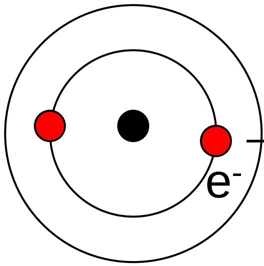
CIRCUITOS ELÉTRICOS

CONCEITOS BÁSICOS

Prof. Marcos Fergütz

FEVEREIRO/2026

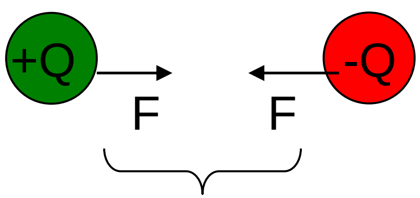
- Carga Elétrica (Q, q) [Unidade: Coulomb C]



Quando se fornece ou retira energia do elétron (e^-), pode-se movimentá-lo por entre as camadas (K, L, M, N...). No limite, pode-se fornecer energia suficiente para que o elétron se desprenda do átomo, gerando uma carga negativa, o elétron, e uma carga positiva, representado pelo íon composto pelo átomo desequilibrado em sua composição.

exa	peta	tera	giga	mega	kilo		mili	micro	nano	pico	fento	ato
10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^{9}	10^{6}	10^{3}	10^{0}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}
E	**P**	**T**	**G**	**M**	**k**		**m**	**μ**	**n**	**p**	**f**	**a**

- Experiência de Coulomb



$F = 10^{-7} x c^{2}$ => $|Q| = 1C$

Onde c é a velocidade da luz

$1C = 6{,}24x10^{18}\ e^-$

$e^- = 1{,}602x10^{-19}$ C

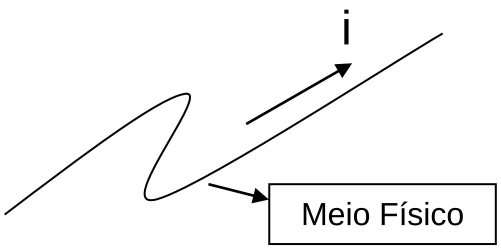
Eletrostática ➔ Cargas em equilíbrio.

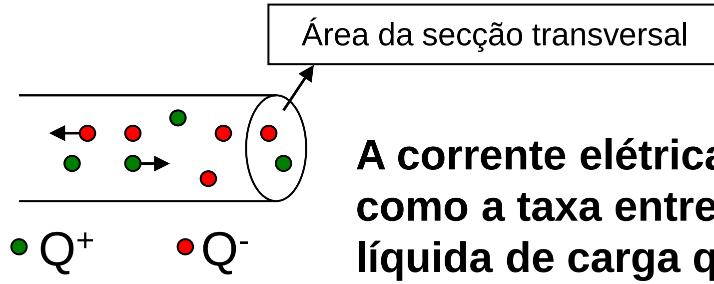
Eletrodinâmica ➔ Cargas em movimento

- Transferência de energia;
- Transferência de informação.

- Corrente Elétrica (I, i) [Unidade: Ampere A]

Corrente será a definida pelo movimento de cargas em um meio físico.

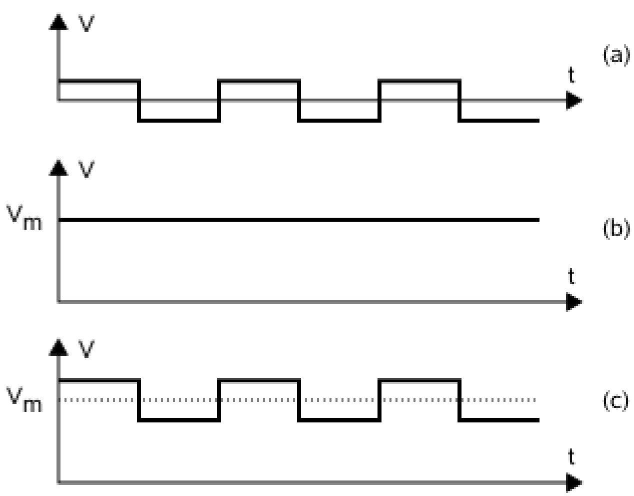




A corrente elétrica será definida como a taxa entre a variação líquida de carga que atravessa uma secção transversal do meio físico em um determinado período de tempo, ou seja:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \left(A = \frac{C}{s} \right), \text{ no limite } \Rightarrow \quad i = \lim_{t \to 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t}, \quad \text{assim} \Rightarrow \quad i = \frac{dq}{dt} \quad \text{ou} \quad q = \int i.dt$$

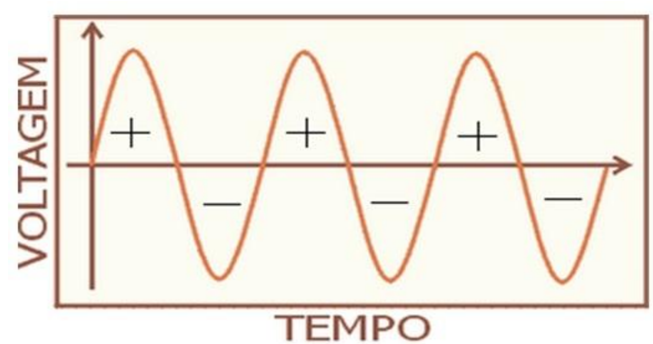
- Tipos de Correntes



Alternada

Contínua

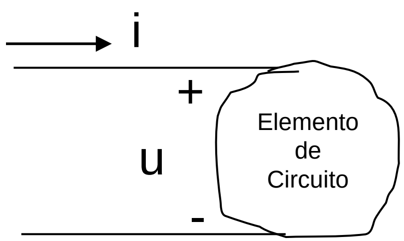
Contínua pulsante



Fonte: www.google.com/imagens

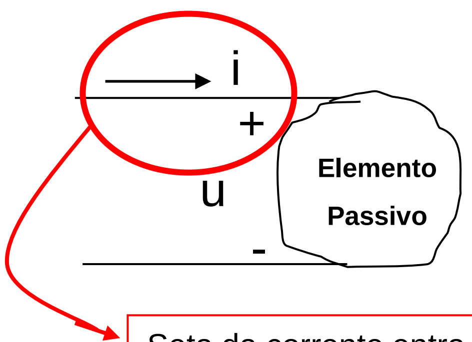
- Diferença de Potencial (U, u) [Unidade: Volt V]

O movimento de cargas acarreta em realização de trabalho, ou seja, em dispêndio de energia. Assim, para uma carga se deslocar de um determinado ponto a outro, deverá receber ou perder energia, tal qual a ideia para deslocamento do elétron dentro de um átomo.

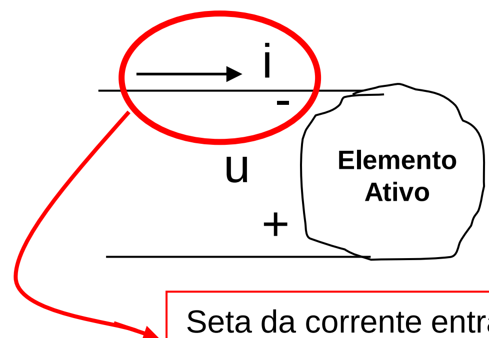


Uma vez que a energia é despendida pela carga, então:

$$V = \frac{J}{C}$$



Seta da corrente entra no terminal positivo da tensão, diz-se que o elemento tem polarização de elemento passivo.



Seta da corrente entra no terminal negativo da tensão, diz-se que o elemento tem polarização de elemento ativo.

Elemento Passivo ➔ Absorve Energia

Elemento Ativo ➔ Fornece Energia

- Potência (P, p)   [Unidade: Watt W]

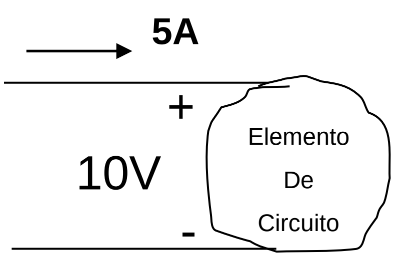
• Capacidade de transferir energia ao longo do tempo.

$$\frac{C}{s} \text{ x } \frac{J}{C} = \frac{J}{s} = \mathrm{W}, \text{ então, } \quad P = UxI$$

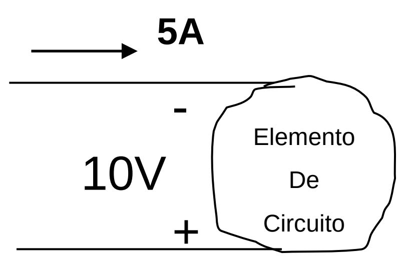
- Energia (E, e) [Unidade: Joule J]

$$\mathrm{E} = Pxt$$

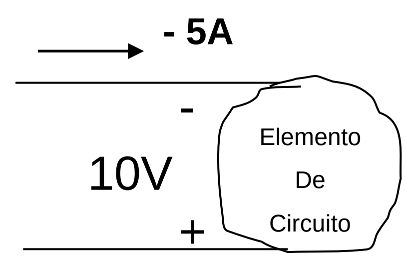
- Exemplos



$\mathrm{P} = 10x5 = 50W(abs)$

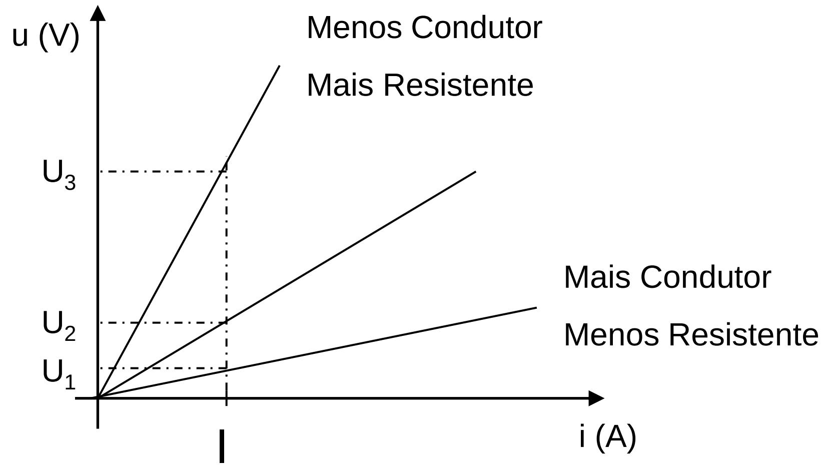


$\mathrm{P} = 10x5 = 50W(\,forn)$



$\mathrm{P} = 10x(-5) = -50W(\,forn) = 50W(abs)$

- Lei de OHM



A experiência levou OHM a concluir que:

$$U \, \alpha \, I$$

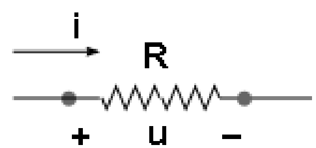
Portanto, haveria uma constante de proporcionalidade para definir:

$$U = \mathrm{R} \times I$$

RESISTÊNCIA

- Elementos de Circuitos

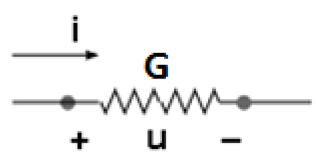
• Resistor [R] Unidade: OHM (Ω) ➔



$$U = \mathrm{R} \times I \qquad \mathrm{P} = U \times I = R \times I^2 = \frac{U^2}{R}$$

❖ Condutância [G] Unidade SIEMENS (S)

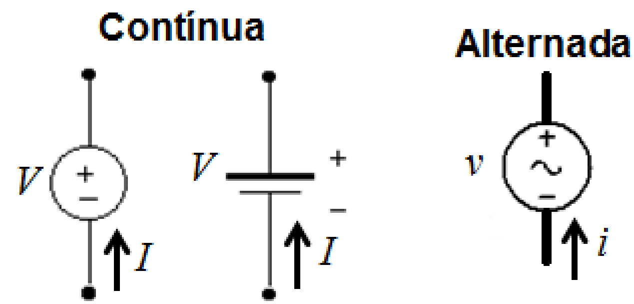
$$G = \frac{1}{R}$$



$$I = G \times U$$

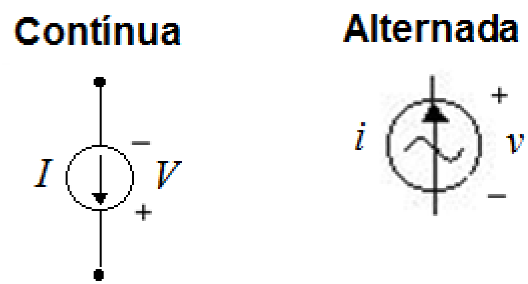
- Fontes de Tensão Independentes:

A Tensão é independente da corrente que circula pela fonte.

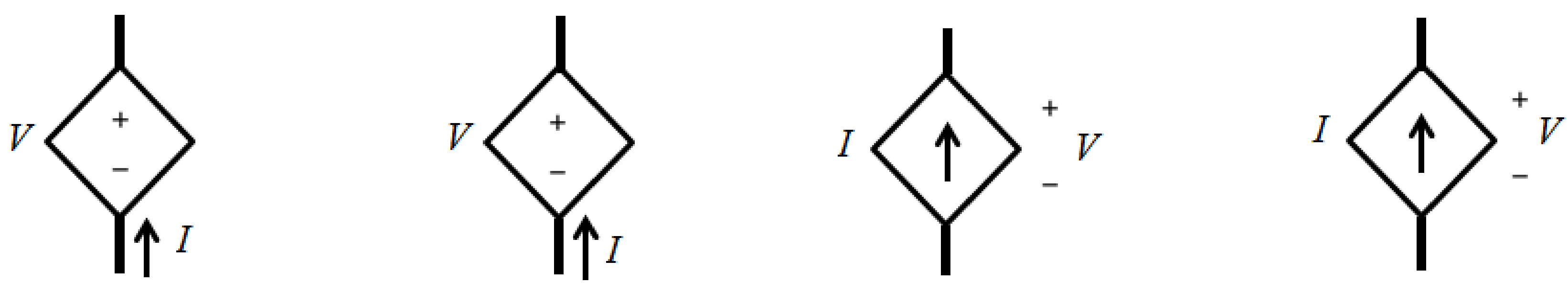


- Fontes de Corrente Independentes:

A Corrente é independente da Tensão aplicada à fonte.



- Fontes Dependentes:

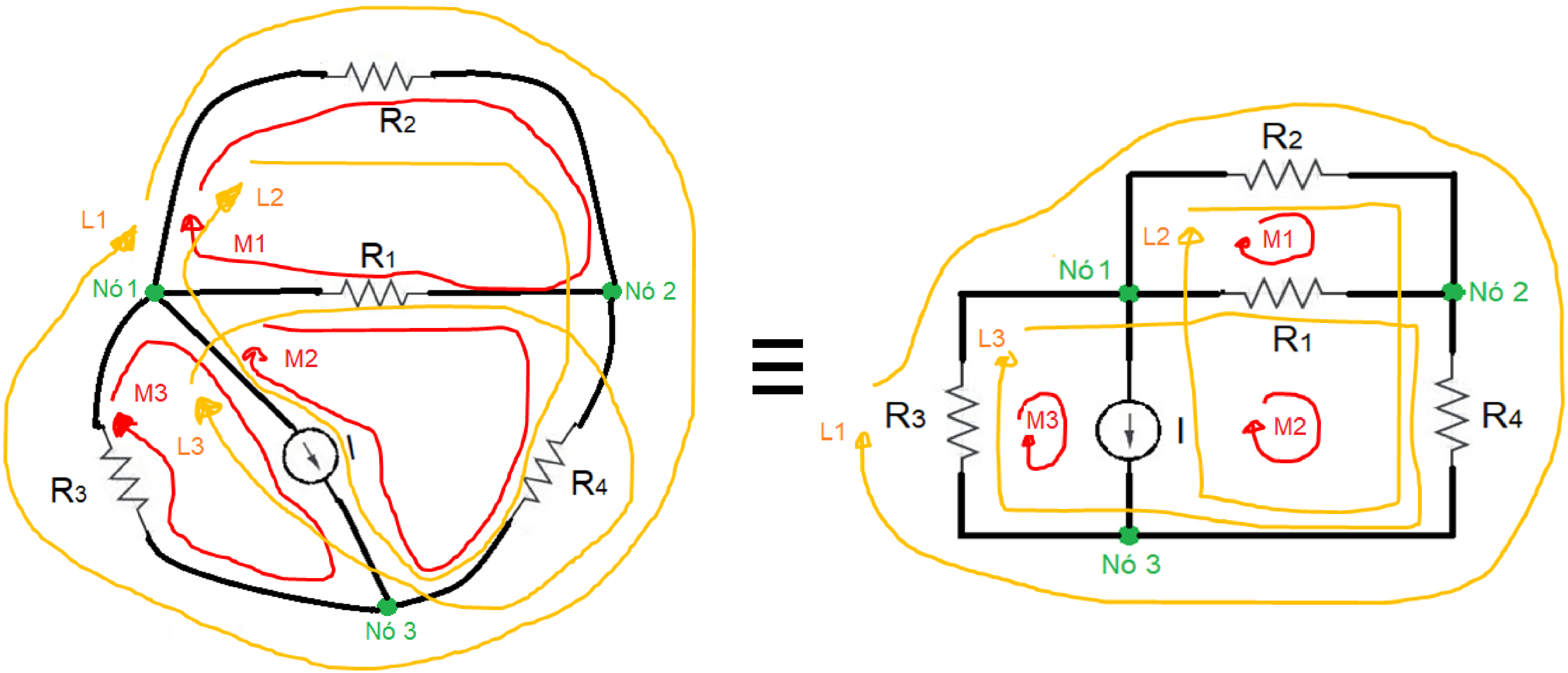


$V = \alpha x V_x$ $\quad$ $V = \beta x I_y$ $\quad$ $I = \gamma x I_Z$ $\quad$ $I = \varphi x V_y$

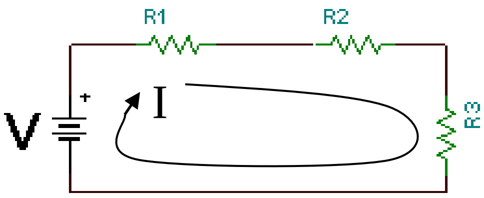
β = Transresistência $\quad$ ***φ = Transcondutância***

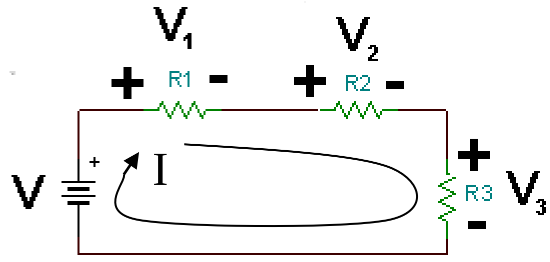
DEFINIÇÕES BÁSICAS

- Rede: interconexão de elementos de circuito;
- Circuito: interconexão de elementos de circuito que tem ao menos um laço;
- Laço: caminho fechado que permite a circulação de corrente;
- Malha: laço que não contém outro laço interno;
- Nó: ponto de união entre dois ou mais componentes de circuito;
- Ramo: caminho único que interliga um nó a um outro qualquer.



- Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT) – Circuito com uma malha





LKT ➔ $\sum_{i=1}^{n} V_i = 0$

$$+V_1 + V_2 + V_3 - V = 0 \Rightarrow \quad +V_1 + V_2 + V_3 = V$$, Sabendo que: $\begin{cases} V_1 = R_1 \times I \\ V_2 = R_2 \times I \\ V_3 = R_3 \times I \end{cases}$

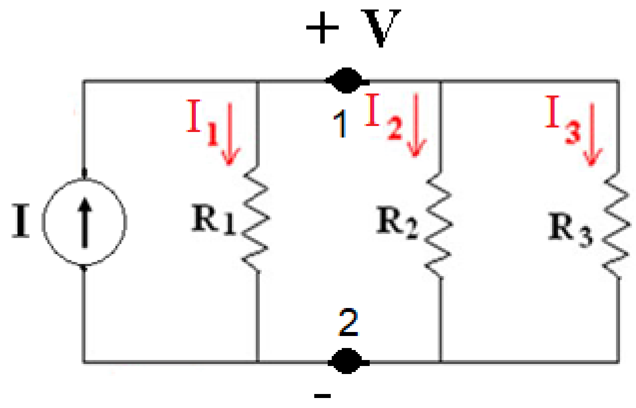
então, $R_1 \times I + R_2 \times I + R_3 \times I = V \Rightarrow \underbrace{(R_1 + R_2 + R_3)}_{R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3} \times I = V \Rightarrow$

Portanto, $R_{eq} \times I = V \Rightarrow \quad I = \dfrac{V}{R_{eq}}$

• Associação Série de Resistores implica em todos os elementos estarem sendo percorridos pela mesma corrente, portanto:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n = \sum_{i=1}^{n} R_i$$

- Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC) – Circuito com um par de nó



LKC ➔ $$\sum_{j=1}^{n} I_j = 0$$

$$+I_1 + I_2 + I_3 - I = 0 \Rightarrow \qquad I_1 + I_2 + I_3 = I$$

, Sabendo que: $\begin{cases} I_1 = V/R_1 \\ I_2 = V/R_2 \\ I_3 = V/R_3 \end{cases}$

então, $$V/R_1 + V/R_2 + V/R_3 = I \Rightarrow (\underbrace{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3}_{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}) \times V = I \Rightarrow$$

Portanto, $$I = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow V = R_{eq} \times I$$

• Associação Paralela de Resistores implica em todos os elementos estarem sujeitos a uma mesma diferença de potencial (tensão), portanto:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{R_i}$$

Obs.: para 2 resistores em paralelo, temos: $$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Para Condutâncias, temos: $$\boldsymbol{G = \frac{1}{R}}$$

- Associação Série

Sendo: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n = \sum_{i=1}^{n} R_i$, então:

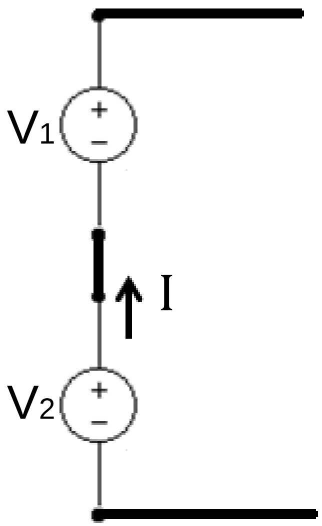
$$\frac{1}{G_{eq}} = \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} + \frac{1}{G_3} + \ldots + \frac{1}{G_n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{G_i}$$

Para duas condutâncias: $$G_{eq} = \frac{G_1 \times G_2}{G_1 + G_2}$$

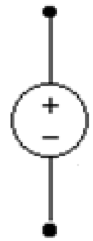
- Associação Paralelo

$$G_{eq} = G_1 + G_2 + G_3 + \ldots + G_n = \sum_{i=1}^{n} G_i$$

- Associação de fontes de Tensão

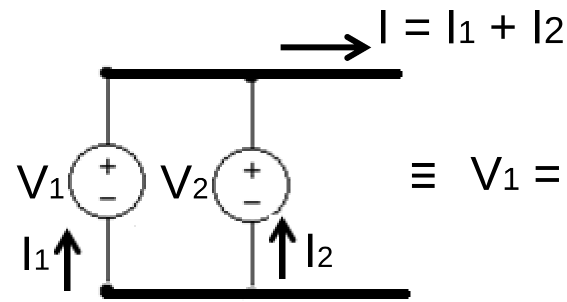


≡



$V = V_1 + V_2$

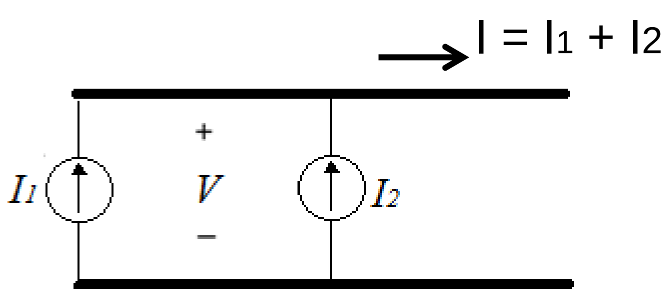
Para *n* fontes: $V = \sum_{i=1}^{n} V_i$



≡ $V_1 = V_2 = V$

Para *n* fontes: $I = \sum_{i=1}^{n} I_i$

- Associação de fontes de Corrente



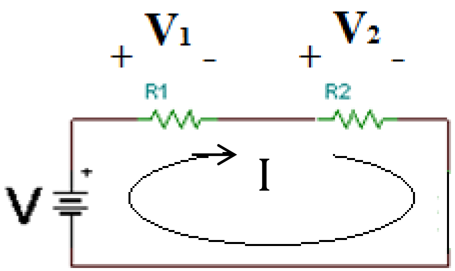
Para *n* fontes:

$$I = \sum_{i=1}^{n} I_i$$

EXERCÍCIOS CIRCUITOS SIMPLES

- Divisor de Tensão

Dado o circuito:



Pode-se escrever:

$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$$V_1 = R_1 x I \quad (2)$$

$$V_2 = R_2 x I \quad (3)$$

Substituindo a equação 1 em 2:

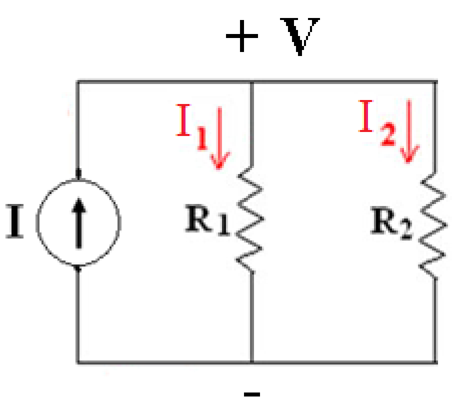
$$V_1 = R_1 x \frac{V}{R_1 + R_2} \quad ou \quad V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} x V$$

Portanto:

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} x V$$

- Divisor de Corrente

Dado o circuito:



Pode-se escrever:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad (4)$$

$$V = R_{eq} x I \quad (5)$$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \quad (6)$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \quad (7)$$

Substituindo a equação 4 em 5:

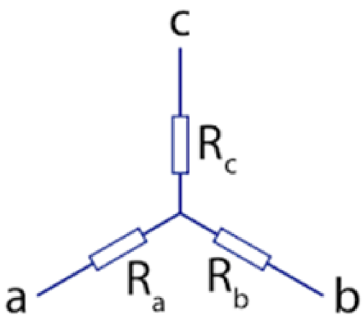
$$V = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} x I \quad (8)$$

Substituindo a equação 8 em 6:

$$I_1 = \frac{1}{R_1} x \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} x I \quad ou \quad I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} x I$$

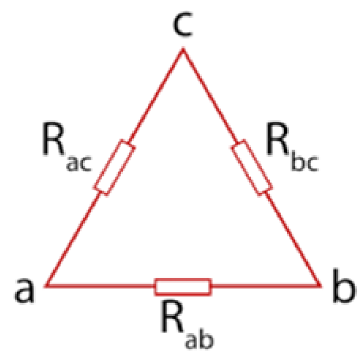
Portanto: $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} x I$

- Transformações Y (Estrela) $\leftrightarrow$ Δ (Delta/Triângulo)



Estrela

Fonte: http://automoveiseletricos.blogspot.com.br/



Triângulo

Y → Δ

$$R_{ac} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_b}$$

$$R_{ab} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_c}$$

$$R_{bc} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_a}$$

Δ → Y

$$R_a = \frac{R_{ac} R_{ab}}{R_{ac} + R_{ab} + R_{bc}}$$

$$R_b = \frac{R_{ab} R_{bc}}{R_{ac} + R_{ab} + R_{bc}}$$

$$R_c = \frac{R_{bc} R_{ac}}{R_{ac} + R_{ab} + R_{bc}}$$

$Se \quad R_a = R_b = R_c = R_Y$

Então, $R_{ab} = R_{bc} = R_{ac} = R_\Delta$ $\Big\}$ $R_\Delta = 3xR_Y$

Se, $R_{ab} = R_{bc} = R_{ac} = R_\Delta$

Então, $R_a = R_b = R_c = R_Y$ $\Big\}$ $R_Y = \dfrac{R_\Delta}{3}$

- Circuito Misto: via exercícios