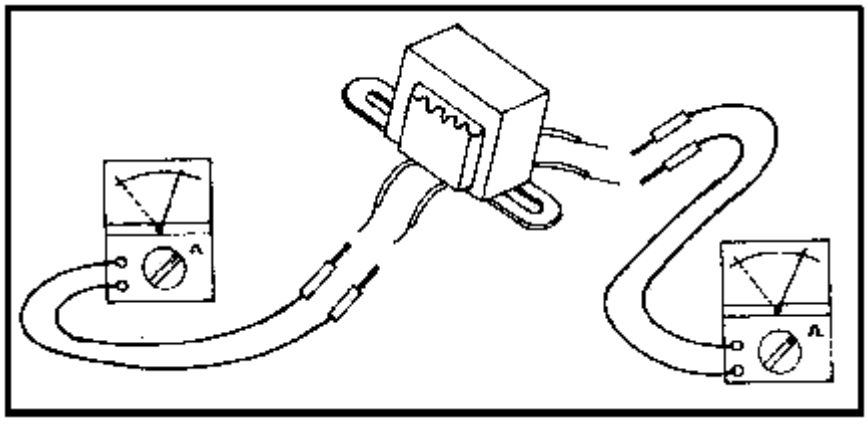
NOÇÕES BÁSICAS DE ELETROELETRÔNICA PRÁTICA



Heleno do Carmo Mutti
Bragança Paulista - SP

APRESENTAÇÃO

Através destas breves palavras, eu gostaria de justificar o que me levou a dar o início a este trabalho.

Desde adolescente, sempre tive interesse pela eletrônica, o que me levou a fazer como muitos profissionais já formados o fizeram como ponto de partida, um Curso de Eletrônica por correspondência. Ao iniciar este curso consegui adquirir conhecimentos básicos o suficiente para ter os primeiros contatos com os equipamentos eletrônicos. Através do contato físico com os componentes e realizando pequenas montagens e experiências, foi possível conhecer e entender o funcionamento dos componentes básicos utilizados na eletrônica e elétrica.

Graças a uma oportunidade que me foi concedida em uma Assistência Técnica em Eletrônica, como aprendiz, foi possível dar início na minha atual profissão, pois ao contrario do que muitos dizem estes cursos oferecem um bom conteúdo teórico, basta se dedicar aos estudos!!!

Mas infelizmente, a grande maioria dos jovens não possui recursos financeiros para adquirir tais cursos como ponto de partida e assim dificilmente conseguirão ingressar no mercado de trabalho como aprendiz por falta de qualificação profissional.

Por eu ter sido contemplado por uma bolsa de estudo para o Curso Técnico Profissionalizante em Eletroeletrônica no INTEP (FESB), além de agradecer primeiramente a DEUS, eu assumi um compromisso comigo mesmo, que, após o término do curso, eu passaria a trabalhar e oferecer aos jovens de baixa renda a oportunidade de conhecer uma nova profissão.

Nos dias de hoje esta cada vez mais crescente a área da eletrônica, e com isso aqueles que estiverem mais preparados terão maiores chances no mercado de trabalho.

Além de uma forma de agradecimento, o objetivo deste projeto, é de afastar os jovens de situações negativas oferecendo aos jovens Noções Básicas de Eletroeletrônicas através de fundamentos teóricos essenciais e idéias práticas, para que possam entender praticando e conseqüentemente montar e elaborar projetos como base de trabalhos para feiras e demonstrações.

Com isso eu espero estar contribuindo para despertar nos jovens o interesse pela profissão.

Dentro dos objetivos também esta a intenção de capacitar os jovens a realizar pequenas montagens, tudo isso com o intuito de adquirir prática e interesse pelo assunto.

Com isso cada um poderá decidir em dar continuação em seus estudos aperfeiçoando seus conhecimentos técnicos através de entidades profissionalizantes ou usar o conhecimento básico apenas como hobby.

Para aqueles que decidirem seguir esta profissão, após a conclusão deste curso terão um diferencial em relação aos demais iniciantes, pois não chegarão amanhã ou depois em uma entidade de ensino sem conhecimento algum.

Espero que através deste projeto eu possa contribuir e passar algo de útil a cada um de vocês, e que este projeto em si possa tornar-se realidade.

Desejo realmente que os participantes deste projeto consigam adquirir conhecimentos, e que através deste trabalho eu possa estar contribuindo para o desenvolvimento do nosso país.

Um abraço!

Heleno

NOÇÕES BÁSICAS DE ELETROELETRÔNICA PRÁTICA

Conteúdo Programático

1º MÓDULO

INTRODUÇÃO

Estrutura da matéria e a eletricidade (4)
Conceitos básicos de eletricidade (7)
Formas de Energia (7)
Geração de Energia (9)
Transmissão e distribuição (11)

2º MÓDULO

GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS

Corrente elétrica (13)
Tensão elétrica (16)
Resistência elétrica (17)
Potência elétrica (18)
Geradores (19)
Associação de geradores (20)
Circuito elétrico (21)

3º MÓDULO

OS COMPONENTES ELETRÔNICOS

Lei de OHM (23)
Componentes passivos (25)
Resistores (25)
Resistores Variáveis (25)
Resistores especiais (25)
Capacitores (29)
Magnetismo, Eletromagnetismo e Indutores (30)
Indutores (32)
Transformadores (32)

4º MÓDULO

OS COMPONENTES ELETRÔNICOS

Diodos (33)
Transdutores (34)
Componentes ativos
Transistores (35)
Dissipadores (37)
Tiristores (38)
Circuitos integrados (39)
Acessórios (40)
Montagens, medições e experiências práticas (38)

Conclusão

Considerações finais (38)

INTRODUÇÃO

ELETRICIDADE ONIPRESENTE

As primeiras observações sobre a eletricidade e magnetismo datam de séculos antes de Cristo. Os gregos observaram que alguns materiais, especialmente o âmbar (resina fóssil de pinheiro), tinham a propriedade de se atraírem ou repelirem – atração e repulsão de cargas elétricas.
De ELEKTRON (âmbar, em grego) derivou-se a palavra inglesa ELECTRON – elétron, por sugestão do físico Irlandês Stoney, em 1881. Da palavra ELETRÓN derivou-se a palavra eletricidade.
Nossa vida diária depende muito mais da eletricidade do que geralmente supomos. Iluminar, aquecer, refrigerar são apenas algumas de suas aplicações imediatas. Além de fornecer forças para o funcionamento de inúmeras máquinas, a eletricidade esquenta, ilumina, comanda sem intervenção humana máquinas e ciclos de trabalho, com a mais rigorosa precisão. As ondas eletromagnéticas localizam com precisão navios e aviões. E finalmente tornou-se possível a exploração do espaço.
A eletricidade representa a forma de energia das mais valiosas. È fácil de transportar, transforma-se sem dificuldades em outras formas de energia, pode ser usada em qualquer lugar, e é relativamente barata. O consumo de energia elétrica em um país traduz seu padrão de vida.
A produção de energia elétrica vem aumentando sensivelmente no decorrer das últimas décadas, mas a demanda cresce sem parar.

ESTRUTURA DA MATÉRIA

Tudo que existe no universo, desde estrelas e planetas situados nos pontos mais afastados, até a menor partícula, é constituído de matéria, que pode se apresentar das mais variadas formas.

Por outro lado, a menor parte da matéria, sem que a mesma perca a suas características originais, é denominada molécula.

Agora se dividirmos as moléculas, elas perderão suas características, obtendo-se, nesta divisão, partículas denominadas **átomos.**

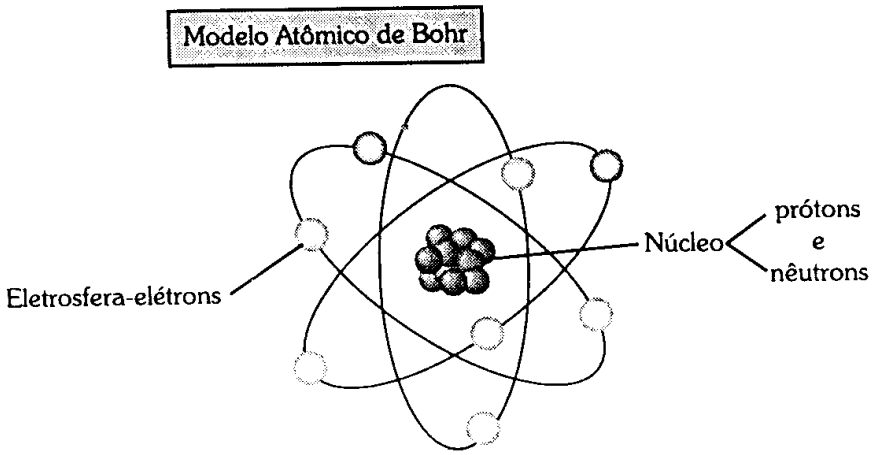
Os **átomos** são compostos por partículas infinitesimais (muito pequenas), denominadas **prótons, nêutrons e elétrons.**

Os **prótons** e **nêutrons** estão localizados no núcleo. Enquanto **prótons** comportam-se como carga elétrica elementar positiva, **nêutrons** não possuem carga elétrica.

Os **elétrons** estão ligados na **eletrosfera** e possuem **carga elétrica negativa**.

A disposição das partículas do átomo (prótons, nêutrons e elétrons), conforme a teoria atômica, foi proposta pelo físico dinamarquês NIELS BOHR (1885-1962) que caracteriza uma semelhança muito grande como o nosso sistema solar, ou seja:

- O **núcleo** representa o sol, e é constituído por prótons e nêutrons; e
- Os **elétrons** giram em volta do núcleo em órbitas planetárias.



Os **elétrons** que giram em órbitas mais externas do átomo são atraídos pelo núcleo com menor força do que os elétrons das órbitas mais próximas. Estes **elétrons** mais afastados são denominados **elétrons livres**, e podem com muita facilidade, desprender-se de suas órbitas.

Devido a essa característica, podemos dizer que:

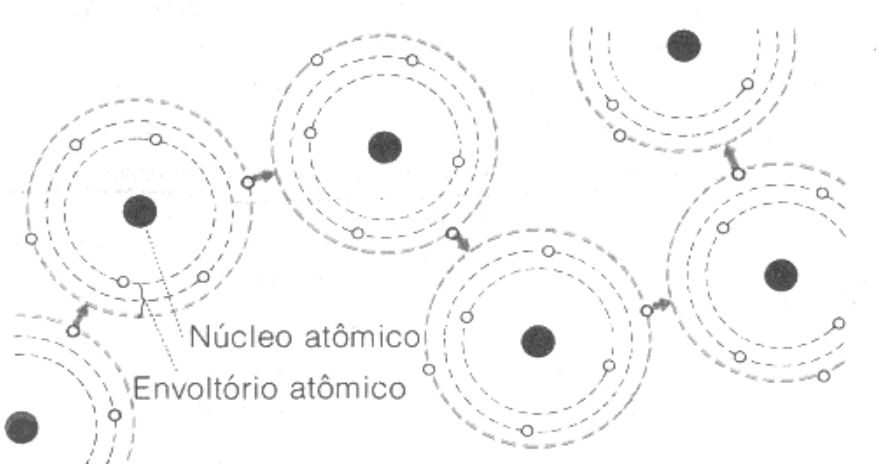
Os elétrons livres sob uma tensão elétrica darão origem a uma corrente elétrica.

Como cada átomo possui número fixo de elétrons, é difícil imaginar que estes possam carregar uma corrente "fluída" como a eletricidade. O fenômeno foi primeiramente explicado pela existência de **elétrons** ditos **"livres"**; seus movimentos independentes arrastariam a corrente elétrica por entre os átomos.

Estudos posteriores demonstraram que em condutores elétricos (quase sempre metálicos) o elétron pode abandonar sua órbita, caso outro ocupe instantaneamente seu lugar. O movimento provoca efeito idêntico no elétron vizinho, e assim por diante. O impulso dado no início do condutor propaga-se por toda a sua extensão.

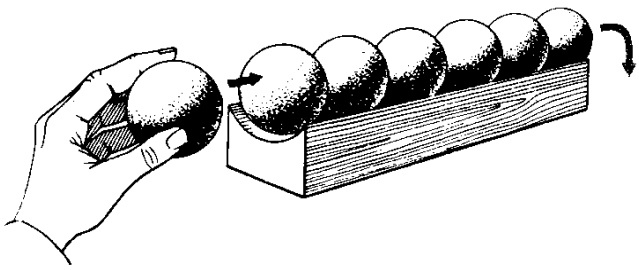
Através da representação gráfica do fluxo de elétrons num condutor.

Um elétron passa de sua órbita para a do átomo vizinho. Como todo átomo deve ser eletricamente neutro, ele descarrega imediatamente um elétron para o átomo ao lado. O processo se propaga com extrema rapidez por toda a extensão do condutor.



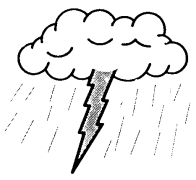
A facilidade de troca de elétrons entre diversos átomos determina a maior ou menor condutividade do material empregado, ou seja:
Se os elétrons se libertam com facilidade de suas órbitas, como é o caso dos metais como ouro, a prata, o cobre, o alumínio, a platina, etc., denominamos estes materiais de condutores elétricos.
Quando não há troca de elétrons, o material é classificado como não-condutor, ou "isolante".
Entretanto, se os elétrons têm dificuldade de se libertar de suas órbitas, isto é, estão presos ao núcleo, como é o caso do vidro, cerâmica, plástico, mica, etc., estes materiais são denominados de isolantes elétricos.
A propagação do impulso elétrico em um condutor pode ser esclarecida por uma experiência.

Numa canaleta cheia de bolas bem juntas, adiciona-se mais uma na ponta esquerda; imediatamente outra bola cai na ponta direita.



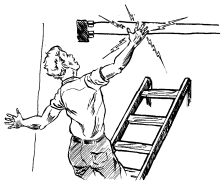
Quando a eletricidade flui através do condutor, apenas os elétrons se movimentam. Os átomos permanecem em seu lugar. A mesma quantidade de elétrons introduzida no começo de um fio deve emergir na extremidade oposta. Não há criação nem destruição de elétrons; o balanço de elétrons indo e vindo deve equilibrar-se sempre. A fim de satisfazer a exigência de equilíbrio do número de elétrons, todo processo elétrico é condicionado à circulação fechada dos elétrons. A interrupção da circulação, por corte do circuito em qualquer ponto, faz cessar instantaneamente o processo em andamento.

Podemos dizer que a **ELETRICIDADE é a energia gerada pelo movimento de cargas elétricas**, e que através de nossa percepção e de seus efeitos, podemos; observá-la, senti-la e medi-la.



RAIOS E RELÂPAGOS

AO ACENDER UMA LÂMPADA



SENSAÇÃO DO CHOQUE ELÉTRICO

MEDI-LA

A ELETRICIDADE

" **Eu sou a força inesgotável** que move grandes máquinas, forneço luz que concorre até com o Sol, aqueço e também esfrio; sou o sopro invisível que conduz mensagens e sons a todos os recantos do mundo; sou o impulso poderoso que arrasta locomotivas, veículos rápidos e barcos enormes. Com o meu auxílio o homem sulca os ares, baixa ao fundo do mar, penetra até as entranhas do nosso planeta. Sob minha influência maravilhosa, os motores palpitam, os corpos fundem-se e volatizam-se e, em uma faísca majestosa, forjo, fundo e ligo os metais mais resistentes.

Meu poderio é incalculável, porém submisso ao homem, que conhece meus segredos; sob sua sábia direção levo a civilização até aos mais recônditos confins do mundo; sou a base do progresso: eu sou a **eletricidade**".

Nossa vida diária depende muito mais da eletricidade do que nós imaginamos, é tão importante que nossa vida seria praticamente impossível sem sua existência, e muitas vezes não damos conta de sua importância, somente no momento de sua falta.

CONCEITOS BÁSICOS DE ELETRICIDADE

- Formas de Energia
- Geração de Energia
- Eletricidade

TIPOS E FORMAS DE ENERGIA

CONCEITOS INICIAIS

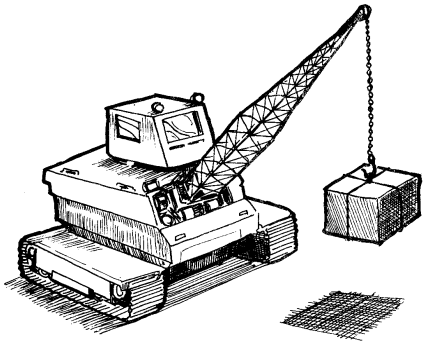
Energia pode ser definida como sendo a capacidade de realizar trabalho.

TIPOS

Energia Mecânica ou Energia de Movimento

Observe um Guindaste.

Ele utiliza a energia mecânica de seus motores e engrenagens para realizar o trabalho de erguer e movimentar a carga.

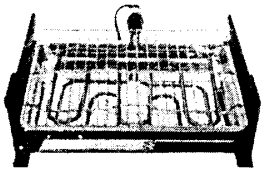


Energia Elétrica

A energia elétrica é uma forma de energia que tornou-se no decorrer dos tempos parte integrante e fundamental das nossas atividades e que muitas vezes só nos damos conta no momento da sua falta.

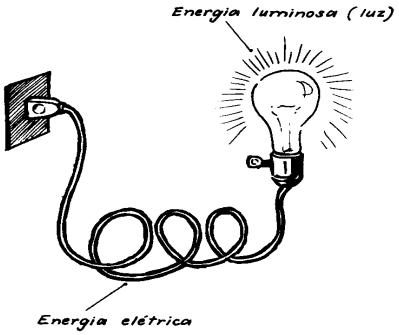
É uma forma de energia extraordinária que pode ser transformada em outra forma de energia, sem muitas dificuldades e com custos reduzidos. Veremos alguns exemplos de utilização da energia elétrica, que nos dá uma pequena idéia do quanto é importante na vida do homem.

Energia Térmica ou Calorífica

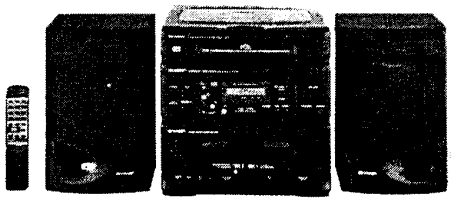


churrasqueira

Energia Luminosa

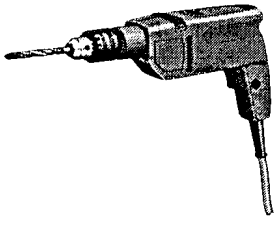


Energia Sonora



Som

Energia Cinética (movimento)



GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A geração de energia elétrica pode ser realizada por meio do uso da energia potencial da água (Geração Hidroelétrica) ou utilizando a energia potencial dos combustíveis (Geração Termoelétrica).

No Brasil cerca de 90% da energia é gerada através de hidroelétricas, porque nosso país possui um rico potencial hidráulico, produzindo mais de 150 milhões de quilowatts(KW).A penas 10% da energia é gerada por termoelétricas, as quais utilizam combustíveis como petróleo(gasolina e diesel), carvão mineral, ou pela fissão de materiais como urânio e tório(combustível nuclear).

Como em nosso país cerca de 90% da energia elétrica é produzida pela força da água, vamos ver como funciona este processo.

A **energia elétrica**, normalmente, é produzida a grandes distâncias dos centros de consumo, sendo assim é necessária que seja transportada; e por motivos econômicos, deve ser feito em altas tensões.

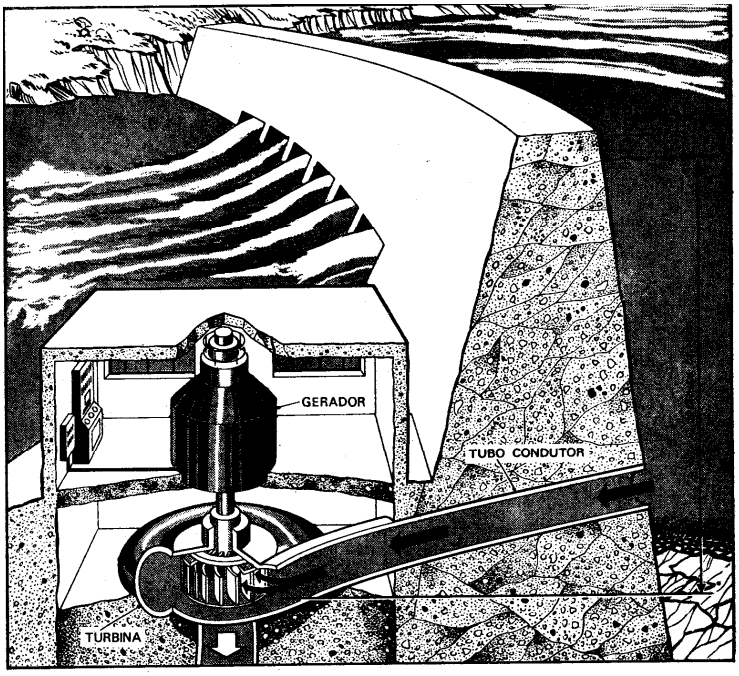
Assim sendo, a energia elétrica desenvolve-se em quatro fases fundamentais.

1°) Geração (produção)
2°) Transmissão
3°) Distribuição
4°) Utilização

Através da ilustração podemos ver o princípio básico de funcionamento de uma usina hidroelétrica.

A energia elétrica é produzida em uma usina chamada usina hidráulica ou hidroelétrica, utilizando água como meio propulsor da turbina dos geradores. Geralmente é instalada em zonas montanhosas, onde é possível armazenamento de grandes volumes de água, o que permite o seu funcionamento também em épocas de pouca chuva.

Através da canalização, a queda de água é utilizada para produção de energia elétrica. Sua função é transformar a energia hidráulica em energia de movimento de uma turbina acoplada através de um eixo ao gerador.



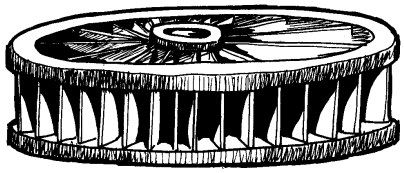
O gerador parece um grande motor elétrico, só que funciona ao inverso. A extremidade do eixo contém uma roda que se assemelha a uma roda d' água: é a turbina. Ao receber a força da água, a turbina gira em altíssima velocidade, fazendo girar o eixo do gerador, transformando a energia mecânica em energia elétrica.

É um processo diferente dos motores conhecidos, que transformam energia elétrica em mecânica.

Os geradores podem variar de pequenas potencias 0,5KW, 10KW, 100KW e tensões,como, 127 volts, 220 volts, 380 volts, 6,9 KV, 13,8KV e 18KV.

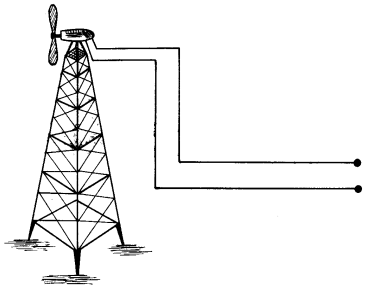
Turbina

Assemelha-se a uma roda d'água.



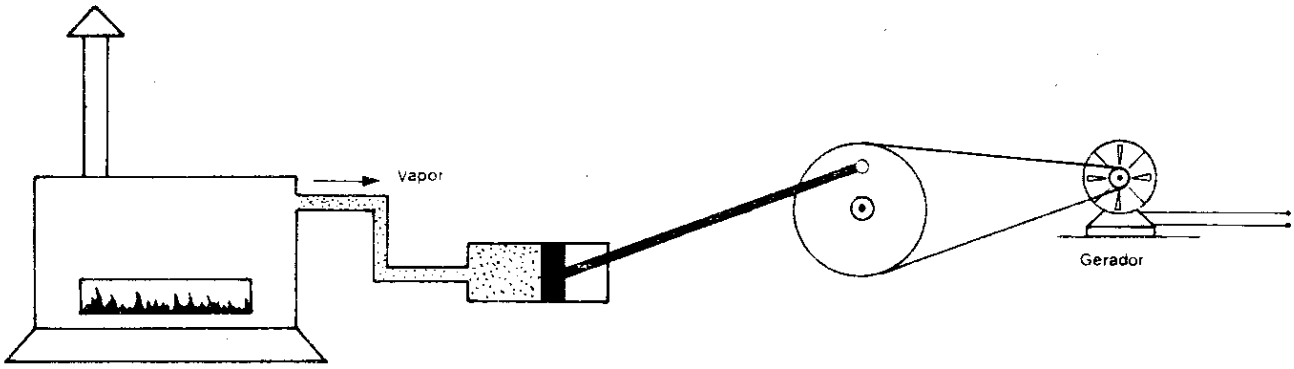
Moinho de vento

Também podemos aproveitar a energia dos moinhos de vento para obter energia elétrica.



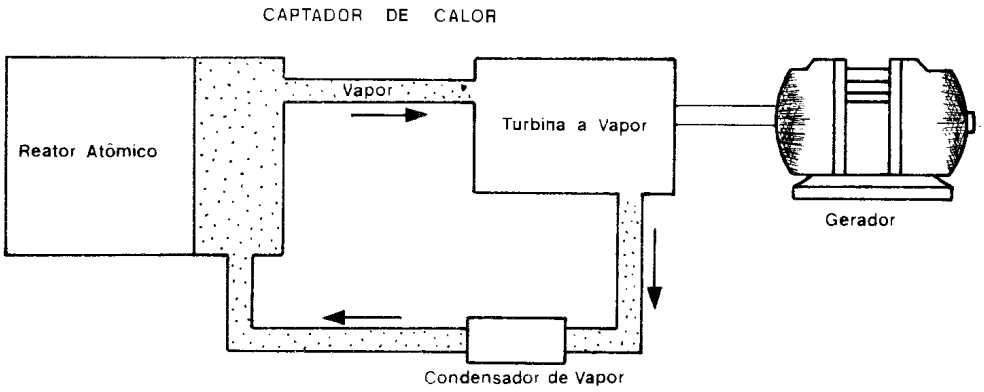
Usinas Termoelétricas

Podemos também aproveitar a energia gerada nas **caldeiras a vapor** e teremos uma usina termoelétrica.



Usinas termonucleares

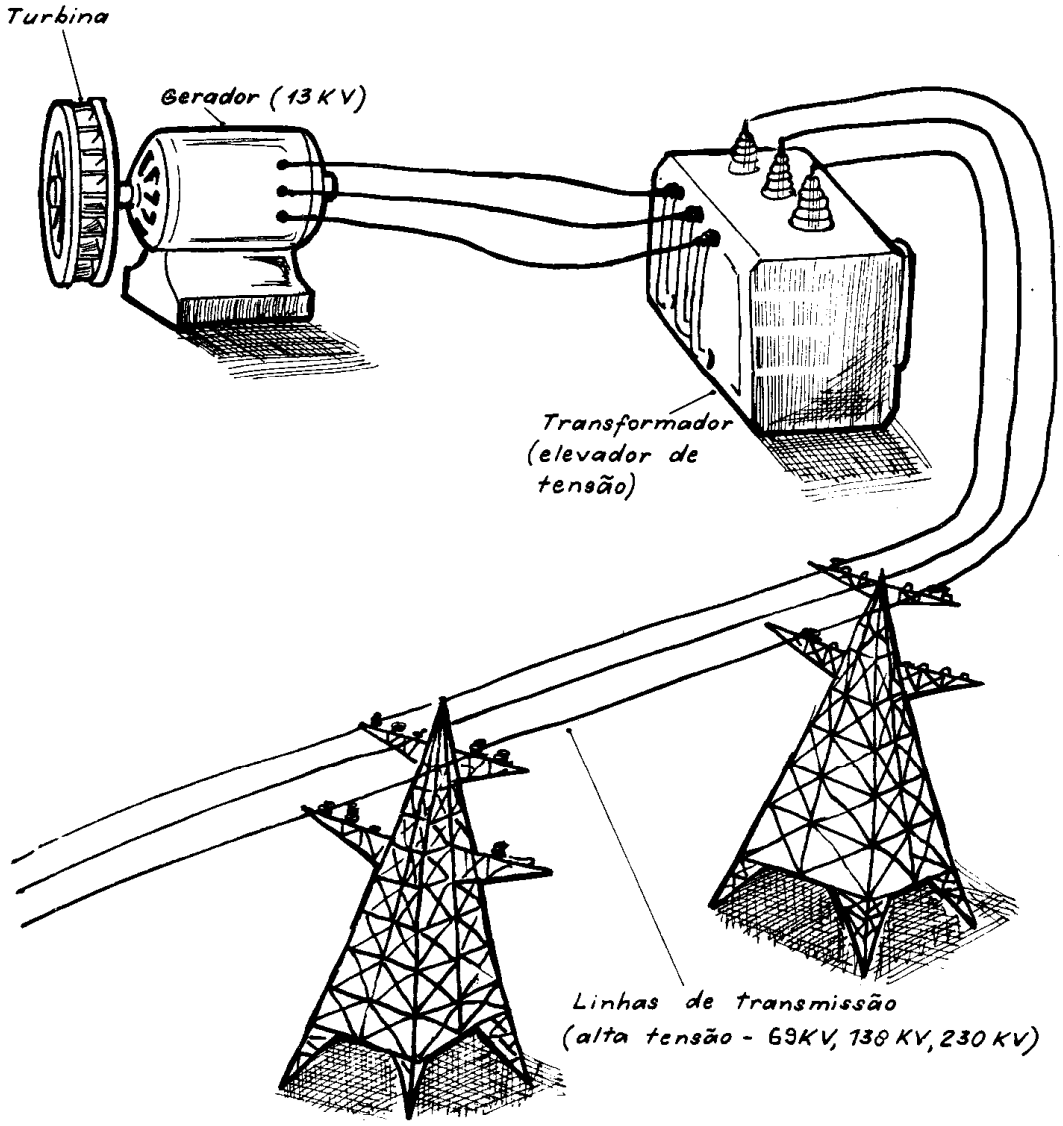
Nas usinas atômicas, aproveita-se o calor resultante da desintegração do átomo e recai-se no sistema usado nas usinas termonucleares.



Fissão – Ruptura do núcleo atômico acompanhada da liberação de grande quantidade de energia.
Volatiliza – Reduzir-se a gás ou vapor.

A etapa seguinte é a transmissão, que consiste no transporte da energia elétrica, a qual nem sempre é aproveitada na zona onde é produzida.

Quando empregada a centenas de quilômetros de distância, a energia é transportada do ponto de geração aos centros de consumo por meio de linhas aéreas, em tensões elevadas para **evitar** perdas de energia elétrica no transporte entre a usina e aos centros de consumo. As tensões são elevadas através de um equipamento chamado **Transformador Elevador de Tensão** (Subestação Elevadora).



Subestação Elevadora

Dentro destas subestações, são colocados os transformadores elevadores, que recebem dos geradores as tensões de 6,9KV, 13,8KV ou 18KV e elevam-nas para as tensões de transmissão, que são de 69KV, 138KV, 230KV, etc.

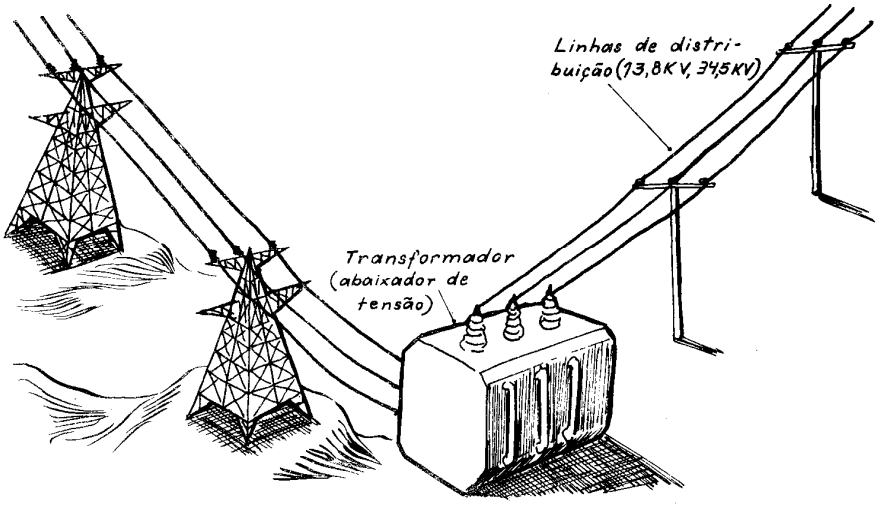
Subestação Abaixadora

Após percorrer centenas, milhares de quilômetros, através de torres de transmissão, esta energia chega às subestações de energia elétrica localizadas próximo aos grandes centros consumidores.

A função das subestações é abaixar a alta tensão para tensão de distribuição de 34,5KV e 13,8KV.

Esta redução é feita através de um **Transformador Abaixar de Tensão**.

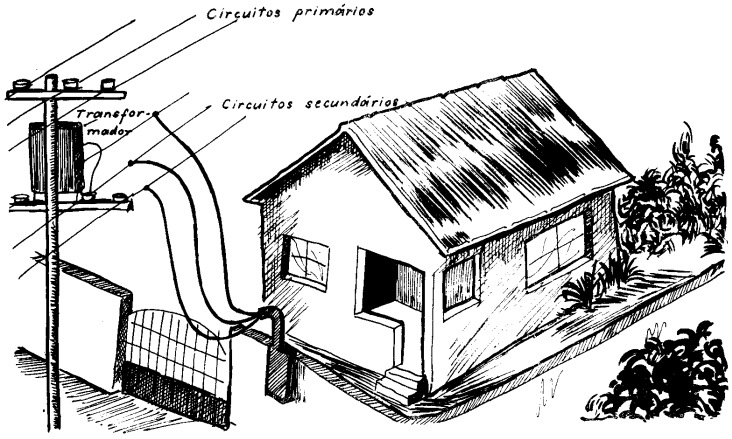
Subestação Abaixadora - Transformador Abaixador de Tensão.



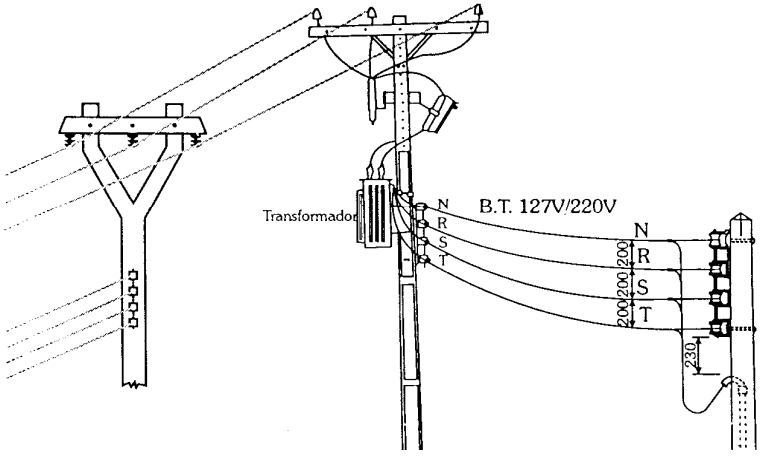
DISTRIBUIÇÃO

A distribuição é parte do sistema elétrico já dentro dos centros de utilização (cidades, bairros, indústrias). A distribuição começa na subestação abaixadora onde a tensão da linha de transmissão é abaixada para valores padronizados nas redes de distribuição secundária primária (13,8KV).

Das subestações de distribuição primária partem as redes de distribuição ou de baixa-tensão.



E como parte final de um sistema elétrico, conforme o consumo, e em função da quantidade de consumidores, são instalados transformadores nos postes da concessionária, que reduzem a tensão de 13,8KV, para a baixa tensão em 127 V e 220 V, para utilização residencial ou industrial.



GRANDEZAS ELÉTRICAS FUNDAMENTAIS

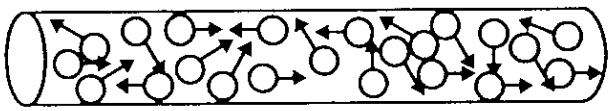
Os efeitos da eletricidade são possíveis devido aos seguintes fatores:

- Corrente elétrica
- Tensão elétrica
- Potência elétrica
- Resistência elétrica

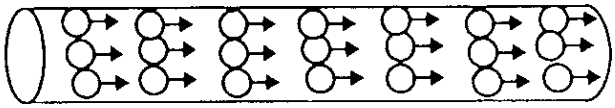
Corrente Elétrica

Vimos que os **átomos** são formados por minúsculas **partículas**, e que na **eletrosfera** existem **elétrons** girando em torno do núcleo. Vimos também que existem elétrons que estão bem afastados do núcleo, e que podem se desprender com facilidade. Num condutor, esses elétrons se movimentam de forma **aleatória**, ou seja, de forma desordenada, estimulados por pequenas quantidades de energia, até mesmo pela temperatura ambiente.

No entanto, a partir do momento que esses elétrons livres movem-se ordenadamente, temos aí a **corrente elétrica**.



Movimento de forma aleatória (Desordenada)



Movimento de forma ordenada

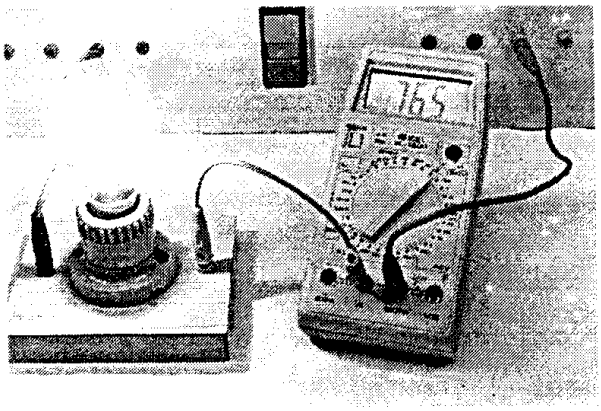
Portanto, **corrente elétrica é o movimento ordenado dos elétrons livres no interior de um condutor elétrico, sob a influência de uma fonte de tensão elétrica.**

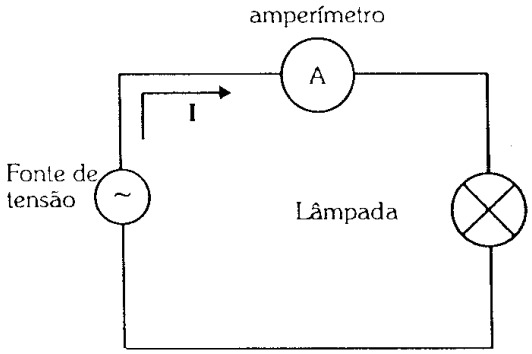
Tal deslocamento procura, restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico e outros meios. Então a corrente elétrica é o fluxo de cargas que atravessa a secção reta de um condutor, na unidade de tempo.

A **corrente elétrica** é representada pela letra **"I"**.

A **unidade de medida** da intensidade de corrente elétrica é o **AMPÉRE (A)**.

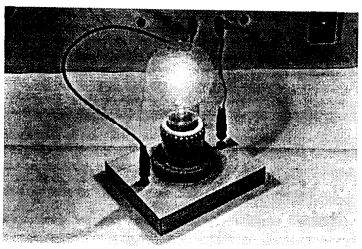
Para medir a corrente elétrica que atravessa o circuito, emprega-se o aparelho chamado **AMPERÍMETRO** (A).

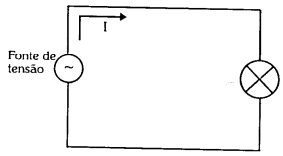


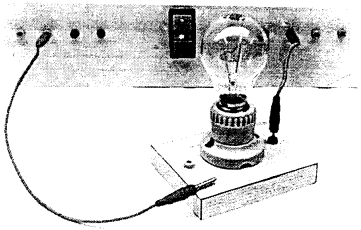


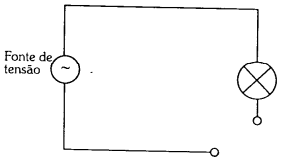
Esse aparelho é usado **sempre ligado em série** com o circuito; uma vez inserido no circuito, é atravessado pela sua corrente.

Somente haverá corrente elétrica quando houver a formação de um circuito fechado.









Circuito fechado - há corrente circulando
Lâmpada acesa

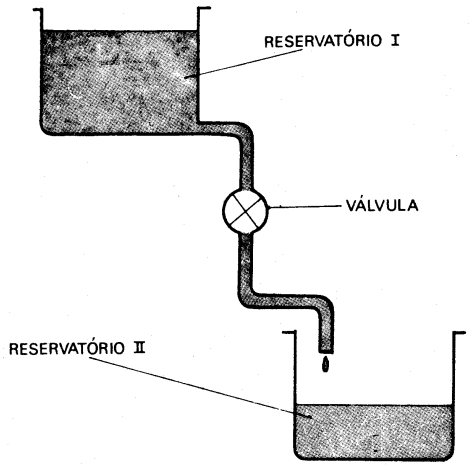
Circuito aberto – não há corrente circulando
Lâmpada apagada

Tipos de correntes

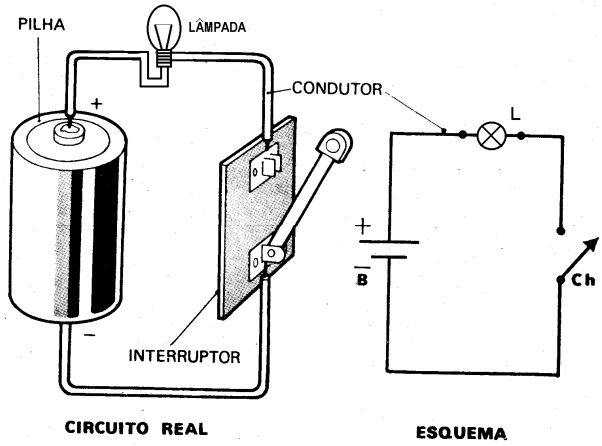
Podemos classificar a corrente elétrica em função do tipo de movimento que as cargas elétricas efetuam. Há dois tipos de movimentos: o **contínuo** e o **alternado,** resultando daí os dois tipos de corrente elétrica, que são: **corrente contínua** e **corrente alternada**.
Para explicar o movimento de ambas correntes, usarei a água como exemplo de comparação.

Corrente Contínua

Chama-se corrente contínua o movimento das cargas elétricas em um só sentido. Esse movimento pode ser comparado ao da água no interior de uma canalização, ao do curso de um rio, etc...
Nos dois exemplos citados, o movimento se faz sempre em um só sentido, que é do ponto mais alto para o ponto mais baixo.



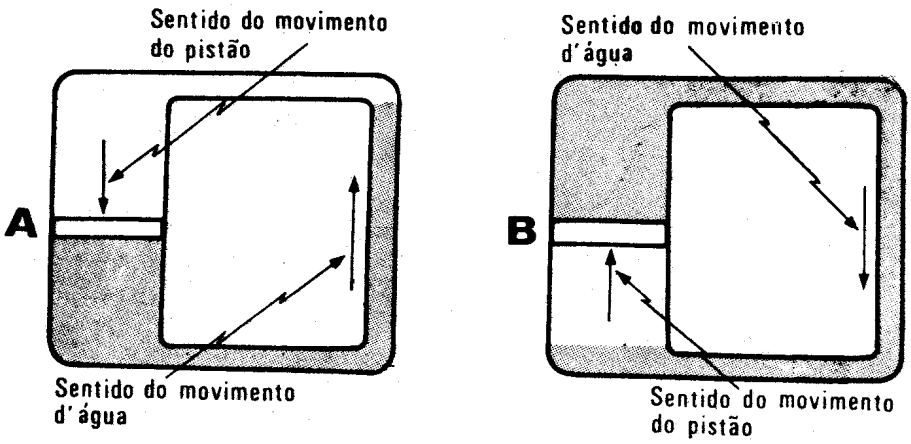
Quando se abre a válvula a água se move da caixa de cima para a caixa de baixo, e somente neste sentido.



Nesta figura, podemos identificar uma pilha (que é o gerador de eletricidade), um fio (condutor), uma lâmpada (carga) e um interruptor (que interrompe o movimento das cargas elétricas). O arranjo desses componentes chama-se circuito elétrico. Ligando-se o interruptor, as cargas elétricas passarão a mover-se do pólo positivo da pilha para o negativo (sentido convencional) e somente neste sentido.

Corrente Alternada

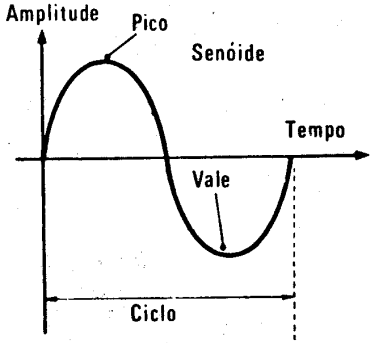
Contrariamente ao que acontece com a corrente contínua, a corrente alternada é aquela onde o sentido de movimentação das cargas elétricas muda constantemente. Para maior facilidade de compreensão, também podemos comparar a corrente alternada com um determinado movimento da água.
Neste caso, provocaremos um movimento alternado usando um dispositivo. Esse dispositivo consta de um cilindro fechado por um cano circular, no interior do qual (cilindro) existe um pistão. Assim, fazendo-se o movimento de vaivém no pistão, aparecerá na canalização um movimento de água que também efetua o mesmo vaivém. Dizemos, então, que este tipo de movimento é alternado.



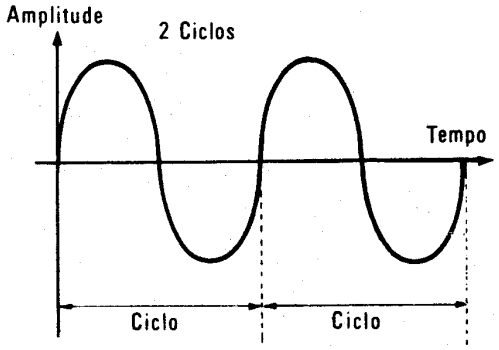
A corrente alternada é aquela que executa o movimento de vaivém no fio, ou seja, é aquela que inverte constantemente seu sentido ao longo do circuito de geração e utilização.
Isto significa que as cargas elétricas no fio efetuam, também, um movimento de vaivém, contrariamente à corrente contínua, onde as cargas movem-se sempre no mesmo sentido.
É interessante observar, que as cargas elétricas só se movem do positivo para o negativo; portanto, a inversão de movimento se dá porque a polaridade do gerador é que se inverte.
A corrente alternada oferece muitas vantagens sobre a corrente contínua. A maior delas é que pode ser facilmente transformada, ou seja, ela pode ter sua tensão elevada ou abaixada, de acordo com nossas necessidades, o que não acontece com a corrente contínua.

Elementos da Corrente Alternada

A corrente alternada pode ser representada conforme o desenho ao abaixo.



Essa figura é o que chamamos de senóide e, por isso, é comum dizer-se que a corrente alternada é senoidal.
O ponto mais alto da figura é chamado de **pico** e o ponto mais baixo, de **vale.**



Quando a corrente passa pelo mesmo valor entre um pico e um vale (ou vice-versa) sucessivos, dizemos que ela percorreu **um ciclo**. Nesta figura mostramos uma corrente alternada de dois ciclos.

Freqüência

Para sabermos se algum acontecimento é lento ou rápido, devemos compará-lo no tempo, ou seja, aquele que acontece em menor tempo é, evidentemente, mais rápido. Desta maneira, para definir corretamente a freqüência, costuma-se compara-la com a unidade de tempo, que é o segundo.
Assim, podemos dizer que: **Freqüência de uma corrente alternada é o número de vezes que um pico e um vale se sucedem, em um segundo.**
A cada sucessão de um vale e um pico chamamos de um ciclo; logo podemos dizer também que:
Freqüência é o número de ciclos completos por segundo
É simbolizada pela letra **f**.

Período
Período é o tempo que se leva para completar um ciclo. Seu símbolo é **T** para o tempo. Tomando como exemplo uma freqüência de 100HZ, o período seria igual a 0,01 segundos, ou 1/100. O período é desta maneira, o inverso da freqüência.

$$T = 1 / f \qquad \text{ou} \qquad f = 1 / T$$

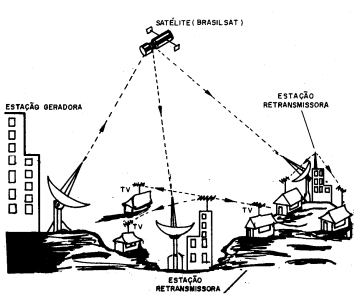
Unidade de freqüência

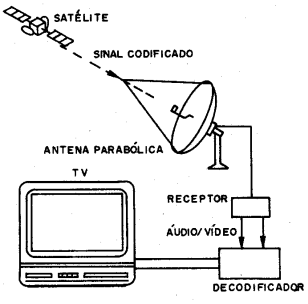
Atualmente, no mundo todo, dá-se à unidade de freqüência o nome de **HERTZ** e abrevia-se por **Hz**. Assim, uma corrente alternada tem a freqüência de **um** Hertz, quando ela efetua um ciclo no intervalo de um segundo. **Ciclos / segundo = Hertz (Hz).**
As correntes industriais, como as utilizadas nas cidades, para iluminação e acionamento de aparelhos elétricos, tem geralmente a freqüência de cinqüenta e sessenta Hertz. **No Brasil**, a quase totalidade das correntes alternadas é de **60 Hz**.
Em eletrônica, porém, trabalha-se com freqüências de todos os valores, isto é, desde alguns Hertz, até bilhões e bilhões de Hertz; por isso, é mais pratico usar-se os **múltiplos do Hertz**. Os mais utilizados em rádio, televisão e telecomunicação são:

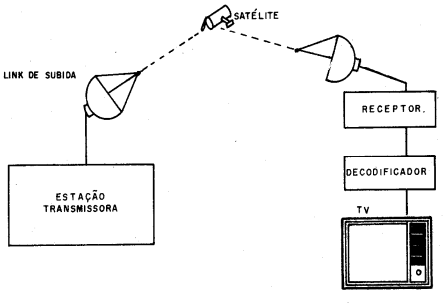
Quilohertz, cuja abreviação é **KHz** e cujo valor é de mil Hertz.
Assim podemos citar as emissoras de radiodifusão de ondas médias, que indicam sempre suas freqüências em quilohertz.

Megahertz, que equivale a um milhão de hertz e é abreviado por **MHz**.
As emissoras de radiodifusão de ondas curtas indicam suas freqüências em megahertz. As emissoras de televisão, embora não tenham o hábito de indicar as freqüências em que trabalham, operam em freqüências que vão desde cinqüenta e quatro até cerca de um milhar de megahertz.

Gigahertz, que equivale a mil megahertz e é representado por **GHz**.
Os sistemas de transmissão que estão unindo o Brasil de ponta a ponta, operam com freqüências em gigahertz, através dos sistemas de **transmissão via satélite**, por exemplo: antenas parabólicas, TV por assinaturas, etc., trabalham com freqüências em gigahertz (GHz). Além disso, temos o campo da computação, que evolui com uma velocidade surpreendente, onde se trabalha com velocidades de operação dos processadores em gigahertz.

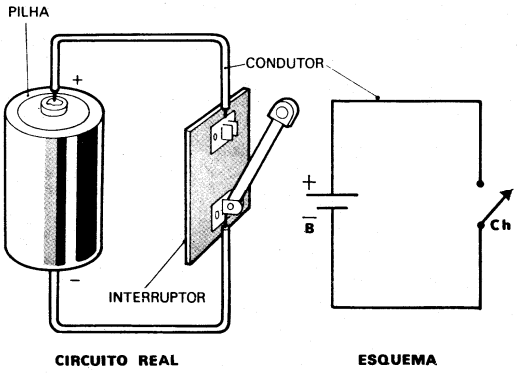






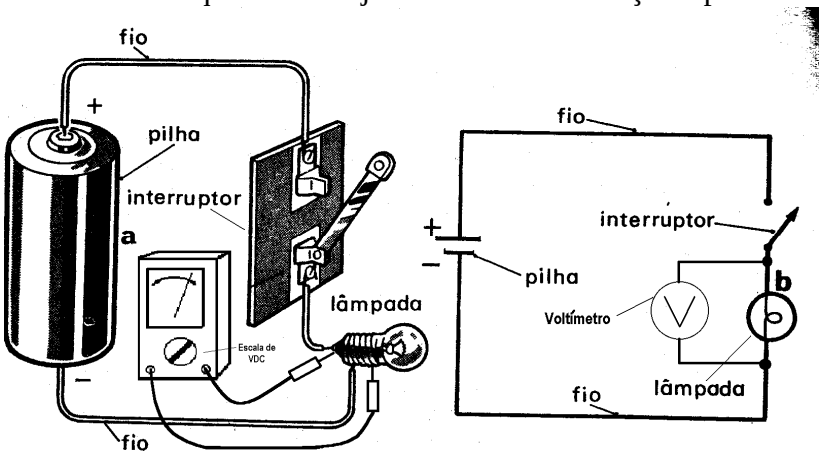
Tensão elétrica

Até agora vimos que a corrente elétrica é o movimento das cargas elétricas através dos corpos.
Como sabemos, o movimento só acontece quando se aplica uma força a um corpo qualquer. Então surge a pergunta: Porque as cargas elétricas se movem?
A resposta é imediata: Porque a elas é aplicada uma força.
A força que **obriga** as cargas elétricas a se movimentarem através dos condutores, ou seja, a força que produz a corrente elétrica é chamada de **força eletromotriz**.
Os dispositivos que possuem força eletromotriz são chamados de geradores. Assim, a pilha possui força eletromotriz, portanto é um gerador. Outros exemplos de geradores são os dínamos e os alternadores.
A força eletromotriz, além de movimentar as cargas do circuito externo, tem que movimenta-las também em seu interior. Como a pilha é um corpo com resistência, uma parte de sua energia é consumida em seu interior; logo, o que resta para o circuito externo é a **força eletromotriz** menos a parcela usada no interior da pilha. Essa diferença é chamada de **diferença de potencial** ou **diferença de tensão** elétrica. Assim, qualquer que seja o tipo de gerador, em seus terminais externos recolhe-se somente a **diferença de potencial** ou **tensão** e nunca sua força eletromotriz.
A **diferença de potencial** é a terceira grandeza elétrica fundamental da eletricidade.
Toda vez que unirmos um condutor elétrico a dois pólos entre os quais exista uma diferença de potencial (gerador), estaremos obrigando as cargas elétricas a se movimentarem, criando assim a corrente elétrica.



Unidade de medida da diferença de potencial

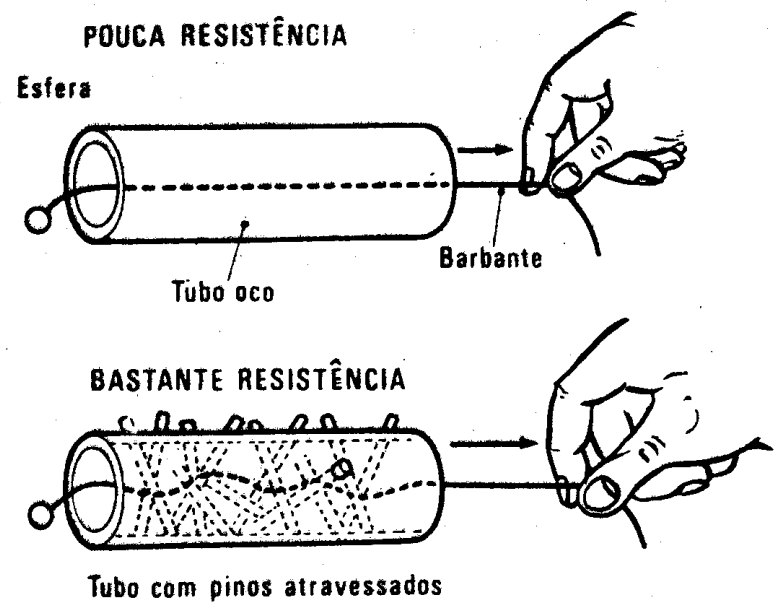
A **unidade de medida** da diferença de potencial ou simplesmente **tensão elétrica** recebe o nome de **VOLT** e é representada pela letra **V**, portanto, a **diferença de potencial** existente entre dois pontos do circuito é medida em **volt**.
O aparelho usado para **medir a tensão** de um circuito é o **voltímetro**, que é sempre **ligado em paralelo** com o circuito entre os quais se deseja conhecer a diferença de potencial.



Observe desde já, a dependência entre o volt e o ampère, pois essa dependência permitirá enunciar a lei mais importante da eletricidade, conhecida como Lei de OHM.

Resistência elétrica

Outra grandeza elétrica fundamental que passaremos a expor é a chamada **resistência elétrica**.
Por resistência elétrica entende-se a propriedade que possuem todos os corpos de oferecer dificuldade a passagem da corrente elétrica.
Como a corrente elétrica é o movimento das cargas elétricas no interior dos corpos e como tais corpos são maciços, resulta que essas cargas não se movem livremente, mas **chocam-se com obstáculos** encontrados em seu caminho, o que **dificulta a sua passagem**. Essa dificuldade é o que chamamos de **resistência**.
Portanto, a **resistência elétrica de um corpo qualquer é a propriedade que ele tem de se opor à passagem das cargas elétricas.**
Façamos uma comparação: Admitamos que se tenha um condutor oco, atravessado de ponta a ponta por um barbante, como mostramos na figura, o qual tem amarrada, em uma das extremidades uma pequena esfera. Vamos comparar esse condutor oco com um condutor de eletricidade e a esfera, com uma carga elétrica. Em sendo assim, puxemos a extremidade livre do barbante. Verificamos que a esfera se desloca sem dificuldade dentro do condutor. Isto significa que ela não encontrou oposição, isto é, resistência ao seu deslocamento. A força com que puxamos o barbante pode ser comparada à tensão ou força eletromotriz.



Agora, em uma segunda etapa do nosso exemplo, admitamos que o condutor oco seja substituído por outro de mesmas dimensões, mas que tenha em seu interior, vários pinos atravessando-o. Nestas condições, ao puxarmos a extremidade livre do barbante, a esfera será arrastada, mas se chocará com os obstáculos e terá seu movimento dificultado.
Naturalmente, quanto maior o número de pinos (obstáculos), maior será a dificuldade de movimento. Esse exemplo serve para ilustrar o que acontece com a corrente elétrica se, como propusermos acima, admitirmos se a esfera represente a carga elétrica, o tubo condutor, um condutor de eletricidade, e a força que puxa o barbante, a força eletromotriz ou tensão elétrica.
A resistência dos corpos permitirá classificá-los em: bons condutores, maus condutores, semicondutores e isolantes, de acordo com: a maior ou menor dificuldade com que eles deixam a corrente atravessar, conforme vimos na propriedade da matéria.

Unidade de resistência

Em homenagem ao grande físico alemão George Simon Ohm, foi escolhido seu sobrenome para indicar a unidade de medida da de resistência.

Assim, diremos que se chama de **OHM** a unidade de medida da resistência elétrica. Essa unidade é simbolizada pela letra grega **Ω**.
A unidade **OHM** admite múltiplos e submúltiplos, isto é, valores maiores e menores que ela. Na prática de eletrônica, os múltiplos têm emprego muito maior que os submúltiplos. Dentre os múltiplos os mais freqüentemente usados são os seguintes:
Quilohm, que corresponde a mil ohms e é representado pó **KΩ**.
Megohm, que vale um milhão de ohms. Esse múltiplo é abreviado por **MΩ**.

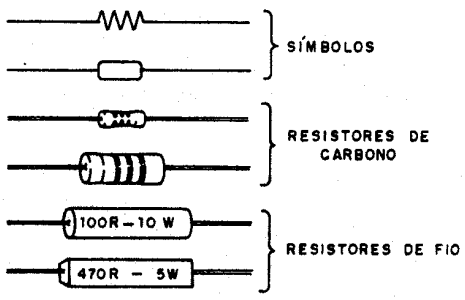
Diremos, então, que:
"OHM é a resistência de um condutor que, submetido à diferença de potencial de um volt, é percorrido pela corrente de um ampère".

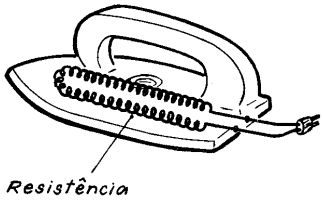
Classificação dos condutores quanto à resistência.

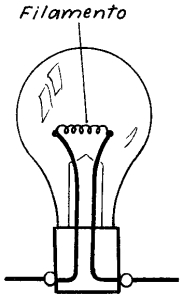
De acordo com a resistência que um corpo ou condutor ofereça à passagem da corrente, ele pode ser classificado em: bom condutor, mal condutor, semicondutores e isolantes.

Resistência e resistor

Durante a vida profissional, os termos "resistência" e "resistor" certamente serão encontrados como sinônimos, isto é, indicando a mesma coisa, mas, na realidade, isto não corresponde a verdade. De fato, dá-se o nome de **resistência** à propriedade que tem um corpo de resistir à passagem das cargas elétricas de **resistor**, ao corpo que possui esta propriedade.







Potência elétrica

Conceitos de energia e trabalho

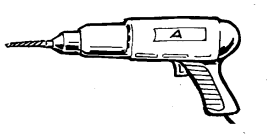
1-Trabalho
Para se ter trabalho não basta que exista esforço (força); é necessário também que haja mudança de posição (deslocamento) do corpo sobre o qual age esforço. Podemos, então, definir o trabalho como **"o produto de uma força pelo deslocamento que ela produz".**
2- Energia
Quando dizemos que uma pessoa tem muita energia, estamos afirmando que ela é capaz de produzir bastante trabalho, isto é, que tem bastante vontade de fazer as coisas.
Podemos dizer, então, que **"energia é a capacidade de produzir trabalho".**

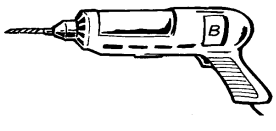
Diferença entre **trabalho** e **energia**:
O trabalho é um deslocamento produzido por um esforço, ao passo que a energia é simplesmente a "possibilidade" de fornecer trabalho.
Como exemplo de energia diremos que um lago no alto de uma montanha, representa energia, pois, se ligarmos um cano do lago até o ponto mais baixo, seria possível movimentar uma roda mecânica e acionar, por exemplo, uma turbina (energia hidráulica). Uma mola espiral, contraída, possui energia, porque, se soltarmos ela será capaz de empurrar um corpo que esteja em sua frente (energia mecânica). Note, nestes exemplos, que em nenhum caso houve criação de energia, mas somente **transformação** de uma forma de energia em outra.
A transformação da energia elétrica em energia térmica recebe o nome de efeito Joule. Esse efeito é devido aos choques sucessivos das partículas da corrente elétrica com a estrutura cristalina do material.
Como energia é a capacidade de produzir trabalho, costuma-se definir a potência levando em conta a energia e tempo. Assim, definiremos **potência** como "a energia que pode ser fornecida ou recebida em uma unidade de tempo", ou seja, **potência elétrica** é a medida da quantidade de energia elétrica, fornecida ou recebida por um elemento do circuito, num determinado intervalo de tempo.

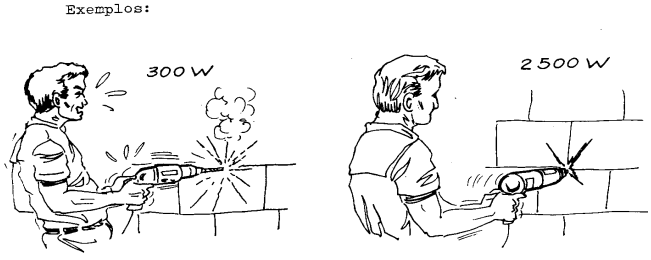
Unidades de energia

As unidades de potência que mais se empregam em eletricidade são o **WATT** e o **HP** (house-power ou cavalo de força).
1- Potência elétrica em Watts.
A potência elétrica em Watts de um circuito é dada pelo produto da tensão (em volts) entre seus terminais, pela intensidade da corrente elétrica (ampère) que o atravessa $P = V \times I$
A equação matemática de potência em **watts** pode ser expressa por:
(**P**) Potência (watts) = (**V**) tensão (volts) X (**I**) corrente (ampères)

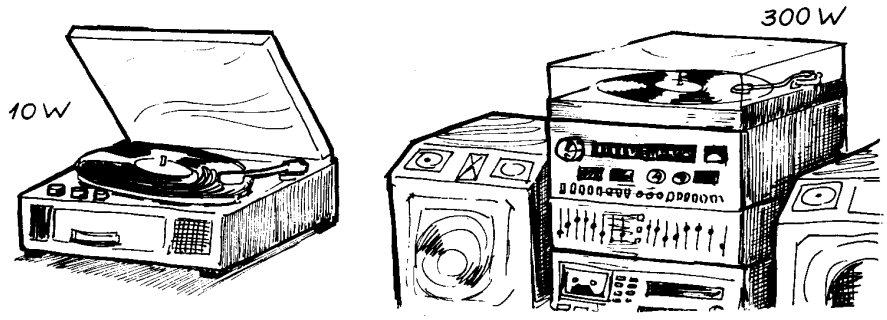
Assim, quando dizemos que um equipamento, como, por exemplo, uma furadeira elétrica A, é menos potente ou tem menor potência que a outra B, é porque a primeira não consegue perfurar a parede em menos tempo.

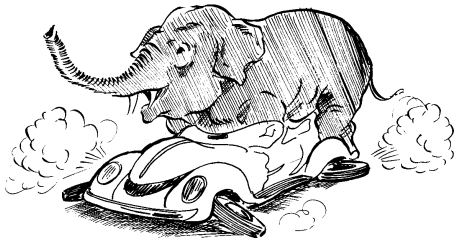






Nos aparelhos elétricos, é comum vir impressa sua potência e o valor da tensão, onde eles deverão ser conectados: em 127V ou 220V.
Assim: tensão 127V P = 127 X 10 = 1270W
220V P = 220 X 10 = 2200W
Todos os aparelhos são projetados para desenvolver ou dissipar certa potência.
Não podemos exigir de um pequeno radio de 10W seja capaz de fornecer 300W de potência. Isto representa para ele o mesmo que tentar transportar um elefante no bagageiro de um fusquinha.





2- Potência em Cavalo-força (HP).

A potência dos motores elétricos costuma ser indicada pela unidade de medida conhecida como cavalo-força, ou simplesmente HP (HORSE-POWER). Trata-se de uma medida mecânica, inicialmente deduzida pela observação do rendimento de um cavalo(animal) trabalhando durante quatro horas.
As unidades de medida de uma mesma grandeza sempre guardam entre si alguma relação. Portanto, ela existe também entre o watt e o cavalo-força (HP). Essa relação é a seguinte:

1 HP = 746W

ou seja, um cavalo-força corresponde à potência elétrica de 746 watts.
Assim, um motor de 1/4 HP tem potência de:

746 X 1/4 = 746:4 = 186,5 W

É importante saber converter HP em watts, porque, quando queremos saber a potência total de uma instalação, temos de somar as potências de todos os aparelhos, e não se pode somar diretamente watts com HP. Haverá, então, necessidade de transformar o HP em watts, se desejarmos o resultado nesta última unidade.
Por exemplo, suponhamos uma industria que possua 20 lâmpadas de 100W, 2 motores de 1HP, 3 motores de ¼ HP e 1 de ½ HP. Queremos saber qual a potência total consumida, em watts.
Solução:

Potência das lâmpadas	20 X 100	=	2000W
Potência dos motores de 1 HP	2 X 746	=	1492W
Potência dos motores de ¼ HP	3 X 746 X 1/4	=	186,5W
Potência dos motores de 1/2 HP	1 X 746 X 1/2	=	373W
	Total	=	4051,5W

Portanto a potência total será de 4051,5 W.

Conhecendo a potência em watts e a tensão da linha em volts, podemos determinar a corrente em ampères e, com isso, escolher o fio mais adequado à instalação e também a capacidade dos fusíveis a serem usados. Além disso, podemos também calcular a energia consumida durante um determinado período de funcionamento.

A unidade **WATT** admite **múltiplos** e **submúltiplos**, isto é, valores maiores e menores que ela. Na prática de eletrônica, os amplificadores de som costumam ter potência em watts; o consumo dos aparelhos eletrônicos domésticos também é de alguns watts.
Entretanto também se usa um **submúltiplo** do watt, que é o **miliwatt**.
Miliwatt – Corresponde à milésima parte do watt, ou seja, um watt dividido por mil e é representado por **mW**.
Já nas instalações residenciais, industriais, nas usinas de força, etc., não se costuma usar o watt, porque a potência é elevada e seria incômodo falar um número muito grande; por isso, emprega-se o múltiplo do watt, que é o quilowatt.
Quilowatt – Sua representação é **KW** e equivale a mil watts.
Deste modo, ao invés de se dizer: potência de 10000W, diz-se, simplesmente: potência de 10KW.

GERADORES

Os dispositivos que permitem transformar uma espécie qualquer de energia em energia elétrica são chamados de geradores.
De acordo com o tipo de energia empregado na produção da eletricidade, podem-se classificar os geradores como: hidráulico, químico, térmico, fotoelétrico, nuclear, piezoelétrico, eletromagnético, etc.

Geradores químicos

Dos geradores químicos os mais importantes são as **pilhas e os acumuladores**, embora estes últimos não sejam precisamente geradores, comas pilhas. Por isso, na linguagem técnica, acumulador é considerado como **pilha secundária**.
A pilha foi descoberta pelo cientista italiano Alessandro Giuseppe Volta e, basicamente, ela constituída por dois condutores de metais diferentes (um de cobre e outro de zinco), chamados elétrodos, mergulhados em uma solução de ácido sulfúrico em água, solução essa denominada de eletrólito. Os elétrodos são chamados de pólos ou terminais da pilha. Além disso, chama-se de pólo positivo aquele por onde a corrente sai e de pólo negativo aquele por onde a corrente entra. Na figura, o pólo positivo corresponde ao elétrodo de cobre e o negativo ao de zinco.
Visando tornar mais prático o uso dos geradores químicos, Volta “empilhou”(daí o nome de pilha) elétrodos de cobre e zinco, em forma de discos, e entre eles colocou outros discos de feltro embebido na solução de ácido sulfúrico.

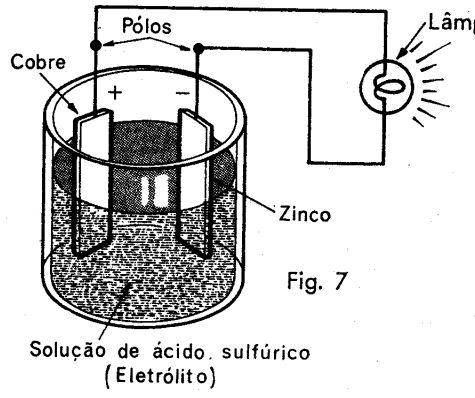


Fig. 7

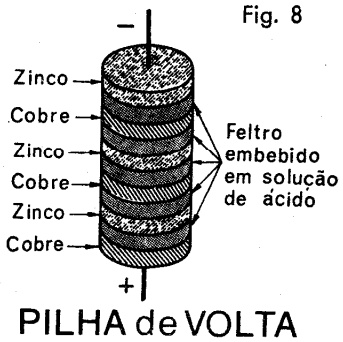


Fig. 8
PILHA de VOLTA

Pilhas e baterias

Uma **pilha ou bateria** é um dispositivo que transforma energia química em energia elétrica. A pilha tem três partes: os eletrodos, o eletrólito e o recipiente.
Os **eletrodos** são os condutores de corrente da pilha.
O **eletrólito** é a solução que age sobre os eletrodos.
O **recipiente** guarda o eletrólito e suporta os eletrodos.
Existem dois tipos básicos de pilhas.

A **pilha primária** é uma pilha na qual a reação química acaba por destruir um dos eletrodos, normalmente o negativo. A pilha primária não pode ser recarregada.
A **pilha secundária** é uma pilha na qual as ações químicas alteram os eletrodos e o eletrólito. Os eletrodos e o eletrólito podem ser restaurados à sua condição original pela recarga da pilha.
Ação Eletroquímica é o processo de conversão de energia química em energia elétrica.
O ânodo é o eletrodo positivo de uma pilha.
O cátodo é o eletrodo negativo de uma pilha.

Força eletromotriz das pilhas

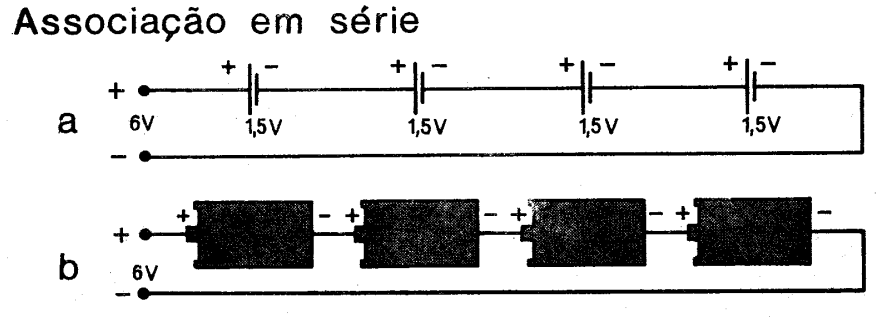
A força eletromotriz que a pilha pode oferecer depende do material usado como elétrodo e como eletrólito. No caso das pilhas secas, mais utilizadas, a força eletromotriz é de cerca de 1,5 V (um volt e meio).

Associação de geradores

Quase sempre nas aplicações práticas, necessita-se de tensões maiores. Para consegui-las, basta "associar" varias pilha de maneira conveniente, isto é, liga-las entre si de maneira a obter o valor desejado de tensão, ou de corrente, se for o caso.

Associação em série

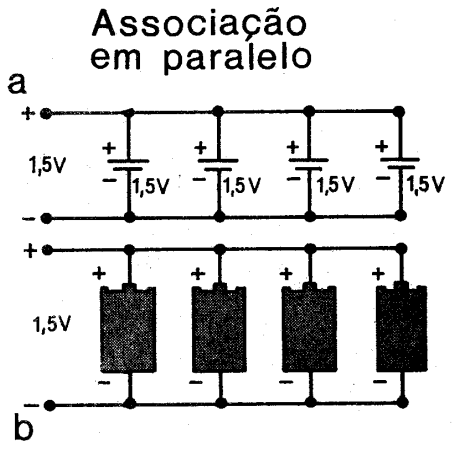
A associação em série, de geradores, consiste em ligar seus pólos de maneira que o positivo de um seja ligado ao negativo do outro, e assim por diante.



As propriedades de associação em série são:
1°) A força eletromotriz da associação é igual à soma das forças eletromotriz de cada gerador.
2°) A corrente máxima que a associação pode fornecer é igual à de uma pilha só.

Associação em paralelo

A associação é dita em paralelo quando os terminais de mesmo nome são ligados entre si, ou seja, unem-se todos os terminais positivos, que constituirão o pólo positivo da associação, e todos os terminais negativos, que serão o pólo negativo da associação.



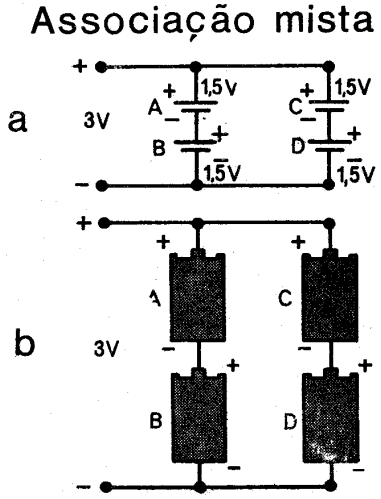
As propriedades da associação em paralelo são:

1°) A força eletromotriz da associação é a mesma de qualquer uma das pilhas.

2°) A corrente máxima que a associação pode fornecer é igual à soma das correntes de cada uma das pilhas.

Associação mista ou série-paralelo

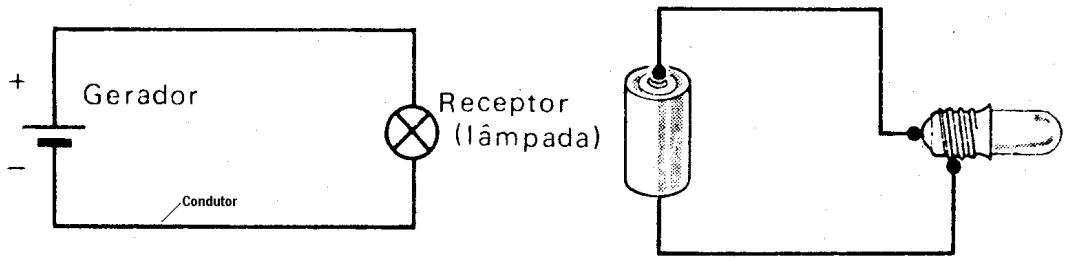
Como se nota, consiste essa associação em ligação do tipo série e do tipo paralelo. Vemos, então, duas associações (de duas pilhas em série), ou seja, pilha A em série com a pilha B, pilha C em série com a pilha D, e finalmente essas duas associações ligadas em paralelo.



Assim, temos que a força eletromotriz da associação é de 3V (propriedade da associação em série) e a corrente que se pode retirar é igual à de duas pilhas (propriedade da associação em paralelo), ou seja, essa associação tem a força eletromotriz de duas pilhas e a capacidade de corrente, também, de duas pilhas.

CIRCUITO ELÉTRICO

Circuito elétrico é o caminho percorrido pelas cargas elétricas.
Para realização prática de um circuito elétrico, devemos ter sempre, no mínimo, três elementos, que são: O gerador, o receptor e os condutores.



Um circuito pode se encontrar em dois estados: **circuito aberto** e **circuito fechado**.
Circuito aberto é aquele em que a corrente elétrica foi interrompida.

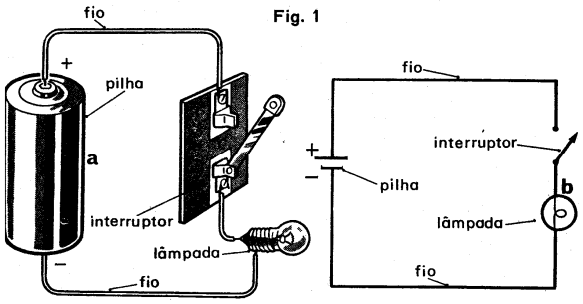


Fig. 1

Circuito fechado é aquele em que a corrente elétrica está efetivamente circulando.

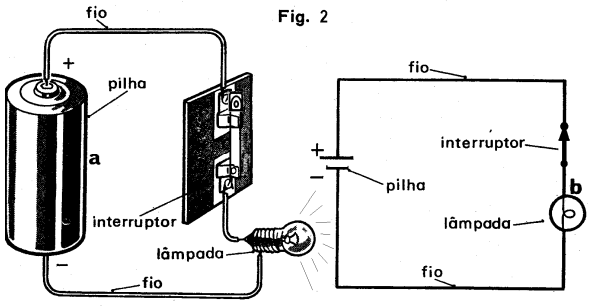


Fig. 2

Do que foi visto até aqui podemos concluir que os elementos básicos de um circuito elétrico são:

- **a fonte ou gerador;**
- **os fios de ligação ou condutores;**
- **a carga ou receptor.**

Os geradores são chamados de elementos ativos do circuito e as cargas são chamadas de elementos passivos.
Se lembrarmos que o gerador é o elemento que empurra as cargas elétricas, portanto, o agente da ação, e o receptor é o elemento que recebe as cargas elétricas e as transforma em alguma modalidade de energia; conseqüentemente é o paciente da ação.
Os fios de ligação são simplesmente elementos de condução de cargas elétricas, daí a denominação de condutores.

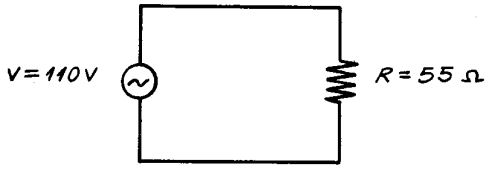
LEI DE OHM

Esta lei é a mais importante da eletricidade, embora seja bastante simples. Seu emprego é obrigatório em todo circuito elétrico.
Com o seu emprego podemos calcular qualquer uma das grandezas fundamentais da corrente elétrica – resistência, tensão e corrente – desde que conheçamos duas delas.

O enunciado da lei de OHM é o seguinte:
"Desde que a temperatura se mantenha constante, a corrente que atravessa o fio é diretamente proporcional à diferença de potencial entre as extremidades do fio".
Utilizaremos matematicamente, a equação da lei de OHM, para confirmar o que foi exposto.

$$V = R \times I$$

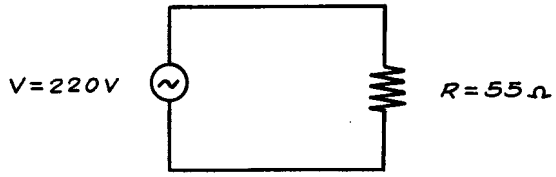
Supondo que um ferro possua resistência de valor fixo e igual a R = 55Ω e a tensão de alimentação igual a 110 V, vejamos qual a corrente (I).



como $V = R \times I$

$110 = 55 \times I$ $\quad I = \frac{110}{55} = 2A$

$\boxed{I = 2A}$

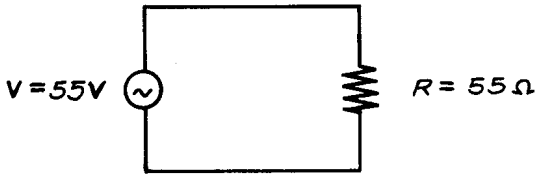


Vamos dobrar a tensão:
V = 2 X 110 = 220V

como
$V = RxI$

$220 = 55xI \Rightarrow I = \frac{220}{55} = 4A$

I = 4A confirmando que realmente a corrente dobra:



Reduzindo a tensão à metade:
$V = \frac{110}{2} = 55V$

Como
$v = RxI$

$55 = 55xI \Rightarrow I = \frac{55}{55} = 1A$

I = 1A confirmamos que a corrente cai também à metade,

Triplicando a tensão:
V = 3 X 110 = 330V

como
$V = RxI$

$330 = 55xI \Rightarrow I = \frac{330}{55} = 6A$

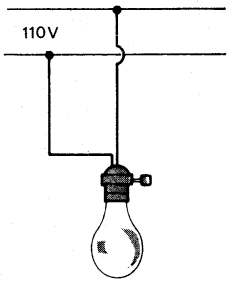
I = 6A confirmando que a corrente também triplica.

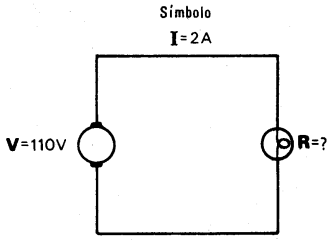
Dessa fórmula resulta duas outras, por transposição de letras:

$R = V \div I$ ou $V = \frac{V}{I}$

$I = V \div R$ ou $I = \frac{V}{I}$

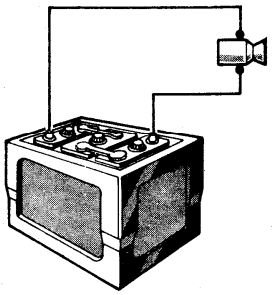
Uma lâmpada de iluminação é atravessada pela corrente de 2A, quando ligada à rede de energia de 110V. Pergunta-se: Qual o valor da resistência da lâmpada?

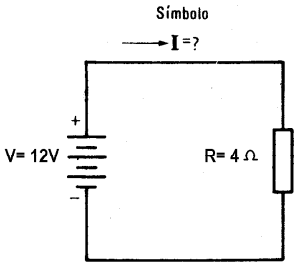




R= V ÷ I – R= 110 ÷ 2 = 55Ω
A resistência da lâmpada é de 55 ohms.

Em um carro, cuja bateria é de 12V, instala-se um acendedor de cigarros de resistência igual a 4Ω. Qual é a corrente que o acendedor "puxará"?

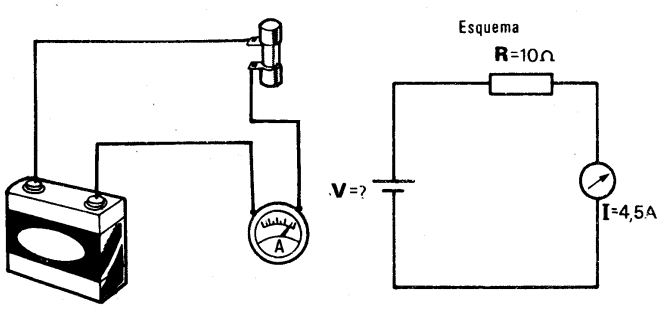




I = V ÷ R, portanto:
I = 12 V ÷ 4 Ω = 3 A

A corrente que circula pelo acendedor é de 3 ampères.

Temos uma bateria e desejamos saber qual o valor da diferença de potencial em seus terminais. Como possuímos somente um medidor de corrente, ligamos em série com um resistor de 10Ω e aos terminais da bateria, conforme a figura. Nestas circunstâncias o instrumento registra 4,5A. Qual o valor da diferença de potencial nos terminais da bateria desconhecida?



Resistência R = 10Ω e a Corrente I = 4,5A

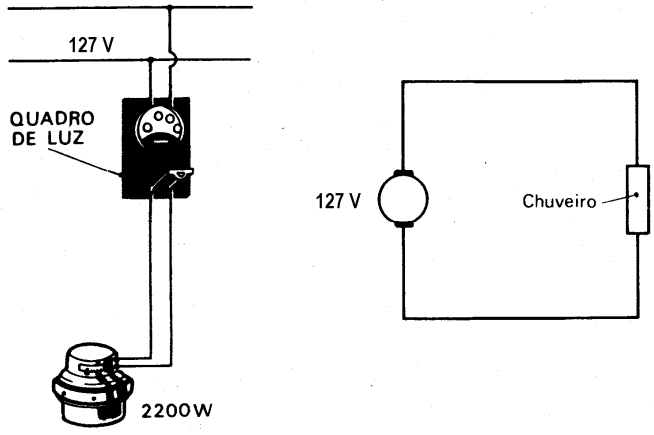
Fórmula: V= R X I
V = 10Ω X 4,5 A
V = 45 Volts

Transformação das fórmulas da potência

No início desta lição podemos ver que, toda fórmula matemática pode sofrer transformações e ser escrita de outra maneira. Pois bem, as fórmulas que permitem o cálculo da potência também sofrem essas transformações.
Desse modo, a fórmula, P = V X I, pode ser escrita assim: **P = V x I** **V = P ÷ I** **I = P ÷ V**

Também pode ser escrita de outras maneiras: **$P = V^2 \div R$** e **$R = V^2 \div P$**

Um chuveiro de 2200W, 127 volts, foi instalado em um quadro de luz. Qual a resistência do chuveiro e que corrente o chuveiro "puxará"?



V = 127 volts **Pot. Chuveiro = 2200W**

A resistência do chuveiro é determinada pela fórmula:
$R = V^2 \div P$ R = 127 x 127 ÷ 2200 **R = 7,33Ω**

I = V ÷ R I = 127V ÷ 7,33Ω **I = 17,32 A**

OS COMPONENTES ELETRÔNICOS

Daremos início ao estudo dos componentes eletrônicos básicos utilizados em projetos e montagens eletrônicas. Os componentes eletrônicos básicos são os mesmos empregados na eletrônica. As configurações e a maneira que são utilizados é que determinan o que o circuito ou conjunto vai fazer. Assim sendo, os mesmos componentes usados em equipamentos industriais podem ser encontrados num televisor, aparelho de som, telefone celular ou sistema de ignição eletrônica de um carro.
Podemos dividir os componentes eletrônicos em três categorias que serão estudadas a partir de agora:

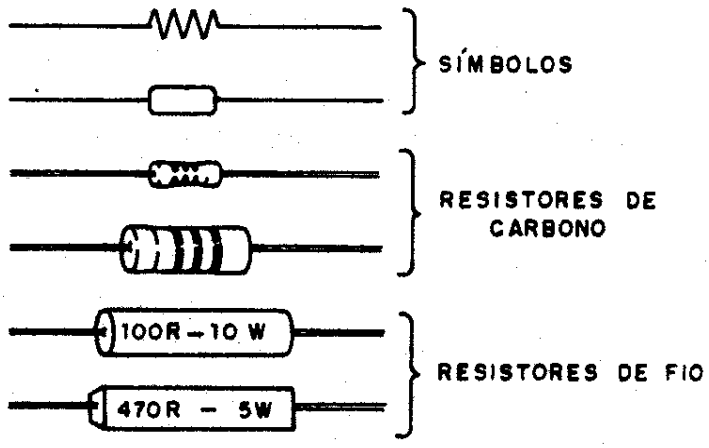
a) Componentes passivos

Os componentes passivos são aqueles que não amplificam nem geram sinais, sendo usados basicamente nas funções de polarização, acoplamneto e desacoplamento de circuitos.

Entre os princípais componentes passivos que iremos encontrar estão os resistores, capacitores, diodos, indutores e sensores e transdutores.
Apartir de agora analizaremos cada um deles:

- Resistores

Os resistores têm por finalidade apresentar uma resistência elétrica ou seja, uma dificuldade a passagem de uma corrente elétrica. A medida da resistência elétrica é o ohm, simbolizada por Ω.
Os resistores mais comuns são os de carbono e os de fio de nicromo, conhecidos como “de fio”.



Já o tamanho do resistor esta relacionado com a sua capacidade de dissipar calor. Quanto mais intensa for a corrente em um resistor, maios calor ele irá gerar e este calor precisará ser transferido ao meio ambiente.
Assim, o tamanho do resistor está relacionado com sua potência em Watts (W) e não com sua resistência.
Então podemos ter um resistor de 1 000 000 Ω x 1/8 W e um resistor de 10 Ω x 10 W.
Os resistores podem serem encontrados com valores de resistência que vão de fração de ohms até milhões de ohms, e com potências de 1 / 8 W a mais de 100W.
A unidade **ohms** admite: múltiplos e submúltiplos, isto é, valores maiores e menores que ela.

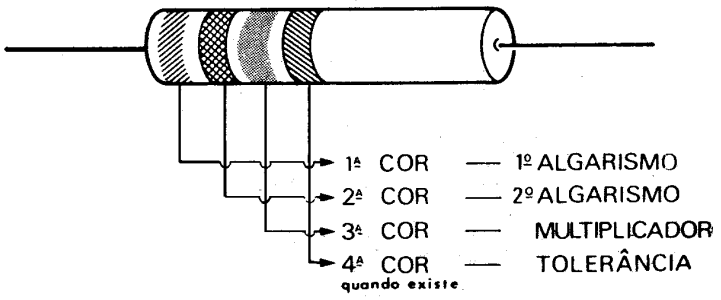
Na prática de eletrônica, os múltiplos têm emprego muito maior que os submúltiplos, e para expressar valores de resistência e costuma-se expressar prefixos.

Dentre os múltiplos os mais freqüentemente usados são os seguintes:

Quilohm, que corresponde a mil ohms e é representado por **KΩ**.
Megohm, que vale um milhão de ohms, e é representado por **MΩ**.

Os submúltiplos;
Miliohm, que é representado pelas letras **mΩ**, corresponde à milésima parte do ohm.
Microhm, que é representado por **μΩ**, corresponde a milionésima parte do ohm.

Para se trabalhar com resistores é importante conhecer o código de cores, com que eles conseguimos identificar o valor dos resistores. Exitem resistores de 4 e 5 faixas, sendo o primeiro de maior uso. As faixas coloridas em torno do resistor dão seu valor, confrome a tabela:

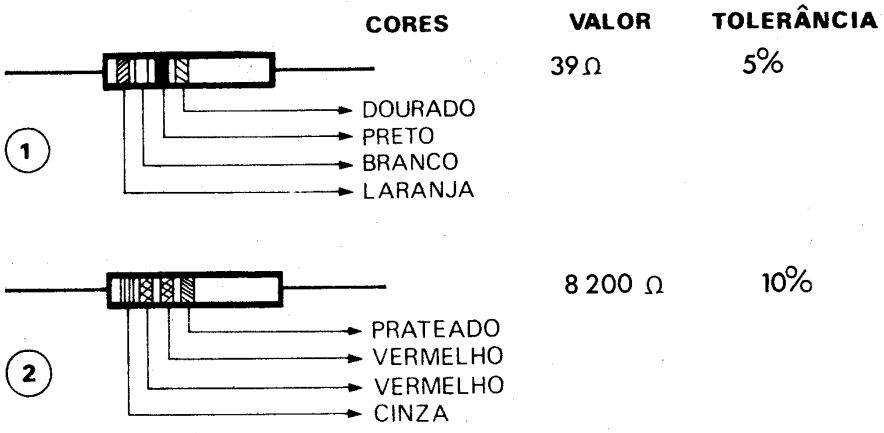


Resistor de 4 faixas:
Para ler: o primeiro e o segundo anéis a partir da ponta dão os dois digitos da resistência, enquanto o terceiro dá o fator de multiplicação ou número de zeros. A quarta faixa é a tolerância, podendo ser prateada(10%) ou dourada(5%). Para resistores com 3 faixas a tolerância é 20%.

Resistor de 5 faixas(maior precisão):
Para ler: as três primeiras faixas dão os três primeiros dígitos do valor e a quarta faixa o fator de multiplicação. A quinta faixa é a tolerância

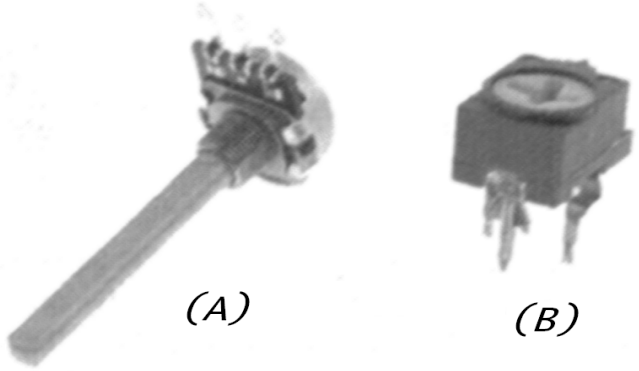
TABELA I

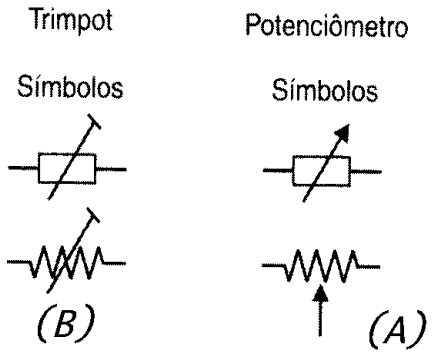
CORES	ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS	MULTIPLICADOR	TOLERÂNCIA
PRETO	0	X 1	
MARROM	1	X 10	
VERMELHO	2	X 100	
LARANJA	3	X 1 000	
AMARELO	4	X 10 000	
VERDE	5	X 100 000	
AZUL	6	X 1000 000	
ROXO	7	X 10 000 000	
CINZA	8	X 100 000 000	
BRANCO	9	X 1 000 000 000	
OURO			5%
PRATA			10%
SEM COR			20%



Resistores Variáveis

Existem resistores que podem ter sua resistência alternada, e por isso são usados em ajustes ou controles. Temos dois tipos principais de resistores variáveis que são os trimpots e os potenciômetros.

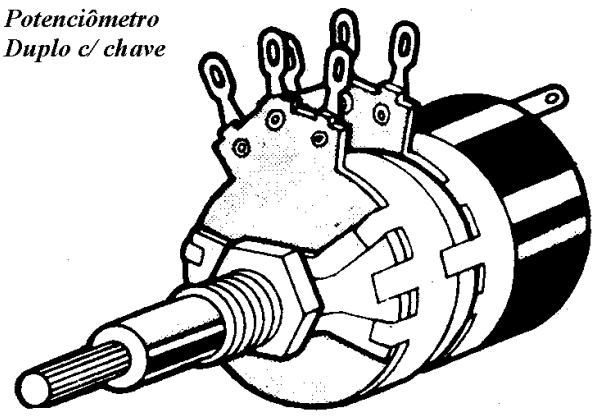




Os trimpots são usados para ajustar a resistencia em um circuito de maneira semi-permanentes, ou seja, ajustes que não necessitem serem acertados a todo instantes. Ajuste de calibragens como ganhos, sensibiidade, etc... . Já os potenciômetros são usados como elementos de controle, ou seja, podem serem enpregados no contole de volume, velocidade, brilho, etc... .
Ambos componentes atuam no valor da resistência girando um cursor sobre uma peça de grafite, estes dois componentes são especificados pela sua resistêcia máxima. Assim, um trimpot ou um potenciômetro de 100KΩ é um componente que pode ter sua resestêcia ajustada para apresentar qualquer valor entre 0 e 100KΩ.

Exitem potenciômetros especiais que são uplos, e alguns podem até incluir uma chave usada para ligar e desligar um circuito.

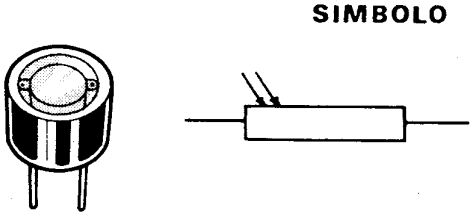
Potenciômetro Duplo c/ chave



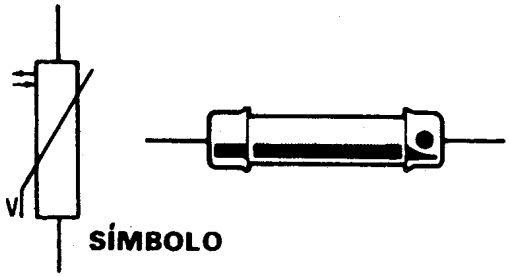
Resistores especiais

Alguns tipos de resistores são especialmente fabricados para que a resistência seja dependente de algum fator físico. Geralmente ele são usados como sensores e controladores de eventos.

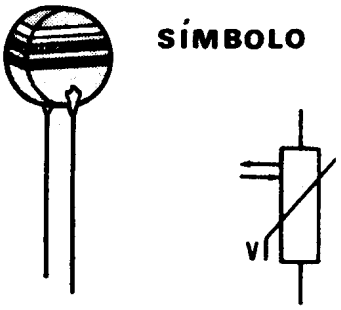
Fotoresistor também conhecido LDR (Light dependent resistor) é um resistor cuja resistência depende da intencidade de luz que incide sobre ele.



Varistor também chamado de VDR (Voltage dependent resistor) é um resistor com resistência dependente da voltagem a que esta submetido.



Termistor é o resistor que apresenta dependência da temperatura, sendo dividido em dois grupos: PTC ("positive temperature coefficient", coeficiente positivo de temperatura), cuja resistência aumenta com o aumento da temperatura, e NTC ("negative temperature cofficient", coeficiente negativo de temperatura), que apresenta diminuição da resistência com o aumento de temperatura.



- Capacitores

O capacitor cumpre inúmeras finalidades nos circuitos eletrônicos. Os capacitores são utilizados como reservatórios de cargas nos circuitos de filtro, como "amortecedores", evitando que ocorra variações grandes em um circuito, em acoplamentos e desacoplamentos de sinais, no bloqueio de corrente contìnua, para livre passagem da corrente alternada, etc.. .

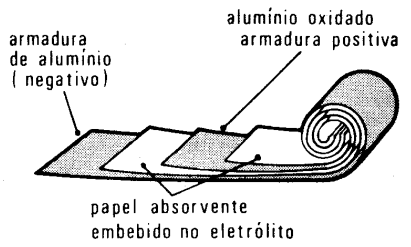
Capacitância

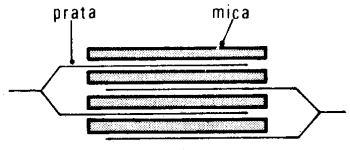
Podemos definir a capacidade ou capacitância de um capacitor da seguinte maneira;
Chama-se capacitância de um capacitor a relaçao (divisão) entre a quantidade de carga acumulada e a diferença de potencial aplicada às armaduras.
Matemáticamente : C = Q / V.
Exemplo:
Carregando 20C no capacitor aplicando 5V entre suas placas, sua capacitância será: C= 20/5 = 4F.

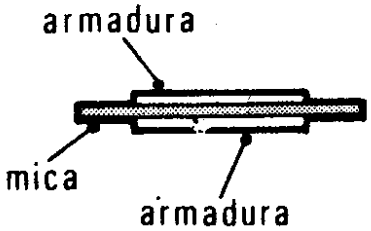
No sistema Internacioal, co Q em Columb (C), a tensão V em volts(V), a capacitância C é registrada em Farad (F).

Arquitetura do capacitor

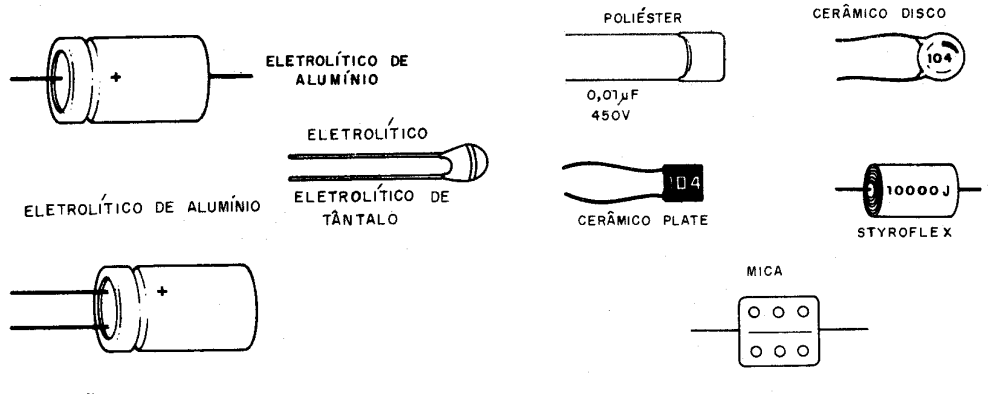
Os capacitores são formados por duas placas de metal, tendo entre elas um material isolante chamado dielétrico. As cargas são armazenadas nas placas, que podem ser planas, empilhadas ou enroladas de modo a dar o formato final do componente.







Na ilustração abaixo podemos ver os capacitores normalmente encontrados.
Os tipos mais comuns são os eletrolíticos, tântalo, poliéster, cerâmicos e polipropileno.



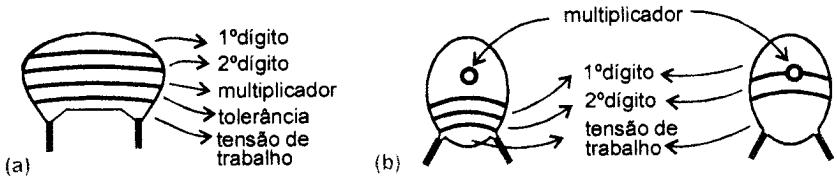
O capacitor eletrolítico, além da alta capacitância que permite maior armazenamento de cargas elétricas, tem polarização das placas. Ele só pode ser posto em tensão DC, com o terminal positivo ligado no pólo positivo e o terminal negativo ligado ao pólo negativo. Se ligarmos um eletrolítico em tensão alternada, ou com polarização invertida, ele "estoura".

Unidade de Medida

A unidade de medida da capacitância é o **farad**, sendo representada pela letra **F**.
O **farad** é uma unidade de medida muito grande, assim encontramos na maioria dos casos especificações em submúltiplos como;

Microfarad, que corresponde à milionésima parte de um farad e se representa por μF.
Nanofarad, que corresponde à bilionésima parte de um farad e se representa por nF.
Picofarad, que correspnde à trilionésima parte de um farad e se representa por pF.

Dois tipos de capacitores têm codificação padronizada, poliéster e tântalo. O código é baseado em faixas de cores, com valor igual ao do resistor.



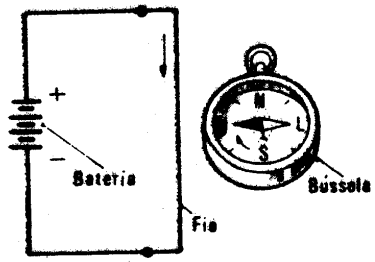
- Magnetismo, Eletromagnetismo e Indutores

Magnetismo

Desde a antigudade se descobriu o efeito de atração e repulsão entre determinadas pedras.
Como essa pedra foi encontrada em uma região da Ásia chamada Magnésia, recebeu o nome de **magnetita**.
Dizemos então que, **magnetismo** estuda a propriedade **magnética** que certo materiais têm de atrair ferro.
Alguns materiais encontrados livres na natureza, com, por exemplo, o minério de ferro e a magnetita, possuem aquelas propriedades.
Chama-se **imã** todo corpo que tem a propriedade de atrair ferro.
Convencionou-se que um dos lados do imã é o pólo norte – N, e o outro lado pólo sul – S.
Polos diferentes se atraem (N com S) e polos iguais se repelem (N com N e S com S).

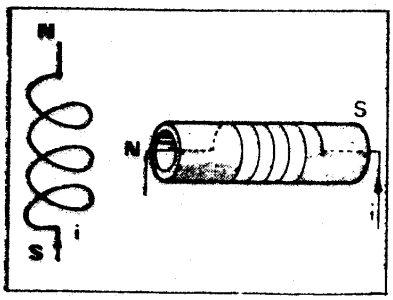
Eletromagnetismo

O eletromagnetismo tem por objetivo o estudo do magnetismo produzido pela corrente elétrica.
Os primeiros estudos sobre a produção de campos magnéticos pela passagem de corrente elétrica foram devidos ao físico dinamarquês Oersted. Esse ciêntista fazendo passar corrente elétrica por um condutor reto, observou que a aguha magnética de um bússula, colocada perto desse condutor, movia-se da mesma maneira como se estivesse colocada perto de um imã. Estava, portanto, demonstrado que a corretnte produz campo magnético. Na figura abaixo ilustra a experiência de Oersted.



Campo criado por um solenóide

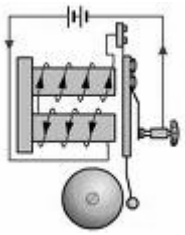
Chama-se de solenóide um condutor em espiral, como indicado na figura. O solenóide também é chamado de bobina.



Fazendo-se passar corrente contínua pelo condutor do solenóide, verifica-se que ele se comporta como um imã, isto é, a cada uma das suas extremidades age como os polos de um imã e, por este motivo, são também denominados polos da solenóida.
Na pratica com as solenóides se conseguem-se campos magnéticos de muito maior intensidade do que os imãs naturais.
O solenóide age como um imã temporário porque, interrompendo-se a corente, o campo magnético desaparece. A intensidade do campo magnético criado por um solenóide depende de dois fatores:
Da intensidade da corrente elética que passa pelo fio e do número de espiras do fio.

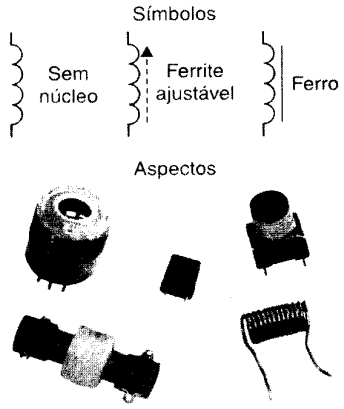
Aplicação do solenóide

Uma aplicação muito comum da solenóide, é a do dispositivo que se chama de eletroímã. Inúmeras são as aplicações práticas do eletroímã.
Podemos citar o seu emprego na separação de substâncias ferrosas, nas campainhas, nos dispositivos de abertura de portas e portões, etc..
Outros exemplos de aplicação dos solenóides são as campainhas (cigarras), os relé, os alto-falantes, os fones magnéticos, etc...



- Indutores

Os indutores ou bobinas são componentes formados por espiras de fio esmaltado que podem ser enroladas em uma forma sem núcleo de ferro ou ferrite, e que têm símbolos e aspectos mostrados a seguir.



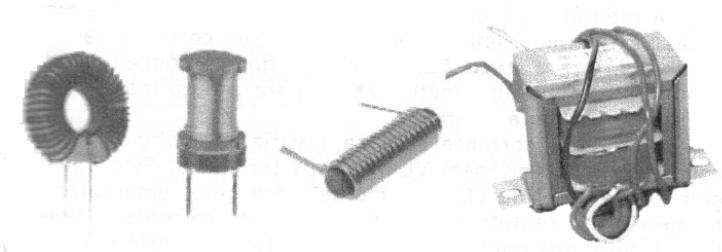
O que é um indutor?

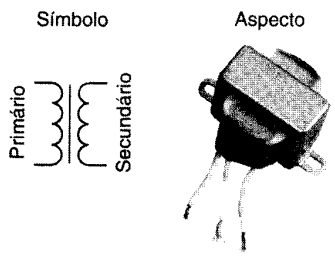
Sob o ponto de vista construtivo, podemos dizer que indutor é um fio enrolado em espiras, cuja principal característica é a indutância.
A indutância só aparece quando o indutor é percorrido por uma corrente variável, ou seja, a indutância só existe para corrente variável.
Os indutores podem ser especificados pela indutância em Henrys (e seus submúltiplos como o milihenry e o microhenry) ou ainda pelo número de espiras, diâmetro e comprimento da forma, além do tipo do núcleo. Alguns indutores possuem núcleos ajustáveis para que sua indutância possa ser modificada.

Transformadores

Os transformadores são componentes formados por duas bobinas ou enrolamentos em núcleo ou forma comum. Eles são usados para alterar o valor de uma voltagem AC, principalmente nas fontes de alimentação. Outro uso do transformador é isolar eletricamente (desacoplar) a rede de energia, evitando assim choques em quem tocar no circuito do aparelho.
O tipo mais utilizado de transformador é denominado “transformador de força”.

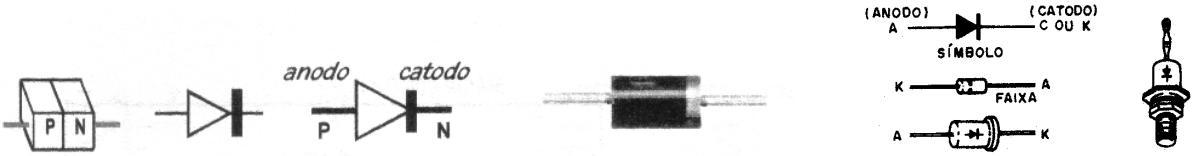
O núcleo pode ser de ferro ou ferrite. A energia passa de um enrolamento para outro por indução de modo que não há contato elétrico entre eles. Isso permite isolar os dois circuitos.
Os transformadores são especificados pela tensão de entrada (primário) e tensão de saída e corrente de saída (secundário).



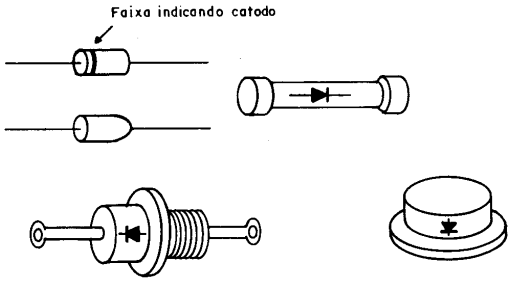


- Diodos

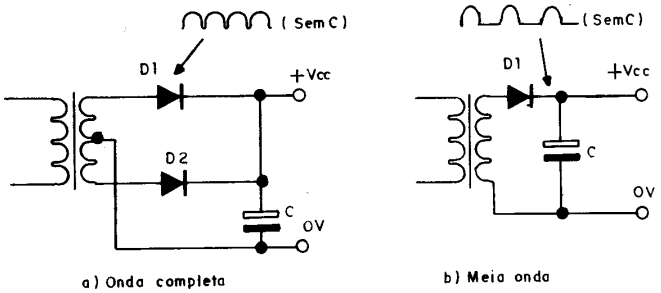
Os diodos são componentes semicondutores formados basicamente por uma junção PN, podendo ser de germânio ou silício. Sua estrutura e símbolo são mostrados abaixo.



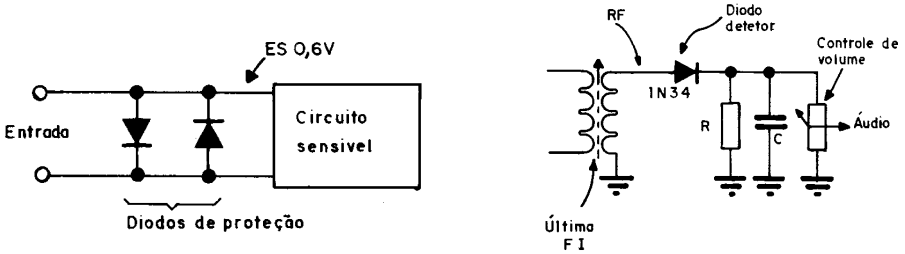
A propriedade fundamental do diodo é conduzir corrente num único sentido. A partir daí eles podem ser usados como retificadores, detectores, ceifadores e etc. O tamanho e o formato dependem da aplicação.



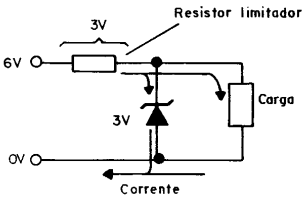
Temos as seguintes classificações para os diodos:
Diodos retificadores: sua finalidade é transformar correntes alternadas em corrente contínua nas fontes de alimentação.



Diodos de uso geral: se caracterizam por operarem com correntes relativamente baixas. Podem operar em circutos detectores e circuitos ceifadores.



Diodo Zener: o que o diodo zener faz é manter constante a tensão em seus terminais, no valor correspondente a ruptura reversa ou “tensão zener”. O diodo zener mantém então entre seus terminais a tensão constante funcionando como um regulador de tensão muito eficiente.



- Transdutores

Há diversos tipos de dispositivos que podem ser usados para converter sinais elétricos em formas de energia diferentes como, som, luz, etc., e dispositivos que servem como sensores, ou seja, convertem alguma forma de energia em energia elétrica. Ilustramos alguns deles.

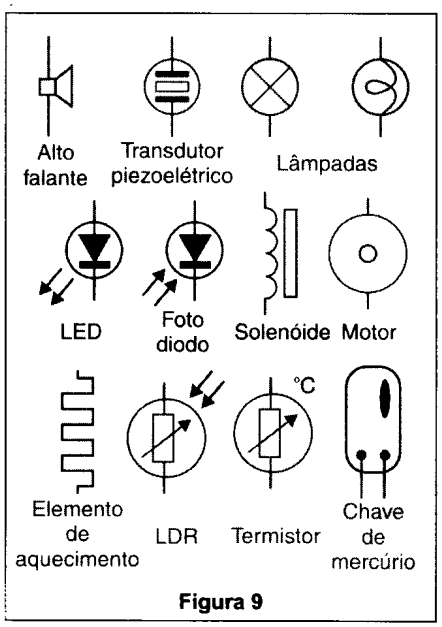


Figura 9

- **Alto-falantes** – convertem energia elétrica em sons.
- **Transdutores piezoelétricos** – são pastilhas de uma cerâmica especial que pode converter sinais elétricos em som ou vibrações.
- **Lâmpadas** – convertem energia elétrica em luz.
- **LEDs** – são tipos especiais de diodos (emissores de luz) que convertem energia elétrica em luz.
- **Motores** – convertem energia elétrica em movimento e força mecânica.
- **Solenóides** – convertem energia elétrica em energia mecânica.
- **Elementos de aquecimento** – convertem energia elétrica em calor.
- **Foto-resistores ou LDRs** – são sensores de luz.
- **Termistores** – são sensores de calor.
- **Fotodiodos** – são diodos usados como sensores de luz.
- **Chaves de mercúrio** – são sensores de posição.
- **Sensores magnéticos** – detectam a presença de objetos a patir de um campo magnético.

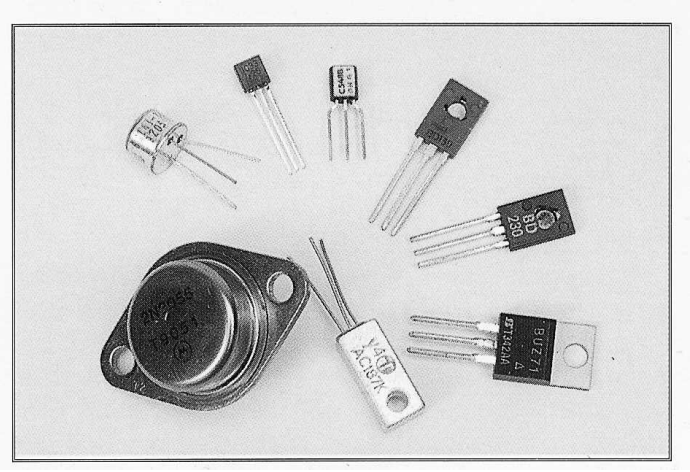
b) Componentes ativos

Os componentes ativos são aqueles que podem gerar ou amplificar sinais.
Trataremos e estudaremos basicamente dos componentes semicondutores, isto é, dos dispositivos de estado sólido, que são;

- Transistores
- Tiristores
- Circuitos integrados

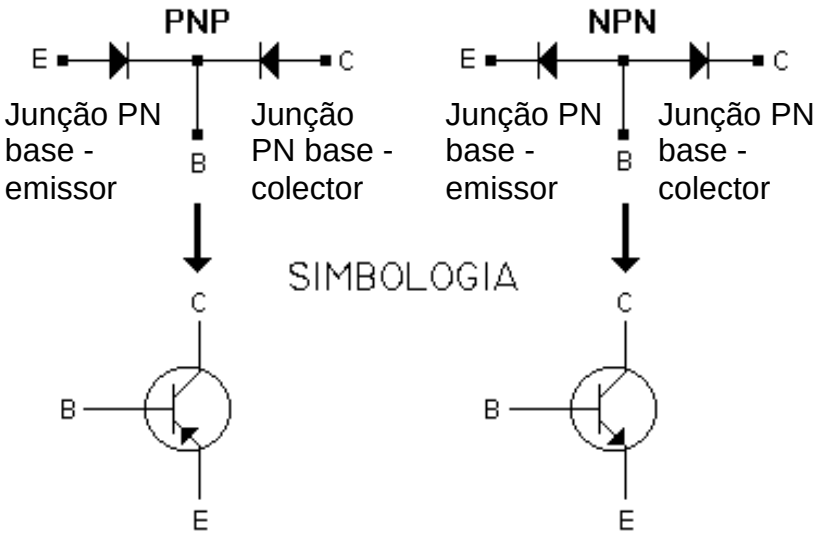
- Transistores

Os transistores são certamente os componentes mais importantes dos semicondutores, pela gama de utilidades, pois podem gerar e amplificar sinais além de funcionar como chaves controladas eletrônicamente.



Os transistores são componentes formados por 3 pedaços de materiais semicondutores como o silício P e o silício N, formando a estrutura mostrada na figura abaixo.
Nesta figura mostramos os símbolos para os dois tipos de transistores mais usados, que são os NPN e PNP.

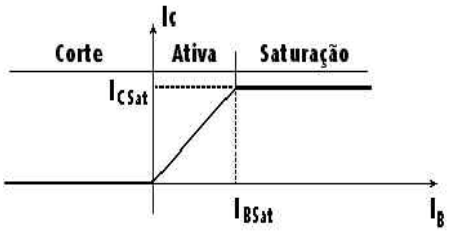
Junções PN internas e símbolos



Condições de amplificação, saturação e corte.

Conforme a polarização um transistor pode atuar em três regiões: região de corte, região ativa (linear) e região de saturação. Na região ativa o transistor opera como amplificador e nas regiões de corte e saturação como chave, ou seja, serve para comutação, conduzindo ou não.
O transistor trabalhará na região de corte caso a corrente de base seja menor ou igual a zero, dessa forma a corrente de coletor será nula. Por outro lado podemos usá-lo no trecho linear, onde a corrente que vai circular pelo coletor (através do transistor) é proporcional a corrente de base, que é denominado modo linear, ou seja, iremos operar na região ativa (linear).

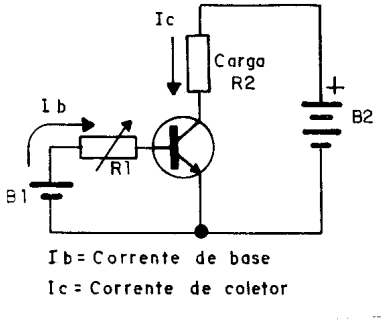
Podemos usá-lo no trecho em que a corrente é sempre máxima, para uma corrente de base acima de I_{BSAT}, o transistor operará na região de saturação, ou seja, circular pelo coletor uma corrente limite (I_{CCSAT}), imposta de acordo com a polarização, neste caso o transistor apresenta a menor resistência entre coletor e emissor e a máxima corrente pode atravessá-lo.



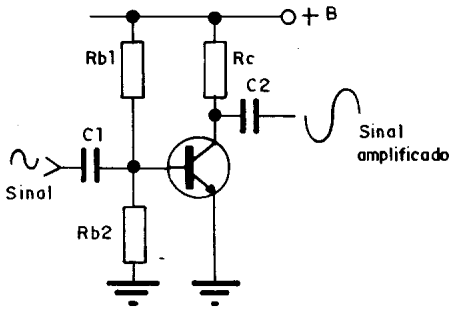
Características Ic = F(I_B).

Funcionamento

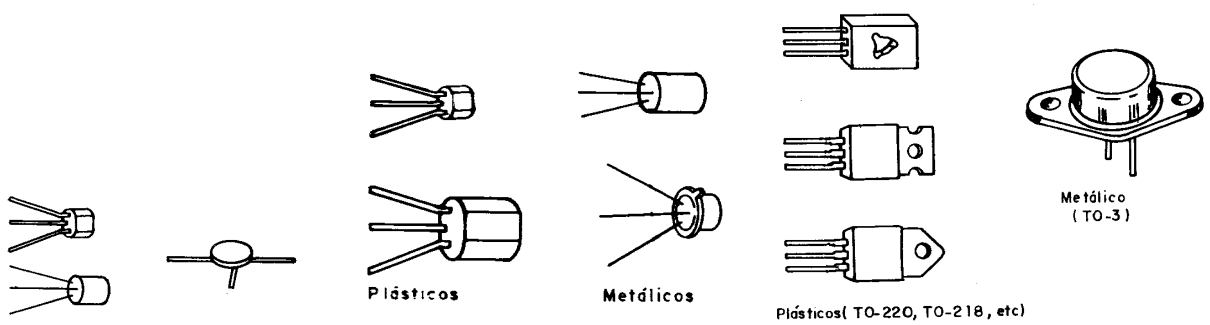
O funcionamento do transistor pode ser analisado facilmente se tomarmos o tipo **NPN** por base. Para o **PNP** bastará inverter as polaridades das fontes externas, o que equivale a sentidos opostos para a corrente. Temos então o circuito da figura abaixo com um transistor **NPN** e duas baterias externas, sendo B1 de tensão mais baixa e B2 de tensão mais alta.



O resistor R1 funciona como polarização de base e R2 como polarização de coletor.
Verificamos então o seguinte:
Quando variamos R1 de modo que a corrente entre base e o emissor que tem a junção polarizada diretamente aumente, isso faz com que surja uma corrente entre coletor e emissor que aumenta na mesma proporção.
No entanto, pequenas variações que provocarmos na corrente, base - emissor, farão com que variações maiores da corrente ocorra entre coletor - emissor. O transistor amplifica a corrente.

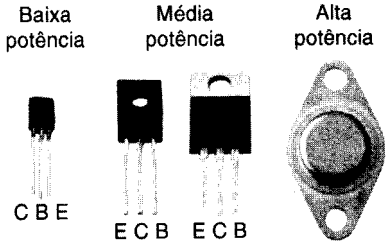


Na figura abaixo temos os aspectos de alguns transistores comuns.



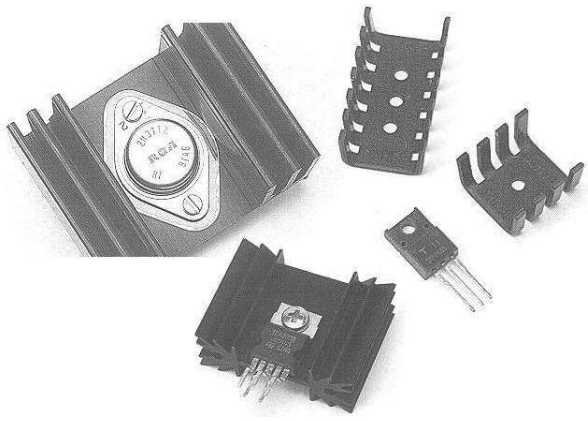
(a) (b) (c)

No grupo (a) temos os transistores de baixa potência que são destinados a trabalhos com pequenas correntes, pouco intensas.
Em (b) temos os transistores de média potência, que são destinados a controlar correntes de média potências, como, circuitos reguladores, chaveadores e pequenos motores. Estes transistores são dotados de invólucros para instalação em um radiador de calor.
E em (c) temos os transistores destinados a operação de correntes intensas e também em alguns casos tensão elevadas.
Observe que os transistores possuem terminais de **emissor (E)**, **coletor (C)** e **base (B)** que devem ser ligados corretamente em qualquer projeto.



Dissipadores

Os transistores de potência aquecem-se em razão da corrente relativamente alta que circula entre seus eletródios (emissor – coletor). O calor é cumulativo e leva o transistor à destruição. Para evitar isso, usam-se os dissipadores, que são superfícies metálicas que dissipam o calor, permitindo o resfriamento do transistor.
Os dissipadores (radiadores de calor), nada mais é do que uma chapa de metal com dobras que ajudam na transferência de calor gerado para o meio ambiente. Na figura abaixo mostramos os tipos mais comuns.



Nomenclaturas

Existem diversas nomenclaturas para estes componentes:
Os **tipos americanos** começam em sua maioria com as letras **2N**, mas existem alguns fabricantes que tem suas siglas próprias como a Texas que usa em alguns deles a sigla TIS, ou a Motorola que usa MPS ou MPSA.
Para os **tipos europeus** temos as siglas **AF, BC, BF**, etc.., para os tipos de silício.
No **Japão** temos **2SB, 2SC, 2SD** além de outras siglas que dependem do fabricante.

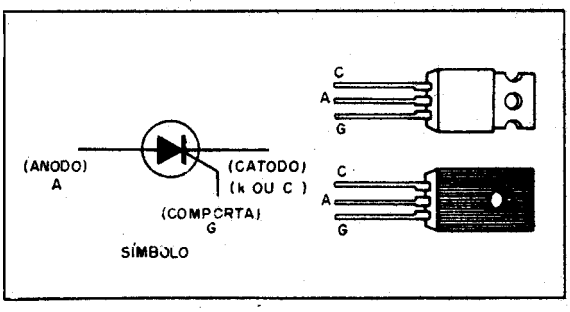
Tipos de transistores

Do mesmo modo que os diodos, podemos encontrar diversos tipos de transistores conforme a técnologia usada na sua fabricação, sua finalidade e as intensidades de correntes com que podem trabalhar.
Podemos classificar de uma forma geral em:

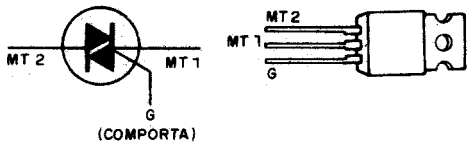
a) **Transistor de uso geral** - são transistores que operam com tensões até uns 60 a 80 volts, corrente de até uns 800ma, e amplificam e geram sinais de baixas freqüências. São usados em circuitos de áudio, osciladores, etc...
b) **Transistores de RF de baixa potência** - estes são transistores que operam com baixas tensões e pequenas correntes, mas podem amplificar correntes de altas freqüências em alguns casos até mais de 1000 MHZ. Eles são usados em receptores de rádio, seletores de TV, receptores e comunicações, instrumentos de prova, pequenos transmissores.
c) **Transistores de potência** - estes transistores destinados a operação de correntes elevadas e também em alguns casos, tensão elevadas. Alguns transistores desta categoria podem operar com altas tensões sendo usados em comutação de TV, fontes, etc. Tipos de 500 á 1000 volts são comuns.
d) **Transistores darlington** – Dois transistores ligados da forma mostrada na figura abaixo formam um par darlington. Estes transistores normalmente possuem ganhos muito altos (acima de 1000) e podem operar com altas potências. O ganho será o produto dos dois transistores ligados.
São usados em amplificadores, fontes de alimentação e outras aplicações de alta potência.
e) **Transistores de efeito de campo** - um tipo de transistor muito usado atualmente é o FET (Field Effect Transistor (transistor de efeito de campo), cujos símbolos e aspectos são mostrados na figura abaixo.
Os pequenos transistores de efeito de campo podem ser empregados como amplificadores ou osciladores, enquanto que os maiores denominados **POWER – MOSFETs**, MOSFETS de potência podem controlar correntes muito intensas.

- Tiristores

É basicamente qualquer semicondutor de 4 camadas, na seqüência p-n-p-n, pode ser considerado um tiristor.
Os tiristores são dispositivos semicondutores destinados ao controle de correntes intensas, havendo dois tipos principais: os **SCRs** (Diodos controlados de silício) e os **TRIACs** (triodo AC).
Os SCRs - são dispositivos semicondutores usados no controle de correntes intessas. Comportam-se como os diodos, conduzindo corrente num único sentido quando são disparados. Possuem terminais de anodo (A), catodo (K) e comporta (G). Símbolos e aspectos são apresentados na figura abaixo.



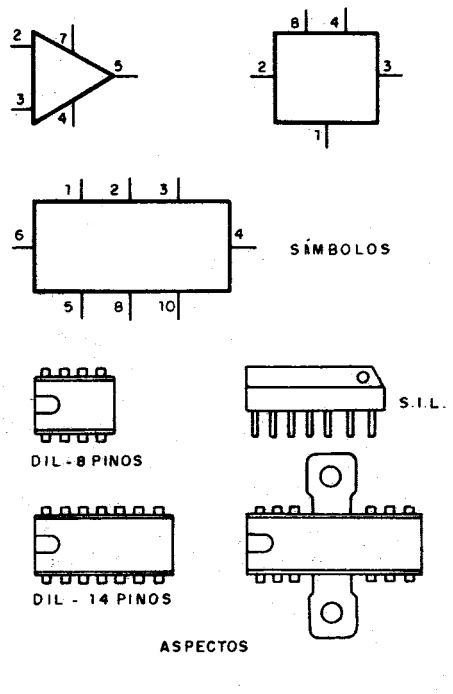
Os TRIACs - são usados no controle de correntes intensas, como os SCRs, mas conduzem corrente nos dois sentidos. Possuem terminais de comporta (G) e principais (MT1 e MT2).



Os **SCRs** e os **TRIACs** comuns podem controlar correntes que vão desde 500ma a mais de 1000A. Os de maior corrente são montados em dissipadores de calor.

- Circuitos integrados

São dispositivos em que, em uma única pastilha minúscula de silício, são montados diversos componentes, tais como; transistores, diodos, resistores, capacitores, etc.
Em um único invólucro podem ser encontrados conjuntos de componentes já interligados de modo formar um circuito que exerça determinada função, a exemplo um amplificador, um circuito de controle, um oscilador, etc.
Os dispositivos deste tipo recebem o nome de circuitos integrados ou simplesmente CI, são representados por símbolos que, na verdade, apenas dão o seu tipo e não o circuito interno do componente, conforme mostrado abaixo.



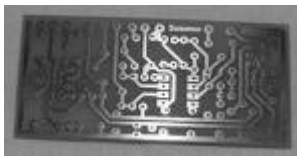
O uso dos circuitos integrados simplifica o projeto, visto que alguns tipos podem conter centenas de transistores, resistores e outros componentes já intercalados e prontos para utilização, necessitando apenas de poucos componentes adicionais externos. Na figura exibimos os aspectos mais comuns de circuitos integrados que podemos encontrar.
Como acontecem com os transistores, alguns circuitos integrados destinam-se ao controle de correntes elevadas, por gerarem bastante calor ao funcionar, são dotados de recursos pra a montagem em radiadores de calor.
Os circuitos integrados são especificados por grupos de letras e números com, por exemplo;
LM 555, CD 4093, CD 4017, LM 741, etc.
Os **microcontroladores** e **microprocessadores** são tipos especiais de circuitos integrados que se destinam ao controle e processamento de informações na forma digital.

Acessórios

Os acessórios são partes de um projeto que não pertencem propriamente ao circuito, mas que são importantes. Estes componentes sustentam partes de circuitos ou fazem sua conexão. Temos os seguintes exemplos:

- **Placas de circuito impresso**

Os componentes eletrônicos são montados e soldados em placas de materiais isolantes, onde existem gravadas trilhas de cobre que funcionam como fios de ligação entre estes componentes.
Elas são denominadas placas de circuito impresso. Abaixo temos alguns exemplos de placas.



O padrão ou desenho das trilhas de cobre de uma placa depende do circuito que vai ser montado.
A placa pode ser desenhada manualmente ou por meio de programas especiais existentes para esta finalidade, os quais desenham e simulam o circuito.

- **Suporte de pilhas**

- **Botões de controle**

- **Suporte de fusíveis**

- **Interruptores e chaves**

- **Bornes e garra de jacaré**

- **Caixas para montagens**

- **Cabos de ligação**

- **Soquetes para circuito integrados**

Montagens, medições e experiências.

Nesta última etapa do nosso curso iremos executar algumas montagens práticas, aprender a usar o instrumento de medição (multímetro) para medir as principais grandezas elétricas e componentes. Todos os experimentos serão passados em classe.

Conclusão

O objetivo deste trabalho foi de passar informações básicas sem aprofundar nos assuntos, procurando passar uma visão geral de cada assunto e dos componentes eletrônicos.
Para o aluno que acompanhou todos os módulos, acredito que o conteúdo apresentado tenha sido suficiente para se ter uma noção da área da Eletroeletrônica, com isso você poderá decidir em dar continuidade em seus estudos aperfeiçoando seus conhecimentos técnicos através de entidades profissionalizantes ou usar o conhecimento básico apenas como hobby.
Para aqueles que decidirem seguir esta profissão, com certeza terão um diferencial em relação aos demais candidatos em qualquer entidade de ensino, pois vocês investiram em vocês e poderão colher os frutos deste investimento mais tarde.

Boa sorte a todos!!!!

Responsável pela elaboração e execução:
Heleno do Carmo Mutti
e-mail: muttcom@gmail.com
site: www.mutcom.no.comunidades.net