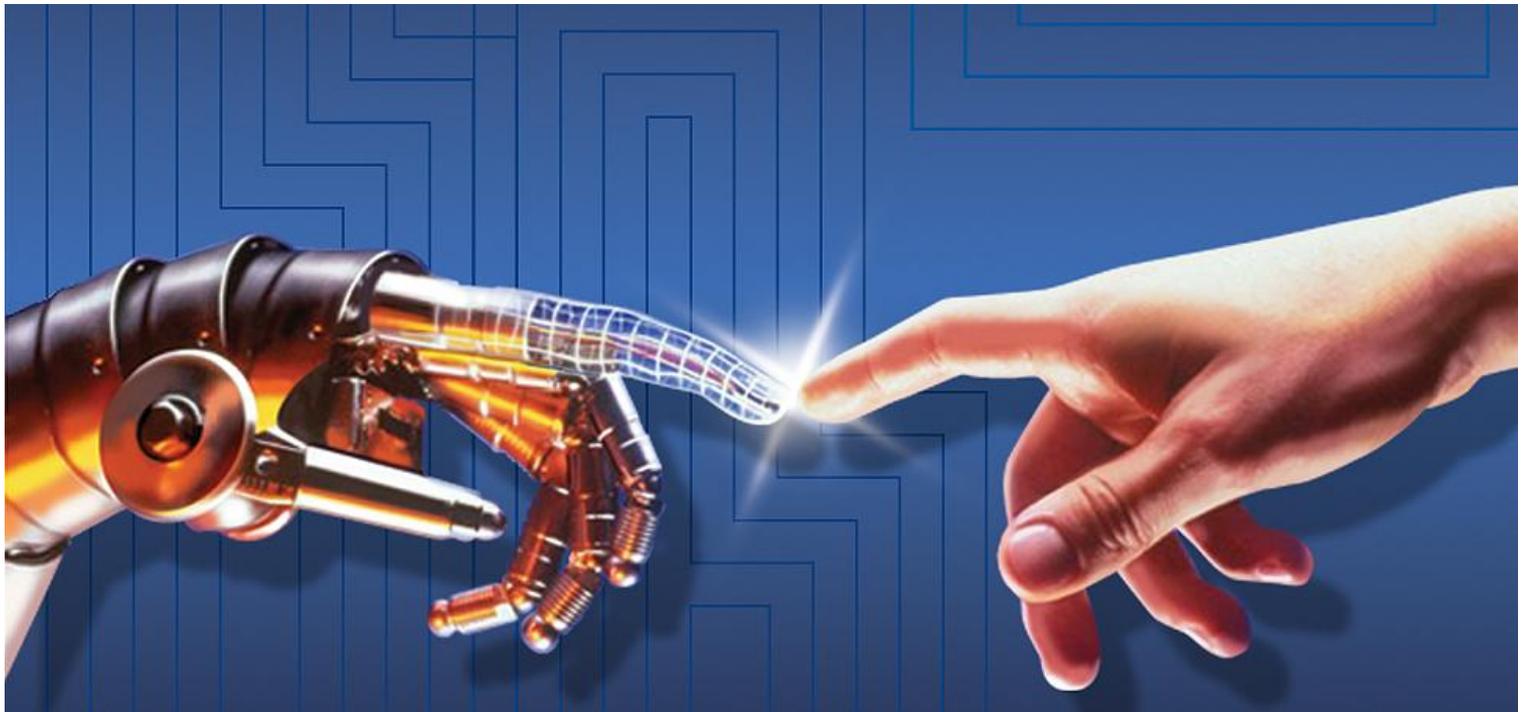


BEM-VINDO AO MUNDO DA ELECTRICIDADE



FORMADOR: FILIPE PEREIRA

MUNDO DA ELECTRICIDADE

OBJECTIVOS

- CONSTITUIÇÃO ELEMENTAR DA MATÉRIA
- CARGAS ELÉCTRICAS E POTENCIAL ELÉCTRICO
- CORRENTE ELÉCTRICA
- RESISTÊNCIA ELÉCTRICA
- POTÊNCIA ELÉCTRICA
- GERADORES DE ELECTRICIDADE
- APARELHOS ELÉCTRICOS
- TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA
- APARELHAGEM DE PROTECÇÃO
- SISTEMAS DE PROTECÇÃO DE PESSOAS
- MUNDO DA ELECTRÓNICA

MUNDO DA ELECTRICIDADE

CONSTITUIÇÃO ELEMENTAR DA MATÉRIA

- A palavra átomo tem origem na Grécia antiga, por volta de 400 aC.
- Demócrito acreditava que toda a matéria era constituída por diminutas partículas que representavam a menor porção de matéria possível - **1º modelo atómico**.
- Em 1808, surge a confirmação das ideias do filósofo grego através de experiências feitas por Dalton - **Modelo Atómico de Dalton**.
- Em 1897, surge evidências que o átomo é divisível e composto por "corpúsculos" que se designaram mais tarde por electrões - **Modelo Atómico de Thomson**.
- Em 1911, Rutherford realiza uma série de experiências que permitem criar um modelo do átomo, com cargas positivas e negativas muito semelhante ao sistema solar - **Modelo Atómico Rutherford**.
- Em 1913, Bohr propôs algumas alterações ao modelo anterior e através dos seus postulados, consegue-se saber quantos electrões possui cada camada do átomo - **Modelo Atómico Rutherford-Bohr**.

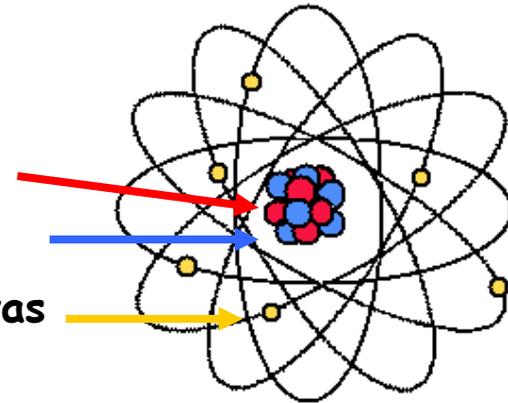
MUNDO DA ELECTRICIDADE

CONSTITUIÇÃO ELEMENTAR DA MATÉRIA

Toda a matéria é constituída por uma enorme quantidade de partículas denominadas **ÁTOMOS**.

Os átomos são constituídos por:

- **PROTÕES** - cargas elementares positivas
- **NEUTRÕES** - cargas elementares neutras
- **ELECTRÕES** - cargas elementares negativas



Os protões e neutrões encontram-se agrupados no núcleo do átomo.

Os electrões encontram-se a girar à volta do núcleo em várias órbitas, a alta velocidade.

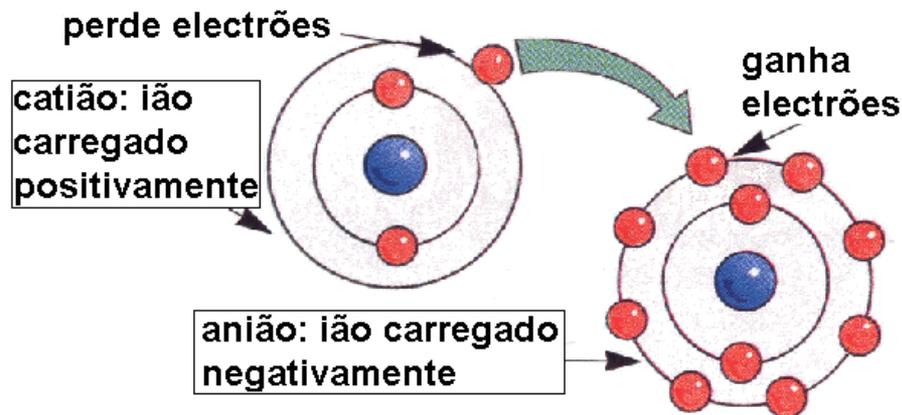


MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

Quando um átomo apresenta o mesmo número de protões e neutrões diz-se que é electricamente neutro. (cargas \oplus = cargas \ominus)

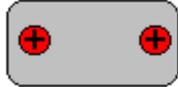
Quando um átomo é sujeito a acções externas (aquecimento, fricção, reacções químicas, etc.), os seus electrões podem saltar das órbitas, tornando-se electrões livres.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

CORPO A



O corpo A está carregado com uma carga eléctrica positiva, ou seja, tem potencial positivo.

CORPO B



O corpo B está carregado com uma carga eléctrica negativa, ou seja, tem potencial negativo.

O potencial eléctrico quantifica a capacidade de um corpo em receber ou ceder cargas eléctricas.

A carga eléctrica contida num electrão é de $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ (coulomb).

A carga eléctrica de 1 C contém $6,25 \times 10^{18}$ electrões.



Charles Coulomb
1736 - 1806

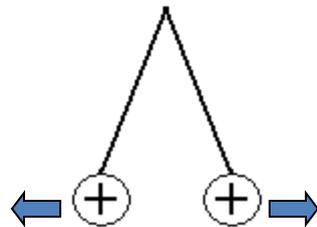
MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

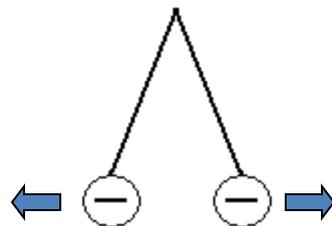
Quanto maior for a carga eléctrica contida num corpo, maior é o seu campo eléctrico.

O campo eléctrico que os corpos apresentam podem provocar, entre si, forças de repulsão ou atracção.

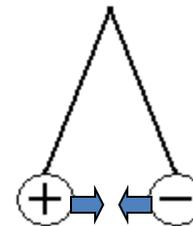
CORPOS COM
CARGAS IGUAIS



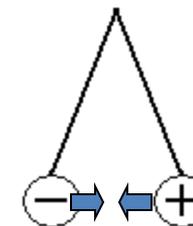
FORÇAS DE REPULSÃO



CORPOS COM CARGAS
DIFERENTES



FORÇAS DE ATRACÇÃO



MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

Sujeitos a fricção, alguns materiais podem libertar (ou captar) alguns electrões e ficar eletrizados.

Quando isto acontece, é possível observar alguns fenómenos de atracção/repulsão entre os corpos.

Outros fenómenos relacionados com electroestática:



MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

EXPERIÊNCIA 1:

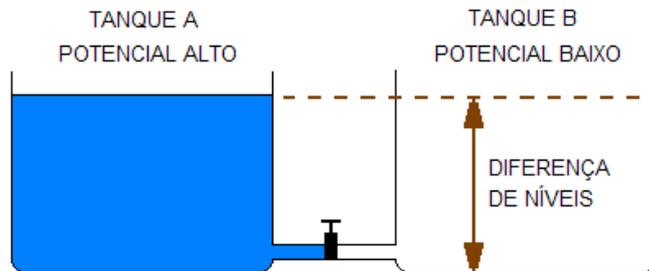
Pegar numa esferográfica de plástico e friccionar numa peça de roupa.
Aproxime a caneta de um pedaço de papel.

O que aconteceu ?

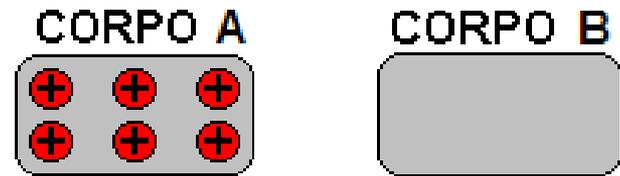
MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

ANALOGIA HIDRAÚLICA



ANALOGIA ELÉCTRICA



O potencial no tanque A é superior ao tanque B.

A diferença de potencial entre os tanques pode ser medido em metros.

O potencial no corpo A também é superior ao potencial do corpo B.

A diferença de potencial ou tensão eléctrica (U) entre os corpos A e B é medida em volt (V), e representa a diferença entre os estados eléctricos dos corpos.

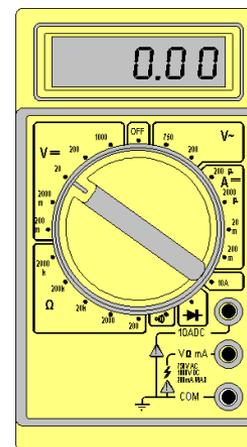


Alessandro Volta
1745 - 1827

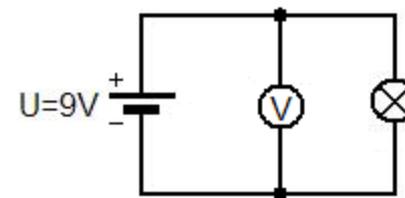
MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

Para se medir a diferença de potencial entre 2 pontos pode-se utilizar um aparelho designado de voltímetro.



A medição da diferença de potencial (ou tensão eléctrica) é feita aplicando as pontas do aparelho directamente nos pontos onde se pretende medir a tensão.

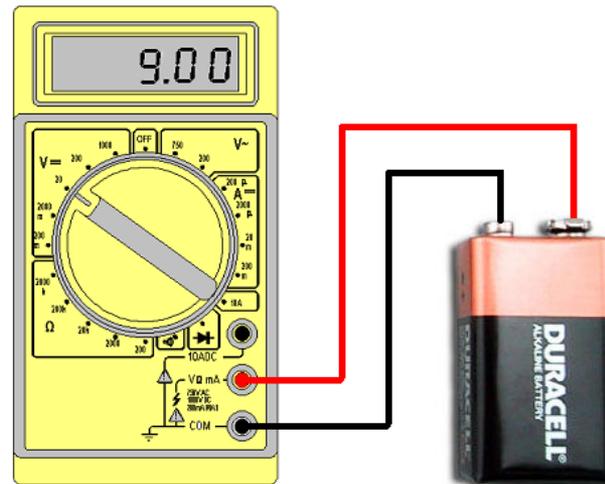


MUNDO DA ELECTRICIDADE

CARGA ELÉCTRICA E POTENCIAL ELÉCTRICO

EXPERIÊNCIA 2:

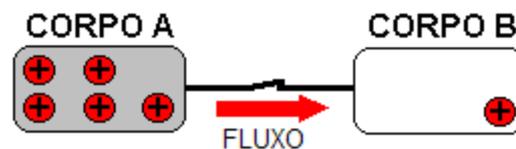
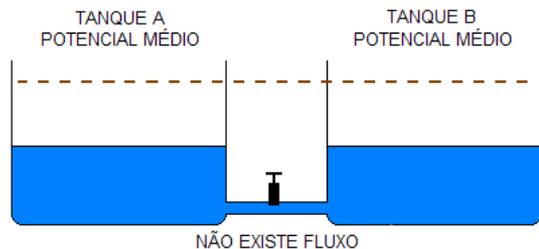
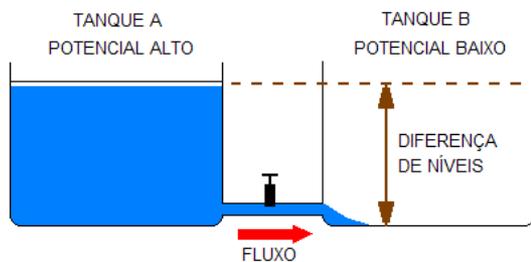
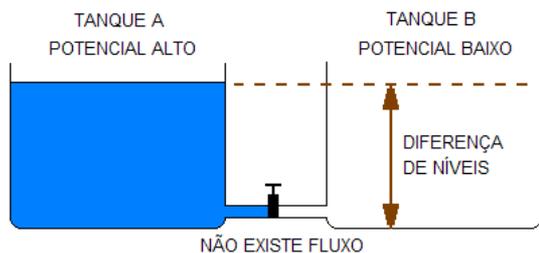
Utilizando um voltímetro, meça a diferença de potencial entre os pólos da pilha.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

CORRENTE ELÉCTRICA

Quando se estabelece uma ligação entre dois corpos com potenciais diferentes, processa-se um movimento de cargas do corpo mais carregado para o corpo menos carregado, até ambos ficarem com a mesma carga ou potencial.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

CORRENTE ELÉCTRICA

Ao fluxo orientado de cargas eléctricas chama-se intensidade da corrente eléctrica (I).

Pode-se definir como a quantidade de cargas eléctricas (electrões) que passam num condutor num determinado espaço de tempo.

$$I = \frac{Q}{t}$$

A corrente eléctrica é medida em ampere (A).

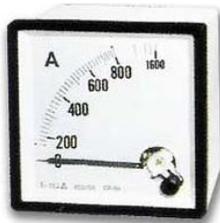


André Marie Ampère
1776 - 1836

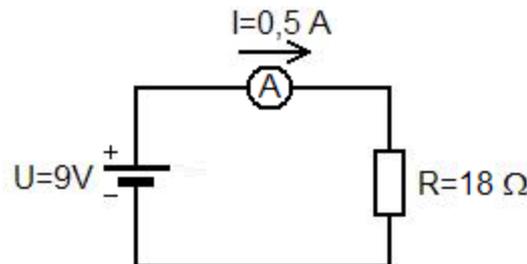
MUNDO DA ELECTRICIDADE

CORRENTE ELÉCTRICA

A corrente eléctrica pode ser medida através de um amperímetro.



O amperímetro deve ser colocado em série com o circuito onde se quer medir a corrente.



CURIOSIDADE: Uma corrente de 1A corresponde à passagem $6,25 \times 10^{18}$ electrões durante 1 segundo.

(62 500 000 000 000 000 000 electrões !!!)

MUNDO DA ELECTRICIDADE

CORRENTE ELÉCTRICA

EXPERIÊNCIA 3:

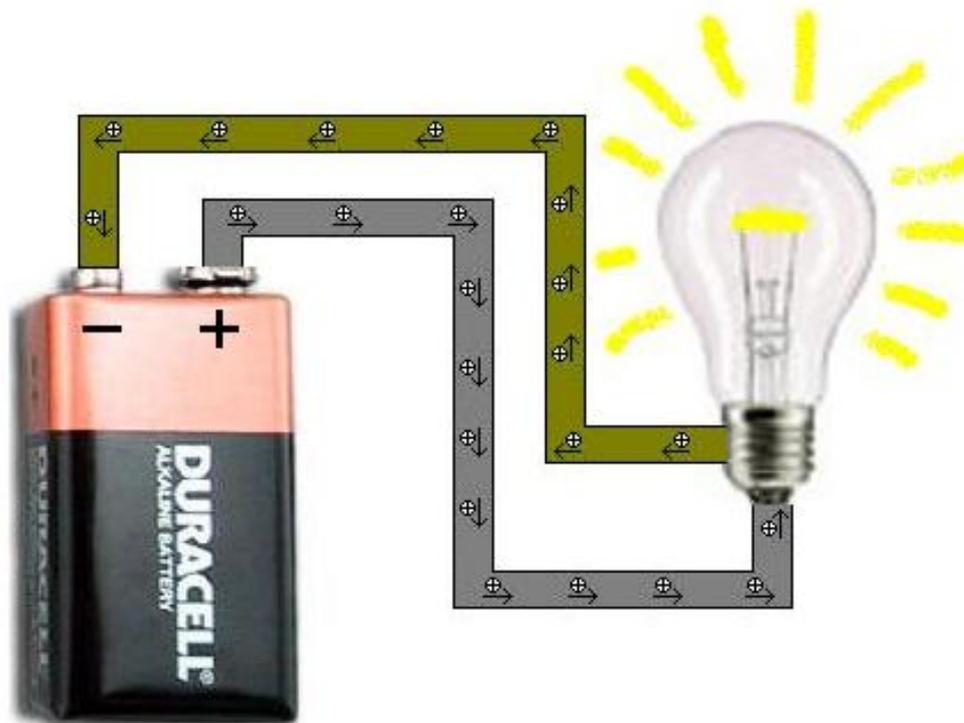
Utilize o amperímetro para determinar o valor da corrente consumida pelo circuito colocado na placa de ensaios.

MUNDO DA ELECTRICIDADE

CORRENTE ELÉCTRICA

SENTIDO CONVENCIONAL

Durante muitos anos considerou-se que o fluxo de corrente eléctrica se fazia devido ao movimento das cargas positivas, logo a corrente circulava do pólo positivo para o pólo negativo.

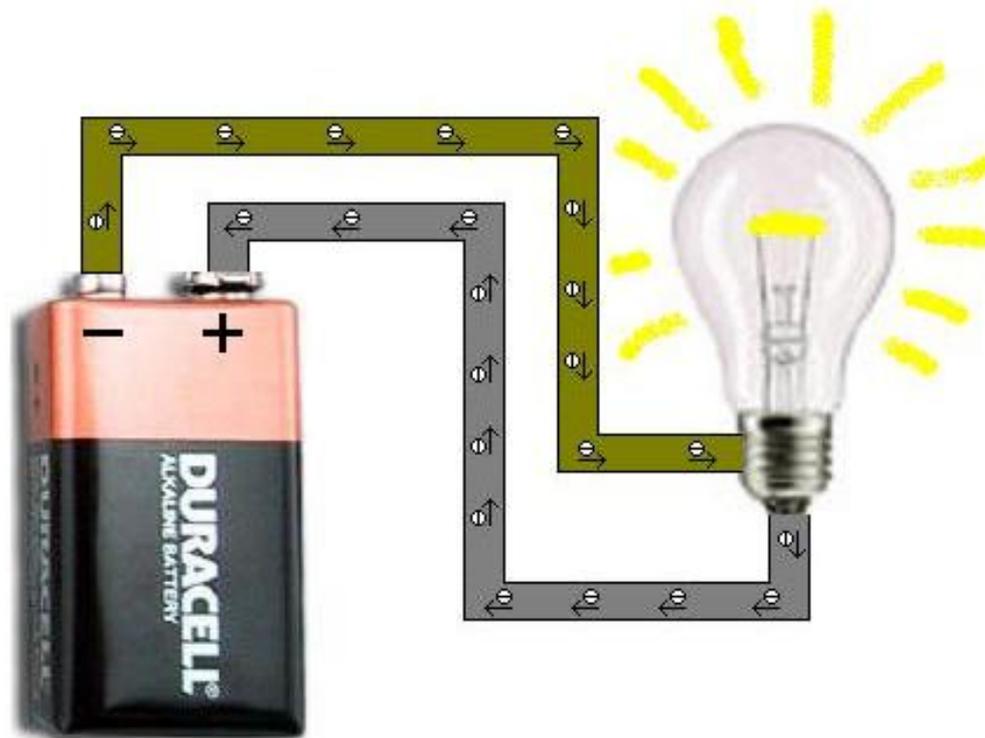


MUNDO DA ELECTRICIDADE

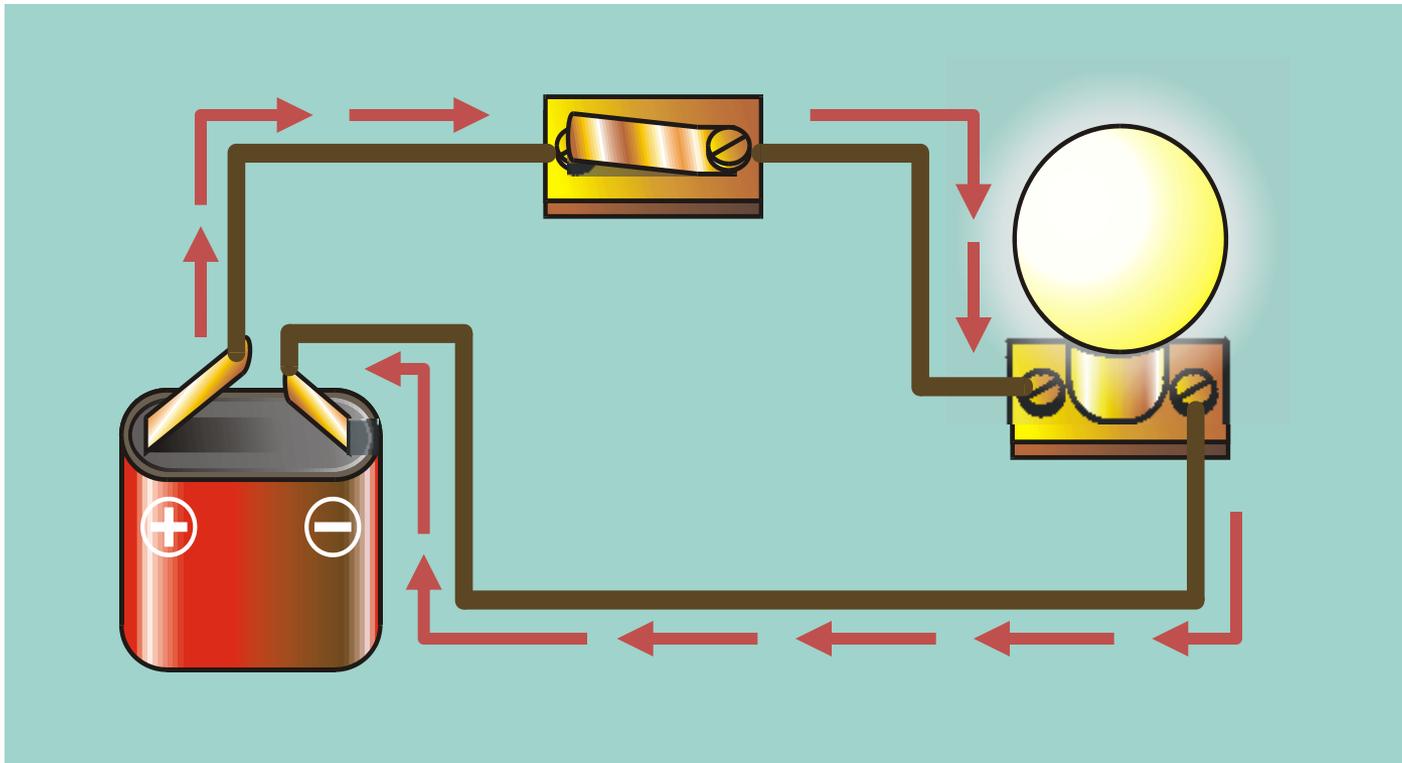
CORRENTE ELÉCTRICA

SENTIDO REAL

Sabe-se desde o início do séc. XX, que o fluxo de cargas eléctricas se faz devido aos electrões, do terminal negativo para o terminal positivo.

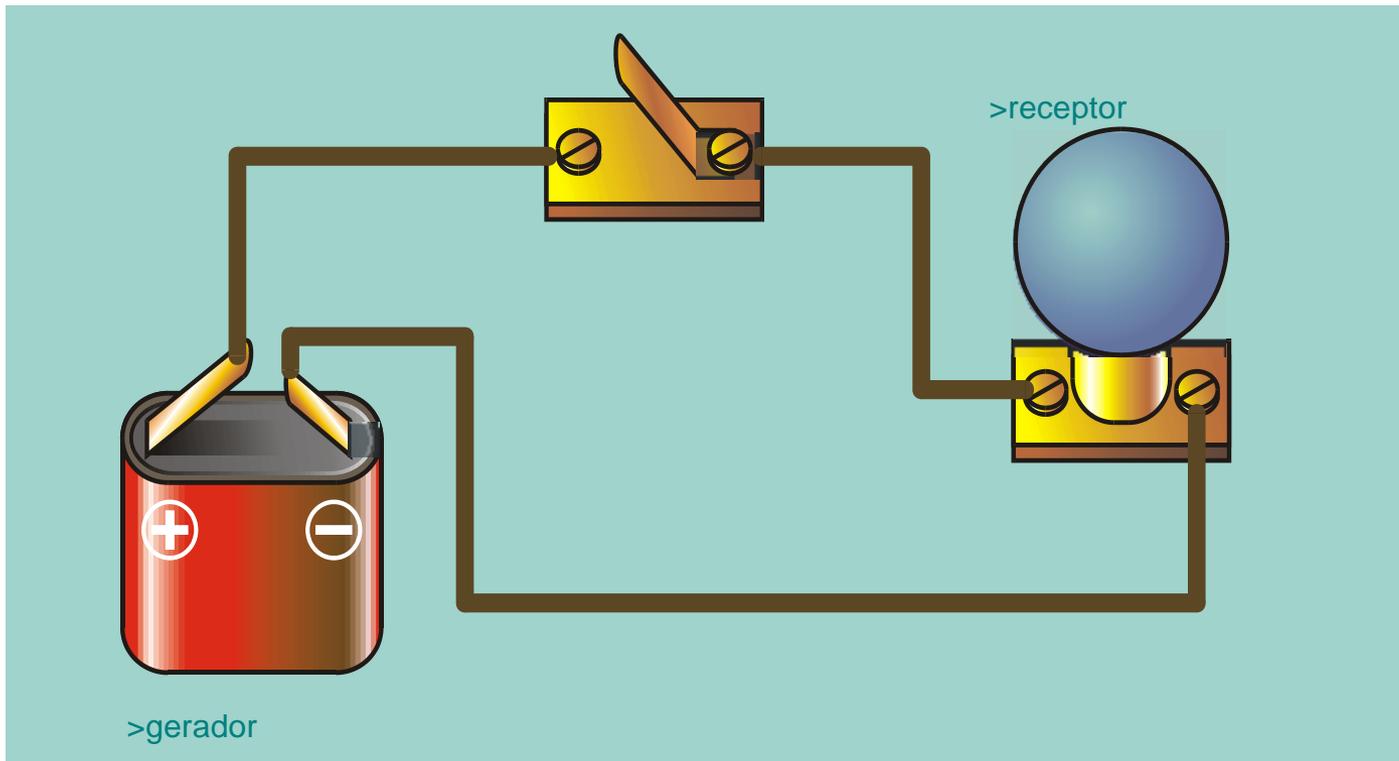


>Um **circuito eléctrico** é um conjunto de elementos condutores ligados que constituem um circuito fechado através do qual circula - ou poderá circular - uma corrente eléctrica.



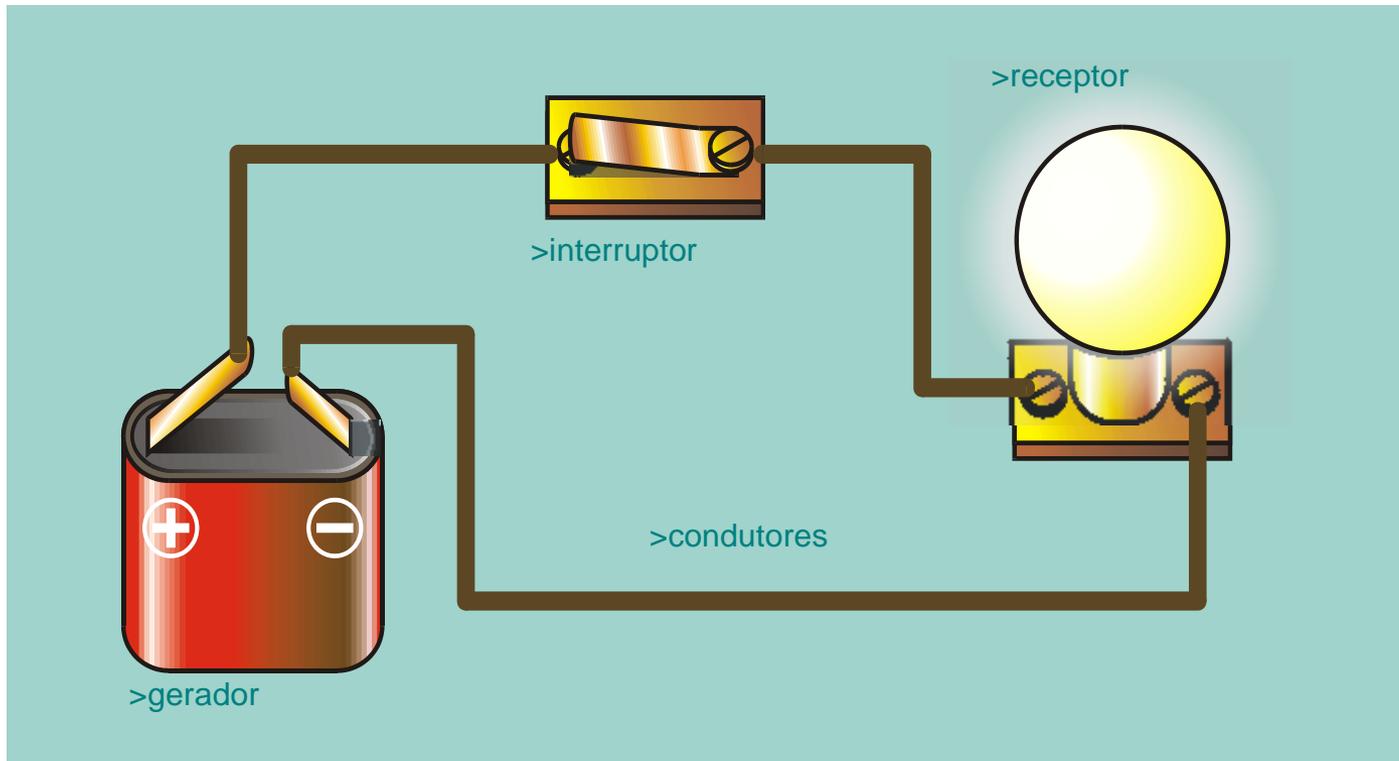
Elementos constituintes

- **Gerador** (pilha, bateria...). Alimenta o circuito com energia eléctrica.
- **Receptor** (motor, bomba, resistência...). Aproveita a energia eléctrica fornecida e transforma-a noutro tipo de energia (mecânica, luminosa, calorífica, etc.).



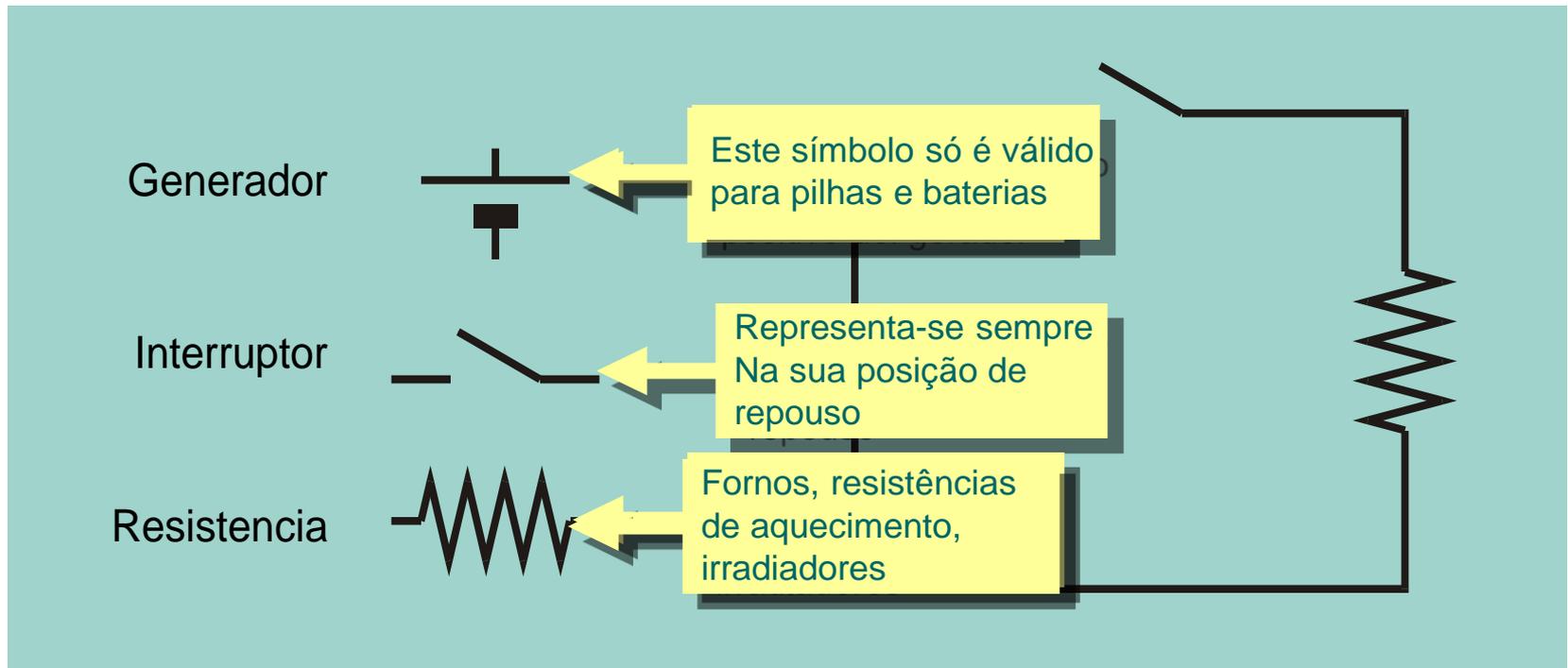
Elementos constituintes

- **Interruptor.** Abre ou fecha o circuito, estabelecendo ou interrompendo a passagem da corrente.
- **Condutores.** Fios ou cabos metálicos que ligam os elementos anteriormente citados e que formam um caminho fechado entre o gerador e o receptor.

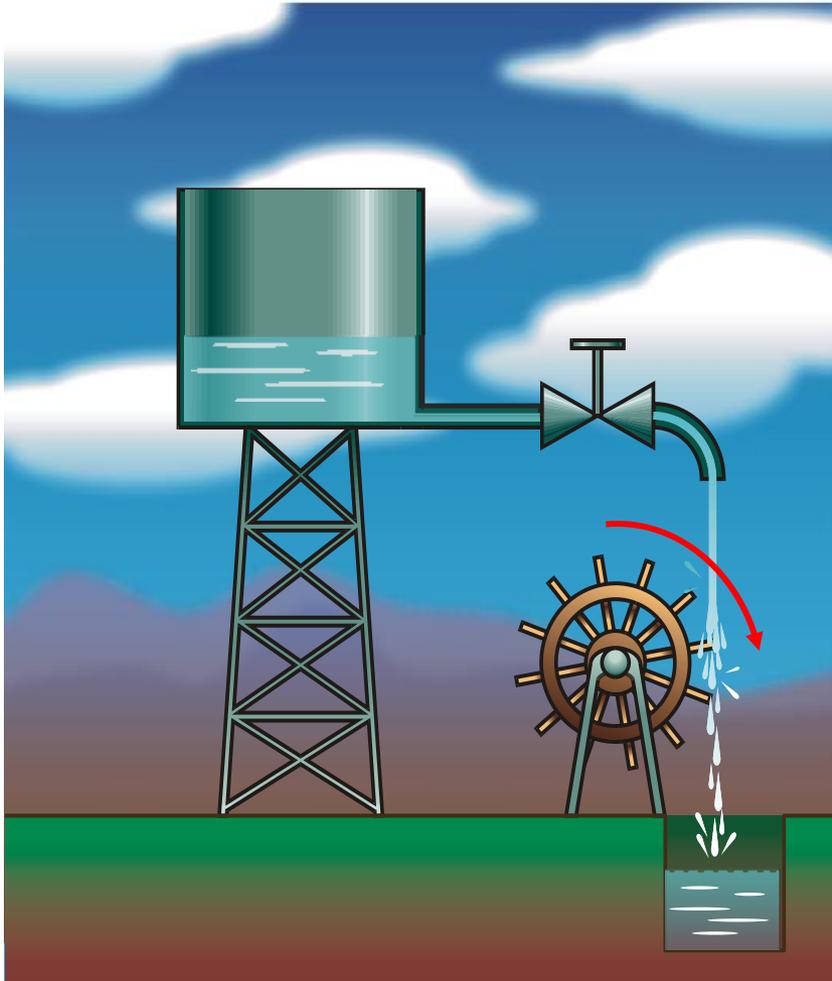


Simbologia

Os elementos constituintes dos circuitos eléctricos representam-se graficamente mediante símbolos normalizados. A representação dos mesmos poder-se-á realizar segundo varias normas internacionais. Neste curso, utilizar-se-ão os símbolos gráficos das normas UNE e DIN.



Funcionamento elementar



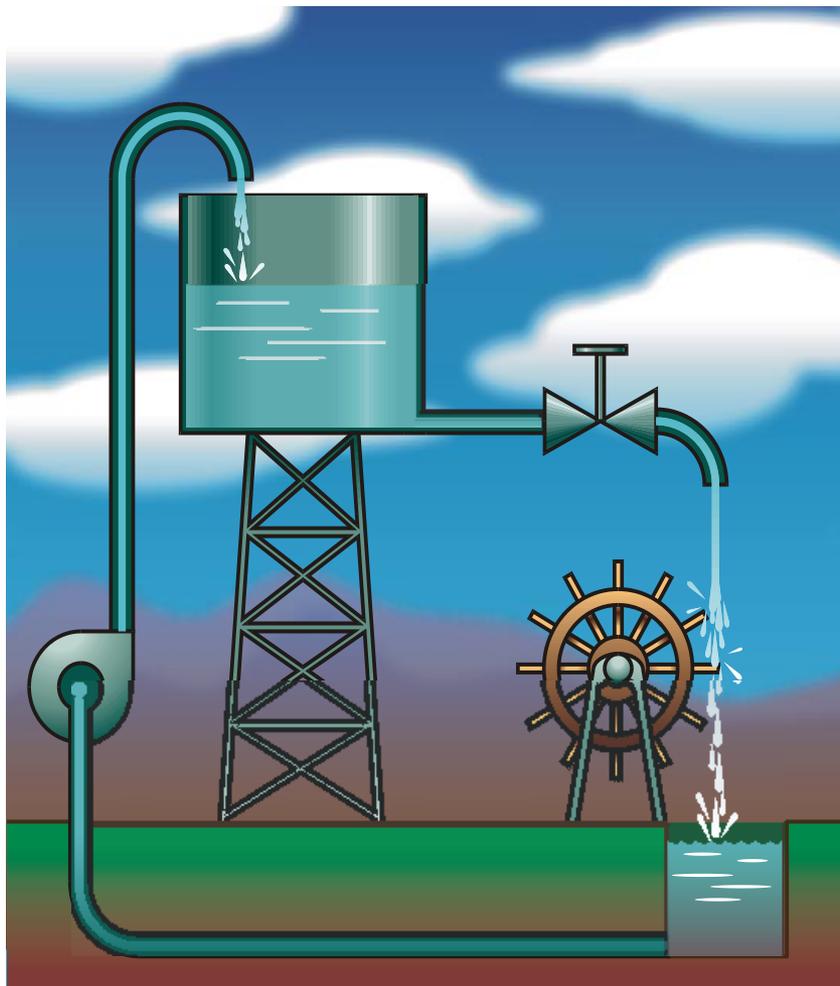
>Para compreender o funcionamento de um circuito eléctrico pode-se utilizar o princípio de funcionamento de um **sistema hidráulico**.

>Neste exemplo, a água armazenada no depósito possui uma **energia potencial** (gravítica). Essa energia estará disponível a partir do momento em que se **abra válvula de saída**.

>No momento da abertura da válvula, a água armazenada sairá em forma de **corrente de água**.

>Esta corrente embate no roda do moinho fazendo-a girar. Produz-se assim uma transformação de energia potencial da água em energia cinética do moinho.

Funcionamento elementar



>O funcionamento deste circuito só é possível enquanto houver reserva de água no depósito.

>A água possui inicialmente uma energia potencial, que cede ao moinho em forma de energia cinética e vai parar ao poço sem qualquer tipo de energia.

>Para o circuito ser executado indefinidamente, seria necessário retornar a energia potencial da água do poço.

>Ou seja, seria necessário elevar água do poço ao reservatório.

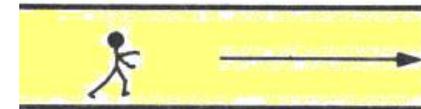
>Com uma bomba é restaurada a energia perdida da água e o sistema manter-se-á em funcionamento.

MUNDO DA ELECTRICIDADE

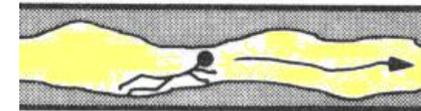
RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

A corrente eléctrica é influenciada pela diferença de potencial e por uma outra grandeza - a resistência eléctrica (R).

A resistência eléctrica consiste na oposição que os materiais apresentam à passagem da corrente eléctrica.



Condutor - Resistência baixa



Semicondutor - Resistência média



Isolador - Resistência alta

A resistência eléctrica é medida em ohm (Ω).



Georg Simon Ohm
1789-1854

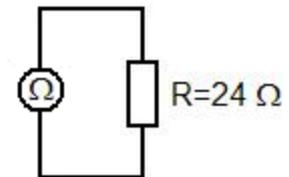
MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

A resistência eléctrica pode ser medida através de um ohmímetro.



Para a medição de uma resistência, a resistência deve estar desligado da fonte de alimentação.

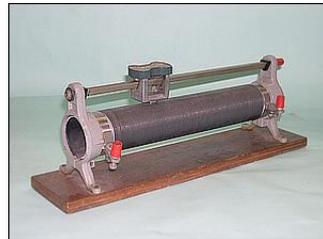


MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

Uma resistência eléctrica é um elemento que é utilizado para transformar a energia eléctrica em energia calorífica.

Uma resistência eléctrica pode ter vários aspectos:

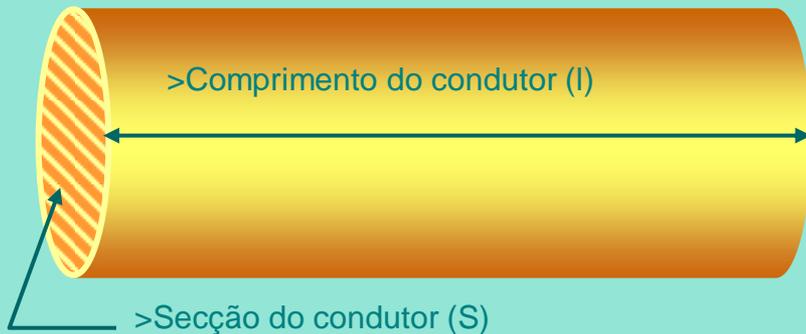


RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

>A **resistência eléctrica** (R) de corpo condutor aumenta de forma proporcional com comprimento do mesmo (l) e diminui em proporção com a secção (S) ou área transversal, supondo que esta será constante ao longo de um corpo condutor.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

>Considerando o comprimento do condutor expresso em metros (m) e a secção do condutor em milímetros quadrados (mm²), a resistência é expressa, como já se viu anteriormente, em **ohm** (Ω).



>Na expressão aparece um coeficiente de proporcionalidade (ρ) denominado de resistividade eléctrica (ou resistência eléctrica específica a 20°C) que é uma medida da oposição de um material ao fluxo de corrente eléctrica. Quanto mais baixa for a resistividade mais facilmente o material permite a passagem de um fluxo de electrões.

RESISTIVIDADE ELÉCTRICA

>A **Resistividade** (ρ) é a resistência que oferece à passagem da corrente num condutor de comprimento e secção unitários.

>Substituindo a resistividade na expressão anterior, obtém-se:

$$\rho = R \cdot \frac{S}{l}$$

>Considerando a resistência do condutor expressa em ohms (Ω), o comprimento expresso em metros (m) e a secção em milímetros quadrados (mm^2), a resistividade será expressa em **ohms por milímetro quadrado dividido por metro** ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

>A seguinte tabela mostra a resistividade, a 20°C de temperatura, de substâncias condutoras habituais.

RESISTIVIDADE DE ALGUNS MATERIAIS CONDUTORES

material	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Alumínio	0,028
Carvão	35
Cobre	0,018
Ferro	0,1

material	ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Bronze	0,07
Prata	0,0147
Chumbo	0,22
Tungsténio	0,055

MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

EXPERIÊNCIA 4:

Utilize o ohmímetro para determinar o valor das resistências eléctricas colocadas na placa de ensaios.

MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

A resistência eléctrica, a corrente ou a tensão, podem ser deduzidas através de uma lei muito importante no mundo da electricidade - LEI DE OHM.

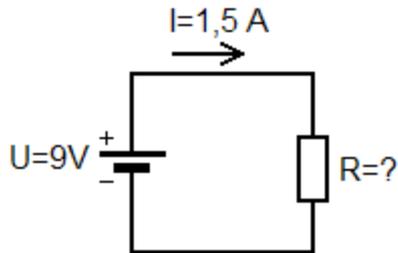
$$\boxed{R = \frac{U}{I}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{I = \frac{U}{R}} \quad \longrightarrow \quad \boxed{U = R \times I}$$

Destas fórmulas derivam muitas outras expressões também muito importantes no mundo de electrotecnia.

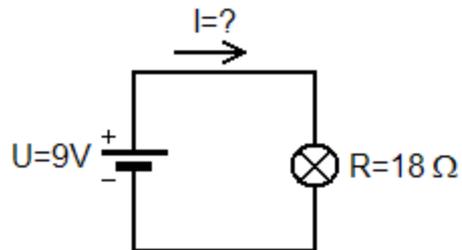
MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

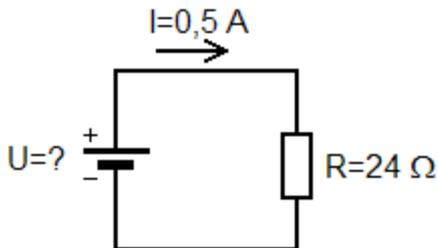
Através da aplicação da Lei de Ohm, sabendo duas das grandezas em causa é possível determinar a outra grandeza:



$$R = \frac{U}{I} = \frac{9}{1,5} = 6 \Omega$$



$$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{18} = 0,5 A$$



$$U = R \times I = 24 \times 0,5 = 12 V$$

MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

As resistências utilizadas em electrónica são codificadas com anéis coloridos, que permitem determinar o seu valor, sem necessidade de aparelho de medida.

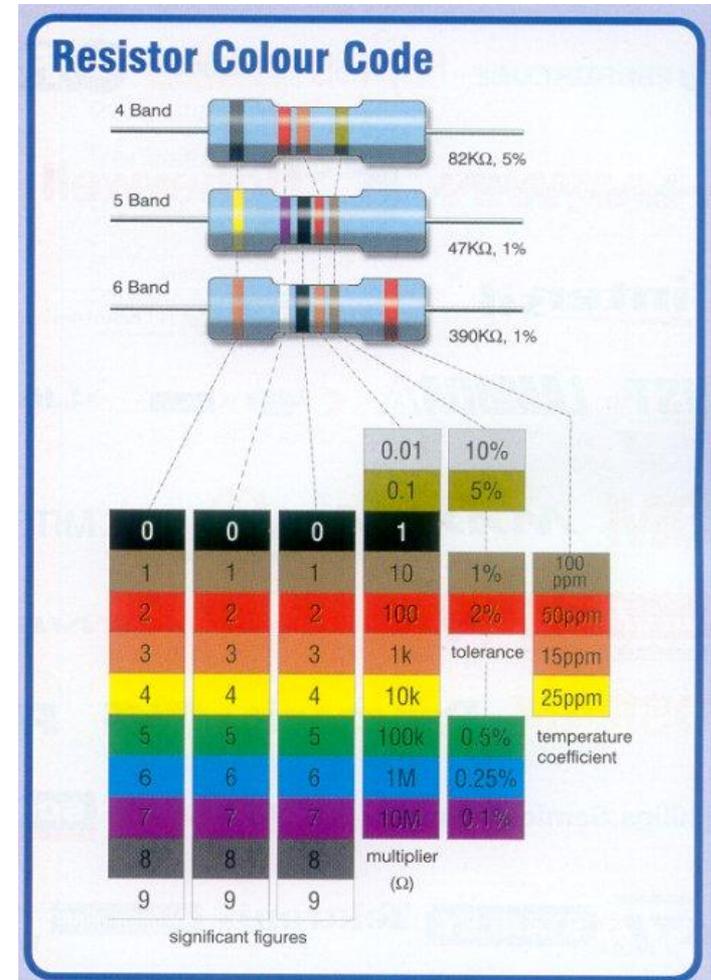


MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

EXPERIÊNCIA 5:

Identifique através do código de cores, o valor óhmico das resistências que estão na placa de ensaios, confirmando depois com o aparelho de medida.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

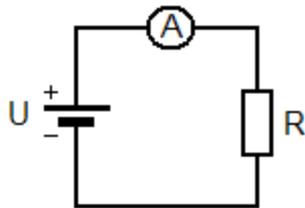
EXPERIÊNCIA 6:

Escolha uma resistência qualquer e registre o seu valor através da utilização do ohmímetro.

Realize a montagem abaixo com a ajuda de uma fonte de alimentação, de uma placa de ensaios e da resistência.

Pretende-se verificar qual o valor da corrente que circula no circuito com essa resistência, sendo necessário colocar o amperímetro no circuito.

Confirme através da Lei de Ohm, se o valor medido é igual ao valor calculado.

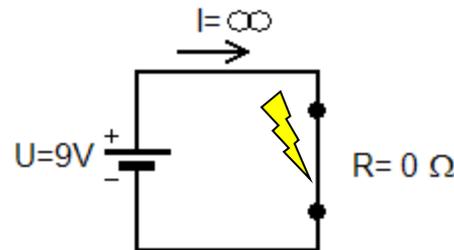


$$I = \frac{U}{R}$$

MUNDO DA ELECTRICIDADE

RESISTÊNCIA ELÉCTRICA

Se não houver resistência no circuito, não existe oposição à passagem da corrente eléctrica, e esta toma valores muito elevados, situação que se designa por curto-circuito.



$$I = \frac{U}{R} = \frac{9}{0} = \infty$$

Isto representa um defeito do circuito - deve existir sempre uma carga (resistência eléctrica) entre os terminais positivo e negativo de uma pilha.

Durante um curto-circuito, o fluxo de electrões é tão grande, que produz um aquecimento exagerado nos condutores, podendo até derreter o próprio condutor.

ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES

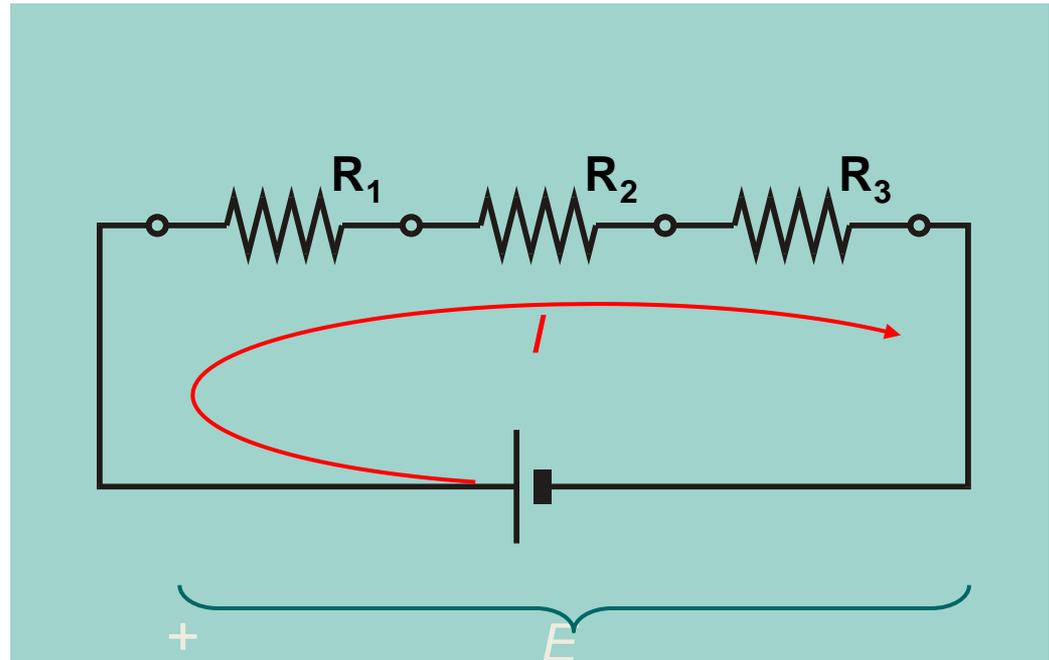
>Os elementos de um circuito eléctrico ligam-se entre si para produzir o efeito desejado. Os pontos de ligação de um elemento ao circuito denominam-se de **bornes**.

>Na análise de circuitos eléctricos, considera-se que tanto os condutores como os bornes não possuem resistência eléctrica.

>As formas básicas de ligação de resistências num circuito, são:

- **Ligação série**

>Este tipo de ligação dá-se quando as resistências se ligam uma a outra. Supõe-se que, ao aplicar ao conjunto uma tensão (U) ou uma força electromotriz (E) de um gerador, todas as resistências serão atravessadas pela mesma corrente eléctrica.



ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES

>Da definição anterior, e aplicando a lei de Ohm, extraem-se as seguintes conclusões:

- Como a corrente é a mesma para todas as resistências, a tensão que cai em cada uma delas é proporcional ao valor da resistência.

$$>U_1 = R_1 \cdot I$$

$$>U_2 = R_2 \cdot I$$

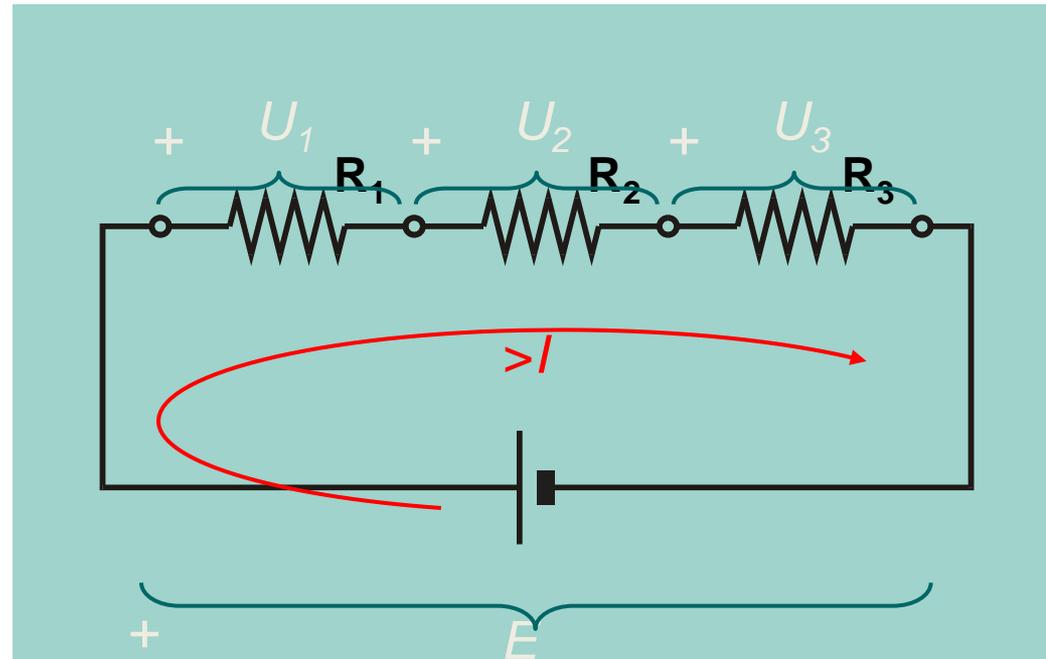
$$>U_3 = R_3 \cdot I$$

- A força electromotriz (E) do gerador reparte-se na íntegra entre todas as resistências (U_1 , U_2 , U_3), e de forma proporcional a elas.

$$>E = U_1 + U_2 + U_3$$

>Substituindo o valor da tensão em cada resistência:

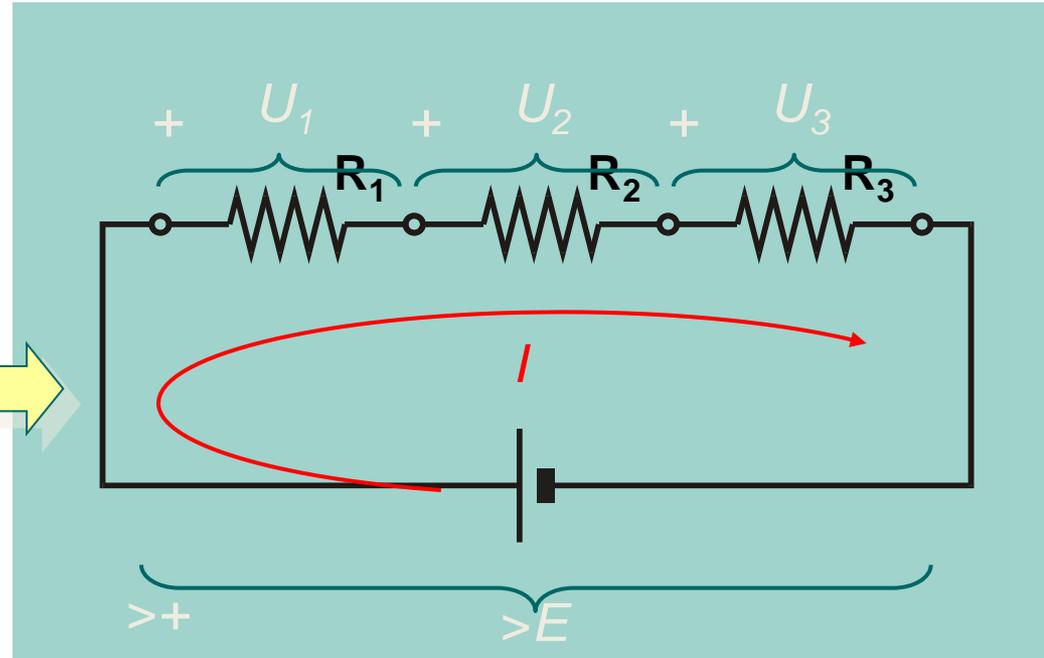
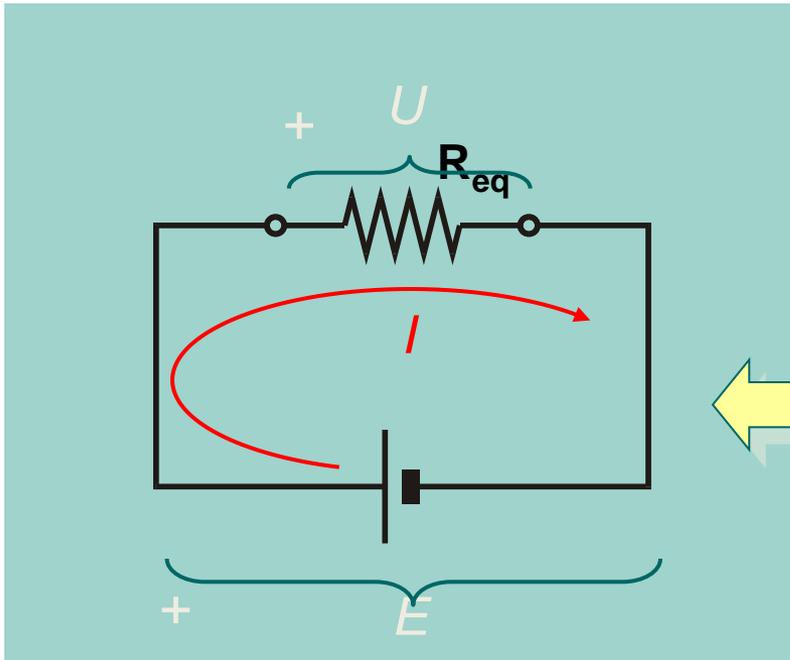
$$>E = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I$$



ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES

>Para facilitar os cálculos nos circuitos eléctricos utiliza-se a **resistência equivalente** de um conjunto de resistências:

>A **resistência equivalente** de um conjunto de resistências associadas é um modelo fictício que produz os mesmos efeitos (corrente, potencia...) no circuito que aquelas representa.



ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES

> Das expressões anteriores obtém-se a relação entre a resistência equivalente e o conjunto de resistências em serie:

- No circuito original:

$$> E = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I$$

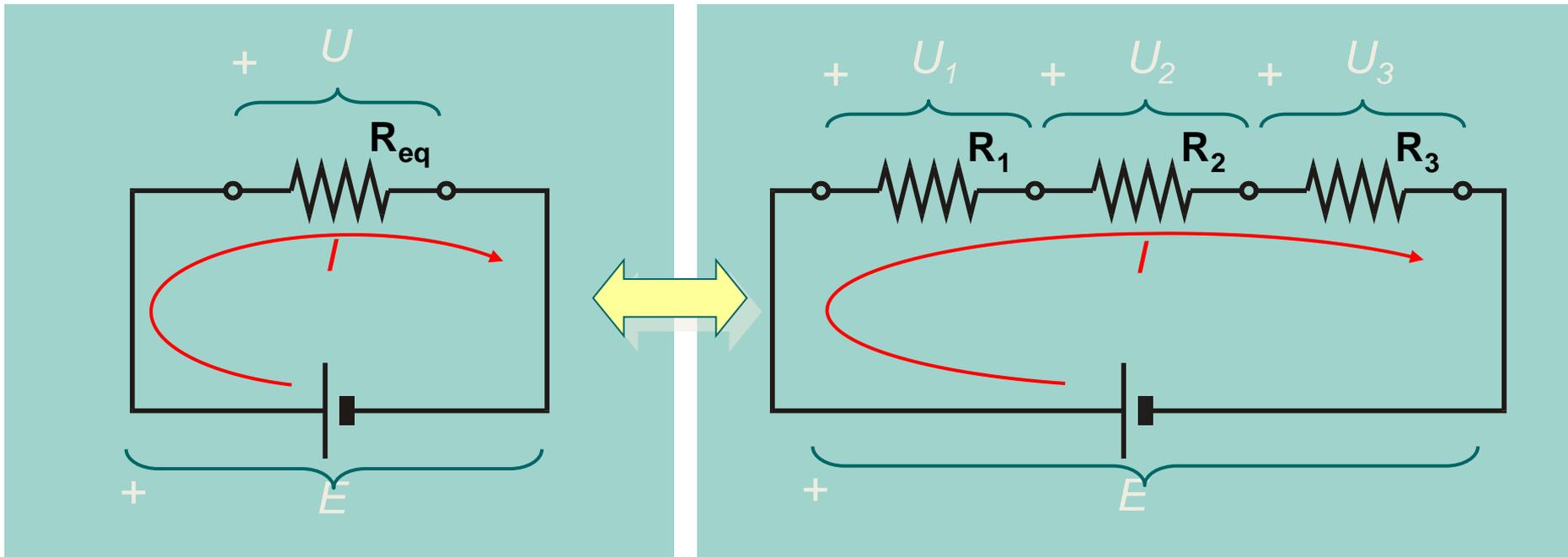
- No circuito equivalente:

$$> E = R_{eq} \cdot I$$

- Igualando expressões e simplificando:

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

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



ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES EM PARALELO

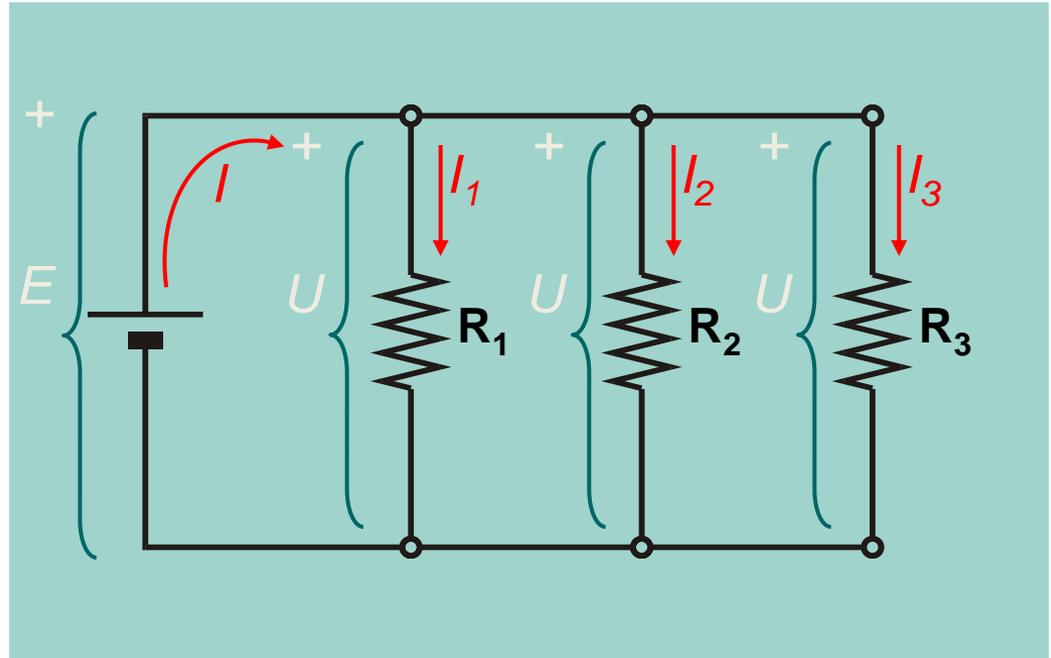
> Diz-se que várias resistências são ligadas em **paralelo** ou em **derivação** quando os dois extremos das resistências se unem em que os bornes são comuns entre si, isto é, + com + e - com -.

> Nesta situação todas as resistências são submetidas à mesma tensão eléctrica.

> Utilizando a lei de Ohm, obtém-se:

- Como a tensão é a mesma em todas as resistências, a corrente que passa por cada uma delas é inversamente proporcional ao valor da respectiva resistência.

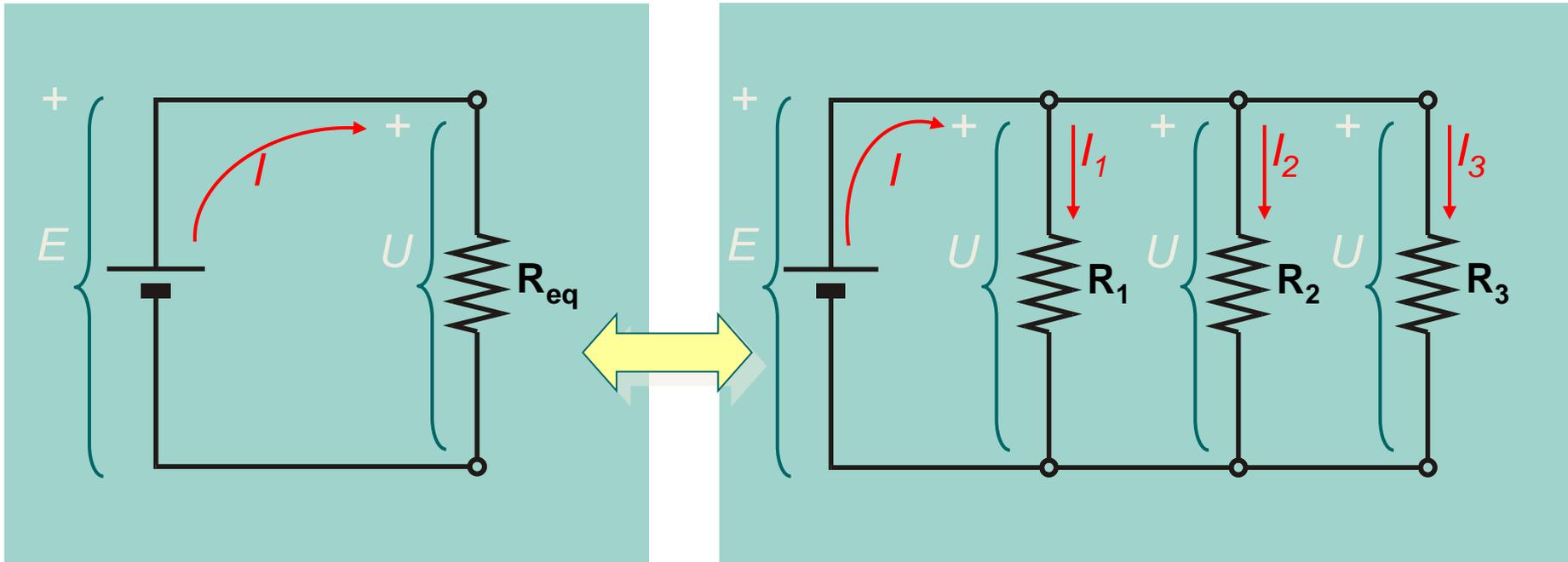
- A corrente total que o gerador fornece, é a soma de todas as correntes que passam em cada ramo.



$$I_1 = \frac{U}{R_1} ; I_2 = \frac{U}{R_2} ; I_3 = \frac{U}{R_3}$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES EM PARALELO



>A expressão da **resistência equivalente** obtém-se do seguinte modo:

- No circuito original:

$$I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

- No circuito equivalente:

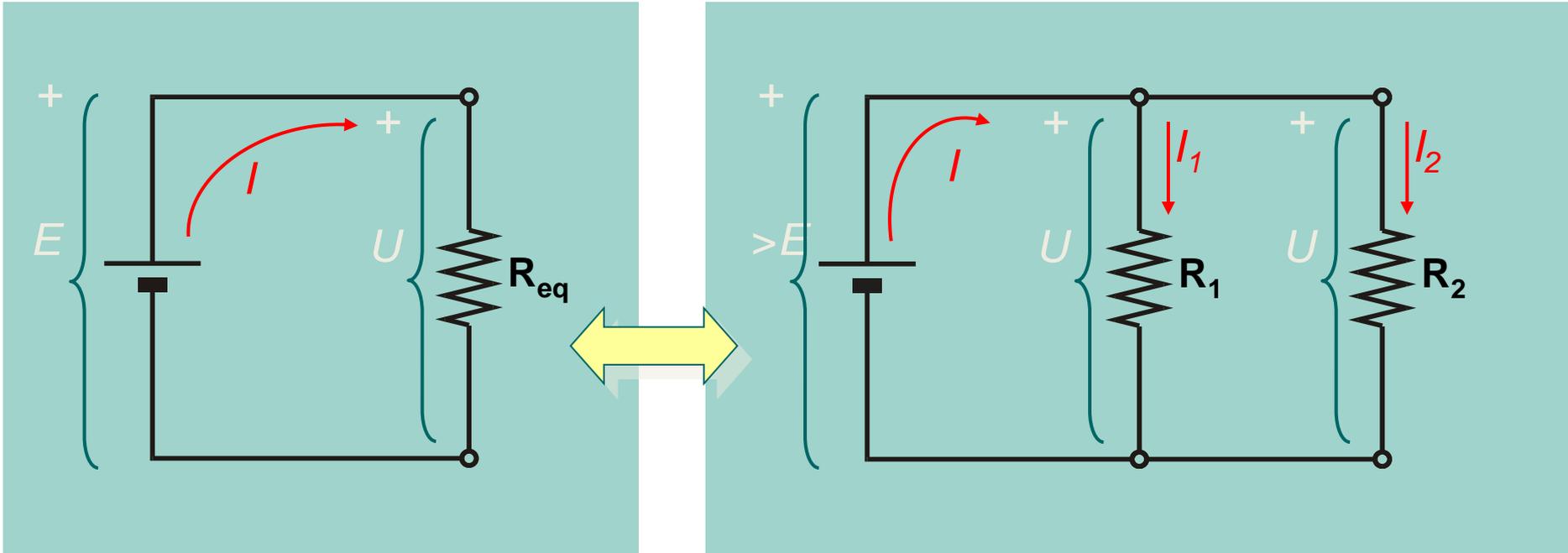
$$I = \frac{E}{R_{eq}} = \frac{U}{R_{eq}}$$

- Igualando as expressões e substituindo vem:

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

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

ASSOCIAÇÃO DE RECEPTORES EM PARALELO



Considerando um caso aparte no **cálculo do paralelo de duas só resistências**, poder-se-á utilizar a seguinte expressão.

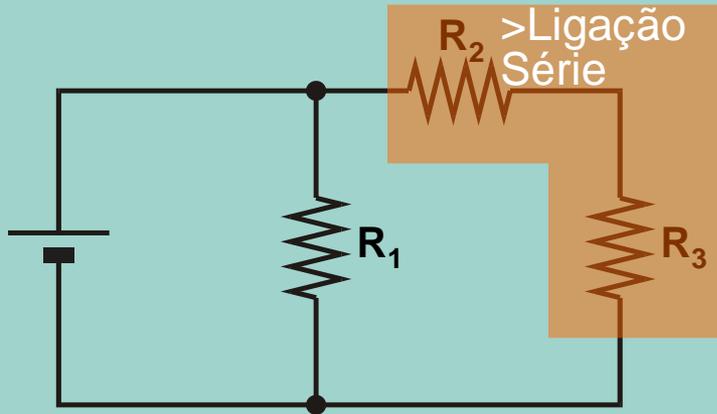
>Partindo da expressão geral anterior:

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

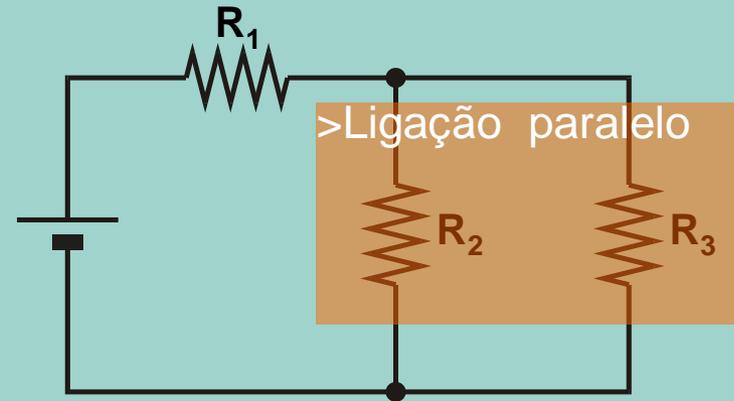
ASSOCIAÇÃO MISTA DE RECEPTORES

>Na associação mista tem de haver ligações entre três resistências, ou mais, formando entre elas ligações série e paralelo. De seguida são apresentados dois exemplos:

>Exemplo 1



>Exemplo 2



>Para analisar estes circuitos convém ir simplificando grupos de resistências em resistências equivalentes.

>Como regra geral, dever-se-á começar sempre por determinar a resistência equivalente daquelas que tenham uma ligação facilmente identificável.

ASSOCIAÇÃO MISTA DE RECEPTORES

>Para determinar a resistência equivalente do circuito do exemplo 1, dever-se-á simplificar as resistências R_2 e R_3 , as quais estão ligadas em série:

>Exemplo 1



>Se se substituir nesta última expressão, o valor de R_{23} , virá:

$$>R_{23} = R_2 + R_3$$

>Como se pode observar agora, a resistência equivalente série R_{23} e a resistência R_1 estão ligadas em paralelo.

>A resistência equivalente do circuito será a que resultar do cálculo do equivalente destas duas em paralelo:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

ASSOCIAÇÃO MISTA DE RECEPTORES

>No circuito do exemplo 2 dever-se-á começar por simplificar as resistências R_2 e R_3 , visto que estão ligadas em paralelo:

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$$

>Como se pode observar agora, a resistência equivalente serie R_{23} e a resistência R_1 ficarão ligadas em serie.

>A resistência equivalente do circuito será a que resulte do calculo do equivalente destas duas em serie:

$$R_{eq} = R_1 + R_{23}$$

>Se se substituir nesta esta última expressão, o valor de R_{23} , irá resultar:

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

>Exemplo 2



DIVISORES DE TENSÃO

>Os circuitos tipo permitem determinar valores de tensão, ou de corrente, em pontos concretos de um circuito utilizando uma única expressão. Estes circuitos baseiam-se nas expressões de resistências equivalentes anteriormente vistas.

>Esta é uma aplicação directa da associação de resistências em série.

>Conhecendo a tensão de entrada U_1 e as resistências R_1 e R_2 , permite-nos obter a tensão de saída U_2 sem a necessidade de calcular a corrente no circuito.

>Partindo de U_1 , a hipotética corrente que circularia no circuito seria:

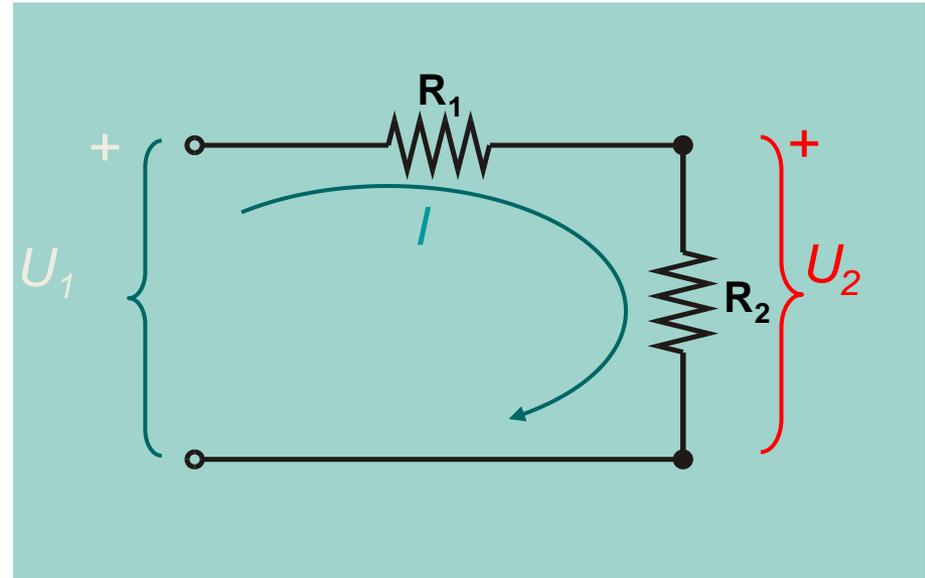
$$I = \frac{U_1}{R_1 + R_2}$$

>A tensão U_2 obtinha-se pela lei de Ohm:

$$U_2 = I \cdot R_2$$

>Substituindo o valor de I nesta última expressão:

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



DIVISORES DE CORRENTE

>Esta é uma aplicação directa da associação de resistências em paralelo.

>Conhecendo a corrente de entrada I e as resistências R_1 e R_2 , permite-nos obter a corrente por qualquer das resistências, I_1 e I_2 sem necessidade de calcular a tensão U nas mesmas.

>Partindo de I , a tensão U nas resistências, seria:

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

>A corrente I_1 , por R_1 , obter-se-ia pela lei de Ohm:

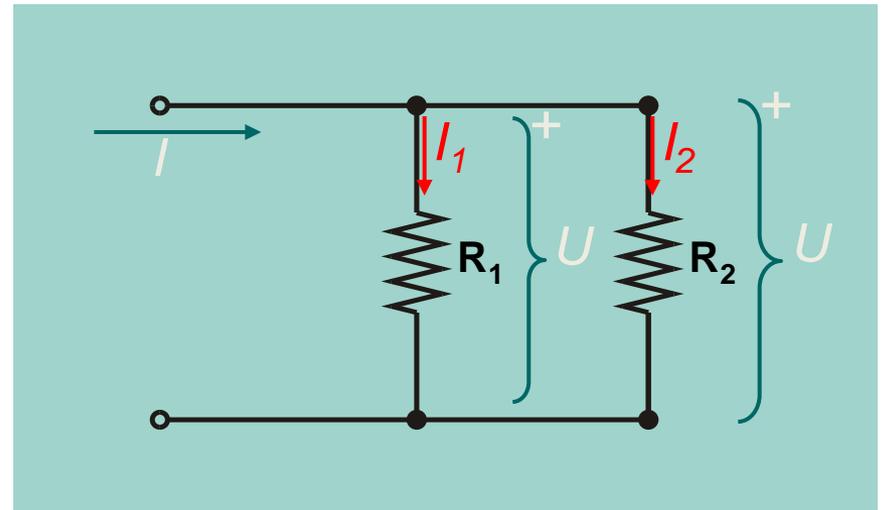
$$I_1 = \frac{U}{R_1}$$

>Substituindo o valor de U nesta última expressão, resultará:

$$I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

>De forma análoga, a corrente I_2 , por R_2 , resultará:

$$I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

A potência é caracterizada pela quantidade de energia que é fornecida ou recebida por unidade de tempo.

A unidade de potência eléctrica (P) é o watt (W).



James Watt
1736-1819

P - Potência (W)

W - energia (J)

T - tempo (s)

$$P = \frac{W}{t}$$



MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

Contudo a potência eléctrica de um equipamento também pode ser calculada através da tensão aplicada e da corrente consumida.

$$P = U \times I$$

Aplicando a Lei de Ohm à expressão, pode-se alterar as suas grandezas:

$$P = U \times I = U \times \left(\frac{U}{R} \right) = \frac{U^2}{R}$$

$$P = U \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2$$

$$P = U \times I$$

$$P = R \times I^2$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

O conceito de energia está associado ao de trabalho.

Trabalho → Dispendar energia

A energia eléctrica (W) consumida por um equipamento é definida como sendo o produto da potência eléctrica pelo tempo.

$$W = P \times t$$

A unidade da energia eléctrica é o joule (J), com t=segundos.

Se t=horas, a unidade passa a ser watt-hora (Wh).



James Prescott Joule
1818-1889

MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

A energia eléctrica consumida por qualquer equipamento ligado à rede eléctrica pode ser calculada da seguinte forma:

$$W = P \times t$$



$$W = (U \times I) \times t$$



MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

Exercício 1: Considere um televisor que está ligado a 230 V e consome uma corrente 0,2 A. Qual a potência consumida pela TV em funcionamento?

$$P = U \times I = 230 \times 0,2 = 46 \text{ W}$$

Imagine que passou 3 h a ver um filme. Qual a energia consumida?

$$W = P \times t = 46 \times 3 = 138 \text{ Wh}$$

Se todos os dias ver televisão durante 3 horas, qual a energia consumida no final de um mês e qual o custo que terá na factura da EDP?

$$W_{\text{mensal}} = W_{\text{diária}} \times n^{\circ} \text{ dias} = 138 \text{ Wh} \times 30 \text{ dias} = 4140 \text{ Wh} = 4,14 \text{ kWh}$$

$$\text{Custo} = 4,14 \times 0,1211 = 0,50 \text{ €}$$



O preço da energia actualmente é de 0,1211 €/kW

MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

Exercício 2: Um monitor de um PC está ligado em *stand-by* cerca de 14 h por dia, consumindo uma potência de 3 W. Qual o consumo de energia ao fim de um mês desse monitor só em *stand-by*?

$$W_{\text{dia}} = P \times t = 3 \times 14 = 42 \text{ Wh}$$

$$W_{\text{mês}} = W_{\text{dia}} \times n^{\circ} \text{ dias} = 42 \times 30 = 1260 \text{ Wh}$$

Considerando que isto acontece durante 11 meses, qual o valor a pagar?

$$W_{\text{ano}} = W_{\text{mês}} \times n^{\circ} \text{ meses} = 1260 \times 11 = 13860 \text{ Wh} = 13,86 \text{ kWh}$$

$$\text{Custo} = 13,86 \times 0,1077 = 1,678 \text{ €}$$

Se em toda a instalação existissem cerca de 100 monitores de computador e em todos eles se fizesse o mesmo, o custo seria:

$$\text{Custo Total} = \text{Custo monitor} \times n^{\circ} \text{ de monitores} = 1,678 \times 100 = 167,84 \text{ €}$$



O preço da energia actualmente é de 0,1211 €/kW

MUNDO DA ELECTRICIDADE

POTÊNCIA ELÉCTRICA

Exercício 3: Considere um aquecedor de resistências, ligado a 230 V e com uma potência de 2000 W. Qual o seu consumo de corrente eléctrica quando está ligado?

$$P = U \times I \Leftrightarrow I = \frac{P}{U} \Leftrightarrow I = \frac{2000}{230} \cong 8,7 \text{ A}$$

Qual o consumo de energia se estiver ligado durante 5 horas diárias?

$$W = P \times t = 2000 \times 5 = 10000 \text{ Wh} = 10 \text{ kWh}$$

Qual a energia consumida no final de um mês e o valor a pagar?

$$W_{\text{mensal}} = W_{\text{diária}} \times n^{\circ} \text{ dias} = 10 \text{ kWh} \times 30 \text{ dias} = 300 \text{ kWh}$$

$$\text{Custo} = 300 \times 0,1211 = 36,33 \text{ €}$$

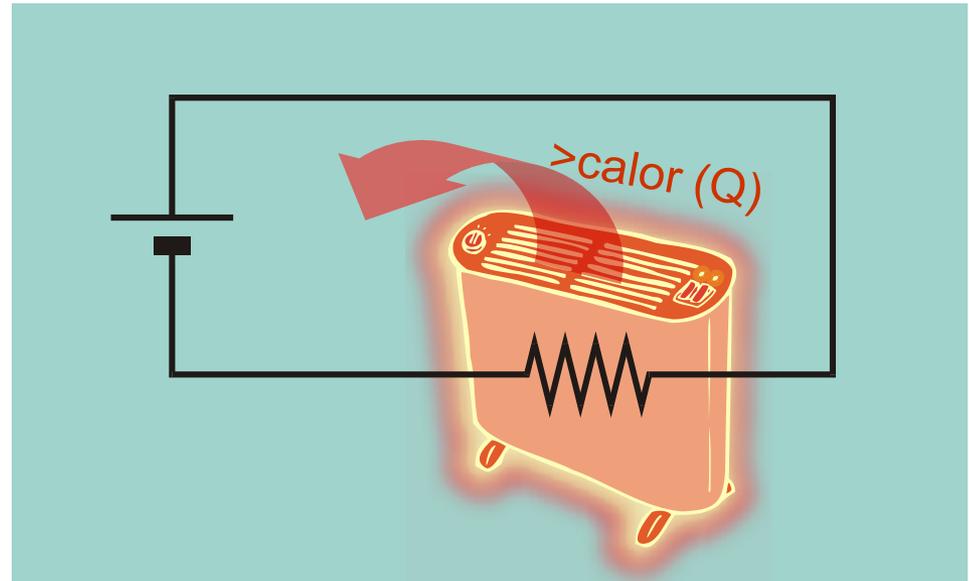


O preço da energia actualmente é de 0,1211 €/kW

EFEITO DE JOULE

>Devido aos choques contínuos e à fricção dos electrões com os iões metálicos dos condutores, estes sofrem un aumento de temperatura e, como consequência, libertam calor. Este fenómeno é conhecido como **efeito de Joule***.

>O calor produzido é aproveitado e quantificável por meio da **Lei de Joule**.



>O **calor** (Q) dissipado num condutor é proporcional ao quadrado da corrente (I) que o atravessa, pela duração de tempo (t) e a resistência (R) do mesmo.

$$Q = R \cdot I^2 \cdot t$$

>A corrente é expressa em amperes (A), a resistência em ohms (Ω), e tempo em segundos (s), o calor é expresso em **joules** (J).

Outras unidades de medida de calor e de energia eléctrica

>Joule é a unidade correspondente ao S.I., a unidade de medida mais habitual para o calor é a **caloria** (cal) e os seus múltiplos, como a **kilocaloria** (kcal).

>A conversão de Joules para calorias, e vice-versa, é:

$$>1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J} \quad ; \quad 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

>A lei de Joule é expressa directamente em calorias:

$$>Q = R \cdot I^2 \cdot t \cdot 0,24$$

- **Em kilowatt hora.**

>A energia eléctrica consumida nas instalações eléctricas é facturada pelas companhias eléctricas que a produzem e a fornecem.

>O Joule é uma unidade muito pequena para este fim, e é por isso que se utiliza o kilowatt por hora ou **kilowatt hora** (kWh), cuja relação com o Joule é:

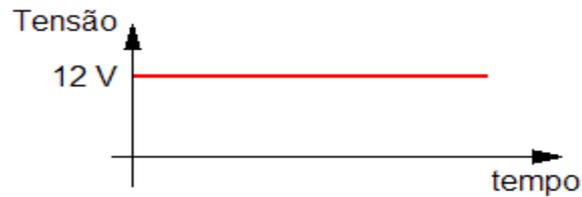
$$>1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 1000 \text{ W} \cdot 3.600 \text{ s} = 3600000 \text{ J}$$

MUNDO DA ELECTRICIDADE

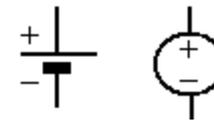
GERADOR DE CORRENTE CONTÍNUA

A função de um gerador de corrente contínua é criar e manter uma d.d.p. constante aos seus terminais (sentido e amplitude constante).

A evolução tensão aos terminais de uma fonte de corrente contínua é:



Simbologia

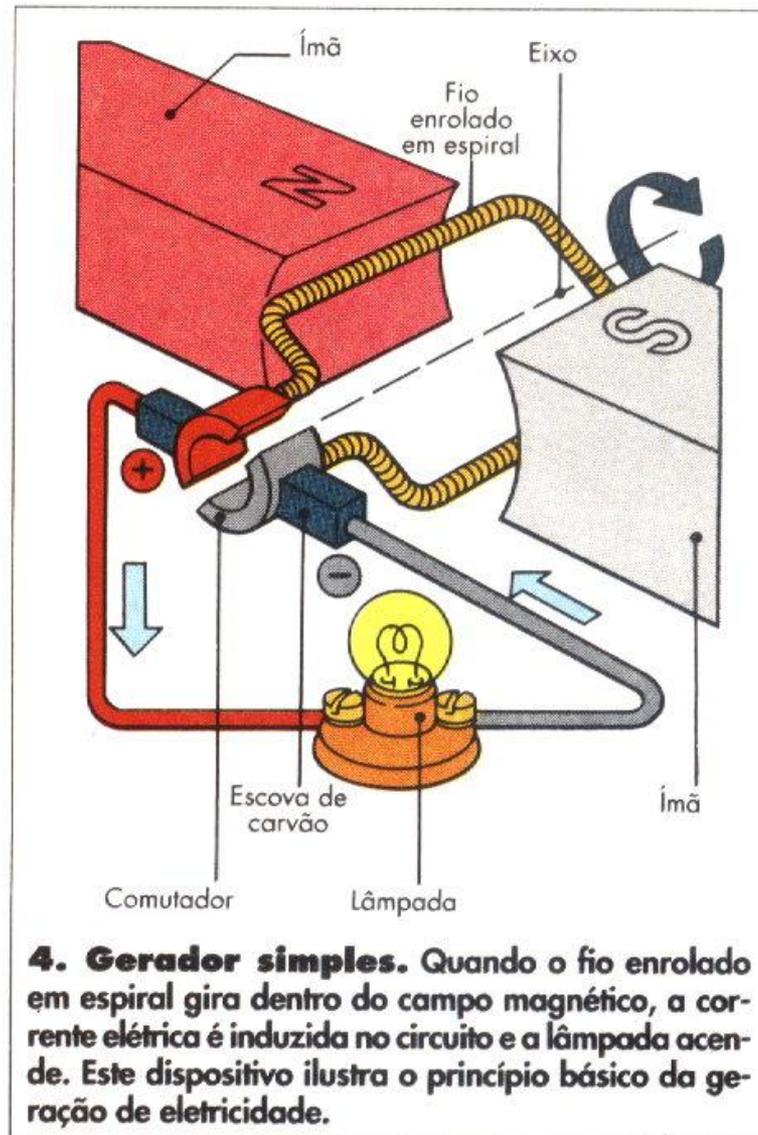


Tipos de geradores de corrente contínua:

- Pilhas eléctricas
- Bateria eléctrica
- Dínamos
- Painéis Solares



GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA

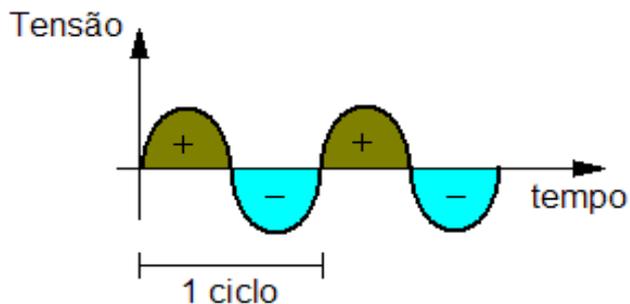


4. Gerador simples. Quando o fio enrolado em espiral gira dentro do campo magnético, a corrente elétrica é induzida no circuito e a lâmpada acende. Este dispositivo ilustra o princípio básico da geração de eletricidade.

MUNDO DA ELECTRICIDADE

GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA

Um gerador de corrente alternada deve produzir uma tensão variável no tempo, invertendo periodicamente a sua polaridade. É caracterizada por representar uma função sinusoidal, com uma frequência de 50 Hz (50 ciclos por segundo).



Simbologia



Características da tensão AC:

- Frequência = 50 Hz
- Tensão eficaz = 230V
- Período (ciclo) = 20 ms

Tipos de geradores de corrente alternada:

- Alternador



- Onduladores e UPS



MUNDO DA ELECTRICIDADE

GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA

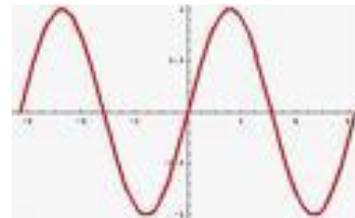
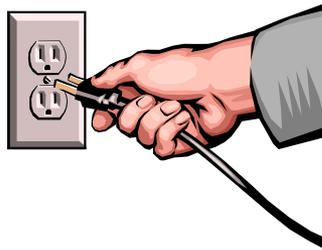
EXPERIÊNCIA 7:

Utilizando um gerador de funções e um osciloscópio, verifique a forma de onda de um sinal em tensão contínua e um sinal em tensão alternada.

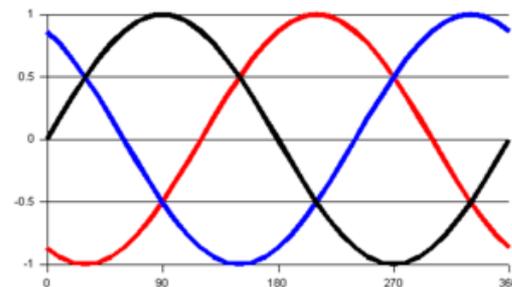
MUNDO DA ELECTRICIDADE

GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA

Quando ligamos, nas nossas casas, um equipamento monofásico, ele vai ser alimentado com uma tensão de 230V.

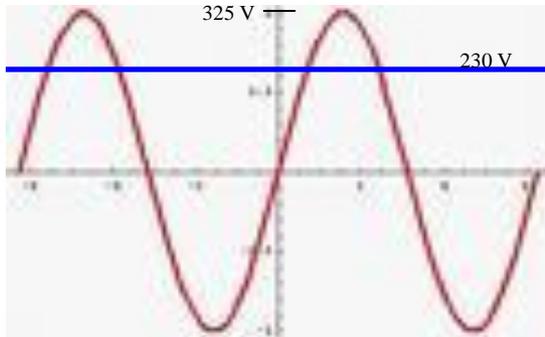


Nas fábricas, os motores eléctricos são trifásicos, pelo que são ligados a uma tensão de 400 V.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

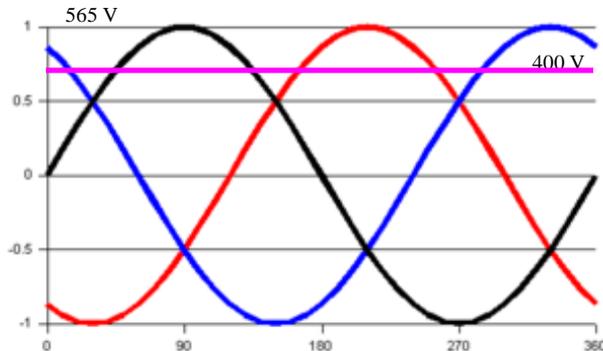
GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA



$$U_{\text{eficaz monof.}} = 230\text{V}$$

$$U_{\text{máx monof.}} = \sqrt{2} \times 230 = 325\text{V}$$

A tensão eficaz corresponde a um valor contínuo de tensão que liberta a mesma quantidade de energia que a tensão alternada.



$$U_{\text{eficaz trifásica}} = 400\text{V}$$

$$U_{\text{máx. trifásica}} = \sqrt{2} \times 400 = 565\text{V}$$



MUNDO DA ELECTRICIDADE

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS - MOTOR

Estes motores têm uma grande utilização na indústria:

- Tapetes de transporte



- Gruas



- Bombas, Compressores e Ventiladores



- Tornos mecânicos



- Britadores



MUNDO DA ELECTRICIDADE

EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS - MOTOR

Também são muito utilizados no sector doméstico, podendo encontrar-se nos seguintes aparelhos:

- Batedeiras e varinhas mágicas



- Ventoínhas



- Aspiradores



- Frigorífico (compressor)



- Facas eléctricas



- Secador de cabelo



- Máquina de Lavar Loiça/Roupa



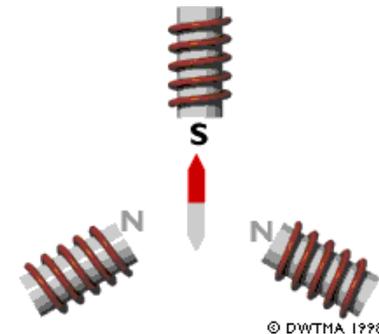
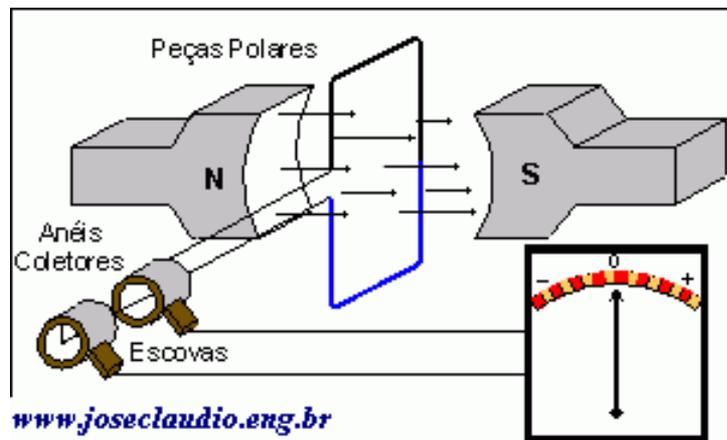
- Trituradores



MUNDO DA ELECTRICIDADE

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS - GERADOR

A possibilidade de produzir de energia eléctrica através da variação do campo magnético numa bobina trouxe a descoberta do gerador eléctrico.



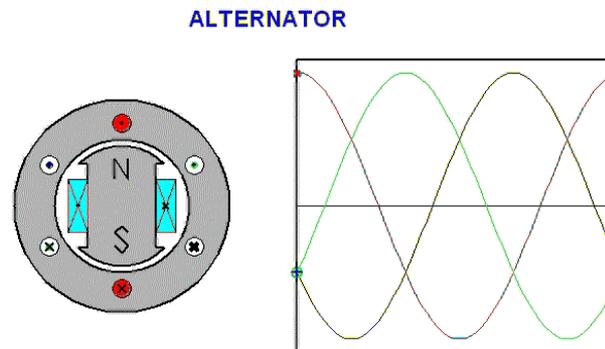
MUNDO DA ELECTRICIDADE

EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS - GERADOR

O gerador eléctrico permite transformar a energia mecânica aplicada no veio em energia eléctrica.



Com esta descoberta, generalizou-se a produção de energia eléctrica, que até aí só era possível através de processos químicos (pilhas e baterias) e em quantidades relativamente reduzidas.

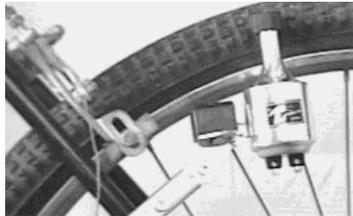


MUNDO DA ELECTRICIDADE

EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS - GERADOR

Os geradores podem ser de vários tipos:

- De corrente contínua (dínamo da bicicleta, aerogeradores, etc.)



- De corrente alternada (alternadores dos automóveis, centrais eléctricas, etc.)



MUNDO DA ELECTRICIDADE

APARELHAGEM DE PROTECÇÃO

As protecções eléctricas têm como objectivo desligar um circuito quando este apresenta um defeito - curto-circuito ou sobrecarga.

Os defeitos podem surgir devido a:

- Falha de isolamento do equipamento/condutor
- Sobrecarga de alguns equipamentos (motores)
- Utilização imprópria da instalação (erro nas ligações)

Os equipamentos mais comuns para efectuar o corte do circuito em caso de defeito são:

- Fusíveis



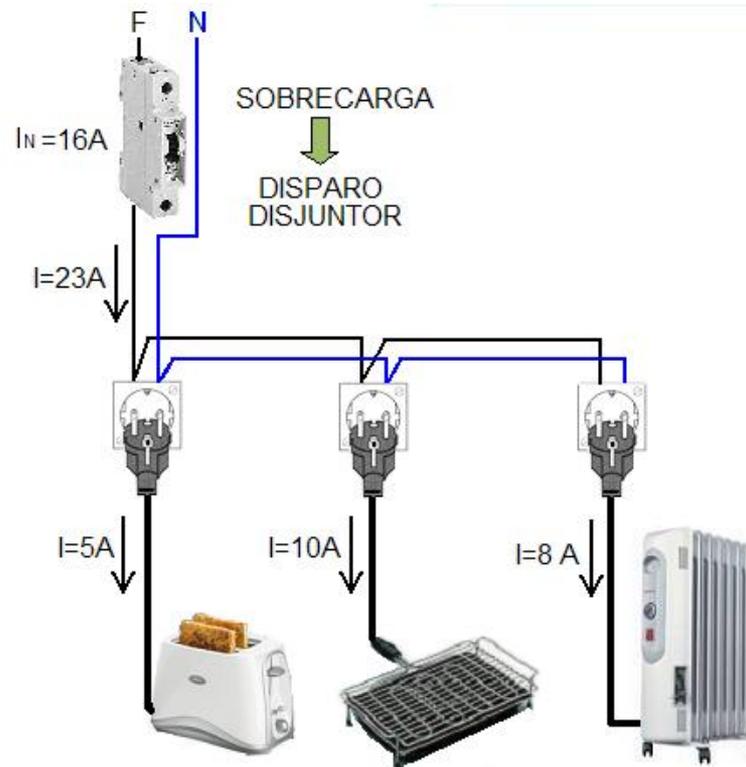
- Disjuntores



MUNDO DA ELECTRICIDADE

APARELHAGEM DE PROTECÇÃO

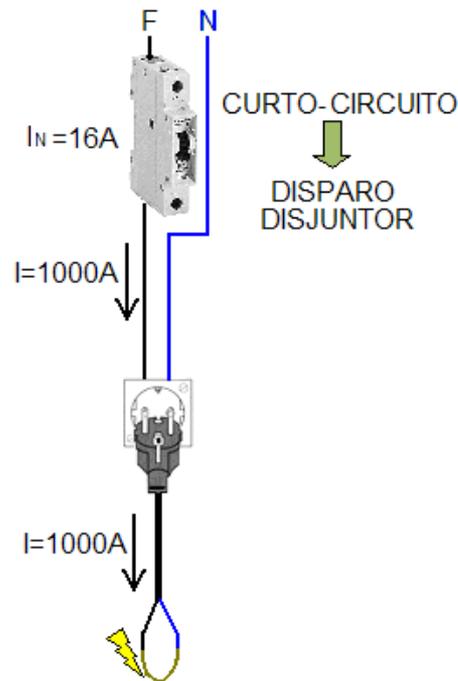
SOBRECARGA - Quando se tem muitos equipamentos ligados todos no mesmo circuito e a corrente consumida por todos eles excede o valor nominal do disjuntor.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

APARELHAGEM DE PROTECÇÃO

CURTO-CIRCUITO - Quando se faz uma ligação directa entre a Fase e o Neutro (ou a Terra) da instalação.



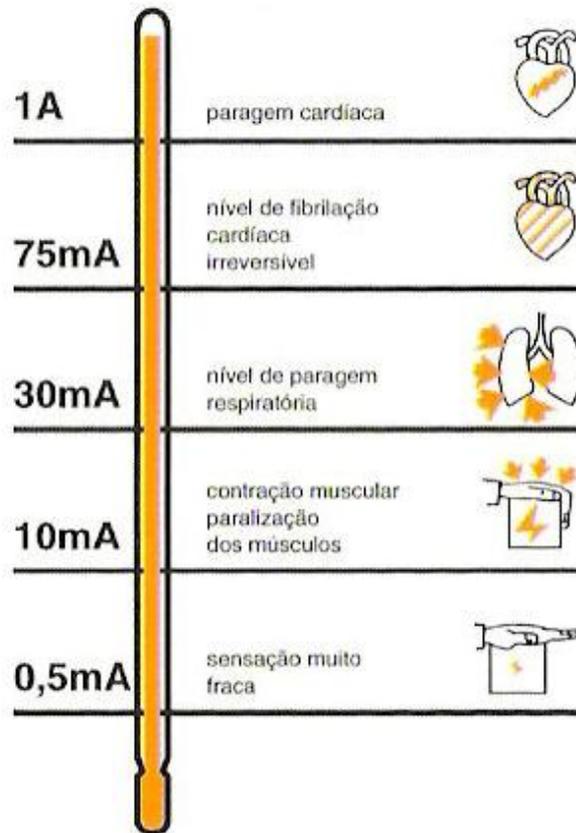
A principal função do disjuntor e do fusível é proteger os equipamentos e a instalação eléctrica. E as pessoas ?



MUNDO DA ELECTRICIDADE

SISTEMAS DE PROTECÇÃO DE PESSOAS

Pequenas correntes eléctricas (alguns mA) são suficientes para causar lesões graves no corpo humano.



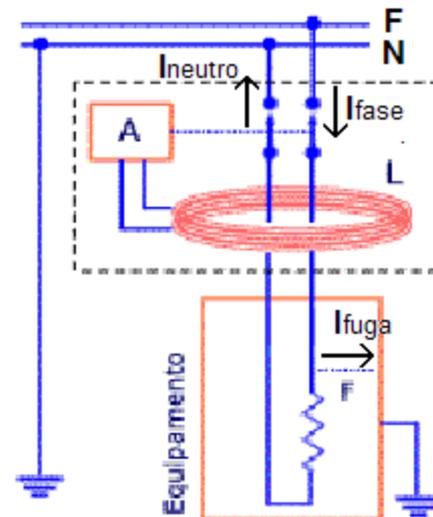
MUNDO DA ELECTRICIDADE

SISTEMAS DE PROTECÇÃO DE PESSOAS

O interruptor diferencial funciona através da medição da corrente na Fase e no Neutro, actuando quando a sua diferença é substancial.

Se $I_{\text{Fase}} = I_{\text{neutro}} \rightarrow I_{\text{fuga}} = 0\text{A}$ e o diferencial não dispara.

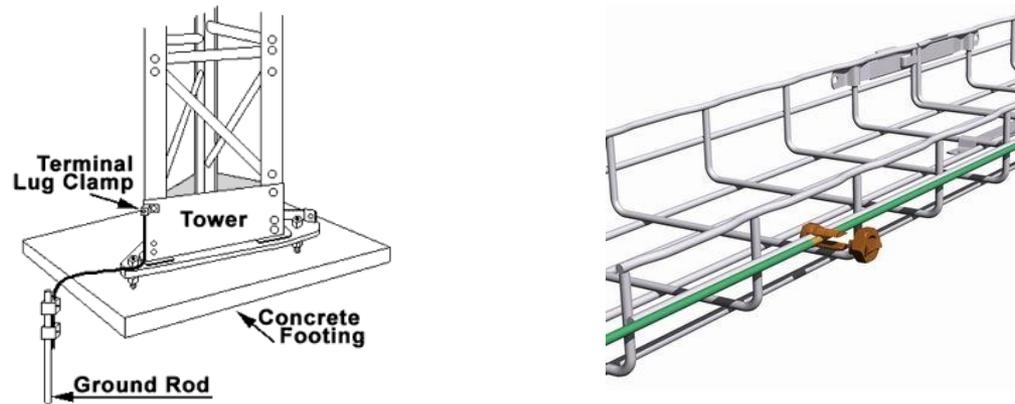
Se $I_{\text{fase}} > I_{\text{neutro}} \rightarrow I_{\text{fuga}} > 10\text{ mA}$ e o diferencial vai disparar.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

SISTEMAS DE PROTECÇÃO DE PESSOAS

A utilização diária de equipamentos eléctricos requer alguns cuidados, especialmente aqueles que possuem partes metálicas, pois podem vir a ficar sob tensão em caso de defeito de isolamento.



Todas as partes metálicas que não estão, mas podem acidentalmente ficar sob tensão, devem ser ligadas à terra da instalação.

A protecção das pessoas contra choques eléctricos é feita com interruptores diferenciais, que detectam correntes de fuga, de valores muito baixos (10mA, 30mA ou 300mA).

MUNDO DA ELECTRICIDADE

SISTEMAS DE PROTECÇÃO DE PESSOAS

Em caso de electrocussão é importante seguir alguns passos para garantir os primeiros socorros:

- Antes de avançar para a vítima deve desligar o disjuntor do circuito (ou o interruptor geral do quadro) que provocou o choque eléctrico.
- Se não for possível, deve afastar a vítima dos condutores, garantindo primeiro o seu isolamento (colocar-se sobre uma base isolada - madeira, tapete borracha, etc.) ou utilizar equipamentos isolantes para afastar os condutores.
- Se for necessário, aplicar os primeiros socorros à vítima (reanimação cárdio-respiratório) e chamar urgentemente o 112.
- Arejar bem o local, desapertar roupa e sapatos.
- Manter a vítima numa posição que mantenha a desobstrução das vias respiratórias.



MUNDO DA ELECTRICIDADE

FIM