

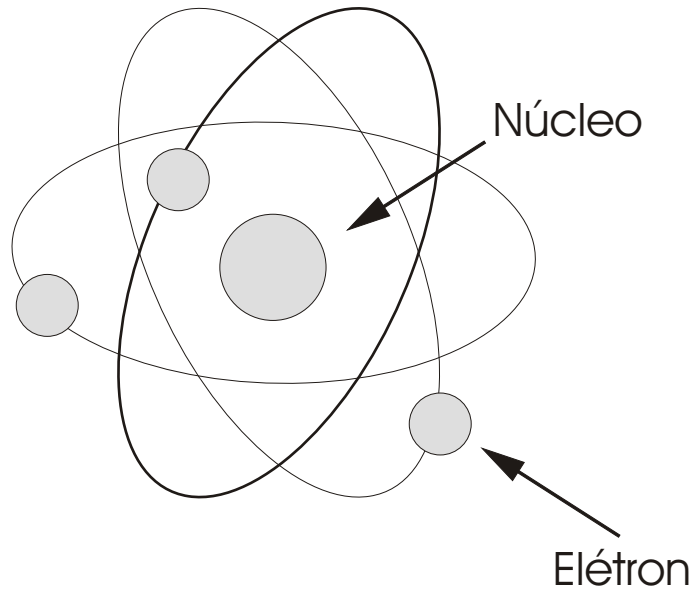
# ESTRUTURA DA MATÉRIA

Um corpo qualquer é formado de matéria, que nada mais é que um aglomerado de átomos. O modelo mais simples de átomos é aquele constituído por um núcleo, ao redor do qual giram os elétrons. O núcleo é formado por varias partículas, das quais nos interessam os prótons. Os prótons possuem carga positiva (+), enquanto que os elétrons têm carga negativa (-).

---

## ELÉTRON É ELETRECIDADE

---

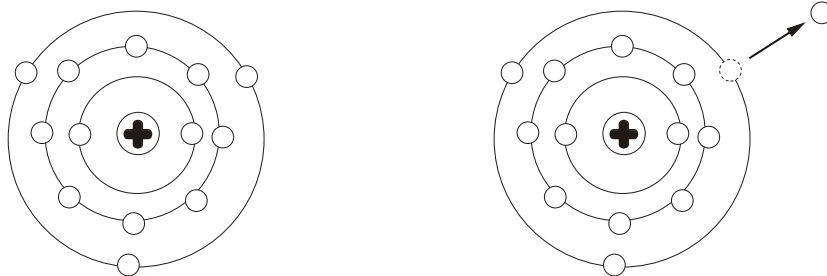


### Características Elétricas dos Átomos

Um átomo está no estado neutro quando tem o mesmo número de prótons e elétrons; segue que um átomo no estado neutro tem carga nula.

Em geral, um átomo pode perder ou ganhar elétrons, saindo de seu estado neutro. Quando um elétron abandona sua órbita, imediatamente seu lugar é ocupado por elétron de outro átomo, conseqüentemente, esse outro elétron deixa o seu lugar vago, que será substituído por um terceiro, e assim, sucessivamente. A esse fenômeno denominamos Corrente Elétrica

### ÁTOMO NORMAL      PERDEU UM ELÉTRON



**Elétrons Presos:** são elétrons das órbitas internas de um átomo, que dificilmente poderão ser retirados dos mesmos. Exemplo: Elétrons dos materiais isolantes.

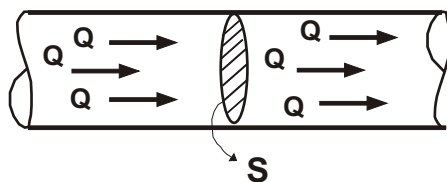
**Elétrons Livres:** são elétrons que deixam a órbita de um átomo e vagueiam livremente pela matéria.

Exemplo: Elétrons dos materiais condutores.

Eletricidade: é o movimento de elétrons livres devido o excesso ou falta destes em um material.

## GRANDEZAS ELÉTRICAS

Corrente Elétrica: A corrente elétrica ou intensidade de corrente é o movimento dos elétrons livres no circuito. Para se definir corrente elétrica, colocamos uma superfície S transversal ao fio condutor, e medimos quantidade de carga que atravessa por unidade de tempo.

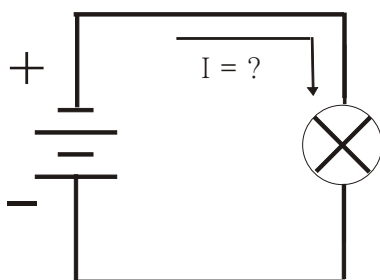


$$I = \frac{Q}{t}$$

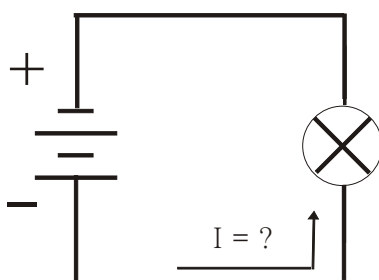
A unidade de corrente é o Ampere (A).

### Sentido de corrente elétrica

Sentido Convencional: A corrente circula fora da bateria, do pólo positivo para o negativo, e dentro deste, do pólo negativo para o pólo positivo.



Sentido Eletrônico: A corrente circula fora da bateria, do pólo negativo para o positivo, e dentro deste, do pólo positivo para o negativo.

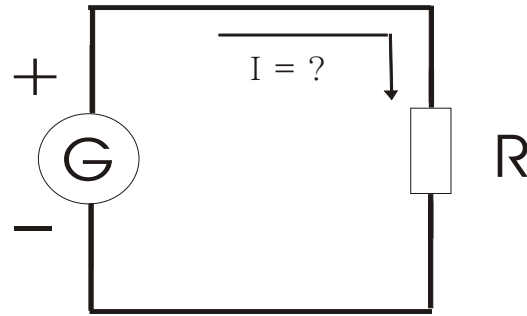


Tensão: A tensão elétrica, ou diferença de potencial elétrico, é a diferença da concentração de elétrons entre dois pontos de circuito de corrente. O ponto de maior concentração de elétrons é dito pólo negativo (-), enquanto que o outro ponto, conseqüentemente de menor concentração de elétrons, é dito pólo positivo (+). Esta polaridade é convencional. A tensão U é a força elétrica (pressão) que desloca os elétrons através do circuito fechado.

A unidade de tensão é volt (V).

**1 volt é a tensão necessária para fazer com que 1 ampere circule por um resistor de 1 ohm.**

**Resistência:** Materiais que apresentam como característica oferecer oposição à passagem da corrente elétrica.

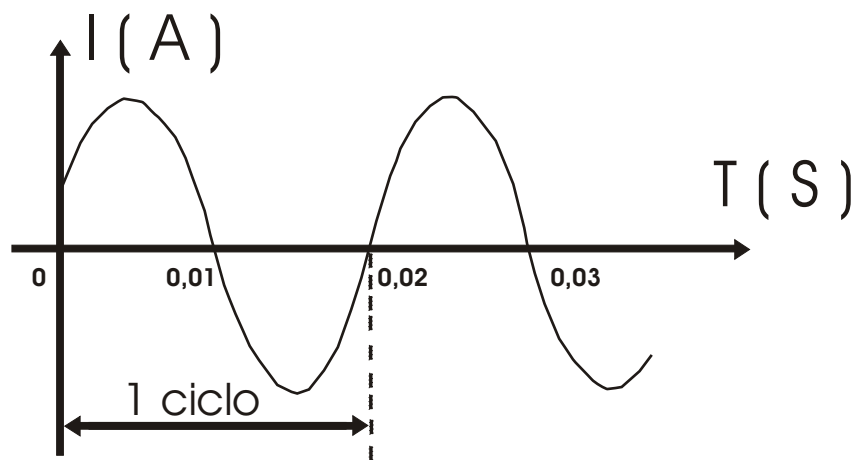


A resistência R depende da matéria-prima, das dimensões e da temperatura do condutor.

A unidade de resistência é ohm.

A determinação da resistência é feita normalmente por cálculo, e por medição com um ohmímetro.

**Período e Frequência:** Seja a figura, abaixo, de uma corrente alternada em função do tempo.



Cada ciclo contém um semiciclo positivo e outro negativo, o primeiro corresponde ao movimento de cargas em sentido oposto (sentido negativo).

· O intervalo de tempo em que se processa cada ciclo chama-se período (T).

· O número de ciclos que ocorrem por unidade de tempo (segundo) é a frequência (f). Note que a frequência é o inverso do período.

$$f = \frac{1}{t}$$

No exemplo o período é  $T = 0,02s$  e a frequência vale:

$$f = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ Hz}$$

**Potência:** A potência elétrica é obtida pelo produto da tensão pela corrente, em vez de tensão ou da corrente, pode-se, também, considerar no cálculo a resistência.

$$P = U \times I \quad P = U \times I^2 \quad P = \frac{U^2}{R} \quad \begin{array}{c} P \\ \hline U \times I \end{array}$$

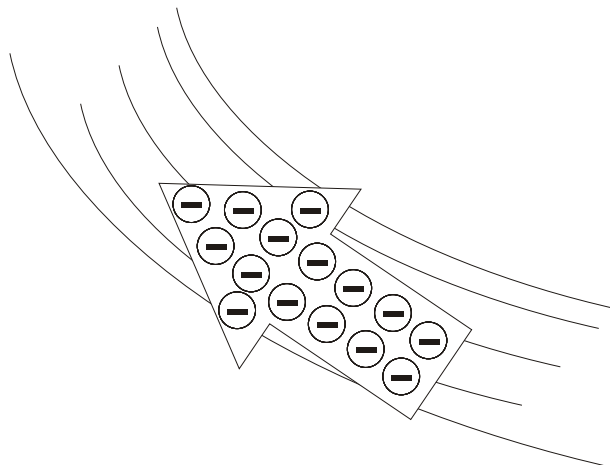
A potência varia com quadrado da tensão ou da corrente.

Isto significa que, quando a tensão duplica, a potência quadruplica.

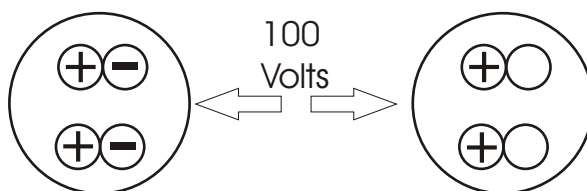
# Revisão de corrente (I), Tensão (T) e Resistência (R)

Concluindo o seu estudo da eletricidade em ação, você deverá considerar uma vez mais o que aprendeu sobre corrente, tensão e resistência.

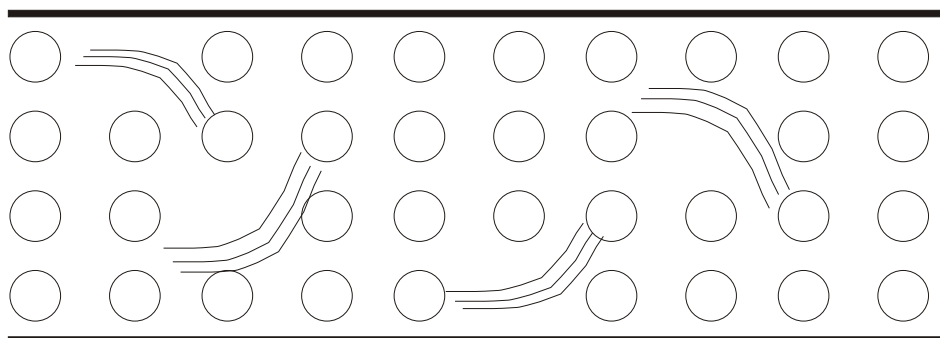
CORRENTE - Movimento de elétrons livres através de um condutor, de uma carga mais negativa para a mais positiva.



TENSÃO - Força eletromotriz entre duas cargas ; igual à diferença de potencial das duas cargas.



RESISTÊNCIA - Oposição oferecida por um material à passagem da corrente elétrica.



Muito particularmente, você deverá relembrar as relações entre corrente, tensão e resistência. A corrente é produzida por uma tensão aplicada entre dois pontos e é limitada pela resistência entre estes dois pontos.

# SOLDADOR

É o aparelho que fornece calor necessário para soldar os terminais e fios.  
O ferro de solda ou soldador é composto basicamente de três elementos:



**Ferro de solda simples**



**Ferro de solda especiais**

1) **Cabo** : que permite o manuseio do soldador. Deve ter boa isolamento térmica.

2) **Resistência interna**: a passagem de corrente elétrica faz com a mesma se aquece. Com o tempo, devido aos aquecimentos e resfriamentos sucessivos, a mesma pode romper. Isso é facilmente percebido, pois a ponta não irá aquecer. Para sanar esse problema, basta substituí-la por uma nova.

3) **Ponta de soldar**: é feita de cobre com um tratamento térmico para se evitar oxidação. Porém após certo tempo de uso, uma camada de oxido é formada na superfície da mesma. Isso pode ser percebido pois a solda não adere facilmente ao terminal ou fio a ser soldado. Quando isso ocorrer, polir a ponta com uma lima bem fina e estanhá-la novamente. Quando essa camada de oxido for muito grande a ponta deve ser substituída.

**Importante**: A resistência interna e os fios de ligação devem estar bem isolados eletricamente da ponta metálica do ferro. Pois do contrario, pode-se criar um contato elétrico entre a ponta e o circuito impresso, danificando o mesmo ou algum componente.

## TIPOS DE SOLDADOR

Existem no mercado 3 tipos de soldador:

- 1) Tipo reto ou tipo "lápis".
- 2) Tipo reto com regulador de temperatura.
- 3) Tipo revolver.

A escolha do soldador deve ser feita de acordo com a potencia que se deseja trabalhar. Existem três faixas de potencia:

- 1) Baixa potência: potências menores do que 30 w.
- 2) Media potência: potência entre 30 60 w.
- 3) Alta potência: potências maiores de 60 w.

Para circuitos eletrônicos utilizamos potências de ordem de 30 w ou mesmo de 40 w.

## Estação de solda



**Estação de solda analógica**



**Estação de solda para trabalhos em SMD**

### **Acessórios para um bom trabalho em soldagem:**

Absorvedor de fumaça  
Feros de soldar  
Alicates  
Fitas dessoldadoras  
Alinhadores e performadores de C.I.s  
Lupas  
Panos e dedeiras anti-estáticas  
Dispensers  
Pinças  
Estações de solda e dessolda  
Pulseiras anti-estáticas  
Sopradores térmicos  
Estações de retrabalhos para SMD



**Soprador térmico de solda**



**Sugador manual de solda**

Estes são alguns dos ferramentas que são necessários para se trabalhar em soldagem, existem mais ferramentas e será bom que vocês se atualizem.

Busquem na internet ou junto aos fabricantes por mais informação a respeito e fiquem atento, eles costumam vender seus produtos e dar cursos gratuitos de seus aparelhos.

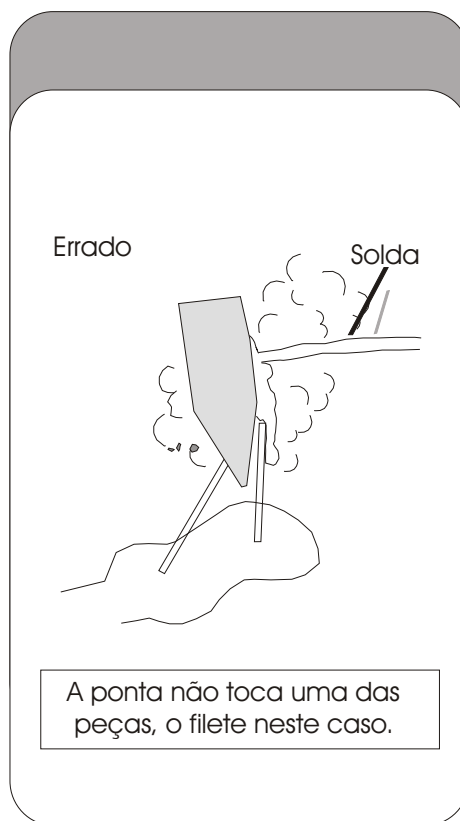
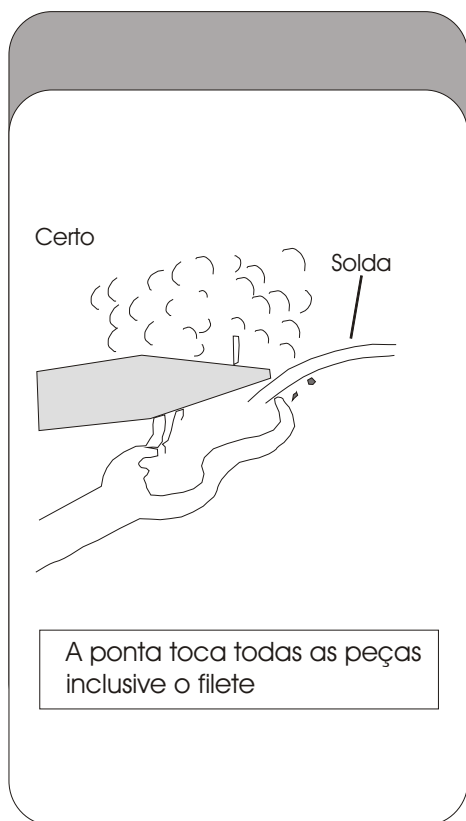
# TÉCNICAS DE SOLDAGEM

Numa boa soldagem os pontos a serem soldados precisam ser aquecidos à temperatura de fusão da solda. Isso quer dizer que a solda enquanto está sendo aplicada deve derreter-se, não somente em contato com o ferro de solda, mas também em contato com terminais das peças a serem soldadas.

## Seqüência de trabalho

- 1) Coloque o ferro de solda em contato direto com todos os terminais a serem soldados, inclusive as trilhas (quando se tratar de solda em circuito impresso).
- 2) Antes de iniciar a soldagem, derreta um pouco de solda nos terminais a serem soldados, para facilitar a transmissão de calor.
- 3) Durante a soldagem, encoste a ponta do fio de solda nas peças e não na ponta do ferro.
- 4) Quando se tratar de componentes sensíveis ao calor (transistores, diodos, circuito integrados, etc.) utilize um alicate ou uma pinça entre o ponto de soldagem e o corpo do componente.

As figuras abaixo mostram como se reconhecer uma boa solda:



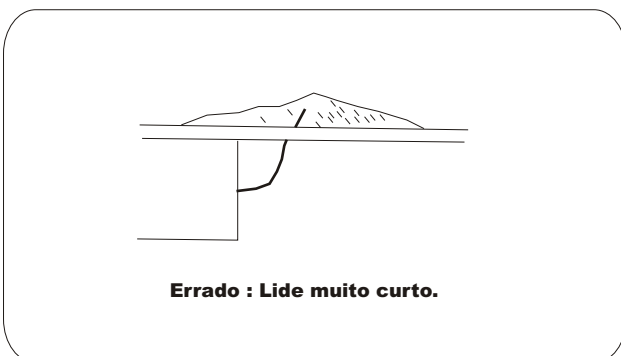
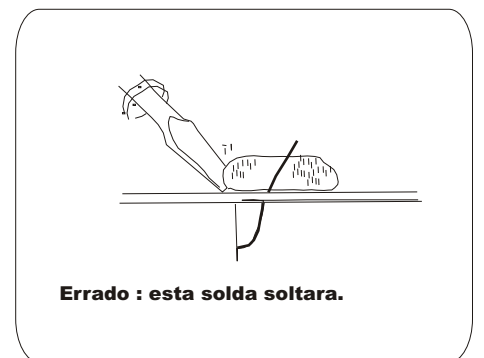
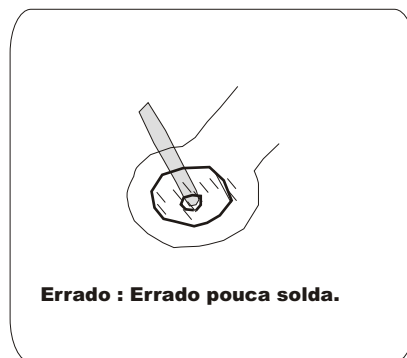
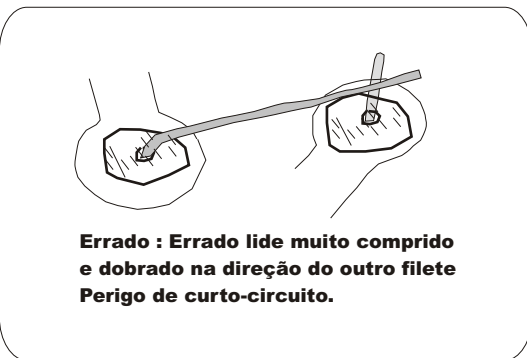
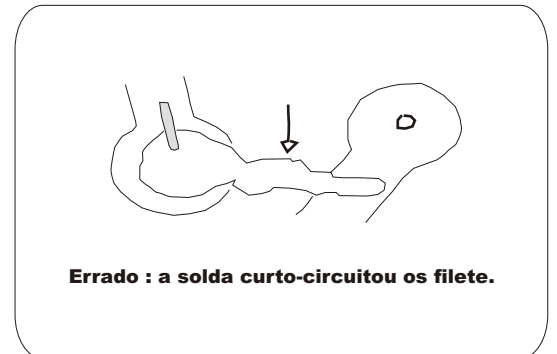
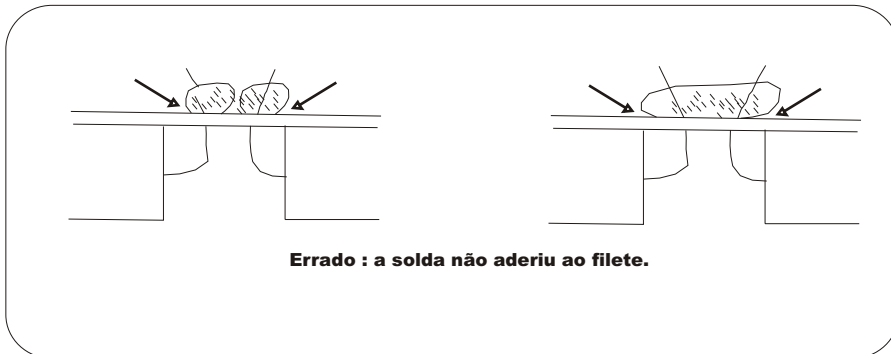
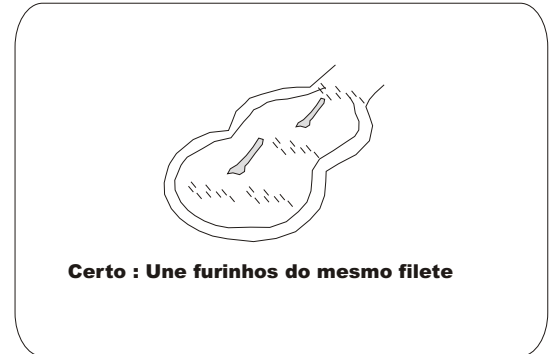
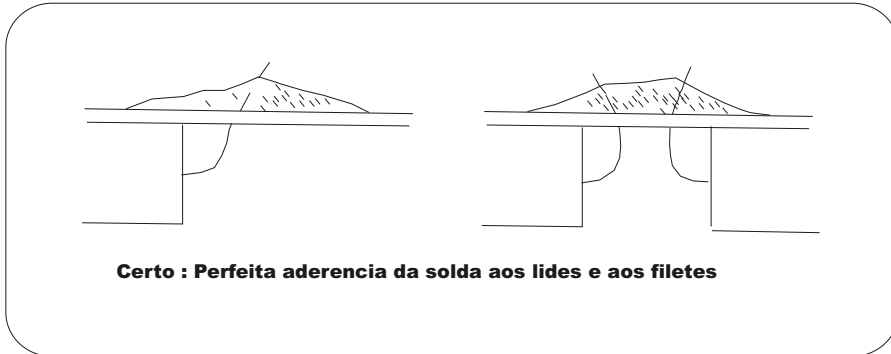
Para dessoldar um componente, utilize um sugador de solda. Aqueça o local a ser retirado o componente, encoste a ponta do sugador e solte a trava.

1) Antes de iniciar a soldagem, derreta um pouco de solda nos terminais a serem soldados, para facilitar a transmissão de calor.

2) Durante a soldagem, encoste a ponta do fio de solda nas peças e não na ponta do ferro.

3) Quando se tratar de componentes sensíveis ao calor ( transistor, diodos, circuitos integrados, etc ), utilize um alicate ou uma pinça entre o ponto de soldagem e o corpo do componente.

As figuras abaixo mostram como reconhecer uma boa soldagem.





## EXPERIÊNCIA: TÉCNICAS DE SOLDAGEM

### Material necessário:

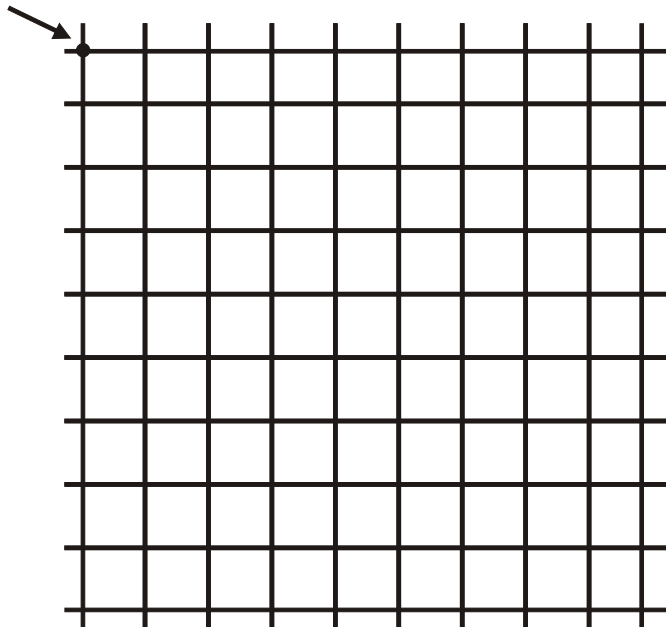
- ferro de solda.
- 1 m de solda (60% estanho e 40% cobre).
- 50 cm fio de cobre.

### Procedimento:

- Cortar o fio de cobre em dez pedaços de 5 cm cada.
- Raspar com uma lima ou lixa fina os locais a serem soldados.
- Montar uma tela conforme a figura abaixo.
- Após ter esfriado os fios, verificar a qualidade da solda, colocando os dedos entre os vãos da tela a puxar para os lados. Os pontos que se soltarem significam solda fria.

Monte uma tela conforme a figura abaixo.

Solde todos os cruzamentos



Anote aqui as suas dificuldades, leia tudo o que anotou e tente novamente.

Lembre-se você está soldando 100 pontos de solda, caso você tenha soldado mais de 50 pontos de solda e que estejam bem soldados, então você pode continuar com o curso, senão insista mais um pouco, não tenha pressa.

# CIRCUITO IMPRESSO

## **Material necessário:**

- 1 Placa cobreada.
- 2 Punção
- 3 Régua
- 4 Lápis
- 5 Borracha
- 6 Caneta para circuito impresso ou fita-decalque.
- 7 Papel milimetrado.

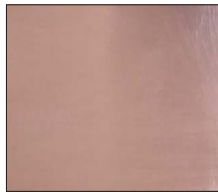
## INTRODUÇÃO

Atualmente, o circuito impresso é o sistema de ligação entre os componentes mais utilizados nas montagens eletrônicas.

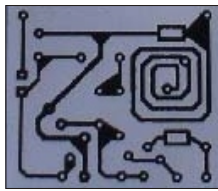
A progressiva miniaturização de todos os componentes eletrônicos tem determinado o abandono do sistema de ligação por meio de fios e cabos, pois tais ligações acabam se tornando mais volumosas do que os próprios componentes.

Alem disso, o circuito impresso apresenta, em relação ao sistema convencional de ligação, um grande numero de vantagens:

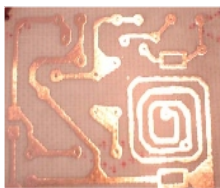
- Constitui uma base de resistência mecânica elevada para a montagem dos componentes.
- A disposição dos componentes é pré-fixada, evitando os problemas típicos das montagens com fios e cabos. Os sistemas convencionais de ligação, pela necessidade de fixar os componentes em um chassi metálico, provocam perda de isolamento e também curtos-circuitos muito perigosos.
- A operação de montagem é muito rápida, pois basta encaixar os terminais dos componentes nos furos do circuito impresso e soldá-los.



Placa de circuito impresso virgem e limpa



Desenho da placa de circuito impresso



Placa de circuito impresso já corroída e pronta

## CONSTITUIÇÃO DO CIRCUITO IMPRESSO:

Os circuitos impressos são constituídos por uma base de material, o laminado, formado por uma placa de resina plástica (fenolite), ou fibra de vidro com epóxi, ou ainda papelão impregnado, que lhe confere a resistência mecânica adequada as montagens eletrônicas.

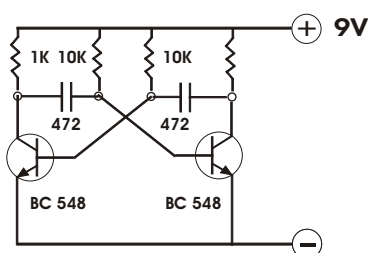
Sobre uma ou as duas faces da placa é colocada, sob alta pressão e temperatura, uma lâmina de cobre muito fina.

O produto final é placa cobreada com cerca de 1,5 mm de espessura nas dimensões desejadas para cada circuito.

## CONFECÇÃO DO CIRCUITO IMPRESSO

Primeiramente é necessário ter o desenho das trilhas se dutos (ligações entre componentes) que constituem o circuito que se quer construir.

1-Projetar o circuito eletrônico ou copiá-lo de alguma fonte.



2-Projetar o traçado ou copiá-lo.

3-Copiar este traçado em papel milimetrado, para se ter idéia das dimensões exatas.

4-Preparar a placa.

5-Apóie o papel milimetrado sobre a placa cobreada e trace seus contornos, de modo que você possa cortar o pedaço da placa no tamanho exato, correspondente à superfície que vai ocupar o circuito impresso.

6-Cortar a placa. Para isso você pode usar uma tesoura para metal, um cortador de placas ou serra para metal.

7-Coloque o papel milimetrado com o desenho sobre o lado cobreado.

8-Apóie a punção sobre os pontos marcados no papel milimetrado e pressione a mesma com força. Tome cuidado para não estragar o desenho e para os pontos de referencia fiquem bem marcados sobre a placa.

9-Limpe a placa com palha de aço, até que a mesma fique bem brilhante. Após isso, lave-a bem e seque-a.

Após a limpeza, a placa não deve ser tocada com as mãos, pois a gordura das mesmas poderá dificultar a fixação da tinta e a corrosão.

10-Marque com a caneta ou decalque os pontos. Faça uma "ilha" ao redor de cada ponto.

11-Trace as trilhas entre os pontos, de acordo com o desenho.

É conveniente passar a caneta duas ou três vezes sobre a trilha para que a tinta cubra completamente o cobre.

12-Terminado o traçado, cubra imediatamente o pincel para evitar que a tinta seque.

13-Aguarde uns 2 ou 3 minutos para que a tinta seque completamente.

14-A corrosão. Este processo está descrito adiante.

# A CORROSÃO

## INTRODUÇÃO:

A finalidade da corrosão é eliminar o cobre excedente da placa, ficando apenas as partes protegidas pela tinta.

Para uma boa corrosão é necessário que o cobre esteja bem limpo. Antes de iniciar a confecção das trilhas, passe palha de aço sobre toda a superfície cobreada, de modo que a mesma fique brilhante e após isso, não toque a mesma com os dedos, pois as gorduras das mãos dificultarão a aderência da tinta e a corrosão.

**Lembre-se:** A corrosão é definitiva. Por isso é importante que antes de começar a corrosão é necessária uma boa revisão no traçado das trilhas.

A corrosão é feita com uma solução de percloroato de ferro e água, que forma um ácido capaz de corroer o cobre da placa.

## PREPARO DA SOLUÇÃO

**Importante:** A solução de percloroato de ferro é capaz de corroer ferro, latão, alumínio e não corroe estanho, aço inox e chumbo.

**Lembrete importante:** Apesar de não atacar a pele humana, antes ou depois de diluído, é bom evitar o contato direto do percloroato com a pele, pois a pele fica amarelada, e a remoção da mancha é difícil.

Se a solução cair na pele, o jeito é lavá-la imediatamente com água (de preferência aquecida) e sabão.

A solução mancha também a roupa, sendo irremovível neste caso.

O percloroato de ferro é comercializado sob 3 formas:

1-Em pedra.

2-Em pó

3-Concentrado.

4-Em pedra, é comercializado em quantidade grande (mais de indústria para indústria) e tem uma concentração em torno de 48%.

5-Em pó, também conhecido como cloreto férrico anidro, é a forma uso prático, principalmente para pequenas quantidades, como é o nosso caso. Apresenta uma concentração alta-cerca de 98%-cor preta com partículas brilhantes, e é bastante pesado.

6-Em forma de concentrado, o percloroato é dissolvido em pequena quantidade de água, para facilitar a sua embalagem.

Dessas três formas, a mais comum, no comércio, é o pó, vendido em pacotes geralmente de 400 gramas.

A razão desse "peso-padrão" é muito simples:

A proporção da solução ideal é de exatamente 400 gramas de percloroato de ferro cada litro de água.

Não é conveniente usar concentrações mais fortes, pois o poder da corrosão ficará muito aumentado, podendo a solução vir a atacar a tinta utilizada na traçagem.

## TABELA DE PROPORÇÕES

Àgua ( litros )	Percloroeto de ferro ( Gramas )
0,5	200
1	400
2	800
5	2Kg

### Modo de Preparo

1 Num vasilhame de plástico (com conveniente capacidade), coloque 1 litro de água fria. A água quente ou morna provocará uma reação química muito violenta.

2 Com cuidado, vá despejando o percloroeto de ferro (não vire o pacote todo de uma vez). A medida que cai na água, o percloroeto vai se dissolvendo. Atenção: não use uma faca ou tesoura para abrir o pacote, pois estas enferrujarão. É melhor usar gilete velha.

3 Com uma vareta de madeira, plástico ou vidro, mexa a solução, para que o percloroeto se dissolva completamente. Não deixar que fiquem pedras ou caroços de percloroeto.

4 Evite respingos, pois qualquer superfície que for atingida, ficará manchada ou corroída.

5 Não se assuste com a fumaça que irá sair quando no preparo da solução. Quando misturado à água, o percloroeto gera um rápido aquecimento da solução gerando calor (conhecida como reação exotérmica).

6 Devido a esse desprendimento de vapor, é aconselhável que a solução seja preparada ao ar livre, ou em ambiente bem ventilado.

7 O percloroeto de ferro é um material higroscópico, ou seja, absorve do ar, ficando empedrado e amarelecido. Por isso, uma vez aberto o pacote, todo o percloroeto deve ser aproveitado.

8 Após o uso, a solução poderá ser guardada em um recipiente plástico (do tipo destes de água mineral) e tampado. No guardar, utilize um funil de plástico, pois um de metal será atacado.

9 Mantenha a solução longe do alcance de crianças e animais domésticos. Colocar um rotulo para evitar enganos.

10 Com o tempo, a solução vai perdendo a força, fato que é facilmente percebido, pelo tempo que leva cada corrosão efetuada. O jeito, quando isto acontece, é jogá-la fora. É importante notar que a solução perde sua força pelo uso, não pelo tempo, por isso não adianta adicionar mais percloroeto a uma solução velha.

11 Com o uso e a armazenagem, o cobre removido das placas vai se depositando no fundo da garrafa. Toda vez que for reutilizar a solução não agitar o recipiente.

12 Para facilitar as limpezas de emergência, durante o preparo e uso da solução, manter próximo ao local além do jornal velho sob o vasilhame, mantenha um pedaço de pano absorvente (flanela) e uma segunda vasilha com água limpa.

13 Na hora de jogar fora a solução, abra bem a torneira junto ao ponto de vasão escolhido para ajudar a desconcentração da solução, evitando que ela, apesar de fraca, possa atacar partes metálicas.

14 Uma vez corroída, retire a placa, lave-a com água e deixe-a secar. Pra retirar a tinta protetora, utilize-se de uma palha de aço.

## **TEMPO DE CORROSÃO**

Uma solução nova leva, em media, 15 a 20 minutos. O tamanho da placa, a quantidade de cobre que deve ser corroído, força da solução, temperatura da solução e qualidade do percloro utilizado influenciam no tempo de corrosão. Na pratica, pode-se retirar a placa de 5 em 5 minutos, dando-lhe uma rápida lavadinha com água, para com isto agilizar o processo.

Não deixe a placa muito tempo dentro da solução. Assim que a mesma estiver corroída, nas partes não protegidas pela tinta, retire a mesma e lave-a imediatamente.

## **PROBLEMAS EVENTUAIS**

1 ) Demora excessiva na corrosão pode ser devido ao seguinte:

- Falta correta limpeza do cobre, antes da traçagem.
- Solução muito fraca ou muito gasta.
- 

2 ) Difícil corrosão, em alguns pontos, pode derivar de:

- Defeito na película cobreada da placa (difícil de corroer, pois os fabricantes têm certo cuidado na qualidade das placas virgens).
- A placa ficou com seu lado cobreado encostada no fundo ou na lateral do vasilhame, dificultando a corrosão.
- Eventuais bolhas de ar no lado cobreado da placa.

## **A FURAÇÃO**

Pode ser feita com um furador manual, uma furadeira elétrica ou uma mini-furadeira própria para este fim.



Na industria, é usado o processo de furação com matrizes ou com máquina ainda maiores como o torno CNC.

## **A LIMPEZA FINAL**

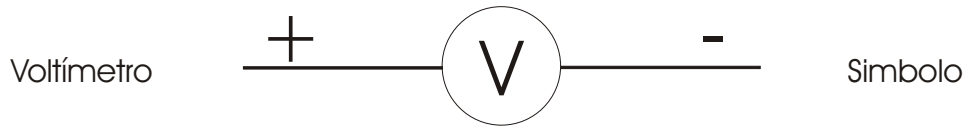
Após a furação, passar novamente uma palha de aço sobre a placa, até que as trilhas fiquem brilhantes.

Após isto não toque com as mãos . Passe um verniz protetor para evitar futuras oxidações devidas ao contato com as mãos ou com o ar.

O verniz é especial para placas de circuitos impressos, sendo encontrado no mercado com uma certa facilidade.

## INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

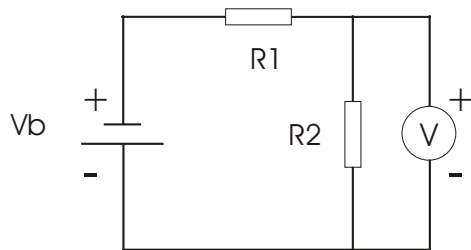
Os medidores elétricos são equipamentos que medem grandezas elétricas; possuem um mecanismo que transforma energia elétrica em mecânica, proporcionando a indicação visual. O indicador é um ponteiro que se desloca sobre uma escala calibrada.



Mede a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito elétrico.

Sua resistência interna é muito grande, sendo considerado ideal quando sua resistência interna é infinita. Deve ser ligado no circuito em paralelo com o ramo, cujos terminais são os dois pontos considerados.

Por exemplo: se quisermos medir a tensão entre os terminais de uma resistência colocamos em paralelo com esta resistência.



### **Cuidados com o instrumento:**

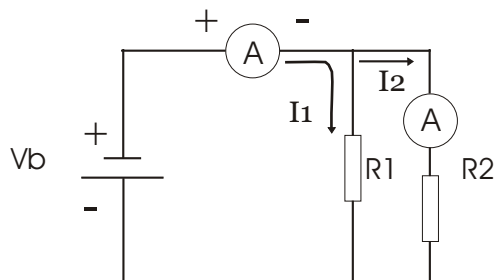
- o Usar sempre as escalas apropriadas a cada tipo de medida, certificando-se de que os valores possíveis de medidas de não superem a capacidade do instrumento.
- o Verifique a polaridade (vermelho (+) e preto (-)).



Mede a intensidade de corrente em um ramo de um circuito elétrico.

Normalmente a resistência interna é muito pequena, sendo considerado ideal quando a resistência interna é nula.

Deve ser ligado no circuito em série com o ramo considerado.



### **Cuidados com o instrumento:**

- o Usar escalas apropriadas.
- o Verificar a polaridade.

## Ohmímetros

Medem a resistência indicando seu valor diretamente sobre a escala graduada em ohms. O resistor cuja resistência se quer medir deve ser ligado aos terminais dos instrumentos.

### **Cuidados com o instrumento:**

- o Usar escalas apropriadas: se a leitura não se fizer na faixa central da escala, escolha outra escala.
- o Zere o instrumento: para zerar, encoste uma ponta de prova na outra e ajuste o "zero adj" até que o ponteiro indique zero ohms.
- o Circuito desenergizado: meça a resistência que não deve estar ligada em circuito algum. Se fizer parte de um equipamento, pelo menos um dos seus terminais deve ser desconectado.
- o A polaridade das pontas de prova deve ser observada para testes de diodos, transistores, etc, (bateria invertida).

## Multímetros

É um instrumento capaz de medir tensões, resistências e corrente.

É também conhecido como V.O.M. (volt ohm Miliamperímetro) ou Multiteste.



Multímetro analógico



Multímetro digital

### **Cuidados especiais:**

- o A mudança de escala deve ser feita com o medidor desligado ou com o circuito desligado.
- o Verificar se a grandeza e a escala escolhida são adequadas à medida que irá executar.
- o Grandeza de valor desconhecido, porém, estimável, selecione a escala mais alta para iniciar a medição.
- o Mantenha o medidor afastado de campos magnéticos fortes, campos de R.F. (radio frequência) ou campos elétricos produzidos por tensões elevadas (magnetiza a bobina de deflexão).
- o As medidas de alta tensão só podem ser executadas com extremos cuidados.
- o As medidas de alta tensão podem ser executadas com ponta de prova extremas especiais.



## PARTE PRÁTICA

### Prática nº 1 APARELHOS DE MEDIDAS

Material usado: Multímetro, lâmpadas, fonte de tensão, fios e garras.

#### Procedimento:

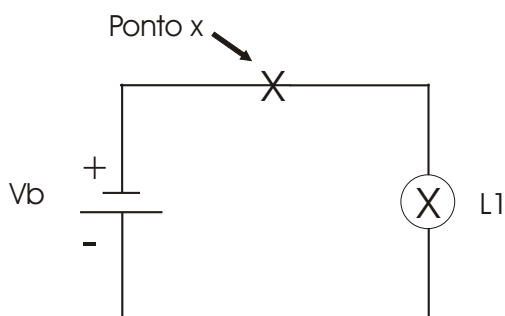
1) Antes de proceder a qualquer medida com multímetro, você deve estar bem familiarizado com o mesmo. Ouça atentamente as instruções do professor e esclareça suas dúvidas. Lembre-se qualquer engano de sua parte pode danificar seriamente o aparelho.

2) Utilizando o aparelho com voltmímetro, meça a tensão entre terminais da fonte de sua mesa. O borne vermelho corresponde ao terminal positivo.

$V =$  \_\_\_\_\_

3) Monte o seguinte circuito:

L1 = Lâmpada de 6 Volts.



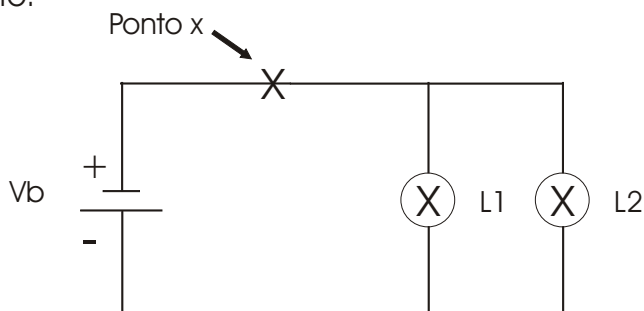
- meça a corrente pelo mesmo, lembrando que teremos que abrir o circuito no ponto "x", para efetuarmos a medição e colocarmos o amperímetro em série com o circuito.

$I =$  \_\_\_\_\_

- meça a d.d.p. entre os terminais da fonte. " ddp é o mesmo que voltagem. "

$V =$  \_\_\_\_\_

4) Monte o seguinte circuito:



- meça a d.d.p. entre os terminais de cada lâmpada

$V =$  \_\_\_\_\_

- meça a corrente pela lâmpada L1.

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

- meça a corrente pela lâmpada L2.

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

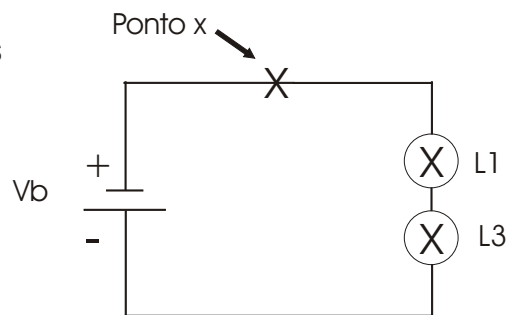
- meça a corrente que a fonte fornece ao circuito.

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

- Tire algumas conclusões a respeito das medidas feitas acima.

5) Monte o seguinte circuito:

L1 e L3 = lâmpada de 6 Volts



- meça a d.d.p. entre os terminais de :

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

- da fonte

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

- da lâmpada L1

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

- da lâmpada L3

$$V = \underline{\hspace{2cm}}$$

- meça a corrente de :

$$A = \underline{\hspace{2cm}}$$

- pela fonte

A = \_\_\_\_\_

- pela lâmpada L1

A = \_\_\_\_\_

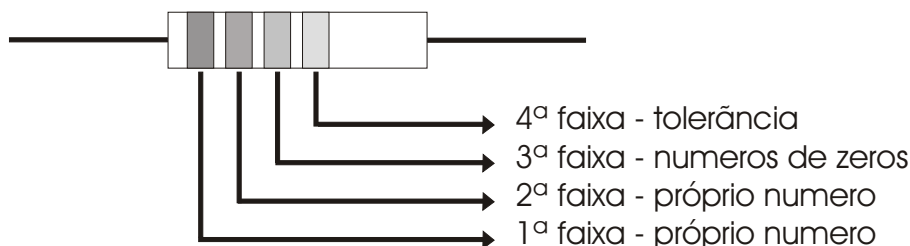
- pela lâmpada L3

A = \_\_\_\_\_

- Tire algumas conclusões a respeito dessas medidas e anote aqui.

## RESISTORES

São elementos que dissipam a energia elétrica em forma de calor. No mercado, encontram-se comumente resistores projetados para 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 5 e 10 watts. Quanto maior o resistor, maior é a potência que é capaz de dissipar sem que ocorra a risco danificação. Quanto à forma de indicação do valor de resistores fixos, ela pode vir escrita sobre o corpo do resistor ou através de código de cores. Neste ultimo caso o corpo do resistor apresenta-se com 4 faixas denominadas 1º, 2º, 3º e 4º faixas a partir de uma das extremidades.



### Códigos de Cores para Resistores Fixos

COR	1º NUMERO	2º NUMERO	NUMERO DE ZEROS	TOLERÂNCIA %
PRATA	----	----	0,01	10
OURO	----	----	0,1	5
PRETO	----	0	ZERO NENHUM	----
MARROM	1	1	1	----
VERMELHO	2	2	2	----
LARANJA	3	3	3	----
AMARELO	4	4	4	----
VERDE	5	5	5	----
AZUL	6	6	6	----
CINZA	7	7	7	----
CINZA	8	8	8	----
CINZA	9	9	9	----

ou então desloca-se a vírgula 2 casas para a esquerda do número

ou então desloca-se a vírgula 1 casa para a esquerda do número

**OBS:** A quarta faixa sem cor corresponde a tolerância de 20%

## Tipos de Resistores:

- a) Resistores de precisão
- b) Resistores fixos
- c) Resistores variáveis
- d) Resistores não lineares

## Resistores de Precisão:

São resistores cuja precisão é de ordem de 0,01% ou melhor, são resistores de fio ou filme metálico, geralmente ligas especiais (manganina, constantan, "advance allou", "nichrome V", etc) cujo coeficiente de temperatura é muito baixo.

São encontrados com 5 ou 6 anéis coloridos cujo valor nominal é dado por:

- 1- as 3 primeiras faixas são os 3 primeiros dígitos.
- 2- A 4ª faixa são os 3 primeiros dígitos
- 3- A 5ª faixa é a tolerância
- 4- A 6ª faixa, se houver, é o coeficiente de temperatura

## Resistores fixos

São resistores ôhmicos utilizados para fixar as condições convenientes de funcionamento de um circuito.

Podem ser feitos de carvão (grafite, composto de carbono, etc) ou fio metálico (como o níquel- cromo) enrolado em suporte cerâmico.

Simbolo



## Resistores variáveis

Podem ser construídos de carvão ou de fio metálico dependendo do valor da corrente a controlar. O elemento resistivo é montado sobre um disco de material isolante e sobre o elemento resistivo desliza um contato móvel, o cursor, preso a um eixo rotativo.

Comumente o eixo do potenciômetro também é uma chave tipo liga-desliga.

## Resistores não lineares

São resistores que dependem de um parâmetro (tensão, temperatura, pressão, luz) e a curva característica tensão x corrente não é linear.

- São constituídos por semicondutores.
- Entre os resistores desse tipo os mais importantes são: **VDR, NTC, PTC, e LDR.**

- **VDR** "voltage Dependent Resistor".

A medida que a tensão aplicada aumenta, a resistência diminui.

Aplicação: - estabilização de tensões contínua e alternadas

- proteção de circuito contra picos de tensão
- supressão de faiscamento em contatos

Termistores, Tipos:

- **NTC** (Negative Temperature Coefficient)
- **PTC** (Positive Temperature Coefficient)

Aplicação termômetros, termostatos, alarmes de incêndio, proteção de circuitos elétricos.