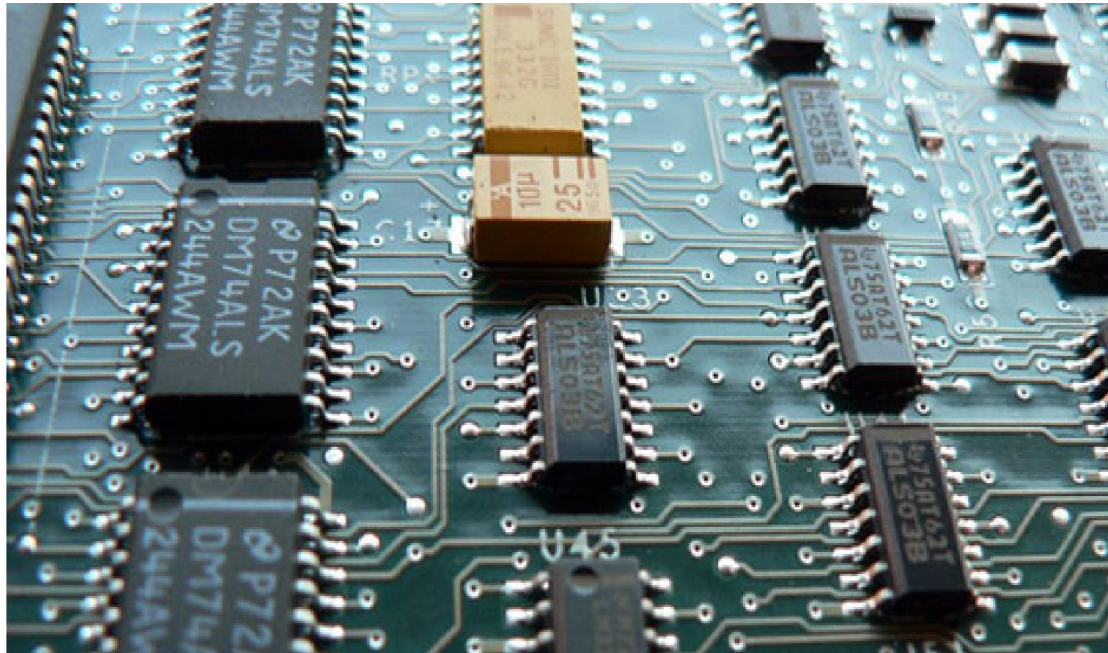


ELETRÔNICA x ELETROTÉCNICA



ELETRÔNICA

- É a ciência que estuda a forma de controlar a energia elétrica por meios elétricos nos quais os elétrons têm papel fundamental.
- Divide-se em **analógica** e em **digital** porque suas coordenadas de trabalho optam por obedecer estas duas formas de apresentação dos sinais elétricos a serem tratados.

ELETRÔNICA

- Estuda o uso de circuitos formados por componentes elétricos e eletrônicos, com o objetivo principal de *representar, armazenar, transmitir ou processar informações* além do controle de processos e servo mecanismos.
- Pode-se afirmar que os circuitos internos dos computadores (que armazenam e processam informações), os sistemas de telecomunicações (que transmitem informações), os diversos tipos de sensores e transdutores (que representam grandezas físicas - informações - sob forma de sinais elétricos) estão, todos, dentro da área de interesse da Eletrônica.

ELETROTÉCNICA

- É o ramo da ciência que estuda uso de circuitos formados por componentes elétricos e eletrônicos, com o objetivo principal de transformar, transmitir, processar e armazenar energia.
- Sob esta definição, as usinas hidrelétricas, termoelétricas e eólicas (que geram energia elétrica), as linhas de transmissão (que transmitem energia), os transformadores, retificadores e inversores (que processam energia) e as baterias (que armazenam energia) estão, todos, dentro da área de interesse da Eletrotécnica.

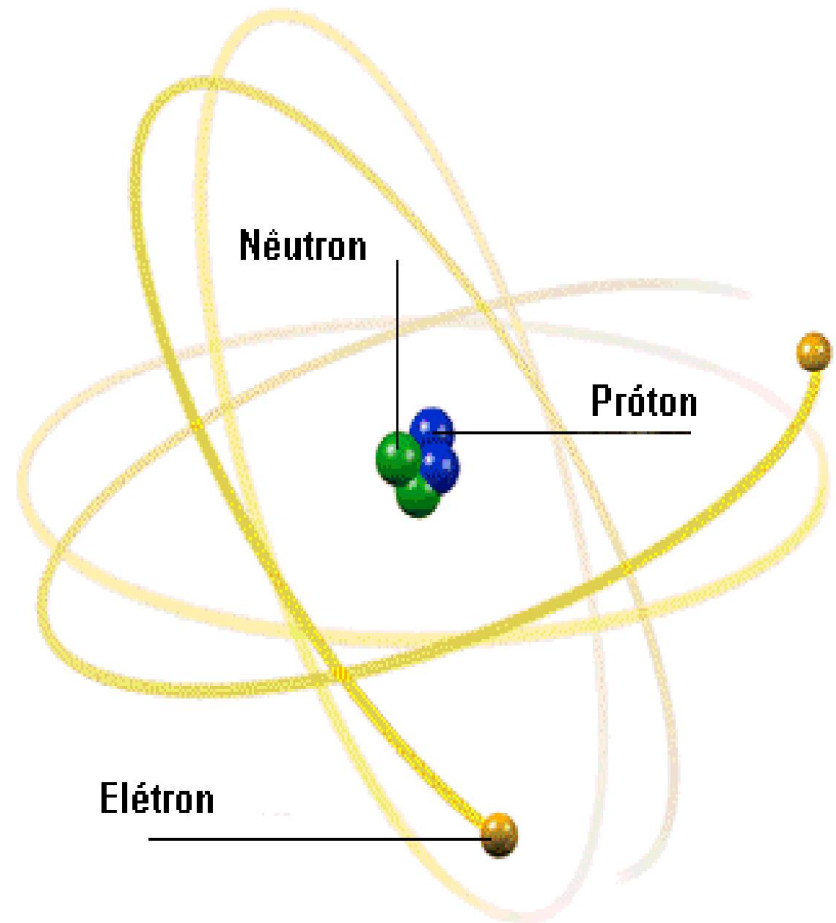
ELETRICIDADE BÁSICA



ELETROSTÁTICA E ELETRODINÂMICA

Carga Elétrica

- A matéria é formada de pequenas partículas, os átomos. Cada átomo, por sua vez, é constituído de partículas ainda menores, no núcleo: os prótons (positivos) e os nêutrons (sem carga); na eletrosfera: os elétrons (negativos). Às partículas eletrizadas, elétrons e prótons, chamamos "carga elétrica".



Condutores e Isolantes

- **Condutores de eletricidade**

São os meios materiais nos quais **há facilidade de movimento de cargas elétricas**, devido à presença de "elétrons livres". Ex: fio de cobre, alumínio, etc.

- **Isolantes de eletricidade**

São os meios materiais nos quais **não** há facilidade de movimento de cargas elétricas. Ex: vidro, borracha, madeira seca, etc.

Medida da Carga Elétrica

$\Delta q = - n.e$ (se houver excesso de elétrons)

$\Delta q = + n.e$ (se houver falta de elétrons)

$e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

Onde:

Δq = quantidade de carga (C)

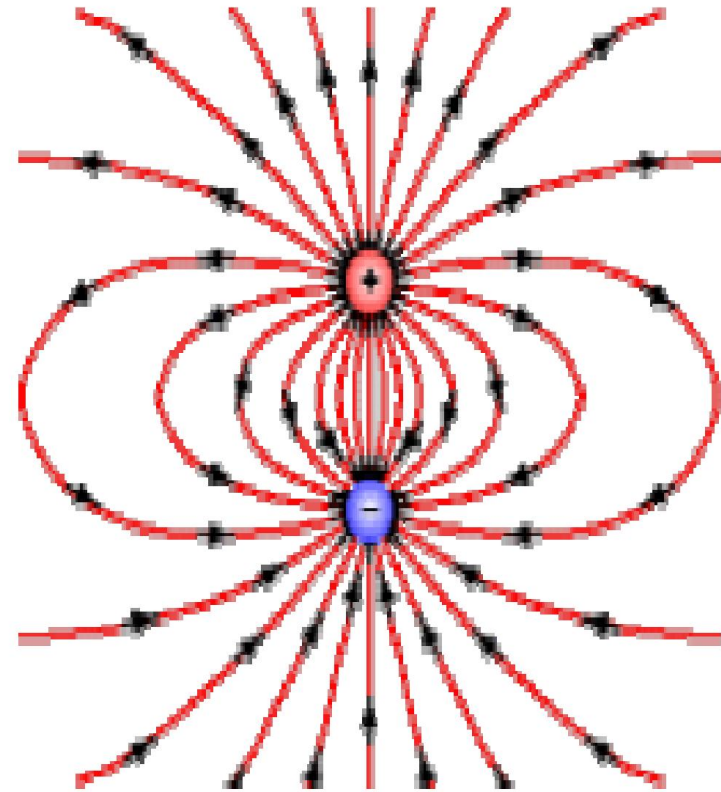
n = número de cargas

e = carga elementar (C)

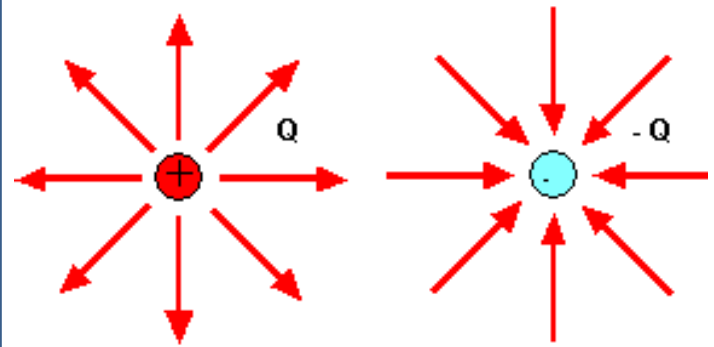
unidade de carga elétrica no SI é o coulomb (C)

Campo Elétrico

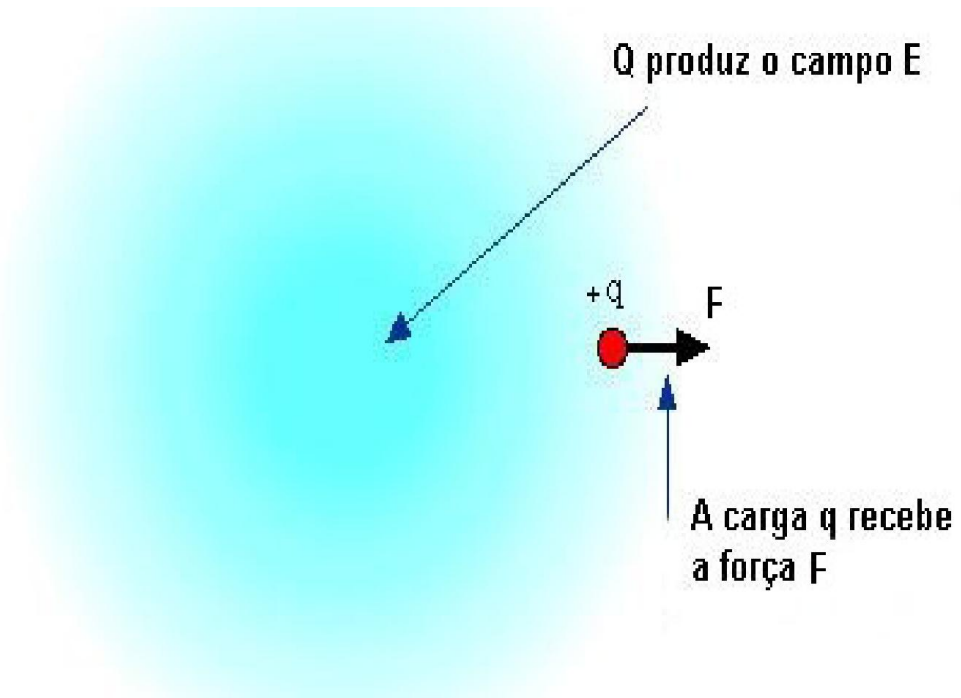
Existe uma região de influência da carga Q onde qualquer carga de prova q , nela colocada, estará sob a ação de uma força de origem elétrica. A essa região chamamos de campo elétrico.



O campo elétrico E é uma grandeza vetorial*. A figura abaixo mostra a orientação do campo elétrico para uma carga positiva e para uma carga negativa.



* Grandeza vetorial só pode ser caracterizada quando tem intensidade, direção e sentido.



Onde:

$$E = F/q$$

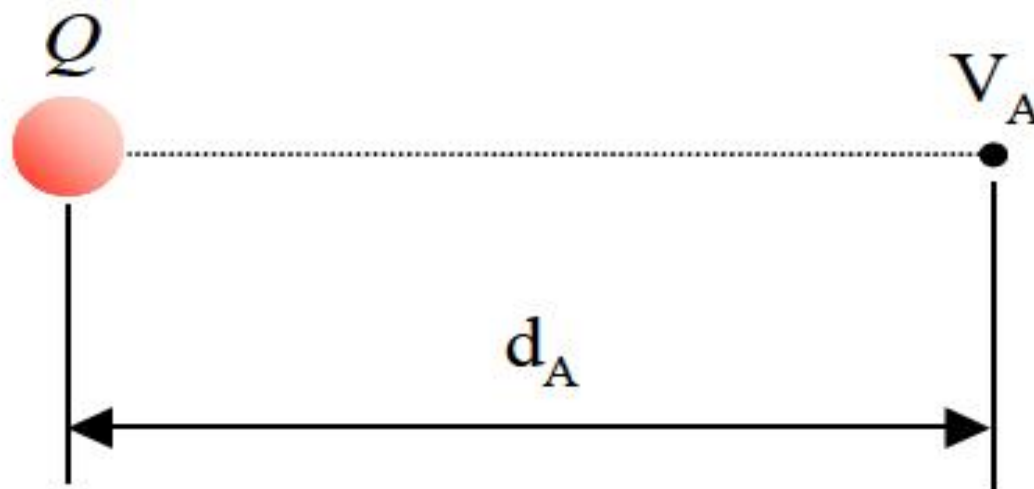
E = Campo Elétrico (N/C)

F = Força (N)

q = carga de prova (C)

Potencial Elétrico

- Consideremos um campo elétrico originado por uma carga puntiforme Q . *Define-se como potencial elétrico V_A , num ponto A desse campo, o trabalho realizado pela força elétrica, por unidade de carga, para deslocá-la desse ponto A até o infinito.*



Nestas condições, o potencial elétrico é dado por:

$$V_A = k_0 \frac{Q}{d_A}$$

onde k_0 é denominada constante eletrostática, e seu valor no SI é:

$$k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

O potencial elétrico é uma grandeza escalar, associado a cada ponto do campo elétrico, ficando determinado apenas pelo seu valor numérico. Portanto, pode ser positivo ou negativo, dependendo apenas do sinal da carga criadora do campo elétrico.

$$1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ joule}}{1 \text{ coulomb}}$$

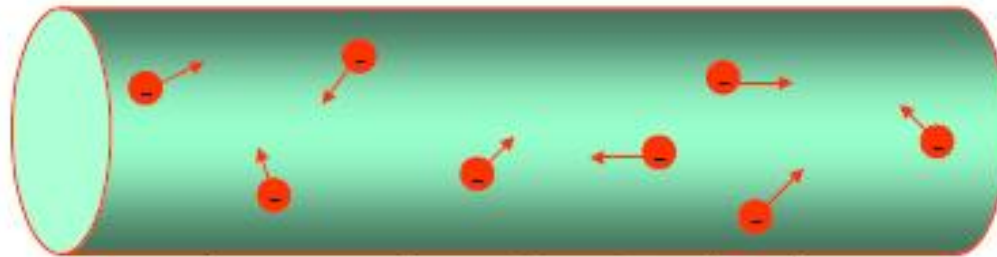
1 Volt é o potencial de um ponto que fornece a carga de 1C, nele colocada, uma energia de 1J.

Diferença de potencial

- Graças à **força** do seu campo **eletrostático**, uma carga pode realizar trabalho ao deslocar outra carga por atração ou repulsão.
- Essa capacidade de realizar trabalho é chamada **potencial**.
- Quando uma **carga** for **diferente** da outra, haverá entre elas uma **diferença de potencial** (ddp).

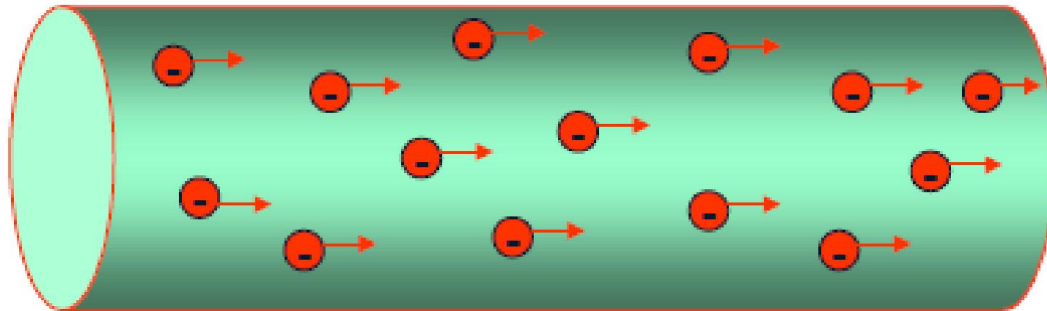
Movimento dos elétrons

- Nos metais, os elétrons das últimas camadas são fracamente ligados a seu núcleo atômico, podendo facilmente locomover-se pelo material. Geralmente, este movimento é aleatório, ou seja, **desordenado, não seguindo uma direção privilegiada.**



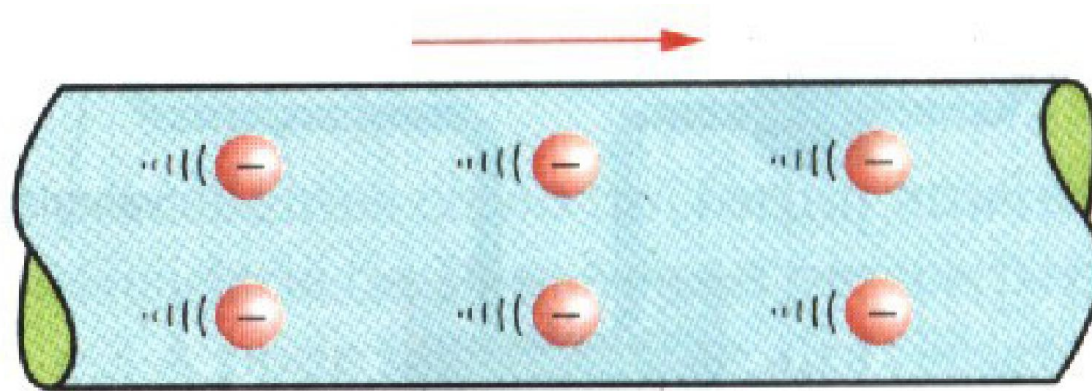
Movimento desordenado de elétrons
(elétrons livres num condutor
metálico)

Quando o metal é submetido a uma diferença de potencial elétrico (**ddp**), como quando ligado aos dois pólos de uma pilha ou bateria, os elétrons livres do metal adquirem um **movimento ordenado**.



Movimento ordenado de elétrons.

A esse movimento ordenado de elétrons damos o nome de **corrente elétrica**.



Elétrons (\ominus) formando uma *corrente elétrica* num fio metálico.

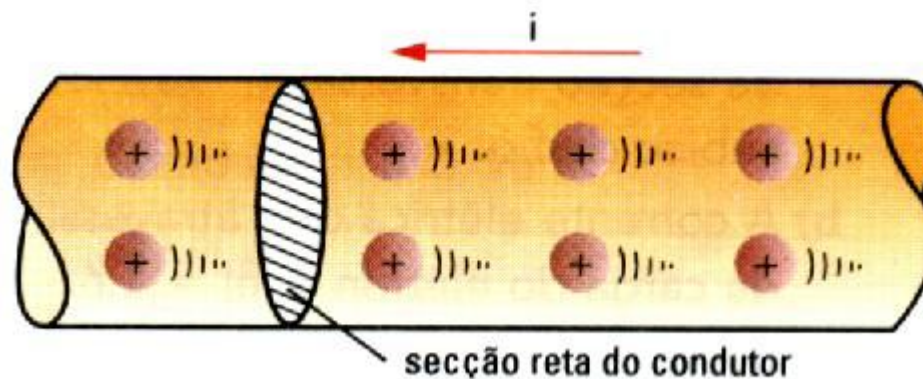
Intensidade e Medida da Corrente Elétrica

A intensidade de corrente elétrica é dada por:

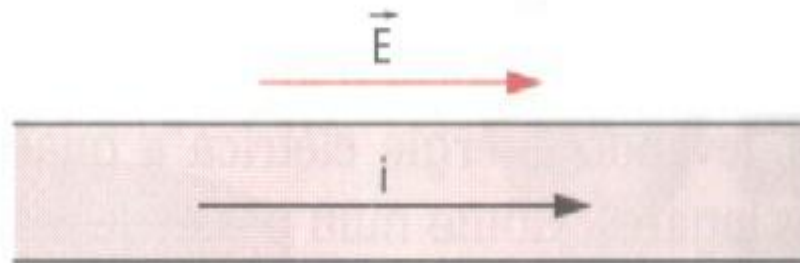
$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Onde :

Δq é a quantidade de carga que atravessa a secção reta do condutor num determinado intervalo de tempo (Δt).



- A quantidade de carga não é igual ao número de elétrons que atravessam a secção reta do condutor; pois $|\Delta q| = n|e|$ (**e é a carga do elétron**).
- No SI, a intensidade de corrente elétrica, medida em coulomb(C) por segundo(s), é denominada **ampère (A)**, designação que homenageia o matemático francês **André Marie Ampère**, que tinha grande interesse pela Eletricidade.
- 1Coulomb/segundo = 1C/s = 1A
- Na Corrente Contínua (CC), o sentido do campo elétrico **E** permanece sempre o mesmo e o sentido de **i** também não se altera.



Fonte elétrica

- As fontes elétricas são fundamentais na compreensão da eletrodinâmica, pois elas que mantêm a diferença de potencial (ddp) necessária para a manutenção da corrente elétrica. Num circuito elétrico, a fonte elétrica é representada pelo símbolo abaixo:

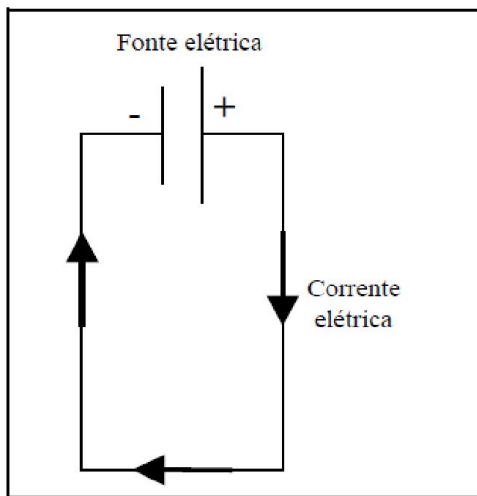


Símbolo de fonte elétrica no circuito.

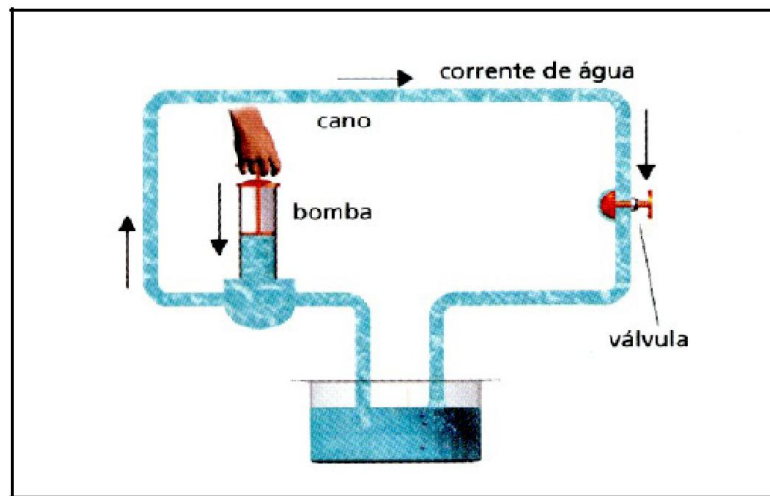
O pólo positivo (+) representa o terminal cujo potencial elétrico é maior. O pólo negativo (-) corresponde ao terminal de menor potencial elétrico.

Circuito elétrico simples

- O sistema formado por um fio condutor com as extremidades acopladas aos pólos de um gerador é considerado um **circuito elétrico simples**, no qual a **corrente elétrica se dá através do fio**.
- No fio condutor os elétrons se deslocam do pólo negativo para o pólo positivo. Nesse deslocamento há perda de energia elétrica, devido a colisões dos elétrons com os átomos do material.



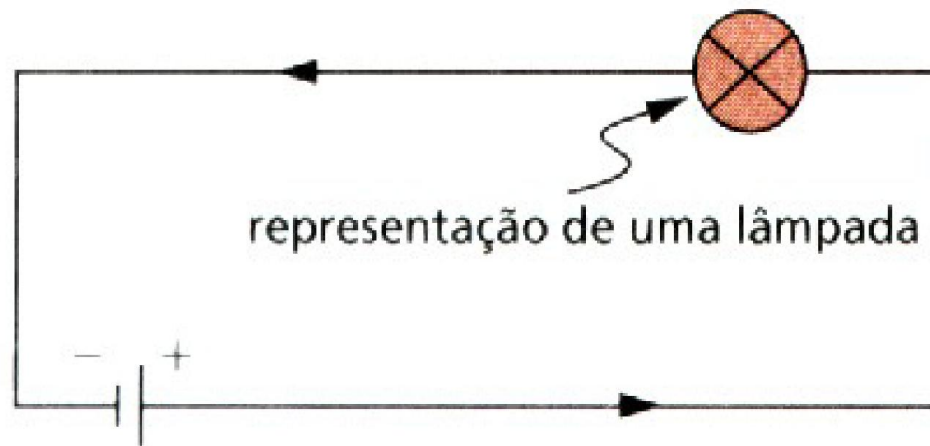
Circuito elétrico simples



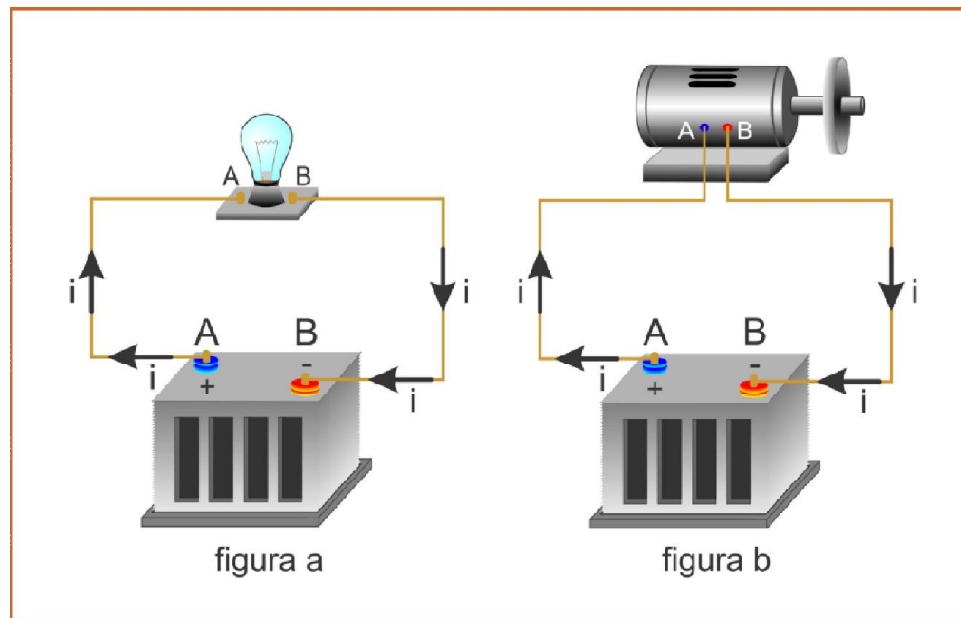
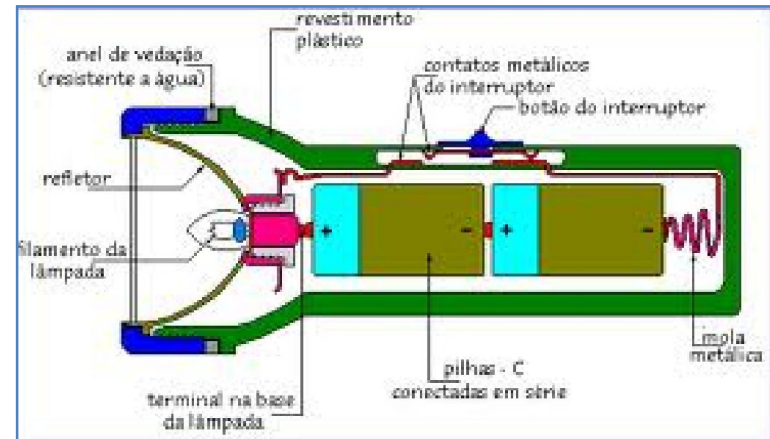
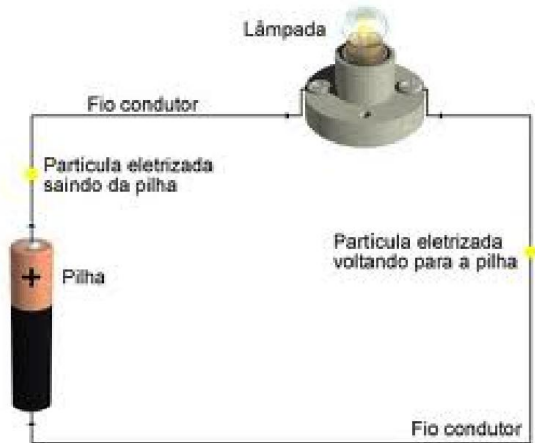
Sistema hidráulico

Exemplo de Circuito Simples

A figura abaixo mostra a representação gráfica de um circuito elétrico contendo um gerador, uma lâmpada e fios condutores.



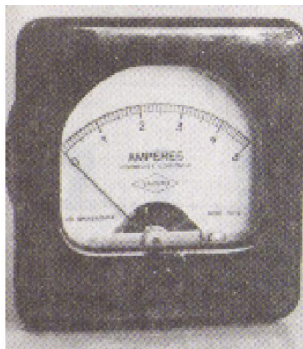
Circuito Elétrico Corrente Contínua (CC)



AMPERÍMETRO é o instrumento que fornece o valor da intensidade da corrente elétrica.

Quando a corrente elétrica é muito pequena, o aparelho usado para a sua medida é o galvanômetro. Trata-se de um aparelho semelhante ao amperímetro, só que bem mais sensível, com capacidade para efetuar medições de pequenas correntes elétricas.

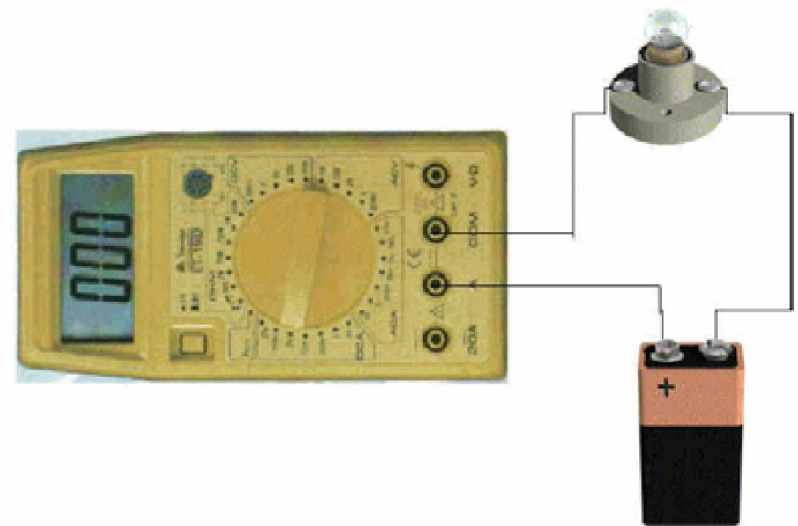
Veja abaixo alguns exemplos de amperímetros:



Amperímetro de Bancada



Alicate amperímetro

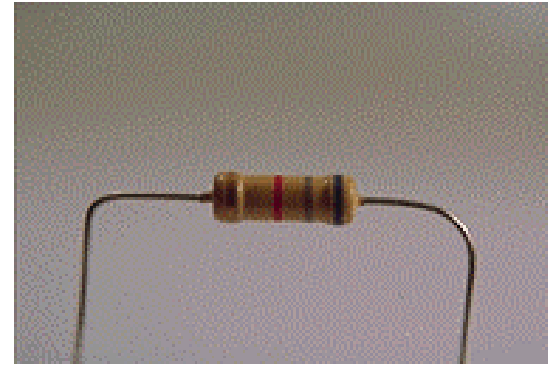


Montagem de um amperímetro num circuito elétrico

Resistores

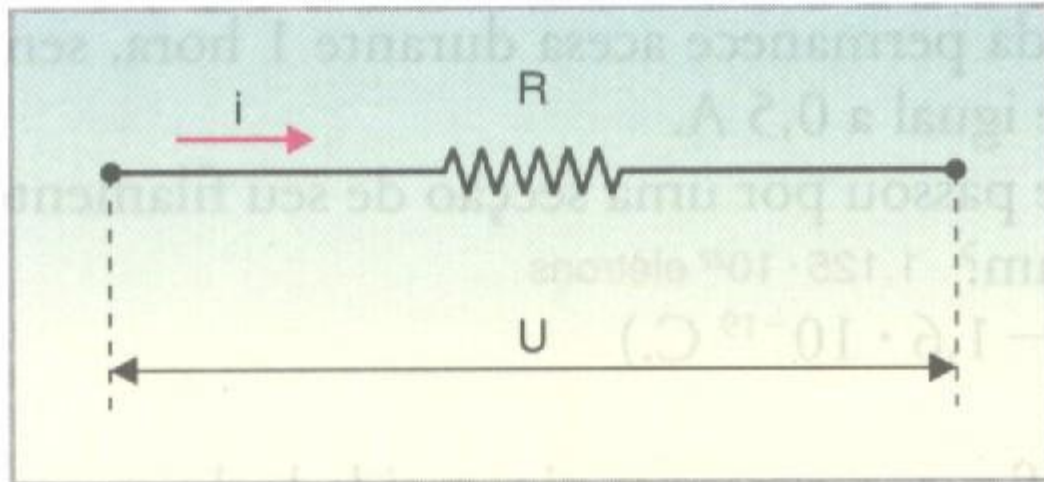
- De onde provém o calor fornecido por aparelhos como ferro elétrico, torradeira, chuveiro e secadora elétrica? Por que a lâmpada fica quente depois de acesa?
- Esse aquecimento acontece pela transformação da energia elétrica em calor, fenômeno denominado **efeito Joule**, decorrente da colisão de elétrons da corrente com outras partículas do condutor. Durante a colisão, a transformação de energia elétrica em calor é integral.
- Condutores com essa característica são denominados **resistores**.

Exemplos de resistores



Resistência elétrica e Lei de Ohm

- A resistência elétrica é uma grandeza característica do resistor, e mede a oposição que seus átomos oferecem à passagem da corrente elétrica.
- Considere o resistor representado no trecho do circuito abaixo, onde se aplica uma ddp U e se estabelece uma corrente de intensidade i .



Lei de Ohm

- Define-se como resistência elétrica R do resistor o quociente da ddp U aplicada pela corrente i que o atravessa.

$$R=U/i$$

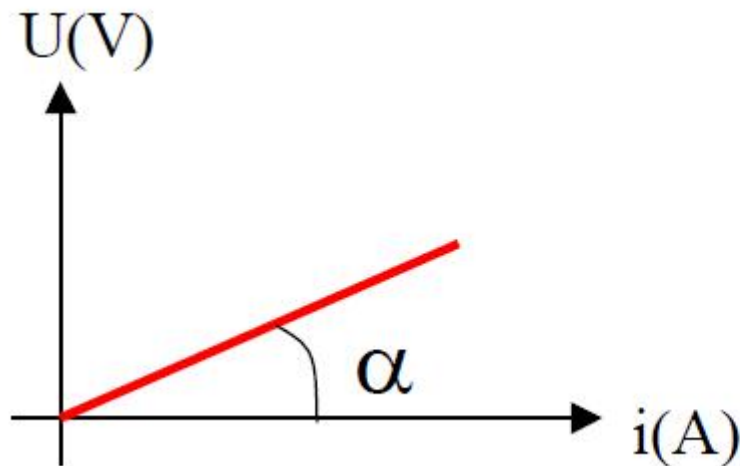
A unidade de resistência elétrica no SI é ohm (Ω).

$$R=U/i \Rightarrow 1 \text{ ohm} = 1\text{Volt}/1\text{ampère}$$

- O físico e professor universitário alemão Georges Simon Ohm (1787-1857) verificou experimentalmente que para alguns condutores, o quociente entre a ddp U e a correspondente intensidade i da corrente elétrica é constante e que essa constante é a resistência R do resistor.

A relação $U= Ri$ se transformou na primeira lei da eletrodinâmica, conhecida como Lei de Ohm. Todo resistor que obedece à Lei de Ohm é denominado resistor ôhmico, cujo gráfico $U \times i$ é o seguinte:

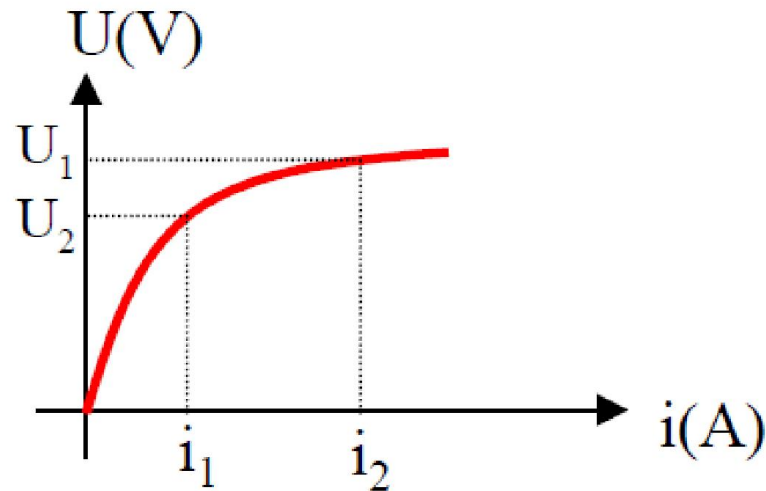
$$\frac{U}{i} = \text{constante} = R \Rightarrow R = \frac{U}{i} \Rightarrow \boxed{U = Ri}$$



Tg α = declividade da reta

Tg α = R

- Para resistores que não obedecem à 1ª Lei de Ohm, conhecidos como condutores não-ôhmicos ou não-lineares, o gráfico $U \times i$ pode ser representado como a seguir:



$$R_1 = \frac{U_1}{i_1} \quad \text{e} \quad R_2 = \frac{U_2}{i_2}$$

Potência elétrica

- Num chuveiro elétrico em funcionamento, que quantidade de energia elétrica é transformada em calor por segundo? Será que tanto no inverno quanto no verão essa quantidade é a mesma?
- Em Eletrodinâmica, **a quantidade de energia transformada por unidade de tempo é denominada potência elétrica.**

$$P = U \cdot i$$

No SI, a unidade de potência é watt (W) em homenagem a James Watt. Então:

$$1\text{W} = 1\text{V} \cdot 1\text{A} \Rightarrow \text{W} = \text{V} \cdot \text{A}$$

Sabemos que $P = Ui$

Porém $U = Ri$

$$\text{Logo } P = Ri \Rightarrow \boxed{P = R \cdot i^2}$$

$$P = Ui$$

Porém $i = U/R$

$$\text{Logo } P = U \cdot U/R \Rightarrow \boxed{P = \frac{U^2}{R}}$$

A partir de $P = U^2/R$ pode-se entender o que acontece no chuveiro elétrico quando a chave é mudada da posição de inverno para a de verão.

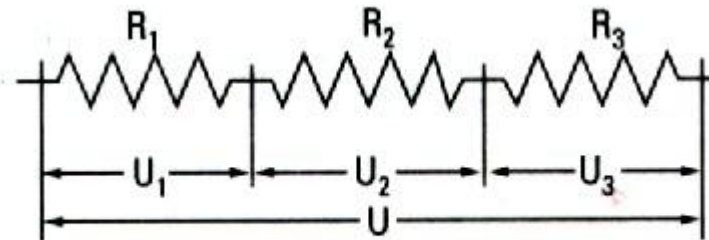
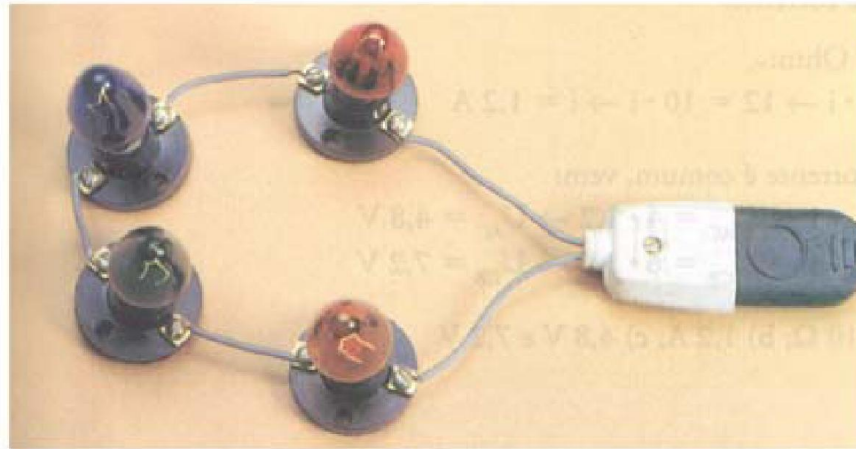
No inverno, a potência dissipada pelo resistor do chuveiro deve ser maior que no verão, portanto, como U é constante, a resistência do chuveiro é menor.

Observe que nesse caso circula pelo resistor do chuveiro uma corrente maior do que aquela que circula com a chave na posição de verão.

Associação de resistores

Resistores em Série

Nesse tipo de associação, a corrente elétrica percorre todos os resistores antes de retornar à tomada.



$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Resistência equivalente de um circuito em série

A introdução da resistência equivalente em um circuito não modifica o valor da corrente elétrica, temos:

$$U = Ri$$

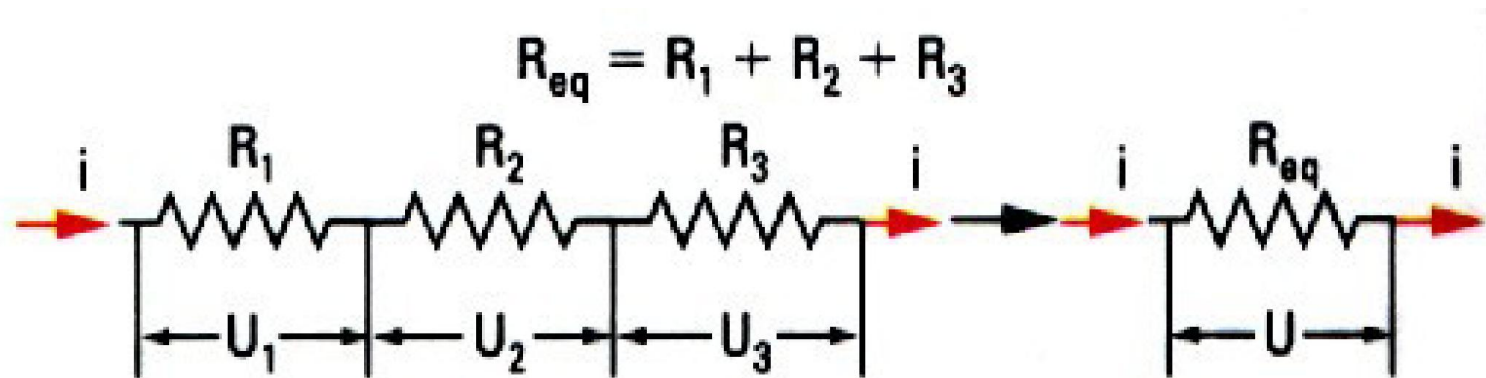
Sabendo que $U = U_1 + U_2 + U_3$, temos:

$$R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i$$

Dividindo os membros da igualdade pela corrente i , temos:

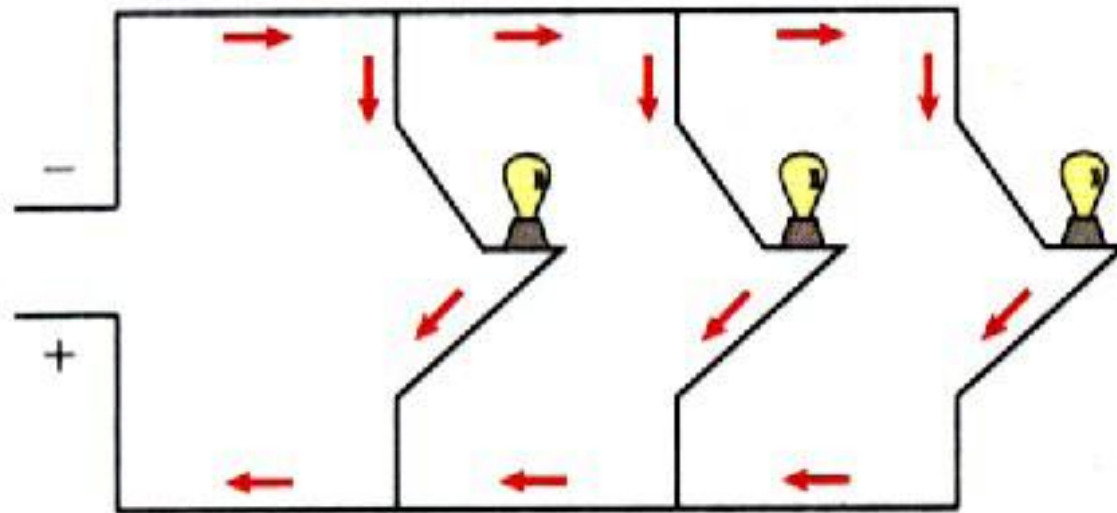
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

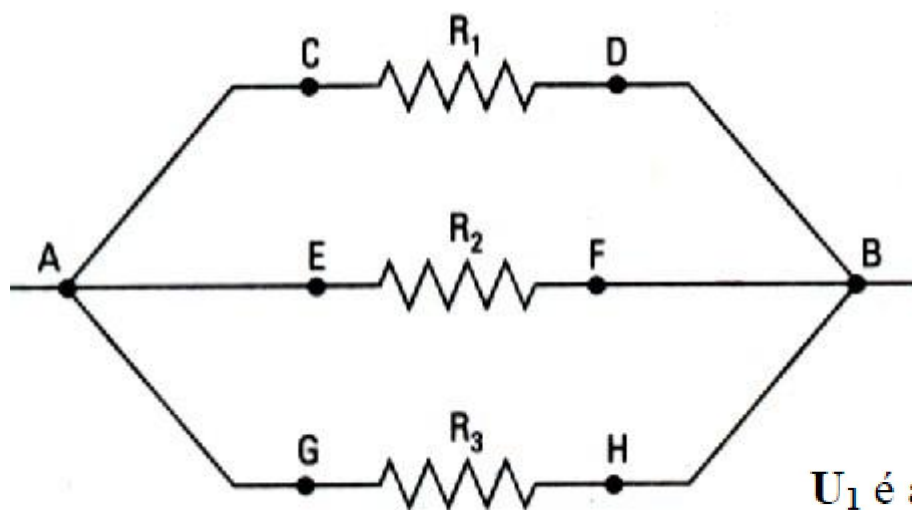
Em geral, numa associação de resistores em série, a resistência equivalente R_{eq} é igual à soma das resistências individuais.



Resistores em paralelo

- Quando vários resistores estão associados em paralelo, a ddp entre os terminais de cada resistor é a mesma e, conseqüentemente, a ddp entre os terminais da associação também é a mesma. Nesse tipo de associação, os elétrons retornam à tomada cada vez que passam por um resistor.





U_1 é a ddp entre os terminais **C** e **D** de R_1 .

U_2 é a ddp entre os terminais **E** e **F** de R_2 .

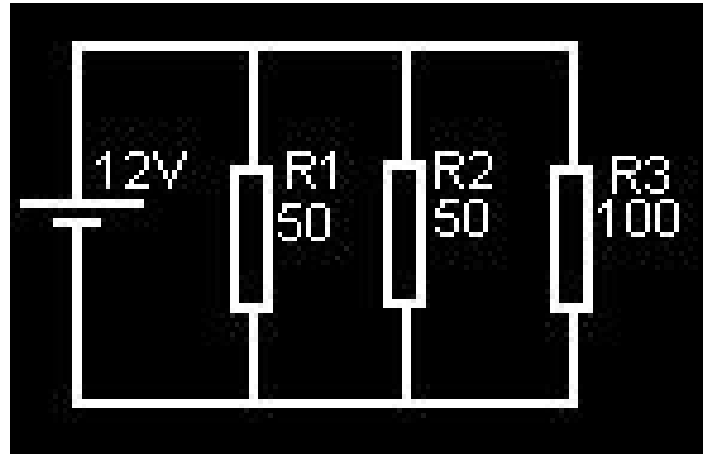
U_3 é a ddp entre os terminais **G** e **H** de R_3 .

U é a ddp entre os terminais **A** e **B** da associação.

Pelo esquema acima, podemos concluir que:

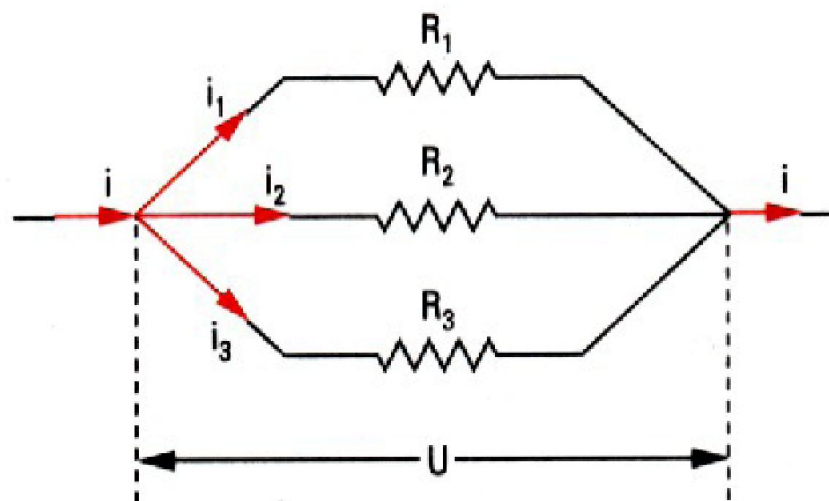
- O potencial nos pontos C, E e G é igual ao potencial no ponto A;
- O potencial nos pontos D, F e H é igual ao potencial no ponto B.

Portanto $U = U_1 = U_2 = U_3$



- De acordo com a 1ª Lei de Ohm, a corrente que atravessa cada um dos resistores é inversamente proporcional à respectiva resistência.
- E a corrente total que atravessa o conjunto de resistores em paralelo é igual à soma das correntes que atravessam cada resistor individualmente.

Resistência equivalente de um circuito em paralelo



Perceba que:

$$i_1 = \frac{U_1}{R_1} \quad i_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad i_3 = \frac{U_3}{R_3}$$

Como a ddp é a mesma nos três resistores, podemos escrever:

$$i_1 = \frac{U}{R_1} \quad i_2 = \frac{U}{R_2} \quad i_3 = \frac{U}{R_3}$$

Como a corrente total pode ser obtida pelo quociente entre a ddp U da associação e a **resistência equivalente** R_{eq} , vem:

$$i = \frac{U}{R_{eq}}$$

Como a corrente total i também pode ser obtida por $i = i_1 + i_2 + i_3$, para os três resistores considerados, podemos escrever:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

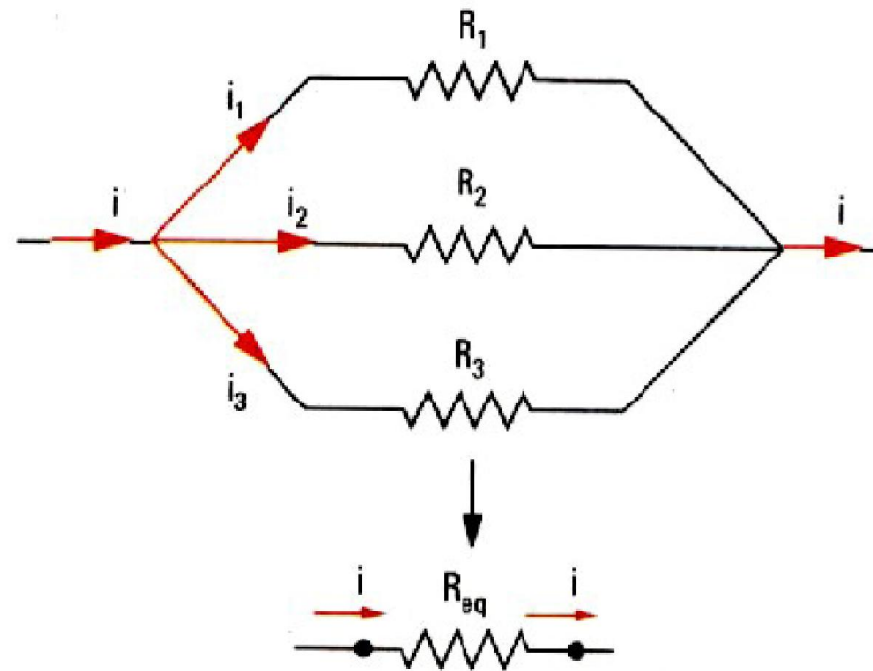
Portanto:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Em geral, para diversos resistores em paralelo, podemos fazer:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Esquemáticamente:



Observações:

- Para dois resistores de resistência R_1 e R_2 , associados em paralelo temos:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$