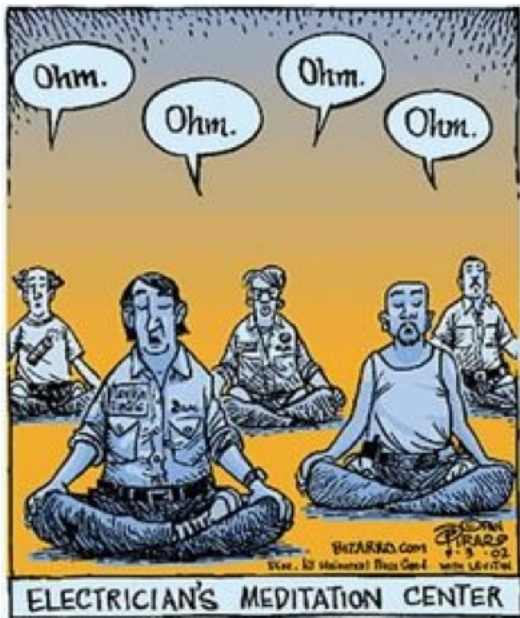


Resolução de Exercícios I

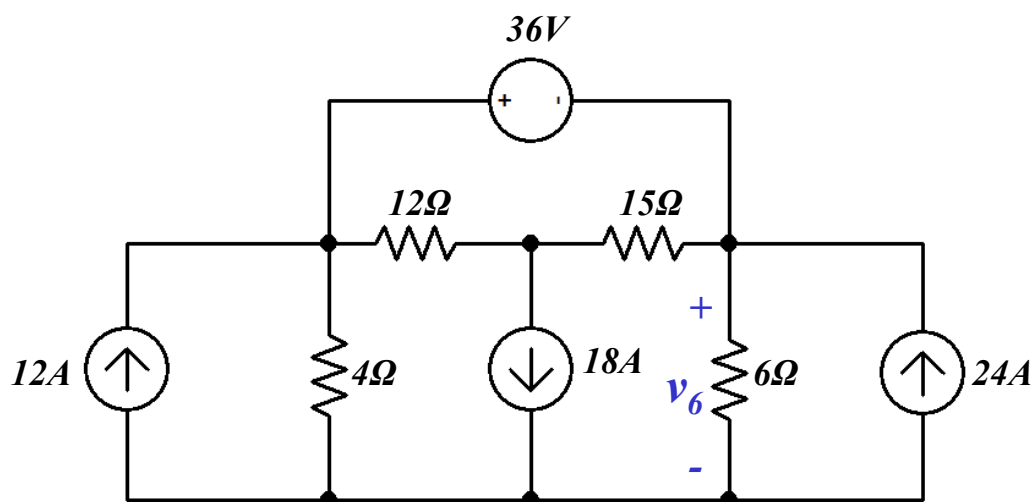


Ernesto Martins
evm@ua.pt
DETI (gab. 4.2.38)
Universidade de Aveiro



Princípio da Sobreposição

1 - Calcule v_6 pelo Teorema da Sobreposição

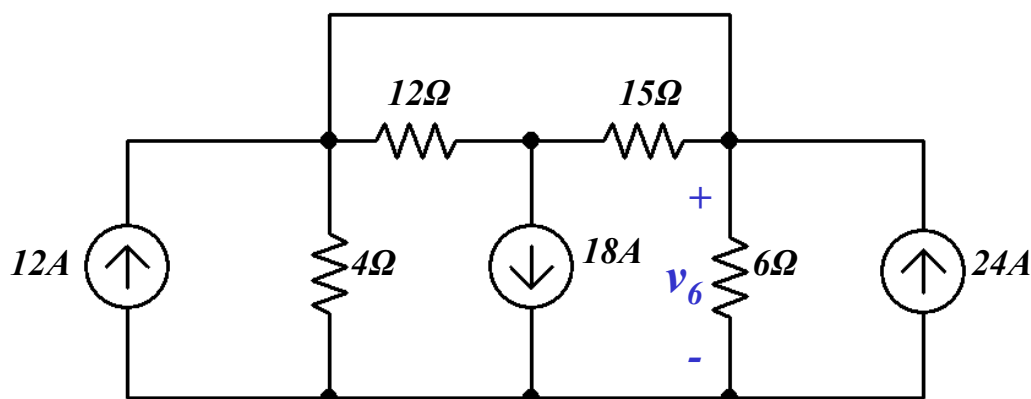


III-5

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.

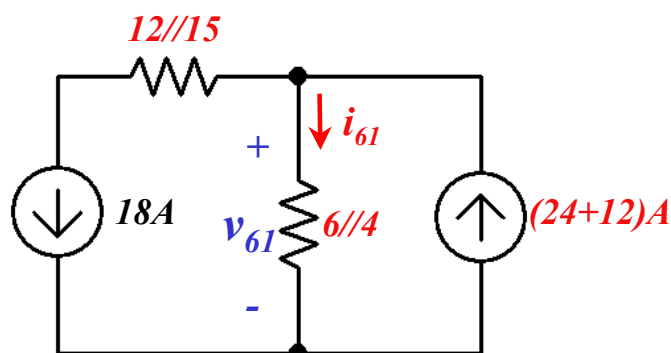
RE1-3

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



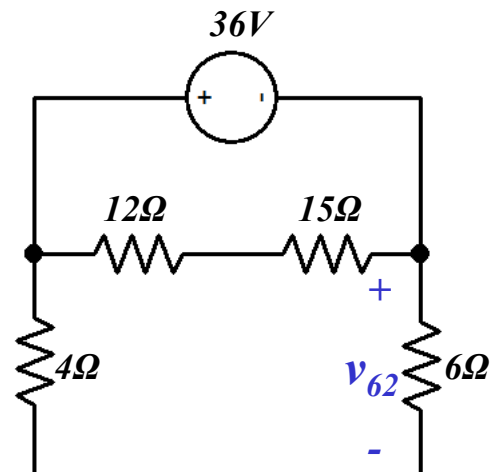
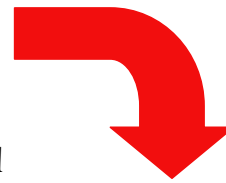
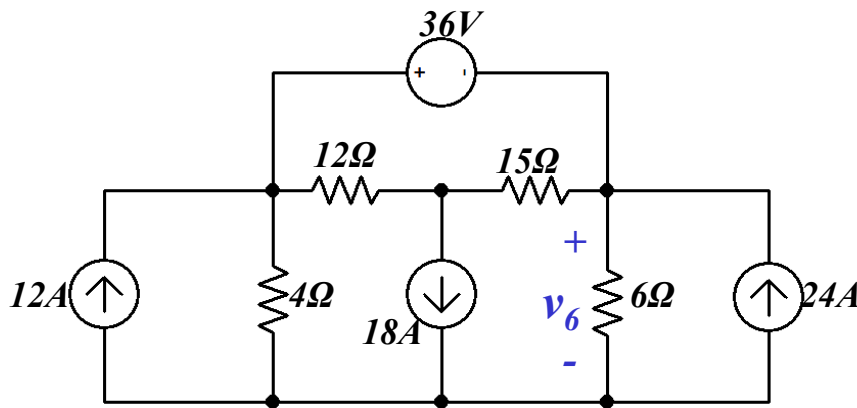
$$v_{61} = (6 // 4) i_{61} =$$

$$= (6 // 4)(36 - 18) = 43.2V$$



RE1-4

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



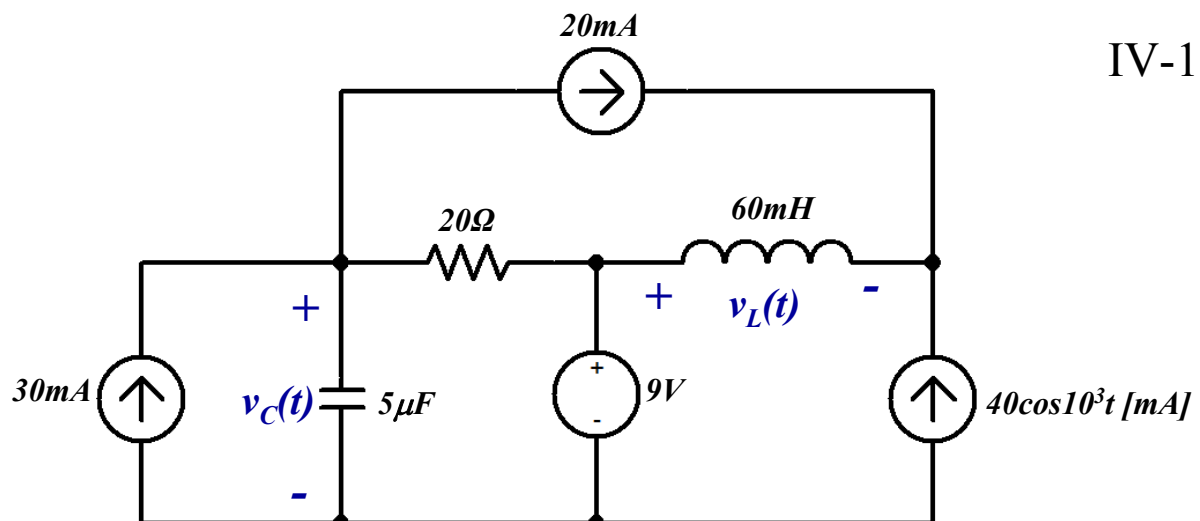
$$v_{62} = -\frac{6}{6+4}36 = -21.6V$$

$$v_6 = v_{61} + v_{62} = 43.2 - 21.6V = 21.6V$$

RE1-5

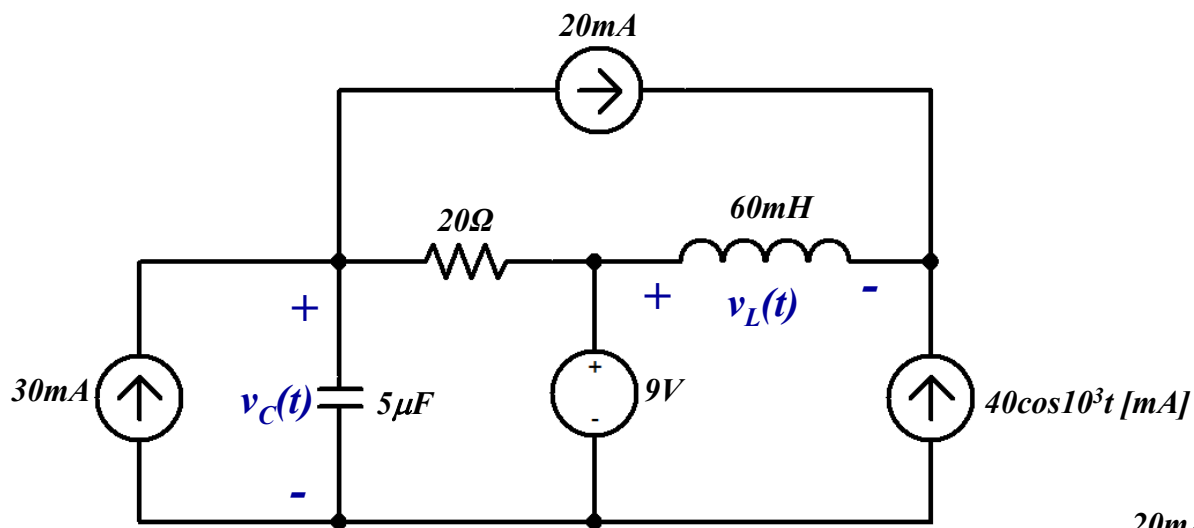
2 – Usando o Princípio da Sobreposição, calcule no circuito abaixo

- a) $v_C(t)$;
- b) $v_L(t)$.



IV-10

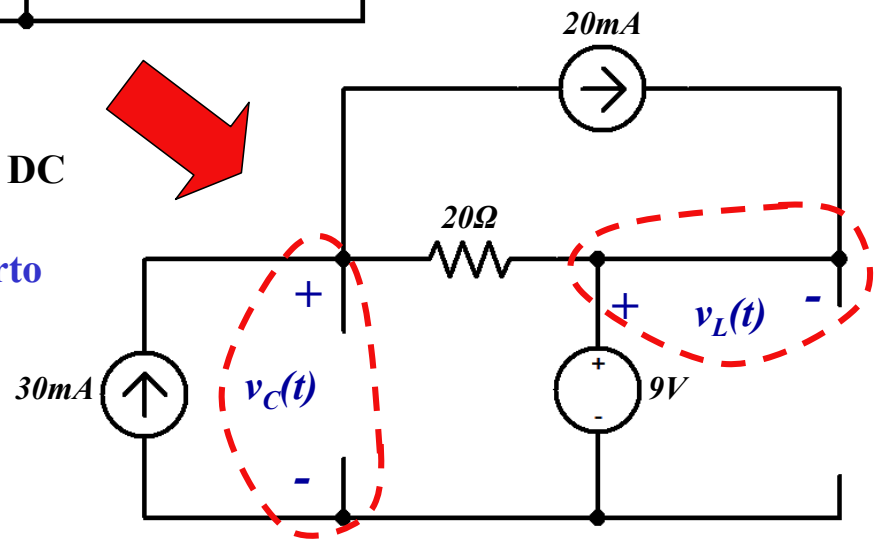
RE1-6



1) Considerando só as fontes DC

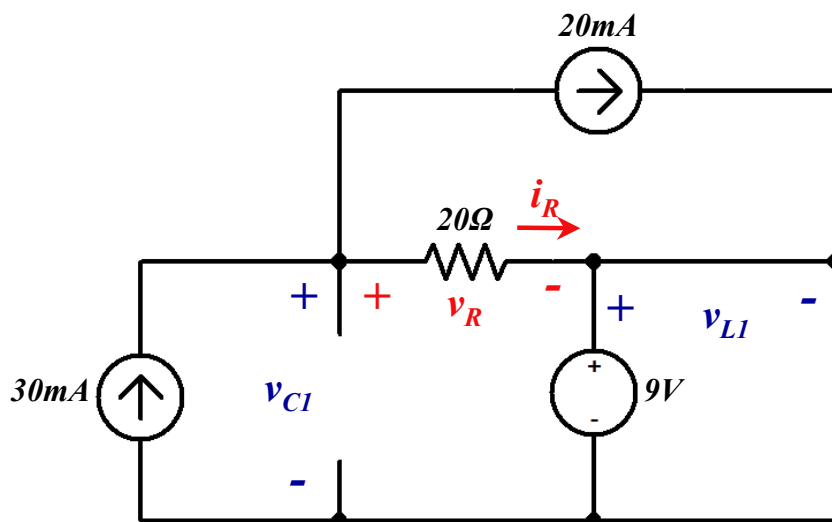
condensador \Leftrightarrow circuito aberto

bobina \Leftrightarrow curto-circuito



RE1-7

1) Considerando só as fontes DC

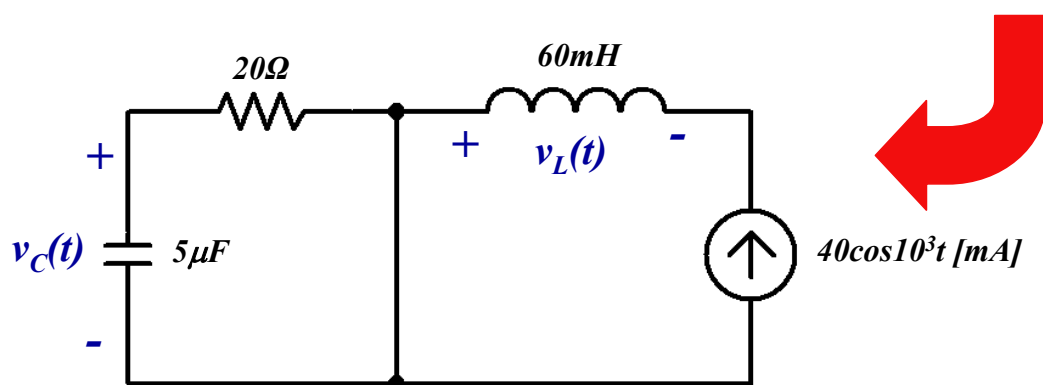
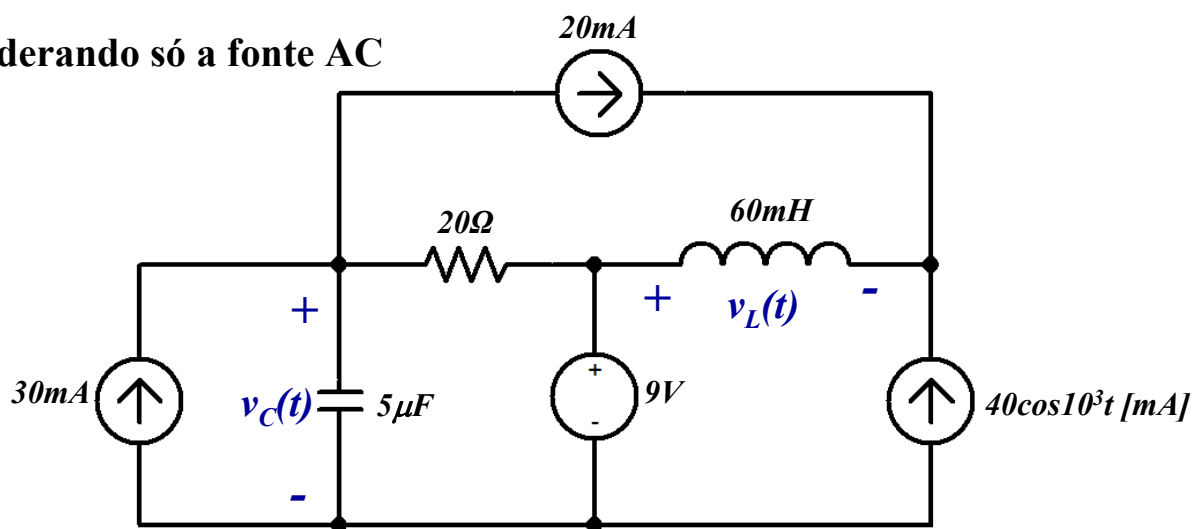


Do circuito tiramos: $v_{L1} = 0V$

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

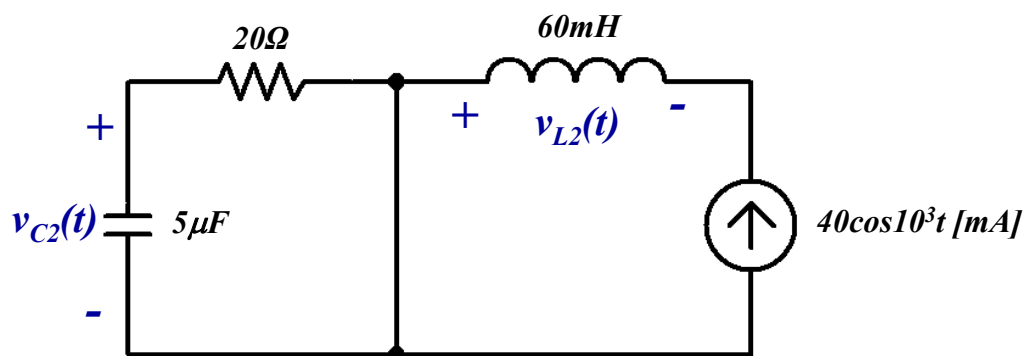
$$-v_{C1} + v_R + 9 = 0 \Leftrightarrow v_{C1} = 9 + (20 \times 0.01) = 9.2V$$

2) Considerando só a fonte AC



RE1-9

2) Considerando só a fonte AC



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

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

Aplicando o Teorema da Sobreposição:

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

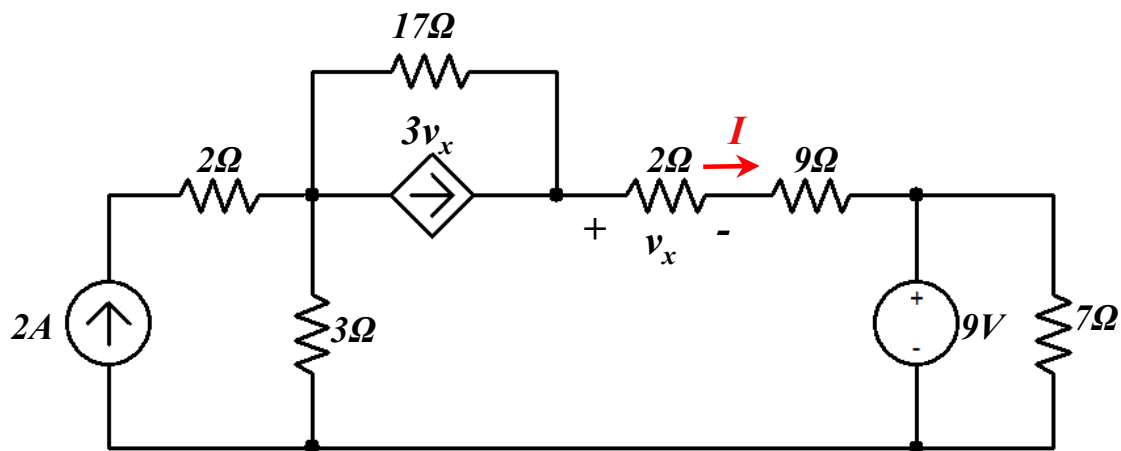
$$v_L(t) = v_{L1} + v_{L2} = 0 + 2.4 \sin 10^3 t = 2.4 \sin 10^3 t \text{ [V]}$$

RE1-10

Transformação de Fontes

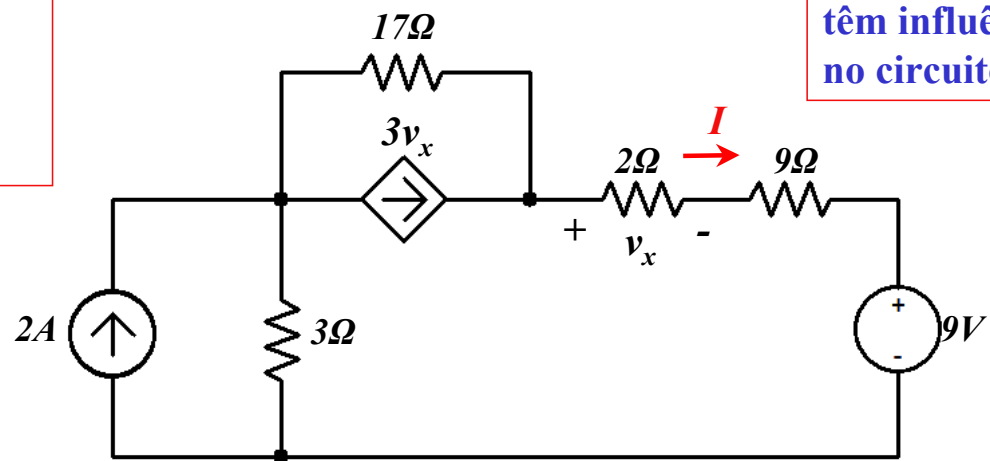
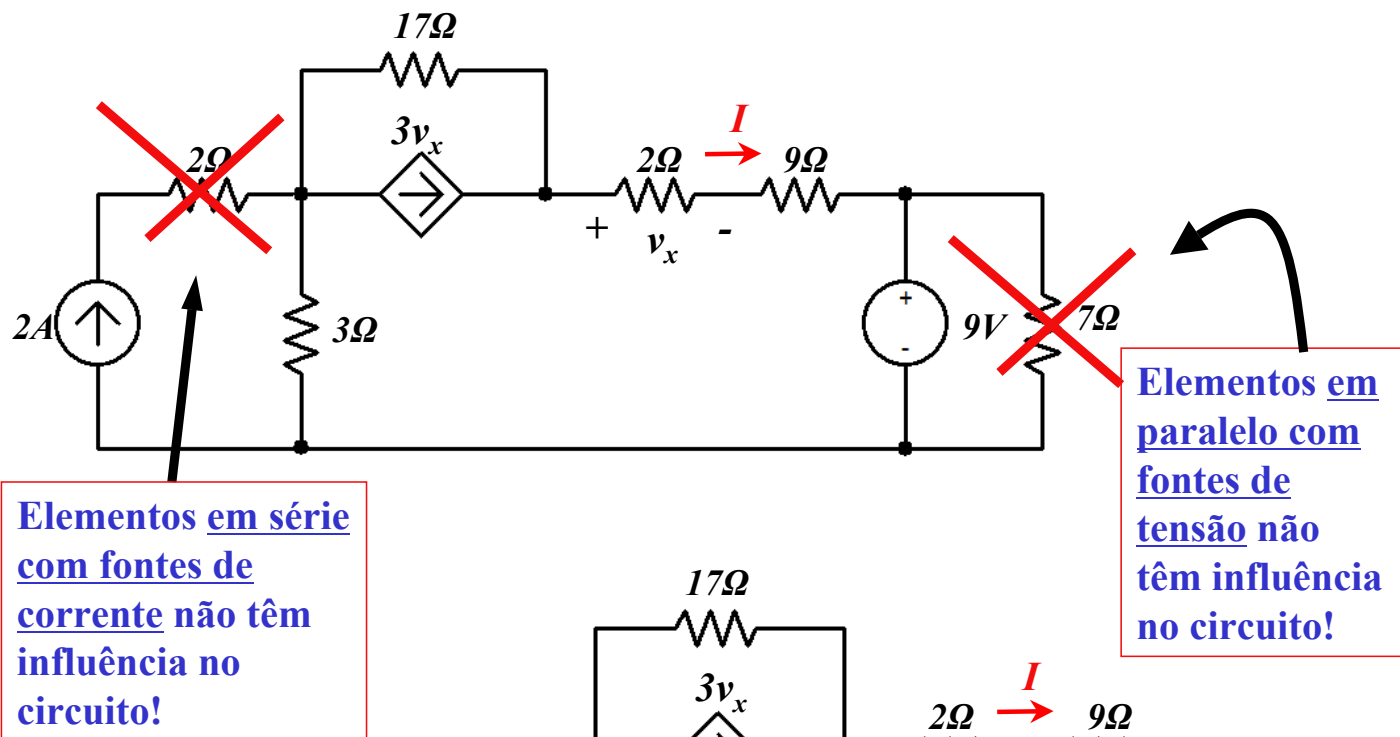
RE1-11

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

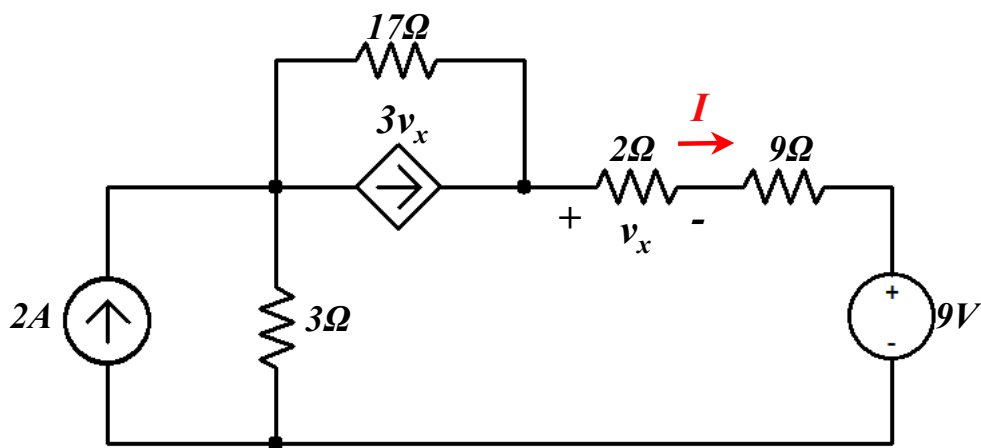


III-9

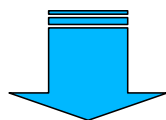
RE1-12



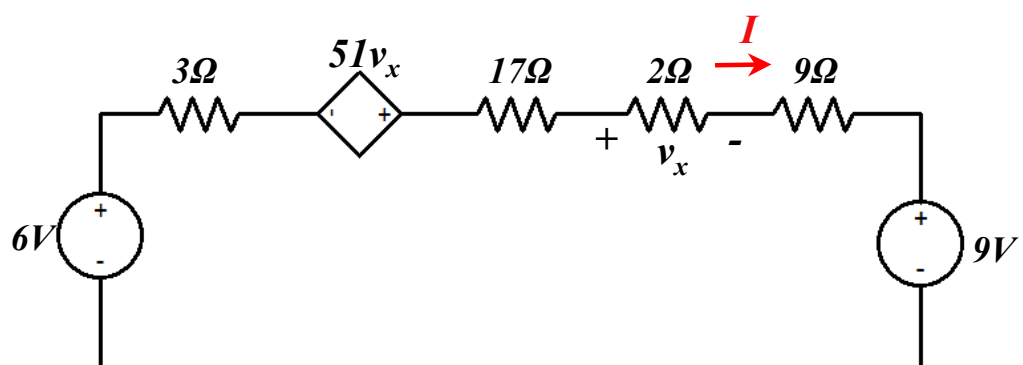
1-13

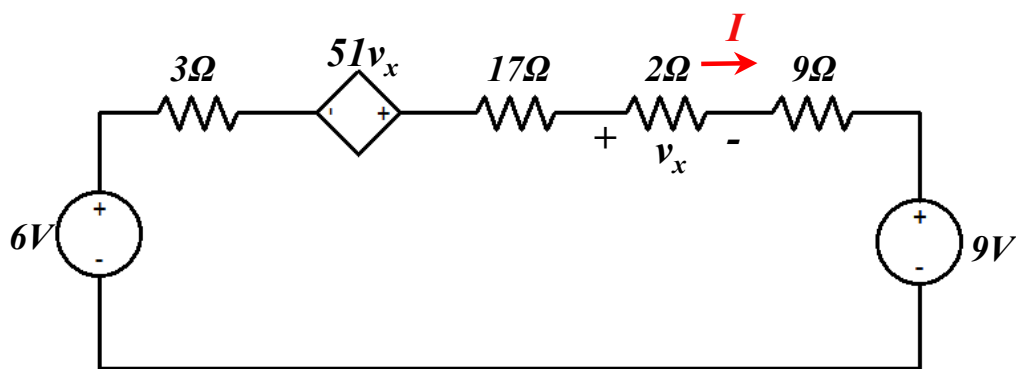


$$(2A) \times (3\Omega) = 6V$$



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



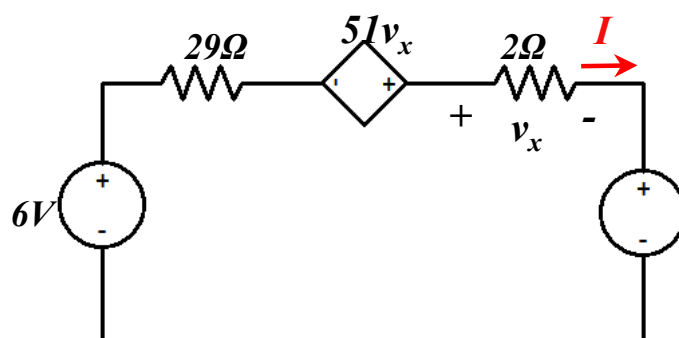
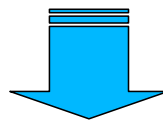


$$-6 + 29I - 51v_x + v_x + 9 = 0$$

$$v_x = 2I$$

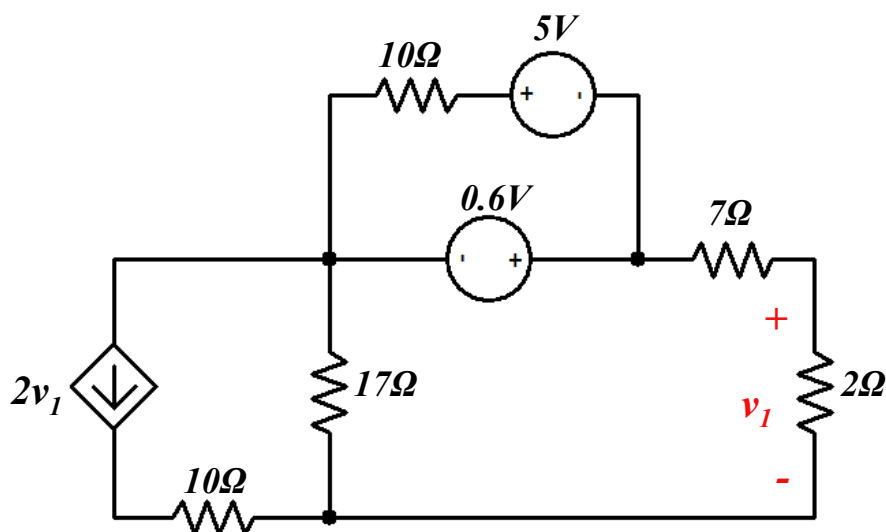
De onde se tira

$$I = 43.2mA$$



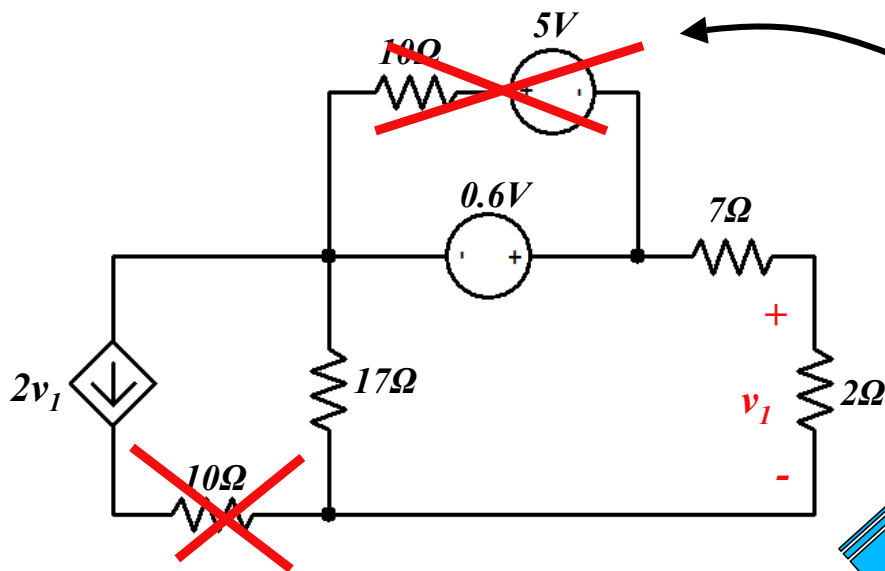
RE1-15

4 – Calcular v_I . Simplificar primeiro o circuito usando transformações de fontes.



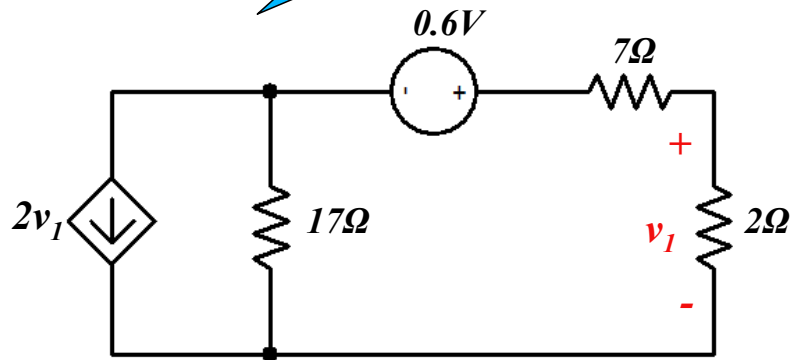
III-10

RE1-16

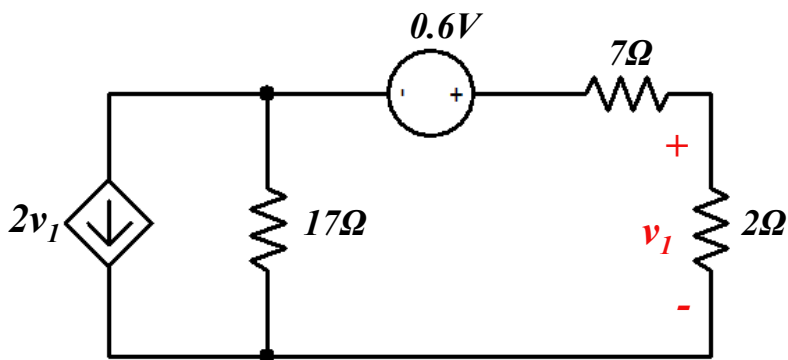


Elementos em paralelo com fontes de tensão não têm influência no circuito!

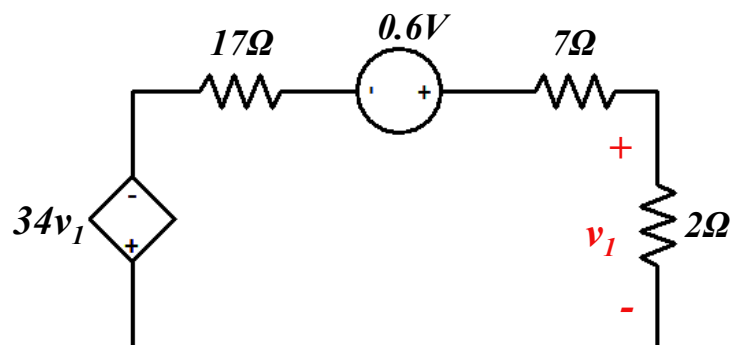
Elementos em série com fontes de corrente não têm influência no circuito!



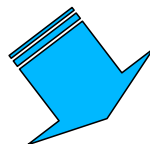
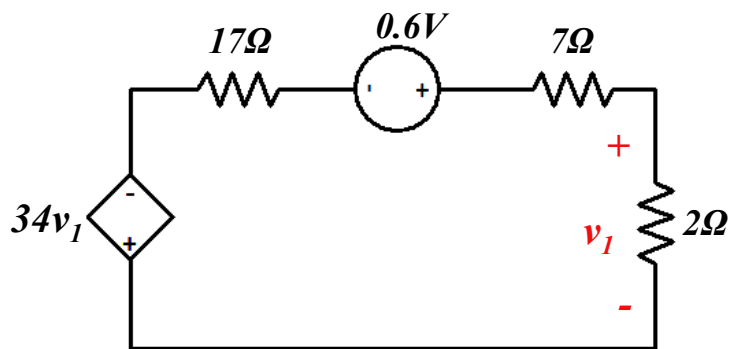
RE1-17



$$(2v_1) \times (17\Omega) = 34v_1$$



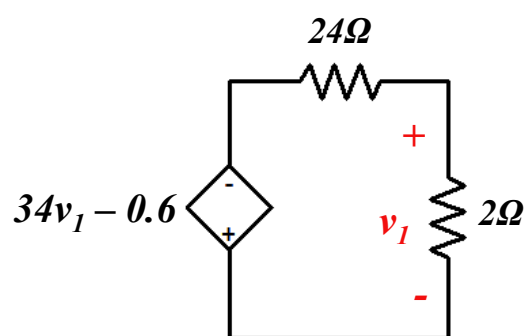
RE1-18



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

Donde

$$v_1 = 12.8mV$$



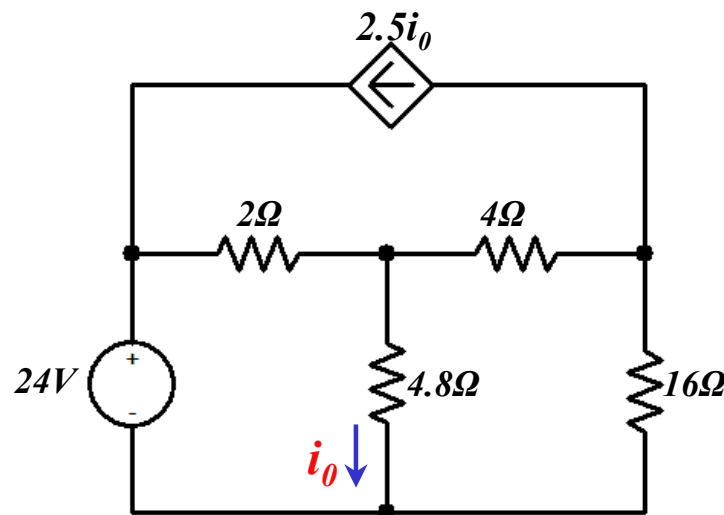
RE1-19

Teorema de Thévenin

RE1-20

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

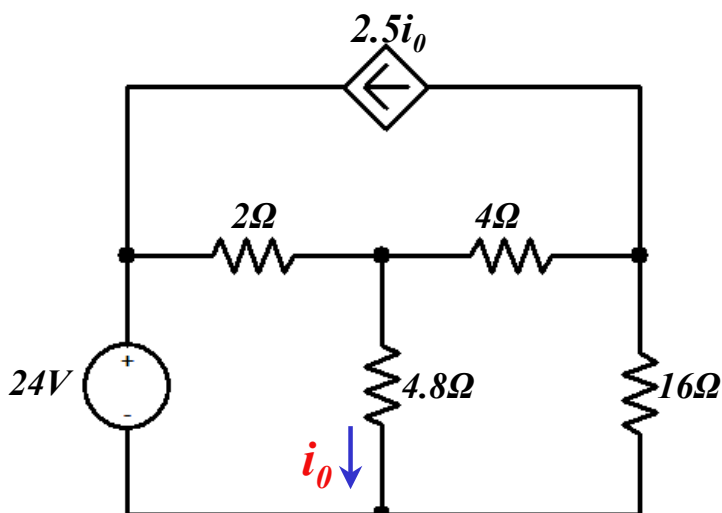
- a) A **resistência interna** do amperímetro;
- b) A **percentagem de erro** introduzida pelo amperímetro na medição.



IV-4

RE1-21

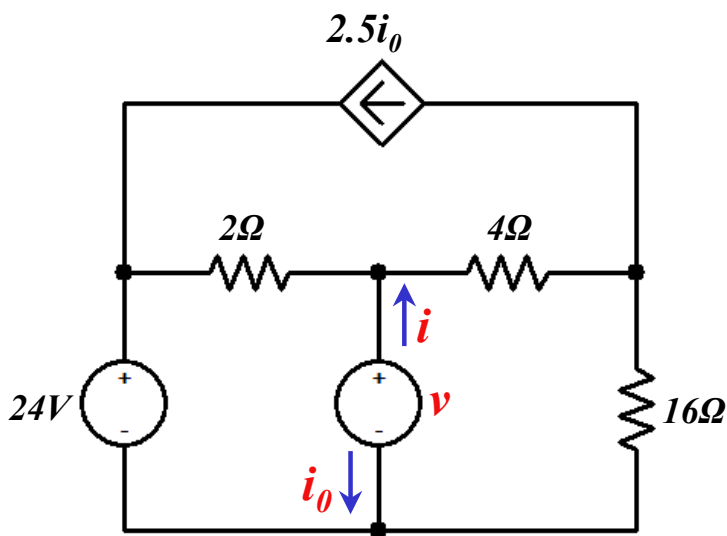
O problema diz respeito ao ramo onde está a resistência de **4.8Ω**, portanto o melhor é começarmos por determinar o **Equivalente de Thévenin** visto por esta resistência.



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 .

RE1-22

Aplicação do Método Universal



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

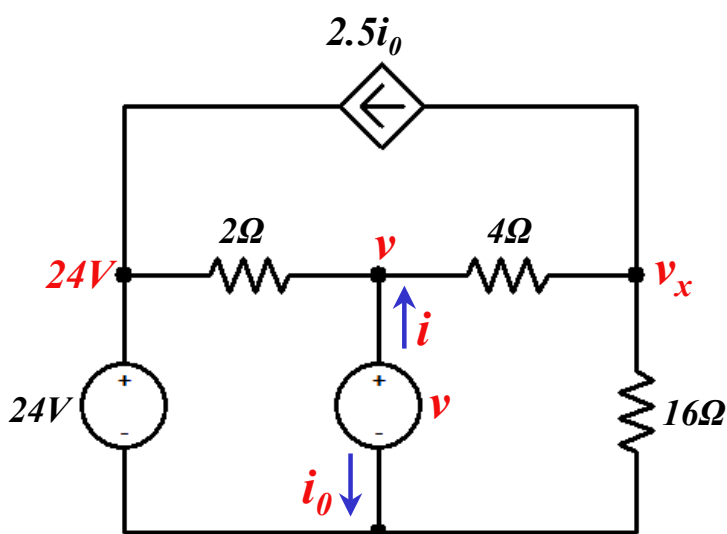
$$v = ai + b$$

● Dos coeficientes a e b concluiremos

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

RE1-23

Usando análise nodal...



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

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

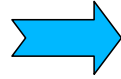
Sabendo que $i_0 = -i$ obtém-se

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

Eliminando v_x , obtemos...

RE1-24

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

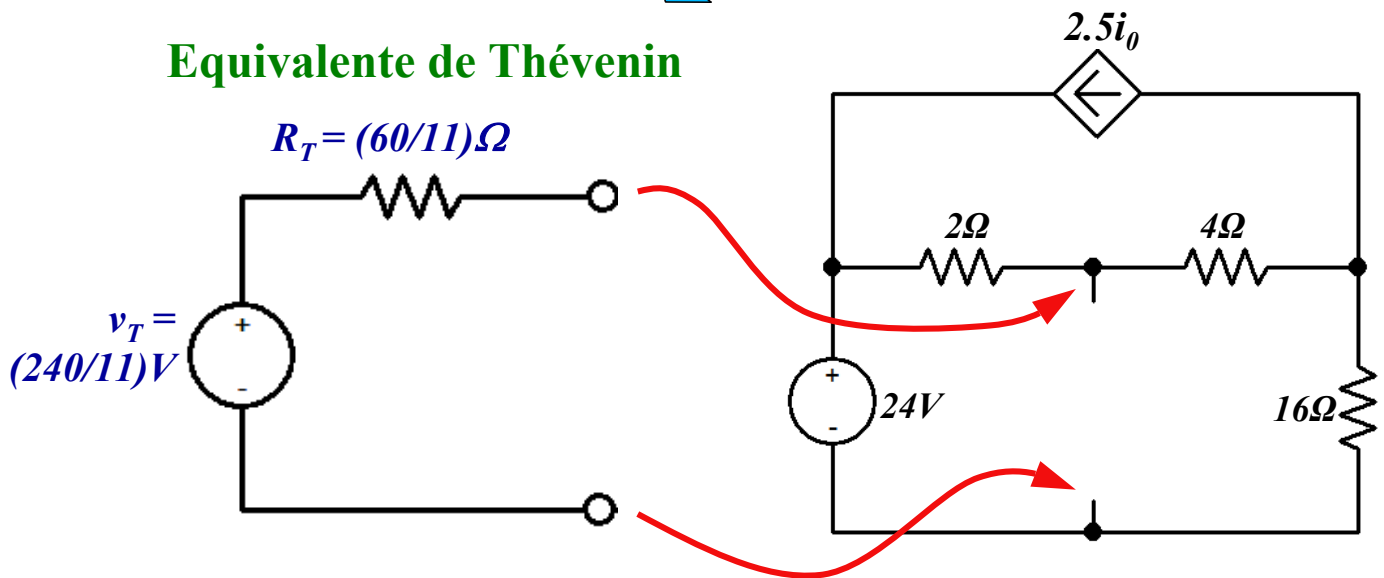


$$v = ai + b$$

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



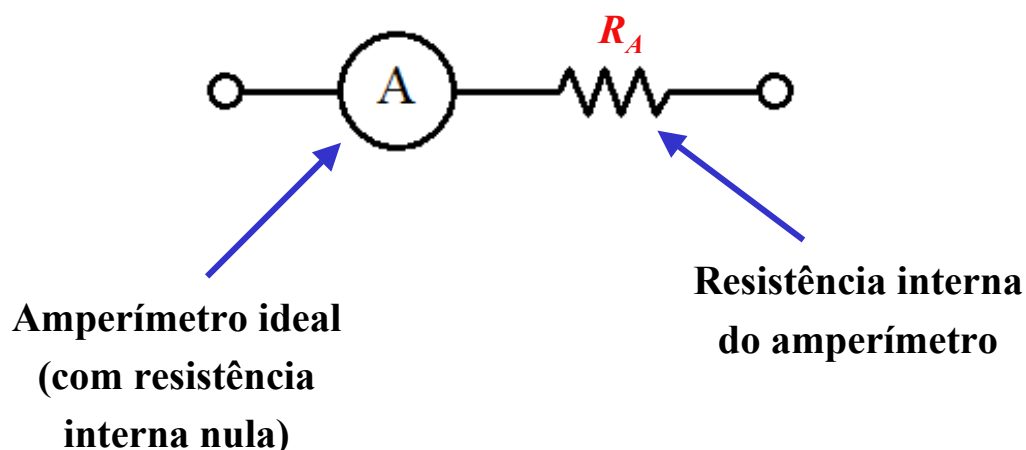
Equivalente de Thévenin



RE1-25

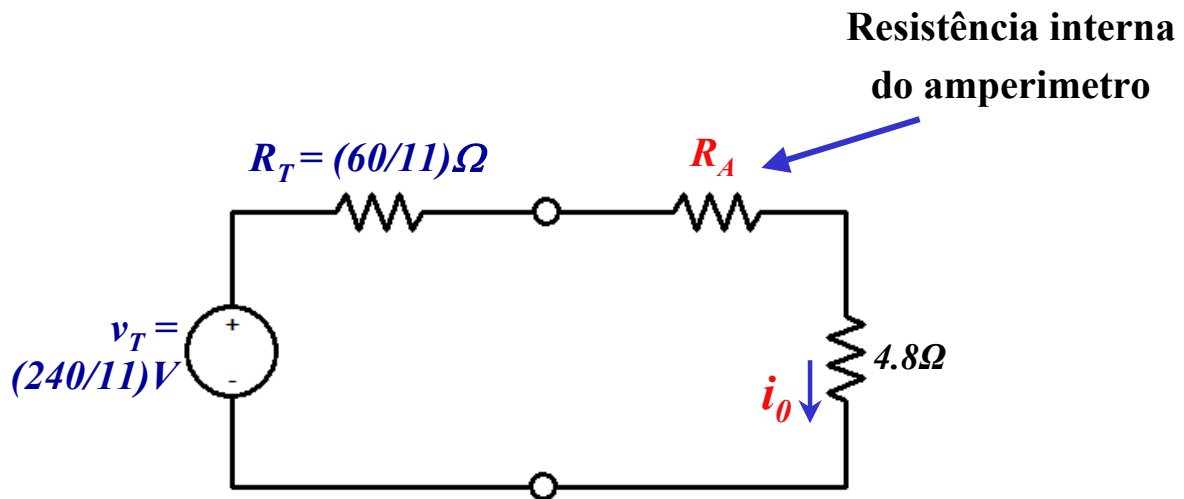
Modelo do amperímetro

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



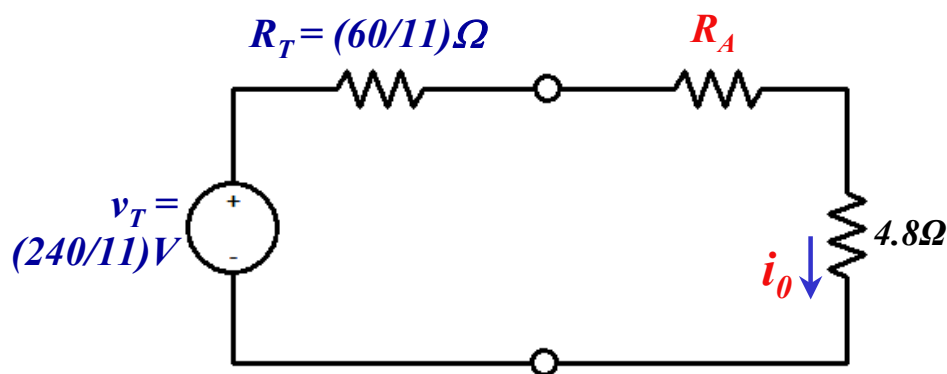
RE1-26

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



RE1-27

a)



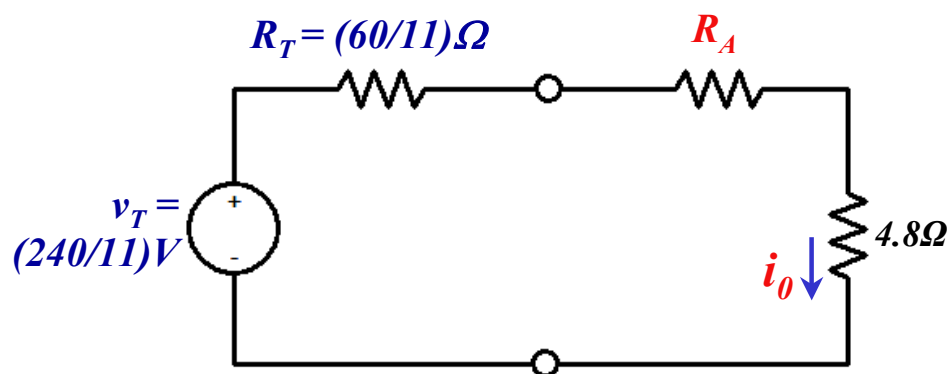
Nestas condições o valor medido de i_0 foi $2.1A$, portanto

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

$$R_A = 135m\Omega$$

RE1-28

b)



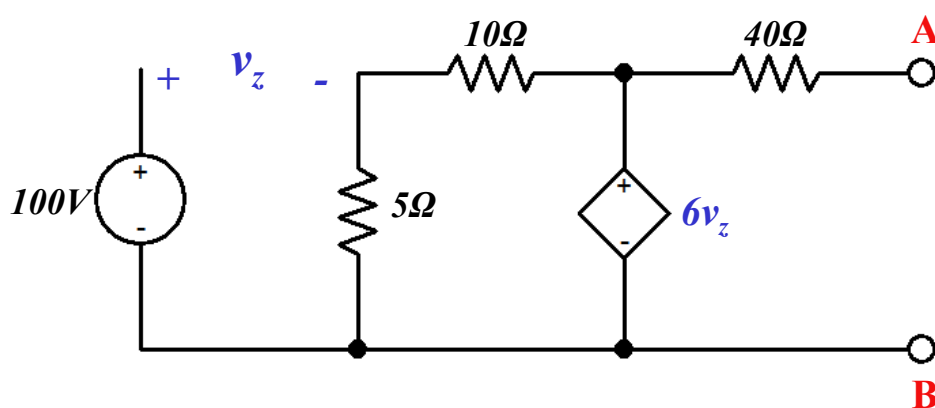
Sem o amperímetro presente no circuito o valor de i_0 seria

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

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

RE1-29

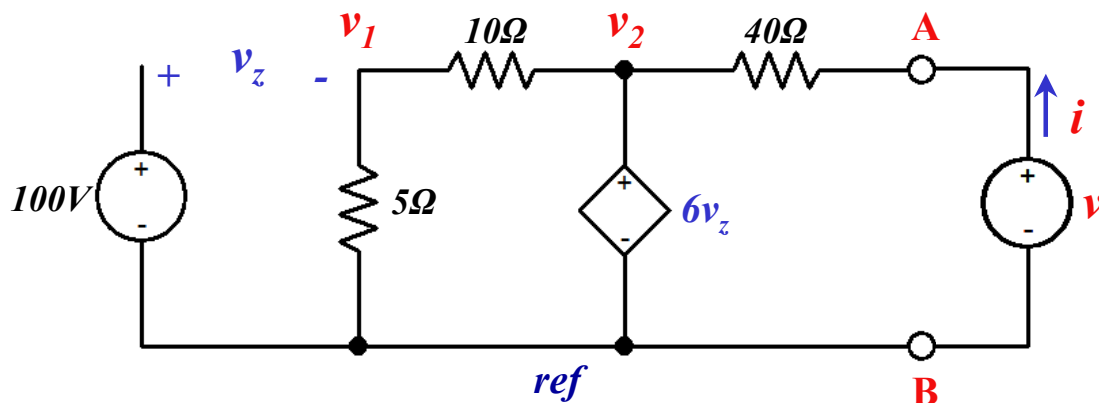
6 – Determine o **equivalente de Thévenin** entre os terminais A e B do circuito.



IV-5

RE1-30

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

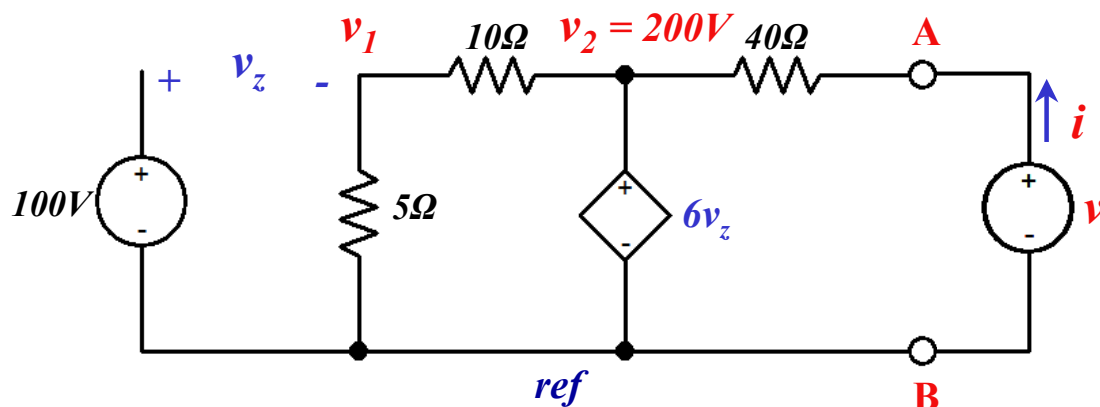


Por um lado: $v_1 = \frac{5}{5+10} v_2 = \frac{v_2}{3}$

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

RE1-31

Conjugando as duas equações obtemos $v_2 = 200V$

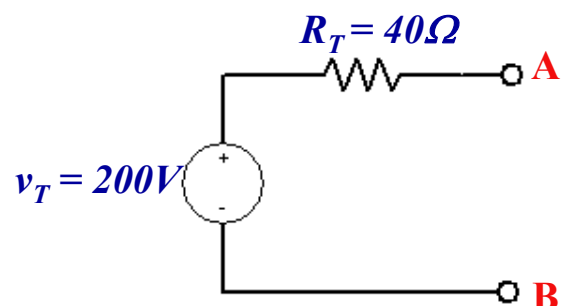


$$i = \frac{v - 200}{40} \Leftrightarrow v = 40i + 200$$

Equivalente de Thévenin

Portanto

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



RE1-32