

## 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 Kirchhoff<sup>1</sup>.

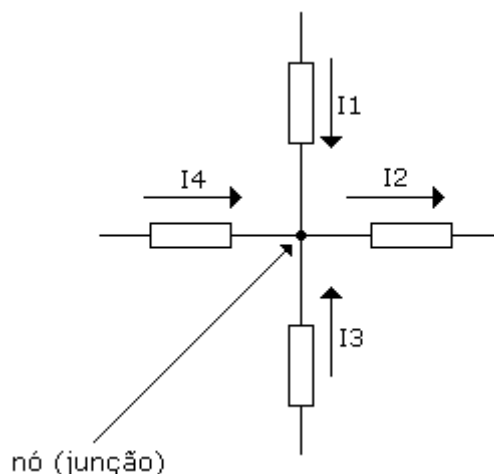
Formuladas em 1845, estas leis são baseadas no Princípio da Conservação da Energia, no Princípio de Conservação da Carga Elétrica e no fato de que o potencial elétrico tem o valor original após qualquer percurso em uma trajetória fechada (sistema não-dissipativo).

### 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.

---

<sup>1</sup> 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:

$$I_1 + (+I_3) + (+I_4) + (-I_2) = 0$$
$$I_1 + I_3 + I_4 - I_2 = 0$$

Levando em conta o enunciado, então:

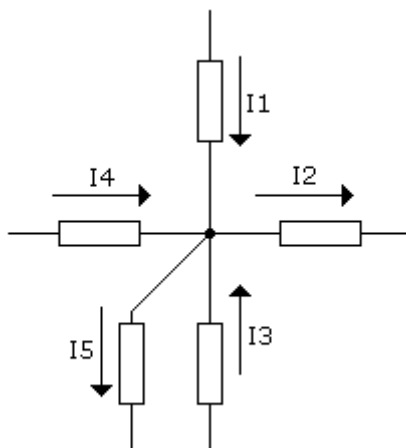
$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2$$

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

### EXERCÍCIO RESOLVIDO:

Calcule o valor da corrente  $I_5$ , no circuito abaixo, sabendo-se que:

$$I_1 = 1A$$
$$I_2 = 1,5A$$
$$I_3 = 0,5A$$
$$I_4 = 2A$$
$$I_5 = ?$$



Equação:

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_5 + I_4 = 0$$

$$1 - 1,5 + 0,5 - I_5 + 2 = 0$$

$$3,5 - 1,5 - I_5 = 0$$

$$2 - I_5 = 0$$

$$2 = I_5$$

$$I_5 = 2A$$

Correntes que entram:  $I_1, I_3, I_4 = 1 + 0,5 + 2 = 3,5A$

Correntes que saem:  $I_2, I_5 = 1,5 + 2 = 3,5A$

*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

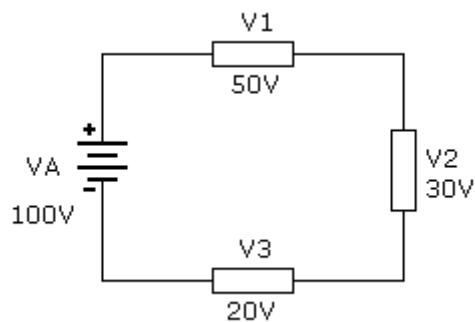
A tensão aplicada a um circuito fechado é igual a soma das quedas de tensão daquele circuito.

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.*

$$\sum E = 0$$

Vejamos a equação dos circuitos abaixo, segundo LKT.

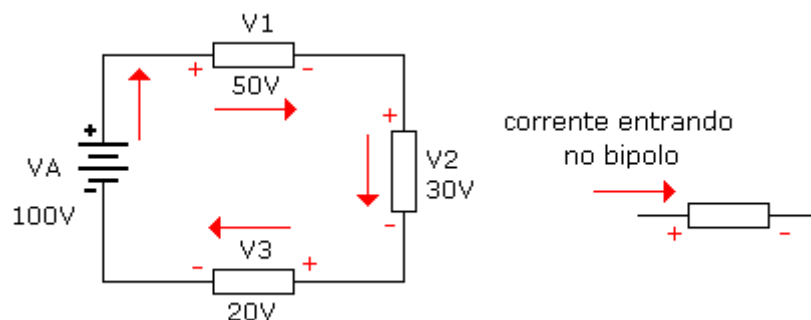
### Circuito 1



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:

$$\begin{aligned} V_A - V_1 - V_2 - V_3 &= 0 \\ 100 - 50 - 30 - 20 &= 0 \end{aligned}$$

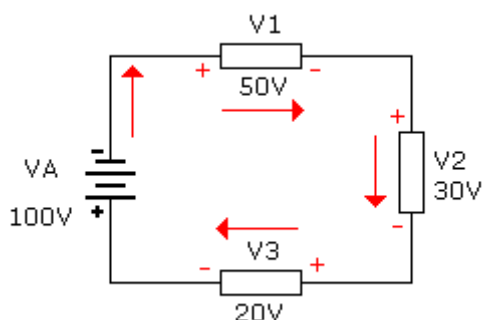
Neste caso o circuito possui uma fonte de tensão DC (bipolo gerador) e 3 resistores (bipolos receptores), daí então: a soma das tensões nos bipolos receptores é igual a soma das tensões nos bipolos geradores.

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:

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

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

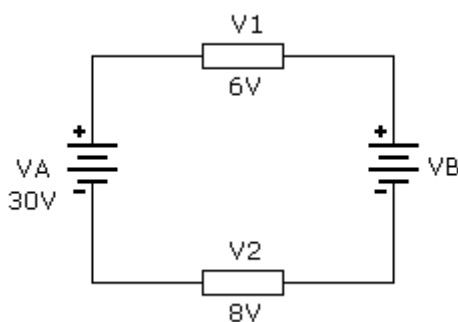
$$- 100V = 100V$$

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 -).

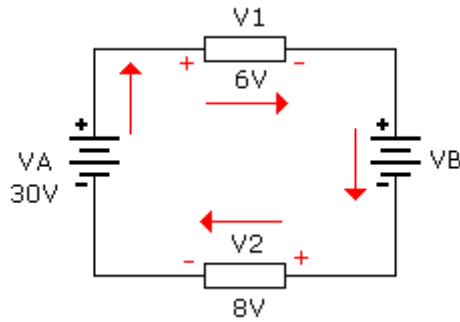
Se a bateria não for invertida, teremos que repolarizar o circuito porém no sentido anti-horário.

### Circuito 2

Calcular o valor da tensão VB no circuito abaixo:



Polarizando o circuito:



A equação do circuito fica assim:

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

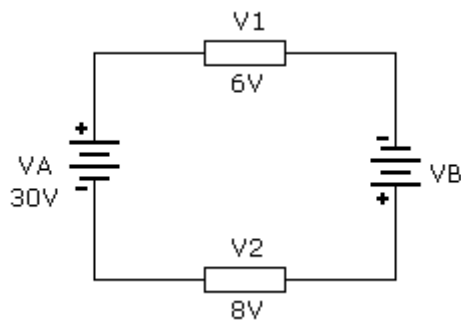
$$30 - 6 - V_B - 8 = 0$$

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

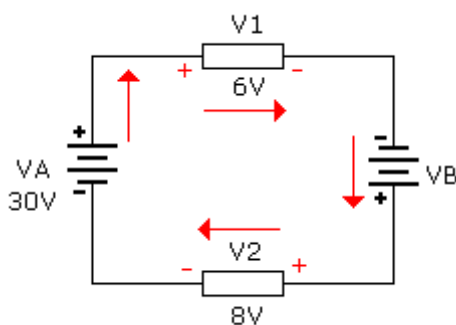
Ao inverter a bateria VB não deverá ser invertida a polarização, ou seja, o sentido de polarização será sempre no sentido horário (que adotamos), pouco importando a posição das baterias.

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):

$$\begin{aligned} V_A - V_1 + V_B - V_2 &= 0 \\ 30 - 6 + 16 - 8 &= 0 \end{aligned}$$

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

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:

