

LEI DE OHM

Aplicando uma diferença de potencial U nos extremos de um pedaço de um fio condutor, e mantendo a temperatura do mesmo, notamos que, quase sempre, essa tensão U será proporcional a corrente i.

$$\frac{U_1}{i_1} = \frac{U_2}{i_2} = \frac{U_n}{i_n} = \text{constante}$$

Ohm definiu que a constante de proporcionalidade entre U e i seria a "resistência elétrica" do condutor normalmente simbolizado por R.

$$\frac{U}{i} = \text{constante} = R$$

Portanto, **$U = R \cdot i$**

A unidade de medida da resistência é o ohm e é simbolizada pela letra grega Ω (ômega maiúsculo).

Ohm concluiu:

"Mantendo-se a temperatura de um resistor constante, a diferença de potencial aplicada nos seus extremos é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica".

Condutores que mantêm sua resistência constante são chamados de **resistores ôhmicos**, e aqueles condutores que tem a sua resistência variante são chamados de **resistores não-ôhmicos**.

George Simon Ohm nasceu em Erlangen na Alemanha em 1787 e morreu em 1854 na cidade de Munique. Em 1827 ele estabeleceu teoricamente a lei que levaria seu nome.
São motores de corrente alternada.

Motores de Corrente Alternada.

São dois os tipos mais [empregados](#):

- Motores síncronos;
- Motores assíncronos ou de indução.

Rotação dos motores

O número de rotações dos motores de corrente alternada e a formação do campo girante dependem:

- Da frequência f do sistema que fornece energia elétrica. No Brasil, a legislação pertinente estabeleceu a frequência 60hertz.

- Do numero de pólos do motor. A rotação síncrona de um motor em RPM é o numero de rotações com que, para dados valores do número de pólos e da frequência, ele é suscetível de girar chamado de p o número de pólos do motor, teremos:

$$n = 120f / p$$

Assim, teremos, quando f for igual a 60 hertz.

Tabela 1: rotação síncrona em função do numero de pólos, para a frequência de 60hz

| P Numero de polos | n rotação síncrona |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 2 | 3.600 |
| 4 | 1.800 |
| 6 | 1.200 |
| 8 | 900 |

| | |
|----|-----|
| 10 | 720 |
| 12 | 600 |
| 14 | 514 |
| 16 | 450 |
| 18 | 400 |
| 20 | 360 |
| 24 | 300 |

Nos motores síncronos, a rotação é igual à rotação síncrona, daí seu nome. Dentro dos limites aceitáveis de [trabalho](#) do motor, a velocidade praticamente não varia com a carga.

São usados em compressores de grande potência, turbobombas; grupos motor-gerador, ventilador de grande capacidade.

Nos motores assíncronos ou de indução, ocorre um deslizamento ou defasagem em relação à rotação síncrona, pois eles funcionam a uma velocidade menos que a síncrona, de modo que as rotações dos motores referidos na tabela 1 passam a ser, respectivamente, 3500rpm, 1750rpm, 1150rpm, 700rpm etc. o deslizamento ou escorregamento designado pela [letra S](#) é expresso por:

$$S = \frac{n_{sincrona} - n_{do\ motor}}{n_{sincrona}}$$

Nestes motores, o estator é alimentado com corrente alternada, enquanto o rotor é alimentado com corrente contínua proveniente de uma excitatriz, que é um pequeno motor que corrente contínua (dínamo), normalmente montado no próprio eixo do motor. Não possuem condições de partida própria, de modo que, para demarrarem e alcançarem a velocidade síncrona, necessitam de um agente auxiliar, que geralmente é um motor de indução, tipo gaiola.

Após atingirem a rotação síncrona, conforme mencionamos, eles mantêm a velocidade constante para qualquer carga, naturalmente, dentro dos limites de sua capacidade. Assim, caso se quisesse variar a velocidade, ter-se-ia que mudar a frequência da corrente.

Antes de se submeter o **motor síncrono** à carga, ele deve ser levado à velocidade de sincronismo. Todos os métodos de partida exigem que, durante a aceleração, se proceda à remoção total ou, pelo menos, parcial de carga.

Usam-se os seguintes métodos de partida:

- Partida própria, pela ação de um motor de indução auxiliar.
- [Emprego](#) de motor de lançamento auxiliar.
- Partida com tensão reduzida por meio de autotransformador de partida, reator ou resistência em série.

Os motores síncronos quando superexcitados, fazem com que a corrente avance em relação à tensão, agindo assim de forma análoga ao capacitor, melhorando o fator de potência de uma instalação.

Quando submetidos a uma carga excessiva, os motores síncronos perdem o sincronismo e param. São usados em máquinas de grande potência e baixa rotação.

Nos motores síncronos, a rotação do eixo é igual à rotação síncrona, daí seu nome. Dentro dos limites aceitáveis de [trabalho](#) do motor, a velocidade praticamente não varia com a carga.

Motores síncronos

São motores de corrente alternada.

Nestes motores, o estator é alimentado com corrente alternada, enquanto o rotor é alimentado com corrente contínua proveniente de uma excitatriz, que é um pequeno motor que corrente contínua (dínamo), normalmente montado no próprio eixo do motor. Não possuem condições de partida própria, de modo que, para demarrarem e alcançarem a velocidade síncrona, necessitam de um agente auxiliar, que geralmente é um motor de indução, tipo gaiola.

Após atingirem a rotação síncrona, conforme mencionamos, eles mantêm a velocidade constante para qualquer carga, naturalmente, dentro dos limites de sua capacidade. Assim, caso se quisesse variar a velocidade, ter-se-ia que mudar a frequência da corrente.

Antes de se submeter o **motor síncrono** à carga, ele deve ser levado à velocidade de sincronismo. Todos os métodos de partida exigem que, durante a aceleração, se proceda à remoção total ou, pelo menos, parcial de carga.

Usam-se os seguintes métodos de partida:

- Partida própria, pela ação de um motor de indução auxiliar.
- [Emprego](#) de motor de lançamento auxiliar.
- Partida com tensão reduzida por meio de autotransformador de partida, reator ou resistência em série.

Os motores síncronos quando superexcitados, fazem com que a corrente avance em relação à tensão, agindo assim de forma análoga ao capacitor, melhorando o fator de potência de uma instalação.

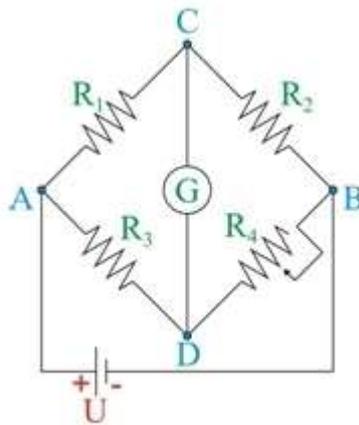
Quando submetidos a uma carga excessiva, os motores síncronos perdem o sincronismo e param. São usados em máquinas de grande potência e baixa rotação.

Nos motores síncronos, a rotação do eixo é igual à rotação síncrona, daí seu nome. Dentro dos limites aceitáveis de [trabalho](#) do motor, a velocidade praticamente não varia com a carga.

Ponte de Wheatstone

A **ponte de Wheatstone** é uma montagem que serve para descobrirmos o valor, com boa precisão de uma resistência elétrica desconhecida.

A ponte consiste em dois ramos de circuito contendo dois resistores cada um e interligados por um [galvanômetro](#). Todo conjunto deve ser ligado a uma fonte de tensão elétrica.



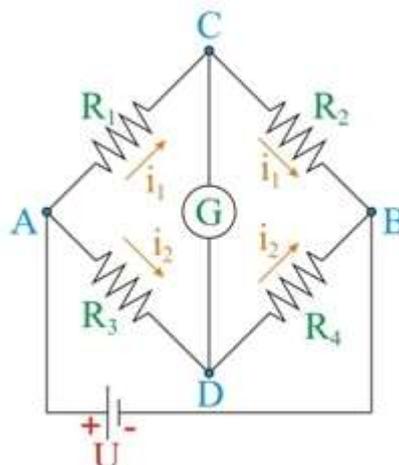
Variando-se a resistência do reostato, pode-se obter um ponto em que a indicação no galvanômetro fica nula, aí a ponte está equilibrada.

$$\text{equilíbrio} = \begin{cases} I_{DC} = 0 \\ I_{CD} = 0 \end{cases}$$

Dos resistores R1, R2, R3, um deles é o desconhecido, cujo valor desejamos determinar e os outros dois são resistores conhecidos.

Coma ponte equilibrada:

$$\begin{aligned} U_{AC} &= R_1 \cdot i_1 \\ U_{AD} &= R_3 \cdot i_2 \\ U_{CB} &= R_2 \cdot i_1 \\ U_{DB} &= R_4 \cdot i_2 \end{aligned}$$



Como $U_{CB} =$ 0

Temos:

$$\begin{cases} U_{AC} = U_{AD} \\ U_{CB} = U_{DB} \end{cases} \quad \begin{cases} R_1 \cdot i_1 = R_3 \cdot i_2 \\ R_2 \cdot i_1 = R_4 \cdot i_2 \end{cases}$$

Dividindo uma equação pela outra temos:

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

Numa ponte equilibrada, há uma igualdade em cruz do produto das resistências elétricas.

Processos de Eletrização

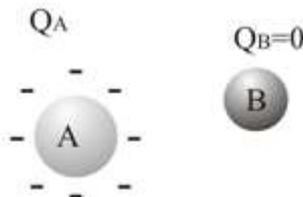
Quando dizemos que um corpo está "carregado", isso significa que ele tem um desequilíbrio de cargas, apesar de a carga resultante geralmente representar apenas uma minúscula fração da carga total positiva ou negativa contida no corpo. Existem, no entanto, três **formas de se eletrizar um objeto**.

Eletrização por atrito

Ocorre quando atritamos dois corpos de substâncias diferentes (ou não), inicialmente neutros, e haverá transferência de elétrons de um corpo para o outro, de tal forma que um corpo fique eletrizado positivamente (cedeu elétrons), e outro corpo fique eletrizado negativamente (ganhou elétrons). A eletrização por atrito é mais forte quando é feita por corpos isolantes, pois os elétrons permanecem nas regiões atritadas.

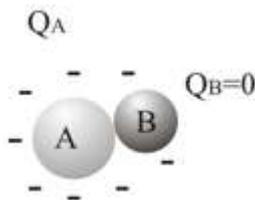
Eletrização por contato

Considere duas esferas de metal eletrizadas:



A esfera A está eletrizada positivamente e todos os seus pontos possuem potencial elétrico negativo, ao contrário da esfera B que está neutra e seu potencial elétrico é nulo. Portanto existe diferença de potencial entre as esferas.

Quando encostamos as duas esferas, a diferença de potencial elétrico (Q) que existe entre elas, faz com que os elétrons da esfera negativamente carregada(A) passem espontaneamente para a esfera neutra(de menor potencial).

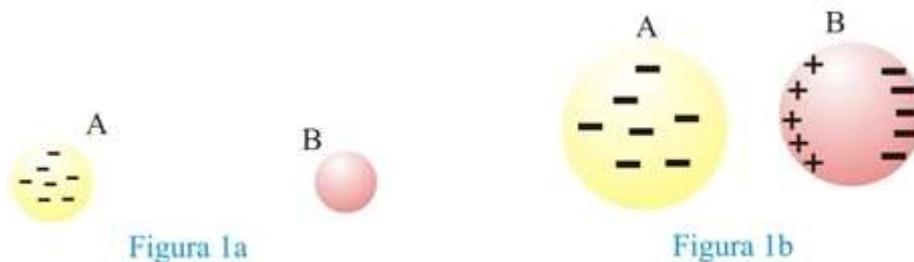


Esse fenômeno acontece com frequência na vida de todos. Por exemplo, quando tomamos choque ao encostar em um objeto que não tem ligação nenhuma com energia elétrica que possa justificá-lo.

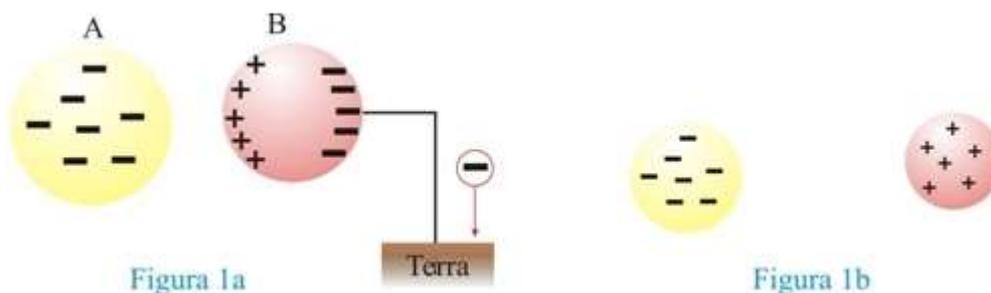
Eletrização por indução

Sejam duas esferas metálicas A e B (A carregada negativamente e B neutra), afastadas como mostra a figura 1ª. Ao

aproximarmos as duas esferas, a presença de cargas negativa presente em A, provocará uma separação de cargas em B(fig. 1b). Essa separação de cargas é chamada de indução.



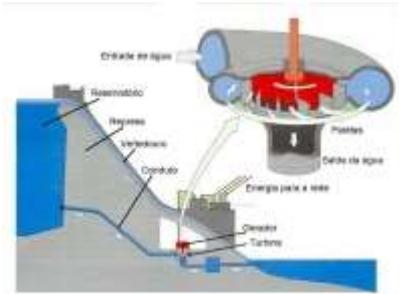
Se ligarmos um condutor da esfera B até a terra (fig. 2a), as cargas negativas que foram repelidas, escoarão para a terra de maneira natural, de modo que a esfera B passe a ficar eletrizada positivamente (fig. 2b). A esse processo damos o nome de eletrização por indução.



USINA HIDROELÉTRICA

Usina Hidrelétrica

O uso da força das águas para gerar energia é bastante antigo e começou com a utilização das chamadas "noras", ou rodas d'água do tipo horizontal, que através da ação direta de uma queda d'água produz **energia mecânica** e são usadas desde o século I a.C.. A partir do século XVIII, com o surgimento de tecnologias como o motor, o dínamo, a lâmpada e a turbina hidráulica, foi possível converter a energia mecânica em eletricidade.



Esquema de uma usina Hidrelétrica

Mas o acionamento do primeiro sistema de conversão de hidroenergia em energia elétrica do [mundo](#) ocorreria somente em 1897 quando entrou em **funcionamento a hidrelétrica** de "Niágara Falls" (EUA) idealizada por Nikola Tesla com o apoio da Westinghouse. De lá para cá o modelo é praticamente o mesmo, com mudanças apenas nas [tecnologias](#) que permitem maior eficiência e confiabilidade do sistema.

Cerca de 20% da energia elétrica gerada no mundo todo é proveniente de **hidrelétricas**. Em números aproximados, só no Brasil, a energia hidrelétrica é responsável por 75 milhões de KW. São 158 usinas em funcionamento, outras 9 usinas estão em construção e existem 26 outorgadas (com permissão para serem construídas).

Uma **usina hidrelétrica**, no Brasil, pode ser classificada de acordo com a sua potência de geração de energia em dois tipos principais: as PCH's, ou pequenas centrais hidrelétricas que produzem de 1MW a 30 MW e possui um reservatório com área inferior a 3 km² (Resolução ANEEL N.º 394/98), e as GCH's, ou grandes centrais hidroelétricas que produzem acima de 30 MW.

A maior hidrelétrica do mundo ainda é a usina de Itaipu pertencente ao [Brasil](#) e ao [Paraguai](#). Situada no rio Paraná Itaipu tem uma capacidade de 13.300 MW, respondendo por 20% da demanda nacional e 95% da demanda paraguaia de energia elétrica. Mas em 2009 Itaipu perderá seu título de maior do mundo para a Hidrelétrica de Três Gargantas que está sendo construída no rio Yang-Tsé, na China. Três Gargantas terá uma capacidade de produzir 85 bilhões de KWh.



Hidrelétrica de Machadinho-RS

Claro que os impactos ambientais destes dois grandes empreendimentos são tão colossais quanto eles próprios: Três Gargantas irá engolir 13 cidades, 4500 aldeias e 162 sítios arqueológicos importantíssimos para a China. Sem contar os impactos sobre a flora, fauna, solo, alterações do microclima da região, ciclo hidrológico e as milhares de [pessoas](#) que tiveram de ser realocadas.

De fato as usinas hidrelétricas são uma fonte renovável de energia, mas isso não significa que sejam ambientalmente corretas e nem que são menos nocivas que outras fontes unanimemente nocivas. Uma tentativa de minimizar os impactos das hidrelétricas é a substituição dos grandes empreendimentos por PCH's, porém esse é ainda um tema bastante controverso já que mesmo que em menor escala, as PCH's também causam impactos.

VOLTÍMETRO E AMPERÍMETRO

Medidas Elétricas

É de vital importância, em eletricidade, a utilização de dois aparelhos de medidas elétricas: o **amperímetro** e o **voltímetro**.

Voltímetro

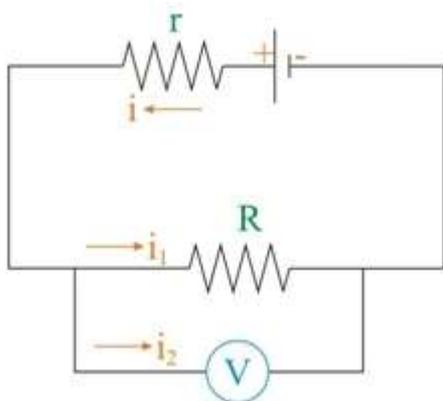
Aparelho utilizado para medir a diferença de potencial entre dois pontos; por esse motivo deve ser ligado sempre em

paralelo com o trecho do circuito do qual se deseja obter a tensão elétrica. Para não atrapalhar o circuito, sua resistência interna deve ser muito alta, a maior possível.

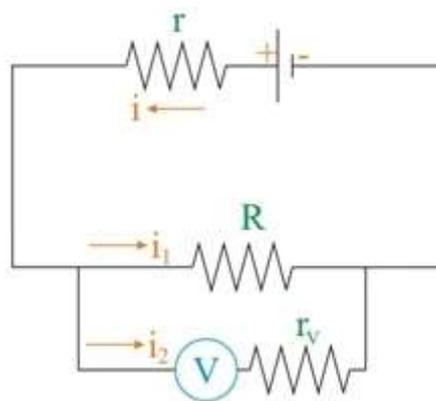
Se sua resistência interna for muito alta, comparada às resistências do circuito, consideramos o aparelho como sendo ideal.

Os voltímetros podem medir tensões contínuas ou alternadas dependendo da [qualidade](#) do aparelho.

Voltímetro Ideal → Resistência interna infinita.



Voltímetro Ideal



Voltímetro não-ideal

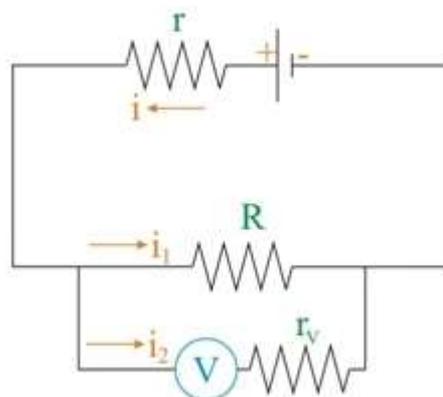
Amperímetro

Aparelho utilizado para medir a intensidade de **corrente elétrica** que passa por um fio. Pode medir tanto corrente contínua como corrente alternada. A unidade utilizada é o ampere.

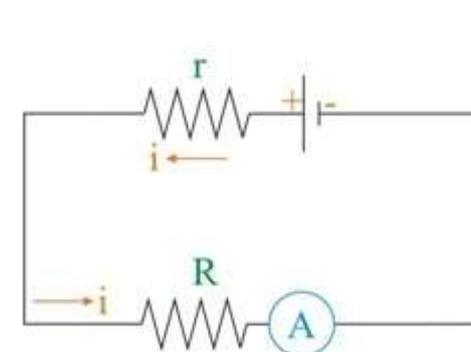
O amperímetro deve ser ligado sempre em série, para aferir a corrente que passa por determinada região do circuito. Para isso o amperímetro deve ter sua resistência interna muito pequena, a menor possível.

Se sua resistência interna for muito pequena, comparada às resistências do circuito, consideramos o amperímetro como sendo ideal.

Amperímetro Ideal → Resistência interna nula



Voltímetro não-ideal

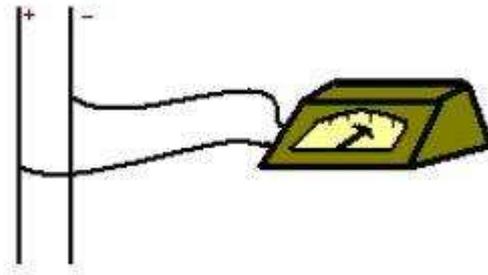


Amperímetro Ideal

Galvanômetro

O **galvanômetro** é um instrumento muito sensível utilizado para medir **correntes** de baixa intensidade, como por exemplo, correntes da ordem miliampère. O galvanômetro nada mais é do que um amperímetro muito sensível, com o ponteiro no meio da escala, podendo assim medir correntes nos dois sentidos do circuito elétrico.

Para ligarmos um galvanômetro em um circuito é muito simples, basta ligá-lo no circuito para que passe corrente através dele, para poder fazer a medição.



Quando ligado a um circuito elétrico, a corrente que passa pelo galvanômetro cria um campo magnético que move o ponteiro sobre uma escala [graduada](#) proporcional a corrente elétrica que transcorre o circuito elétrico, demonstrando assim, na escala, a intensidade da corrente.

A sua representação em um diagrama é:



FUSÍVEL

O **fusível** é um dispositivo de segurança de um circuito elétrico, que tem a função de interromper a passagem de corrente elétrica no circuito, quando a corrente ultrapassar o limite permitido pelo fusível, evitando assim um curto-circuito.

Esses curtos-circuitos podem causar incêndios, explosões ou danos a alguns equipamentos do circuito, os fusíveis são bastante usados nos eletrodomésticos.

Alguns fusíveis são feitos de uma pequena liga metálica, geralmente o chumbo, de baixo ponto de fusão, pois quando a intensidade da corrente elétrica ultrapassa o limite do fusível, essa liga se esquentando e se funde cortando assim a passagem de corrente elétrica, o tempo que ele demora para fundir é proporcional ao quadrado da corrente aplicada e da inércia térmica do material da liga metálica do fusível, portanto com a variação desse material, podemos ter fusível de ação muito rápida, rápida, média, lenta ou muito lenta. E temos também o disjuntor que simplesmente desliga quando a intensidade da corrente é maior do que ele suporta.

Normalmente o valor da corrente que o fusível suporta vem expressa nele.

Sua representação é:



Fusível de Chumbo



disjuntor que suporta uma corrente de até 10A.

disjuntor que suporta uma corrente de até 10A.

Os **disjuntores** têm o mesmo papel dos **fusíveis**. Ele é um sistema de [segurança](#) de um circuito elétrico, contra sobrecargas elétricas ou [curtos-circuitos](#), que tem a função de cortar a passagem de corrente elétrica no circuito, caso a intensidade da corrente ultrapassar a intensidade limite que, normalmente, vem especificada nos próprios disjuntores. Uma boa característica dos disjuntores, é que, além de proteger a corrente, ele também serve como dispositivo de manobra.

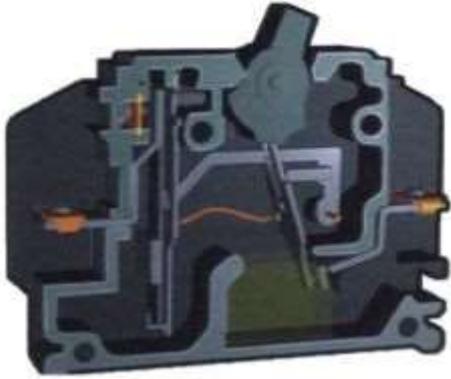
Para reativar o disjuntor, basta que ligue a chave (dispositivo de manobra) novamente, enquanto que nos fusíveis queimados precisamos trocá-los por novos, podendo até tomar choque, quanto que isto não ocorre quando religamos disjuntor.

Existem vários tipos de disjuntores, o mais conhecido é o termomagnético que possui três funções:

*manobra: abertura e fechamento do circuito;

*proteção contra sobrecargas: quando a corrente elétrica acima do previsto para o disjuntor permanece por um determinado período, ativa um dispositivo do disjuntor que é sensível ao calor e provoca a abertura dele.

*proteção contra curto-circuito: que através de um dispositivo magnético desativa o disjuntor, quando ocorre um aumento instantâneo da corrente elétrica.

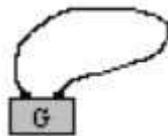


Disjuntor visto em corte.

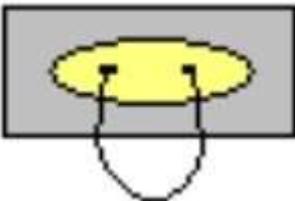
Este disjuntor é muito utilizado em casas, pois quando ocorre uma sobrecarga ou um curto-circuito ele desliga, fazendo assim com que não ocorram danos nos eletrodomésticos.

Os **curtos-circuitos** ocorrem nos circuitos elétricos.

Imaginamos um **gerador** criando certa tensão elétrica a um circuito elétrico, e este não possuindo uma resistência (lâmpada, [televisão](#), chuveiro, etc.),



Assim a mesma intensidade de **corrente** que sai do gerador, percorre o circuito chegando ao receptor do gerador com a mesma intensidade, provocando um aumento repentino da tensão no receptor do gerador, fazendo com que ocorra um curto-circuito.



Isso é muito comum acontecer em residências que possuem [crianças](#), pois por curiosidade colocam um pedaço de ferro (geralmente clipes) na tomada, assim juntando o pólo positivo ao negativo da corrente, fazendo com que ocorra uma sobrecarga na corrente, assim ocorrendo um curto-circuito.

Muitos incêndios são causados por curto-circuito, pois quando acontece o curto acontece uma dissipação de calor, ou melhor dizendo, uma explosão.

A maneira de nos prevenirmos dos curtos-circuitos, é colocando **fusíveis** ou disjuntores nas correntes elétricas, pois quando houver o aumento da intensidade da corrente, o fusível queima (fundi) ou o disjuntor desliga sua chave.