

LEIS DE KIRCHHOFF – LKC e LKT

1. LKC – Comprovação
2. LKT – Comprovação
3. Análise das equações

As *Leis de Kirchhoff* são assim denominadas em homenagem ao físico alemão Gustav Kirchhoff¹.

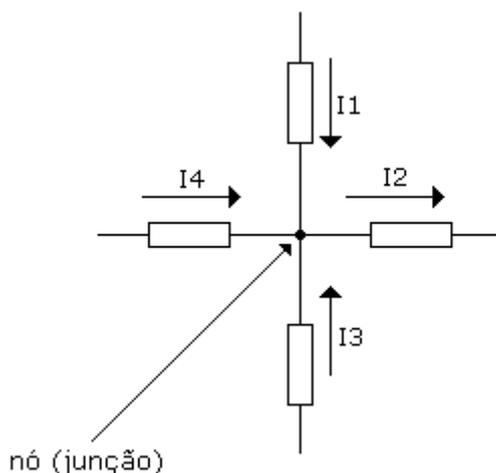
Formuladas em 1845, estas leis são baseadas no Princípio da Conservação da Energia, no Princípio de Conservação da Carga Elétrica e no fato de que o potencial elétrico tem o valor original após qualquer percurso em uma trajetória fechada (sistema não-dissipativo).

LEIS DE KIRCHHOFF PARA CORRENTE – LKC

Também conhecida como *lei dos nós* tem o seguinte enunciado: A soma das correntes que entram na junção é igual a soma das correntes que saem.

$$\sum I = 0$$

Veja o circuito a seguir:



As correntes I1, I3 e I4 estão entrando na junção (nó) e a corrente I2 está saindo.

¹ Gustav Robert Kirchhoff (Königsberg, 12 de março de 1824 — Berlim, 17 de outubro de 1887) foi um físico alemão, com contribuições científicas principalmente no campo dos circuitos elétricos, na espectroscopia, na emissão de radiação dos corpos negros e na teoria da elasticidade (modelo de placas de Kirchhoff). Kirchhoff propôs o nome de "radiação do corpo negro" em 1862.

É o autor de duas leis fundamentais da teoria clássica dos circuitos elétricos e da emissão térmica.

Para escrever a equação, representaremos as correntes que saem da junção com o sinal (-) e as correntes que entram com o sinal (+).

Assim:

$$I1 + (+I3) + (+I4) + (-I2) = 0$$
$$I1 + I3 + I4 - I2 = 0$$

Levando em conta o enunciado, então:

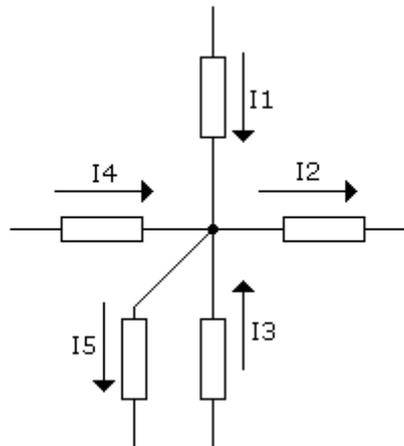
$$I1 + I3 + I4 = I2$$

Pois a soma das correntes que entram deve ser igual a soma das correntes que saem.

EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Calcule o valor da corrente I5, no circuito abaixo, sabendo-se que:

$$I1 = 1A$$
$$I2 = 1,5A$$
$$I3 = 0,5A$$
$$I4 = 2A$$
$$I5 = ?$$



Equação:

$$I1 - I2 + I3 - I5 + I4 = 0$$

$$1 - 1,5 + 0,5 - I5 + 2 = 0$$

$$3,5 - 1,5 - I5 = 0$$

$$2 - I5 = 0$$

$$2 = I5$$

$$I5 = 2A$$

Correntes que entram: $I1, I3, I4 = 1 + 0,5 + 2 = 3,5A$

Correntes que saem: $I2, I5 = 1,5 + 2 = 3,5A$

Isto condiz com o enunciado: Em um nó, a soma das correntes que entram é igual a soma das correntes que saem

LEIS DE KIRCHHOFF PARA TENSÃO – LKT

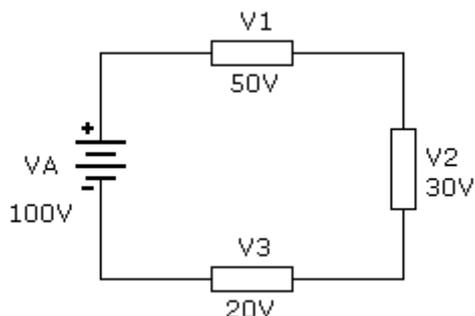
A tensão aplicada a um circuito fechado é igual a soma das quedas de tensão daquele circuito.

A lei de Kirchhoff para tensão ou LKT, é também conhecida como lei das malhas. *A SOMA DAS TENSÕES EM UMA MALHA FECHADA, SEJAM ELAS ORIUNDAS DE BIPOLOS GERADORES OU RECEPTORES É IGUAL A ZERO.*

$$\sum E = 0$$

Vejam os circuitos abaixo, segundo LKT.

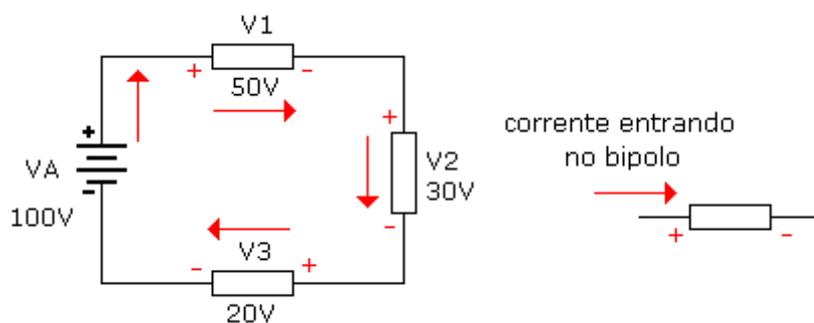
Circuito 1



Escrevendo a equação:

O primeiro passo é polarizar o circuito. Adotaremos *sempre* como padrão a corrente no sentido horário (do + para o -).

A corrente do (+) para o (-), representa o sentido de corrente convencional.



Padronizaremos com o sinal de (+) para representar a corrente entrando no bipolo receptor, e com o sinal de (-) a corrente saindo desse bipolo, conforme ilustra a figura acima.

Escrevendo a equação:

$$\begin{aligned} VA - V1 - V2 - V3 &= 0 \\ 100 - 50 - 30 - 20 &= 0 \end{aligned}$$

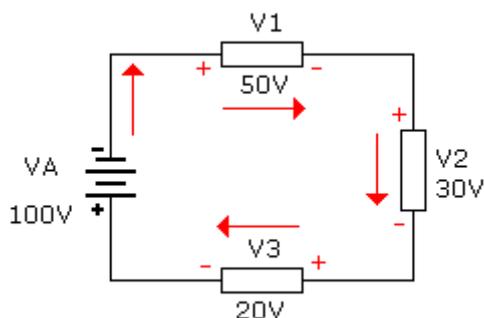
Neste caso o circuito possui uma fonte de tensão DC (bipolo gerador) e 3 resistores (bipolos receptores), daí então: a soma das tensões nos bipolos receptores é igual a soma das tensões nos bipolos geradores.

Como temos apenas um bipolo gerador, então:

$$V_A = V_1 + V_2 + V_3$$

$$100V = 50V + 30V + 20V$$

$$100V = 100V$$



Caso a bateria VA estivesse invertida conforme ilustra a figura:

$$- V_A = V_1 + V_2 + V_3$$

$$- 100V = 50V + 30V + 20V$$

$$- 100V = 100V$$

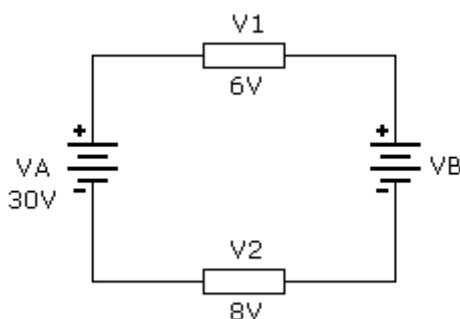
Observa-se que a equação não zera, pois $-100V$ é diferente de $100V$.

Quando isto ocorre, é preciso inverter a bateria, pois estamos adotando como padrão o sentido horário da corrente (do + para o -).

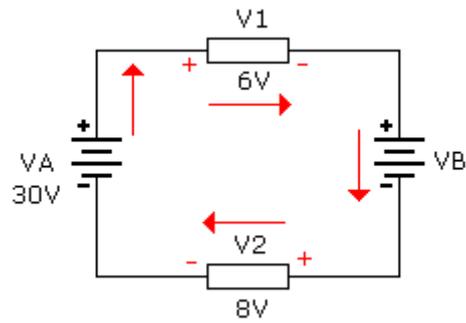
Se a bateria não for invertida, teremos que repolarizar o circuito porém no sentido anti-horário.

Circuito 2

Calcular o valor da tensão V_B no circuito abaixo:



Polarizando o circuito:



A equação do circuito fica assim:

$$V_A - V_1 - V_B - V_2 = 0$$

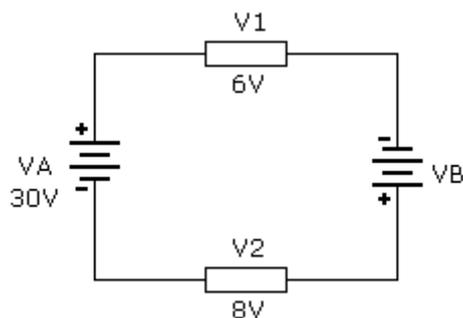
$$30 - 6 - V_B - 8 = 0$$

$$16 - V_B = 0 \rightarrow V_B = 16V$$

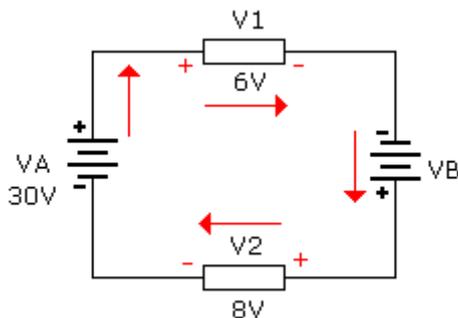
Ao inverter a bateria VB não deverá ser invertida a polarização, ou seja, o sentido de polarização será sempre no sentido horário (que adotamos), pouco importando a posição das baterias.

Vejamos o circuito abaixo para melhor elucidação.

Calcular o valor da tensão VB (observe que a bateria VB está invertida em relação ao circuito anterior):



Polarizando o circuito:



A equação do circuito fica assim:

$$V_A - V_1 - (-V_B) - V_2 = 0$$

$$30 - 6 + V_B - 8 = 0$$

$$16 + V_B = 0 \rightarrow V_B = -16V$$

Como o resultado de V_B é negativo, isto implica que a bateria deve ser invertida, pois o circuito não irá zerar, daí então, a bateria V_B deve estar com a polaridade positiva apontada para cima.

Comprovando:

V_B (com a polaridade negativa apontada para cima):

$$V_A - V_1 + V_B - V_2 = 0$$

$$30 - 6 + 16 - 8 = 0$$

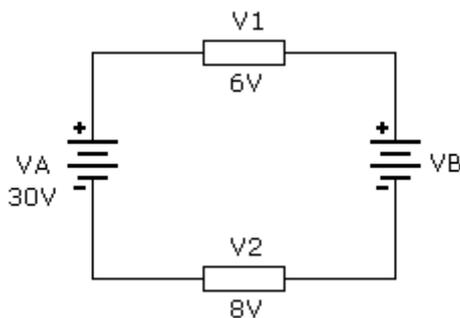
$$46 - 14 = 0 \text{ (não satisfaz a LKT)}$$

Invertendo a bateria (V_B com a polaridade positiva apontada para cima):

$$30 - 6 - 16 - 8 = 0$$

$$30 - 30 = 0 \text{ (satisfaz a LKT)}$$

Conclusão: LKT somente é válida com a bateria V_B com seu polo positivo apontado para cima, conforme ilustra o circuito abaixo:



EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

1) Dada a equação: $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 - I_6 = 0$

Sabendo-se que:

$$I_1 = 2A$$

$$I_2 = 1A$$

$$I_3 = 0,5A$$

$$I_5 = 1,2A$$

$$I_6 = 0,8A$$

Qual é o valor da corrente I_4 ?

2) Dada a equação: $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 - I_6 + I_7 = 0$

Sabendo-se que:

$I_1 = 200\text{mA}$

$I_2 = 40\text{mA}$

$I_3 = 0,05\text{A}$

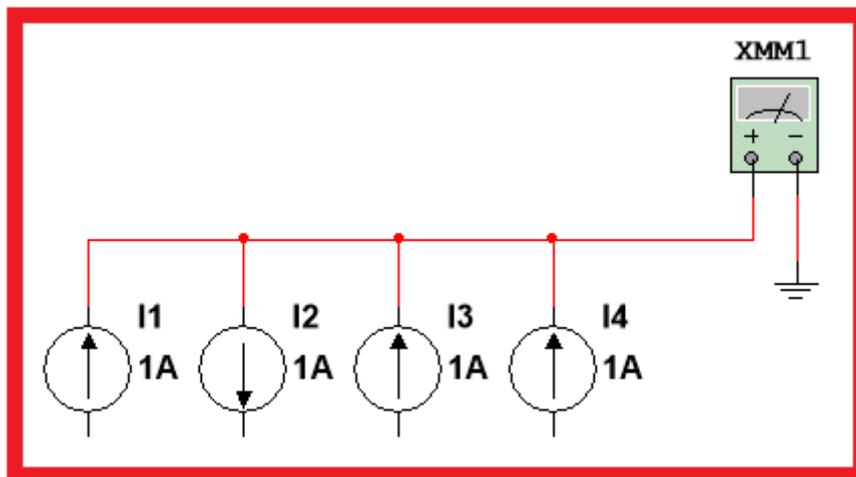
$I_4 = 12\text{mA}$

$I_6 = 0,3\text{A}$

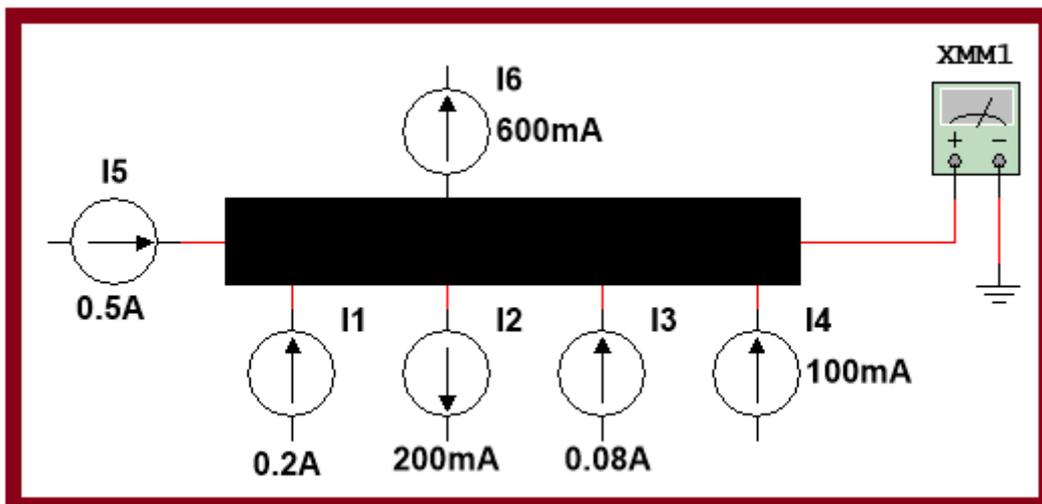
$I_7 = 95\text{mA}$

Qual é o valor da corrente I_5 ?

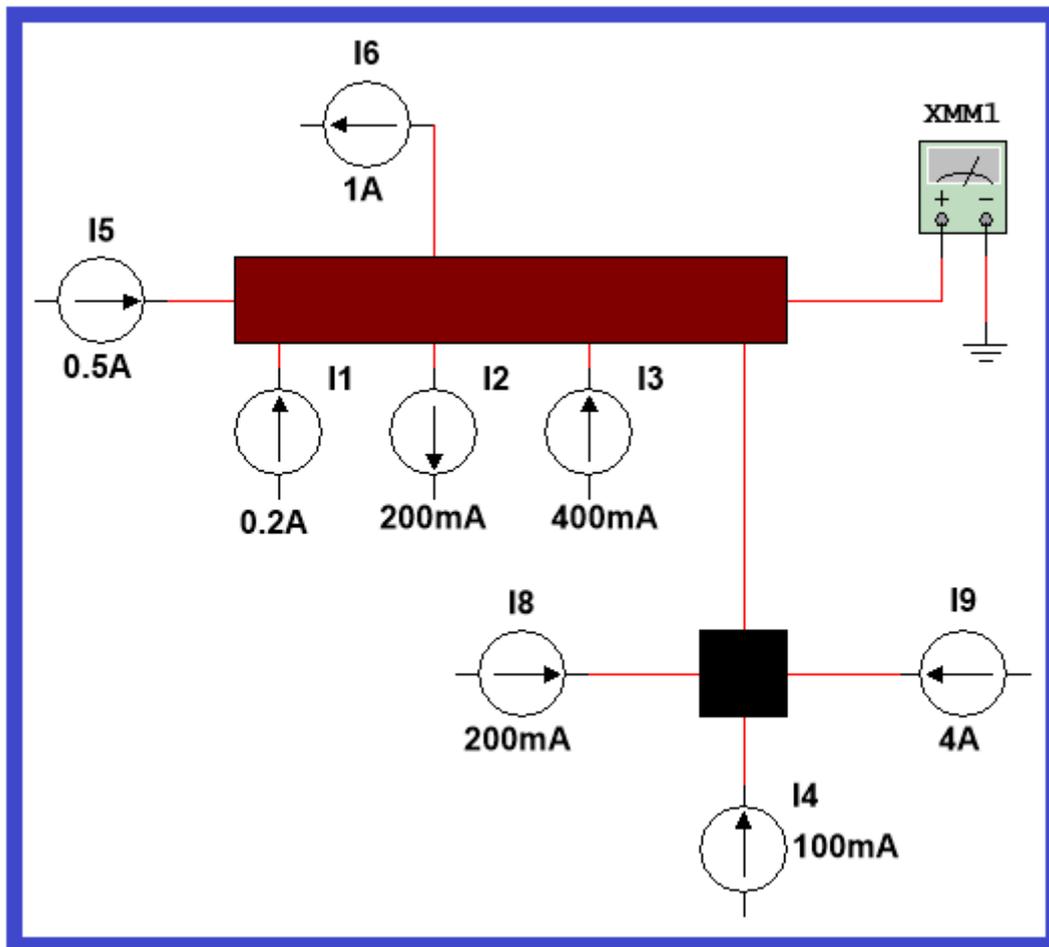
3) Qual a corrente que o amperímetro indicará no circuito abaixo?



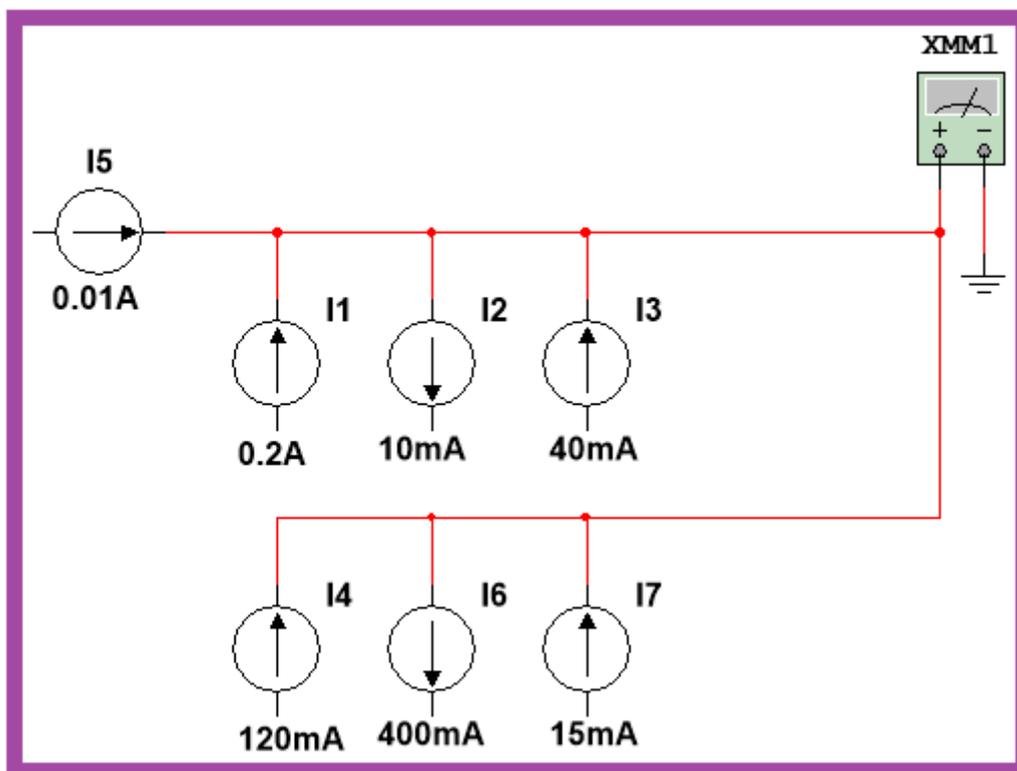
4) Qual a corrente que amperímetro indicará no circuito abaixo?



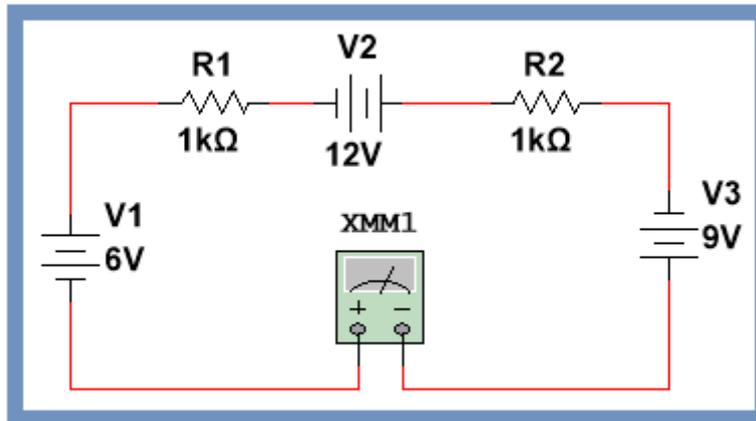
5) Qual a corrente que amperímetro indicará no circuito a seguir?



6) Qual a corrente que amperímetro indicará no circuito abaixo?

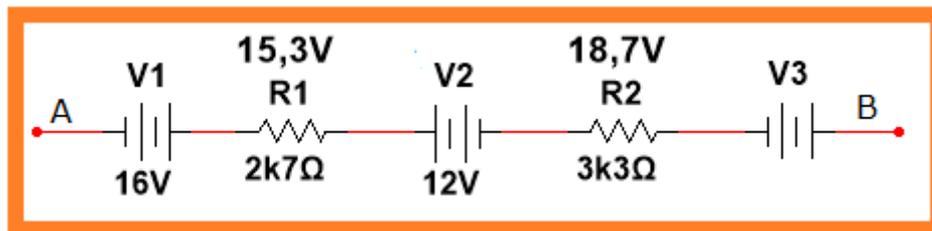


7) Qual o valor de tensão que o voltímetro mostrará?

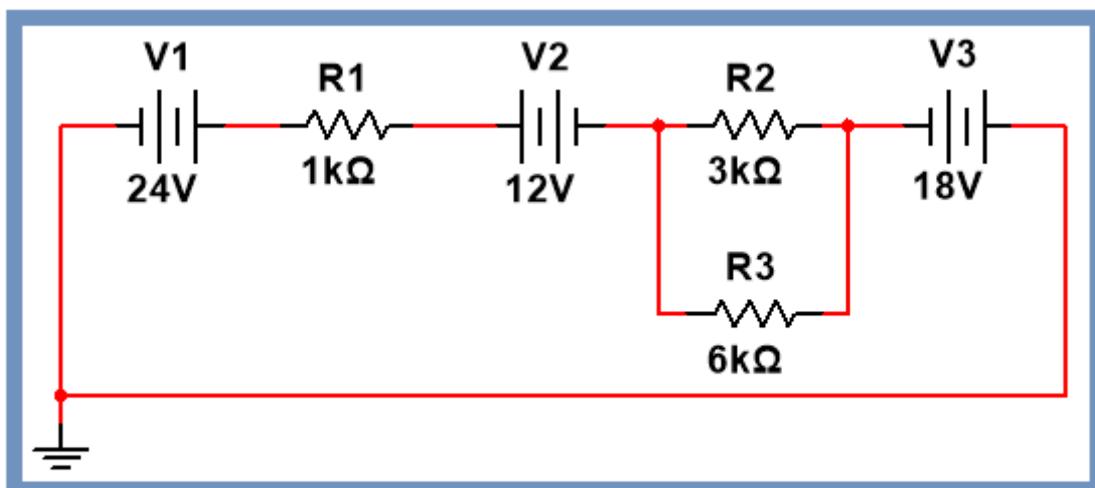


8) Qual deve ser o valor de V3 para satisfazer a equação:

$$V1 - VR1 - V2 - VR2 - (-V3) = 0 ?$$



9) Calcule a tensão nos extremos de R1



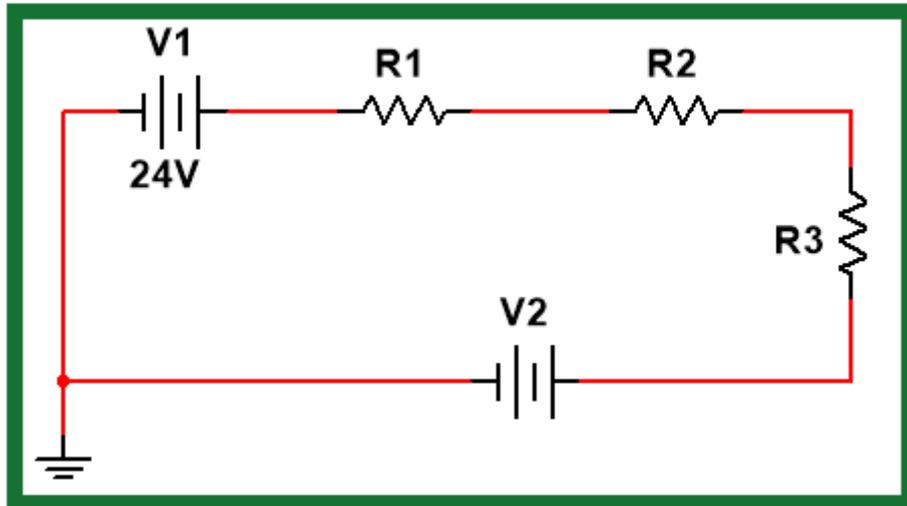
10) Na equação abaixo, qual deve ser o valor de V1?

$$V1 + 12V - 22V - 16V + 18V - 15V = 0$$

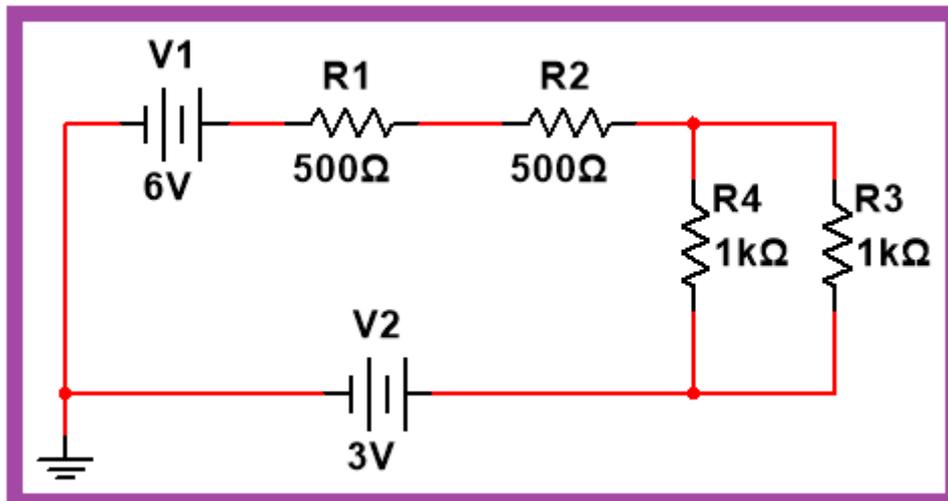
11) No circuito a seguir qual deve ser o valor de V2, sabendo-se que:

$$\begin{aligned} VR1 &= 5,95V \\ VR2 &= 4,25V \end{aligned}$$

$$VR3 = 6,8V$$



12) Qual é a tensão nos extremos de R2 no circuito abaixo?



RESPOSTAS:

- 1) 1,9A
- 2) 7mA
- 3) 2A
- 4) 80mA
- 5) 4,2A
- 6) - 25mA
- 7) - 13,5mA
- 8) 30V
- 9) 10V
- 10) 23V
- 11) 7V
- 12) 1V