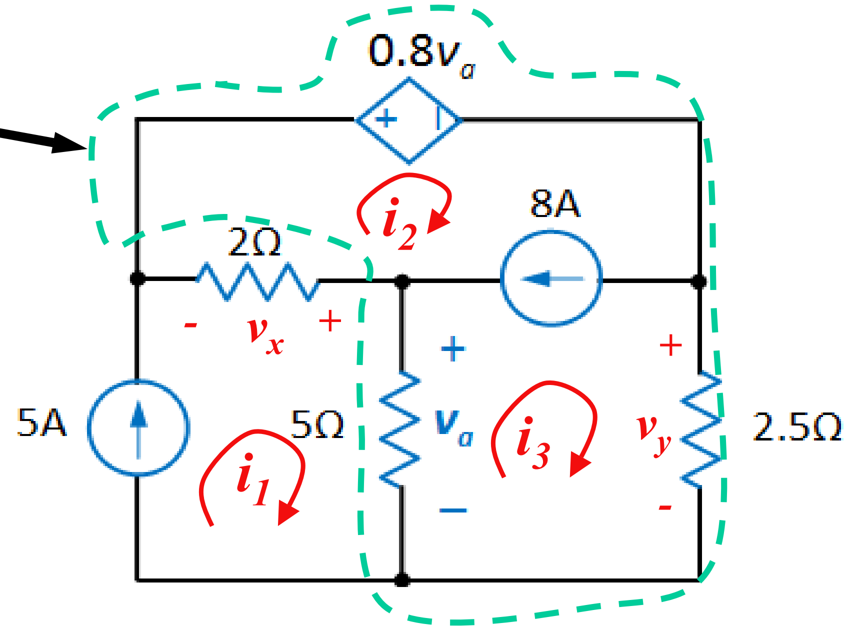
3º Passo: marcar tensões nas resistências…

Super-malha



4º Passo: Aplicar KVL às malhas/super-malhas…

Super-malha



Só temos que escrever uma equação:

- **a da super-malha.**

Usando o sentido horário…

Super-malha:

$$-v_a + v_x + 0.8v_a + v_y =$$

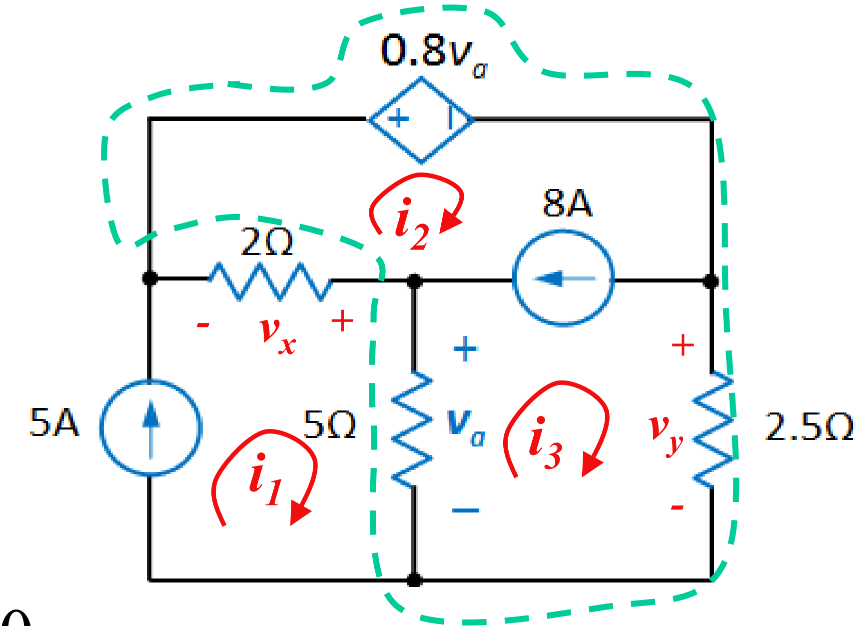
$$-0.2v_a + v_x + v_y = 0$$

5º Passo: Exprimir tensões em função das correntes de malha…

$$v_a = 5(i_1 - i_3)$$

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

$$v_y = 2.5i_3$$



Substituindo em…

$$-0.2v_a + v_x + v_y = 0$$

Obtemos

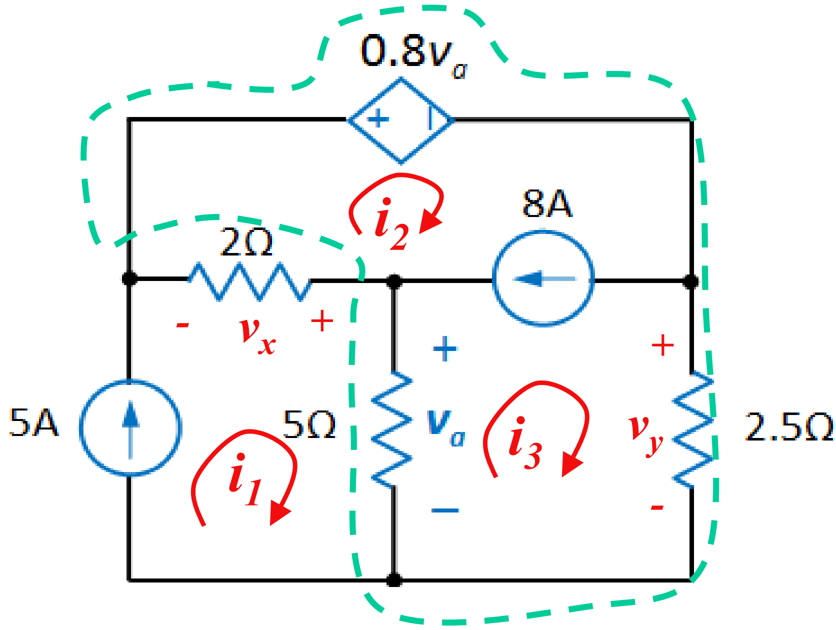
$$-0.2[5(i_1 - i_3)] + 2(i_2 - i_1) + 2.5i_3 = -3i_1 + 2i_2 + 3.5i_3 = 0$$

6º Passo: Aplicar KCL à super-malha e resolver…

A fonte de corrente de 8A pode ser expressa por

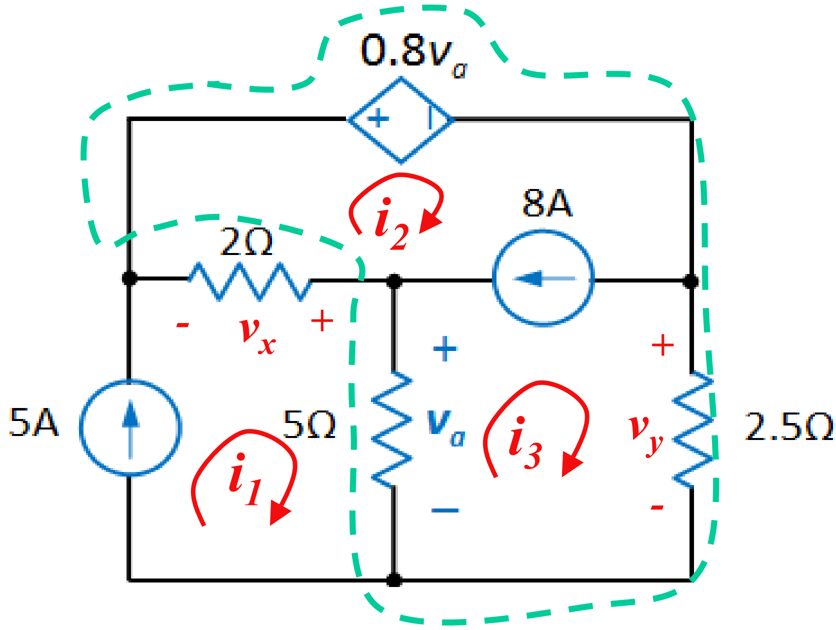
$$i_2 - i_3 = 8$$

Juntando esta à equação anterior obtemos:



$$\begin{cases} i_1 = 5 \\ i_2 - i_3 = 8 \\ -3i_1 + 2i_2 + 3.5i_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 5A \\ i_2 = 86/11A \\ i_3 = -2/11A \end{cases}$$

7º Passo: Calcular o que é pedido.

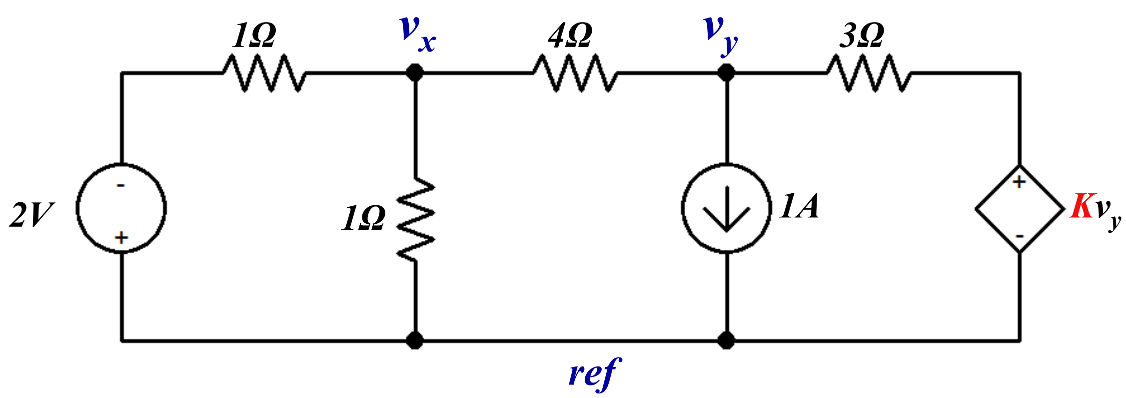


$$v_a = 5(i_1 - i_3)$$

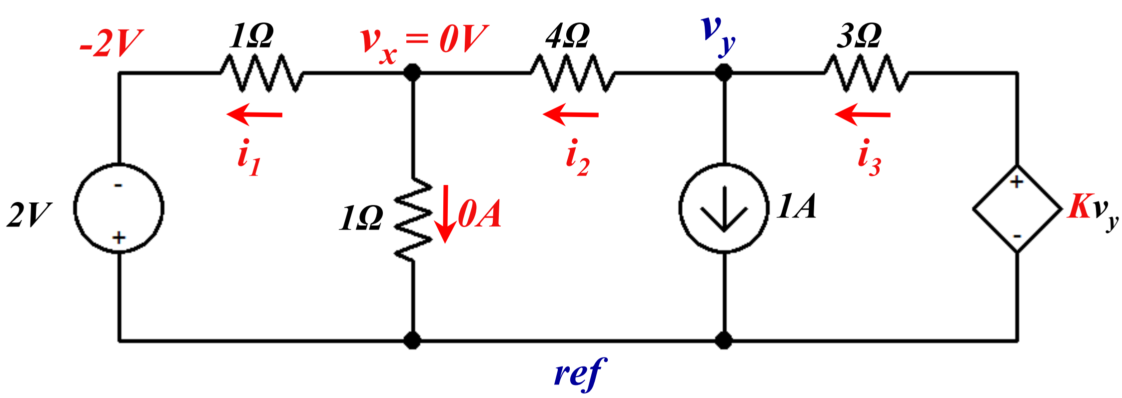
$$= 5\left(5 - \left(-\frac{2}{11}\right)\right)$$

$$= 25.9V$$

10 – Calcular K de modo que a tensão v_x seja $0V$



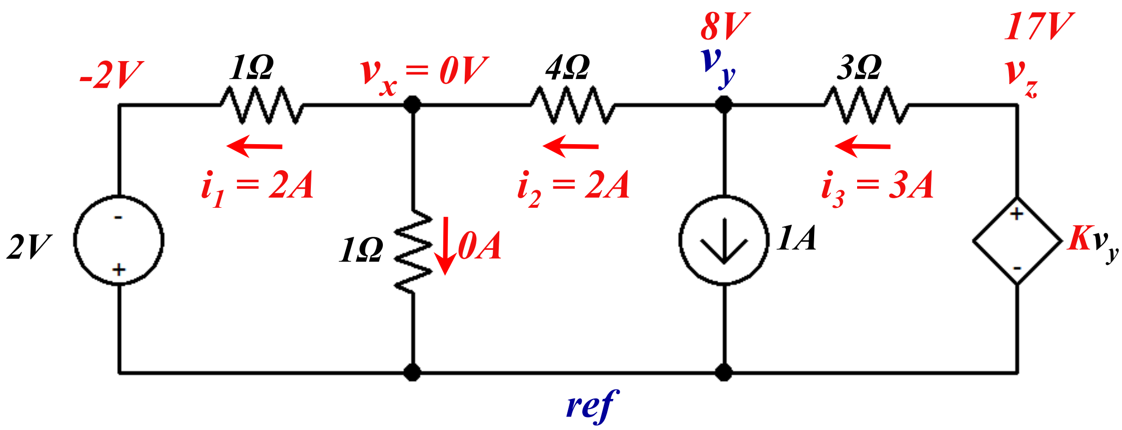
O problema resolve-se partindo da suposição $v_x = 0V$ …



$$i_1 = \frac{v_x - (-2)}{1} = 2A$$

$$i_2 = i_1 = 2A$$

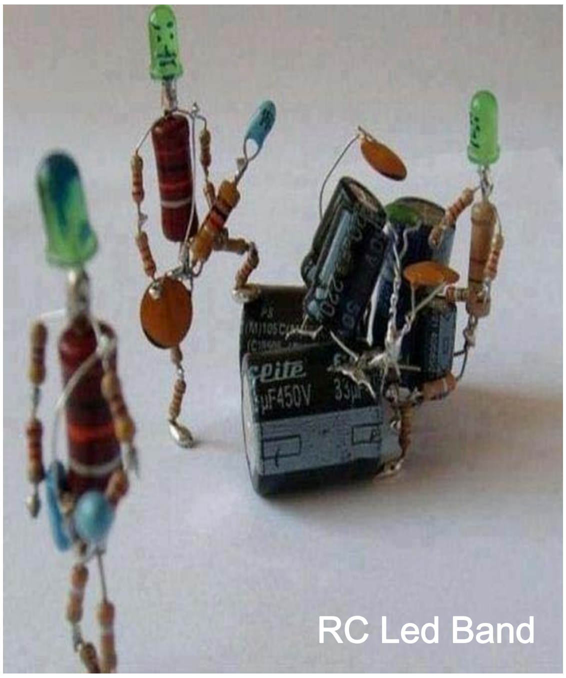
$$i_3 = i_2 + 1 = 3A$$



$$\frac{v_y - v_x}{4} = i_2 \Leftrightarrow v_y = 4i_2 = 8V$$

$$\frac{v_z - v_y}{3} = i_3 \Leftrightarrow v_z = 3i_3 + v_y = 17V$$

$$v_z = Kv_y \Leftrightarrow K = 17/8$$



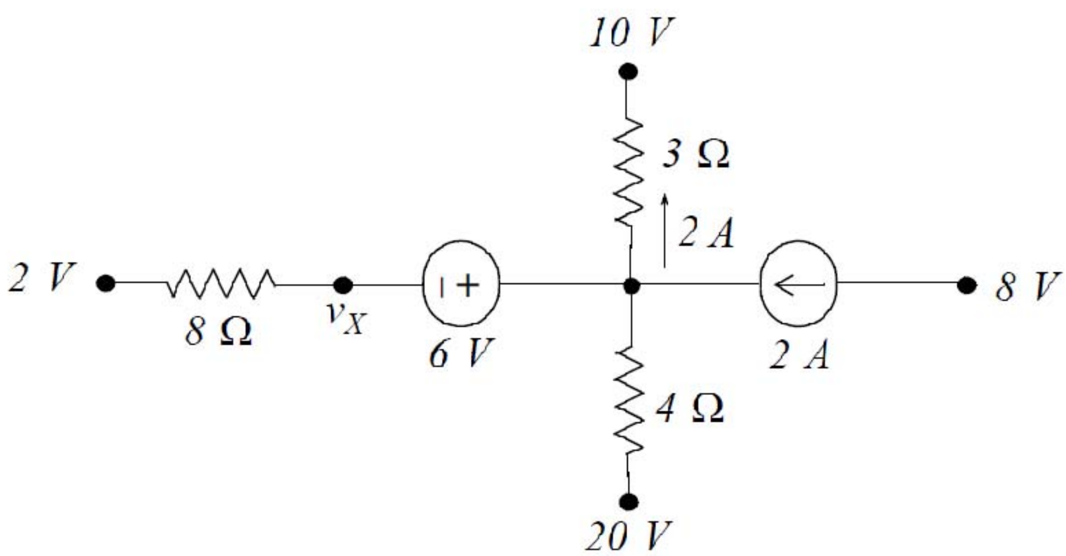
CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Problemas resolvidos

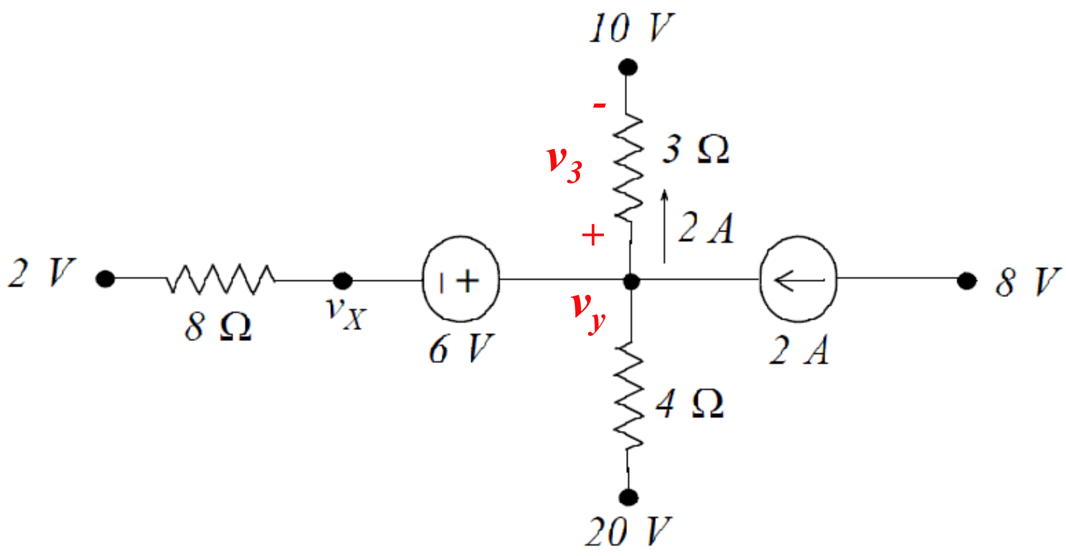
III

Ernesto Martins
evm@ua.pt
DETI (gab. 4.2.38)
Universidade de Aveiro

1 – As tensões indicadas nos terminais do circuito abaixo são relativas a um nó de referência não representado. Calcule o valor da tensão nodal v_x e a potência fornecida pela fonte de $6V$.



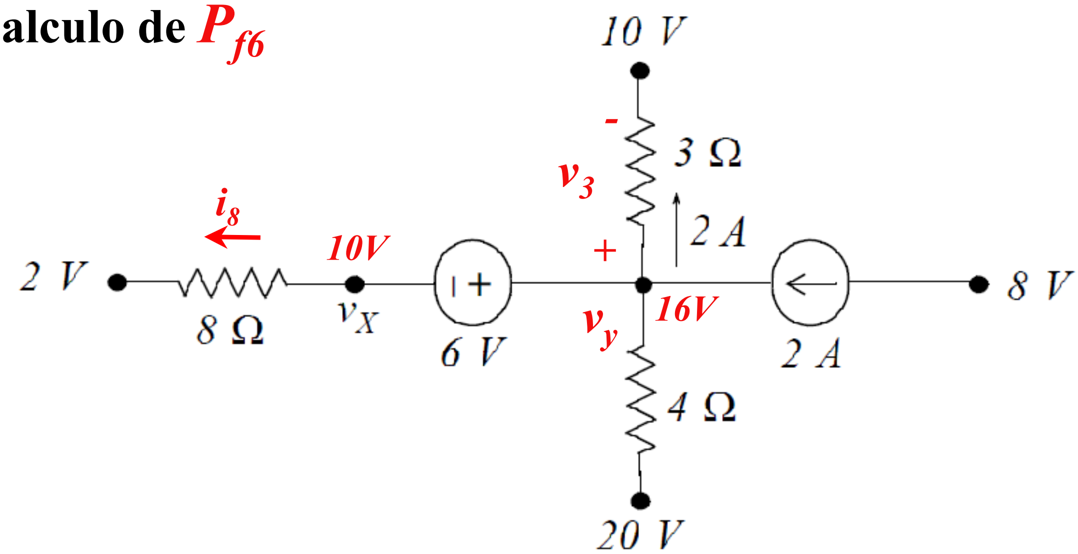
1: calculo de v_x



$$v_y = v_3 + 10 \quad \Leftrightarrow v_y = (3)(2) + 10 = 16V$$

$$v_y - v_x = 6 \quad \Leftrightarrow v_x = v_y - 6 = 10V$$

2: calculo de P_{f6}

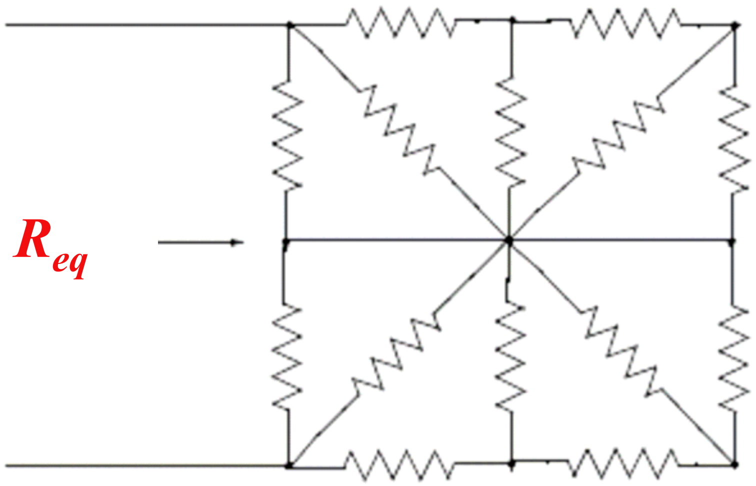


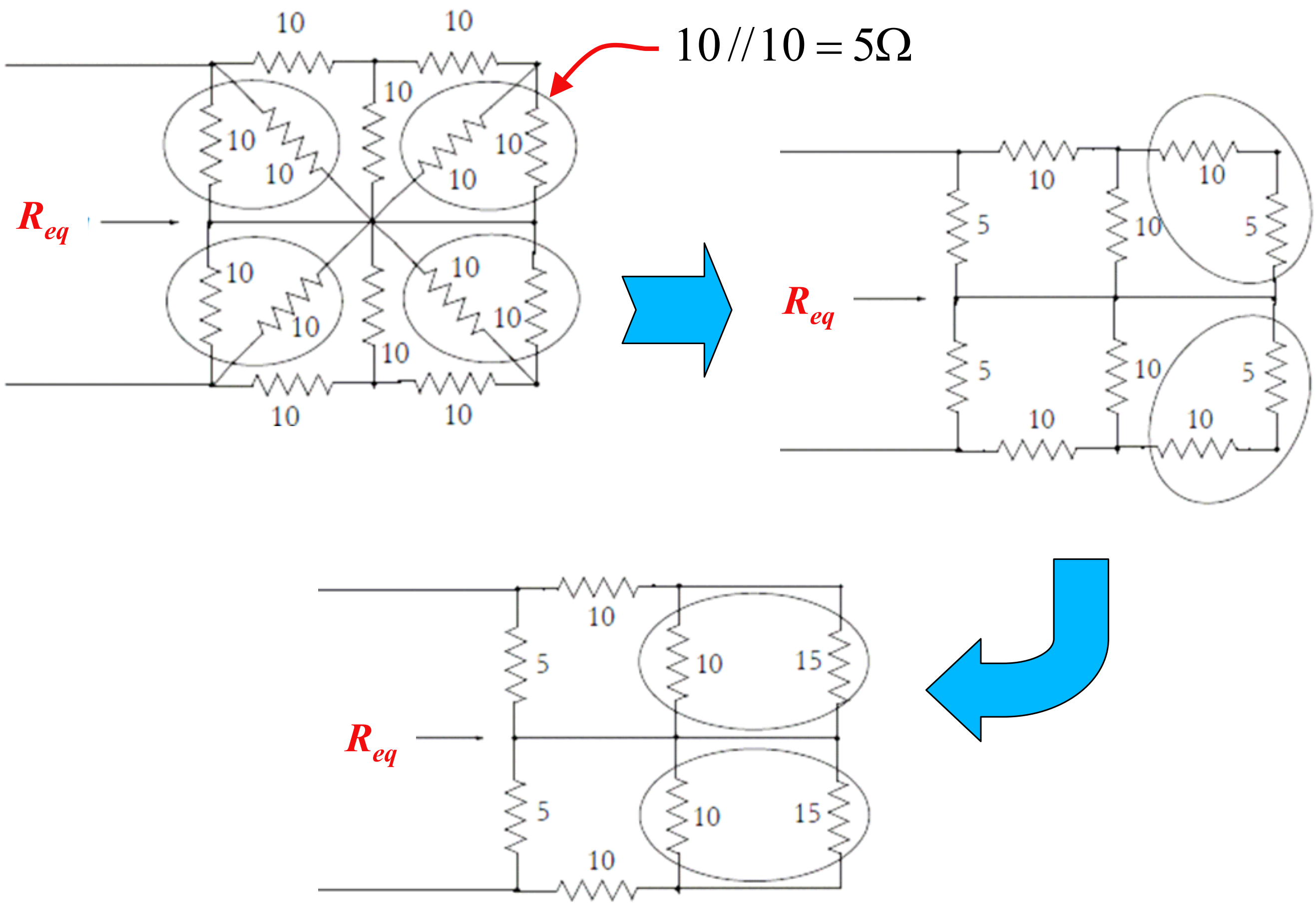
$$i_8 = \frac{10-2}{8} = 1A$$

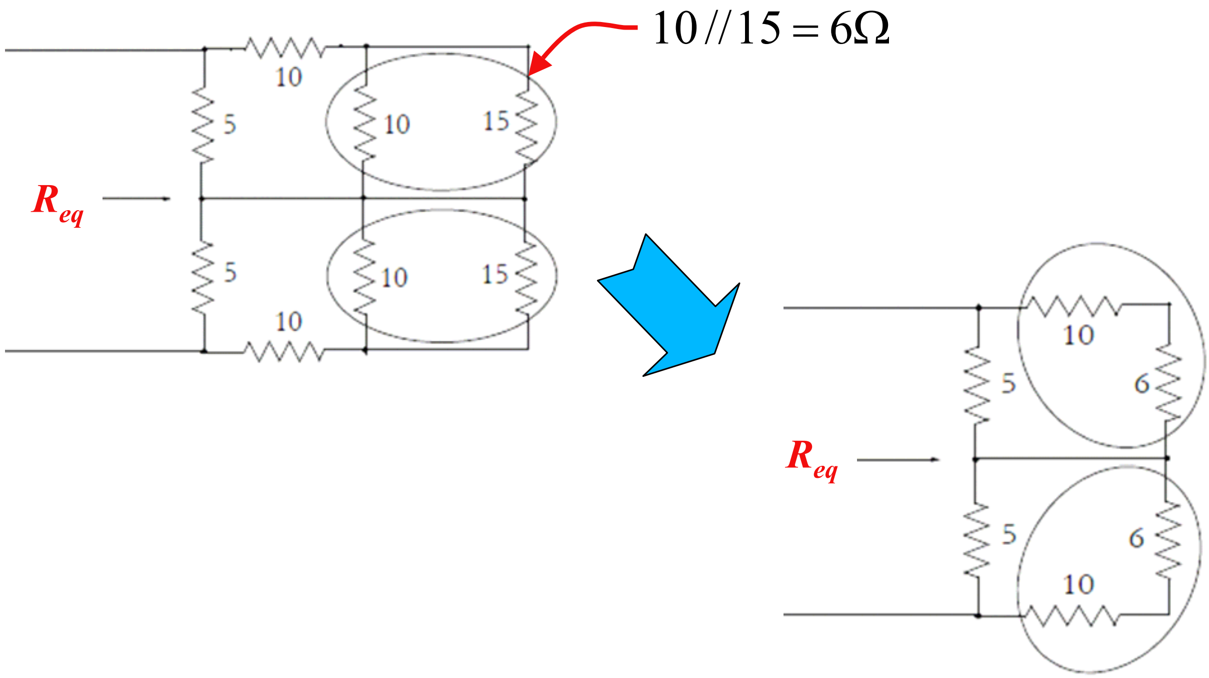
$$P_{a6} = V\text{x}I = 6\text{x}1 = 6W \longleftarrow$$ **É a potência absorvida!**

$$P_{f6} = -6W$$

2 - Calcule *Req* (o valor de todas as resistências é *10Ω*)

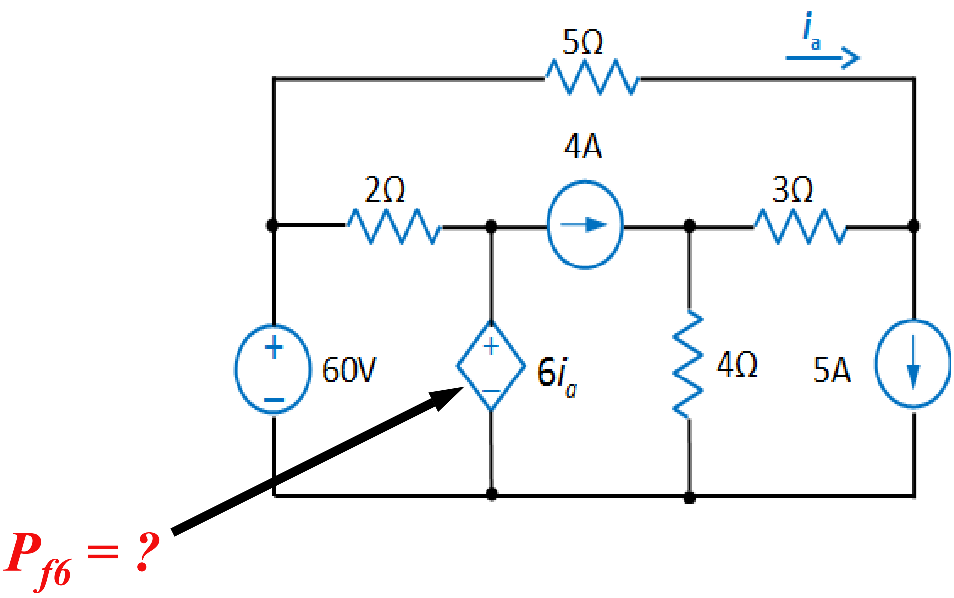




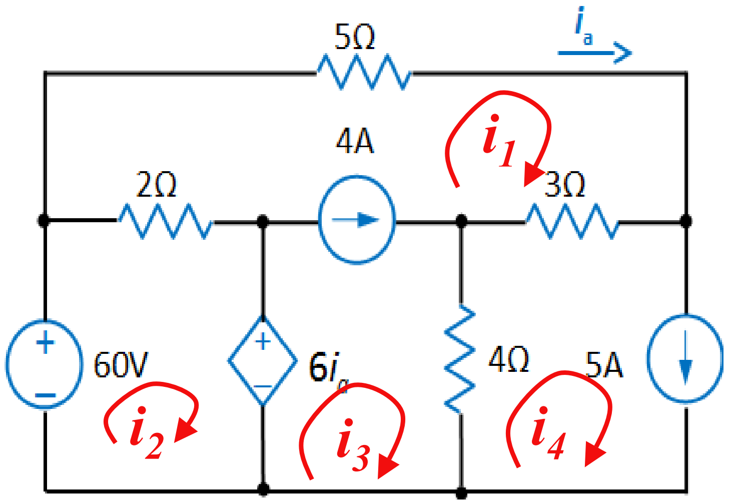


$$R_{eq} = (16//5) + (16//5) = 7.62\Omega$$

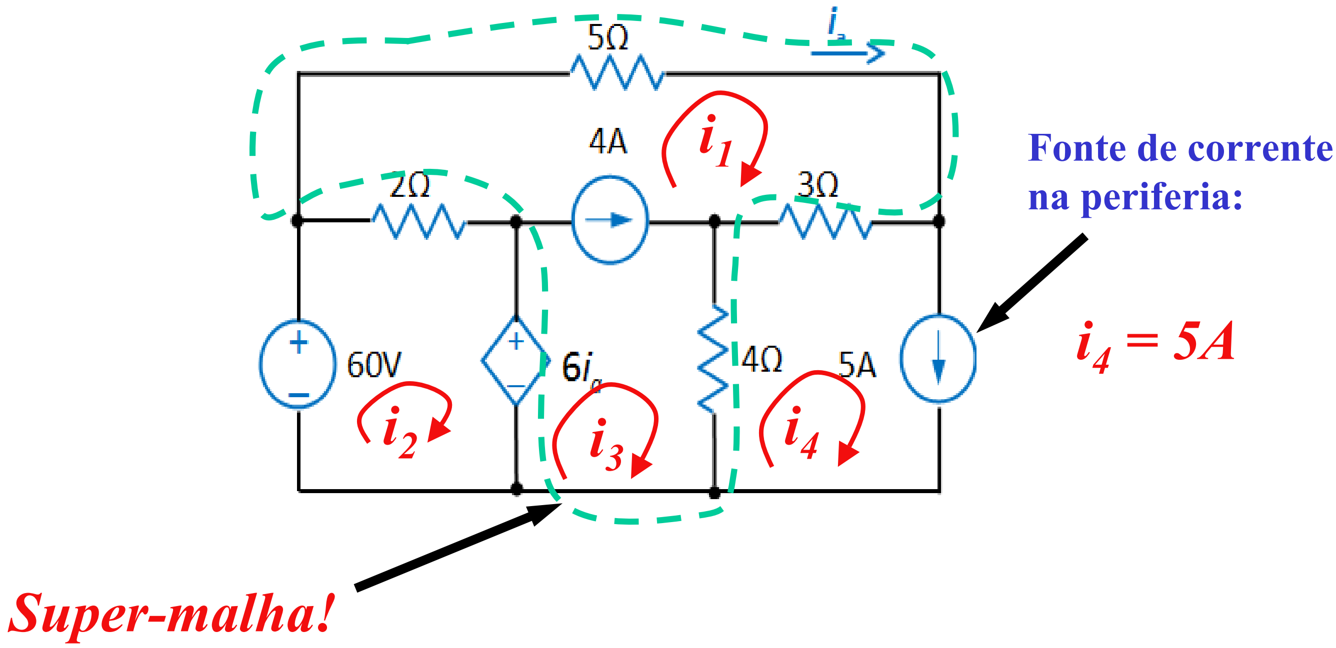
3 – Usando Análise de Malhas calcule a potência fornecida pela fonte dependente.



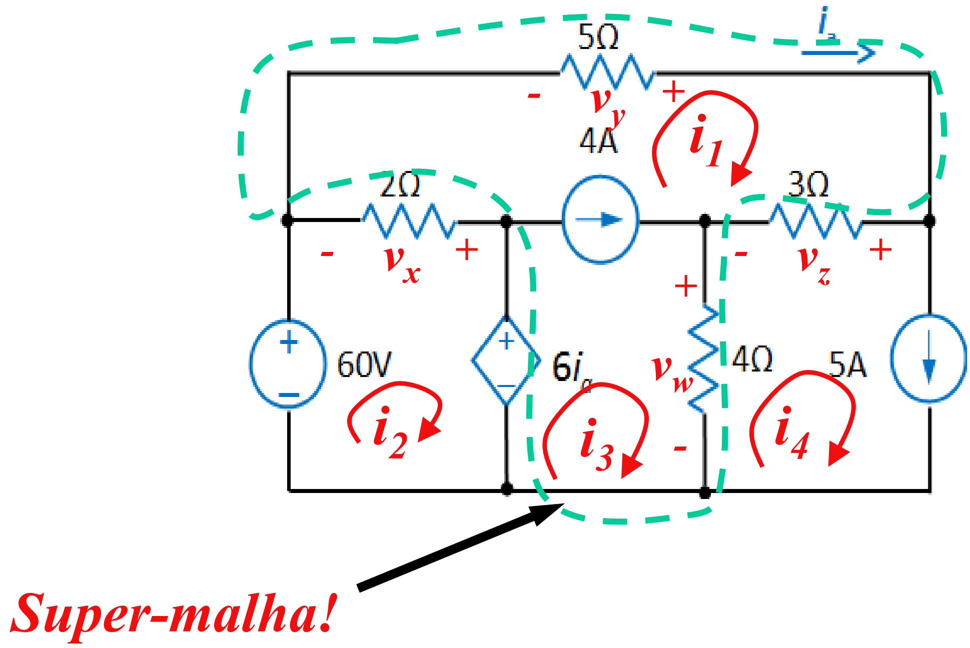
1º Passo: identificar as malhas do circuito e atribuir correntes de malha…



2º Passo: identificar super-malhas e malhas com fontes de corrente na periferia



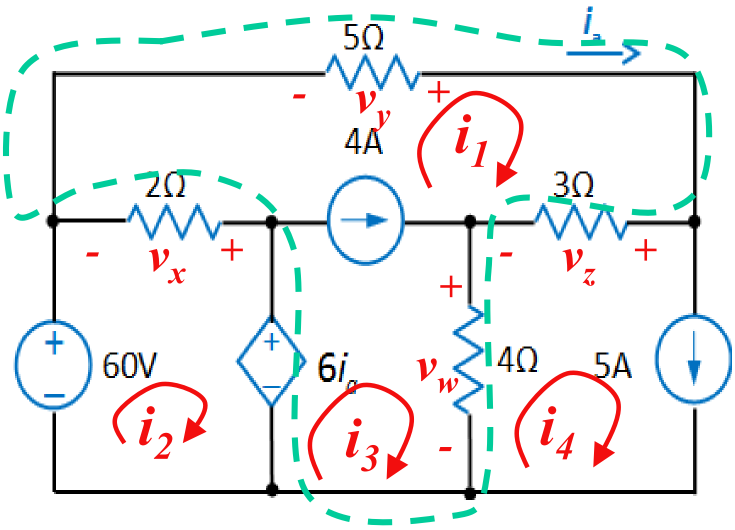
3º Passo: marcar tensões nas resistências…



$i_4 = 5A$

4º Passo: Aplicar KVL à malha e super-malha…

- **Temos de escrever:**
  - uma equação para a **malha 2**;
  - uma equação para a **super-malha**.



Malha 2: $-60 - v_x + 6i_a = 0$

Super-malha: $-6i_a + v_x - v_y + v_z + v_w = 0$

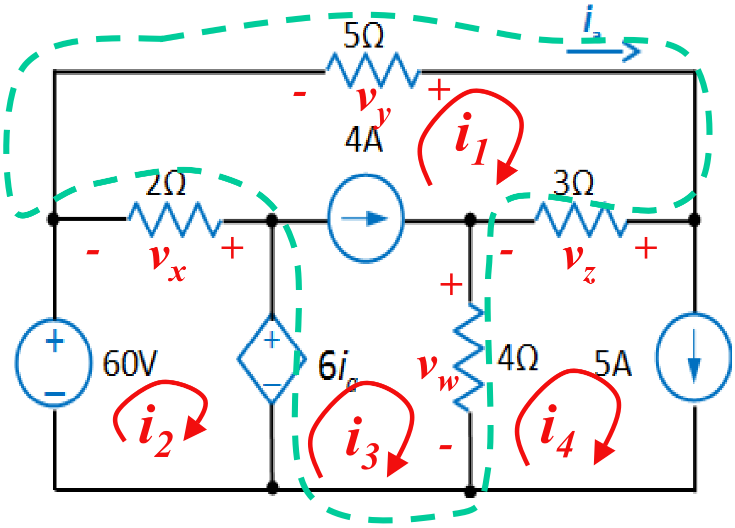
5º Passo: Exprimir tensões em função das correntes de malha…

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

$$v_y = -5i_1$$

$$v_z = 3(i_1 - i_4)$$

$$v_w = 4(i_3 - i_4)$$



6º Passo: Resolver equações...

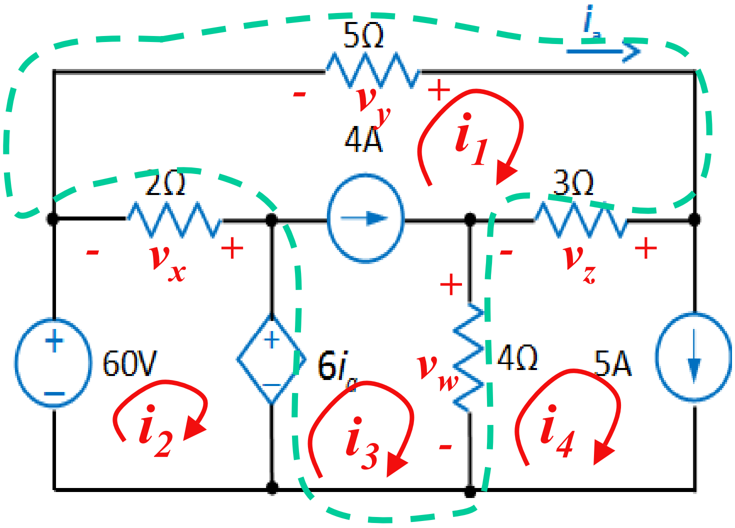
Sabendo que

$$i_4 = 5A$$

$$i_a = i_1$$

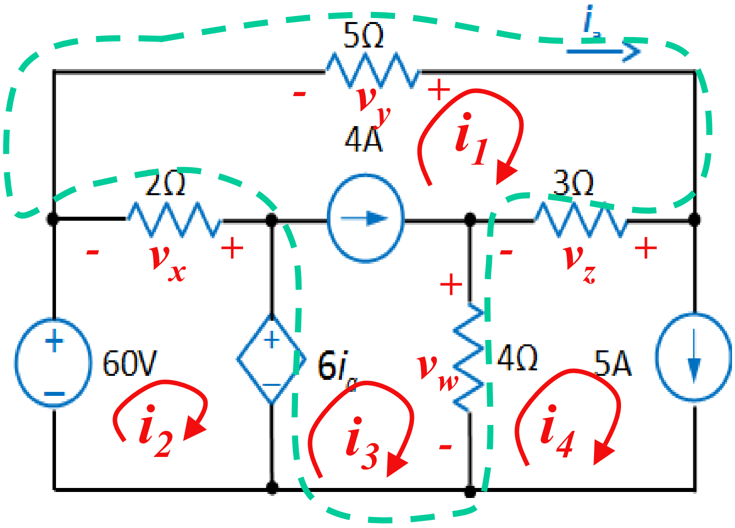
$$i_3 - i_1 = 4$$

e substituindo tudo nas equações da malha 2 e da super-malha…



$$\begin{cases} 2i_1 + i_2 = 30 \\ 4i_1 - 2i_2 + 4i_3 = 35 \\ i_3 - i_1 = 4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = 6.58A \\ i_2 = 16.83A \\ i_3 = 10.58A \end{cases}$$

7º Passo: Calcular o que é pedido...



A potência absorvida pela fonte dependente é

$$P_{a6} = V\text{x}I = (6i_a)(i_2 - i_3)$$
$$= (6\text{x}6.58)(16.58\text{-}10.58)$$
$$= 236.9W$$

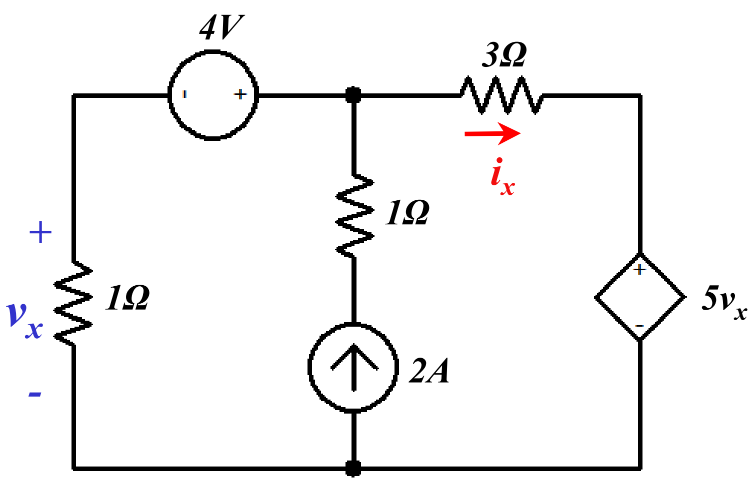
A potência fornecida é

$$P_{f6} = -P_{a6} = -236.9W$$

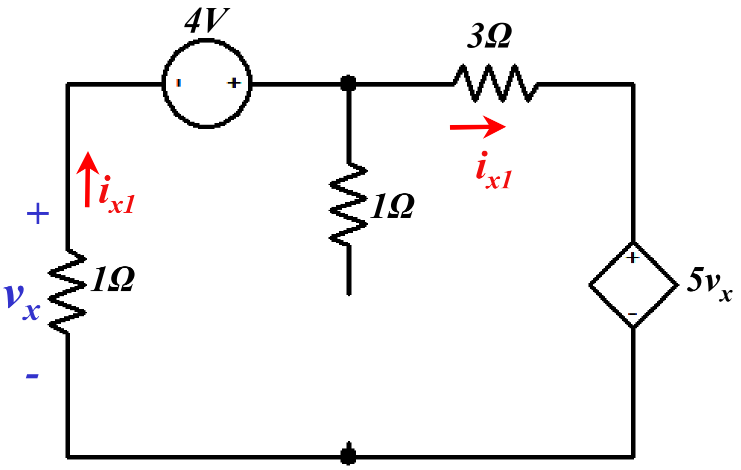
4 – Usando teorema da sobreposição calcule

a) **O valor de i_x**

b) **O valor que deverá ter a fonte de corrente, para que i_x diminua para metade do valor obtido em a)**



a) Desactivemos primeiro a fonte de corrente…

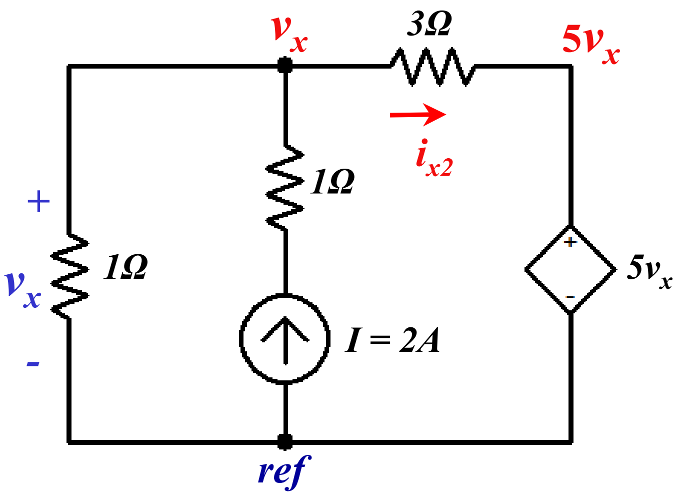


Usando KVL: $-v_x - 4 + 3i_{x1} + 5v_x = 0$

Substituindo: $v_x = -1i_{x1} \Rightarrow i_{x1} - 4 + 3i_{x1} - 5i_{x1} = 0$

$$i_{x1} = -4A$$

a) … e agora anulamos a fonte de tensão de *4V*.



Aplicando KCL:

$$i_{x2} + \frac{v_x}{1} = I$$

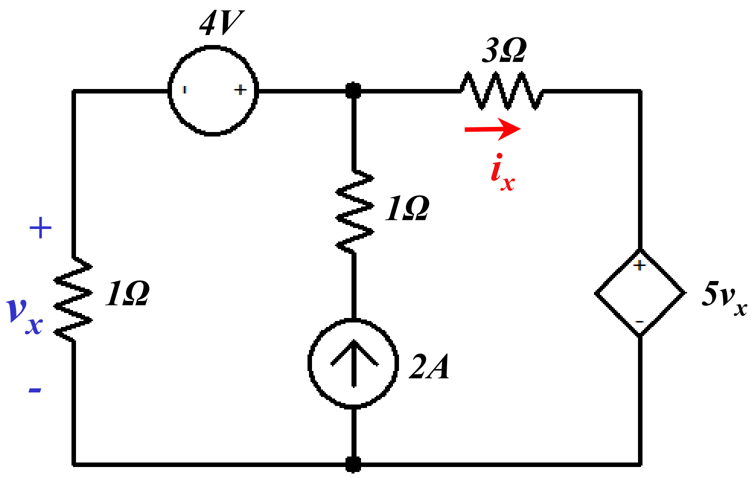
e sabendo que:

$$\frac{v_x - 5v_x}{3} = i_{x2} \Leftrightarrow v_x = -\frac{3}{4} i_{x2}$$

substituindo…

$$i_{x2} - \frac{3}{4} i_{x2} = I \Leftrightarrow i_{x2} = 4I \qquad i_{x2} = 8A$$

a) Aplicamos o Teorema da Sobreposição para obter i_x

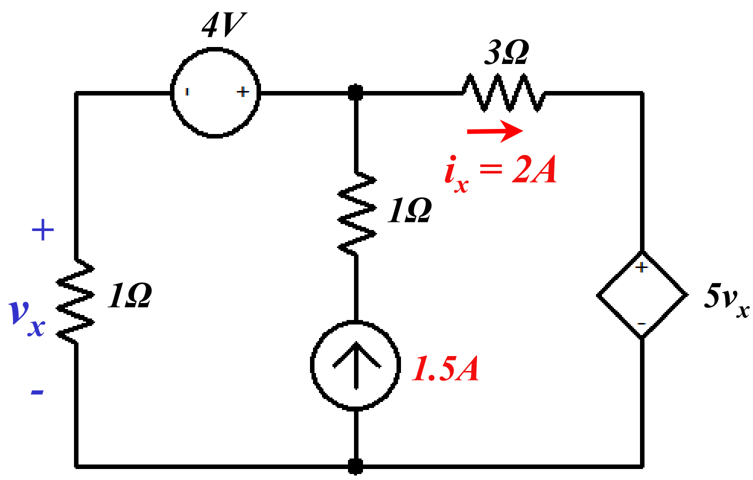


$$i_x = i_{x1} + i_{x2} = -4 + 8 = 4A$$

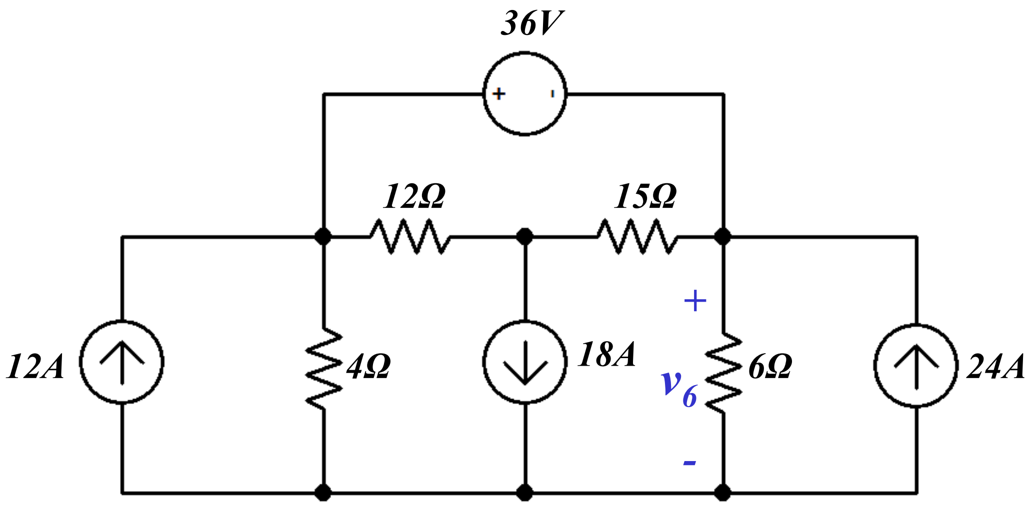
b) Para obter metade do valor anterior de i_x…

$$i_x = i_{x1} + i_{x2} = -4 + 4I = 4/2$$

$$I = 1.5A$$

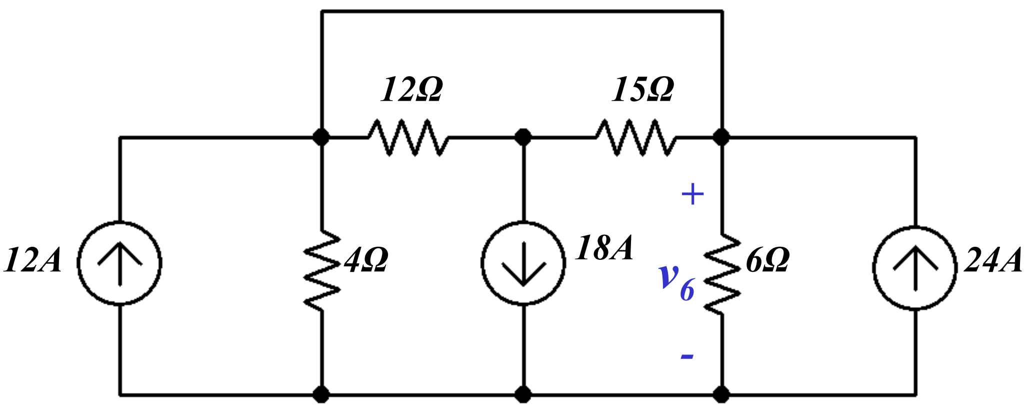


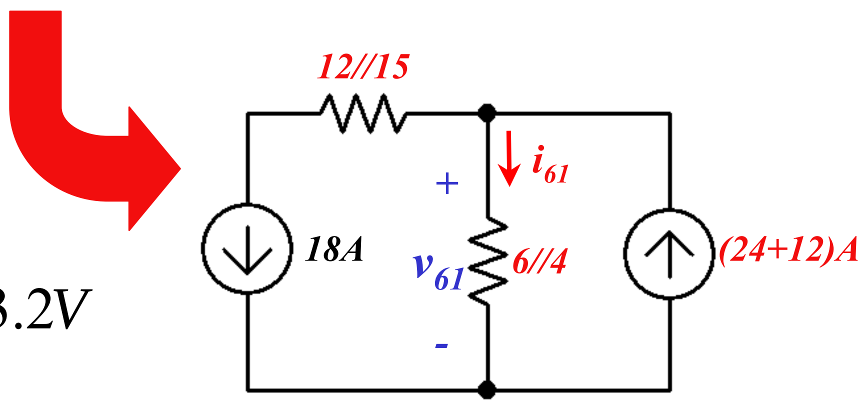
5 - Calcule v_6 pelo Teorema da Sobreposição



A aplicação do Teorema da Sobreposição não obriga que se considere o efeito individual de cada uma das fontes. Por vezes é mais útil agrupar fontes e considerar o efeito de cada grupo. Este exemplo ilustra este ponto.

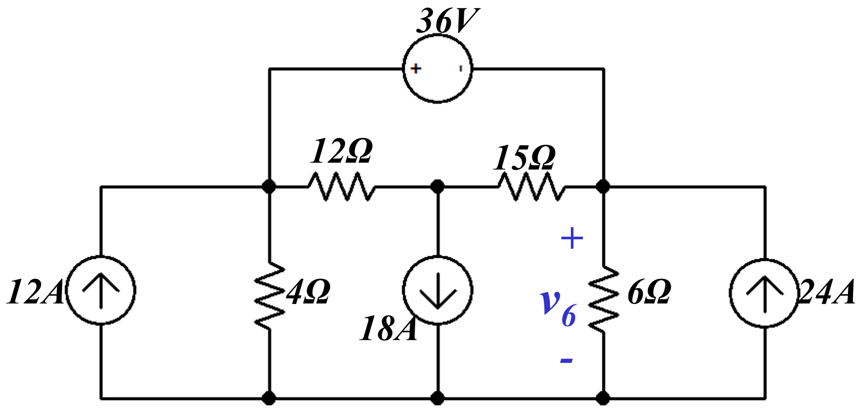
1º Passo: consideremos o efeito só das fontes de corrente

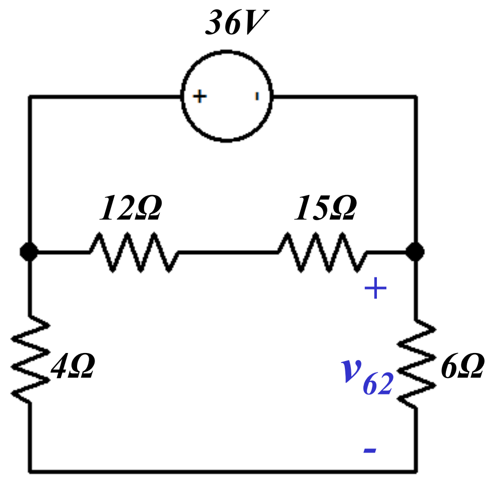




$$v_{61} = (6//4)\,i_{61} =$$
$$= (6//4)(36-18) = 43.2V$$

2º Passo: … e agora apenas o efeito da fonte de tensão



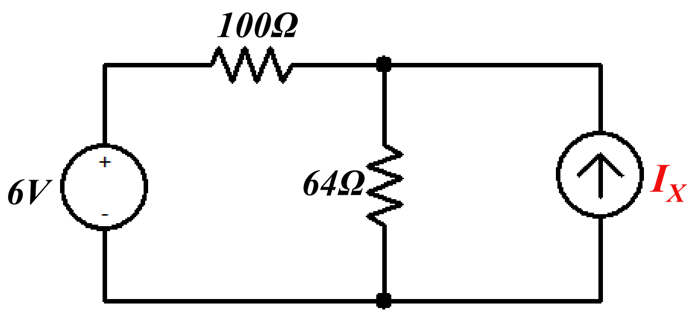


$$v_{62} = -\frac{6}{6+4}36 = -21.6V$$

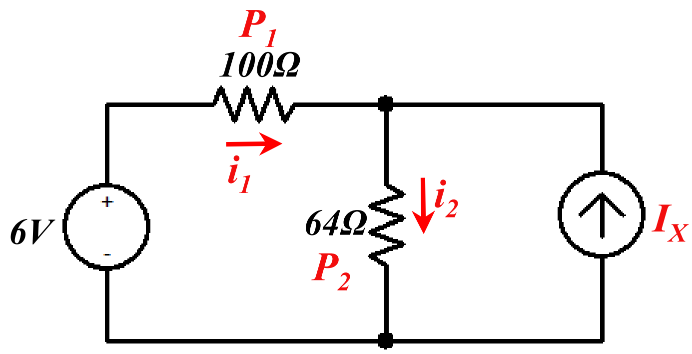
$$v_6 = v_{61} + v_{62} =$$

$$43.2 - 21.6V = 21.6V$$

6 – Usando o Teorema da Sobreposição, determine o intervalo de valores da corrente I_X que garante que a potência dissipada em qualquer uma das resistências do circuito não ultrapassa os $250mW$.



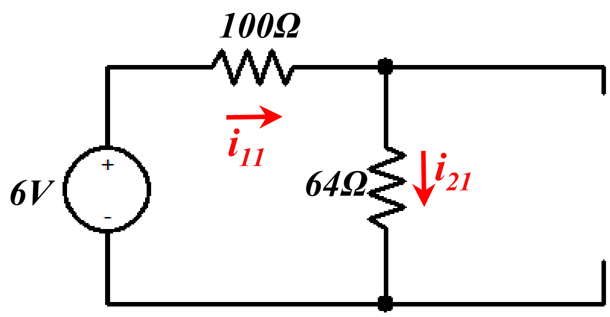
1º Passo: comecemos por calcular os limites das correntes em cada uma das resistências.



$$P_1 = 100(i_1)^2 < 250mW \quad \Leftrightarrow \quad |i_1| < 50mA$$

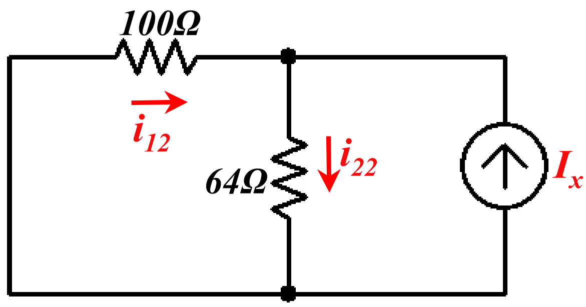
$$P_2 = 64(i_2)^2 < 250mW \quad \Leftrightarrow \quad |i_2| < 62.5mA$$

2º Passo: consideremos agora só a fonte de tensão



$$i_{11} = i_{21} = \frac{6}{100+64} = 36.6mA$$

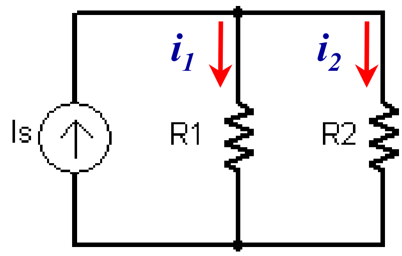
3º Passo: consideremos agora só a fonte de corrente



Aplicando a fórmula do divisor de corrente:

$$i_{12} = -\frac{64}{100+64} I_X = -0.39 I_X$$

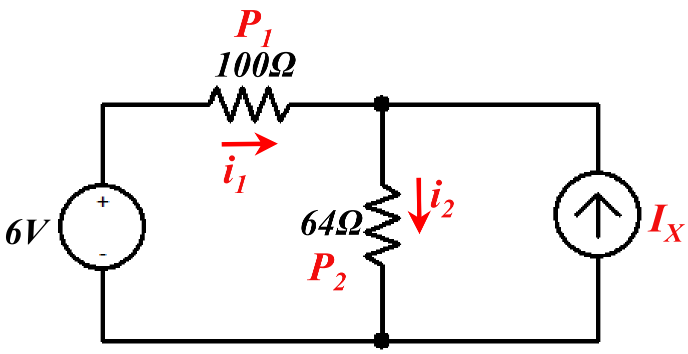
$$i_{22} = \frac{100}{100+64} I_X = 0.61 I_X$$



Divisor de corrente

$$i_2 = \frac{R_1}{R_1+R_2} i_s$$

4º Passo: aplicamos agora o Teorema da Sobreposição



$$i_1 = i_{11} + i_{12} = 36.6 - 0.39 I_X$$

$$i_2 = i_{21} + i_{22} = 36.6 + 0.61 I_X$$

5º Passo: finalmente obtemos os limites de I_X para cada resistência

Resistência de 100Ω

$$i_1 = 36.6 - 0.39 I_X$$

Sabendo que

$$|i_1| < 50mA \quad \textbf{ou} \quad -50 < i_1 < 50$$

Obtém-se

$$-34.4mA < I_X < 222.1mA$$

Resistência de 64Ω

$$i_2 = 36.6 + 0.61 I_X$$

$$|i_2| < 62.5mA$$

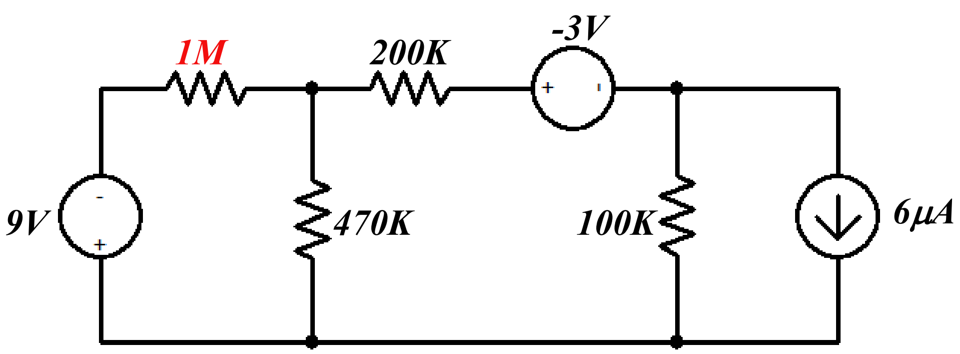
$$-62.5 < i_2 < 62.5$$

$$-162.5mA < I_X < 42.5mA$$

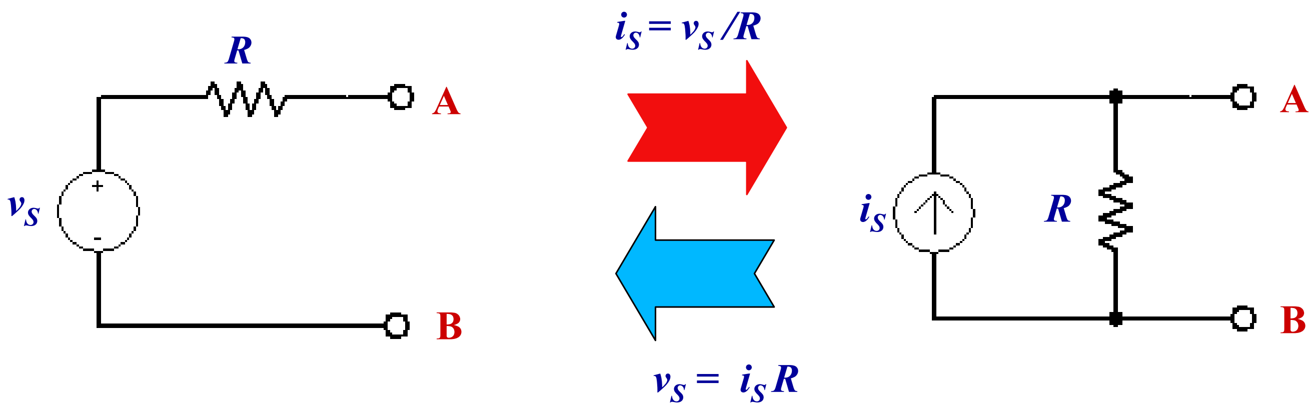
O intervalo de valores permissível para I_X será pois:

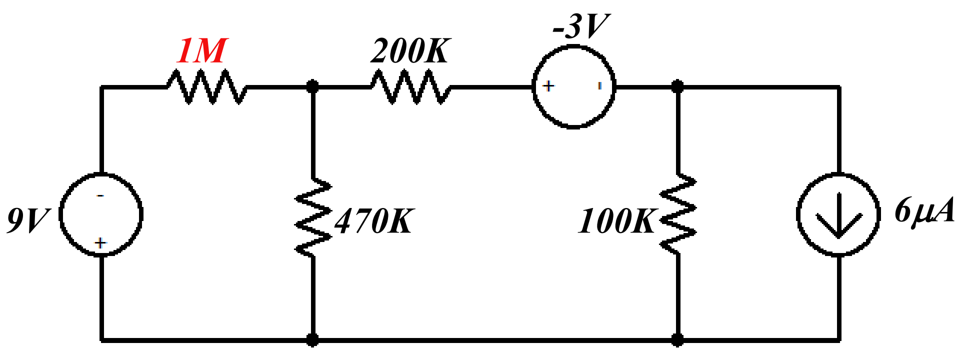
$$-34.4mA < I_X < 42.5mA$$

7 – Calcule a potência dissipada na resistência de *1M*. Comece por simplificar o circuito usando sucessivas transformações de fontes.

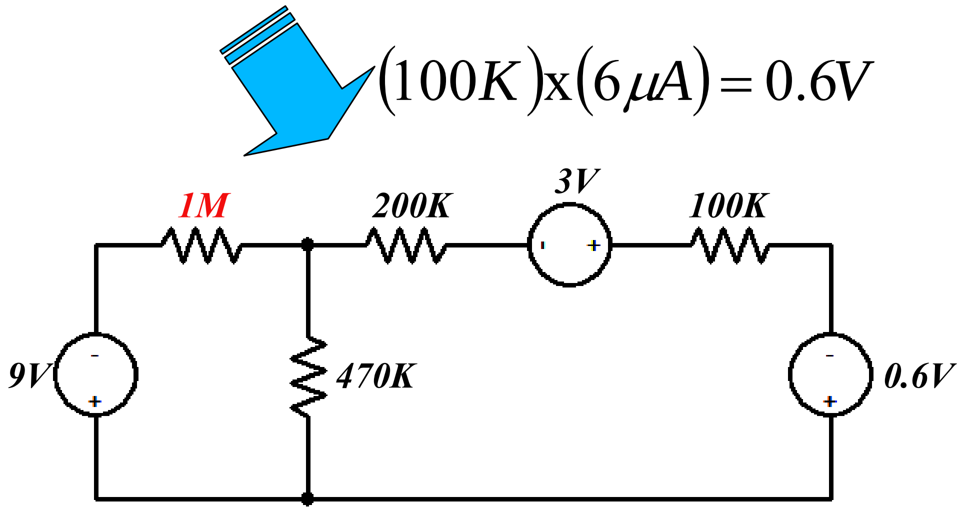


Recordando a Transformação de fontes…





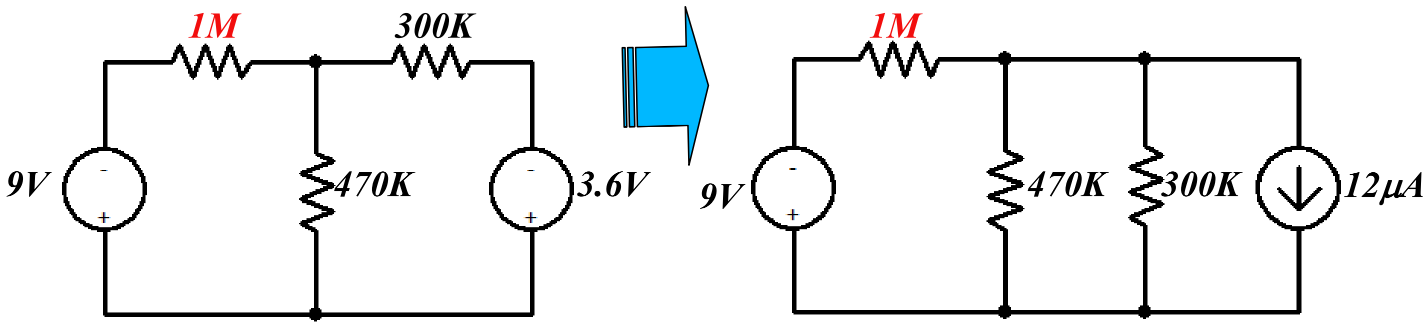
$$(100K)\text{x}(6\mu A) = 0.6V$$



$$3 + 0.6 = 3.6V$$

$$100 + 200 = 300K$$

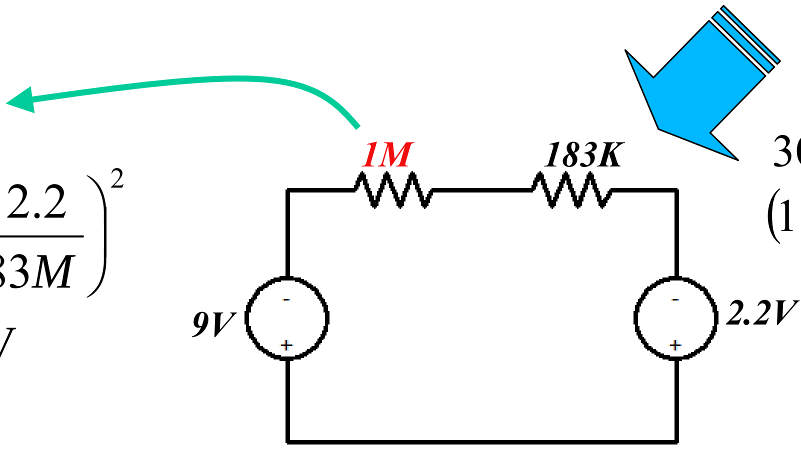
$$(3.6V/300K) = 12\mu A$$



$$P = RI^2$$

$$= 1M\left(\frac{9-2.2}{1.183M}\right)^2$$

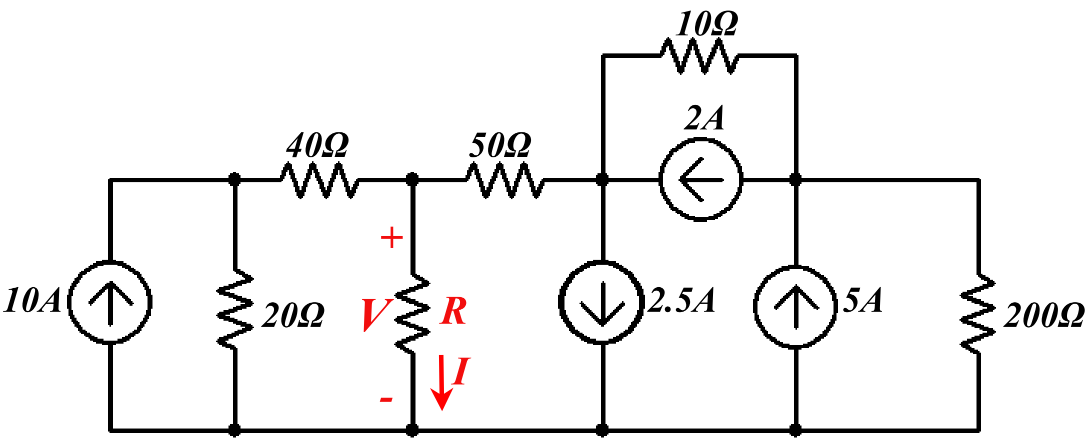
$$= 33.04\mu W$$

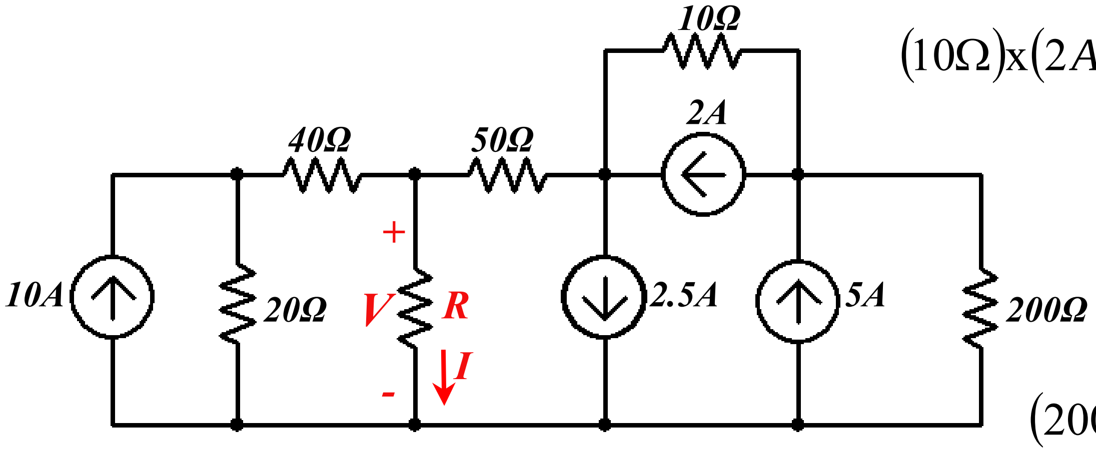


$$300K // 470K = 183K$$

$$(183K)\mathrm{x}(12\mu A) = 2.2V$$

8 – Usando transformação de fontes, determine o valor máximo de *V* e o valor máximo de *I*.

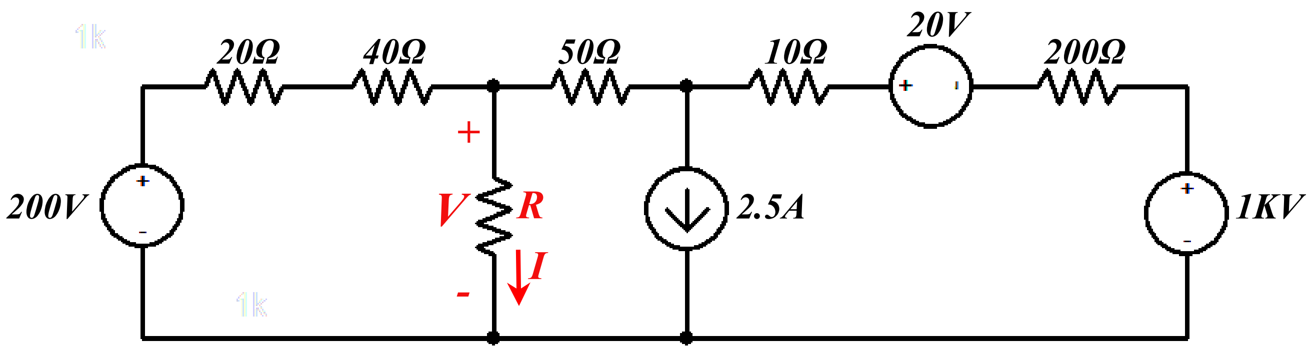


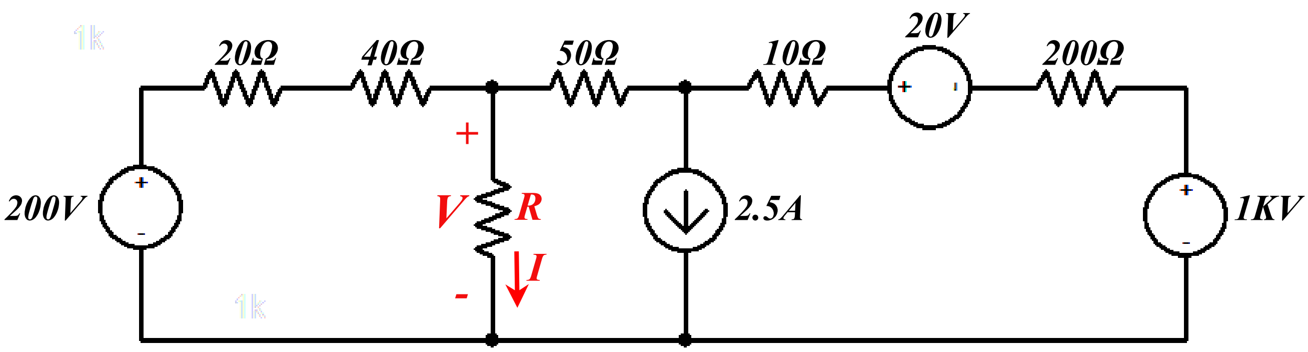


$$(10\Omega)\mathrm{x}(2A) = 20V$$

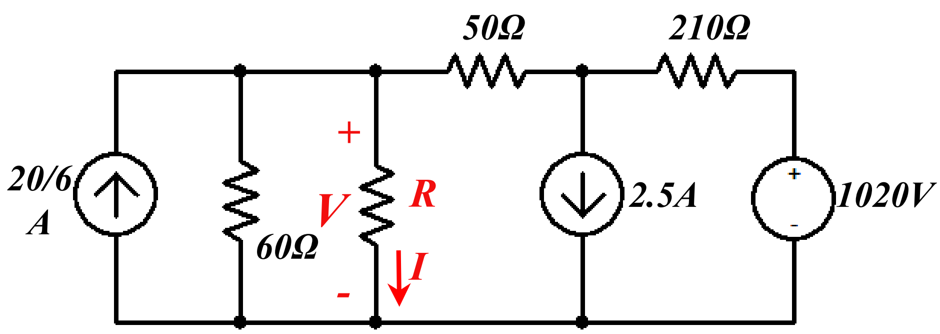
$$(200\Omega)\mathrm{x}(5A) = 1KV$$

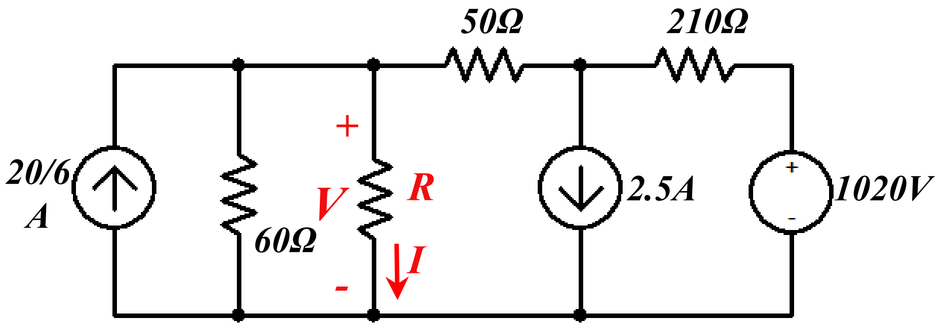
$$(20\Omega)\mathrm{x}(10A) = 200V$$



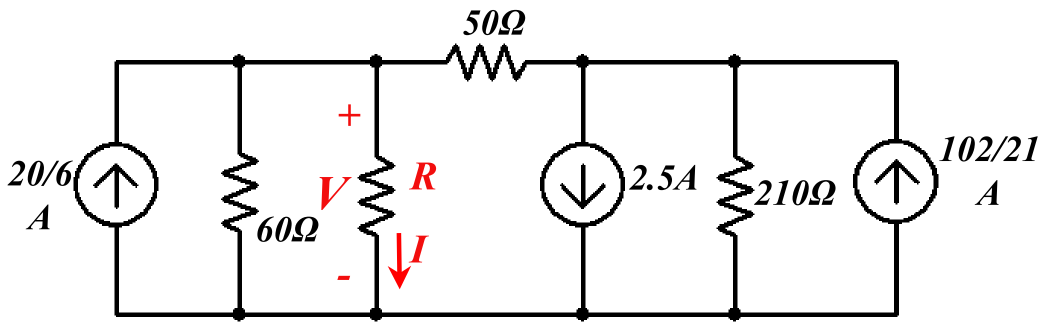


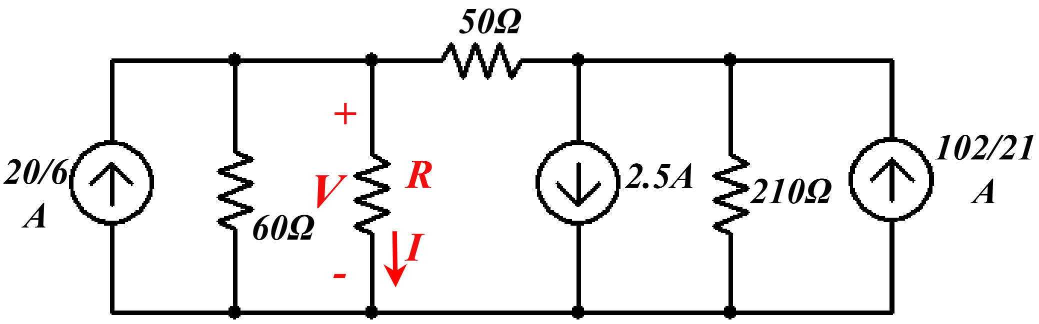
$$(200V)/(60\Omega) = \frac{20}{6}A$$





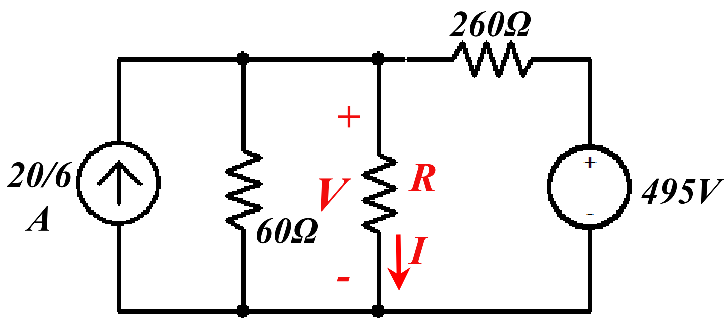
$$(1020V)/(210\Omega)=\frac{102}{21}A$$

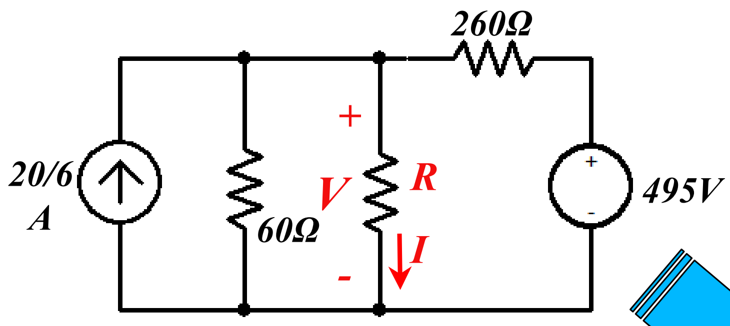




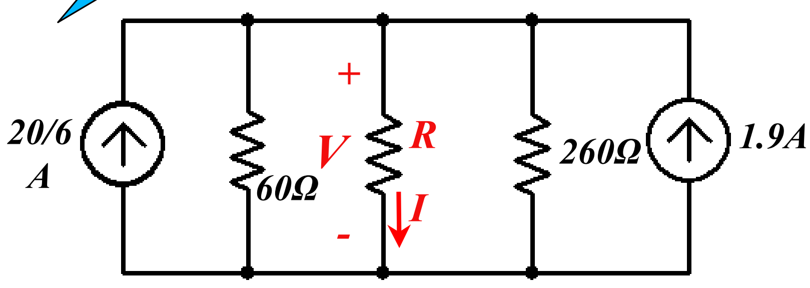
$$\left(\frac{102}{21}-2.5\right)\mathrm{x}(210\Omega)=495V$$

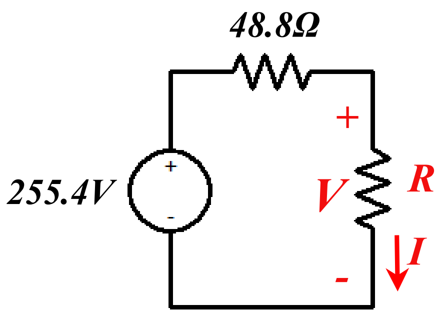
$$210+50=260\Omega$$





$$(495V)/(260\Omega) = 1.9A$$

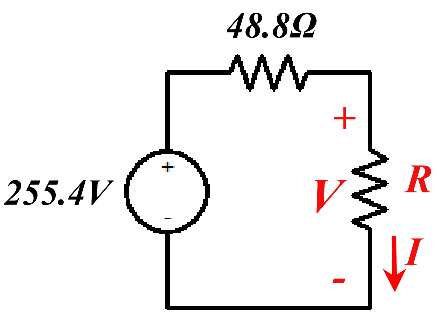




$$(60\Omega)//(260\Omega) = 48.8\Omega$$

$$\left(\frac{20}{6} + 1.9\right) \mathrm{x} (48.8\Omega) = 255.4V$$

… finalmente obtemos os valores máximos de *V* e de *I*



- **Se *R* = ∞ (circuito aberto) ⇒ *I* = 0**

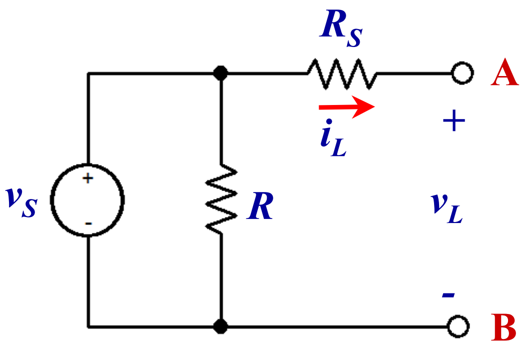
$$V_{\max} = 255.4V$$

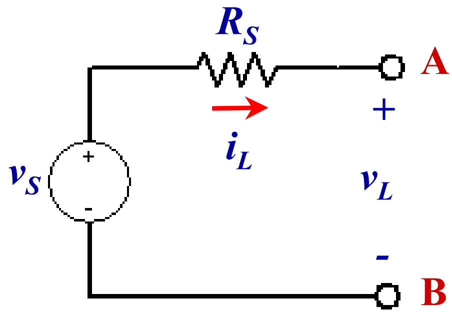
- **Se *R* = 0 (curto-circuito) ⇒ *V* = 0**

$$I_{\max} = \frac{255.4}{48.8} = 5.23A$$

Relembrando…

→ Resistência em paralelo com fonte de tensão





- **Aplicando KVL ao circuito:**

$$-v_S + R_S i_L + v_L = 0$$

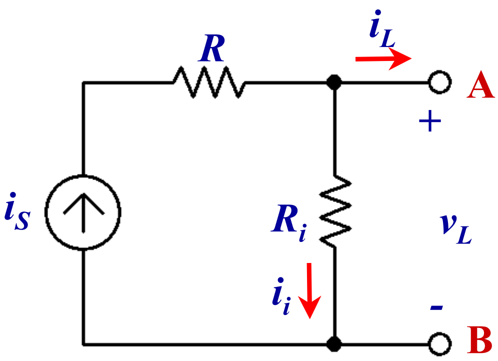
$$v_L = -R_S i_L + v_S$$

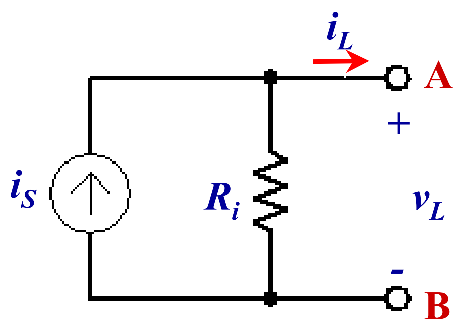
- **… igual à fonte real de tensão!**

- **Do ponto de vista dos terminais A e B, o circuito é equivalente a uma fonte real de tensão.**

Relembrando…

→ Resistência em série com fonte de corrente





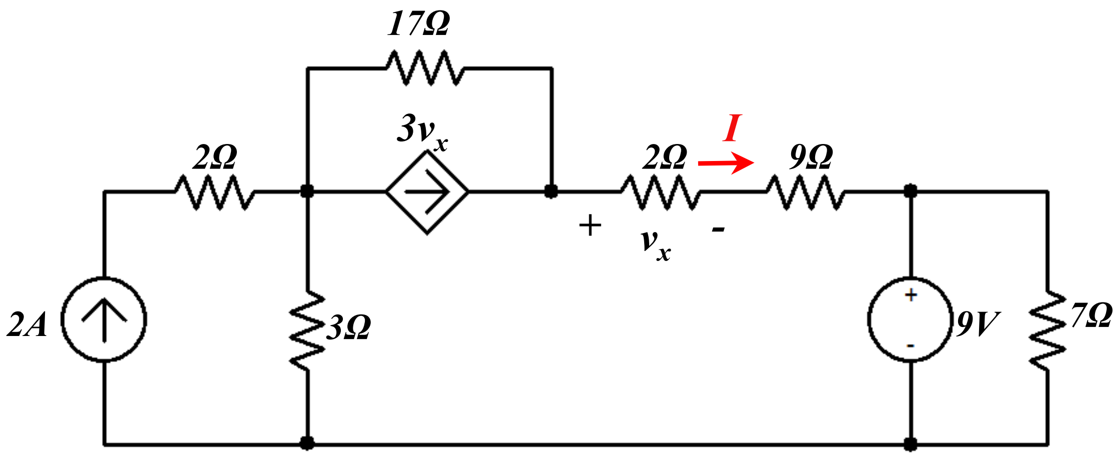
- **Aplicando KCL ao nó superior:**

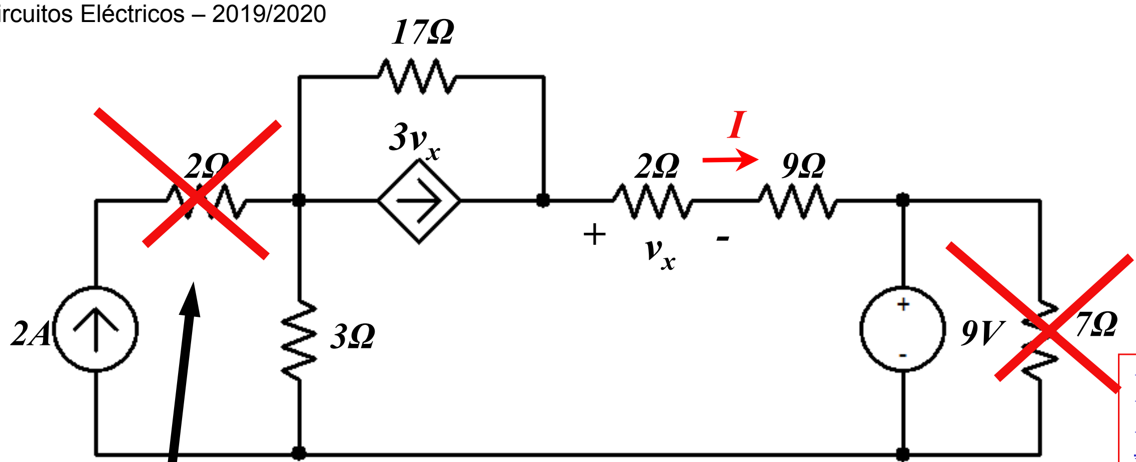
$$i_L = -i_i + i_S = -\frac{1}{R_i} v_L + i_S$$

- **… igual à fonte real de corrente!**

- **Do ponto de vista dos terminais A e B, o circuito é equivalente a uma fonte real de corrente.**

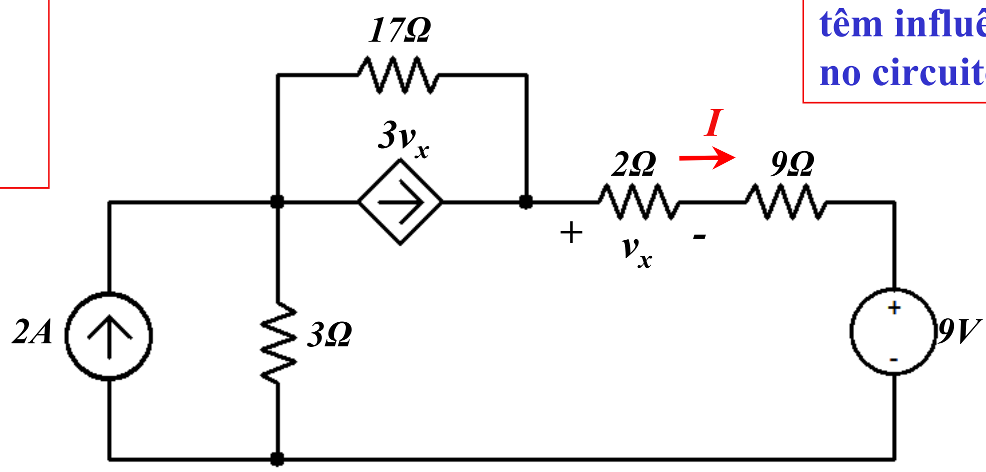
9 – Calcular *I*. Simplificar primeiro o circuito usando transformações de fontes.

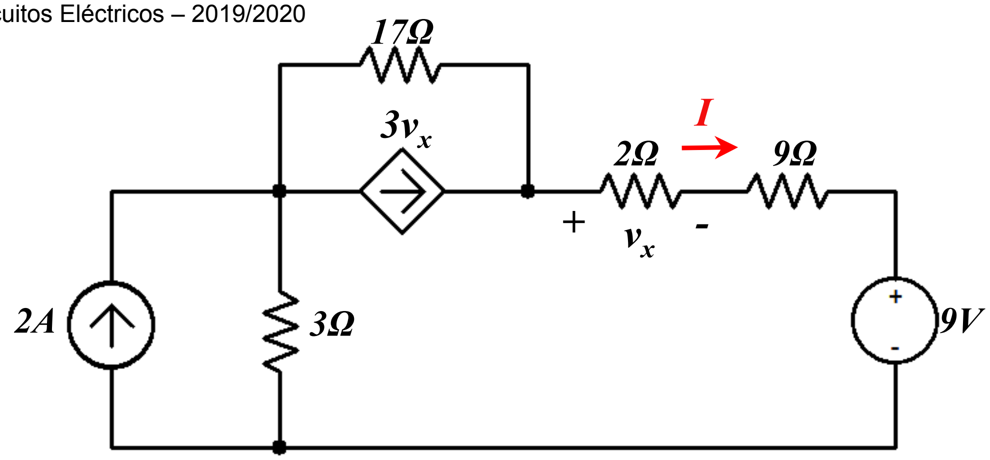




Elementos em paralelo com fontes de tensão não têm influência no circuito!

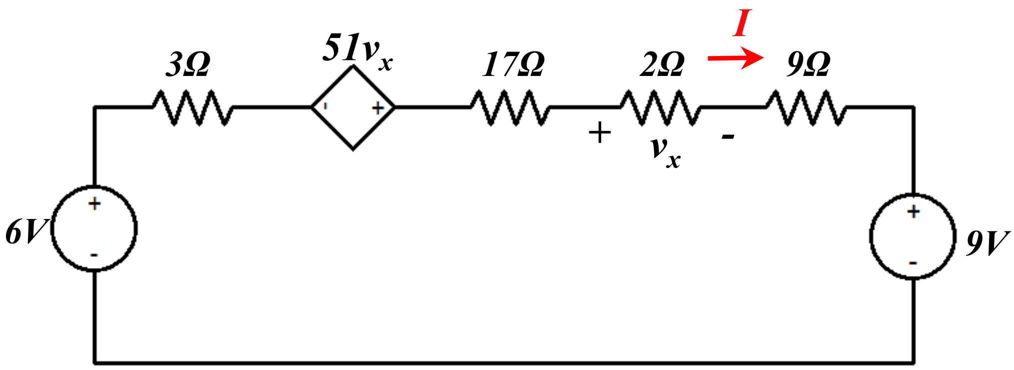
Elementos em série com fontes de corrente não têm influência no circuito!

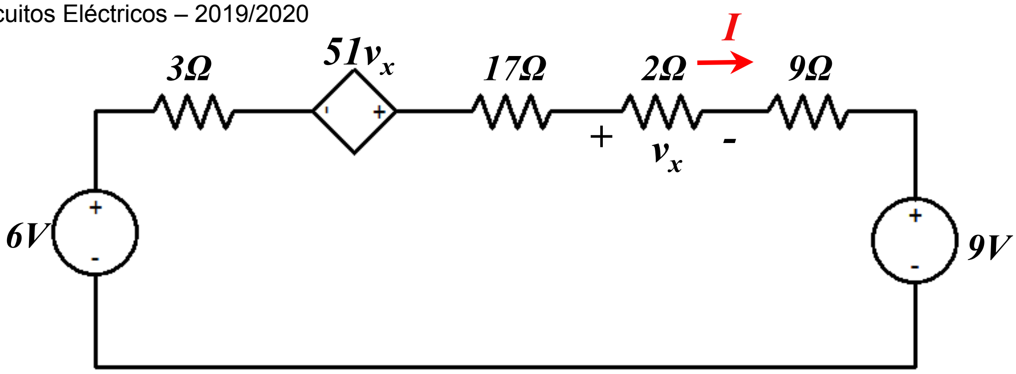




$$(2A)x(3\Omega)=6V$$

$$(3v_x)x(17\Omega)=51v_x$$



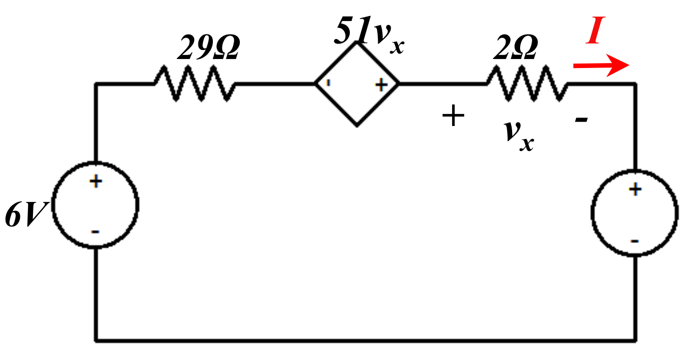


$$-6+29I-51v_x+v_x+9=0$$

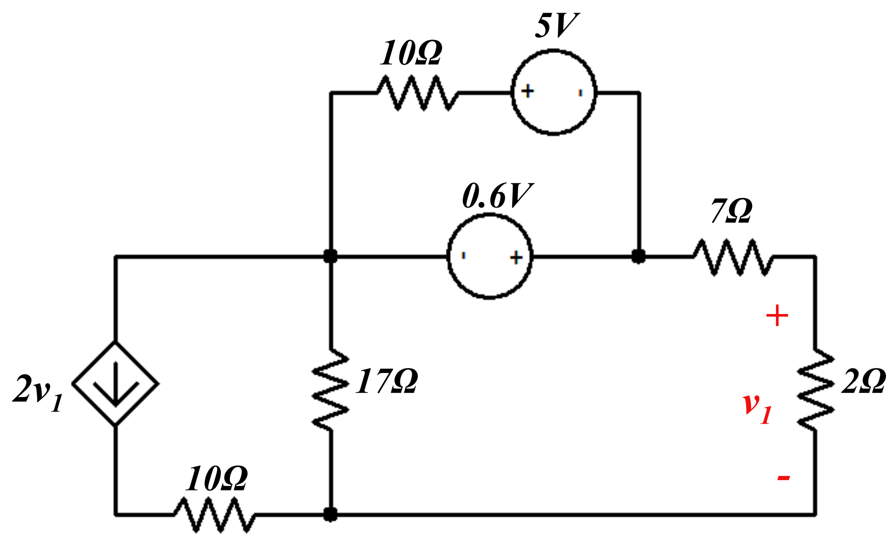
$$v_x=2I$$

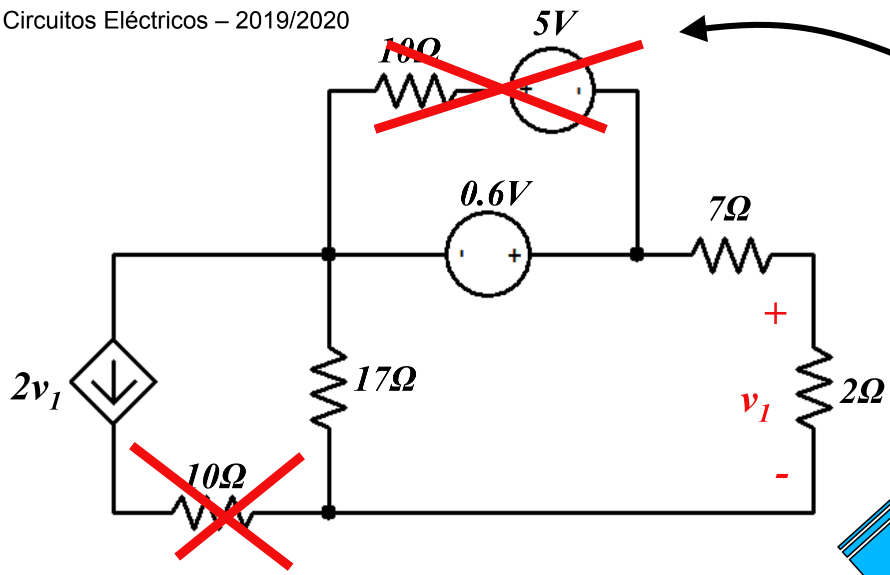
De onde se tira

$$I=43.2mA$$

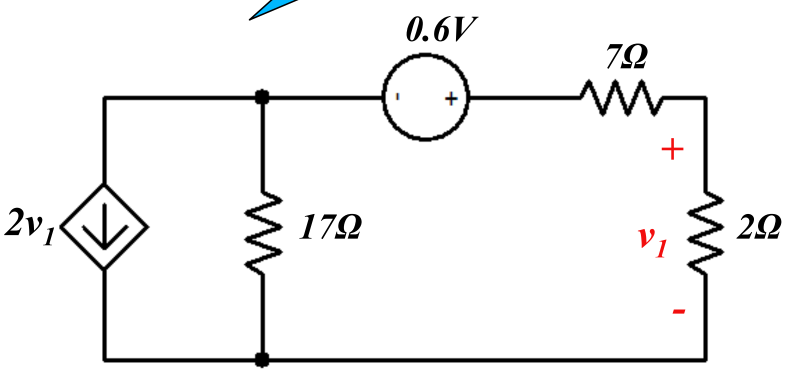


10 – Calcular v_1. Simplificar primeiro o circuito usando transformações de fontes.

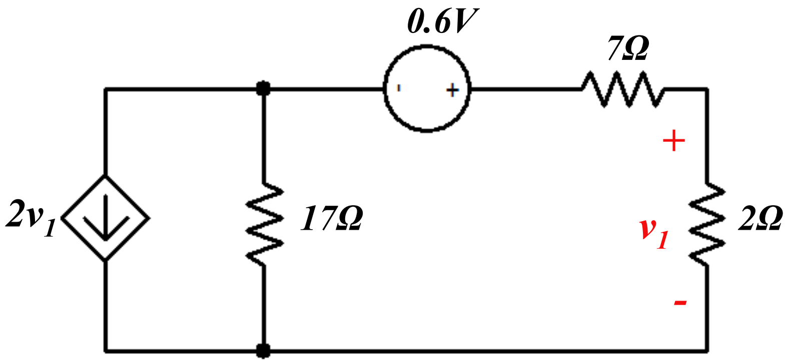




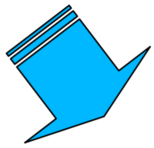
Elementos em paralelo com fontes de tensão não têm influência no circuito!

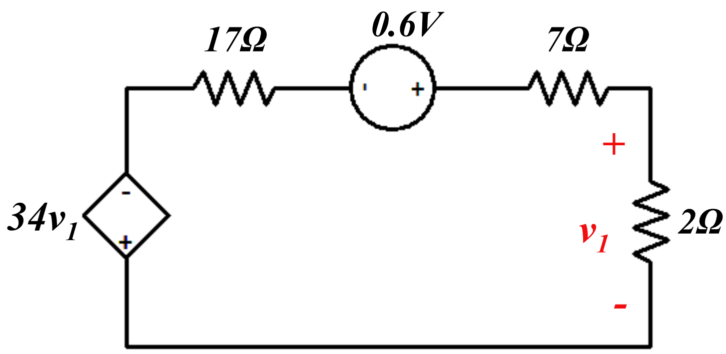


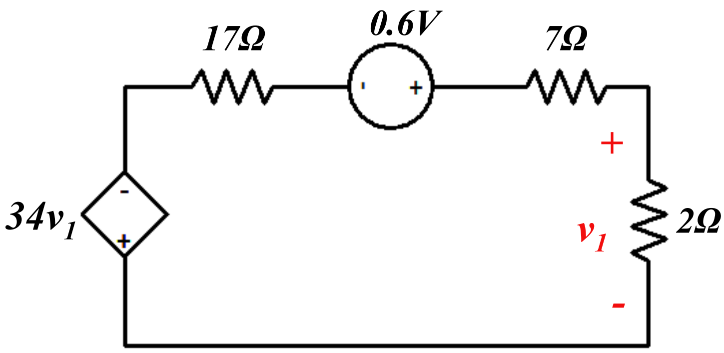
Elementos em série com fontes de corrente não têm influência no circuito!

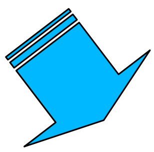


$$\left(2v_1\right)\mathrm{x}\left(17\Omega\right)=34v_1$$

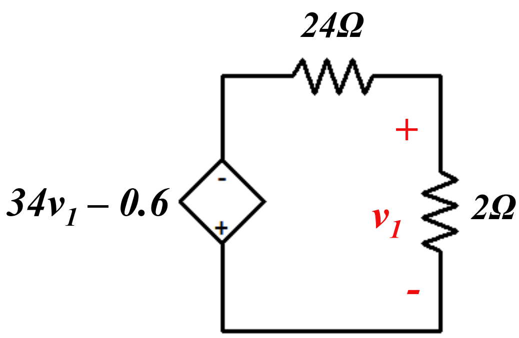






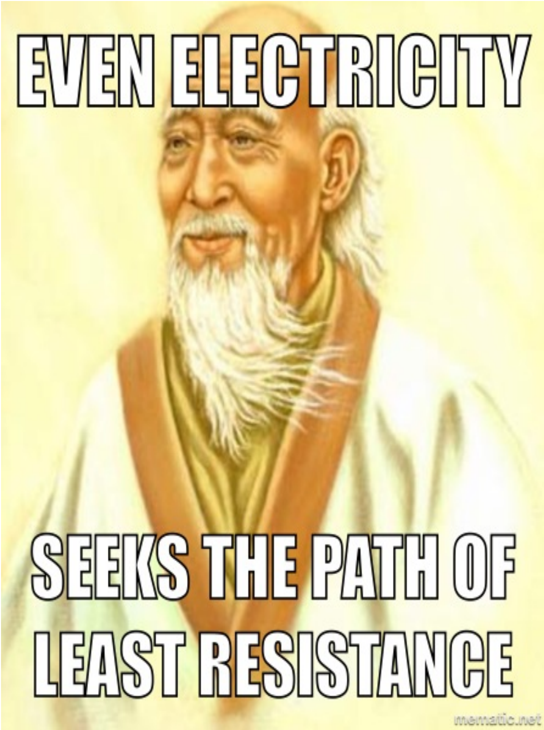


$$v_1=-\frac{2}{2+24}\left(34v_1-0.6\right)$$



Donde

$$v_1=12.8mV$$



CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Problemas resolvidos

IV

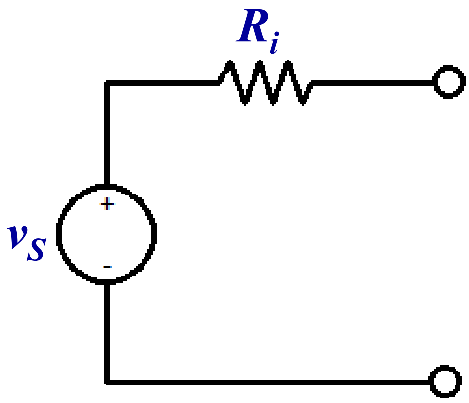
Ernesto Martins
evm@ua.pt
DETI (gab. 4.2.38)
Universidade de Aveiro

1 – Efectuaram-se as seguintes medições de tensão aos terminais de uma fonte de alimentação DC de laboratório:

- ***75V*, com a fonte em aberto;**
- ***60V*, tendo-se ligado previamente uma resistência de *20Ω* entre os terminais da fonte.**

Com base nestes dados, calcule o equivalente de Thévenin da fonte de alimentação.

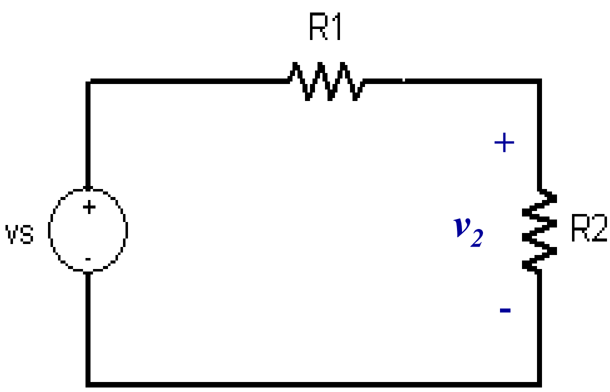
Como sabemos, uma fonte de tensão real pode representar-se pelo circuito…



… que tem, portanto, a mesma forma que o equivalente de Thévenin dessa fonte, com $v_T = v_S$ e $R_T = R_i$.

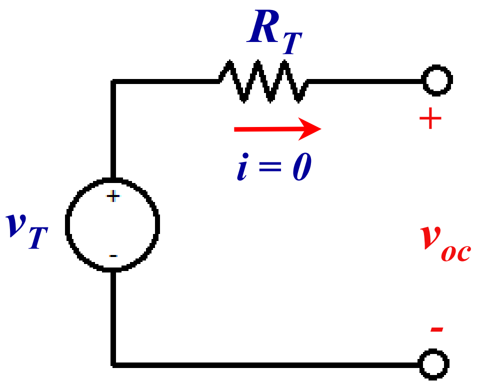
Antes de prosseguir, recordemos, mais um vez, o omnipresente e infinitamente recorrente, divisor de tensão ☺ …

Divisor de tensão



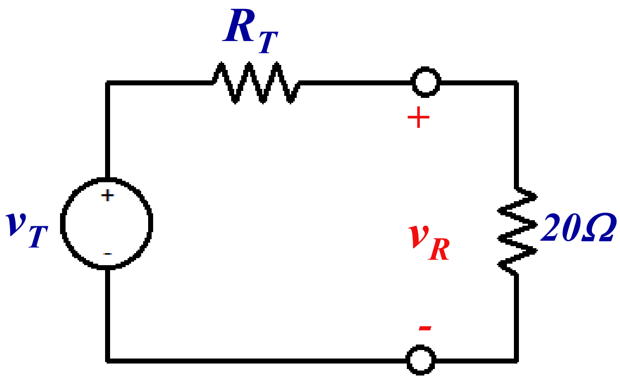
$$v_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} v_s$$

Medição em circuito aberto: *75V*



$$v_{oc} = 75V = v_T$$

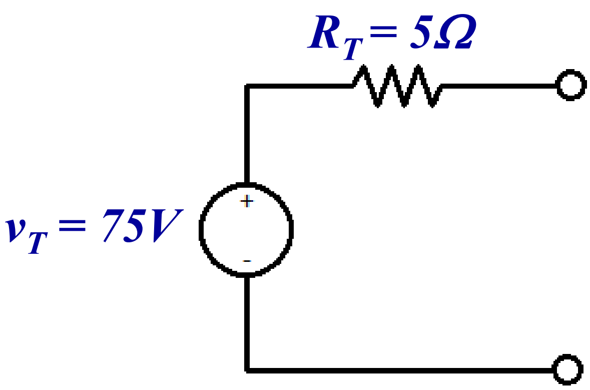
Medição com resistência de *20Ω*: *60V*



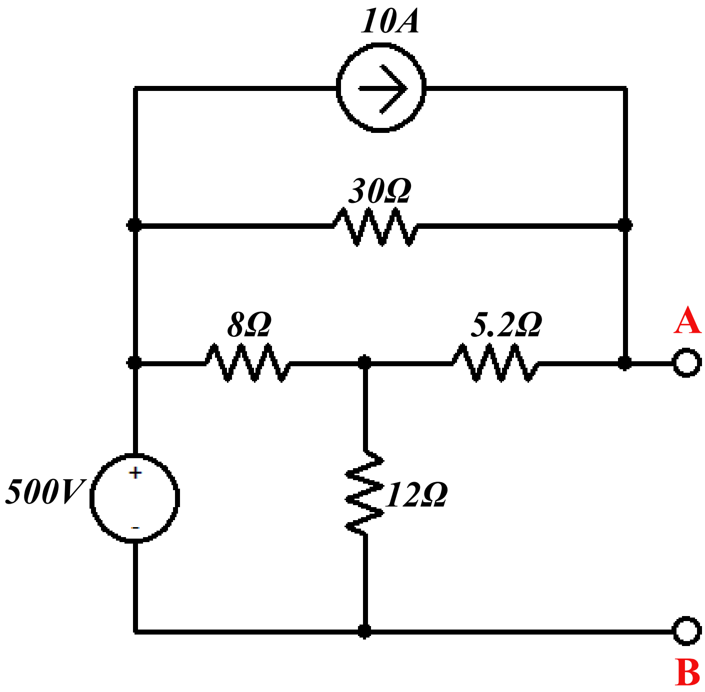
$$v_R = \frac{20}{R_T + 20} 75 = 60V$$

$$R_T = 5\Omega$$

O equivalente de Thévenin da fonte de alimentação é portanto.



2 – Calcule os equivalentes de Thévenin e de Norton entre os terminais A e B do circuito.

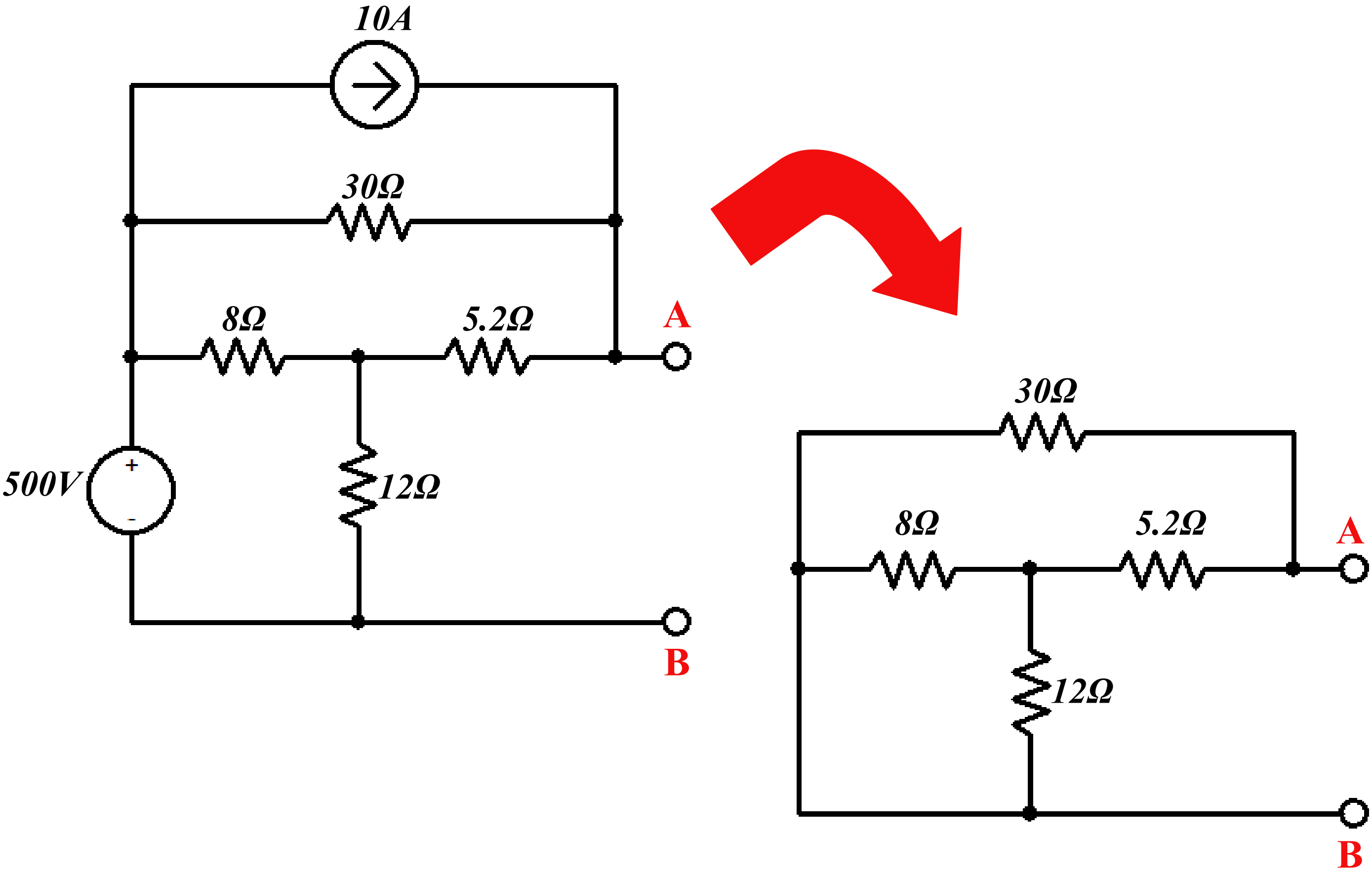


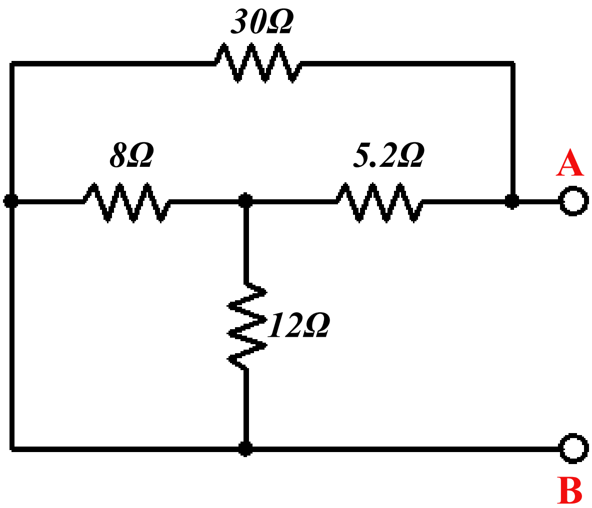
1º Passo: Comecemos por determinar a resistência de Thévenin (R_T) que é, como sabemos, igual à resistência de Norton (R_N).

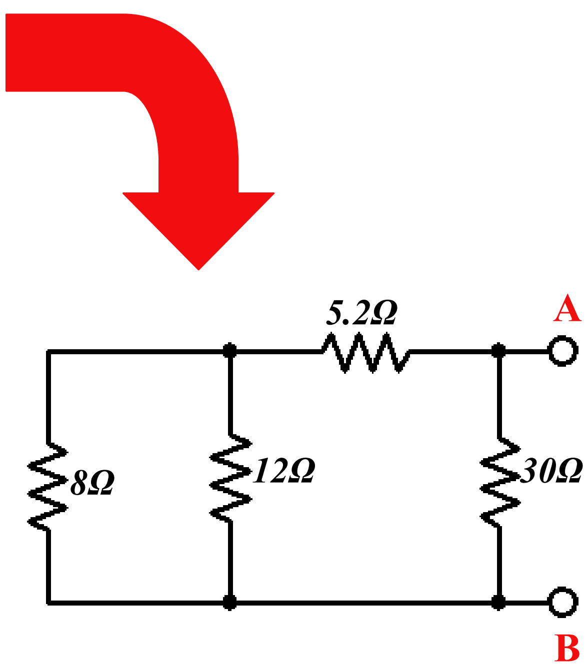
Segundo a definição, esta resistência é:

- ***a resistência equivalente vista aos terminais do circuito quando este é desativado, ou seja, quando todas as fontes independentes de tensão são curto-circuitadas e todas as fontes independentes de corrente são abertas (as fontes dependentes mantêm-se).***

desactivando as fontes…







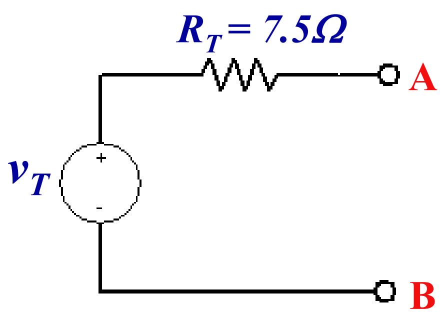
portanto

$$R_T = R_N = \left[\left(8 // 12\right) + 5.2\right] // 30$$

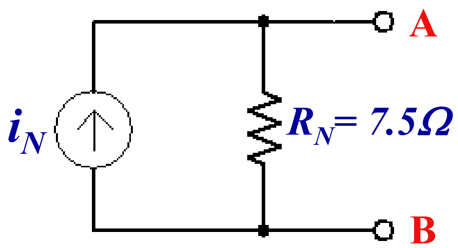
$$R_T = R_N = 7.5\Omega$$

2º Passo: calculo de ou v_T e i_N

Equivalente de Thévenin



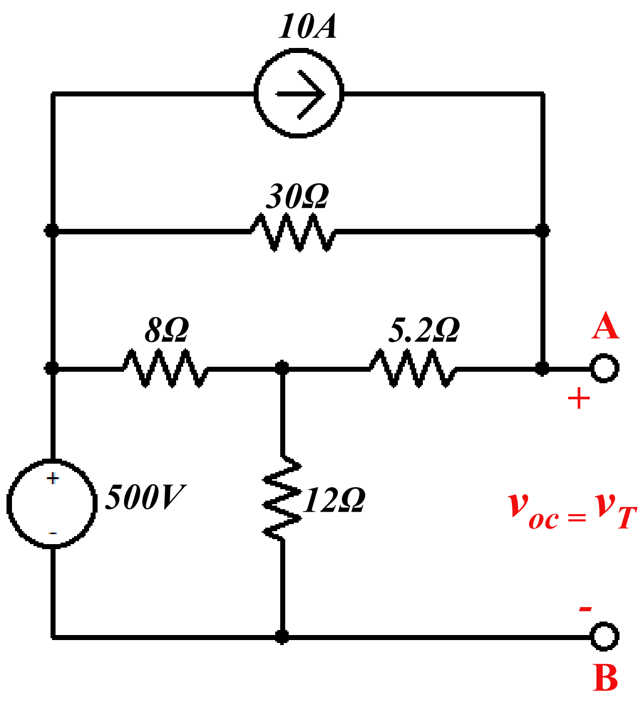
Equivalente de Norton



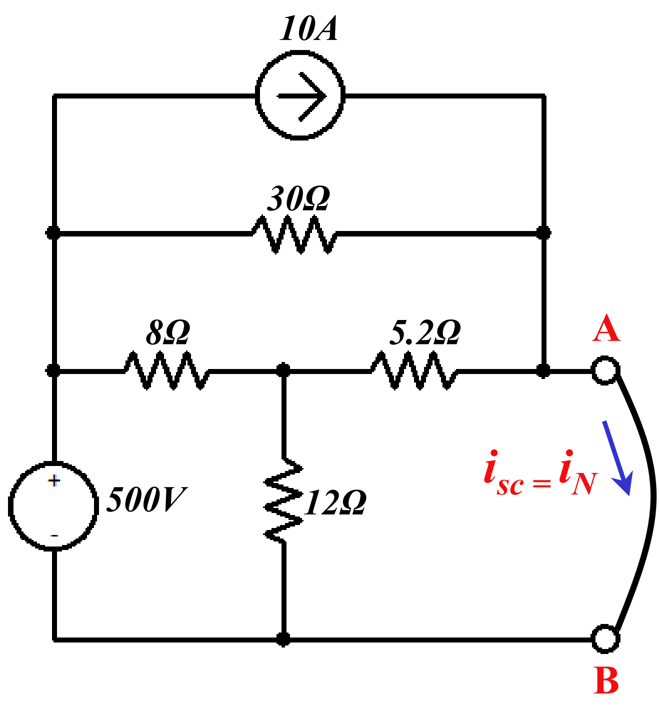
Sabemos que $i_N = v_T / R_T$

portanto, podemos optar por determinar ou v_T ou i_N … o que for mais fácil de obter!

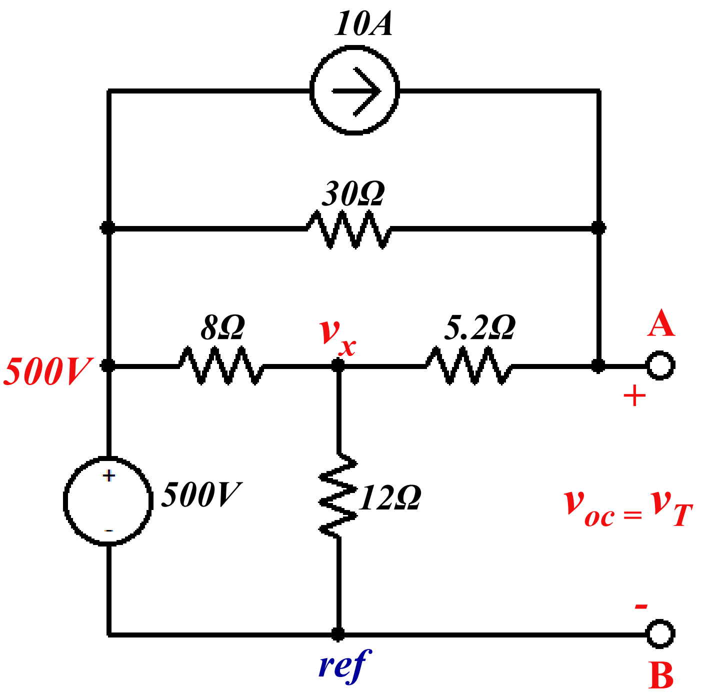
v_T é igual à tensão em circuito aberto



i_N é igual à corrente de curto-circuito



Calculemos a tensão em circuito aberto



Usando análise nodal

Nó v_x:

$$\frac{500 - v_x}{8} = \frac{v_x}{12} + \frac{v_x - v_T}{5.2}$$

Nó A:

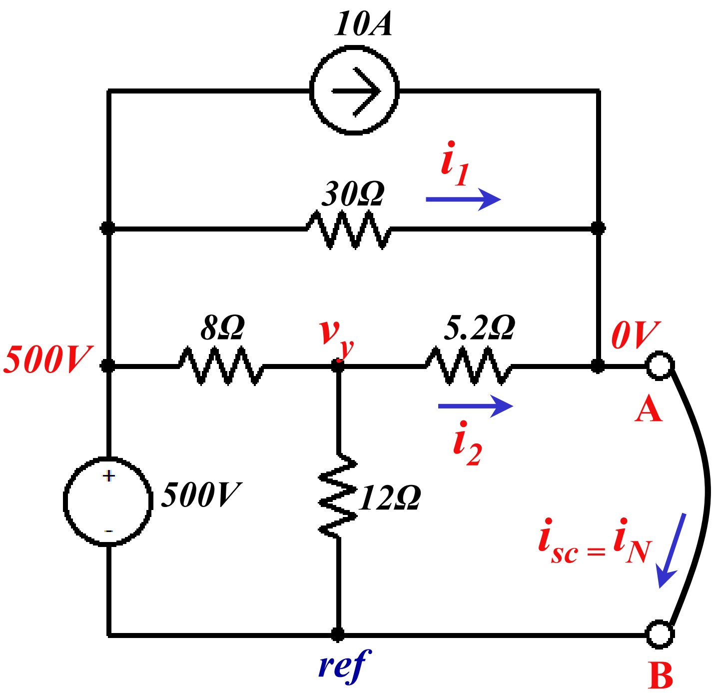
$$10 + \frac{500 - v_T}{30} + \frac{v_x - v_T}{5.2} = 0$$

Resolvendo…

$$v_x = 360V$$

$$v_T = 425V$$

O cálculo da corrente de curto-circuito seria, no entanto, mais fácil!…



$$i_N = 10 + i_1 + i_2$$

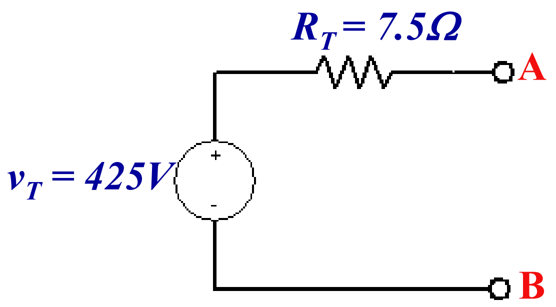
$$= 10 + \frac{500}{30} + \frac{v_y}{5.2}$$

$$v_y = \frac{5.2 // 12}{8 + (5.2 // 12)} 500 = 156.1V$$

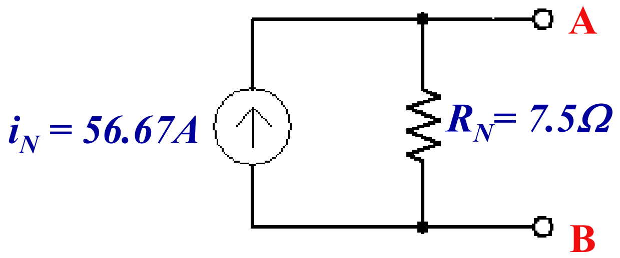
$$i_N = 56.67A$$

Os equivalentes de Thévenin e de Norton são portanto

Equivalente de Thévenin



Equivalente de Norton



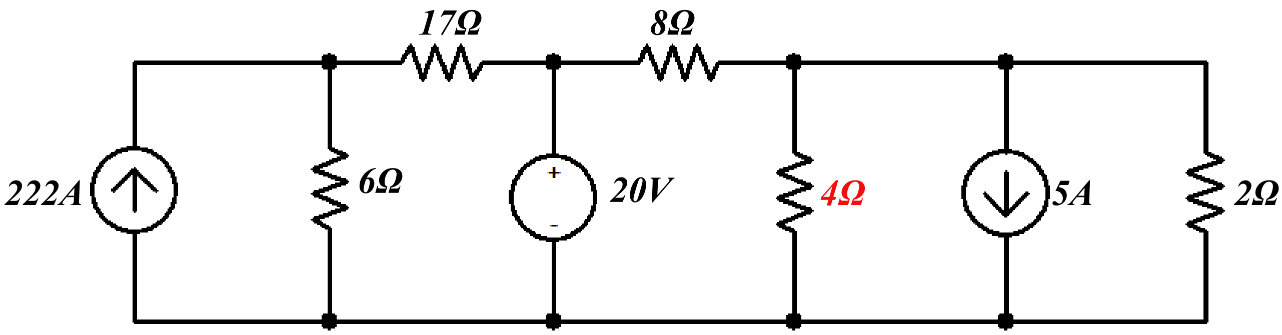
Notar que, como era de esperar, verifica-se $i_N = v_T / R_T$

Nota: Neste problema fizemos duas análises separadas para obter v_T e i_N mas em geral basta calcular um destes valores. O outro obtém-se usando a relação acima.

3 – Calcule:

a) A potência dissipada na resistência de 4Ω;

b) O novo valor que esta resistência deve ter de forma a que dissipe, neste circuito, a potência máxima.

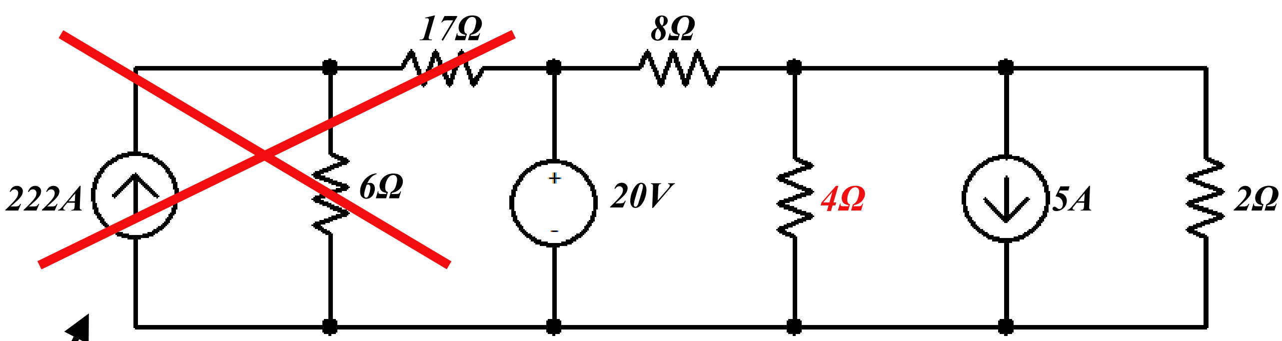


Dado que

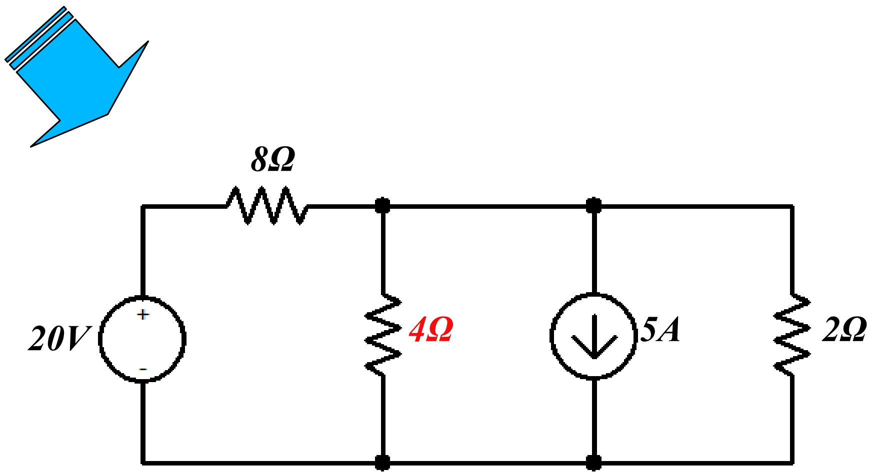
- **as duas alíneas do problema se referem à resistência de 4Ω;**
- **uma delas remete para o Teorema da Máxima Transferência de Potência…**

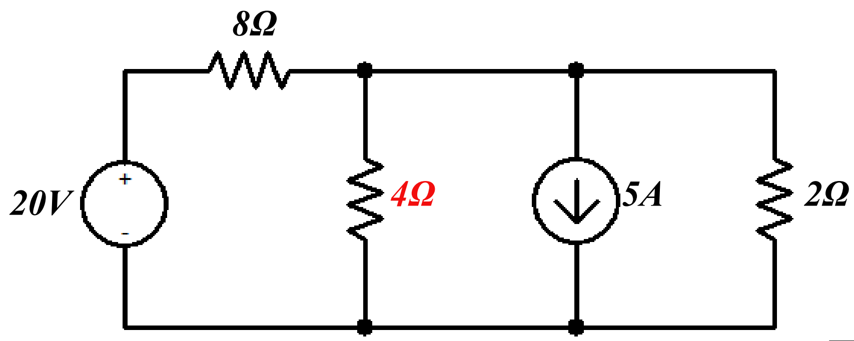
… a melhor estratégia passa por determinar primeiro o Equivalente de Thévenin visto por esta resistência.

Começemos por simplificar o circuito…

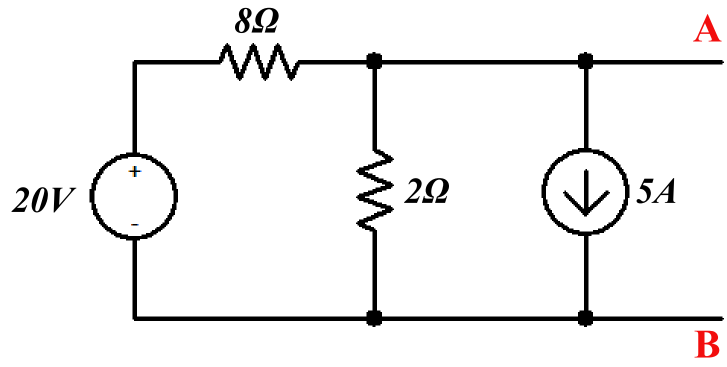


Elementos em paralelo com fontes de tensão não têm influência no resto circuito!



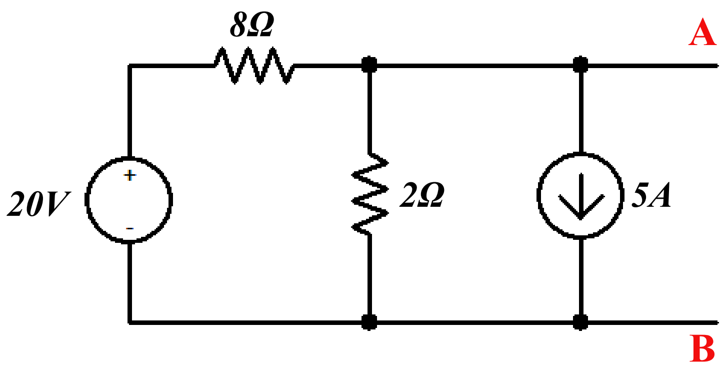


Este é o circuito *visto* pela resistência de 4Ω



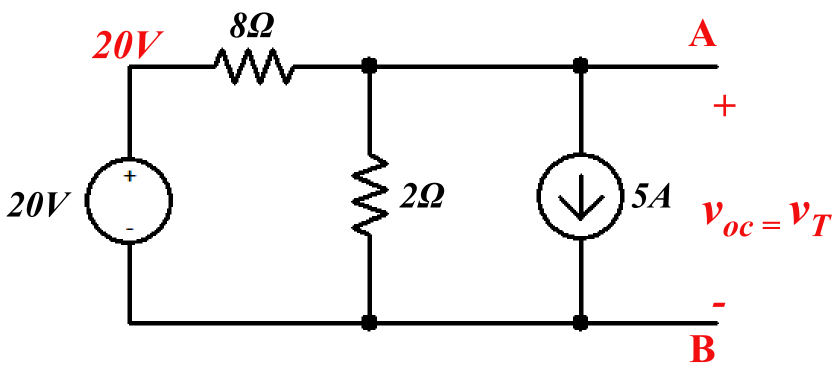
Vamos portanto calcular o Equivalente de Thévenin entre A e B

Resistência equivalente



$$R_T = 8 // 2 = 1.6\Omega$$

Tensão em circuito aberto



Nó *A*:

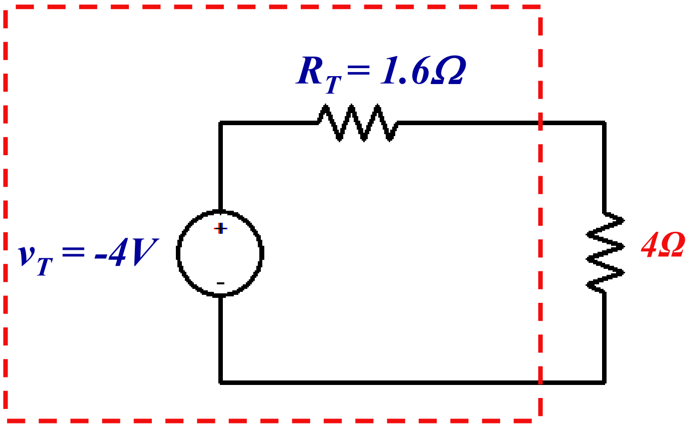
$$\frac{20 - v_T}{8} = \frac{v_T}{2} + 5$$

Resolvendo…

$$v_T = -4V$$

Com o Equivalente de Thévenin é agora muito fácil responder às questões:

Equivalente de Thévenin

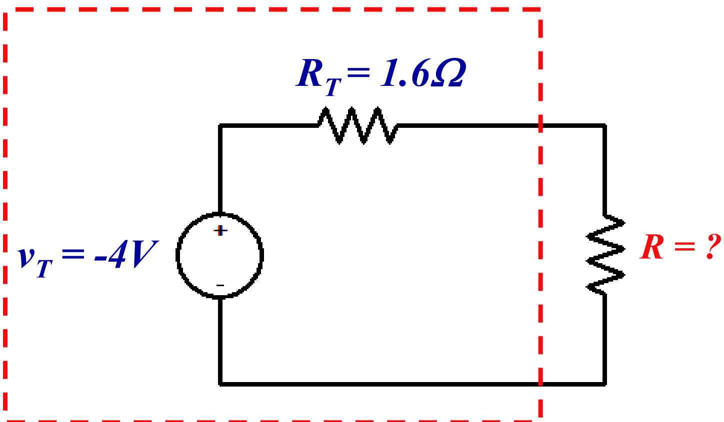


a) A potência dissipada na resistência de 4Ω ?

$$P = RI^2$$
$$= 4\left(\frac{-4}{4+1.6}\right)^2$$
$$= 2.04W$$

b) Novo valor da resistência de forma a que dissipe a potência máxima?

Equivalente de Thévenin



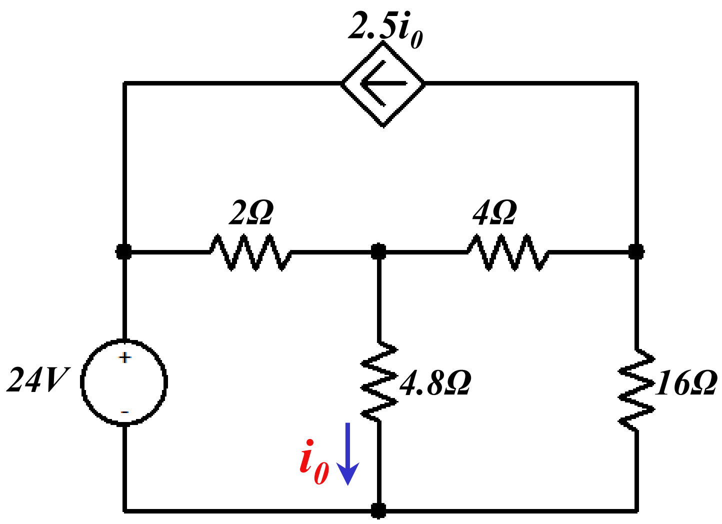
Teorema da máxima transferência de potência:
Uma fonte real de tensão com resistência interna R_S, fornece a potência máxima quando a resistência de carga tem o valor $R_L = R_S$.

Portanto, o novo valor da resistência deve ser *1.6Ω*.

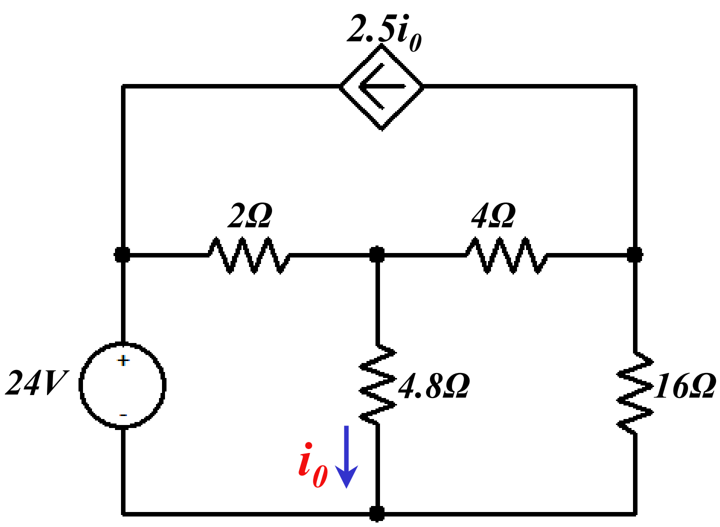
4 – Um amperímetro é usado para medir a corrente i_0, indicando o valor $2.1A$. Determine:

a) A resistência interna do amperímetro;

b) A percentagem de erro introduzida pelo amperímetro na medição.

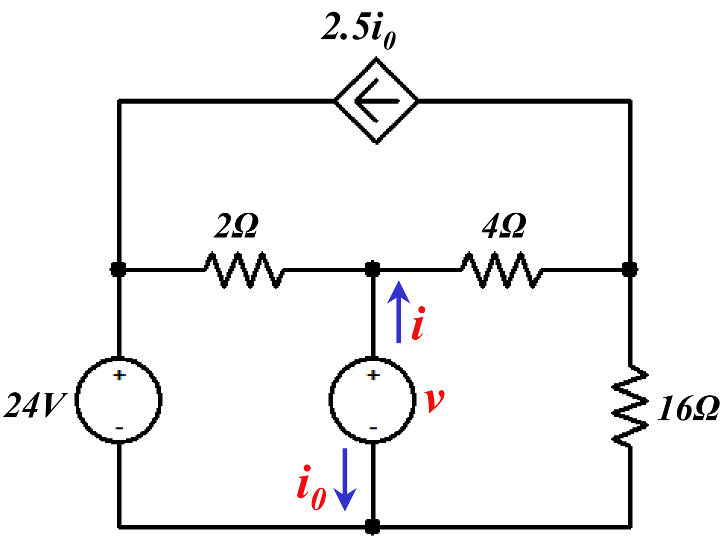


O problema diz respeito ao ramo onde está a resistência de 4.8Ω, portanto o melhor é começarmos por determinar o Equivalente de Thévenin visto por esta resistência.



Dado que o circuito inclui uma fonte dependente, vamos usar aqui o Método Universal, substituindo a resistência de 4.8Ω por uma fonte de tensão de teste, de valor v.

Aplicação do Método Universal



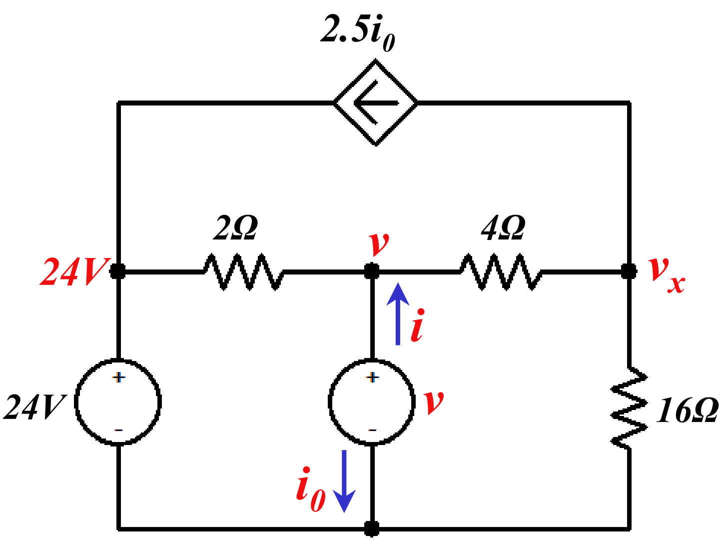
- **Vamos então analisar o circuito de forma a obter uma expressão de *v* em função de *i*, com a forma**

$$v = ai + b$$

- **Dos coeficientes *a* e *b* concluiremos**

$$R_T = a \quad \text{e} \quad v_T = b$$

Usando análise nodal…



Nó *v*: $$\frac{24-v}{2} + i = \frac{v - v_x}{4}$$

Nó v_x: $$\frac{v - v_x}{4} = 2.5i_0 + \frac{v_x}{16}$$

Sabendo que $i_0 = -i$ obtém-se

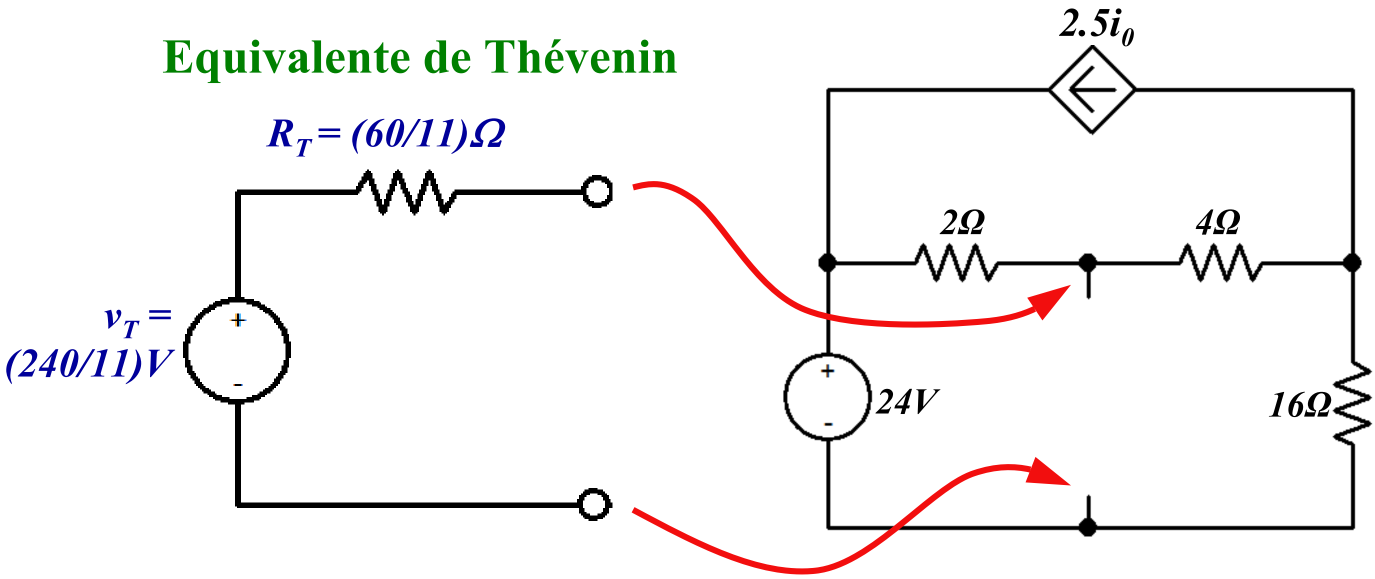
$$\begin{cases} v + 10i = \dfrac{5}{4}v_x \\ -3v + 4i = -v_x - 48 \end{cases}$$

Eliminando v_x, obtemos…

$$v = \frac{60}{11} i + \frac{240}{11}$$

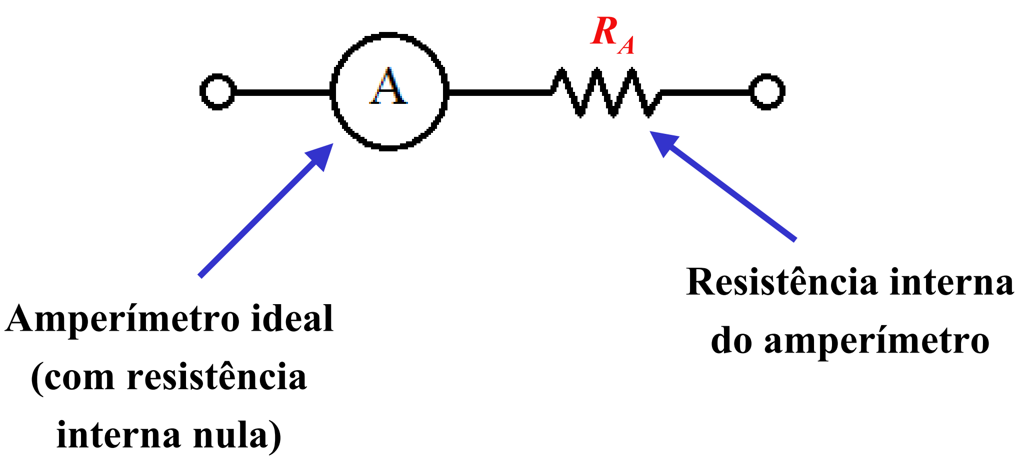
$$\boxed{\begin{array}{c} v = ai + b \\ R_T = a \quad \text{e} \quad v_T = b \end{array}}$$

Equivalente de Thévenin

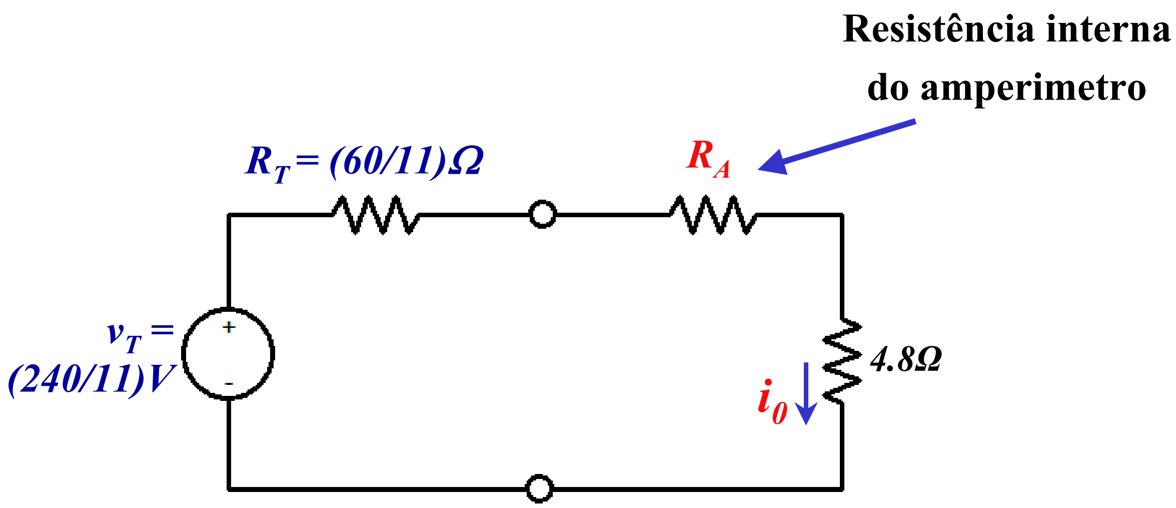


Modelo do amperímetro

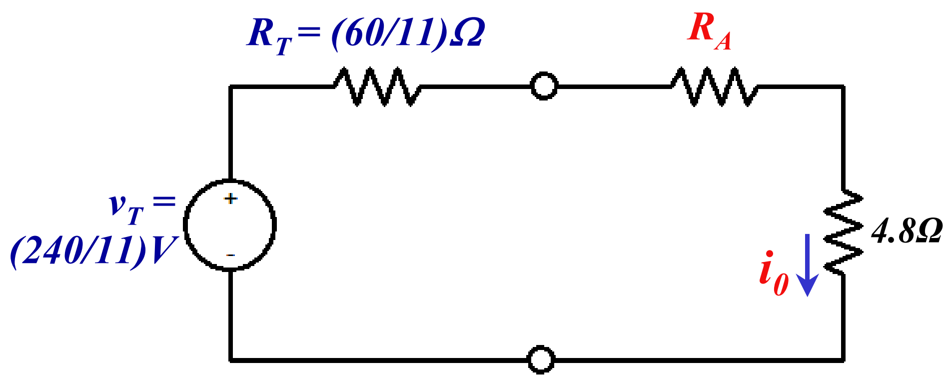
Podemos considerar que o amperímetro usado na medição é constituído por um amperímetro ideal em série com uma resistência.



Ligar o amperimetro em série com a resistência de *4.8Ω* no circuito original, é o mesmo que ligar este conjunto ao Equivalente de Thévenin determinado:



a)

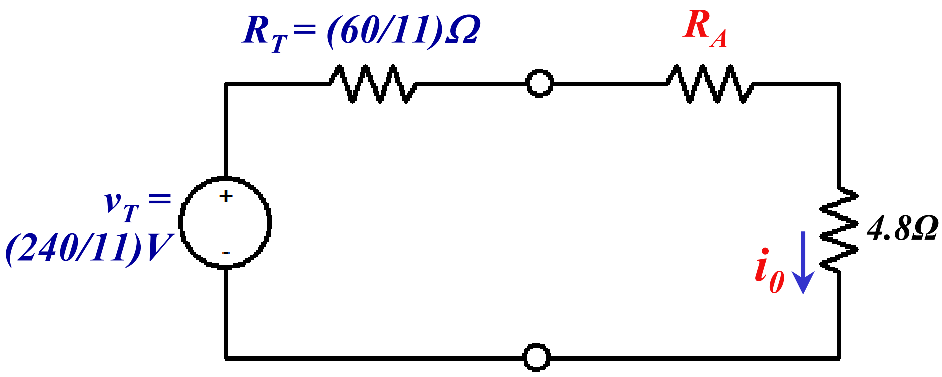


Nestas condições o valor medido de i_0 foi *2.1A*, portanto

$$\frac{240/11}{(60/11)+R_A+4.8} = 2.1$$

$$R_A = 135m\Omega$$

b)

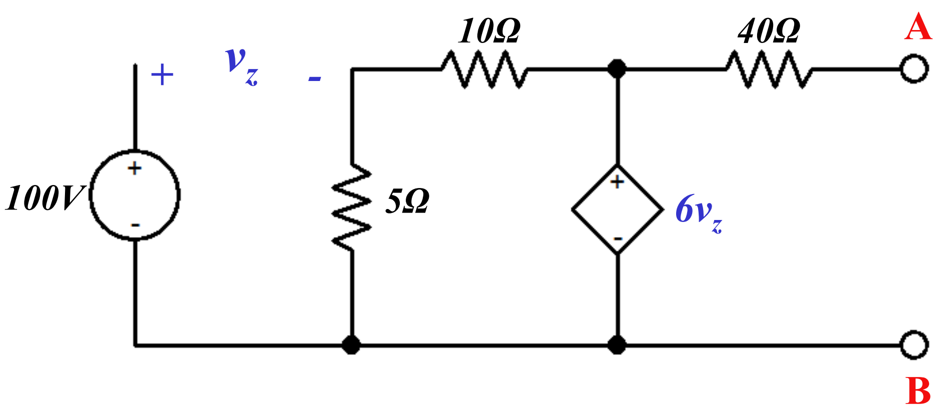


Sem o amperímetro presente no circuito o valor de i_0 seria

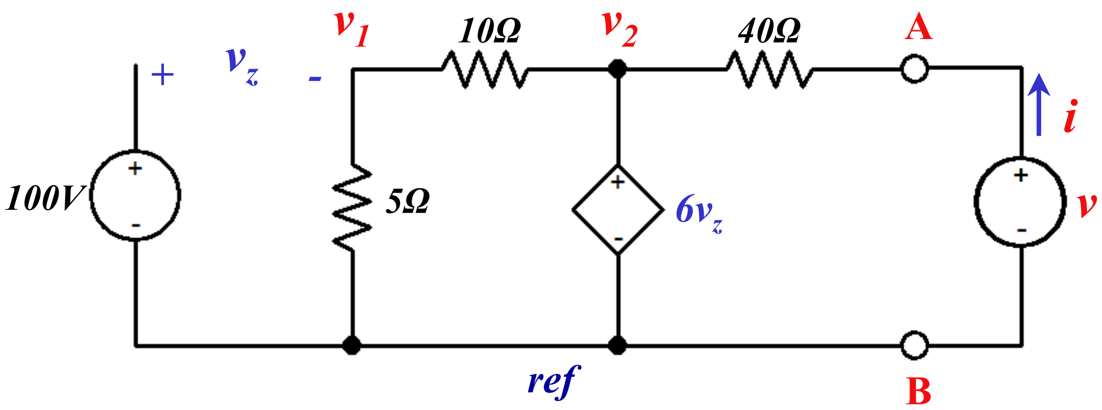
$$\frac{240/11}{(60/11)+4.8} = 2.13A$$

O erro introduzido pelo amperímetro é portanto $\frac{2.1-2.13}{2.13} = -0.014 \quad \rightarrow -1.4\%$

5 – Determine o equivalente de Thévenin entre os terminais A e B do circuito.



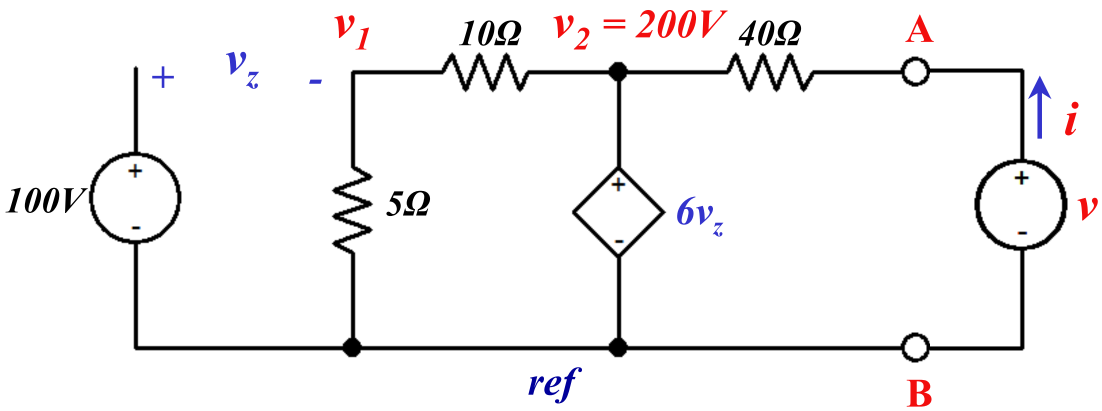
Como o circuito contém uma fonte dependente, vamos usar o Método Universal.



Por um lado: $$v_1 = \frac{5}{5+10} v_2 = \frac{v_2}{3}$$

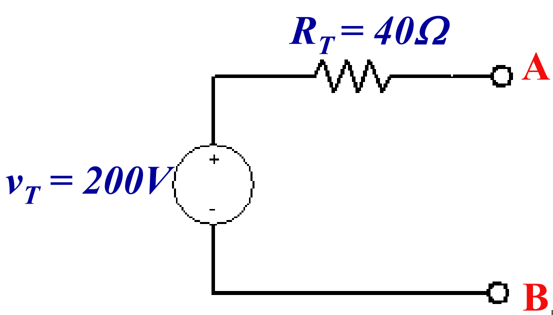
… e por outro: $$v_2 = 6v_z = 6(100 - v_1)$$

Conjugando as duas equações obtemos $v_2 = 200V$



$$i = \frac{v - 200}{40} \Leftrightarrow v = 40i + 200$$

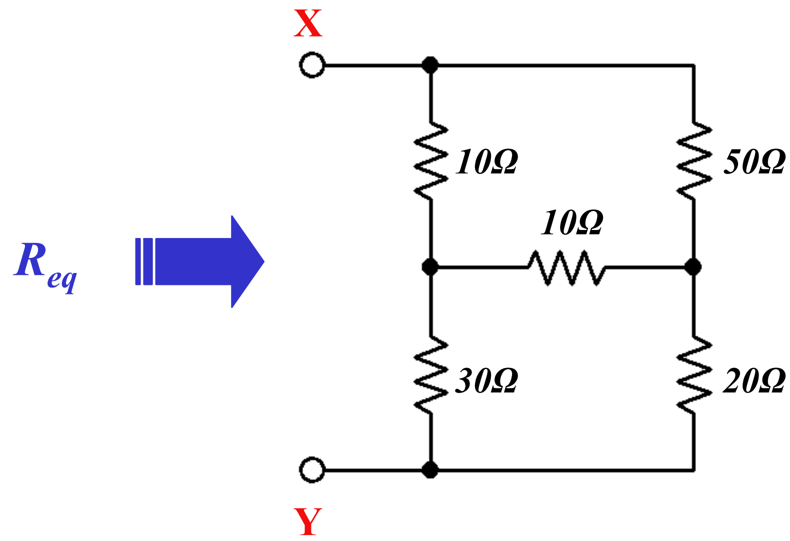
Equivalente de Thévenin



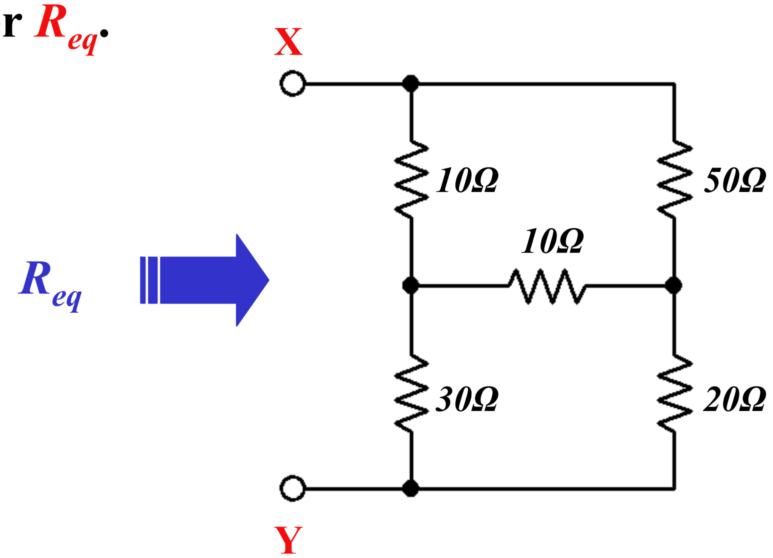
Portanto

$$v_T = 200V \quad R_T = 40\Omega$$

6 – Determine a resistência equivalente entre os terminais X e Y.

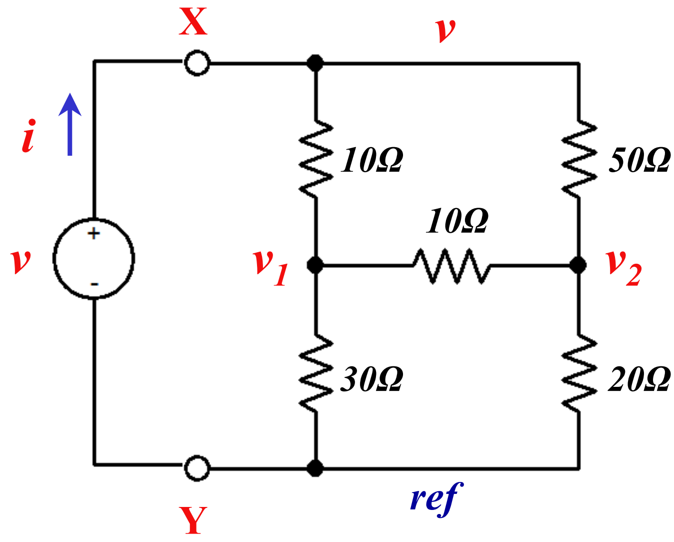


Note-se, antes de mais, que este circuito não permite associação de resistências em série ou em paralelo para obter R_{eq}.



Na prática, se tivéssemos que medir esta resistência, aplica-ríamos uma tensão v entre os terminais X e Y, mediamos a corrente i e, finalmente, calcularíamos R_{eq} fazendo $R_{eq} = v/i$.

É isso mesmo que podemos fazer!



Usando análise nodal…

Nó v_1:

$$\frac{v_1}{30} + \frac{v_1 - v_2}{10} + \frac{v_1 - v}{10} = 0$$

Nó v_2:

$$\frac{v_2}{20} + \frac{v_2 - v_1}{10} + \frac{v_2 - v}{50} = 0$$

Usando KCL no nó inferior…

$$\frac{v_1}{30} + \frac{v_2}{20} = i$$

Eliminando as incógnitas v_1 e v_2 obtemos…

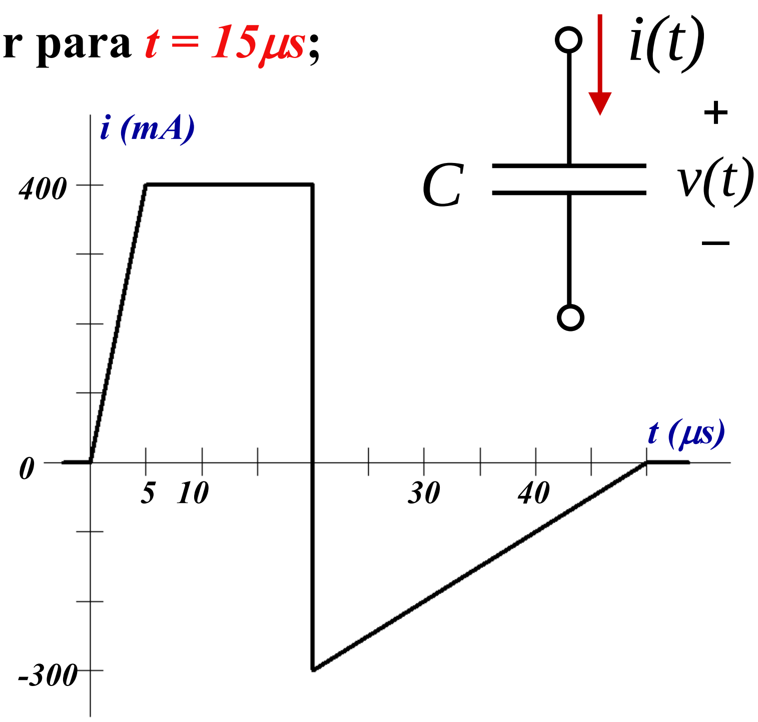
$$\frac{v}{i} = 21.7\Omega = R_{eq}$$

7 – Um condensador de *0.25μF* é percorrido pela corrente *i* do gráfico abaixo. Sabendo que *v(0) = 0*, calcule

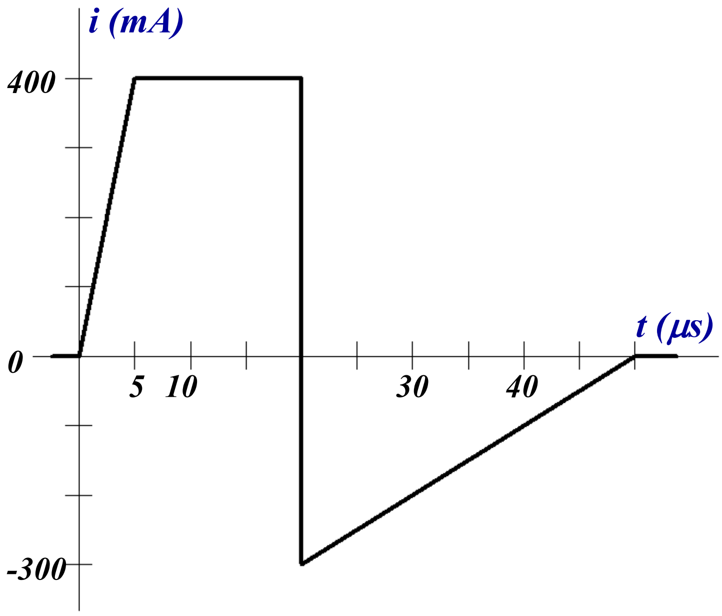
a) A carga no condensador para *t = 15μs*;

b) A tensão no condensador para *t = 30μs*;

c) A energia armazenada no condensador para *t > 50μs*.



- **A partir do gráfico dado poderíamos começar por exprimir algebricamente *i(t)*, integrando depois as equações correspondentes a cada intervalo de tempo, de forma a responder às questões pedidas.**



- **… mas uma maneira mais expedita de chegar lá é calculando áreas.**

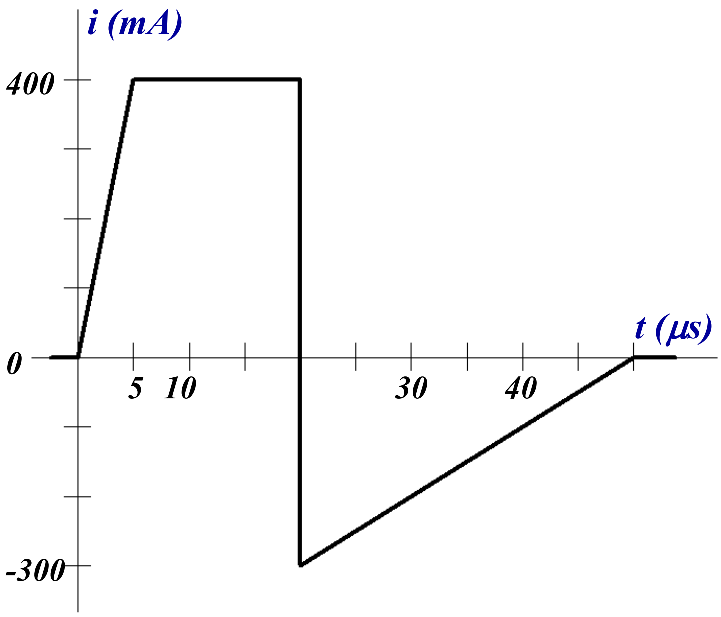
Vejamos:

a) $q(t = 15\mu s) = ?$

Num qualquer instante t_1 a carga no condensador pode ser calculada por

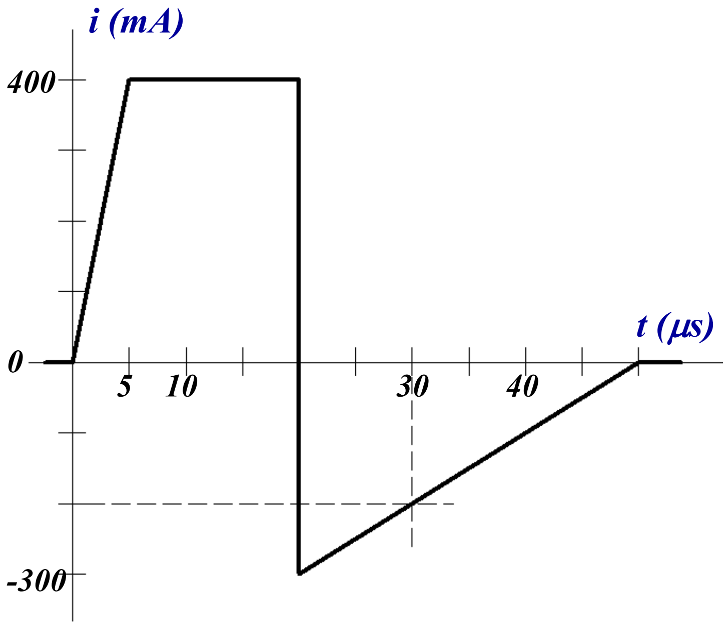
$$q(t_1) = \int_0^{t_1} i(t)dt + q(0)$$

Como $v(0) = 0$, então $q(0) = 0$ e a carga pode ser obtida calculando a área:



$$\acute{A}rea_{[0,15]} = \frac{5\text{x}400}{2} + (15-5)\text{x}400 = 5000nC = 5\mu C$$

b) $v(t = 30\mu s) = ?$



Num qualquer instante t_1 a tensão no condensador é dada por

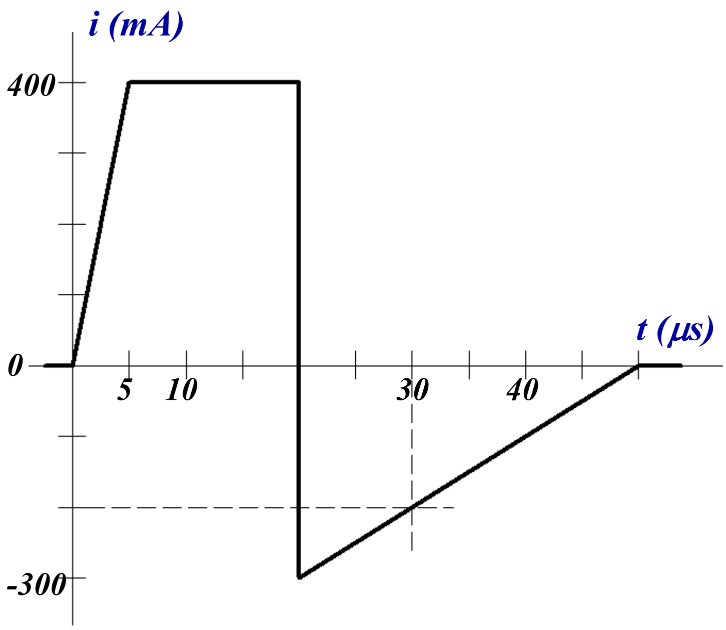
$$v(t_1) = \frac{1}{C}\int_0^{t_1} i(t)dt + v(0)$$

Calculamos então a *área de 0 a 30μs* :

$$Área_{[0,30]} = Área_{[0,15]} + (20-15)\text{x}400 - \left[(30-20)\text{x}200 + \frac{(30-20)\text{x}100}{2}\right]$$

$$Área_{[0,30]} = 4.5\mu C \qquad \rightarrow \qquad v(30\mu s) = \frac{4.5\mu C}{0.25\mu F} = 18V$$

c) $E_C(t = 50\mu s) = ?$



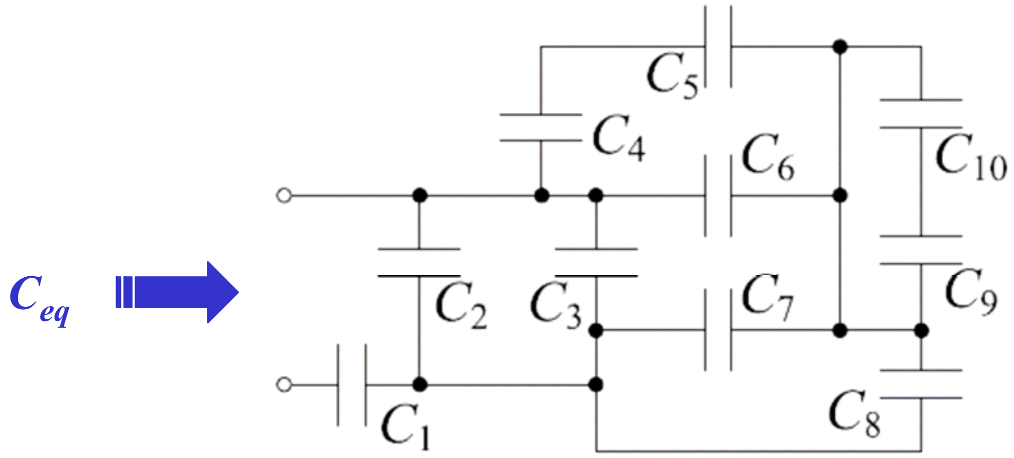
Calculamos *v(50μs)* pela área total

$$Área_{[0,50]} = Área_{[0,30]} - \frac{(50-30)\text{x}200}{2} = 2.5\mu C$$

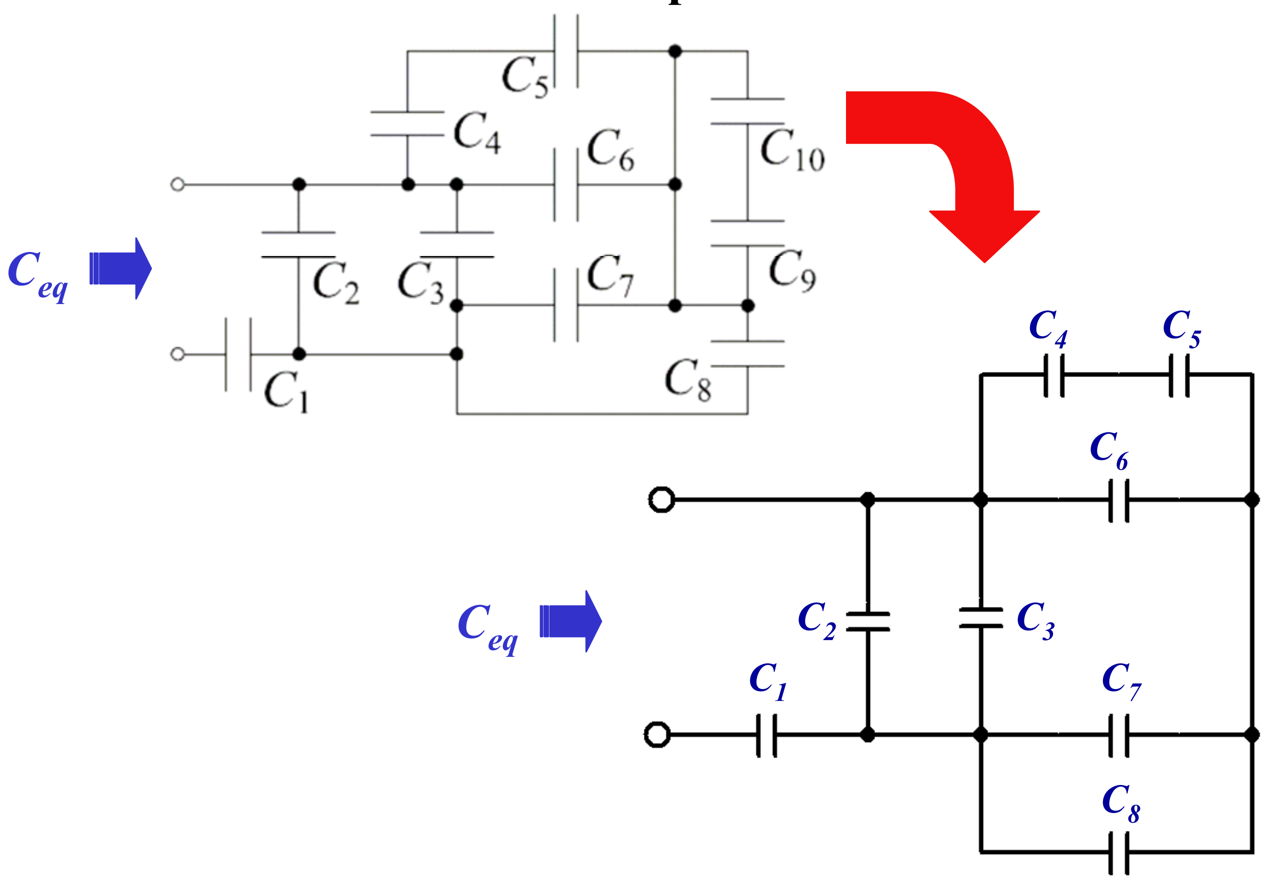
$$v(50\mu s) = \frac{2.5\mu C}{0.25\mu F} = 10V$$

$$\rightarrow \qquad E_C(50\mu s) = \frac{1}{2}Cv^2 = \frac{1}{2}\text{x}0.25\text{x}10^2 = 12.5\mu J$$

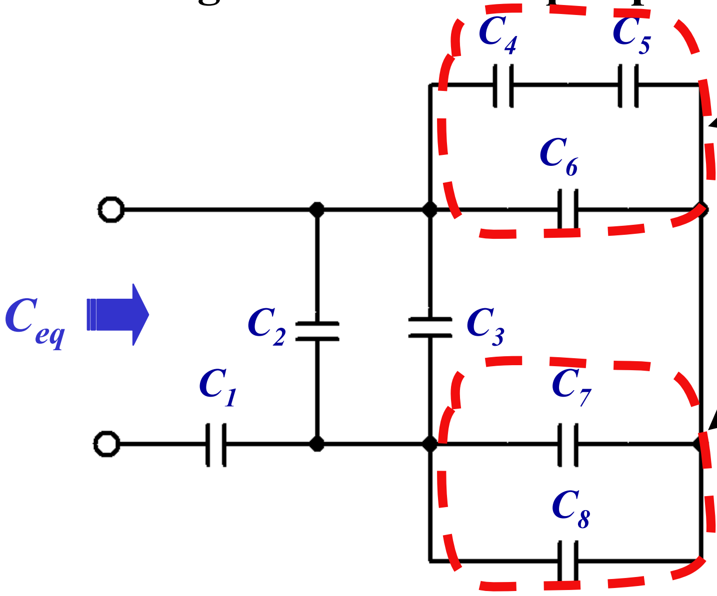
8 – Determine o valor da capacidade equivalente no circuito abaixo. Todos os condensadores são de 1μF.



Como sempre, começamos por redesenhar o circuito de maneira a evidenciar séries e paralelos…

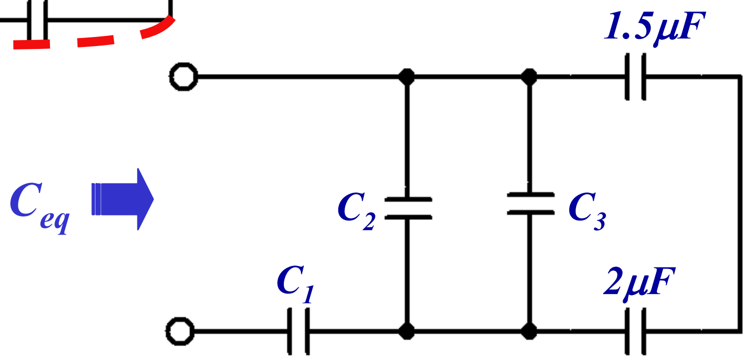


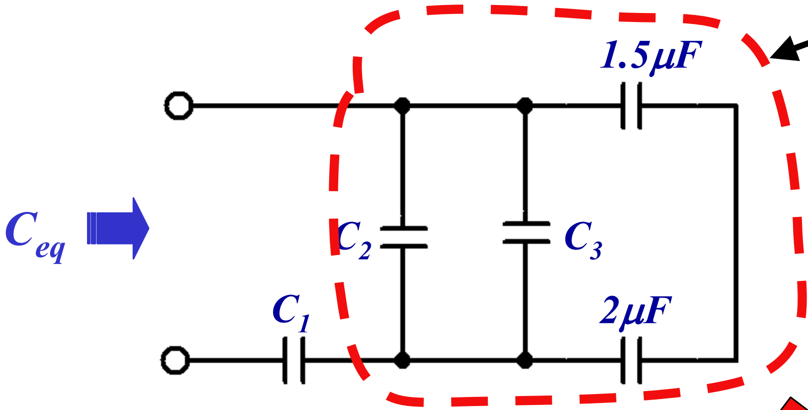
… e agora associamos por partes.



$$\frac{1x1}{1+1}+1=1.5\mu F$$

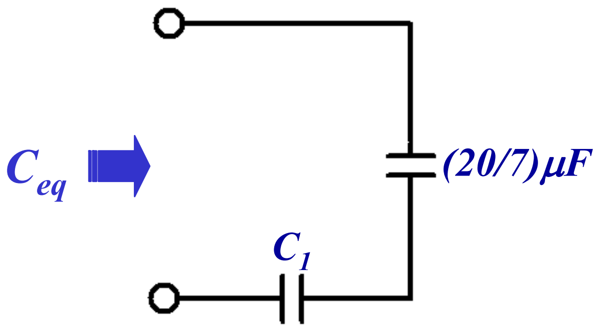
$$1+1=2\mu F$$





$$\frac{1.5x2}{1.5+2}+1+1=\frac{20}{7}\mu F$$

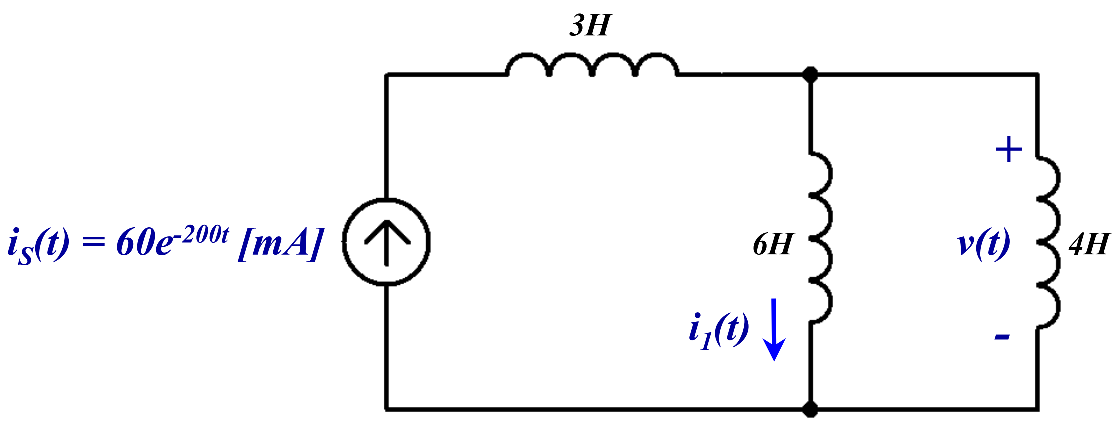
$$C_{eq}=\frac{(20/7)x1}{(20/7)+1}=\frac{20}{27}\mu F$$



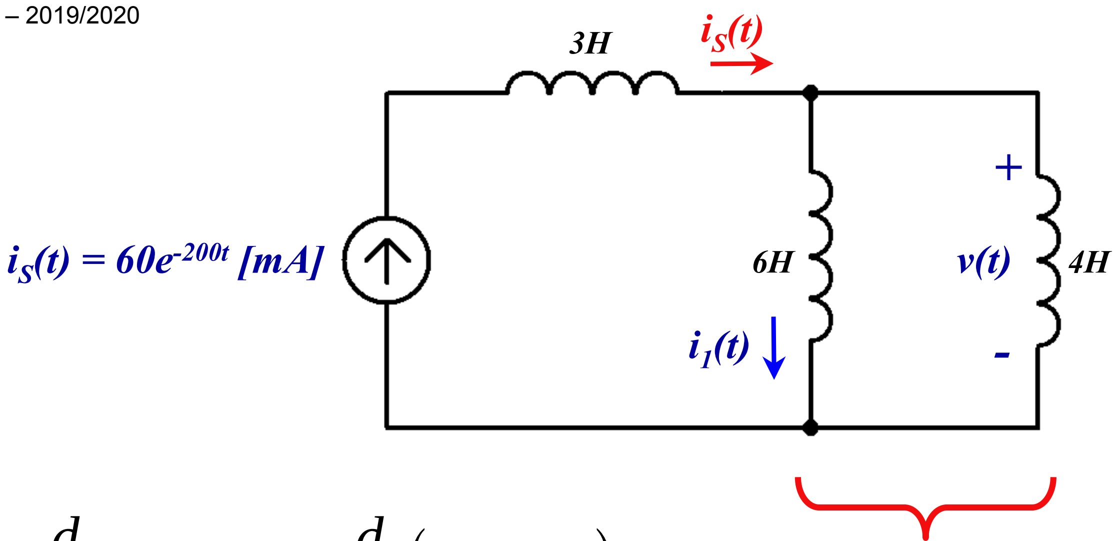
9 – No circuito abaixo considere $i_1(0) = 20mA$. Calcule

a) A tensão $v(t)$;

b) A energia armazenada na bobina de $6H$ em $t = 5ms$.



a)



$$v(t) = L_1 \frac{d}{dt} i_S(t) = 2.4 \frac{d}{dt}\left(60e^{-200t}\right)$$

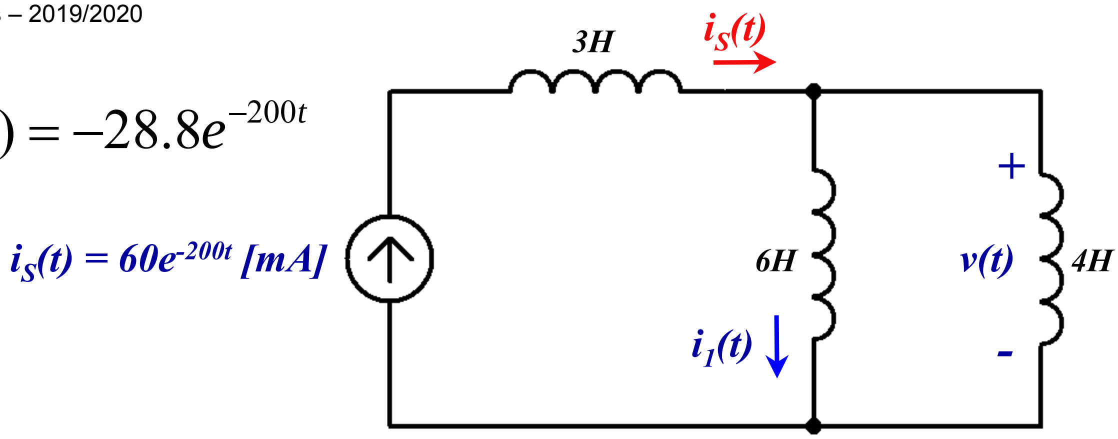
$$L_1 = \frac{6 \text{x} 4}{6+4} = 2.4H$$

$$= 2.4 \text{x} (-200) \text{x} 60e^{-200t}$$

$$v(t) = -28.8e^{-200t} [V] \quad t \geq 0$$

b)

$$v(t) = -28.8e^{-200t}$$



$$i_1(t) = \frac{1}{L}\int_0^t v(t)dt + i_1(0) \quad = \frac{1}{6}\int_0^t -28.8e^{-200t}dt + 0.02$$

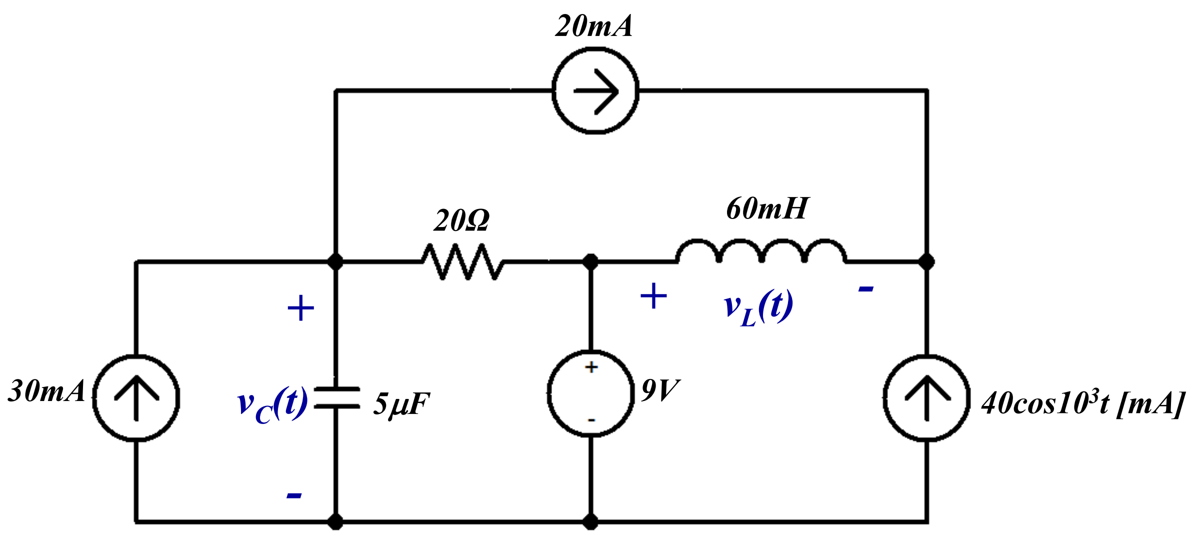
$$= \frac{1}{6}\left(-\frac{1}{200}\right)(-28.8)e^{-200t}\Big|_0^t + 0.02 \quad = 24e^{-200t} - 4 \quad [mA]$$

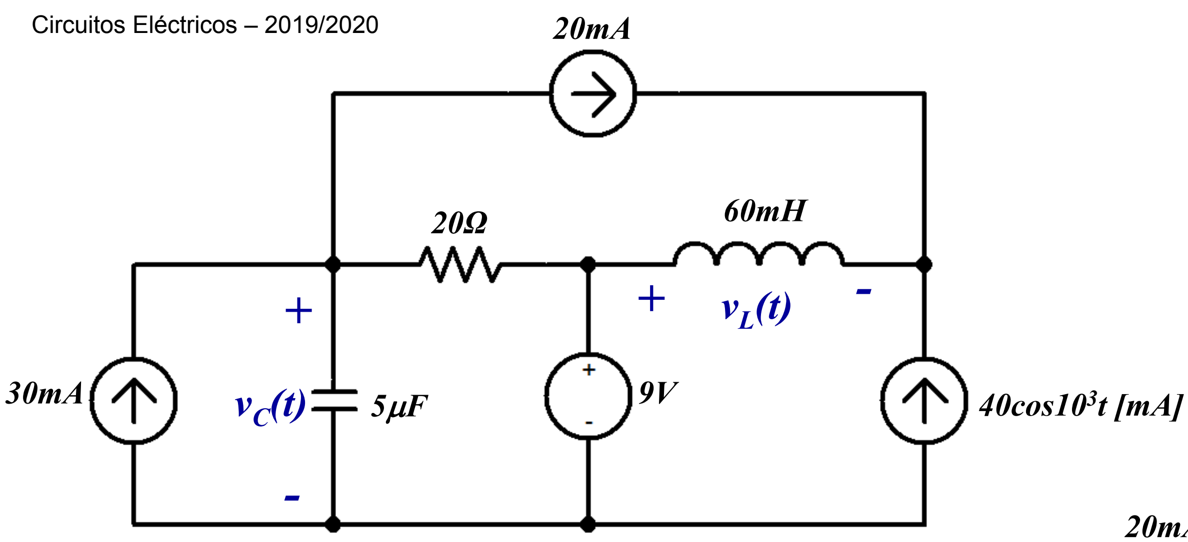
$$i_1(5ms) = 4.83mA \qquad W = \frac{1}{2}Li_1^{\,2} = 70\mu J$$

10 – Usando o Principio da Sobreposição, calcule no circuito abaixo

a) $v_C(t)$;

b) $v_L(t)$.

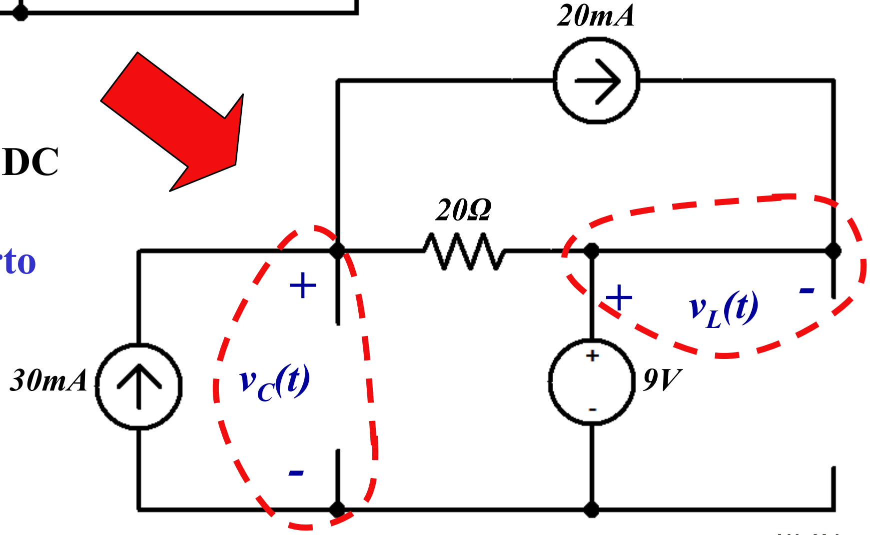




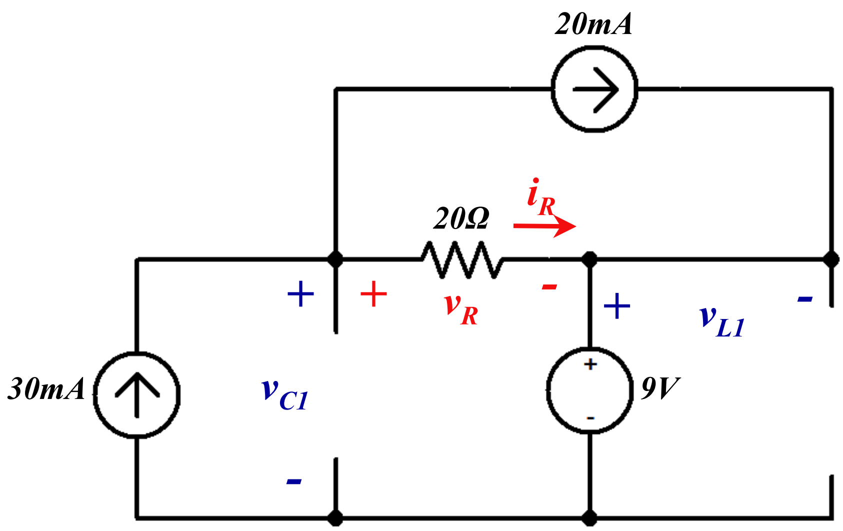
1) Considerando só as fontes DC

condensador ⇔ circuito aberto

bobina ⇔ curto-circuito



1) Considerando só as fontes DC

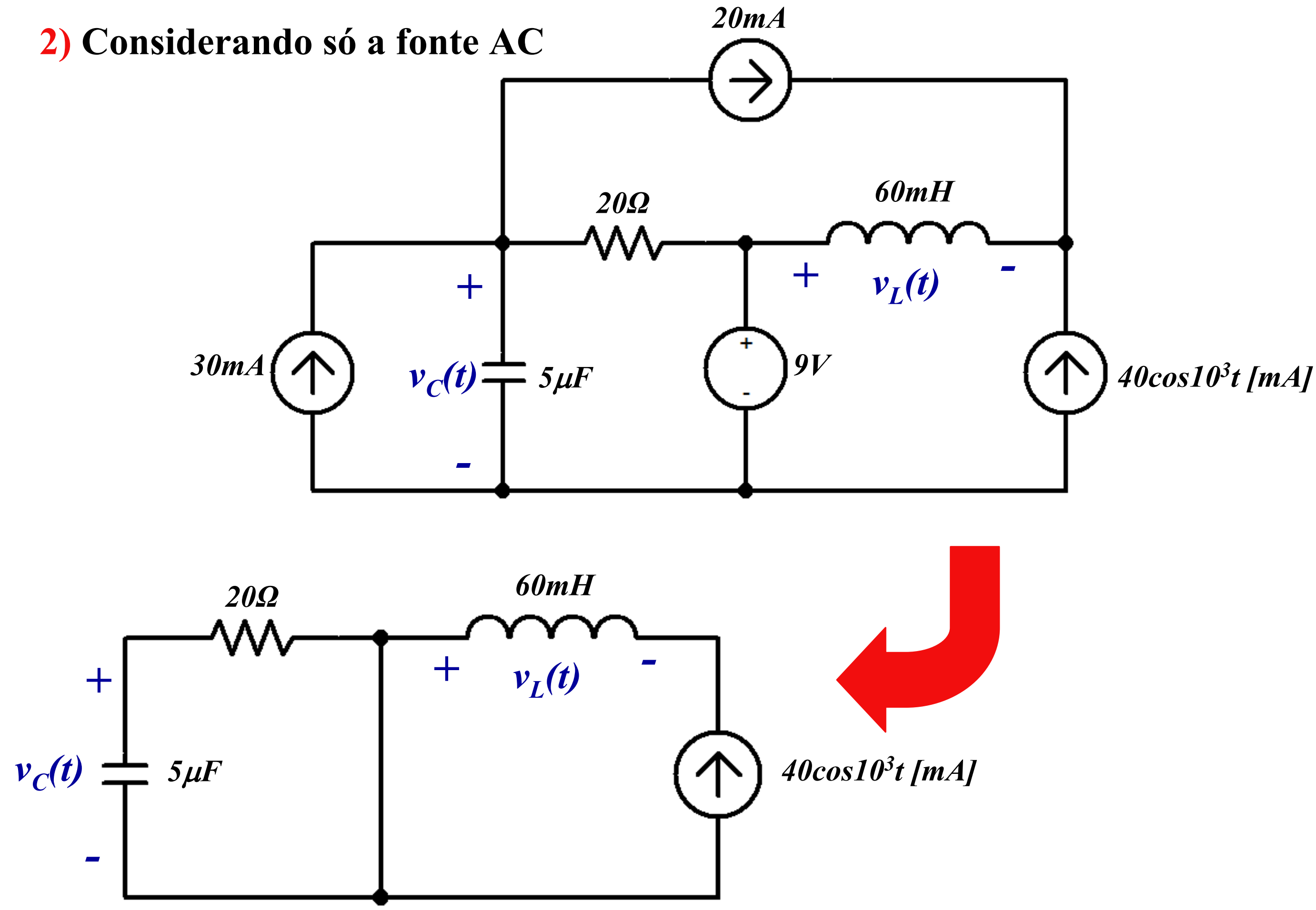


Do circuito tiramos: $v_{L1} = 0V$

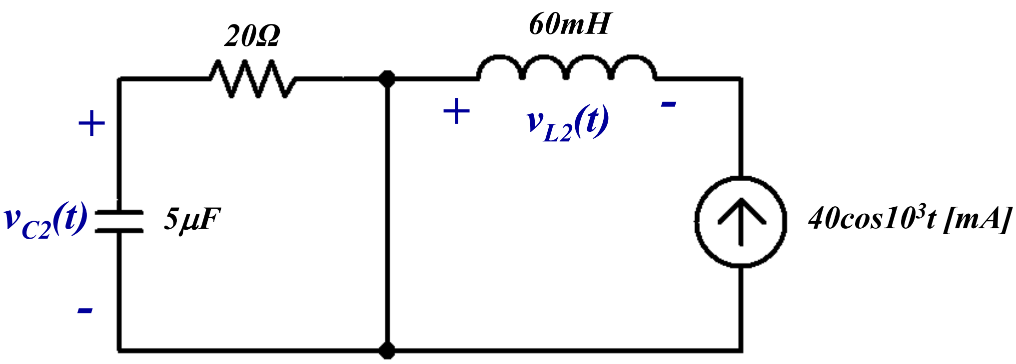
$$i_R + 20 = 30 \quad \Leftrightarrow i_R = 10mA$$

$$-v_{C1} + v_R + 9 = 0 \quad \Leftrightarrow v_{C1} = 9 + (20\text{x}0.01) = 9.2V$$

2) Considerando só a fonte AC



2) Considerando só a fonte AC



Do circuito tiramos: $v_{C2} = 0V$

$$v_{L2}(t) = -L\frac{d}{dt}i(t) = -0.06\frac{d}{dt}\left(0.04\cos 10^3 t\right) = 2.4\sin 10^3 t \quad [V]$$

Aplicando o Teorema da Sobreposição:

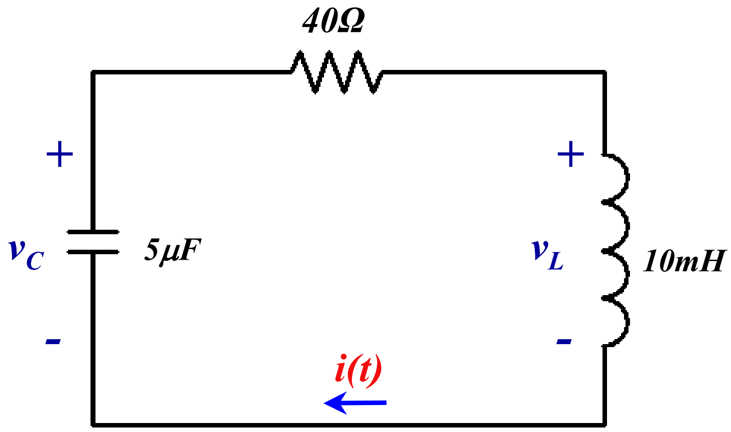
$$v_C(t) = v_{C1} + v_{C2} = 9.2 + 0 = 9.2V$$

$$v_L(t) = v_{L1} + v_{L2} = 0 + 2.4\sin 10^3 t = 2.4\sin 10^3 t \quad [V]$$

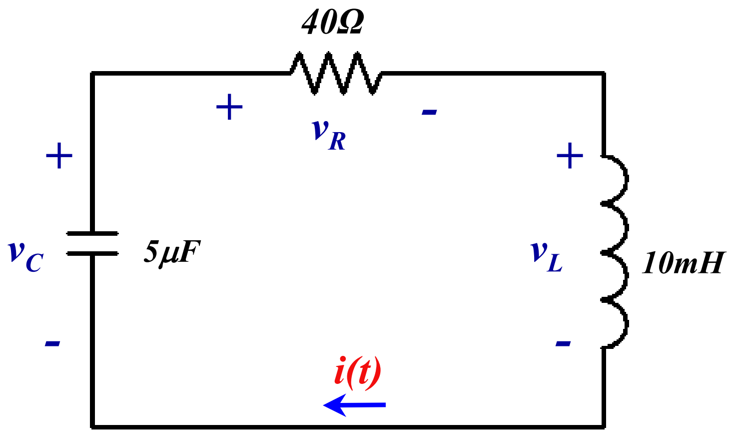
11 – Sabendo que, no circuito abaixo, *i(t)* é dada por

$$i(t)=5e^{-2000t}\cos 4000t \quad [A] \qquad t\geq 0$$

Calcule $v_L(0)$ e $v_C(0)$.



Começamos por calcular a tensão na bobina



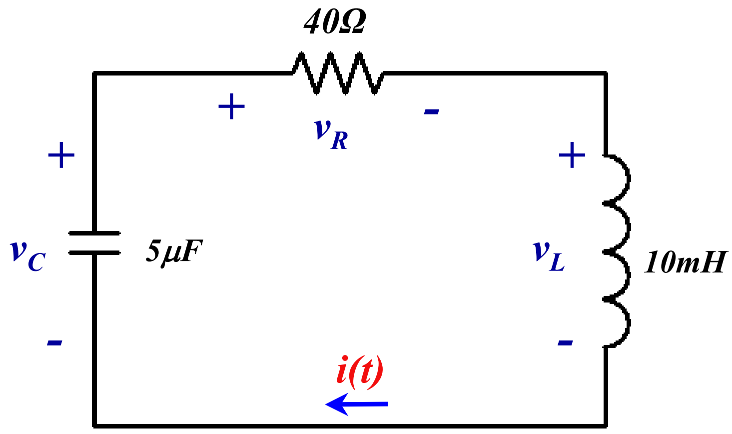
$$v_L = L\frac{d}{dt}i(t)$$

$$=0.01\frac{d}{dt}\left(5e^{-2000t}\cos 4000t\right)$$

$$=0.01\left[5(-2000)e^{-2000t}\cos 4000t + 5e^{-2000t}(-4000\sin 4000t)\right]$$

$$v_L = -100e^{-2000t}(\cos 4000t + 2\sin 4000t) \quad [V]$$

Calculamos agora os valores para $t = 0$



$$v_L = -100e^{-2000t}(\cos 4000t + \\ + 2\sin 4000t)$$

$$v_L(0) = -100V$$

Aplicando KVL:

$$-v_C(0) + v_R(0) + v_L(0) = 0$$

$$v_C(0) = 40i(0) - 100$$

$$v_C(0) = 40\text{x}5 - 100 = 100V$$

$$i(t) = 5e^{-2000t}\cos 4000t$$
$$i(0) = 5A$$