TREINAMENTO EM ELETRÔNICA PARA BANCADA

Apresentação:

O desenvolvimento e crescimento do homem é algo permanente e dinâmico pois ele cria, aprende, pesquisa e descobre coisas com muita rapidez..
A eletrônica é uma ciência relativamente nova, entretanto só após os anos 50 com a invenção dos transistores é que tivemos uma explosão de tecnologias que vemos nos atuais equipamentos.
Hoje sem sombra de dúvidas a eletrônica está presente em todos os ramos do nosso cotidiano.
Visando um mercado cada vez mais expressivo e especializado no setor de manutenção em monitores e impressoras de computador é que nós estamos trazendo até você este treinamento que esperamos venha a acrescentar muito em sua carreira profissional, buscamos incorporar no conteúdo um texto de fácil assimilação sem com isso deixar de ser o mais didático possível, que servirá como uma referência técnica na bancada do técnico em computadores e periféricos.
Por este motivo estruturamos um curso pratico em eletrônica voltado para bancada.

A Necessidade da Constante Evolução do Técnico.

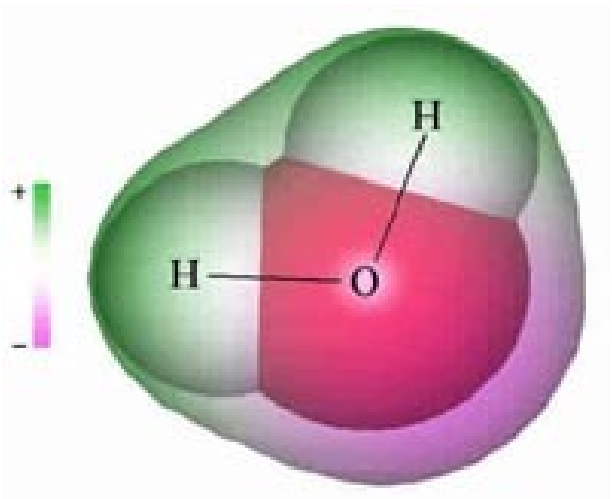
Alguns conselhos práticos para aqueles que querem ir adiante nesta área.

Nunca pare de estudar. Este não é um bom ramo para quem não gosta de estar sempre aprendendo. Se você ficar algum tempo sem acompanhar as constantes evoluções do setor, sentirá grandes dificuldades. Portanto leia sempre material técnico especializado como; livros, revistas e jornais.
Procure fazer um círculo de amizades entre os profissionais do setor, saiba que um técnico por melhor que seja precisará sempre contar com a experiência de um outro que já está trabalhando há mais tempo, saiba também que a humildade é um fator determinante para o sucesso na vida de todo profissional.
Especialize-se ao máximo em eletrônica, saiba que quanto mais você dominá-la, mais facilidades encontrará para

diagnosticar problemas principalmente em circuitos lógicos e elétricos de periféricos como os monitores e outros.
Prime pela qualidade total em seus serviços de atendimento técnico, trabalhe com critérios e honestamente, o mercado está cheio de maus profissionais que degradam a profissão, porém há muito espaço a ser preenchido, o mercado de trabalho absorve todos os bons profissionais deste setor que como já dissemos está cada vez mais especializado.
Procure por em prática todas as dicas vistas durante este treinamento para que você não venha a tropeçar nas mesmas pedras em que muitos tropeçam no inicio de suas carreiras.

Teoria da eletrônica – estrutura da materia:

Já é de conhecimento geral que, podemos dividir um material em porções cada vez menores, até chegarmos a menor porção conhecida (sem que perca suas propriedades originais) que recebe o nome de molécula. Se a partir da molécula continuarmos a divisão chegaremos ao átomo que por sua vez não conservará mais as propriedades do material dividido.
Tomaremos como exemplo a água: Se fossemos dividindo uma gota d'água em partes cada vez menores chegaríamos a molécula e mesmo assim continuássemos a divisão ela iria se desfazer em três outras partículas menores, sendo duas iguais entre si e outra diferente dessas
ou seja dois átomos de hidrogênio e um de átomo de oxigênio.

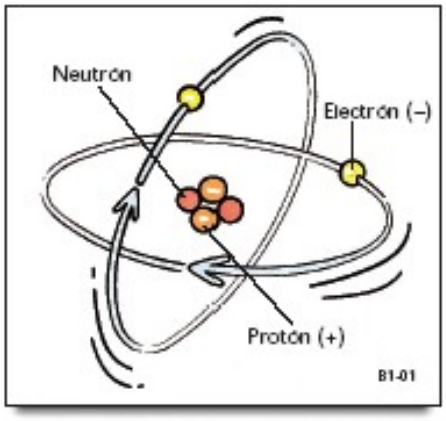


Por outro lado se pegarmos um pedaço de ferro e formos dividindo também em pedaços cada vez menores, chegaremos a menor partícula do ferro que ainda conserva suas propriedades físicas que é o átomo de
ferro, este por ser uma substancia simples só possui átomos iguais.
Os materiais que possuem átomos iguais dão origem aos elementos químicos que quando combinados dão origem aos compostos químicos como o caso da água. Na natureza temos já descobertos cerca de 110 elementos químicos.

Contituição do Átomo.

Definimos o Átomo como a menor partícula que compõe a molécula, baseado na teoria atômica o átomo também pode ser divido em partes distintas que são elétrons, prótons e nêutrons, os prótons e nêutrons constituem o núcleo; Sendo que os prótons são positivos e os nêutrons(1 próton e 1 elétron em constante permutação) não possuem carga alguma.
Já os elétrons possuem carga elétrica negativa e giram ao redor do núcleo e em órbitas concêntricas.
Um átomo pode ganhar ou perder elétrons, nesse caso perde a sua neutralidade elétrica, tornando-se um íon positivo se perder elétrons (Cátion) e será um íon negativo se ganhar elétrons (Anion).
Logicamente um átomo só perde elétrons quando encontra outro disposto a recebê-los.
O elétrons se apresentam em níveis de energia predispostos a partir do núcleo e pode-se notar a presença de sete níveis (camadas) na seguinte ordem:
K,L,M,N,O,P,Q com o seguinte número de elétrons:

K = 02
L = 08
M = 18
N = 32
O = 32
P = 18
Q = 08



Aqui vale as seguintes observações:

a) Cada elétron que o átomo precisa ganhar correspondente a uma *valência.*

b) Na ligação por compartilhamento não há formação de *íons*, pois não ocorre transferência de elétrons.

c) Cada par de elétrons compartilhados corresponde a uma *covalência* e a ligação é denominada *covalente* ou molecular.

d) Cada átomo é um núcleo carregado positivamente, cercado por elétrons em órbita.

e) A força centrifuga que age para fora sobre cada elétron é equilibrada exatamente pela atração do núcleo para dentro.

f) Os elétrons se movem com maior facilidade no vácuo do que no ar pois neste último os mesmos se chocam com com as moléculas do ar.

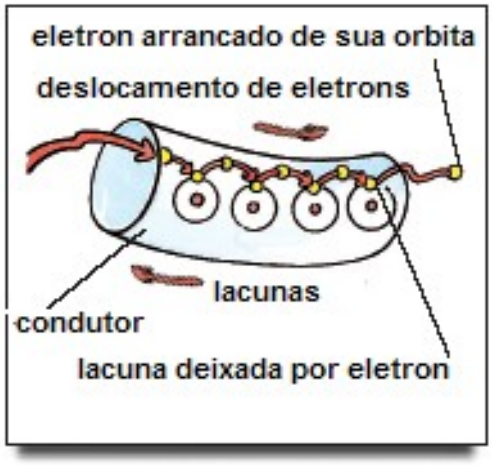
Eletrização.

Foi Tales de Mileto na Grécia Antiga quem observou o fenômeno da atração/ repulsão de objetos leves (papel, cortiça e etc.) quando uma barra de âmbar era atritada contra o pêlo de animais, esta descoberta pode hoje ser facilmente reproduzida utilizando-se um bastão de ebonite ou um simples pente contra um cobertor de lã. Só em 1897 Thomsom descobriu o elétron e provou que ele tinha carga negativa.
Desta forma as cargas positivas e negativas estão em quantidade igual no bastão e no cobertor, quanto atritados os elétrons do pano se transferem para o bastão ou pente tornado-o negativo e assim produzindo a eletricidade.
Neste caso podemos afirmar que eletricidade é o movimento de elétrons.

Podemos afirmar que:
a) Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.
b) Cargas elétricas de sinais contrários se atraem.

Condutores.

Condutores são elementos que possuem elétrons livres em grandes quantidades, que por sua vez estão fracamente ligados ao núcleo, e, quando submetidos a uma diferença de potencial passam a se locomover no interior deste.
Quanto maior o número de elétrons livres maior será o fluxo de corrente, conseqüentemente maior será sua condutividade.



Conforme pode ser notado na ilustração os elétrons livres serão atraídos pelo pólo positivo da bateria, e quando um elétron muda de posição deixa vazio um espaço que poderá ser preenchido outro elétron estabelecendo-se desta maneira a corrente elétrica.
É importante também salientar que o efeito da temperatura também apresenta conseqüências a condução de corrente elétrica, pois quanto mais aquecemos um condutor, mais energia estamos fornecendo ao mesmo, apresentando como conseqüência maior movimento de elétrons ocorrendo choques e um movimento desordenado no condutor dificultando por conseguinte o movimento dos mesmos.

Sentido da corrente;
Neste caso ficam as perguntas:
Se quando um elétron muda de posição deixa uma lacuna, então qual o sentido da corrente elétrica?
Do negativo para o positivo ou do positivo para o negativo?
A lei de Murphy afirma que o número daquilo que se crê com convicção ao número de possibilidades.
Felizmente só há duas possibilidades para o sentido da corrente.
Franklin deu uma contribuição relevante com sua teoria fluida da eletricidade, ele imaginava a eletricidade como se fosse um fluido invisível. Se um corpo tivesse mais do que sua parte normal desse fluido, êle dizia que o corpo tinha uma carga positiva se menos era considerada negativa, seguindo essa linha de raciocínio Franklin concluiu que o fluído elétrico escoava do positivo (excesso) para o negativo (deficiência).
A teoria do fluido era fácil de ser entendida e concordava com todas as experiências realizadas nos séculos XIII e XIV, todos aceitavam de que as cargas fluíam do positivo para o negativo (chamamos a isso de fluxo convencional), entre os anos de 1.750 a 1.897 surgiram grande número de fórmulas e conceitos baseados nesta teoria, e foi adotado pela comunidade científica da época.
Em um pedaço de fio, as únicas cargas que fluem são os elétrons livres que quando submetidos a uma diferença de potencial fluem do terminal negativo para o positivo, que na verdade é o oposto do fluxo convencional, entretanto ninguém quer descartar o uso do fluxo convencional.
E porque esta resistência em mudar?
Porquê uma vez ultrapassado o nível atômico não faz diferença se visualizarmos as cargas fluindo do positivo para o negativo ou o inverso, pois, matematicamente os resultados serão iguais independente da convenção usada.
Todavia se o fluxo de elétrons for a mais cristalina das verdades, o fluxo convencional preserva fundamentos de matemáticos de quase 200 anos de teoria.
Os componentes fabricados com polarização normalmente trazem setas indicando o sentido convencional da corrente elétrica.

Concluísse com tudo que foi dito que, é conveniente aos engenheiros usar os dois fluxos ao invés de escolher um e outro porque ao nível atômico usa-se o fluxo dos elétrons, acima deste faz-se de conta que exista um fluxo hipotético de cargas positivas, Quiçá um dia os engenheiros mudem para o fluxo de elétrons, entretanto talvez já não seja tão importante.
Afinal qual o fluxo é válido? Ambos.
Ao se discutir um componente pela primeira vez deve-se apresentar os dois tipos de fluxo, representando o convencional com uma seta sólida e o de elétrons com com uma seta tracejada ao se encontrar ambos os sentidos para a corrente basta descartar aquele que não se quer.
É muito importante conhecer os dois sentidos porquê além de constituir um bom treinamento ambos são usados pela indústria.
Como o movimento de lacunas ou elétrons constituem uma corrente eletrônica o número de elétrons (ou) que passam em um certo ponto durante um certo intervalo de tempo é chamado de **corrente** que tem como unidade o **ampére (I)**.
Para que seja gerado 1 ampére são necessários o movimento de 6 quintilhões e 240 quatrilhões de elétrons (ou) passando em determinado ponto no período de 1 segundo a essa quantidade de elétrons em movimento chamamos de **coulomb** portanto 1 ampére corresponde a 1 coulomb por segundo.

Isolantes

Contrário aos condutores os materiais **"isolantes"** mantém seus elétrons fortemente presos em suas ligações, e mesmo quando aquecidos liberam uma quantidade muito pequena de elétrons, evitando assim a circulação dos mesmos.
A denominação isolante neste caso parece-me até um tanto vulgar pois na verdade não existe um isolante perfeito o que existe na verdade são bons e maus condutores, entre estes maus condutores (isolantes) podemos citar vidro, mica, parafina, ebonite e até o próprio ar quando sem umidade.
Entre os bons e maus condutores temos ainda os "semicondutores"(abaixo) e alguns com menor condutibilidade que os metais, citamos, carvão, água e amimais...

Semicondutores.

Os materiais semicondutores são os que possuem um nível de condutividade em algum ponto entre os extremos de um isolante e um condutor, a resistência de um material ao fluxo de corrente, está inversamente relacionada com a condutividade deste material, isto é quanto melhor a condutividade mais baixa é a resistência.
Entre os principais semicondutores utilizados estão o Germânio e o Silício que possuem um total de 4 elétrons (embora no total átomo de silício possua 14 elétrons e o de Germânio 32 em sua órbita), na última camada ou seja na camada de Valência,(por esse motivo são chamados de átomos tetravalentes) é por causa destes quatro elétrons que o germânio e silício são semicondutores neste caso estes átomos podem ceder ou capturar mais quatro elétrons para completar esta ultima camada que, informado esta última camada é composta de um número máximo de 8 elétrons, chamamos a esta ligação de elétrons ligação *covalente* , todavia a ligação covalente implique uma ligação mais forte entre os elétrons de valência e seus átomos de origem, para que haja circulação teríamos de romper as ligações covalentes mediante a aplicação de energia ao elemento, esta energia pode vir de fontes naturais como energia luminosa,térmica ou através de um campo elétrico.
Os cristais encontrados na natureza não são puros e precisam passar por um processo de purificação para serem usados na indústria eletrônica.
Os semicondutores constituem a matéria prima para fabricação de *diodos, transistores, led's, scr's etc...*

Materiais semicondutores

Silício **-** O silício é o material semicondutor mais usado atualmente.
É usado em diodos, circuitos integrados, transistores, memórias, células solares, detetores, foto sensores, detetores de radiação entre outras aplicações.
É obtido da sílica, material abundante na crosta terrestre, tem a estrutura cristalina do diamante e a distância entre os átomos mais próximos é de 5,43 Å.
A largura da banda proibida no silício é de 1,1eV.

O silício é dopado com fósforo, arsênio e antimônio, para formar materiais tipo N, e Boro, alumínio e gálio, para formar materiais tipo P.

Germânio **-** A utilização do Germânio é muito menor que a do silício, embora o efeito transistor e os primeiros dispositivos semicondutores tenham sidos obtidos com germânio.
As comodidades que o silício oferece, como abundância e maior facilidade de manipulação, condenaram o uso do germânio como material base para a indústria eletrônica. O germânio ainda é usado em detetores do infra vermelho próximo.

Diamante **-** O diamante é transparente e extremamente duro.
Tem uma largura da banda proibida em torno de 5,3 eV o que o torna um isolante.
Não é usado na indústria para a construção de dispositivos semicondutores.

Selênio **-** O selênio é um elemento do grupo VI da tabela periódica.
pode ser encontrado em várias estrutura cristalinas, todas elas semicondutores.
O selênio é usado como material retificador, para células fotovoltaicas e também para sistemas xerográficos. Filmes fins de selênio também são usados como medidores fotoelétricos.

Arseneto de gálio **-** É um matéria importante para a construção de dispositivos promissores, como o laser a semicondutor .
O arseneto de gálio tem uma largura de banda proibida de 1,47 eV, superior a do silício, portanto, os diodos emissores de luz LED's são construídos com arseneto de gálio.

Antimoneto de índio **-** O antimoneto de índio tem um pequeno Eg e uma mobilidade de portadores extremamente alta .
É utilizado em detectores de infravermelho.
O valor de Eg é da ordem de 0,18 eV, a 300°K. O silício, o selênio e o telúrio são os principais dopantes tipo N,

enquanto o zinco, o cádmio, o magnésio, o mercúrio, a prata, o ouro e o alumínio tem sido usados como dopantes tipo P.
Diodos túnel, transistores e laseres semicondutores também têm sido feitos com antimoneto de índio.

Fosfeto de gálio **-** É usado em diodos eletroluminescentes, que podem emitir tanto luz verde quanto vermelha. A luz vermelha é obtida com oxido de cádmio ou oxido de zinco como dopantes.

Sistemas isomorfos **-** São aqueles em que se misturam materiais semicondutores numa solução.
Alguns exemplos:
Ga (P,As) - usado em LED's (In, Ga)Sb - usado em lasers semicondutores.

Compostos de cádmio **-** O sulfeto de cádmio é o composto II-VI mais conhecido.
É usado principalmente em fotodetectores; sua cor é amarela. O seleneto de cádmio e o telureto de cádmio tem largura de banda proibida menores (Eg para o sulfeto de cádmio é de 2,4 eV).
O sulfeto de cádmio é o mais sensível para a faixa 0,7µm a 0,75µm e o telureto de cádmio , em torno de 0,85µm.

Compostos de chumbo **-** O sulfeto de chumbo, o seleneto de chumbo e telureto de chumbo tem três aplicações: diodos e transistores em baixas temperaturas, detectores infravermelho ou em termoeletricidade.
Diodos de telureto de chumbo tem operado à temperatura a 4°K.
Detetores de sulfeto de chumbo cobrem a faixa dos 2µm a 3µm.

Semicondutores orgânicos **-** Embora ainda não usados comercialmente, os semicondutores orgânicos são desde já materiais de alto interesse, devido ao fato de poderem ser cultivados.
Um dos mais estudados é o antraceno, cuja a fórmula química é C6H4 : CH2 : C6H2.

Semicondutores amorfos - Os semicondutores cristalinos são obtidos de um processo tecnológico sofisticado e

caro, Os materiais semicondutores não cristalinos são chamados de amorfos.
O estudo de dispositivos feitos a partir dos semicondutores amorfos é interessante, porque evitaria todo um processo tecnológico para a obtenção do semicondutor cristalizado.
O material amorfo mais importante é o silício hidrogenado,com o qual já foram obtidas células solares.
Ao estudar a corrente elétrica que circula nos circuitos Georges Simon ohm (1789-1854)determinou experimentalmente a relação existente entre a diferença de potencial nos extremos de um resistor e a intensidade da corrente no mesmo.

Lei de Ohm.

"A lei de Ohm nos mostra que a corrente que flui por um circuito é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência."

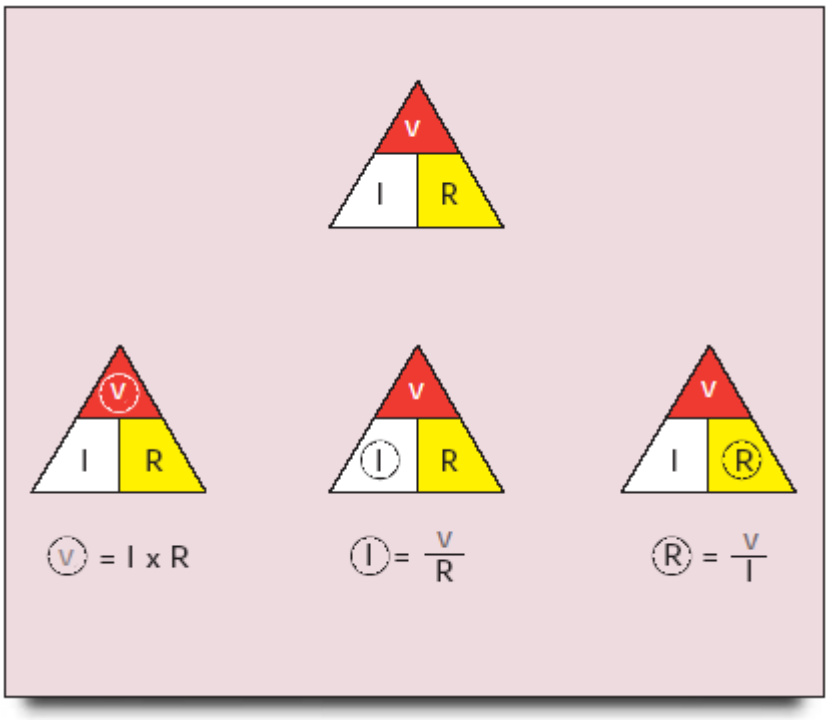
Em outras palavras Ohm observou que a cada diferença de potencial V1, V2, V3.....Vn estabelecida em um resistor corresponde uma corrente elétrica I1, I2, I3.....In.
Ao relacionar os respectivos valores das duas grandezas ele conclui que essas grandezas são diretamente proporcionais, de modo que:
V1/I1=V2/I2=V3/I3.....Vn/In=R (I). *V
Esta constante R, na verdade representa a resistência do resistor, diga-se a oposição oferecida pelos átomos do resistor a passagem da corrente elétrica.
Neste caso temos **V = R.I**, que é a expressão matemática da lei de Ohm, onde V é a diferença de potencial entre os extremos do resistor cuja a unidade é o volt (V).
R é a resistência do resistor, sua unidade é o Ohm, cujo símbolo é a letra grega omega.
I é a intensidade da corrente elétrica que atravessa o resistor, cuja unidade , é o Ampére (A).
Saem daí as derivações se **V = R.I** por sua vez **I = V/R** e **R = V/I**.
Pelo sistema internacional a unidade 1ohm é = 1V/1A

Aplicações da Lei:

Exemplo 1: Um circuito que possua uma resistência de 50 ohms e uma tensão de 200 volts. Qual será sua corrente em Ampére?
Se I = E/R substituindo-se as letras teremos I = 200/50 =4 Ampére

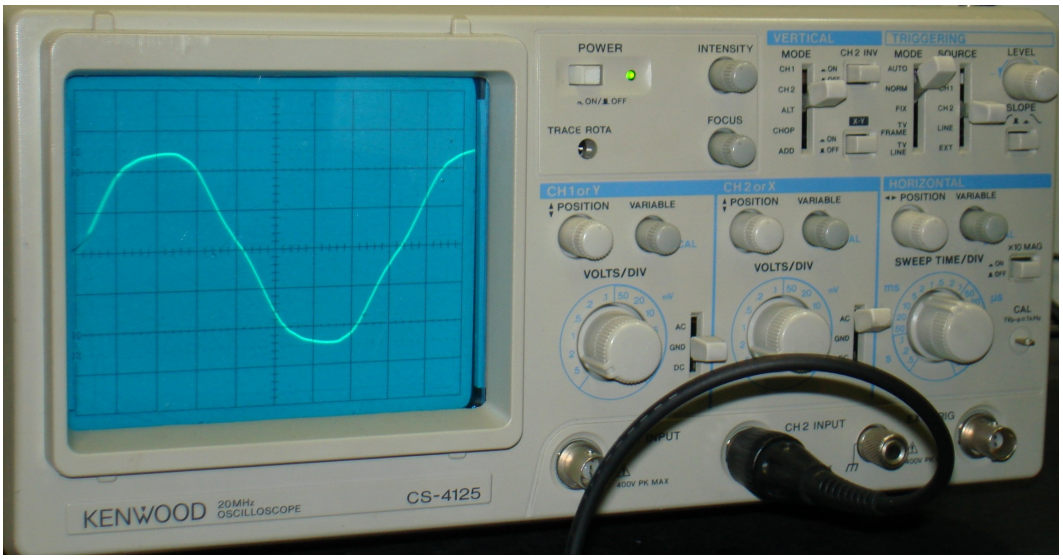
Exemplo 2: Um determinado circuito que possua uma tensão de 600 volts e uma corrente de 0,6 A ou (600 mA).
Qual será sua resistência?
Se R = E/I substituindo as letras teremos R=600/0,6=1000 ohms ou (1K)

Exemplo 3: Qual a tensão, em volts em um circuito cuja a resistência é de 22 ohms e a corrente seja 10A?
Se procedermos de acordo com as explicações acima teremos E = RxI ou seja E = 22x10 = 220V.
Para uma maior assimilação podemos usar o esquema abaixo:



Equipamentos de medição.

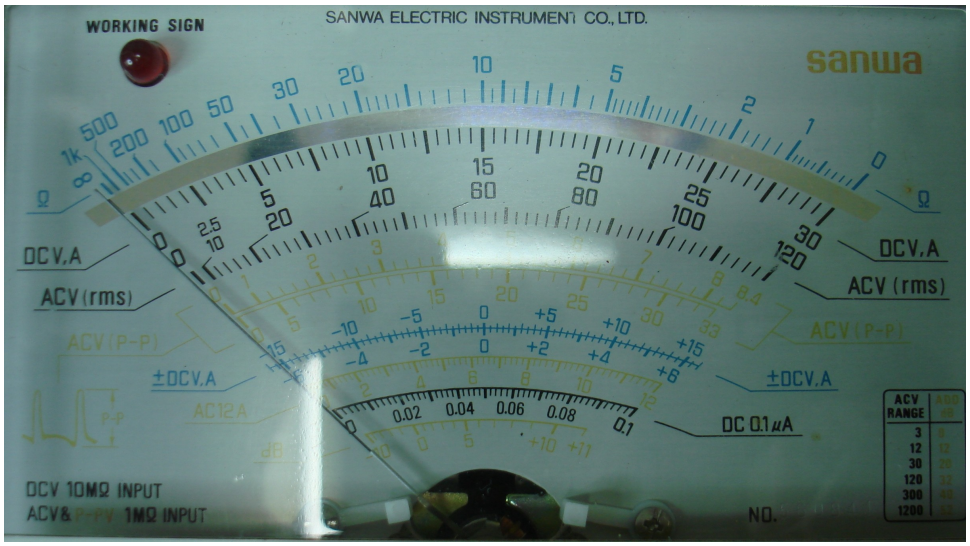
O **multímetro** (também chamado de multiteste ou mitter) é o aparelho mais usado na bancada de eletrônica tanto para quem realiza consertos, quanto para quem faz experiências com circuitos e componentes eletrônicos. Tal aparelho é usado para medir tensão, corrente e resistência elétrica, além de outras medidas menos importantes.
Existem dois tipos: **analógicos** com ponteiro e **digitais** com visor de cristal líquido.
Para os modelos analógicos, os recomendados são os que têm as escalas de **X1 e X10K** e sensibilidade (precisão) de pelo menos **20 KΩ/V em DCV.**
Este número vem no canto inferior esquerdo do painel.
No caso dos digitais, as escalas dependem da necessidade, porém seria interessante se ele puder ter um freqüencímetro (MHz).
O **Capacimetro** instrumento muito útil em uma bancada ele nos da o valor de capacitância atual dos capacitores. Ele pode ser mais uma função do multimetro digital, porem neste caso seu ranger é bem menor, o ideal é ter o capacimetro separado do multímetro digital.
O **Osciloscópio** também e um instrumento de medição muito útil embora esteja fora do orçamento de muitos técnicos devido ao seu alto custo, através das formas de onda do sinal medido ele pode nos dar os valores de tensão pico a pico, rms, período e freqüência.



Multímetro digital, analogico e capacimetro.







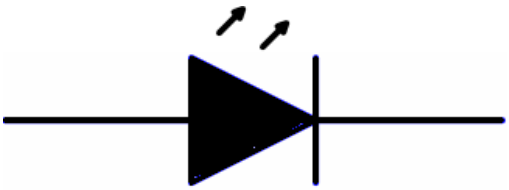
Simbologia dos componentes



Resistor



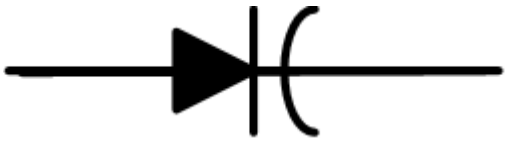
Resistor





Diodo retificador

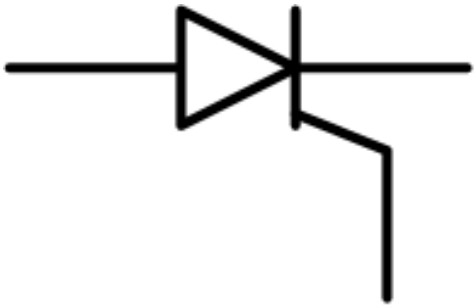
Diodo LED



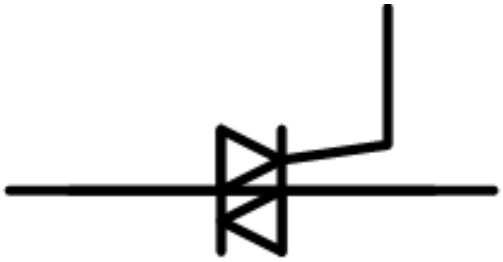
Diodo varicap



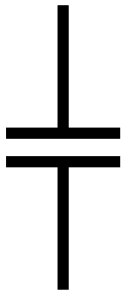
Diodo zener



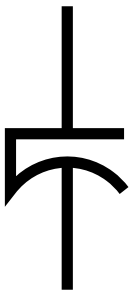
Retificador controlado



Diodo TRIAC

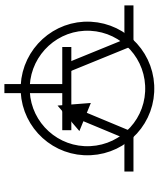


Capacitor

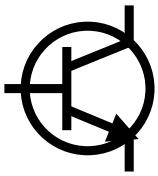




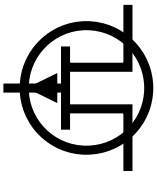
Capacitor eletrolítico



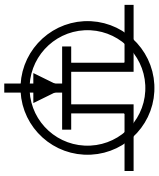
Transistor bipolar PNP



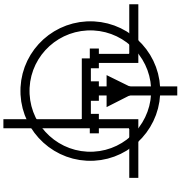
Transistor bipolar NPN



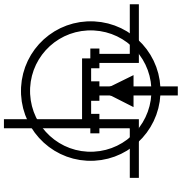
Transistor Fet de junção
Canal P



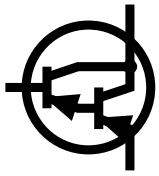
Transistor Fet de junção
Canal N



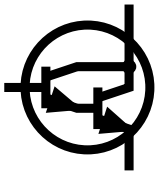
Transistor Mosfet
Canal P



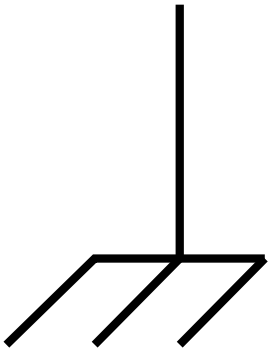
Transistor Mosfet
Canal N



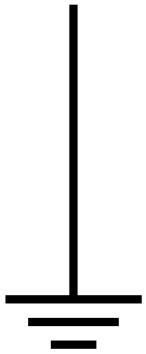
Transitor darlington
PNP



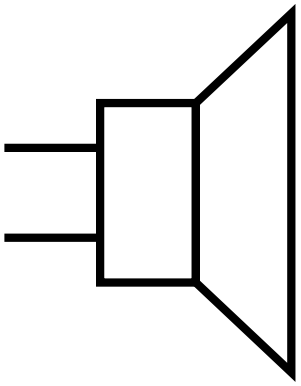
Transistor darlington
NPN



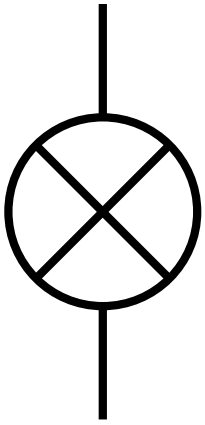
Terra



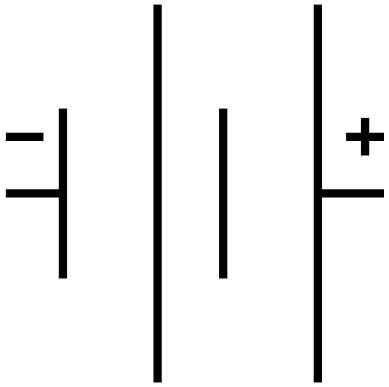
Terra Hot



Alto falante



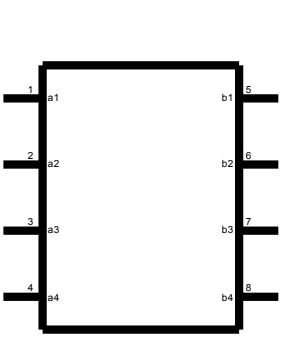
Lâmpada



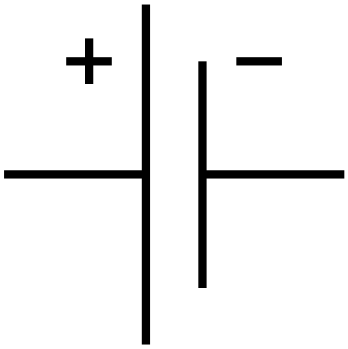
Bateria



Fusível



CI

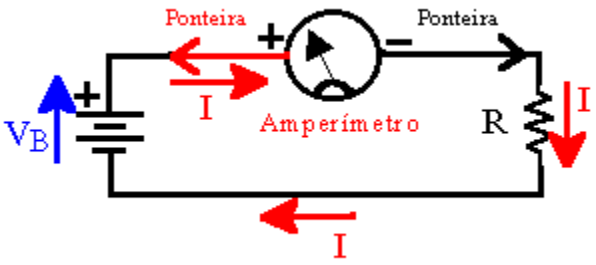


Pilha/Bateria



Interruptor

Corrente – Tensão – Resistência elétrica



Iremos agora recapitular alguns conceitos que vimos no começo da apostila, de modo mais pratico.

a – Corrente elétrica (I) – É o movimento ordenado de cargas elétricas. A unidade de medida da corrente elétrica é o **AMPÈRE (A).** Porém muitos circuitos eletrônicos funcionam com correntes menores que 1 A. Neste caso usamos o MILIAMPÈRE (mA) e o MICROAMPÈRE (µA). 1 mA = 0,001 A e 1 µA = 0,000.001 A.

b – Tensão elétrica (V) – É a diferença de cargas entre os pólos da bateria. A tensão elétrica é medida em **VOLT (V).** A tensão age como uma força que faz a corrente elétrica passar pelo circuito. A tensão da pilha é de

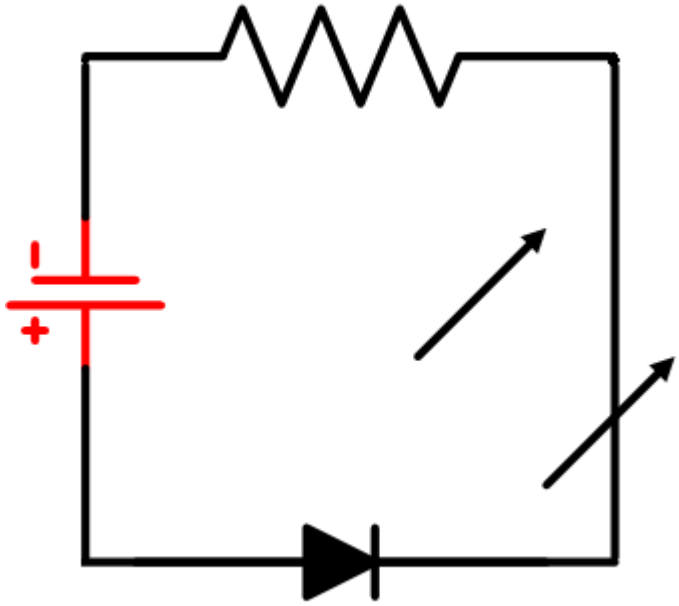
1,5 V, a da bateria de carro é 12 V e a da rede elétrica é 110 ou 220 V alternada.

c – Resistência elétrica (R) - É a dificuldade oferecida pelos materiais à passagem da corrente elétrica. A resistência é medida em **OHM (Ω).** No desenho acima a resistência é oferecida pelos átomos do cobre, porém este material, devido à sua baixa resistência, é chamado de **condutor.** Os de resistência média são **semicondutores** e os de alta resistência são **isolantes.**

d – Resistor – É o componente formado por um material mau condutor (grafite, níquel-cromo ou filme metálico) usado para diminuir a corrente e a tensão em determinados pontos do circuito. O resistor também é medido em **OHM (Ω).**

Circuito elétrico.

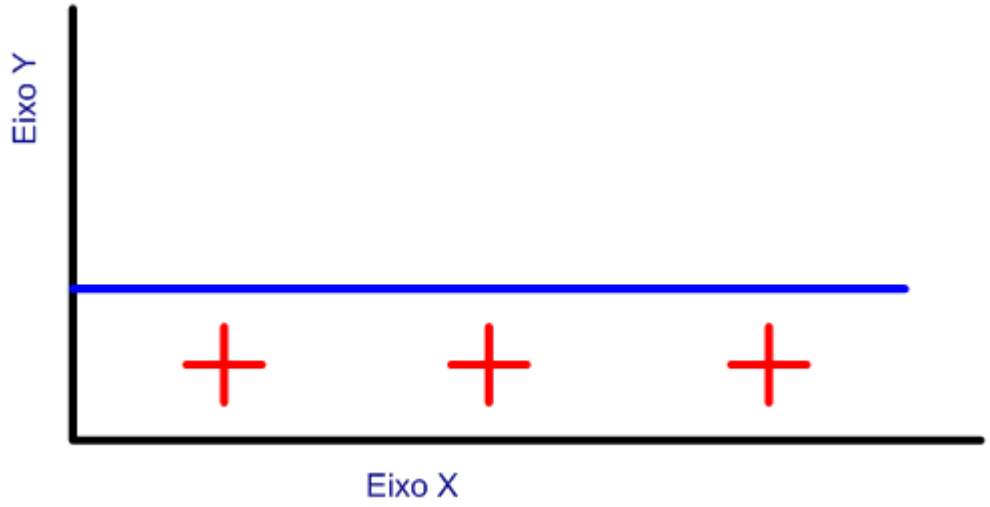
É o caminho completo para a circulação de corrente elétrica em um circuito. Abaixo vemos um circuito simples formado por uma bateria ligada num LED e um resistor limitador:



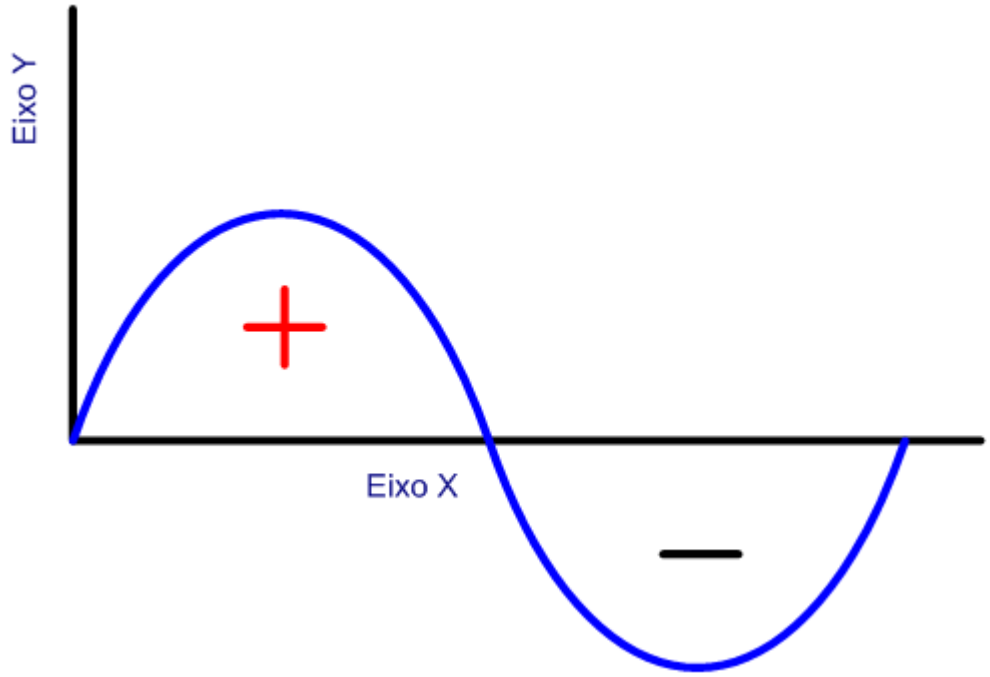
Tipos de corrente elétrica .

a - Corrente contínua (CC ou DC) – Mantém sempre o mesmo valor (**positiva ou negativa**) e o sentido, sendo

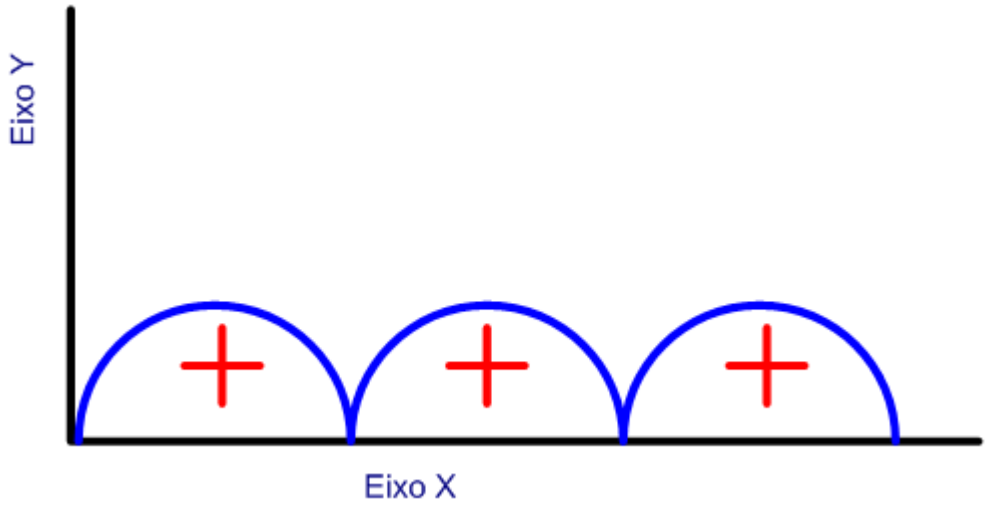
representada por uma linha reta. É produzida por tensão contínua de pilhas, baterias e fontes de alimentação.



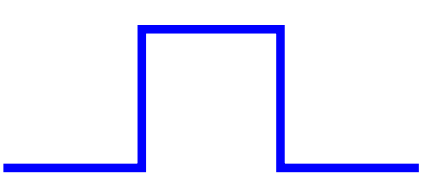
b - Corrente alternada (CA ou AC) – Muda de valor e de sentido no decorrer do tempo. É fornecida pela tensão alternada da rede elétrica.



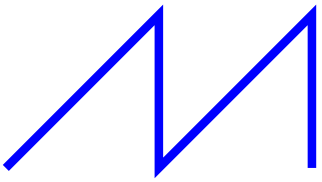
c - Corrente pulsante (CP) – Só muda de valor. Este tipo normalmente é obtido pela retificação da corrente alternada. Veja a representação dos tipos de correntes:



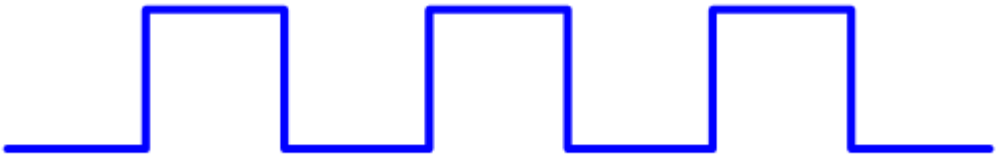
d – Outras formas de onda.



Pulsante

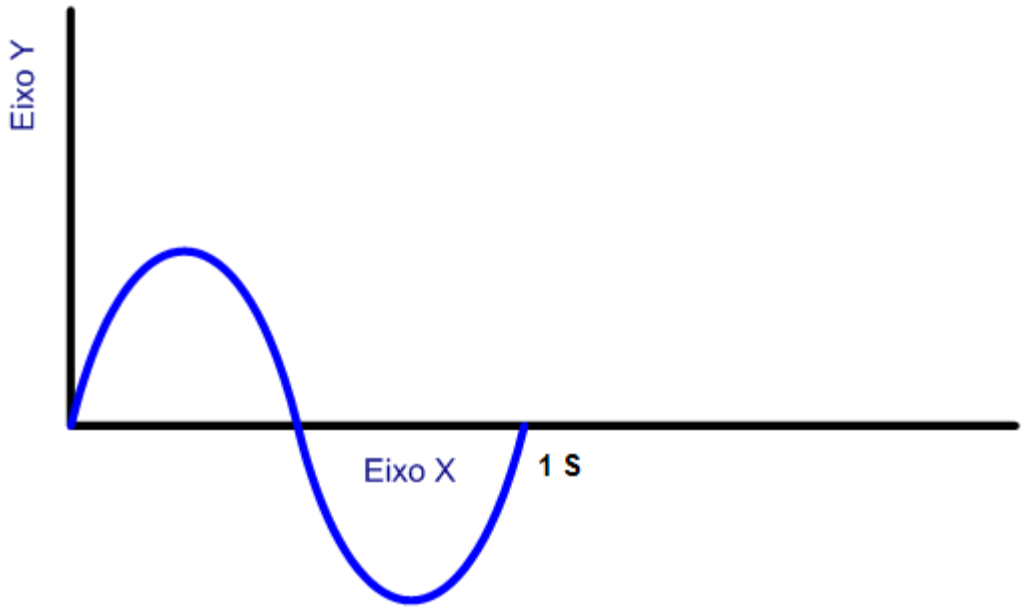


Dente de Serra

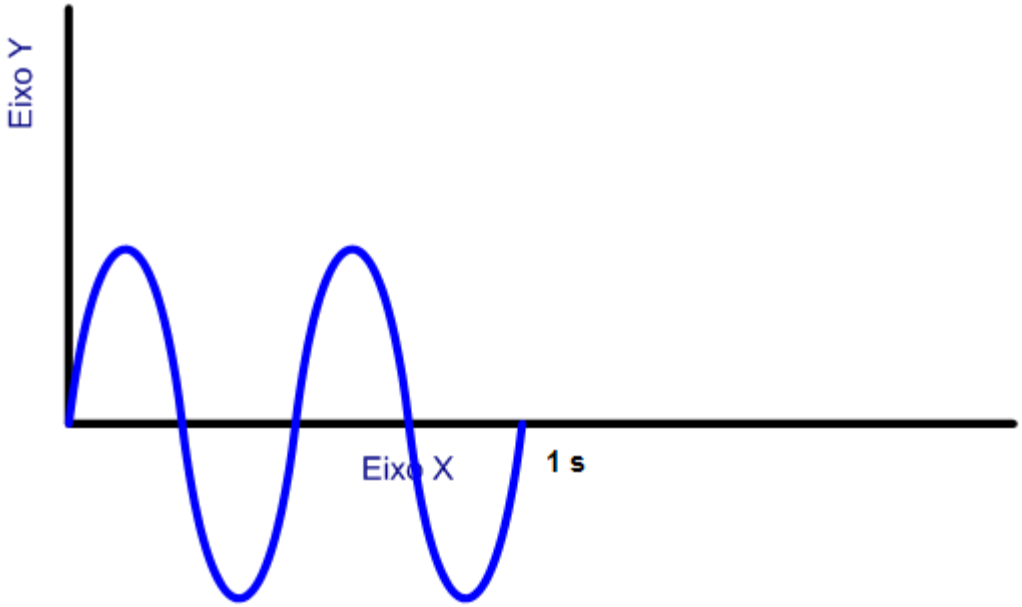


Onda Quadrada

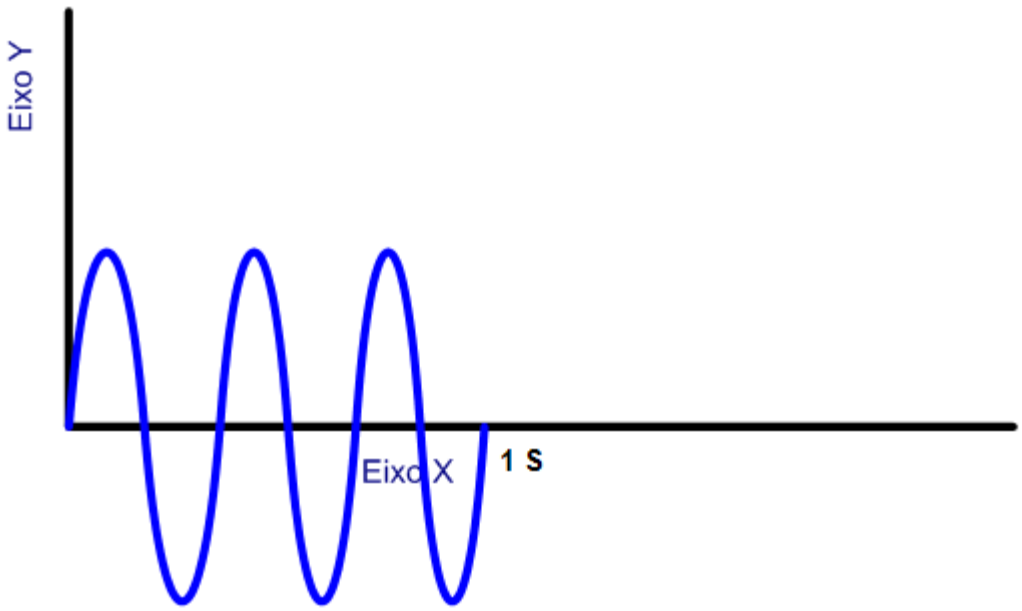
Freqüência – É a quantidade de vezes que a C.A. completa um ciclo no eixo x por segundo. É medida em **HERTZ (Hz).**
A freqüência da rede elétrica é 60 Hz.



1 HZ



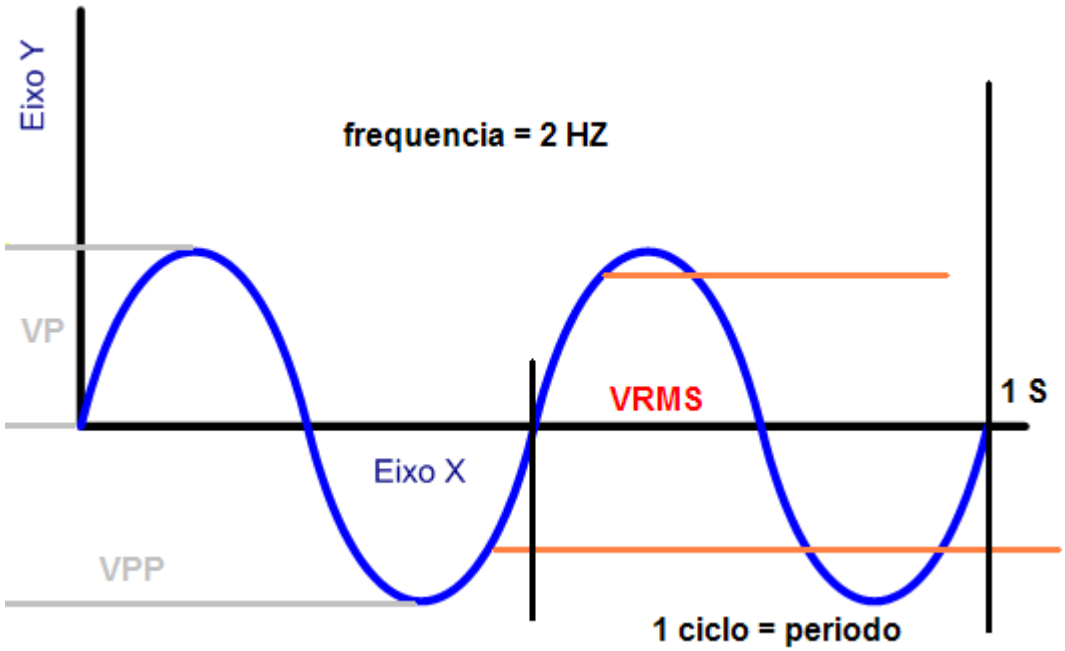
2 HZ



3 HZ

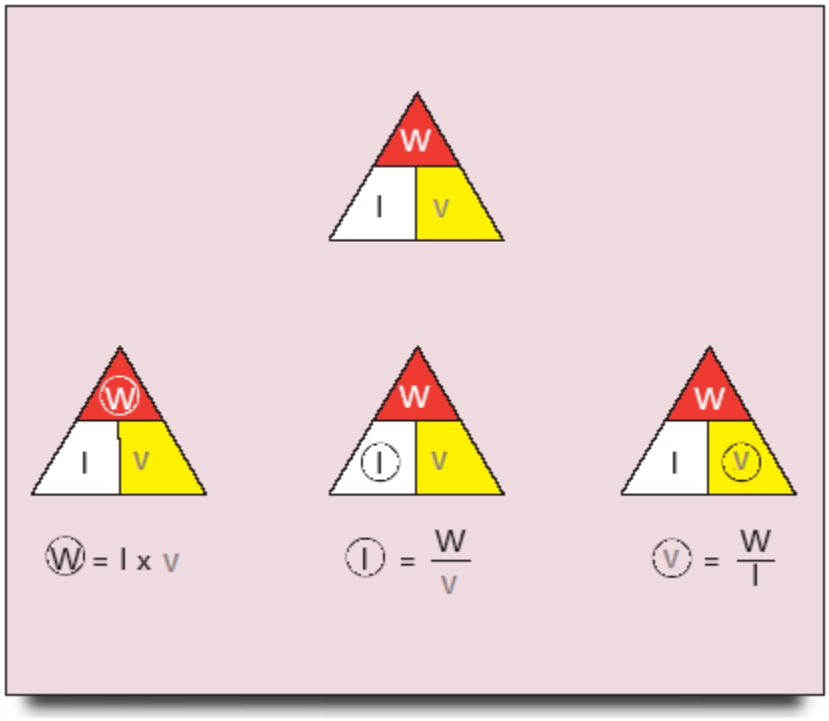
Valores encontrados em uma forma de onda.

Em uma forma de onda nos temos a tensão de pico, que é tomada levando-se em consideração apenas um semiciclo, temos a tensão de pico a pico que é media entre as duas crista do período e a tensão real que é a rms, temos a freqüência que nada mais é do que a quantidade de ciclos por segundo, temos tembem as duas fases que são respequitivamente a positiva e a negativa da forma de onda



Potência elétrica.

a quantidade de energia elétrica consumida por um aparelho ou circuito por segundo.
A potência é medida em **WATT (W)**. Ela nos dá idéia do gasto de energia de um aparelho.
Por exemplo:
um ferro de solda de 60 W gasta mais energia elétrica que um de 30 W. Logo o ferro de 60 W aquece bem mais que o de 30 W. Para saber a potência elétrica de um aparelho eletrônico basta multiplicar a tensão que ele funciona pela corrente elétrica que passa pelo mesmo. **P = V x I**
Para uma maior assimilação podemos usar o esquema abaixo:



Uso do multímetro para medições de tensão e corrente.

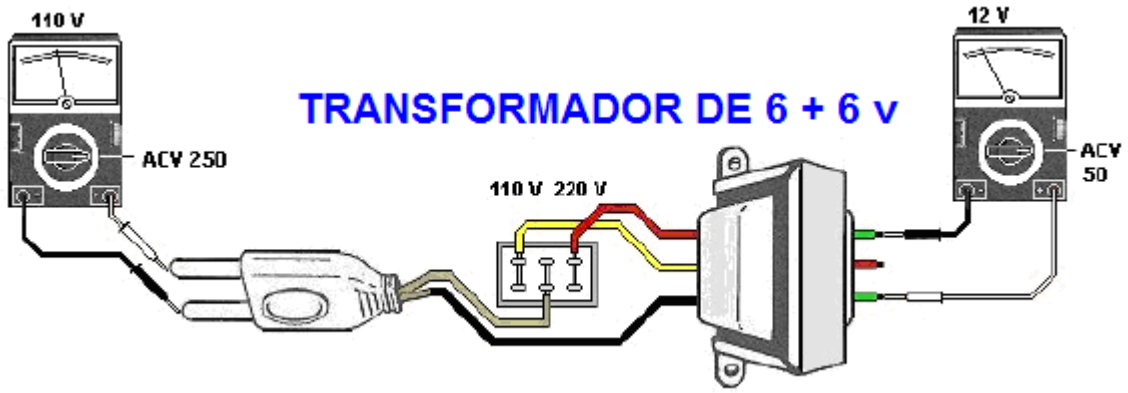
a – O multímetro (multiteste) - É o aparelho usado basicamente para medir corrente, tensão e resistência elétrica.
A função do multiteste é escolhida pela chave, ***AMPERÍMETRO (DCmA) ou (DCA)*** – Para medir corrente contínua.
VOLTÍMETRO - (DCV) – Para medir tensão contínua, ***(ACV)*** – Para medir tensão alternada.
OHMÍMETRO (Ω) – Para medir resistência e testar componentes.
Alguns Equipamentos mais sofisticados ainda possue na chave a opção de leitura de continuidade, teste de diodo e hfe de transistor e capacimetro acoplado a ele, caso do instrutherm modelo MD 360.



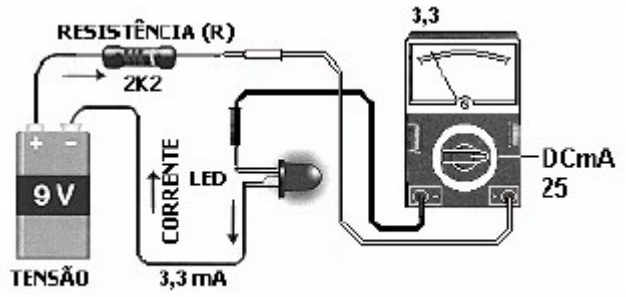
b – Como medir tensão continua - Coloque a chave do multímetro na função de DCV, escolha a escala mais próxima a cima da tensão a ser medida, ponta vermelha no ponto de maior tensão e a preta no de menor tensão. Veja abaixo:



c – Como medir tensão alternada – Coloque na função de ACV, escala mais próxima acima da tensão, porém não há polaridade para colocar as pontas.
A leitura é da mesma forma que a função DCV.
Veja como medir a tensão AC num trafo:



d – Como medir corrente elétrica – Aqui é um pouco mais difícil.
Coloque na função DCmA ou DCA. Corte uma parte do circuito. Coloque o multímetro em série, com a ponta vermelha mais próxima do +B. a medida de corrente não é usada nos consertos, devido ao trabalho de interromper o circuito e aplicar as pontas.
Veja abaixo o procedimento:



Técnicas de Soldagem.

a – Adquirindo boas ferramentas – Quanto ao ferro de solda, deve ser de 30 ou 40 W ponta fina. Os melhores são: Hikary, Weller, etc. A solda deve ser de boa qualidade. As melhores são: Best, Cobix, Cast, etc. O sugador deve ter boa pressão. Os melhores são: AFR, Ceteisa, etc.
b – **Ferro de Solda** – É uma ferramenta contendo um fio de níquel-cromo dentro de um tubo de ferro galvanizado ou latão. Esta parte é a resistência do ferro. Dentro da resistência vai encaixada uma ponta de cobre recoberta

com uma proteção metálica. Ao ligar o ferro na rede, passa corrente pela resistência e esta aquece a ponta até a temperatura adequada para derreter a solda. Abaixo vemos esta ferramenta:

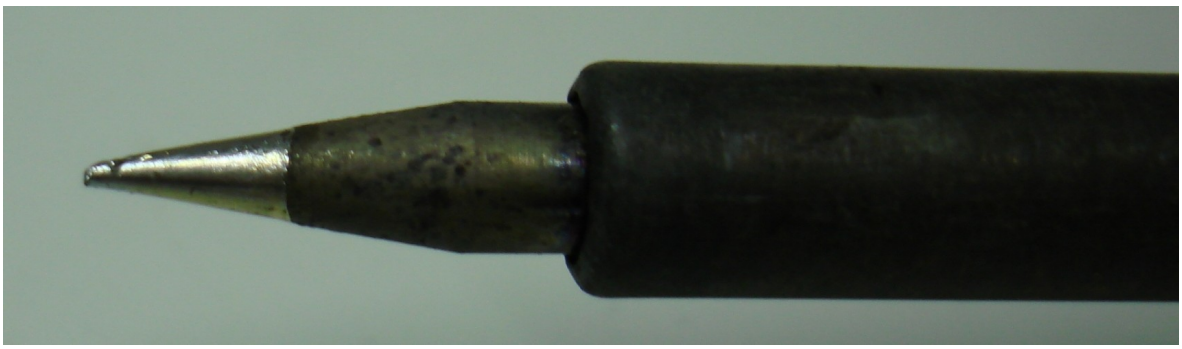


FERRO DE SOLDA DE 30 w

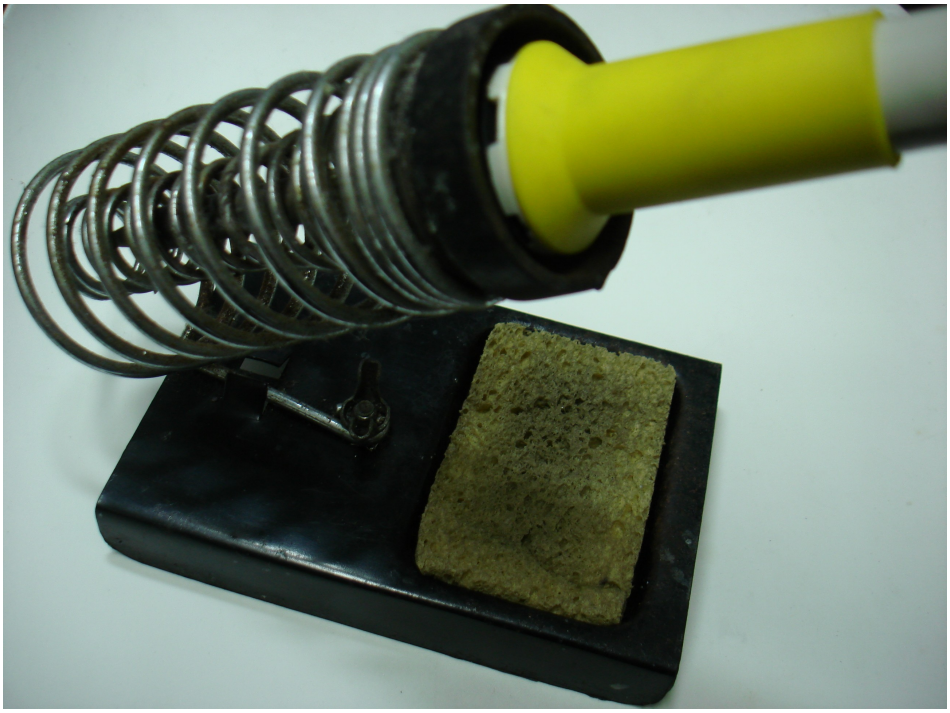


FERRO DE SOLDA DE 40 w

c - Limpeza da ponta do ferro – Quando ligamos o ferro pela primeira vez sai uma fumaça. Esta é a resina que recobre a resistência. Isto é normal. À medida que ele esquenta devemos derreter solda na sua ponta. Esta operação chama-se **estanhagem da ponta**. Abaixo vemos como deve ficar a ponta do ferro:



Com o ferro quente, após algum tempo de uso, sua ponta começa a ficar suja. Para limpá-la usamos uma esponja de aço tipo "Bom-bril" ou uma esponja vegetal daquelas que vem no suporte do ferro, conforme observamos ao lado: É só passar a ponta do ferro sobre a esponja úmida e após isto colocar um pouco de solda na ponta. **NÃO SE DEVE NUNCA LIMAR OU LIXAR A PONTA, POIS ISTO ACABA COM ELA.**



d - Operação correta de soldagem – Abaixo vemos a forma correta de se aplicar solda numa trilha da placa de circuito impresso e descrevemos o procedimento:

d.1 – Segure o ferro pelo cabo de madeira ou plástico da mesma forma que seguramos o lápis ou caneta para escrever;

d.2 – Limpe e estanhe a ponta do ferro;

d.3 – Espere até o ferro estar na temperatura de derreter a solda;
d.4 – Encoste a ponta ao mesmo tempo na trilha e no terminal da peça. Faça uma ligeira pressão e não mova a ponta do lugar;

d.5 – Aplique solda apenas na trilha na região do terminal do componente;

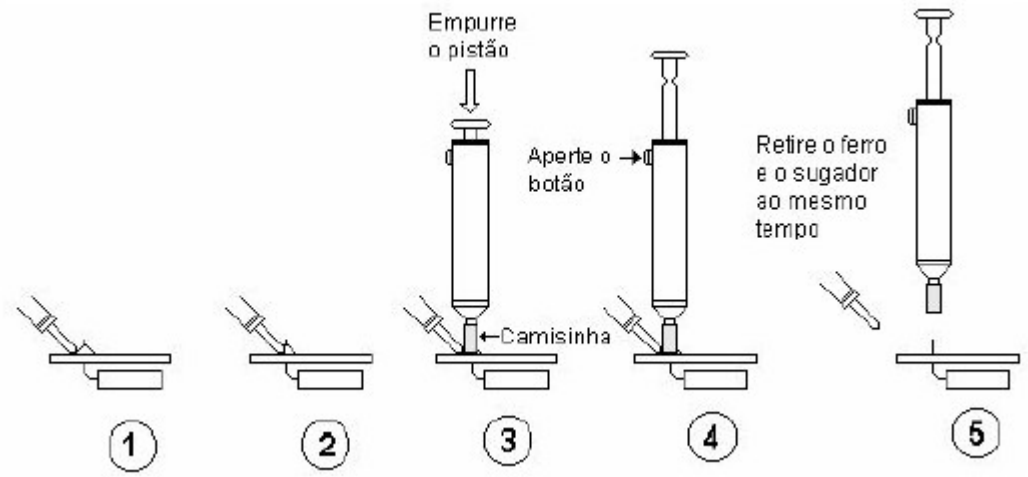
d.6 – Retire rapidamente a ponta e a solda deverá ficar brilhante. É claro que isto também dependerá da qualidade da solda usada.

Sugador de solda

É a ferramenta usada para retirar a solda dos componentes nos circuitos. É formada por um pistão impulsionado por uma mola dentro de um tudo de plástico ou metal. Quando o pistão volta a sua posição, a solda é aspirada para dentro de um tudo. Veja abaixo um excelente sugador da AFR com uma camisinha de borracha no bico:



como usar corretamente um sugador de solda - Abaixo vemos a seqüência para aplicar o sugador de solda e retirar um componente da placa:

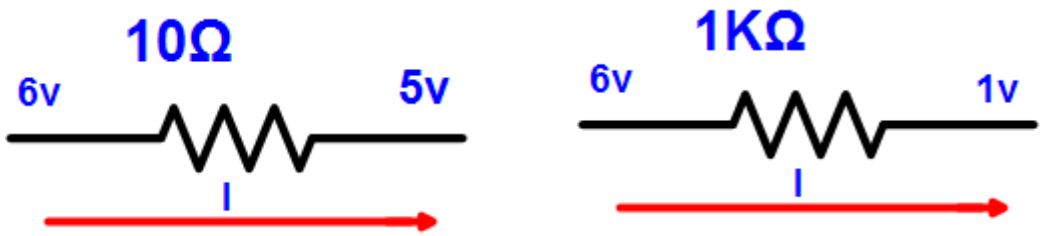


1 Encoste a ponta do ferro na solda que vai ser retirada. O recomendável aqui é colocar um pouco mais de solda no terminal do componente. Isto facilita a dessoldagem;
2 - Derreta bem a solda no terminal do componente;
3 - Empurre o embolo (pistão) do sugador e coloqueposição vertical, sem retirar o ferro;
4 - Aperte o botão, o pistão volta para a posição inicial e o bico aspira a solda para dentro do sugador;
5 - Retire o ferro e sugador ao mesmo tempo. Agora o

componente está com o terminal solto. Se ficar ainda um pouco de solda segurando o terminal, coloque mais e repita a operação.

Estudo dos resistores.

Como já vimos os resistores têm como função reduzir a corrente elétrica e a tensão em vários pontos do circuito, como vemos abaixo.
São feitos de materiais maus condutores tais como grafite, níquel-cromo e filme metálico.



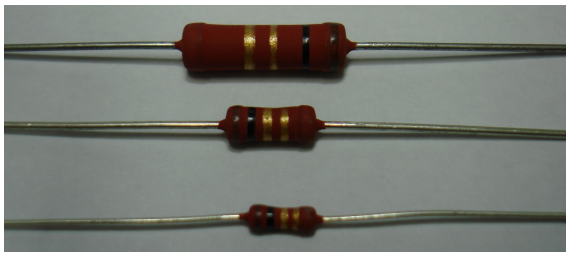
Quanto maior o valor do resistor menor a corrente no circuito e maior a queda de tensão proporcionada por ele.

Características dos resistores.

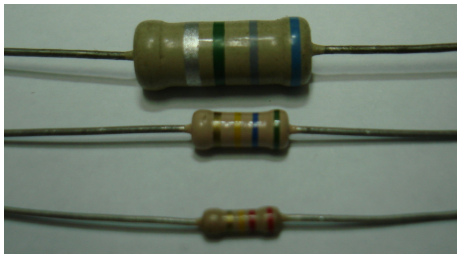
a – Resistência elétrica - Valor em ohms indicado no corpo através de anéis coloridos ou números.

b – Tolerância - Indicada em % é a maior diferença entre o valor indicado e o valor real da peça. Exemplo: um resistor de 100 Ω e 5% pode ter seu valor entre 95 e 105 Ω;

c – Potencia nominal - Máximo de calor suportado pela peça.
A potência nominal depende do tamanho da peça. Para os resistores de grafite temos as potências de 1/16, 1/8, ¼, ½, 1 e 3 W. Os de metalfilme são de 1/3, ½, 1, 1.6, 2 e 3W. Os de fio vão de 2 a 200 W.

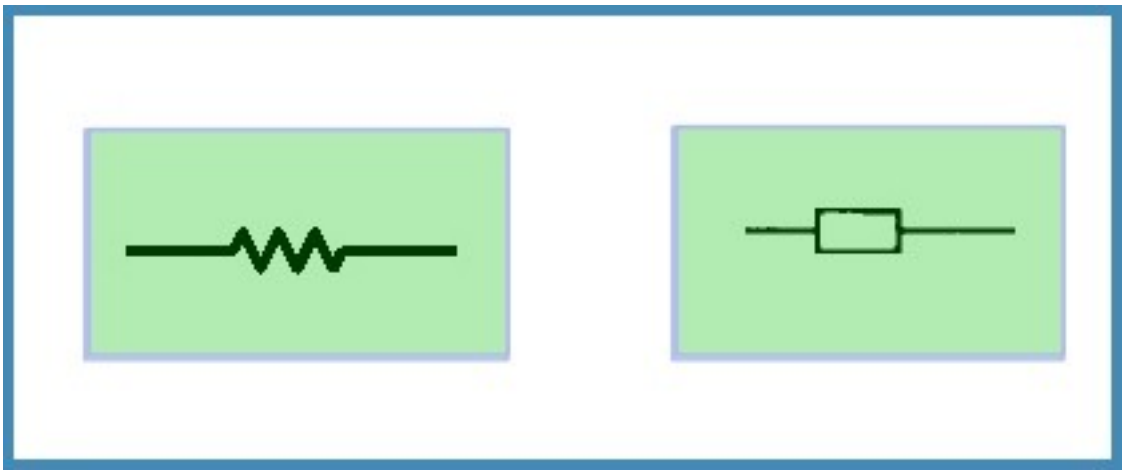


Resitor metalfime

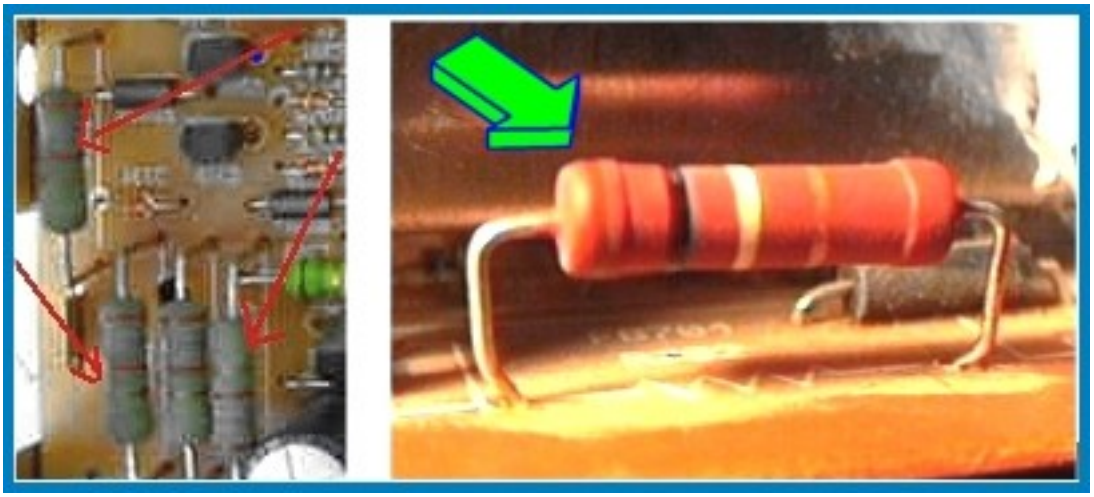


resitor grafite

Símbolo:

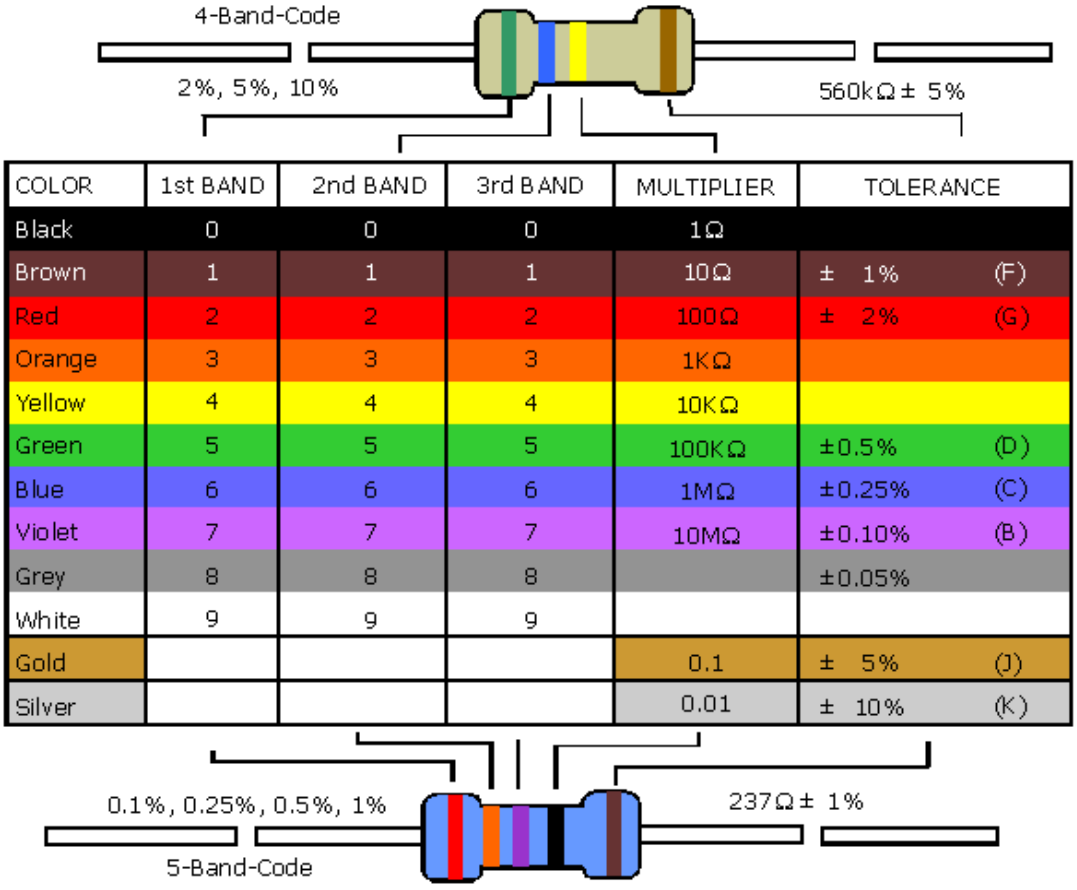


METALFIME



Código de cores e leitura de resistores

Os resistores de grafite e metalfilme possuem anéis coloridos no corpo para indicar seu valor em Ω.



COLOR	1st BAND	2nd BAND	3rd BAND	MULTIPLIER	TOLERANCE	
Black	0	0	0	1Ω		
Brown	1	1	1	10Ω	± 1%	(F)
Red	2	2	2	100Ω	± 2%	(G)
Orange	3	3	3	1KΩ		
Yellow	4	4	4	10KΩ		
Green	5	5	5	100KΩ	±0.5%	(D)
Blue	6	6	6	1MΩ	±0.25%	(C)
Violet	7	7	7	10MΩ	±0.10%	(B)
Grey	8	8	8		±0.05%	
White	9	9	9			
Gold				0.1	± 5%	(J)
Silver				0.01	± 10%	(K)

Conversão de unidade: Quando o valor de um resistor é maior que 1000 Ω, usamos os múltiplos **KILO (K)** e **MEGA (M).**

Veja os exemplos abaixo:

2.000Ω = **2K;** 10.000.000 Ω = **10M;** 6.800Ω = **6K8**

Veja mais exemplos:



1500 Ω ou 1,5KΩ **68 Ω** **390 Ω**



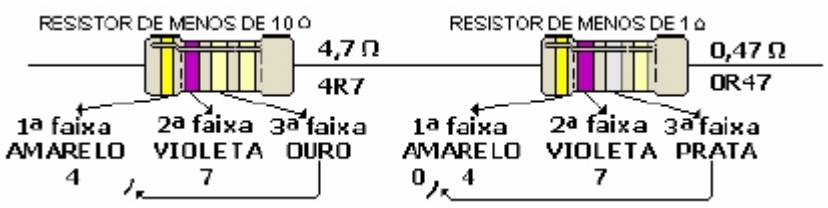
180 Ω **2200000 Ω ou 22 MΩ** **47000 Ω ou 47 KΩ**



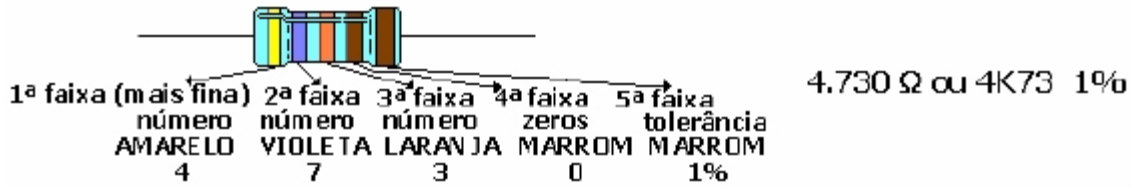
100000 Ω ou 100KΩ **8200 Ω ou 8,2 KΩ** **10 Ω**

Leitura de resistores especiais e potenciômetros .

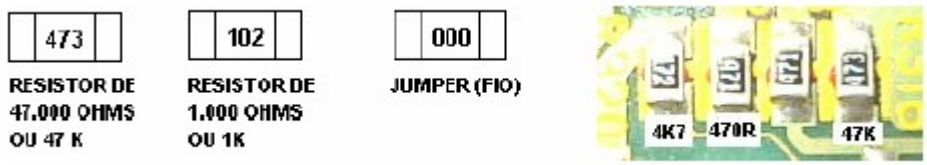
a – Resistores de baixo valor (menores que 10 Ω)



Estes tipos tem a 3ª listra do corpo ouro ou prata.
A cima vemos o exemplo de dois resistores deste tipo. ***Quando a 3ª listra é ouro, divida o valor das duas primeiras por 10 e quando é prata divida por 100.***
b - <u>Resistores de precisão (5 e 6 faixas)</u> - A leitura começa pela faixa mais fina. O código é o mesmo. Abaixo vemos como é feita a leitura:



c – Resistores SMD – A leitura é indicada no corpo através de um número. O terceiro algarismo é o número de zeros a ser acrescentado aos primeiros. Observe:

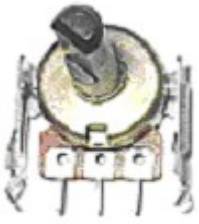


d - <u>Valores padronizados de resistores de grafite</u> - São os valores encontrados no mercado: **1 – 1,1 – 1,2 – 1,3 – 1,5 – 1,8 – 2 – 2,2 – 2,4 – 2,7 – 3 – 3,3 – 3,9 – 4,3 – 4,7 – 5,1 – 5,6 – 6,2 – 6,8 – 7,5 – 8,2 – 9,1** e os múltiplos e sub múltiplos de 10 de cada valor destes até **10 M.**

e - Potenciômetros – São resistores cuja resistência pode ser alterada girando um eixo que move um cursor de metal sobre uma pista de grafite. Alguns deles não têm eixo, sendo chamados de trimpot. A baixo vemos estes componentes:







potenciometro



trimpot

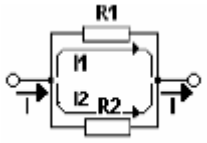
Associações de resistores.

A associação é a ligação feita entre vários resistores para se obter um determinado valor de resistência para o circuito.
Podem ser ligados em série, paralelo ou misto.

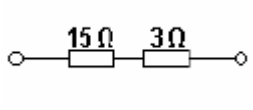
a – Associação em serie - É aquela na qual todos estão no mesmo fio, um após o outro, como vemos a baixo. **Neste circuito a corrente é a mesma em todos e a tensão se divide entre eles.** A resistência equivalente é a soma dos valores: Rt = R1 + R2



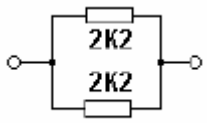
b – Associação em paralelo – É aquela na qual os resistores são ligados um ao lado do outro, aos mesmos pontos. A corrente se divide entre eles e a tensão é a mesma em todos. Se os dois resistores tiverem o mesmo valor, a resistência equivalente é a divisão de um deles pela quantidade de peças: Rt = R/n, onde n é a quantidade de resistores em paralelo. Se forem diferentes, divida o produto pela soma dos valores: Rt = R1 x R2/ R1 + R2.



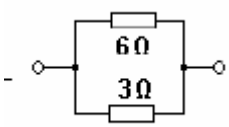
Veja alguns exemplos:



RT = 18 Ω



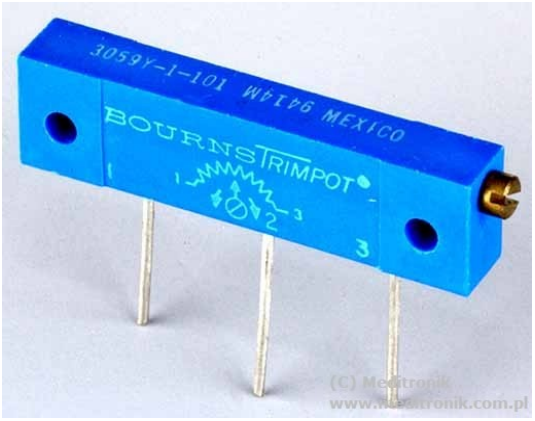
RT = 1,1 KΩ

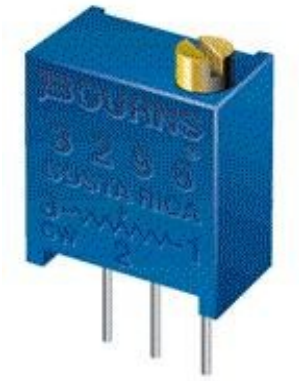


RT = 6x3/6+3 = 18/9 = 2 Ω

Outros tipos de resistores .

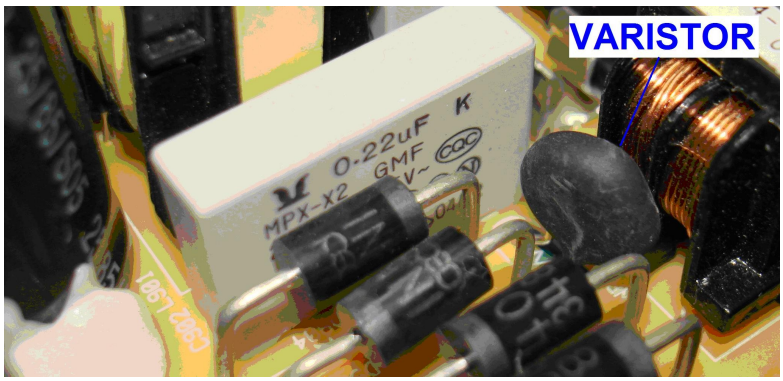
a – Potenciômetros multivoltas - Tem o corpo compridinho e um eixo tipo sem-fim.
Girando este eixo, ele varia a resistência bem devagar.
É usado em circuitos onde o ajuste da resistência deve ser bem preciso. Veja abaixo:





b – Varistor – É um resistor especial que diminui a sua resistência quando a tensão nos seus terminais aumenta. É usado na entrada de força de alguns aparelhos, protegendo-os de um aumento de tensão da rede elétrica. Quando a tensão nos terminais ultrapassa o limite do componente, ele entra em curto, queima o fusível e desliga o aparelho.

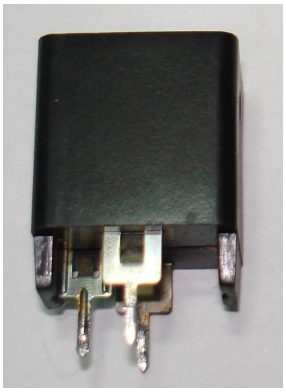


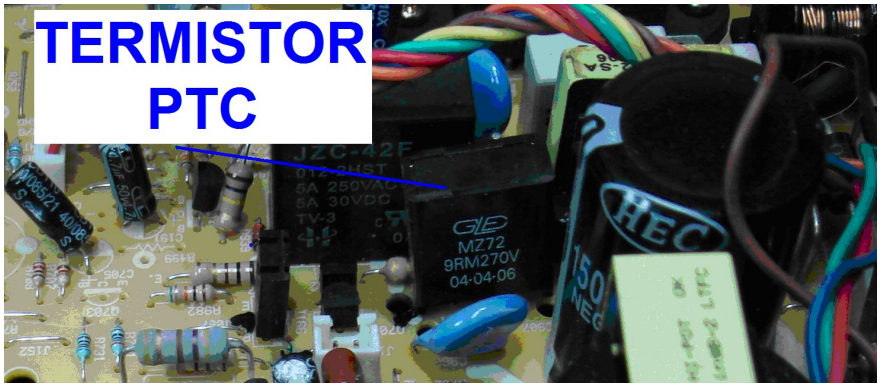


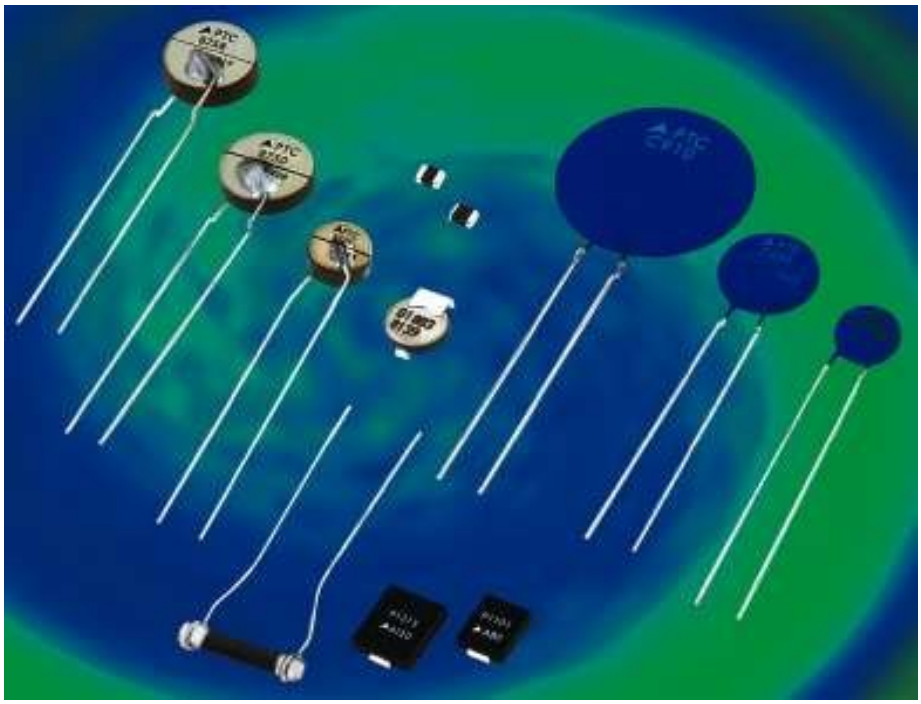
Seu símbolo



C – Termistor - Este tipo de resistor varia a resistência com a temperatura. Existem os termistores positivos (PTC) que aumentam a resistência quando esquentam e os negativos (NTC) que diminuem a resistência quando esquentam. É usado em circuitos que requerem estabilidade mesmo quando a temperatura de operação aumente.







Seu símbolo



d – Barra de resistores - São vários resistores interligados dentro de uma única peça, tendo um terminal comum para todos. É usado em circuitos que requerem economia de espaço. Também pode ser chamado de resistor package (pacote de resistores).





e – Fotoresistores - Também chamados de LDR, variam a resistência de acordo com a luz incidente sobre ele. Quanto mais claro, menor é a sua resistência. São usados em circuitos sensíveis a iluminação ambiente.





Seu símbolo

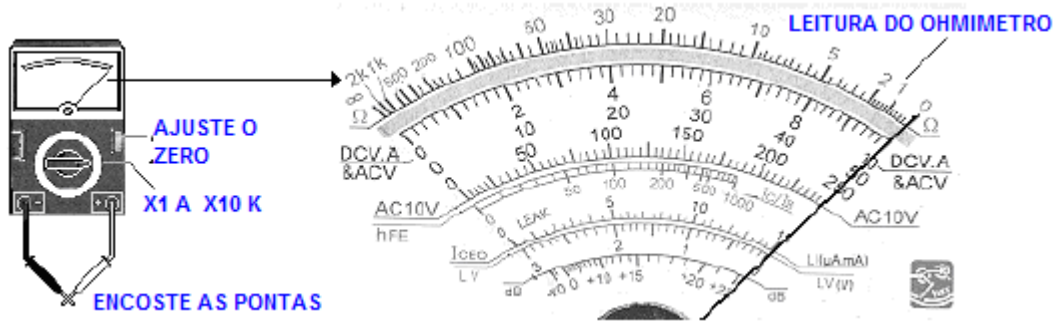


Uso do ohmimetro (multímetro) para medir resistência.

a – Como saber se o ohmimetro esta com escala danificada
Coloque na escala de X1 e segure as pontas pela parte metálica sem encostá-las. Se o ponteiro mexer, a escala de X1 está com o resistor interno queimado (geralmente de 18 Ω). Faça a mesma coisa na escala de X10 (resistor desta escala em torno de 200 Ω).

b - Leitura do ohmímetro - Para usar o ohmímetro, devemos ajustar o ponteiro sobre o zero através do potenciômetro na escala que for usada (X1, X10, X100, X1K e X10K). Se o ponteiro não alcançar o zero, é porque as pilhas ou baterias estão fracas. Na leitura

acrescentamos os zeros da escala que estiver a chave. Abaixo vemos como deve ser zerado o ohmímetro:

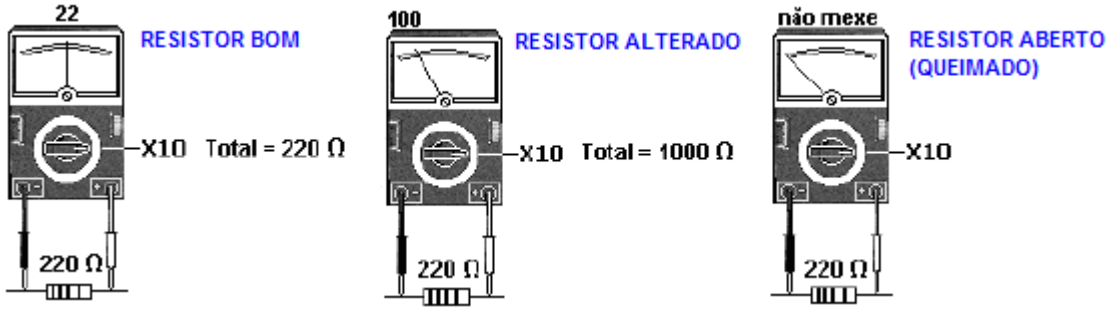


TESTE DE RESISTORES.

a – Fora do circuito – Usar uma escala adequada ao valor da peça, zerar o multímetro e medir. A leitura deve estar próxima ao valor indicado no corpo dele. Abaixo temos duas regras para escolher a escala:

Valor do resistor	3ª Listra do corpo
	PRETA – **X1**
Abaixo de 1K – **X1 ou X10**	MARROM – **X10**
Entre 1K e 100K – **X100 ou X1K**	VERMELHA – **X100**
Acima de 100K – **X10K**	LARANJA - **X1K**
	AMARELO – **X10K**

Veja um exemplo dos resistores abaixo.



No multímetro digital a escala deve ser a mais próxima acima do valor do resistor.

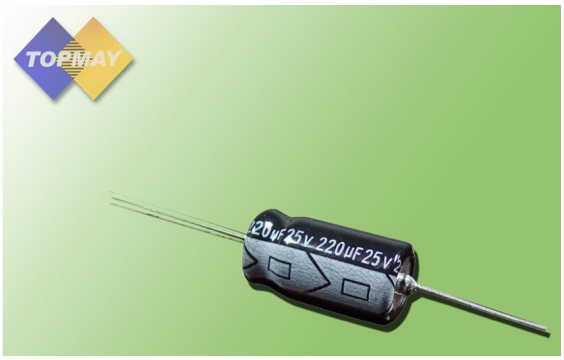
b – No circuito – Escolha uma escala apropriada a ele como se estivesse fora do circuito e meça nos dois sentidos. Se em pelo menos um sentido a leitura for maior que o valor indicado no corpo, o resistor está com defeito (aberto ou alterado). Veja:



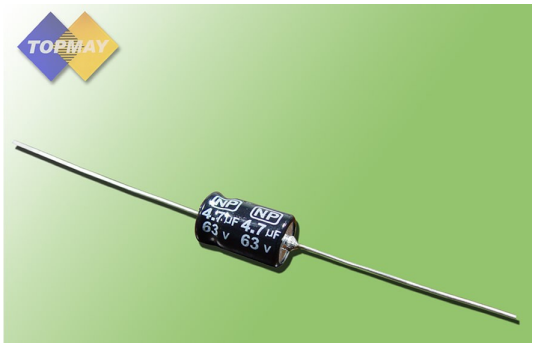
Características dos Capacitores.

O **capacitor** é formado por duas placas condutoras separadas por um isolante chamado **dielétrico.**
As placas servem para armazenar cargas elétricas e o dielétrico dá o nome ao capacitor (cerâmica, poliéster, etc.). Em eletrônica há dois tipos de capacitores fixos: **polarizados e não polarizados.**
Veja abaixo:





Eletrolíticos polarizados



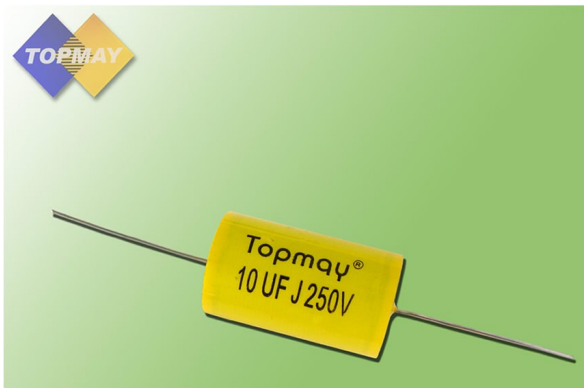
Eletrolítico bipolar



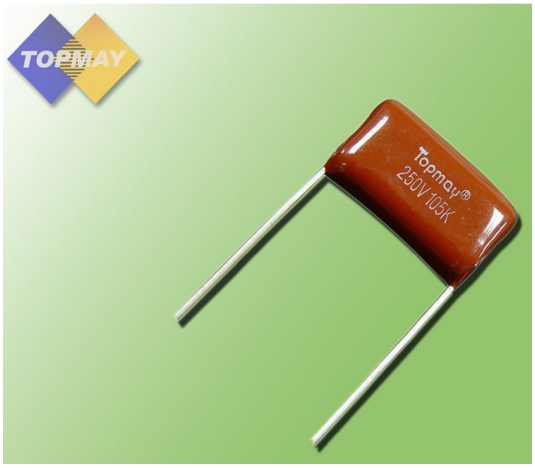
Cerâmico alta voltagem



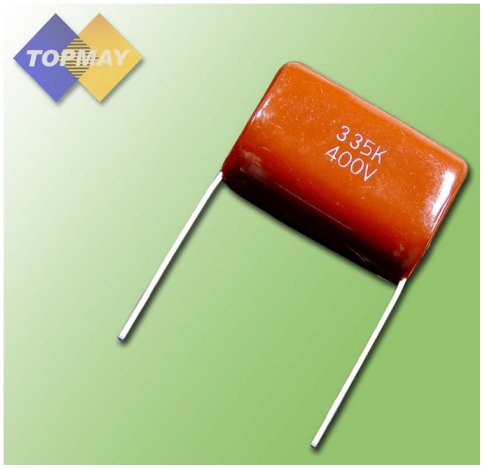
Disco ceramico



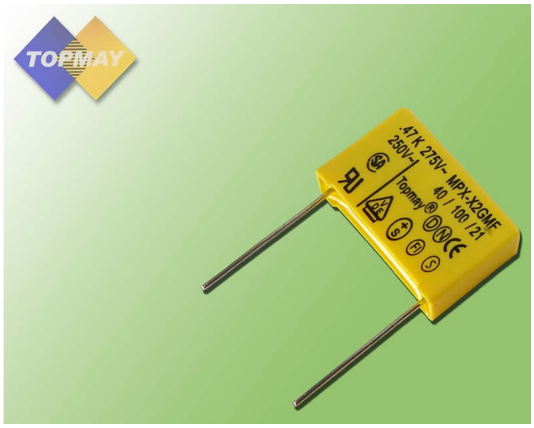
Poliéster metalizado



Poliéster metalizado



Polipropileno metalizado



Polipropileno metalizado



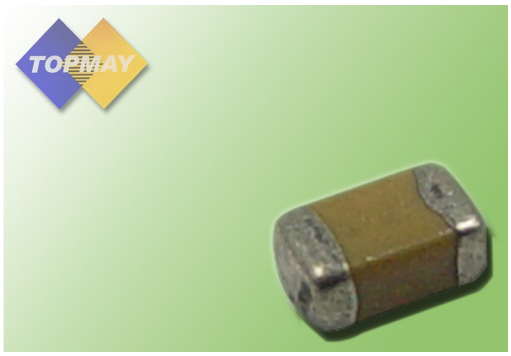
Mini poliéster metalizado



Filme de poliéster



Radial tântalo

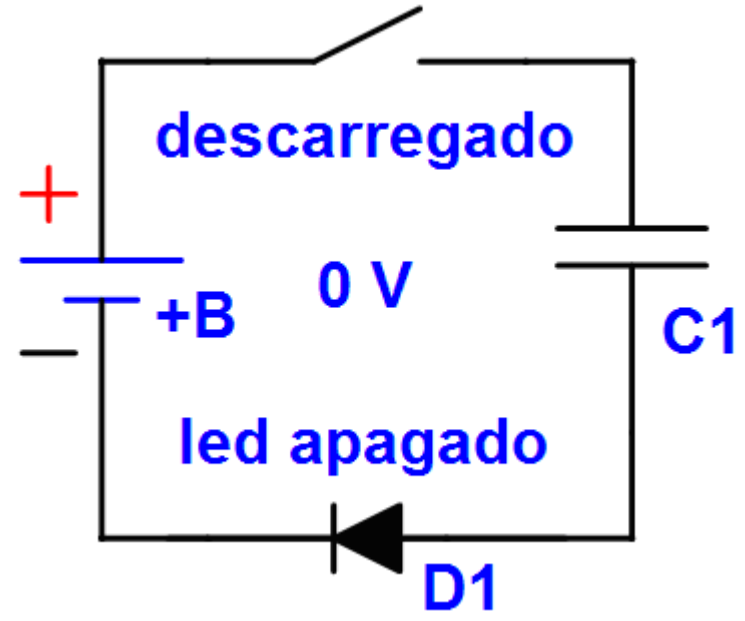


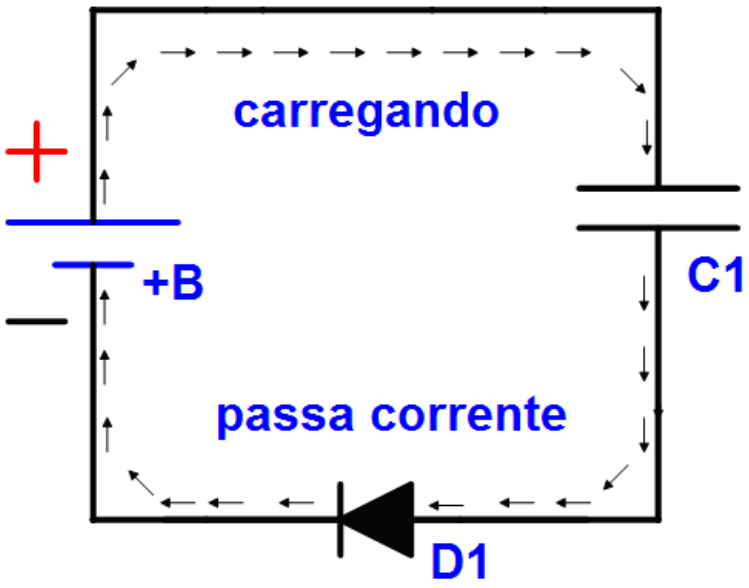
SMD cerâmico

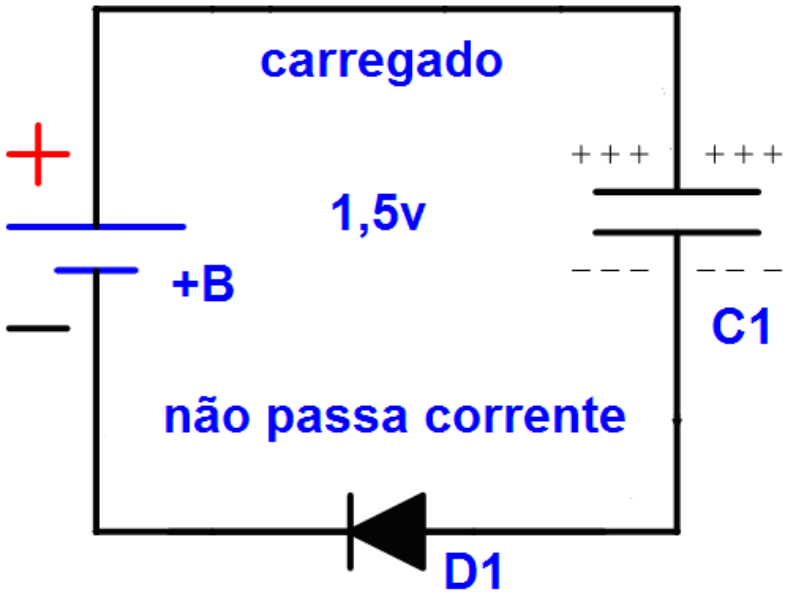


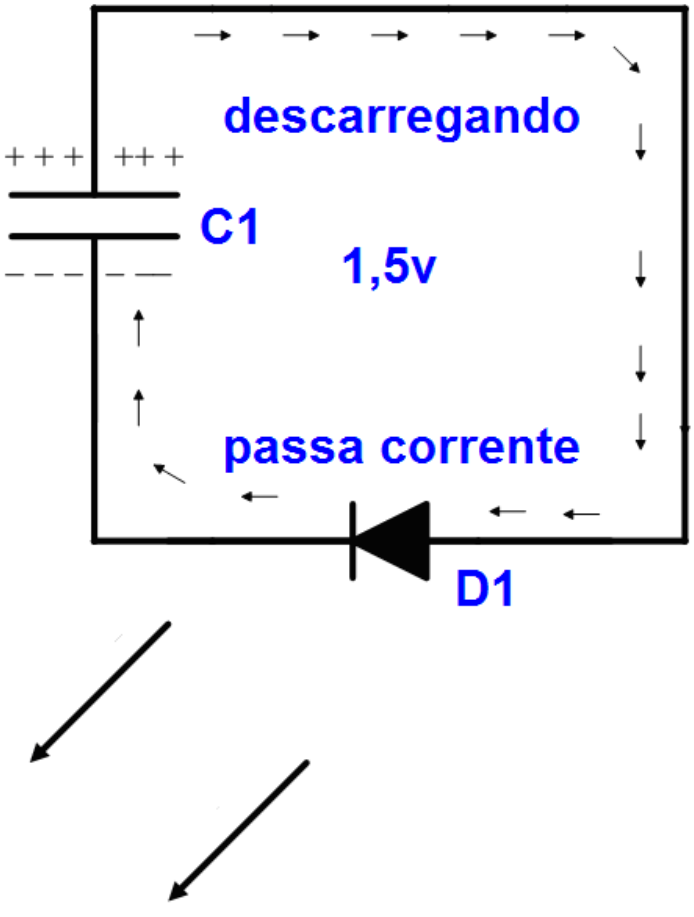
SMD eletrolítico

a – Funcionamento do capacitor – Aplicando tensão nos terminais do capacitor, ele armazena cargas elétricas (negativas numa placa e positivas na outra).
Enquanto o capacitor está carregando, passa uma corrente no circuito chamada **corrente de carga.**
Quando o capacitor já está carregado não circula mais corrente.
Para descarregar o capacitor, basta ligar um terminal no outro e a corrente que passa chama-se **corrente de descarga.** Abaixo vemos o princípio de funcionamento:


descarregado
+B
0 V
C1
led apagado
D1


carregando
+B
C1
passa corrente
D1


carregado
1,5v
+B
C1
não passa corrente
D1


descarregando
C1
1,5v
passa corrente
D1

b – Capacitores mais usados atualmente nos equipamentos
São os eletrolíticos (polarizados), os de cerâmica e os de poliéster (não polarizados):



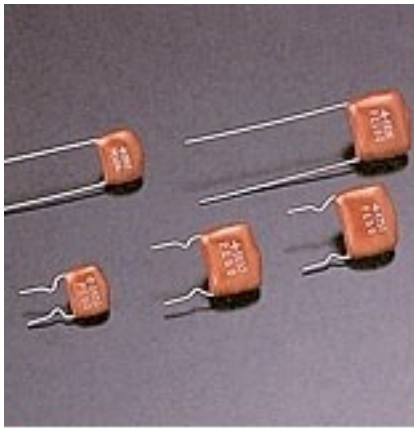
cerâmico de alta isolação

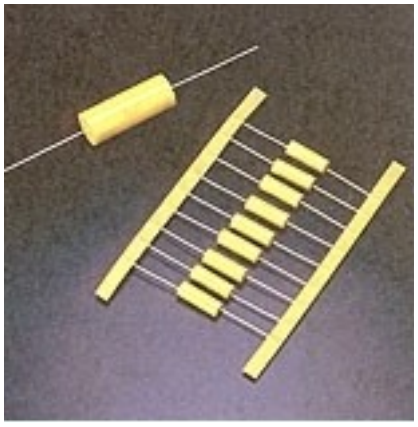


Eletrolíticos



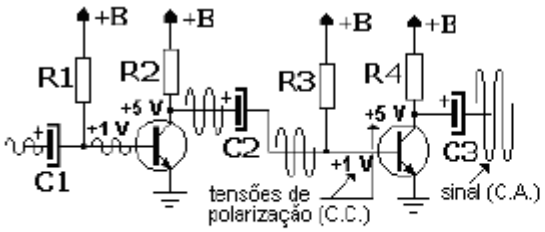
cerâmico



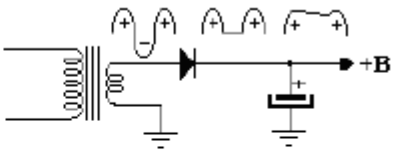


poliester

c – Funções dos capacitores nos circuitos – Os capacitores podem ser usados como **filtro** de fonte de alimentação, transformando corrente pulsante em contínua e também servem como **acoplamento ou desacoplamento, bloqueando a C.C. e deixar passar apenas C.A.** Quanto maior o valor do capacitor ou a freqüência da C.A., mais fácil para passar pelo capacitor. Veja alguns exemplos abaixo:



C1,C2E C3 SAO CAPACITORES DE ACOPLAMENTO (deixam o sinal passar e bloqueia a C.c. entre as etapas)



CAPACITOR DE FILTRO (transforma a corrente pulsante em continua)

d - Características principais dos capacitores – São: a **capacitância**, ou seja, a sua capacidade em armazenar mais ou menos cargas elétricas e a **tensão de trabalho ou isolação**, ou seja, a máxima tensão que podemos aplicar ao capacitor sem estourá-lo.
A capacitância é medida em **FARAD (F)**, porém esta unidade é muito grande e na prática são utilizadas seus submúltiplos **MICROFARAD (µF), NANOFARAD (nF ou KpF) E O PICOFARAD (pF).**

Leitura dos Capacitores.

a - Unidades de medida e conversão de uma unidade para outra

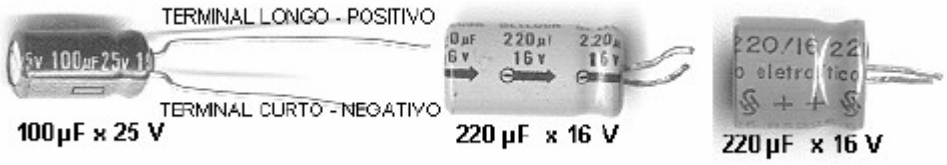
a.1 - Microfarad (µF) – É a maior unidade, sendo usada nos capacitor de alto valor (eletrolíticos).

a.2 - Nanofarad (nF) ou (KpF) – É mil vezes menor que o µF, sendo usada nos capacitores comuns de médio valor.

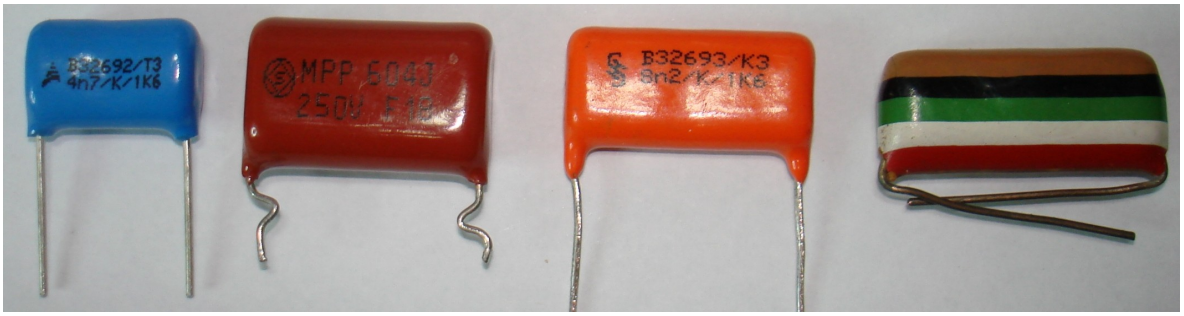
a.3 - Picofarad (pF) – É um milhão de vezes menor que o µF, sendo usada nos capacitores comuns de baixo valor.

Como a relação entre elas é mil, é só levar a vírgula três casas para a esquerda ou para a direita:
Exemplos: 0,027µF = 27 nF ; 2200pF = 2,2 nF ; 10 nF = 0,01µF ; 0,47µF = 470 nF

b – Leitura de capacitor eletrolíticos - Este tipo é fácil de identificar o valor, pois le já vem indicado direto no corpo em **µF**, assim como sua tensão de trabalho em Volts.
Às vezes pode vir no corpo dele dois números separados por uma barra. O primeiro é a capacitância e o segundo é a tensão. Veja alguns abaixo:



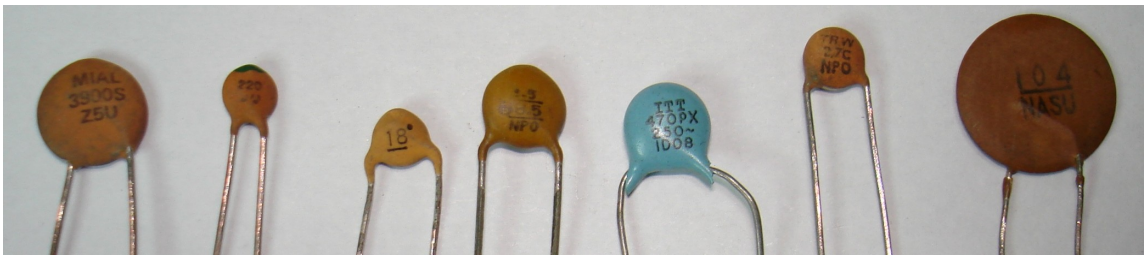
c - Leitura de capacitores de poliéster – Os capacitores comuns (poliéster, cerâmicos, styroflex, etc) normalmente usam uma regra para indicação do seu valor através do número indicado no seu corpo: Número menor que 1 = **µF** ; número maior de 1 = **pF** ; maior que 1 seguido da letra N = **nF**. Observe abaixo:



4,7n 600n 8,2n 1micro

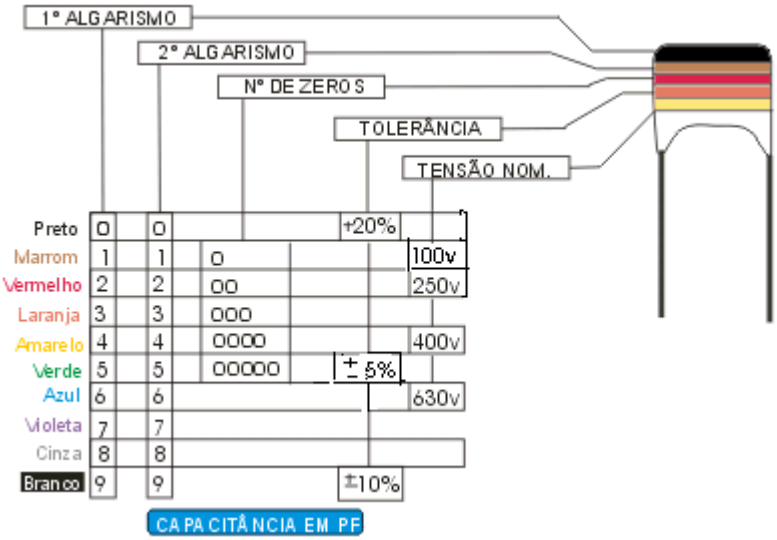
IMPORTANTE - A letra ao lado é a tolerância. **J = 5%, K = 10% e M= 20%**

d - Leitura de capacitores de cerâmica – Alguns têm três números no corpo,sendo que o último é a quantidade de zeros a se juntar aos dois primeiros. Quando o 3° número for o "9", ele significa vírgula:



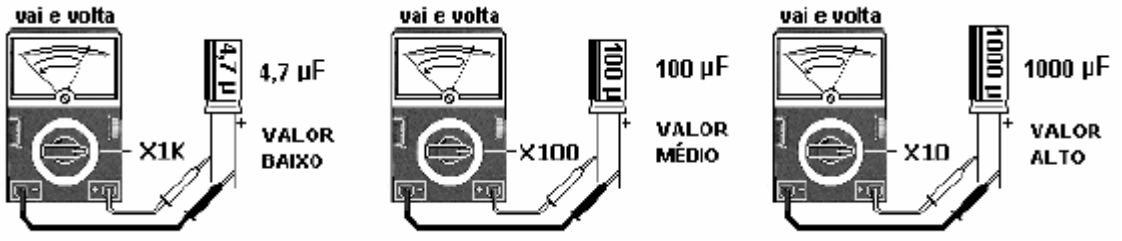
3900 220 18 685 470 27 104

e - Leitura dos capacitores "zebrinha" (antigos) – Usa o código de cores. Veja:



Como testar os capacitores com o multímetro.

a - Capacitor eletrolítico – Começar com a menor escala (X1) e medir nos dois sentidos. Aumente a escala até achar uma que o ponteiro deflexiona e volta.
Quanto maior o capacitor, menor é a escala necessária. Este teste é apenas da carga e descarga do capacitor. Veja abaixo:



b - Capacitor comum – Em X10K, medir nos dois sentidos. No máximo o ponteiro dará um pequeno pulso se o capacitor tiver valor médio. Se tiver valor baixo o ponteiro não moverá.
O melhor método de testar capacitor é medi-lo com o capacímetro ou trocá-lo.



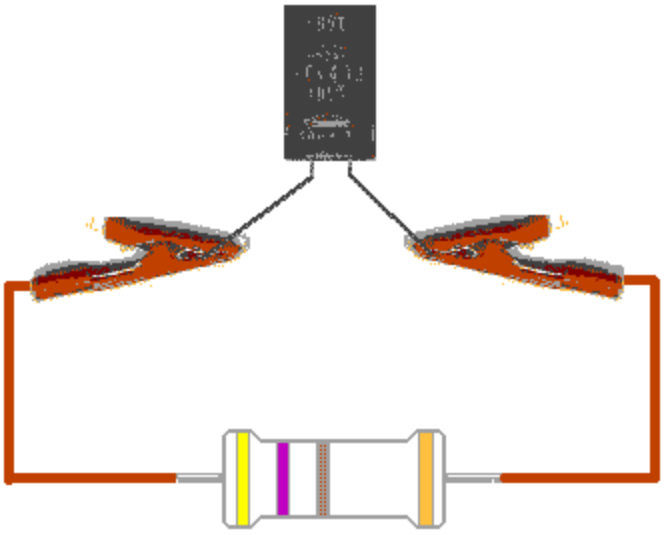
Uso do capacimetro.

O capacimetro é mais um instrumento de medição, usado para medir a capacitância dos capacitores. Podemos encontralo separado sendo um equipamento único bem como acoplado com o multímetro.

Como testar capacitores com o capacímetro.

Descarregue o capacitor, tocando um terminal no outro, através de um resistor de 470 ohms escolha uma escala mais próxima acima do seu valor

(independente dele ser comum ou eletrolítico) e coloque nos terminais do capacímetro (ou nas ponteiras do mesmo se ele tiver). A leitura deverá ser próxima do valor indicado no corpo. Se a leitura for menor, o capacitor deve ser trocado. Veja este teste abaixo:



470 OHMS
Amarelo - Violeta - Marrom

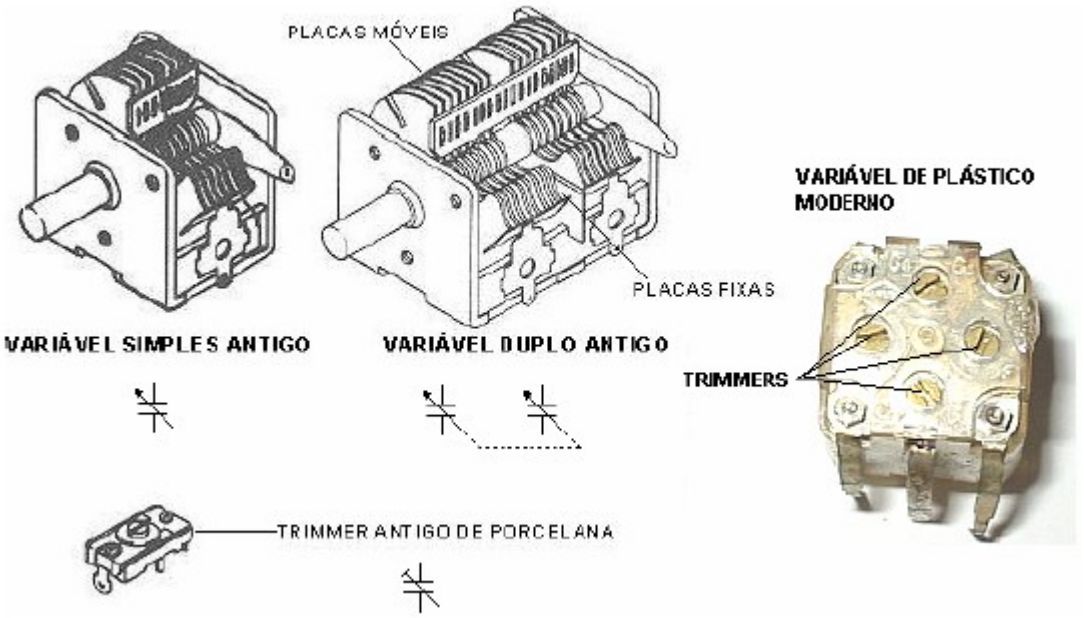




No caso dos capacitores eletrolíticos, podemos colocá-los no capacímetro em qualquer posição, conforme pode ser visto na figura acima.

Capacitores Variáveis

São formados por placas metálicas móveis que se encaixam em placas fixas quando giramos um eixo. Desta forma ele muda a sua capacitância. Alguns tipos têm apenas uma fenda para ajuste com chave. São chamados de trimmers. Abaixo vemos estes componentes.

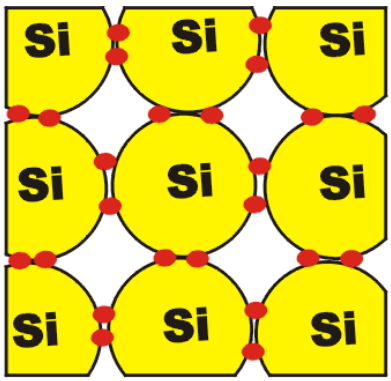


Os **variáveis** são usados nos rádios para sintonizar as estações. Os **trimmers** têm como função a calibração do rádio para receber as estações na posição correta e com volume alto.
A maioria dos rádios usa variável quádruplo. Dois para AM (oscilador e sintonia) e dois para FM. Cada um tem um trimmer de calibração.

Estudo dos Diodos.

Antes de entrarmos no assunto propriamente dito, é necessário fazermos algumas considerações sobre o material de que são feitos alguns importantíssimos componentes eletrônicos, tais como: diodos e transistores entre outros; este material é conhecido como semicondutor.

a – Materiais semicondutores - Existem na natureza materiais que podem conduzir a corrente elétrica com facilidade: os *metais*-Ex: cobre, alumínio, ferro etc.
Materiais que não permitem a passagem da corrente elétrica, pois o portador de carga(elétrons), não tem mobilidade neles.São os *isolantes.* Ex.: mica, borracha,vidro plásticos etc.
Em um grupo intermediário, situado entre condutores e os isolantes estão os *semicondutores,* que não são nem bons condutores e nem chega a ser isolantes.
Destacamos entre os semicondutores, pois serão alvos deste estudo o silício(Si) e o germânio(Ge). Existem outros elementos semicondutores também importantes para eletrônica são eles o selênio(Se), o Gálio(Ga) etc.
As principal característica que interessa no caso do Silício e do Germânio é que estes elementos possuem átomos com 4 elétrons na sua última camada e que eles se dispõe numa estrutura geométrica e ordenada.
O silício e o germânio formam cristais onde os átomos se unem compartilhando os elétrons da última camada.
Sabemos da química que os átomos de diversos elementos têm uma tendência natural em obter o equilíbrio, quando sua última camada adquire o número máximo de 8 elétrons.
Desta forma formam, tanto o silício quanto o germânio formam cristais quando os seus átomos um ao lado do outro compartilham os elétrons havendo sempre 8 deles em torno de cada núcleo, o que resulta num equilíbrio bastante estável para estes materiais.
Veja Fig.1, a seguir:

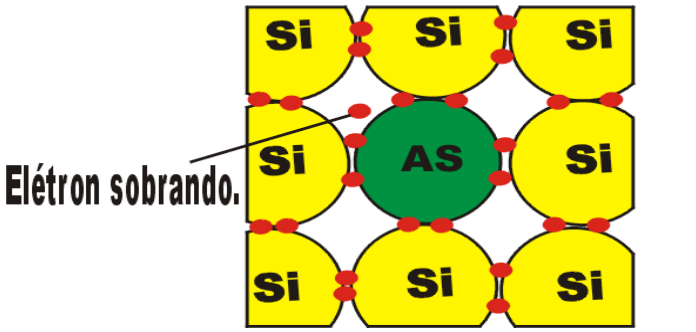


Cada átomo compartilha 4 elétrons com os vizinhos, de modo a haver 8 elétrons em torno de cada núcleo.

Nesta forma cristalina de grande pureza o silício e o germânio não servem para elaboração de dispositivos eletrônicos, mas a situação muda quando adicionamos certas "impurezas"ao material.
Estas impurezas consistem em átomos de algum elemento químico que tenha na sua última camada um numero diferente de 4 elétrons, e que sejam agregados a estrutura do Germânio ou/e do silício em proporções extremamente pequenas da ordem de partes por milhão (ppm).
No nosso exemplo utilizaremos o silício com as duas possibilidades de adição.
a) Elementos com átomos de 5 elétrons na última camada;
b) Elementos com átomos dotados de 3 elétrons na última camada.

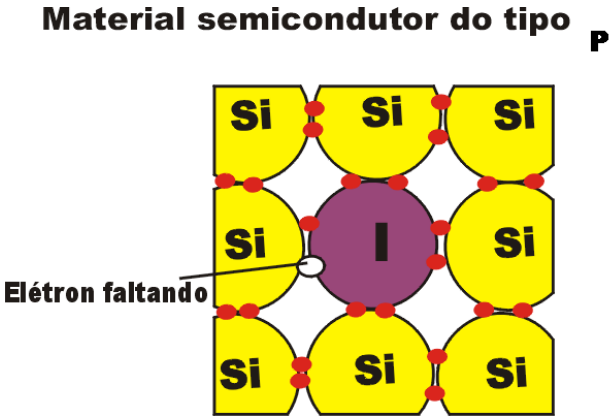
No primeiro caso, mostrado na figura 2, a adição e utilizando o elemento arsênio (As).
Como os átomos vizinhos só podem compartilhar 8 elétrons na formação da estrutura cristalina, sobrará um que não tendo a que se ligar, adquire mobilidade no material, e por isso pode servir como portador de carga.

Material semicondutor do tipo N



O resultado é que a resistividade ou capacidade de conduzir a corrente se altera e o semicondutor no caso o silício fica, o que se chama "dopado" e se torna bom condutor da corrente elétrica.
Como o transporte das cargas é feito nos materiais pelos elétrons que sobram ou elétrons livres que são cargas negativas, o material semicondutor obtido desta forma, pela adição deste tipo de impureza, recebe o nome de *Semicondutor do tipo N (N-negativo).*

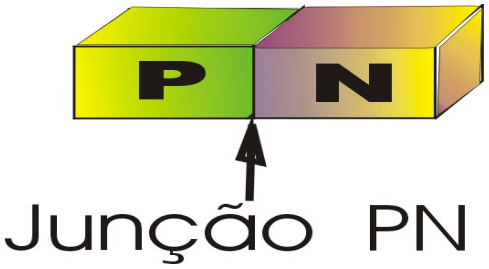
Na segunda possibilidade, agregamos ao cristal de silício uma impureza, que contém 3 elétrons na sua última camada, no caso o Índio (In) obtendo-se então uma estrutura conforme mostrada na Figura 3.



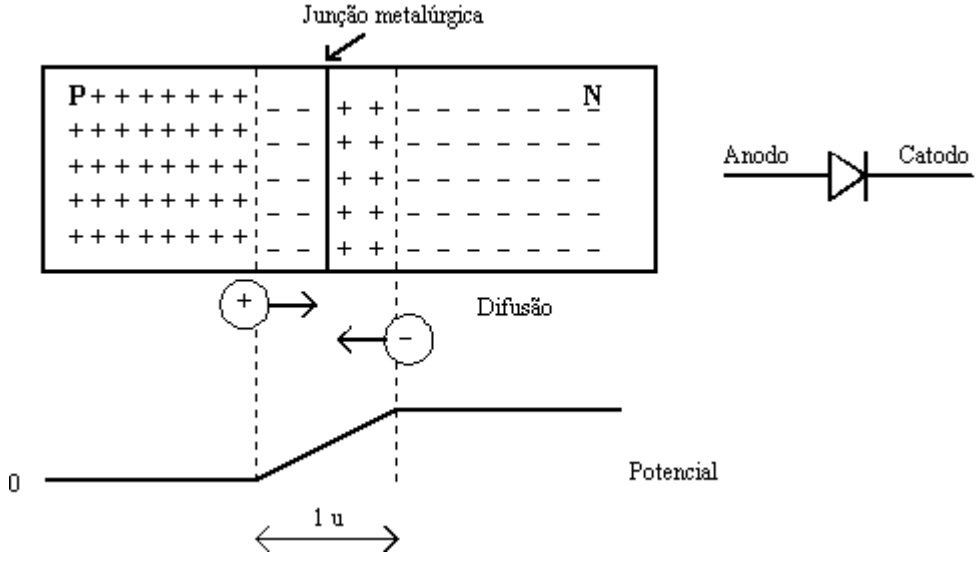
Observa-se que, no local em que se encontra o átomo de Índio não existem 8 elétrons para serem compartilhados de modo que sobra uma vaga, que chamamos de "lacuna".
Esta lacuna também funciona com portador de carga, pois os elétrons que queiram se movimentar através do material podem "saltar"de lacuna para lacuna encontrando assim um percurso com pouca resistência.
Como os portadores de carga neste caso são lacunas, e a falta de elétrons corresponde ao predomínio de uma carga positiva, dizemos que o material *semicondutor assim obtido é do tipo P (P de positivo).*
Podemos formar materiais semicondutores do tipo P e N tanto com os elementos como o silício e o germânio, como com alguns outros encontrados em diversas aplicações na eletrônica.

b – Junção PN - Um importante dispositivo eletrônico é obtido quando juntamos dois materiais semicondutores de tipos diferentes formando entre eles uma junção semicondutora.
A junção semicondutora é parte importante de diversos dispositivos como os diodos, transistores, SCRs, circuitos intergrados, etc. Por este motivo, entender o seu comportamento é muito importante.

Supondo que tenhamos dois pedaços de materiais semicondutores, um do **tipo P** e o outro do **tipo N**, se unimos os dois de modo a estarem num contato muito próximo, formam uma junção, conforme se mostra na Figura 4, na sequência.



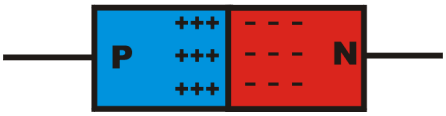
Esta junção apresenta propriedades muito importantes. Analisemos inicialmente o ocorre na própria junção.
No local da junção os elétrons que estão em excesso no material **N** e podem movimentar-se procuram as lacunas, que estão também presentes no local da junção, no lado do material **P**, preenchendo-as. O resultado 'e que estas cargas se neutralizam e ao mesmo tempo aparece uma certa tensão entre os dois materiais(P e N).
Esta tensão que aparece na junção consiste numa verdadeira barreira que precisa ser vencida para que possamos fazer circular a corrente entre os dois materiais. Esta barreira é chamada de Barreira de potencial ou ainda Tensão de Limiar ou ainda Tensão de Condução. Para o Germânio esta tensão é de 0,2 Volts e para o Silício é de 0,7 Volts.



A estrutura indicada, com os dois materiais semicondutores P e N, forma um componente eletrônico com propriedades elétricas bastante interessantes e que é chamado de ***diodo*** (semicondutor).

c – Diodo - Diodo é um semicondutor formado por dois materiais de características elétricas opostas, separados por uma área sem carga (vazia) chamada de junção. Esta junção é que dá a característica do diodo. Normalmente os diodos são feitos de cristais "dopados" de silício e do germânio.

Estrutura do Diodo

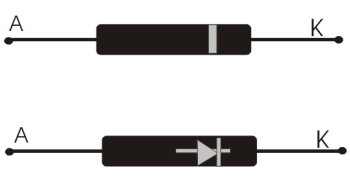


Símbolo:



Sentido da corrente nos diodos

Aspéctos







Diodos Retificadores

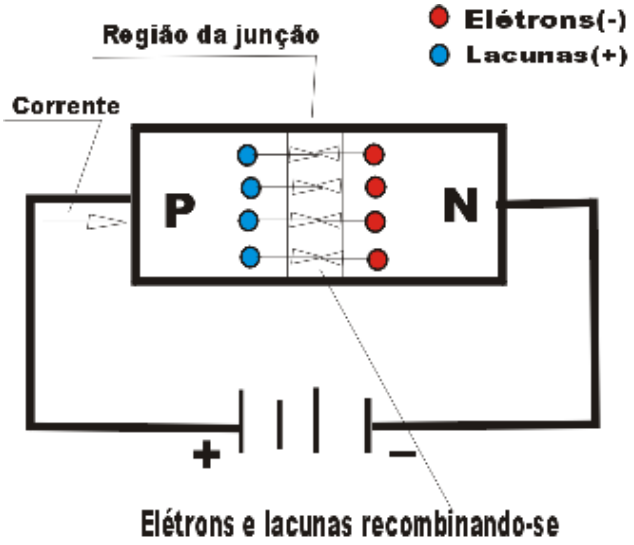
d – Especificações dos diodos - As especificações dos Diodos comuns são feitas em função da corrente máxima que podem conduzir no sentido direto, abreviado por If(o f de forward=direto), e pela tensão máxima que podem suportar no sentido inverso, abreviada por Vr (reverse=Inverso) e ainda segundo códigos, da seguinte forma:
1N – Código americano (uma Junção);
1S – Código Japonês;
AO = BA – Código europeu.

Polarizações dos diodos.

a – Polarização direta - Para polarizar um diodo ligamos o anodo ao pólo positivo da bateria, enquanto o catodo é ligado ao pólo negativo da mesma. Ocorre uma repulsão tanto dos portadores de carga da parte N se afastando do pólo negativo da bateria, como dos portadores de carga da parte P se afastando do pólo positivo da bateria. Convergem, tanto os portadores de N como os portadores de P, para a região da junção.
Temos então na região da junção uma recombinação, já que os elétrons que chegam passam a ocupar as lacunas que também são "empurradas"para esta região. O resultado é que este fenômeno abre caminho para novas cargas, tanto em P como em N, fazendo com que as estas se dirijam para

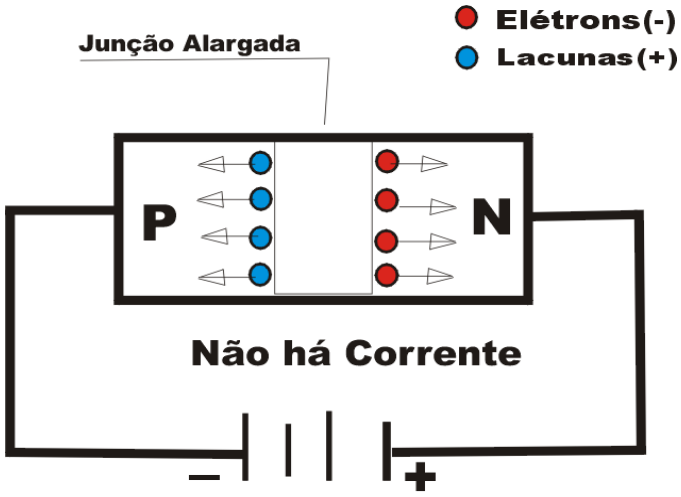
região da junção, num processo contínuo o que significa a circulação de uma corrente.

Esta corrente é intensa, o que quer dizer que um diodo polarizado desta maneira, ou seja, de forma direta deixa passa corrente com facilidade. Na figura 6, podemos visualizar melhor este fenômeno.



Polarização Direta

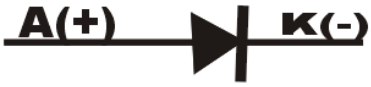
b – Polarização inversa - Quando invertemos a polaridade da bateria, em relação aos semicondutores, ou seja, pólo positivo da bateria ligado ao catodo (N) e o pólo negativo.
Da bateria ligada ao anodo(P), o que ocorre é uma atração dos portadores de carga de N para o pólo positivo da bateria e dos portadores de P para o pólo negativo da mesma. Ocorre então um afastamento dos portadores de N e de P da junção. O resultado é que em lugar de termos uma aproximação das cargas na região da junção temos um o seu afastamento, com um aumento da barreira de potencial que impede a circulação de qualquer corrente.O material polarizado desta forma, ou seja, inversa, não deixa passar a corrente. Veja na figura 7, como ocorre esta situação:



Polarização Inversa

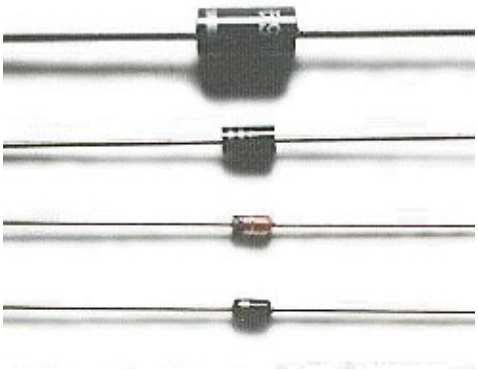
Tipos de diodos.

a – diodos de silício (uso geral) - são aqueles usados em circuitos lógicos, circuitos de proteção de transistores, polarização etc. São fabricados para o trabalho com correntes de pequena intensidade de no máximo 200mA e tensões que não ultrapassam 100V.
Simbologia:



Aspéctos

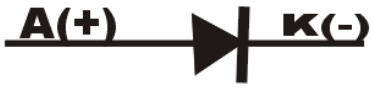


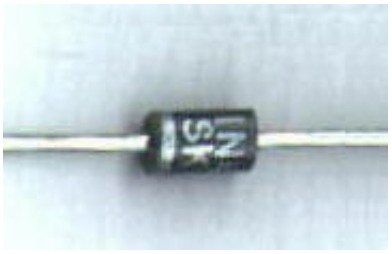


Um dos diodos mais populares deste grupo é o de referência 1N4148

b –Diodos retificadores - sua função__é de retificar corrente de AC para DC pulsante.São destinada a condução de correntes intensas e também operam com tensões inversas elevadas que podem chegar 1000v ou 1200 no sentido inverso Conduzem correntes diretas de até 1 A.

Simbologia:



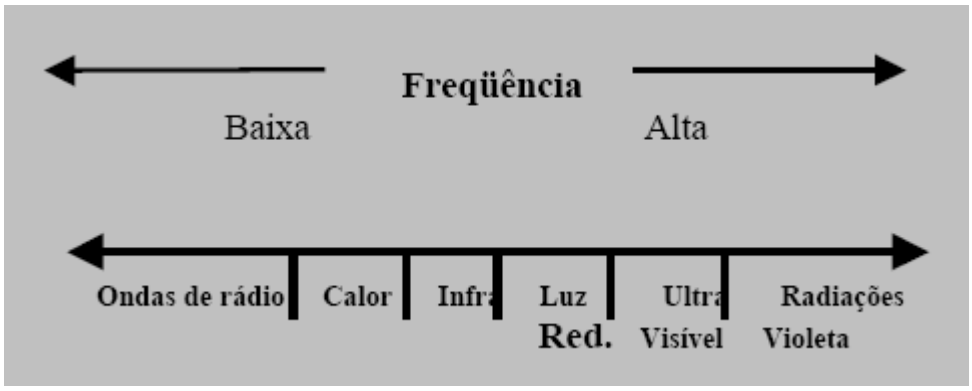


Aplicação: Uso geral em retificação de correntes e tensões.
Uma série muito importante destes diodos é a formada pelos IN4000C que começa com o 1N4001.

Tipos	*VR (tensão maxima –Inverso)*
IN4001	50V
IN4002	100V
IN4003	200V
IN4004	400V
IN4005	600V
IN4006	800V
IN4007	1000V

Leitura do Código 1N400C
1N=código americano diodo retificador de 1 junção;
C= números de 1 a 7 que nos mostra a tensão máxima quando o diodo está polarizado Inversamente=Vr = 100 a 1000V.

c – Diodos emissores de luz (LED) - Estes diodos polarizados de forma direta emitem luz monocromática quando a corrente circula pela sua junção.
A sigla LED é formada pelas iniciais das palavras: Light Emitting Diod, Diodo Emissor de Luz.
O LED é um simples diodo, formado pela junção de dois materiais semicondutores diferentes, um do tipo P e outro do tipo N, porém capaz de emitir luz (visível ou não) pela sua junção, quando percorrido por uma corrente fornecida por uma fonte cuja polaridade seja aplicada diretamente, ou seja: positivo da fonte ligado ao semicondutor P, e o negativo ao semicondutor N.
Na verdade todo e qualquer diodo semicondutor emite certas formas de radiação, dentro do espectro eletromagnético, quando percorrido por corrente no sentido direto. Mesmo um diodo "comum", de silício ou germânio apresenta tal propriedade.
Entretanto, para efeitos puramente visuais, não se pode aproveitar tal forma de radiação, em virtude da mesma estar situada na faixa não visível do espectro. Para que todos entendam essa coisa de visível, e não visível, vamos falar rapidamente, sobre a luz.
A luz é uma forma de energia da mesma espécie que o calor e as ondas de rádio. Todas essas formas de energia são radiações eletromagnéticas e a única diferença real que existe entre elas é a freqüência na qual ocorre oscilação do campo eletromagnético, responsável pela propagação de tais formas de energia.
Vimos um esquema em que mostra a escala das radiações eletromagnéticas. Todas as energias dentro de tal escala são da mesma espécie.



Na faixa de freqüências mais baixas estão as ondas de rádio (aquelas que transmitem o som de FM e som e imagem das TV's). Quando a freqüência com que vibra o campo eletromagnético aumenta em determinado grau, surge, no espectro, a forma de energia que chamamos de calor.
À medida que a freqüência vai subindo mais e mais, temos progressivamente à "região do ***infravermelho"*** que já é uma forma de luz, porém invisível aos nossos olhos, por ser de freqüência ainda muito baixa, a luz visível (que é a faixa de freqüências que nosso olho percebe) e, finalmente, o que se chama popularmente de ***"radiação"*** (aquela com incrível poder de penetração e que mata os seres vivos, quando expostos por longos períodos de exposição).
De toda faixa do espectro eletromagnético, só podemos perceber diretamente, através de nossos sentidos, o calor e a luz visível (embora também se façam presentes no nosso corpo, os efeitos fisiológicos derivados das radiações das outras faixas do espectro, como ultravioleta e as radiações).
As radiações emitidas pêlos **LED's** estão restritas à faixa do infravermelho e da luz visível.
Como dissemos antes, também os diodos comuns emitem radiação, porém, normalmente, dentro da faixa de calor ou de infravermelho, que não podemos notar diretamente, um exemplo de luz infravermelho, é o utilizado em controles remotos de televisão, o qual não enxergamos, porém é o responsável pela comunicação entre o mesmo e o aparelho de TV.
Descobriu-se que, se no lugar dos materiais semicondutores tradicionais (germânio e silício), fossem construídas junções P – N com outros materiais especiais, entre eles o ***Arsenito de Gálio*** e o ***Fosfito de Gálio*** (também semicondutores), ao ser percorrida pela corrente, a junção emite, de maneira relativamente intensa, luz visível, aproveitável sob muitos aspectos, em inúmeras funções.
Então, para concluir o **LED** é exatamente isso: ***Um diodo semicondutor construído com materiais especiais que permitem uma emissão intensa de luz pela junção, assim que diretamente polarizado.***

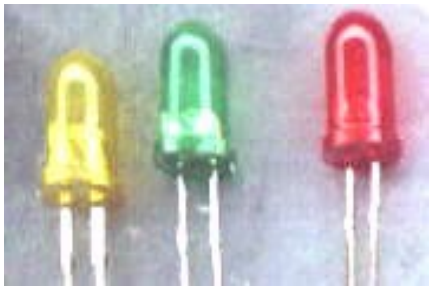
Diodo Led

Simbologia



Aspécto Físico





Cores disponíveis: Amarelo, verde vermelho, laranja e azul.

Aplicações:
Controles remotos, Monitores, Indicativo de funcionamento dos dispositivos em um Pc etc.
Tensão de funcionamento: Leds vermelhos –1,6V demais de 1,8 a 2,1V.
Indicações de identificação: os Leds mais comuns são indicados por tipos de fabrica, tais como as siglas TIL(TIL221 etc) da Texas Instruments, CQV (da Phillips) ou LD(Icotron).

d – Fotodiodos - são aqueles que estando polarizado inversamente a sua resistência ôhmica é função da incidência da luz na sua junção. O resultado é que se obtém a circulação de corrente dependente da intensidade de luz incidente.



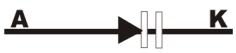


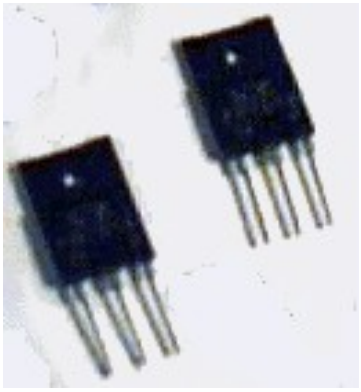


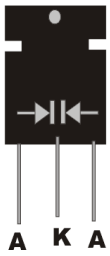
Características: sensibilidade à luz incidente, velocidade com que reagem as variações da intensidade da luz incidente.
Aplicações:
Leitura de códigos de barras, cartões perfurados, leitura ótica dos CD Roms, e ainda, recepção da luz modulada de um laser via fibra ótica.
Como extensão desta propriedade dos diodos de serem sensíveis à luz também temos os fotodiodos sensíveis a radiação nuclear que também atuam com polarização inversa. O seu símbolo é igual ao dos fotodiodos e o seu aspecto é igual ao tipo quadrado visto acima em aspectos, utilizando em sua janela central a mica.

e – Varicap – É um diodo duplo que quando polarizado inversamente apresenta uma capacitância a qual depende da tensão aplicada.

Varicap

Simbologia: 



Aspécto Físico: 

Aplicações:
Sintonia eletrônica de rádios Am, Fm e TV

f – Diodo zener - polarizado inversamente mantém a tensão do circuito constante, mesmo que a corrente varie, ou seja, ele funciona como regulador de tensão em um circuito.
Obs: polarizado diretamente funciona como um diodo comum.

Símbolo no esquema.



Aparência física.





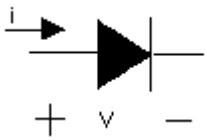
Aplicações:
Em fontes de alimentação para manter a tensão estável e constante, além de estarem presentes em outras aplicações em que se necessita tensão fixa.
Código de identificação.
Uma série de diodos que se emprega muito em projetos e aparelhos comerciais é a
BZX79C da Phillips Components, formada por diodos de 400mA.
Nesta série a tensão do diodo é dada pelo próprio tipo.
Ex.:
BZX79C2V1-onde 2V1 corresponde a 2,1 V(oV substituí a virgula).
BZX79C12V- corresponde a um diodo de 12 V

Retificação de corrente utilizando-se diodos.

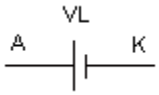
Nas páginas anteriores já vimos como se comportam os semicondutores na sua estrutura quando polarizamos o material P unido ao material N, formando uma junção metalúrgica.
Chamada de junção PN.
Vamos agora ver em uma linguagem prática como isto se processa.

a - Polarização do diodo.- na prática dizemos que polarizar um componente é impor aos seus terminais potenciais ou DDP pré-definida.

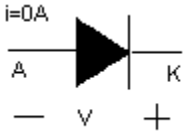
b - Polarização direta.-_é aquela em que o anodo (A) está mais positivo que o catodo(K).



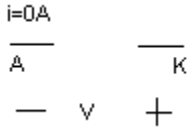
Nessa condição dizemos que o diodo *conduz* e que está diretamente polarizado ou ainda, ON.
A tensão entre A e K idealmente está zero, porém isto não acontece na prática, sendo que para diodos de silício esta tensão valerá 0,7V e para diodos de germânio valerá 0,2V.Esta tensão denominada de tensão de limiar ou tensão de condução é representada por VL. O diodo então será representado no esquema por uma fonte de tensão de valor VL



c - Polarização Inversa.-nessa condição o anodo (A) estará menos positivo que o catodo(K) e o componente não permitirá a passagem da corrente. Na realidade passa pelo componente uma pequena corrente, da ordem de nA (nanoampére) que é desprezível.



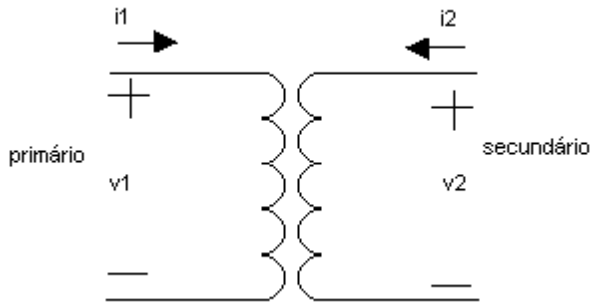
o componente será representado no esquema, como um circuito aberto.



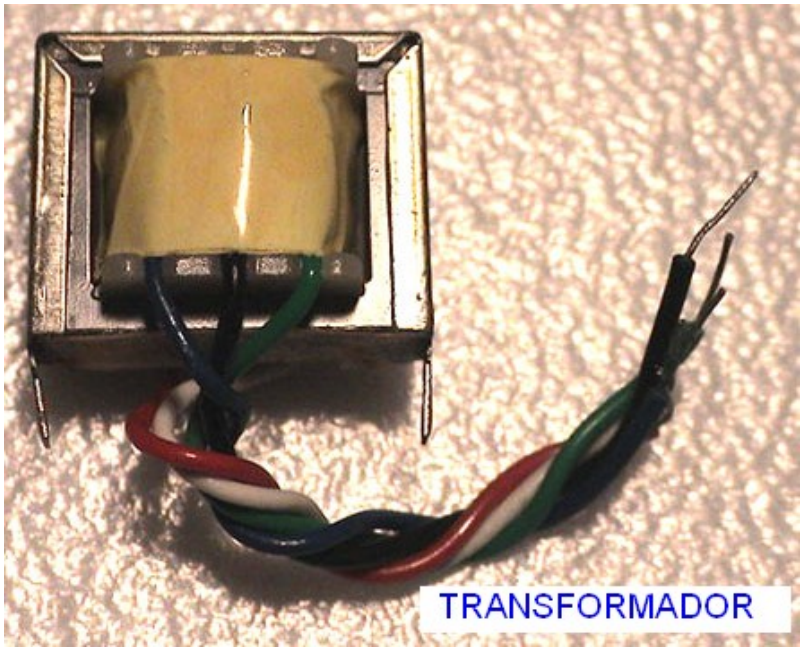
d – Transformadores / Tomada Central(CT-center tape).-
Aqui vamos ter uma noção simples de funcionamento de um transformador.
Podemos dizer que o transformador é um componente que possui quatro, ou mais terminais, cuja função é alterar

o valor do pico de uma tensão alternada, e ainda adaptar a tensão alternada da rede para níveis predeterminados que irão alimentar um retificador.
Representação:

:



O transformador é constituídas por duas bobinas enroladas chamadas de primário e secundário em um núcleo comum a ambas.Quando é aplicada uma corrente alternada no enrolamento primário aparece em torno de sua bobina um campo magnético, cujas linhas de força se expandem e contraem na mesma freqüência da corrente.
O resultado é que, cada vez que estas linhas de força cortam as espiras do enrolamento secundário este é induzido e uma tensão aparece em seus terminais.
A tensão tem a polaridade dada pelo movimento das linhas de força de modo que ela também se inverte na mesma freqüência da corrente do enrolamento primário.
Chega-se a conclusão que a tensão alternada do enrolamento secundário do transformador
Tem a mesma freqüência que a aplicada no enrolamento primário. Observe figura acima que tanto no primário como no secundário os sinais (+) e (-) estão nos mesmos pólos.
Importante: Quando a sinalização do secundário for igual ao correspondente do primário dizemos que o secundário está em fase com o primário quando a sinalização dos pólos estiverem diferentes nos pólos correspondentes, dizemos que o secundário está com fase invertida
Esta inversão de fase pode ser conseguida com um transformador que tenha enrolamento duplo ou dotado de uma tomada central (CT=center tape)

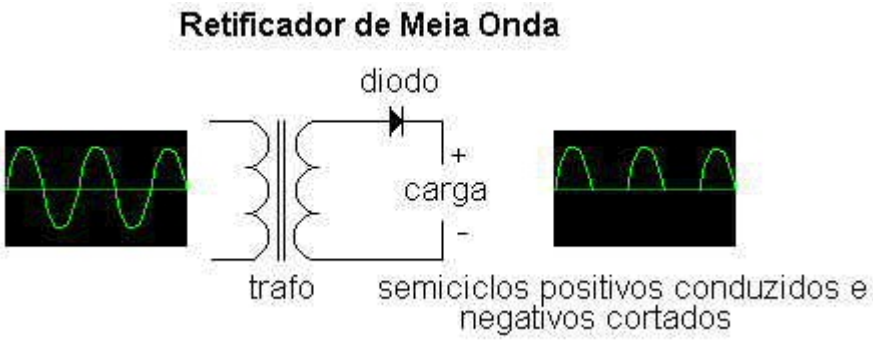


Retificadores.

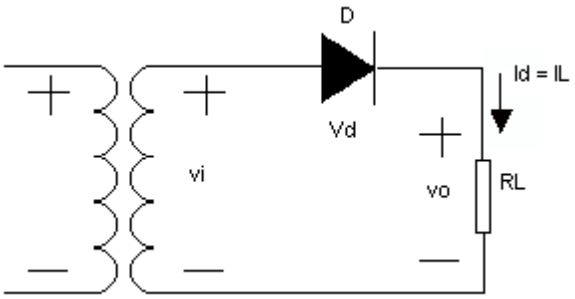
Os retificadores são circuitos que transformam as tensões e correntes alternadas em tensões e correntes contínuas.
Existem três tipos de retificadores conforme a forma de onda da tensão oferecida na saída e o circuito de cada um.São eles:

1. Retificador de meia onda-RMO;
2. Retificador de onda completa com tomada central (Center tape)-ROCT;
3. Retificador de onda completa em ponte-ROCP.

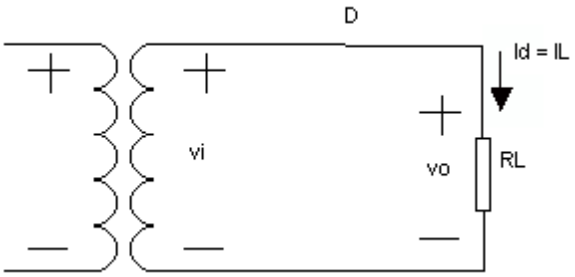
a - Retificador de meia onda-RMO.- Em primeiro lugar vamos visualizar de uma forma geral como entra e como sai a corrente
Nesse tipo de retificador.



Vamos agora as explicações:
O circuito abaixo é composto por um transformador comum um diodo e uma carga.
Circuito:

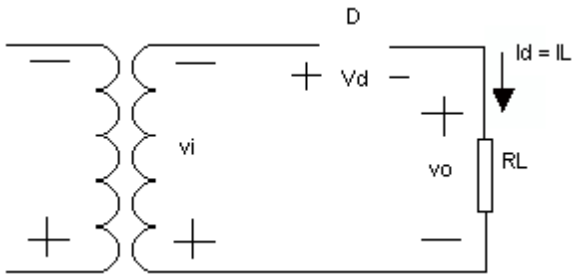


b - Semi-ciclo positivo-SCP - Observe nesse caso, que o ponto mais positivo do circuito está ligado ao anodo (A) do diodo e este conduz.

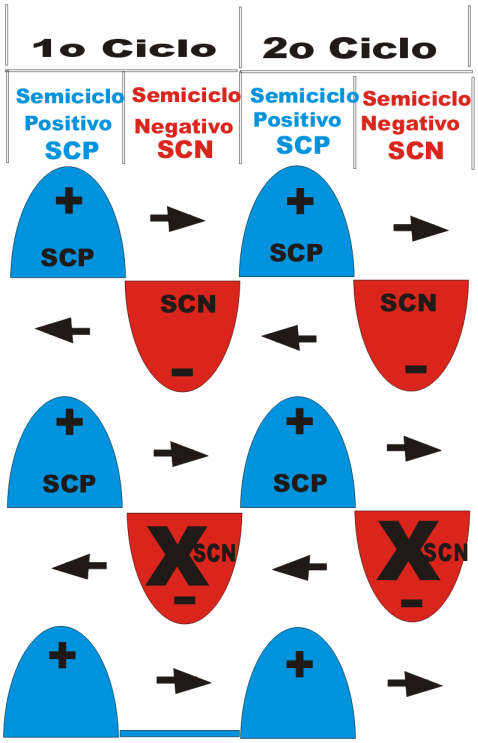


c - Semiciclo negativo-SCN.- Nesse semiciclo temos a inversão da polaridade da tensão de entrada ocasionando um potencial negativo no anodo(A) do diodo em relação ao

seu catodo(K), o que ocasiona sua não condução, ou seja, não há passagem de corrente, representado por um circuito aberto.
Veja a figura a seguir:



d - Análise da corrente de entrada e saída em relação aos ciclos.



Análise da forma das ondas em um Retificador de meia onda-RMO

Análise do 1o Ciclo-Válido para os demais

Entrando 1 ciclo (semciclo p+semiciclo N) Corrente AC

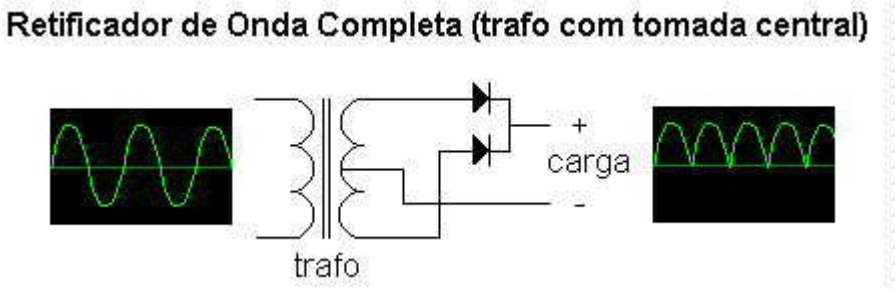
Semiciclo positivo-SCP
O diodo conduz-Polarização direta passa SCP.

Semiclo negativo-SCN
O diodo nào conduz-Abre.
SCN Não passa.

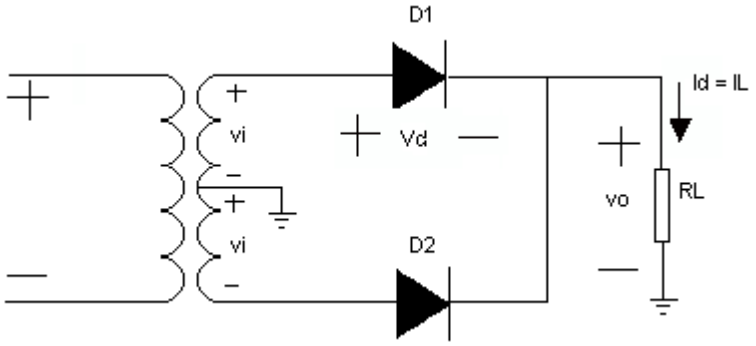
Forma da onda que sai após o 1o e o 2o Ciclos.

Observe que confere com a figura inicial do item 5.3.1.
Obs: a)Como vimos este tipo de retificador só permite aproveitar apenas a metade dos semiciclos da corrente alternada sendo por isso um processo de pouco rendimento; aproximadamente 30% da corrente alternada que entra é aproveitada.
b) Ë bom ainda observar que a corrente que sai geradas nos semiciclos positivos, se bem que circule em um sentido único, não é uma corrente contínua pura. Ela é formada por pulsos.Este tipo de corrente é chamada de "Corrente contínua pulsante" com a freqüência de 60 ciclos /seg.

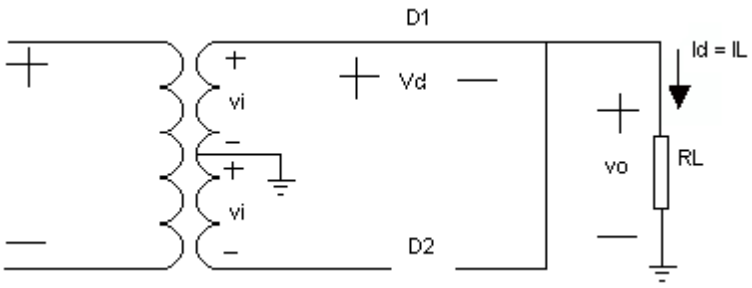
e - Retificador de Onda Completa com Tomada Central-ROCT.- Na figura a seguir visualizamos como entra e sai a correntes neste tipo de retificador.



Vamos as explicações:
Este circuito apresenta dois diodos (D1 e D2) e uma tomada central (CT) de inversão de fase.
Circuito:

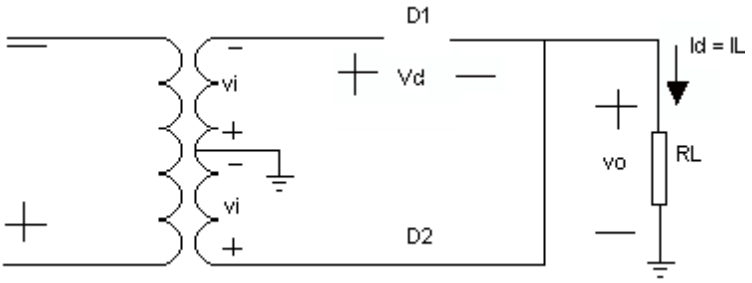


Semi-ciclo positivo-SCP:



Nesse semiciclo observe que o anodo(A) do diodo D1 está ligado ao pólo positivo do secundário do transformador e, portanto conduz. O diodo D2, no mesmo circuito neste semiciclo está ligado a um pólo negativo e neste caso abre, não conduz.

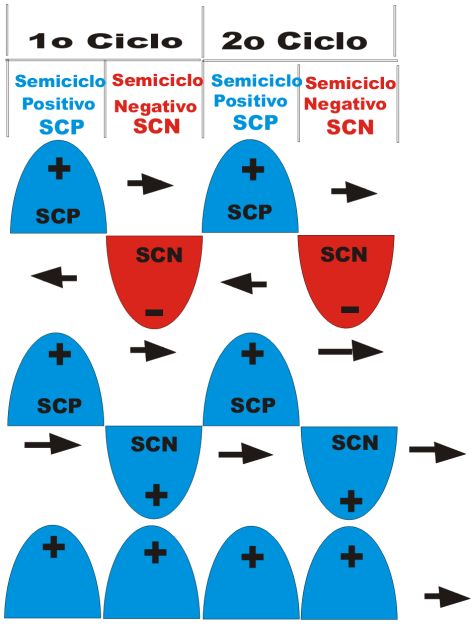
f - Semi-ciclo negativo-SCN.



Neste semiciclo a tomada central inverte a fase do transformador para que o diodo D2 seja ligado a um terminal positivo e possa conduzir(observe a figura)Com esta inversão os semiciclos negativos inverte e se tornam positivos.A inversão da fase é simultânea com a troca do semiciclo e faz com que sejam aproveitadas as ondas negativas do semiciclo. Ao serem aproveitadas e tendo agora um só sentido não tem lógica falar em positivo ou negativo. Estas ondas são incorporadas àquelas aproveitadas no SCP melhorando o rendimento do retificador e melhorando a qualidade da corrente retificada.

Resumindo, neste semi-ciclo D2 estando com o seu anodo (A) ligado a um pólo positivo –conduz; D1 tendo o seu anodo ligado a um pólo negativo –Abre.

Análise da corrente de entrada e saída em relação aos semi-ciclos.



Análise da forma das ondas em um Retificador de Onda Completa com Tomada Central ROCT.

Análise do 1o Ciclo-Válido para os demais

Entrando 1 ciclo (semciclo p+semiciclo N) Corrente AC

Semiciclo positivo-SCP O diodo conduz-Polarização direta passa SCP.

Semiclo negativo-SCN Inversão da fase(Via CT). O SCN Inverte polaridade(aproveita o SCN) A polarização é direta, D2 Conduz O SCN muda de sentido.

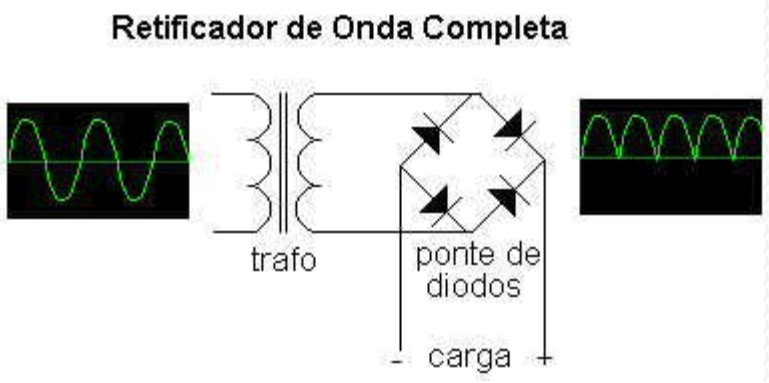
Forma da onda que sai após o 1o e o 2o Ciclos. Com o aproveitamento do SCN que muda de sentido.

Observe as ondas geradas no Semi-ciclo positivo-SCP e as ondas geradas no semi-ciclo negativo-SCN estas ultima aproveitando as ondas negativas e invertendo-as.Observe ainda que os espaços entre as ondas geradas no SCP devido ao corte das ondas negativas, como visto no RMO, agora podem ser preenchidos por aquelas obtidas no SCN quando estas ondas são recompostas. Só que agora em um só sentido.Veja acima o tipo de onda final que se obtém utilizando-se este tipo de retificador.

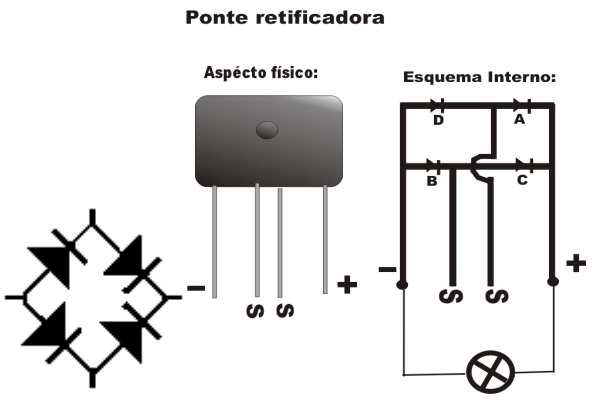
Observe ainda, que neste caso a distância entre as ondas são menores (tem uma freqüência maior, ou seja, 120 ciclos/seg.)do que no caso anterior RMO. Neste processo melhora-se a qualidade da onda, bem como o rendimento, (69% no caso) com o aproveitamento das ondas negativas.Mesmo assim ainda não temos uma corrente

retificada 100% pura.Continuamos obtendo o que se chama uma corrente retificada pulsante.

a - Retificador de Onda Completa em Ponte.-ROCP. - Na figura abaixo se visualiza, como nos outros tipos, como entra e como sai neste tipo de retificador.

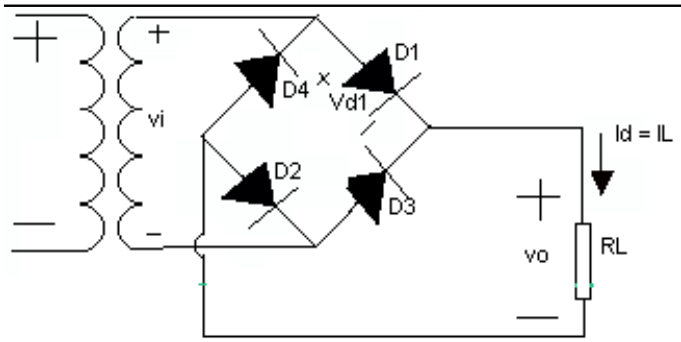


Explicações:
Neste tipo, temos um retificador comum que utiliza para retificação uma ponte retificadora, que é um componente eletrônico com quatro diodos internos dispostos de tal maneira a colocar dois diodos por ciclo ligados via seus anodos(A) ao pólo positivo do secundário do transformador .Desta forma nos semiciclos positivo SCN-temos dois diodos conduzindo e no semiciclo negativo os outros dois também conduzem. Neste processo por termos 4 diodos obtemos um rendimento melhor que o ROCT (cerca de 80%). Antes de prosseguirmos com as explicações de funcionamento deste sistema, mostramos nas figuras abaixo o aspecto, simbologia e esquema de uma ponte retificadora.
Simbologia:

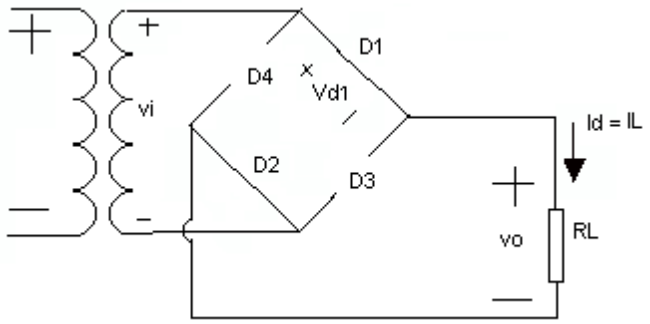




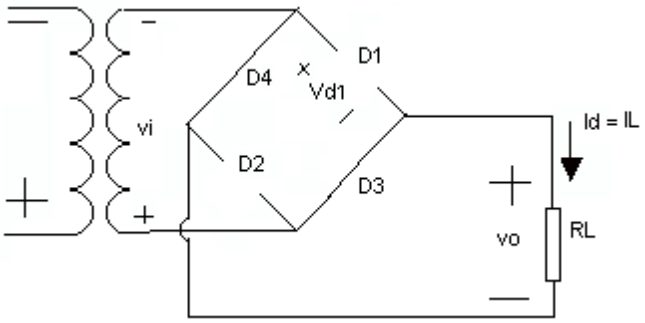
Circuito :___



B - Semiciclo Positivo-SCP. - No esquema abaixo observamos que neste semiciclo positivo os diodos D1e D2 polarizam diretamente e neste caso conduzem corrente os outros dois D3 e D4 polarizados inversamente, abrem.



C - Semiciclo negativo- SCN. - Nesse semiciclo (esquema abaixo) observa-se que os diodos D3 e D4 é que polarizam diretamente (veja que eles estão ligados com o positivo do secundário) e neste caso eles agora é que conduzem a corrente aproveitando o semiciclo negativo(como em ROCT).
Os outros dois D1 e D2, abrem.



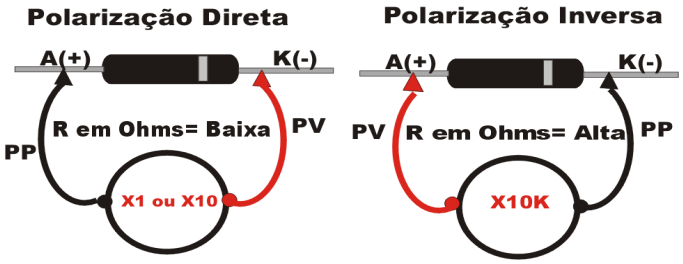
O esquema de entrada e saída das ondas é análogo ao visto para o Retificador de Onda Completa com Tomada. Neste processo também são aproveitadas as ondas de natureza negativa obtendo-se um rendimento maior devido ao numero maior de diodos.Vale salientar que ainda neste processo a corrente obtida ainda não é 100% pura.A corrente é retificada pulsante com freqüência de 120ciclos /seg.
Observamos que para se obter uma corrente realmente retificada a mesma tem ainda de passar por outros processos.

Medição e testes em Diodos.

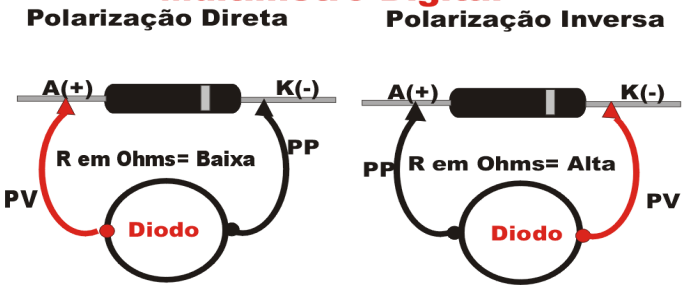
a - Testes em Diodos no geral

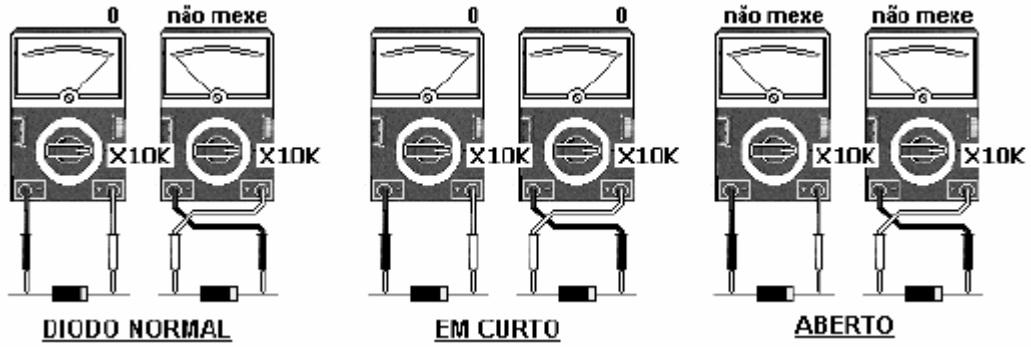
Diodos em Geral

Multimetro analógico



Multimetro Digital

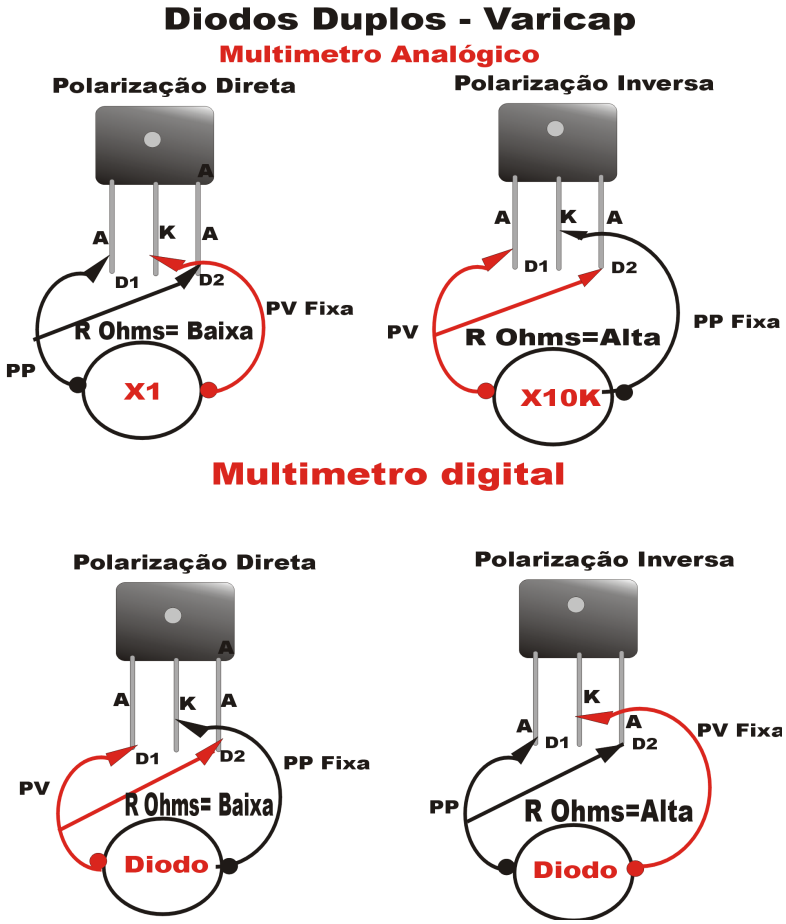




Leitura	*Condição*
Sentido direto – Baixa Sentido Inverso Alta	Bom
Sentido direto e inverso-baixo(próximo a zero)	ou = Curto
Sentido direto e inverso-Alto (próximo ∞)	ou = Aberto

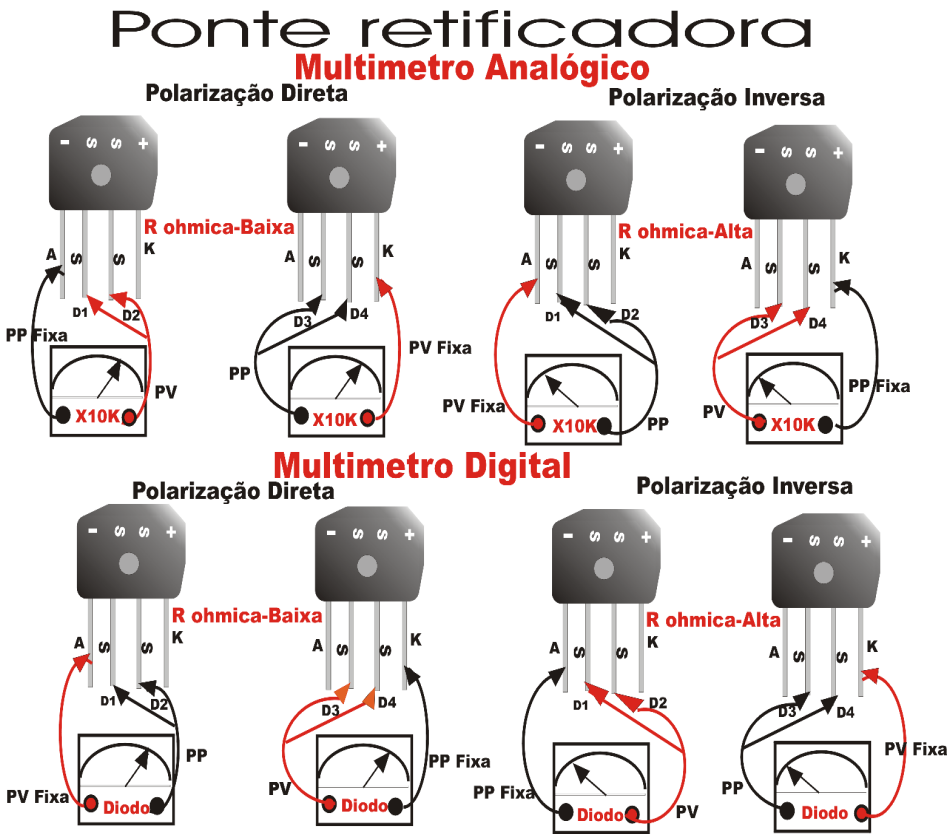
Sentido Inverso abaixo de 10Ω	Fugas

b - Testes em diodos duplos-Varicap



nos testes feitos diodo por diodo (D1 e D2 Direta ou inversamente), pode-se seguir a tabela de defeitos acima. Se um dos diodos apresentar os defeitos acima o varicap está estragado

c - Testes em Pontes Retificadoras:



Nos testes feitos, diodo por diodo (D1, D2, D3 e D4 Direta ou inversamente), pode-se seguir a tabela de defeitos, acima. Se um dos diodos apresentar os defeitos constantes da tabela acima, a ponte retificadora está estragada.

Estudo dos transistores.

Transistor (transference resistor) é um componente constituído de uma pastilha monocristalina de material semicondutor (Germânio ou Silício) com regiões dopadas com impurezas do tipo N e do Tipo P. Os transistores dependendo do fim a que se destina, pode funcionar como:

a) Amplificador de corrente;

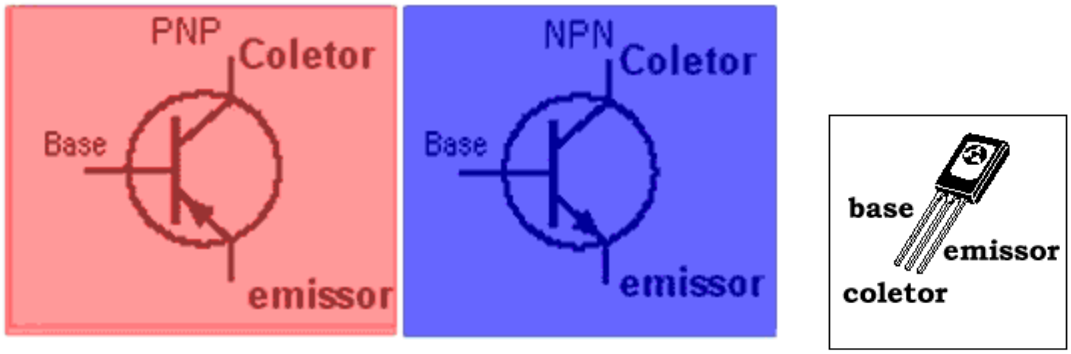
b) Amplificador de sinal;
c) Chave eletrônica..

Tradicionalmente os transistores se dividem em dois(2) grupos: a saber:

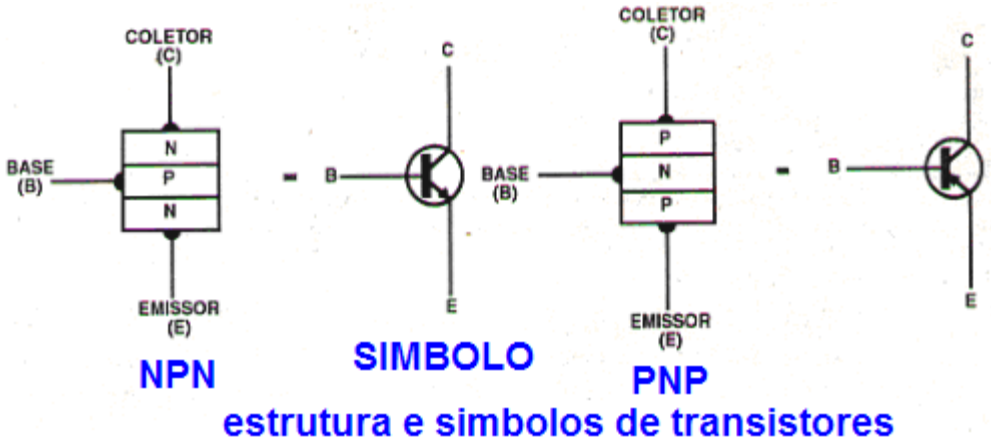
1.Bipolares;
2.Unipolares ou de efeito de campo.

a - Bipolares – são aqueles formados por três (3) regiões semicondutoras de polaridades alternadas existindo entre elas duas junções.As regiões recebem os nomes de emissor (E), Base (B), e coletor (C). Baseiam o seu funcionamento com alimentação de corrente na base.

Símbolo e aspecto :

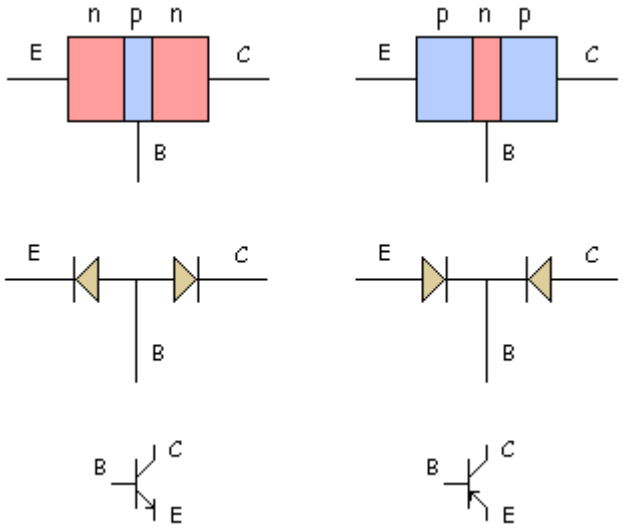


Podemos obter a estrutura indicada de duas formas diferentes, o que leva a dividir os transistores bipolares, *quanto a sua estrutura* em dois tipos: Tipo NPN e o tipo PNP.
Veja as figuras na seqüência:



estrutura e simbolos de transistores

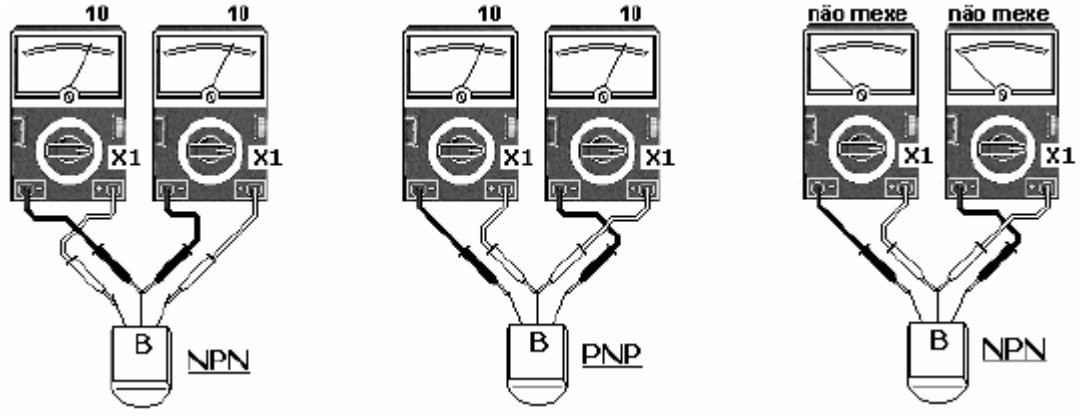
Esquema interno dos tipos NPN e PNP.



b - Base , Coletor e Emissor – Vamos agora entender o que é Base , coletor e emissor.

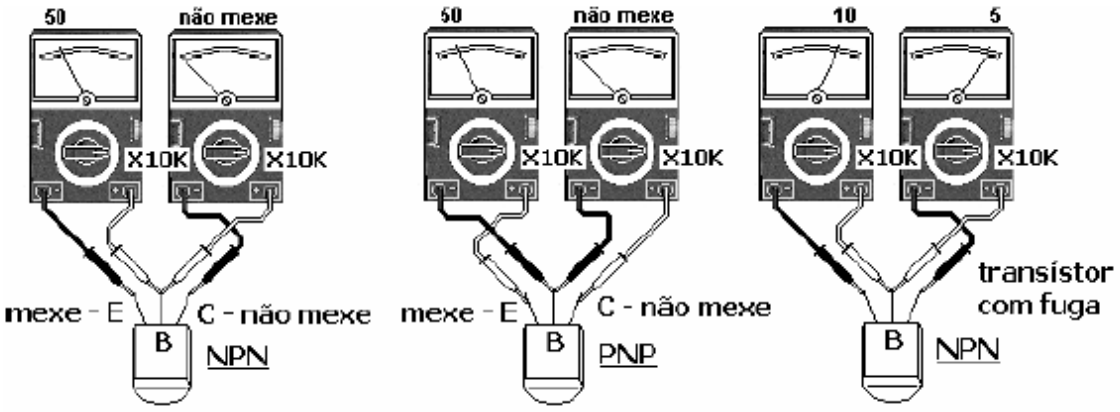
- **Base-** é a parte que controla a passagem da corrente;quando a base está energizada, há passagem de corrente do emissor para o coletor, quando não há sinal não existe essa condução. A base esquematicamente é o centro do transistor.
- **Coletor-** é uma das extremidades do transistor;é nele que "entra" a corrente a ser controlada. A relação existente entre o coletor e a base é um parâmetro ou propriedade do transistor conhecido como β (beta) e é diferente em cada modelo de transistor.
- **Emissor-** é a outra extremidade; por onde sai a corrente que foi controlada.

c - Como testar o transistor com o multímetro.

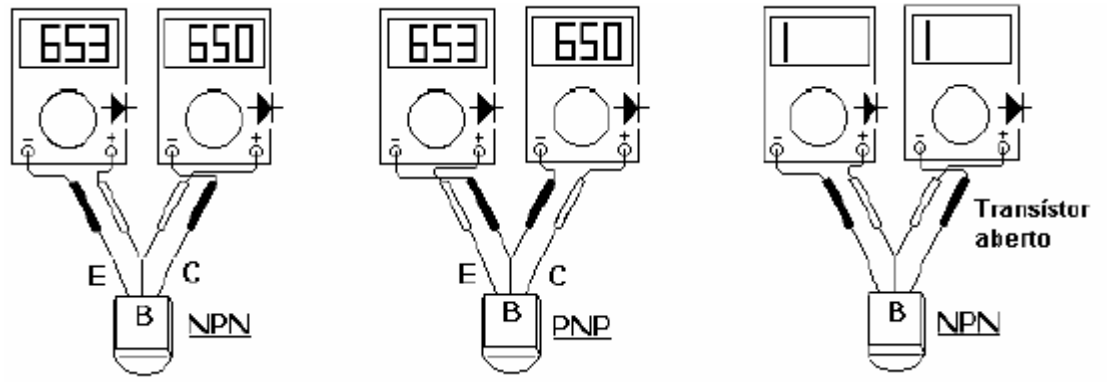


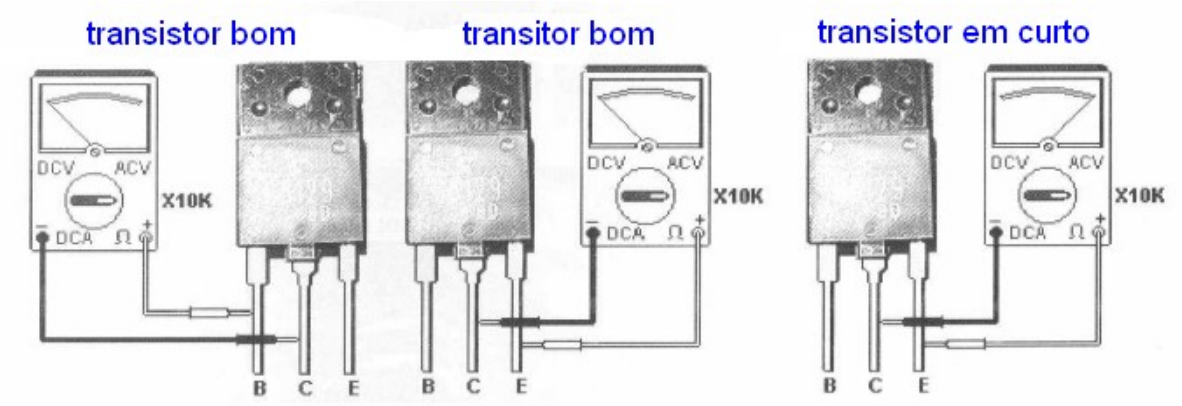
Procurar um terminal que conduz igual com os outros dois. Este é a **base.** Verificar com qual das pontas na base o ponteiro deflexiona. Se for com a **ponta preta** transistor é **NPN.** Se for com a **vermelha** na base, o transistor é **PNP.** Com o mitter digital a posição das ponteiras é ao contrário. **Importante:** O ponteiro só deve mexer com uma das pontas na base. Se mexer com as duas pontas na base, o transistor está em **curto.** Se não mexer com nenhuma, o transistor está **aberto.**

d - Como achar o coletor e o emissor do transistor.- Em X10K, coloque a ponta "invertida" na base e a outra ponta em cada terminal restante. Aquele terminal que o ponteiro mexer é o emissor. Se o ponteiro mexer nos dois terminais, o transistor está com fuga ou em curto. Abaixo temos o teste:



e – Como testar um transistor com o multímetro digital – Usar a escala com o símbolo do diodo. Colocar a ponta **vermelha (se for NPN) ou preta (se for PNP)** na base e a outra ponta nos terminais restantes. Ele deve indicar aproximadamente a mesma resistência nos dois terminais, sendo que o emissor dará maior resistência que o coletor. Na página seguinte vemos como deve ser testado um transistor com este tipo de multímetro.



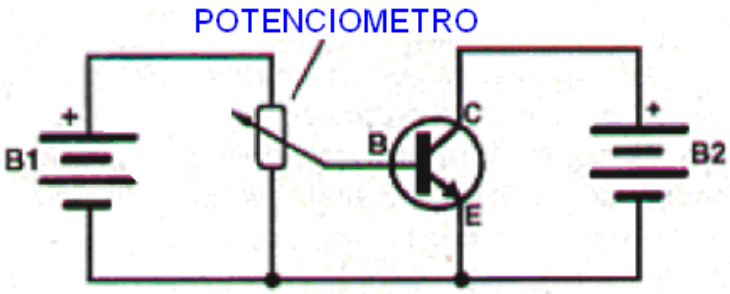


Considerações gerais e Polarização de transistores.

a - Considerações gerais.- Para efeito de um estudo inicial vamos tomar como exemplo uma estrutura NPN, ou seja, um transistor NPN..
Cada uma das junções do transistor se comporta como um diodo, mas quando aplicamos tensões no dispositivo de determinada maneira e as duas junções podem entrar em ação ao mesmo tempo, o comportamento da estrutura passa a ser mais complexo do que simplesmente dois diodos ligados juntos.Para que tenhamos a ação diferenciada destas junções, vamos partir da situação em que o

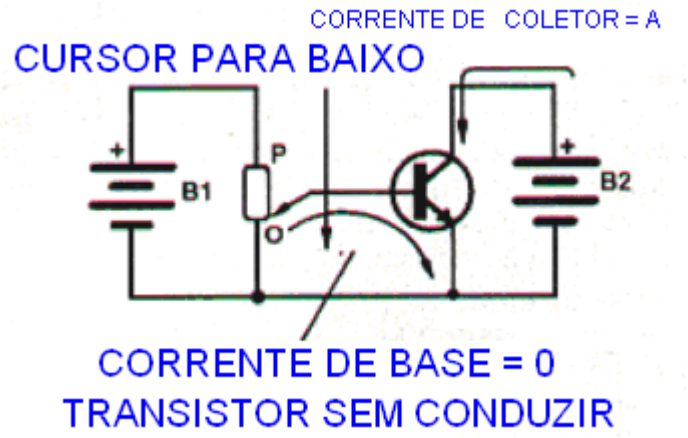
transistor seja alimentado com fontes externas de determinadas polaridades e características. Em suma, para que o transistor funcione, precisamos polariza-lo convenientemente.

b - Polarização de transistores.- Inicialmente vamos fazer uma polarização que nos permite apenas estudar o seu funcionamento. Na prática existem outras maneiras de polarizar os transistores.
Tomando o nosso transistor NPN como exemplo, para polariza-lo ligamos uma bateria de tensão maior (B2) entre o coletor e o emissor e uma bateria de tensão menor(B1) através de um potenciômetro na base do transistor. Veja a figura, na seqüência:

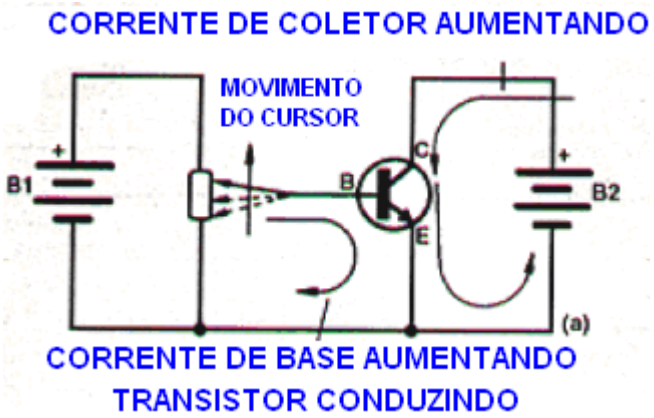


POLARIZANDO UM TRANSISTOR NPN

Vejamos o que acontece: partimos inicialmente da condição em que o cursor do potenciômetro está todo para o lado negativo da bateria B1, ou seja, a tensão aplicada à base do transistor é Zero (0).Nestas condições, a junção que existe entre a base e o emissor, que seria o percurso para uma corrente da bateria B1, não tem polarização alguma e nenhuma corrente pode fluir.**A corrente de base (Ib) do transistor é zero(0).**
Da mesma forma , nestas condições a **corrente entre o coletor e o emissor do transistor**, percurso natural para a corrente da bateria **B2 é nula**. Veja a figura a seguir:

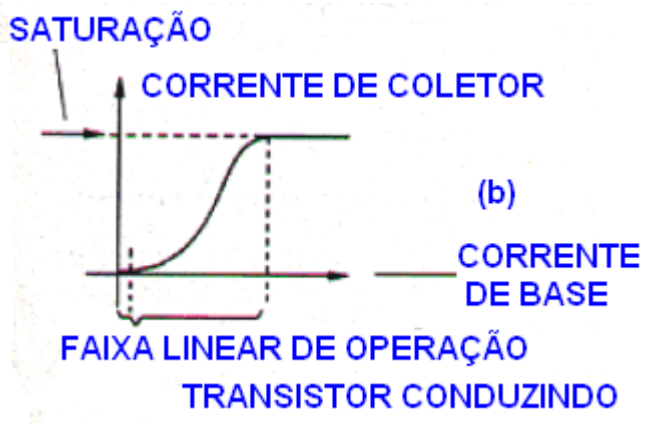


Movimentando gradualmente o cursor do potenciômetro no sentido de aumentar a tensão aplicada à base do transistor, vemos que nada ocorre de anormal até atingirmos o ponto em que a barreira de potencial da **junção emissor-base do transistor é vencida.**(0,2 V para o germânio e aproximadamente 0,7V para o silício).Com uma tensão desta ordem, começa a **circular uma pequena corrente entre a base e o emissor.** Esta corrente entretanto tem um efeito interessante sobre o transistor: uma corrente também começa a circular entre o **coletor e o emissor e esta corrente varia proporcionalmente com a corrente de base.**
Veja a figura, na seqüência:

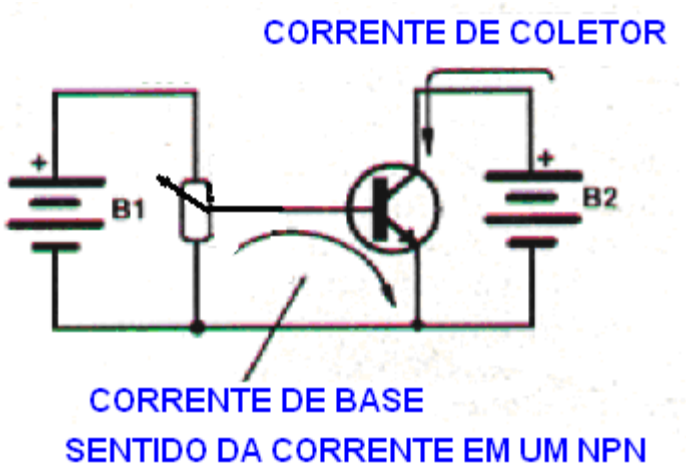


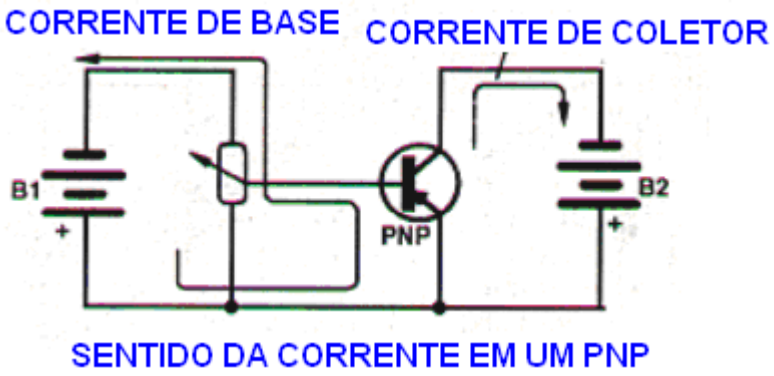
À medida que movimentamos mais o potenciômetro no sentido d**e aumentar a corrente de base,** observamos **que a corrente do coletor do transistor aumenta na mesma proporção.**
Se uma **corrente de base de 0,1mA** provoca uma **corrente no coletor de 10mA,** dizemos que o ganho de corrente ou

Fator de amplificação do transistor é 100vezes, ou seja a corrente de coletor é 100 vezes maior que a corrente de base.
A proporcionalidade entre a corrente de base e a corrente de coletor entretanto não se mantém em toda a faixa possível de valores.
Existe um ponto em que um aumento de **corrente de base não provoca mais um aumento na corrente de coletor** que então se estabiliza. Dizemos que chegamos ao **ponto de saturação**, ou seja, o " transistor satura" Abaixo o gráfico que mostra este fenômeno.



Observe então que existe um trecho linear deste gráfico que é denominado de "Curva característica do transistor".
Na figura a seguir temos o funcionamento de um transistor PNP. Observa-se que a única diferença se o mesmo fosse utilizado no exemplo dado acima, está no sentido de circulação das correntes e portanto na polaridade das baterias usadas.
Observe nas figuras a seguir essas orientações das correntes em um transistor NPN e PNP.





No NPN:

- **Corrente de base-= Ib>> sentido horário.**
- **Corrente de coletor=Ic>Sentido anti-horário.**

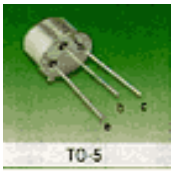
No PNP:

- **Corrente de base=Ib>>sentido anti-horário.**
- **Corrente de coletor.=Ic.sentido horário.**

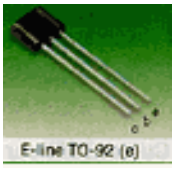
Para finalizarmos o assunto, observamos o seguinte:
a) Quando **Ib = 0 ➔ Ic = 0** . O transistor não funciona, e neste caso se diz que ele funciona como uma **chave aberta** ou representa-se por:

b) **Ib =Cresce➔ Ic= cresce na mesma proporção.**
d)Ib = atinge um determinado valor, (ponto de saturação) e a partir dai mesmo que **aumentemos Ib ➔ Ic= se mantém constante.**
Transistores na Prática.

Os primeiros transistores eram dispositivos simples destinados a operar apenas corrente de baixa intensidade, sendo por isso quase todos iguais nas principais características.
No entanto, com o passar do tempo ocorreram muitos avanços nos processos de fabricação,
que levaram os fabricantes a produzirem uma enorme quantidade de tipos ,capazes de operar com pequenas intensidades de corrente mas também com correntes altas; o mesmo ocorreu com as tensões e até mesmo com a velocidade.
Existem hoje, em termos de tipos de transistores mais de um milhão, o que requer manuais de consultas volumosos quando se quer escolher um determinado tipo.
Assim para facilitar o estudo de transistor na prática é necessário que se divida estes dispositivos em "famílias" em que as características principais se mantém.
Para outras características, as diferenças são normalmente fornecidas pelos fabricantes em forma de folhas de dados chamadas de **datasheets.**
Constam desses datasheets o aspecto físico da família, códigos de identificação, dados de corrente , tensões coletor-emissor, freqüências, material de que são feitos , curvas características, identificação dos terminais etc.
De uma forma geral, na prática apenas algumas centenas podem ser considerados 'principais'e se possuído um bom manual e um bom conhecimento se consegue encontrar sempre um capaz de substituir tipos considerados difíceis.
a - Transistores de uso geral.-são transistores destinados a gerar ou amplificar sinais de pequena intensidade e de freqüência relativamente baixa.







Especificação	Definição	Descrição	Observações
Material	**Pequenas pastilhas**	**Silício Germânio**	**A maioria dos transistores atuais é de silício.**
Aspecto externo	**Invólucros**	**Plásticos Metais**	
Tipo do semicondutor	**conteúdo**	**NPN e PNP**	
Tipos de terminais	**3 terminais**	**Base(B) Coletor(C) Emissor(E)**	**Identificação deve ser feita pelo tipo e varia bastante**
Ic- corrente de coletor .	**Icmax=corrente de coletor máxima.**	**Varia entre: 20mA e 500mA**	
VCEO- tensão entre o coletor e o emissor com a base desligada .	**VCEOmáx tensões máximas de operação**	**Varia entre: 10V e 80V.**	
fT – freqüência máxima ou freqüência de transição	**FTmáx- freqüência máxima que o transistor pode operar.**	**Varia entre 1 e 200Mhz**	
Aplicações	**-**	**-**	**Uso geral ou Áudio**

Os tipos mais comuns desses transistores são:BC548, BC558, BC107, 2SB75, OC74, 2N2222, 2N107 etc.

b - Transistores de Potência- são transistores destinados a operar com correntes intensas mais ainda com sinais de baixas freqüências.

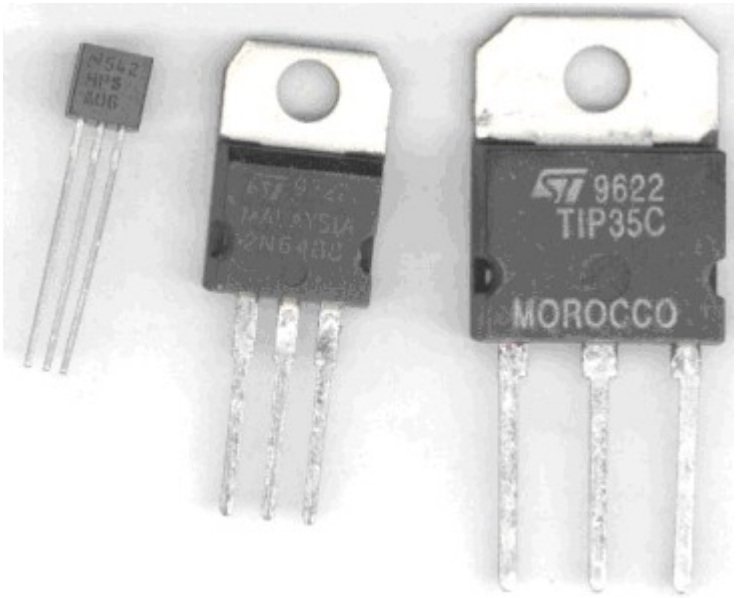










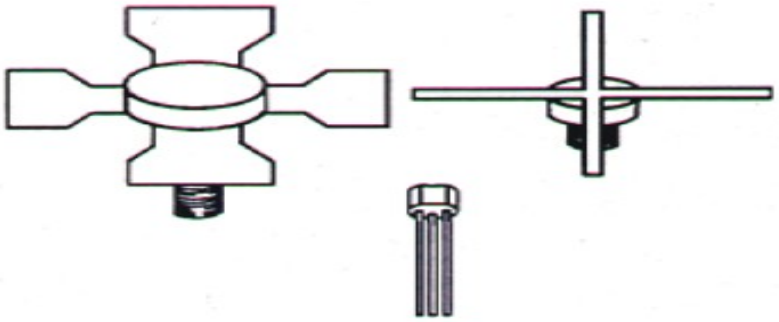


Especificações	Definições	Descrição	Observações
Material	**Pastilhas de diversos tamanhos**	**Silício**	
Aspecto externo	**Invólucros**	**Plásticos Metais**	**Tendem a aquecer(altas correntes) usam invólucro que permitem a montagem em um dissipador(radiador) de calor. (figura acima)**
Tipo do semicondutor	**Conteúdo**	**NPN e PNP**	
Tipos de terminais	**Geralmente três terminais**	**Base(B) Coletor(C) Emissor(E)**	**Identificação deve ser feita pelo tipo e varia bastante**
Hic- corrente de coletor .	**Ecas=corrente de coletor máxima.**	**Máxima = 15A**	
VCEO- tensão entre o coletor e o emissor com a base desligada.	**VCEOmáx tensões máximas de operação**	**Varia entre: 20V e 100V.**	
fT – freqüência máxima ou freqüência de transição	**fTmáx- freqüência máxima que o transistor pode operar.**	**Varia entre100khz 40Mhz**	

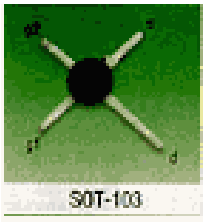
Aplicação			**Amplificadores de Áudio**

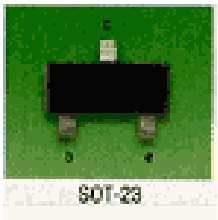
Os tipos mais comuns desses transistores são:TIP31, TIP32, 2N3055. BD135, BD136, AD142, BU205 etc.

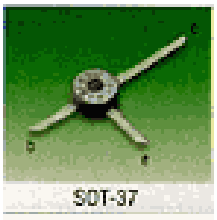
C - Transistores de RF (Radiofreqüência)-são transistores destinados a amplificar ou gerar sinais de freqüências elevadas, mais com pequenas intensidades de correntes.

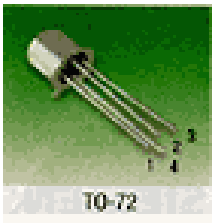


Transistores de RF.









specificações	**Definições**	**Descrição**	**Observações**
Material	**Pastilhas de pequenos tamanhos**	**Silício Germânio *Arseneto de Gálio(GaAS)**	**Em sua maioria. Pouco usados. *Os GaAs já estão sendo usados para fabricação de transistores**

			e são capazes de gerar (amplificar) sinais em milhares de Mhz.
Aspecto externo	**Invólucros**	**Plásticos Metais**	
Tipo do semicondutor	**Conteúdo**	**NPN e PNP**	
Tipos de terminais	**Geralmente 3 terminais.Alguns apresentam 4 terminais. O 4o terminal é ligado à própria carcaça do transistor, de metal, e que serve de blindagem*(ver figura acima)**	**Base(B) Coletor(C) Emissor(E) *Blindagem**	**Identificação deve ser feita pelo tipo e varia bastante**
Ic- corrente de coletor .	**Icmax=corrente de coletor máxima.**	**Máxima = 200mA**	
VCEO- tensão entre o coletor e o emissor com a base desligada.	**VCEOmáx tensões máximas de operação**	**Varia entre: 10V e 30V.**	
fT – freqüência máxima ou freqüência de transição	**fTmáx- freqüência máxima que o transistor pode operar.**	**Chegam até a 1500Mhz**	
Aplicação			**Seletores de TV de UHF e outras aplicações semelhantes.**

Os tipos mais comuns desses transistores são: os BD494, BF254, 2N2218 etc.

d - Classificação quanto à potência de Dissipação.-Ainda se costuma classificar os transistores quanto a sua potencia de dissipação; nessa classificação os transistores podem ser:

a) **Baixa potencia**-ex: BC548;

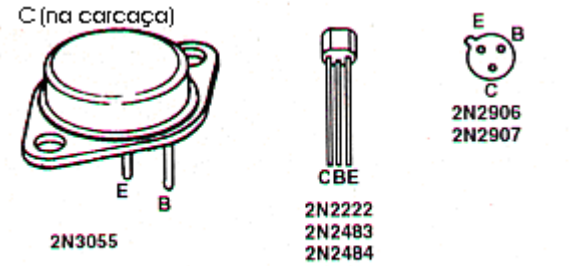
b) **Média potencia**-ex: BD137, BD135, BD139

c) **Alta potencia**-ex TIP120 , TIP121, TIP122, ZN3055, BU205 etc

Códigos, Tipos e Identificações de terminais.

Para usar um transistor é fundamental que saibamos para que serve um determinado tipo e também como identificar os seus terminais.

a - Procedência Americana- usam na sua codificação a sigla **2N** para diferenciar dos diodos que usam 1N..Esta sigla 2N vem seguida de um numero que corresponde ao modelo, porém não serve para informar que tipo de transistor temos; se é de uso geral ou áudio, de potencia ou RF, se é NPN ou PNP, se é de silício ou germânio.Para os transistores, com indicação 2N é necessário consultar um manual, disquetes CD Rom fornecidos pelos fabricantes; ou ainda tentar encontrar essas informações na Internet.Na figura abaixo temos alguns exemplos com indicações dos terminais:



TERMINAIS DE TRANSISTORES "2N"

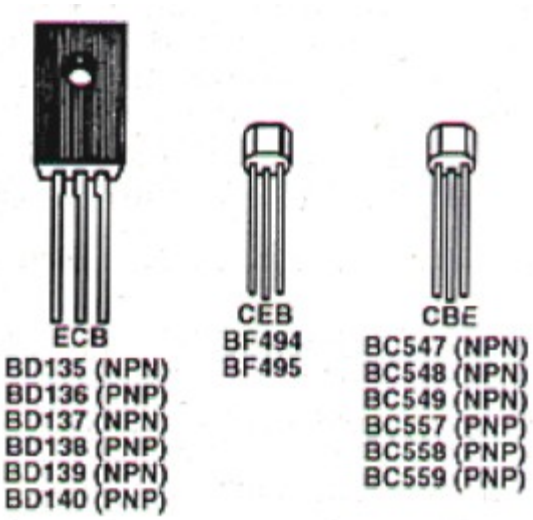
b - Procedência Européia - para esses transistores, o próprio tipo do transistor já fornece muitas informações sobre o que ele é.
Assim, para a **primeira letra** já temos informações do material usado em sua fabricação:

A = Germânio;
B = Silício.

Para a **segunda letra** temos informações se o transistor é de **uso geral (áudio),Potencia** ou **RF:**

C = Uso geral ou áudio;
D = Potência;
F = RF.

Os transistores para aplicações profissionais possuem uma terceira letra indicativa.Para os comuns temos um numero.Damos a seguir alguns exemplos:
BC548 – Transistor NPN de uso geral, de baixa potencia ou áudio.
BD136 - Transistor PNP de potência;
BF254 - Transistor NPN de RF.
Veja que esta maneira de indicar os tipos ainda não diz se ele é NPN ou PNP. O manual ainda é necessário para identificar os terminais.
Na figura a seguir, mostramos alguns transistores de procedência européia com a identificação dos terminais.



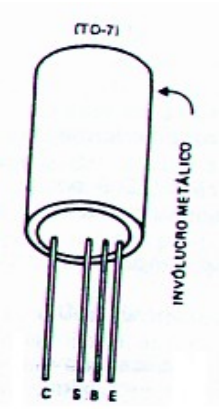
TRANSISTOR DE SILICIO COM NOMECLATURA EUROPÉIA

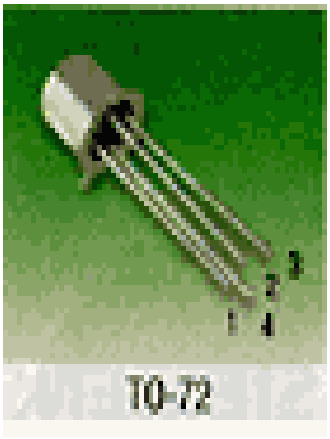
c - Procedência Japonesa - Utilizam a sigla 1S o restante das informações é idêntica ao americano, ou seja, tem que consultar o manual.

Exemplos de siglas de alguns fabricantes:
a) Siemens-BC, BCX,BCU, BD, BF, BFN, BFR, BS, BU, BUW, BCY;
b) Texas - 2N, 3N(MOSFETT), TIS, IN, MN, NP;
c) Motorola - 2N, NJ, MIE, MTN, TIP;
d) Philco - AO, BO, BD, PA, PB, PC, PE;
e) Hitachi -_2SA, 2SD.

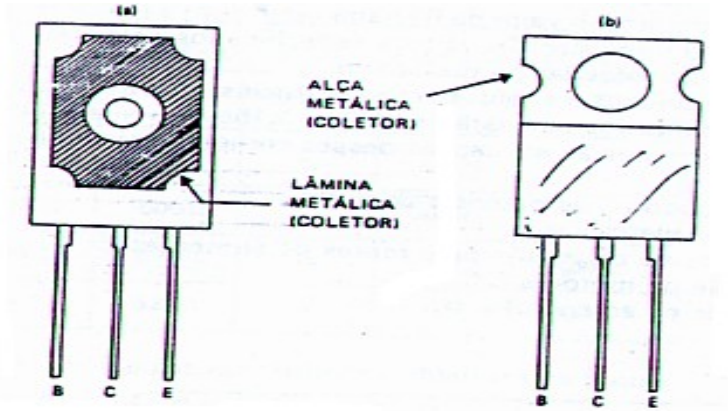
Invólucros dos transistores bipolares características identificadoras.

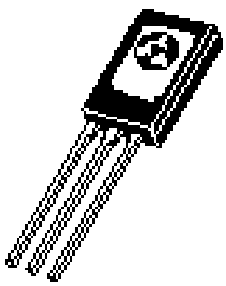
Certos transistores de germânio, utilizados em circuitos de radio freqüência- R.F., possuem um quarto terminal, identificado pela letra S de "shield" (blindagem).Esse terminal encontra-se conectado internamente ao invólucro metálico(TO-7) e, quando ligado à massa, atua como proteção contra campos eletro magnéticos. Exemplos deste tipo são: TO-71, TO 72, AF116, AF117.Veja a figura a seguir:





Para identificar o terminal S, na ausência de informações, basta verificar via teste de continuidade, qual dos quatro terminais tem R= 0Ω em relação à carcaça metálica.
Nos transistores de potência com invólucro plástico,TO126 por exemplo, o coletor normalmente é o terminal do centro.
Para o BD139, BD140 etc., o coletor está ligado eletricamente à uma lâmina metálica que existe em uma de suas faces. Veja a figura a seguir:

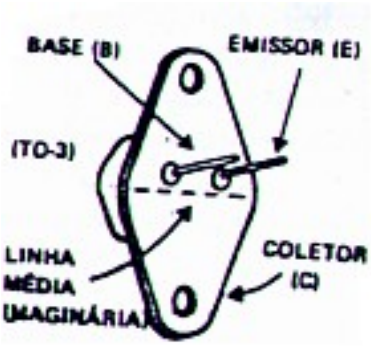


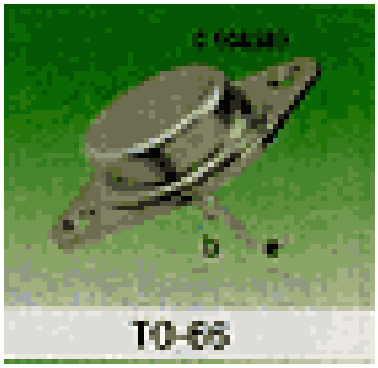




BD 135

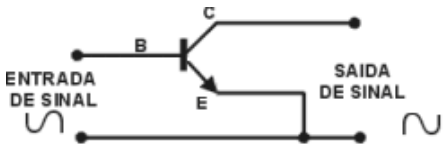
Já no SOT-93, TIP 30, tip31 etc., existe uma alça metálica a qual também está conectado o coletor.Figura acima.
Em ambos os casos, a identificação do coletor é feita verificando-se qual dos terminais apresenta uma resistência nula(R=0Ω) em relação a lâmina ou à alça metálica, via teste de continuidade.
Os transistores de potência com invólucro metálico (TO-3, TO-66 por exemplo), possuem apenas dois terminais típicos: emissor (E) e base (B), como indicador. O terceiro terminal (coletor) é o próprio invólucro metálico.Veja figura abaixo:





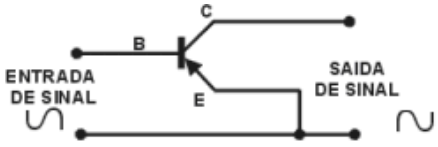
Configuração de transistores em circuitos.

a - Emissor comum.- Nesse caso o sinal entra, entre a base e o emissor e sai entre, o emissor e o coletor. Como o emissor é o elemento comum na entrada e na saída este tipo de configuração é chamada de *Emissor comum*.



EMISSOR COMUM

NPN



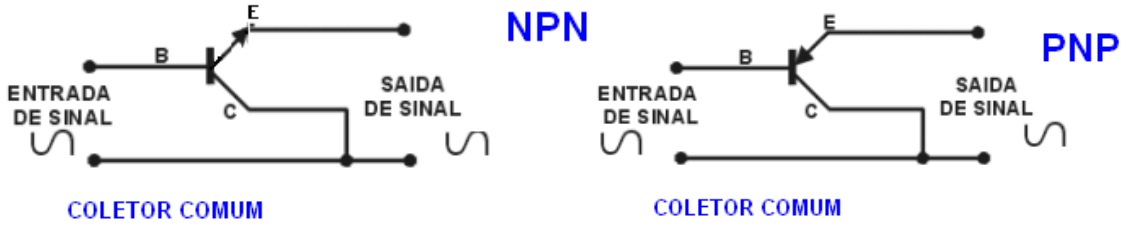
PNP

EMISSOR COMUM

No esquema emissor comum a **fase do sinal de saída é invertida em relação à fase do sinal de entrada** , tem

como características principais **elevados ganhos de tensão e de corrente.** É a mais comum e também é a que produz maior ganho de potência.

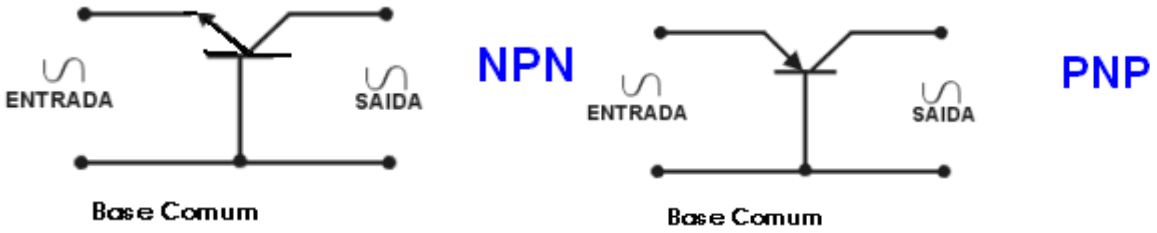
b - Coletor comum.- Nesta configuração o sinal é aplicado entre a base e o coletor e é retirado entre o emissor e o coletor.O coletor é então o elemento comum à entrada e saída do sinal e a configuração por isso recebe o nome de *coletor comum.*



COLETOR COMUM COLETOR COMUM

A fase do **sinal de saída, nesta configuração é a mesma do sinal de entrada,** ou seja , não há inversão de fase.Tem como características um **ganho de corrente muito alto,** o que quer dizer que pequenas variações da corrente de base provocam variações muito maiores da corrente do coletor, e ainda um **ganho de tensão não tão elevado** como no emissor comum. Apresenta também, um **ganho de potência não muito alto.**
Obs.: Esta configuração também é chamada de "seguidor de emissor".

c - Base comum.- Nesta configuração o sinal é aplicado entre o emissor e a base e é retirado entre a base e o coletor. Como vemos , a base é o elemento comum, o que acarreta a denominação dada à configuração de "base comum"



Base Comum Base Comum

Não há inversão de fase para o sinal amplificado. Como características temos que nesta configuração temos um **bom ganho de tensão,** mas o **ganho de corrente é inferior à unidade..**No geral obtemos então um ganho de **potência**

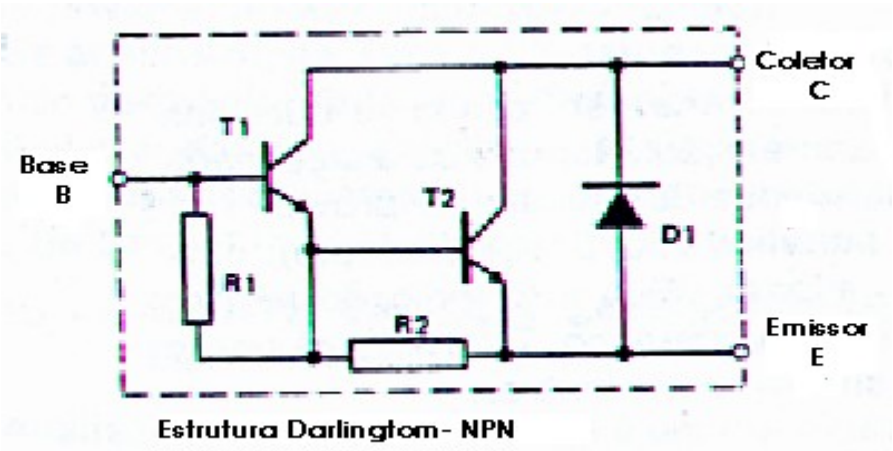
menor que o da configuração de emissor comum, porém maior do que o da configuração de coletor comum.

Transistores Darlington.

É um tipo de estrutura de transistor, constituído por dois transistores (T1 e T2), dois resistores (R1 e R2) e um diodo (D1), contidos em uma única pastilha de silício e interligados de modo a formar um **transistor de potência** com **elevado ganho de corrente contínua C.C.**
Os invólucros dos transistores Darlington podem ser do tipo metálico (TO-3 por exemplo) ou do tipo plástico (TO126). Como ocorre com os transistores bipolares.

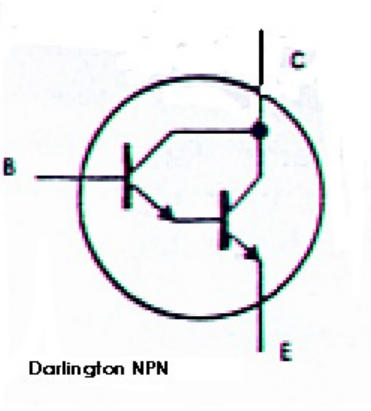
a - Estrutura interna, símbolo e aspecto de um Darlington NPN.

Estrutura Interna.



Estrutura Darlingtom- NPN

Símbolo e Aspecto.



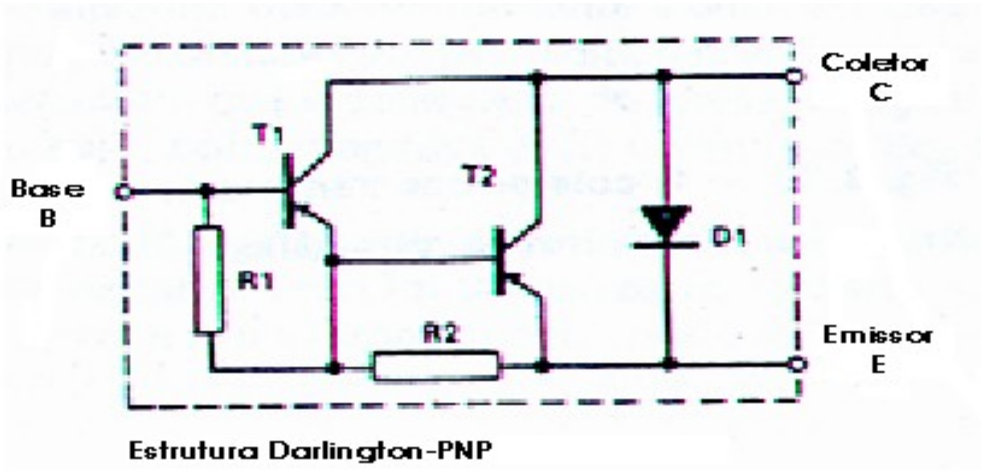




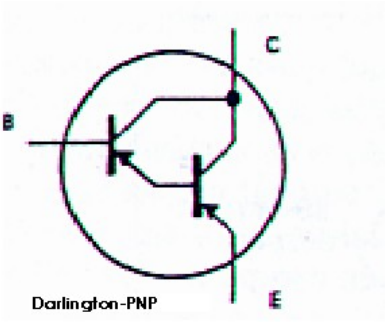
Neste tipo de Darlington NPN (ver figura acima) T1 e T2 são NPN e o anodo de D1 está conectado ao emissor de T2.

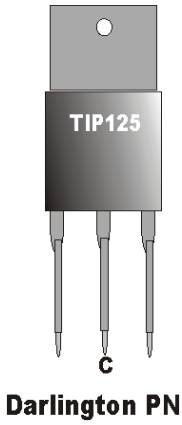
b - Estrutura interna, símbolo e aspecto de um Darlington PNP.

Estrutura Interna.



Símbolo e Aspecto.





Darlington PNP



Neste tipo de Darlington PNP (ver figura), T1 eT2 são PNP e o anodo de D1
está ligado ao coletor de T2.

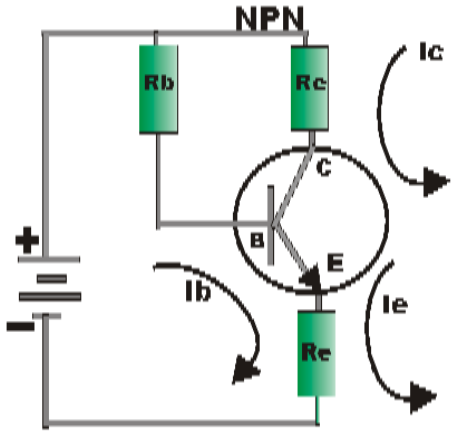
Para as duas estruturas NPN e PNP o valor de R2 é praticamente insensível às variações de temperatura e das tensões aplicadas ao componente. Dependendo do fabricante, o seu valor está compreendido entre 50-200Ω.
Por outro lado, o valor de R1 varia tanto com a temperatura como com as tensões aplicadas no transistor. Os valores especificados pelos fabricantes vão desde alguns quiloohms até dezenas de quiloohms.

c - Aplicações dos transistores Darlington.

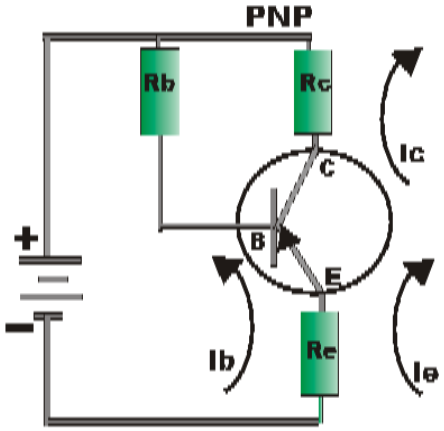
São inúmeras as aplicações desses componentes. Entre elas, destacamos as seguintes:

- Amplificadores de potência de áudio;
- Ignições eletrônicas;
- Reguladores de tensão para fontes de alimentação;
- Controle de motores C.C.;
- Controle de solenóides.

Polarização, sentido da corrente e nomenclatura de transistores bipolares.



Ib – Sentido horário;
Ic = sentido anti-horário;
Ie = Sentido anti-horário



Ib – Sentido anti- horário;
Ic = sentido horário;
Ie = Sentido horário
a - Nomenclaturas:

Ib = Corrente de base;
Ic = Corrente de coletor;
Ie = Corrente de emissor;
Rb = Resistor de base;
Rc = Resistor de coletor;

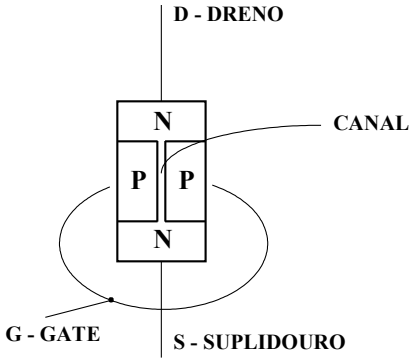
Re = Resistor de emissor;
Vbe = tensão base/emissor.
Vce = Tensão coletor/emissor;
Vcb = Tensão coletor/base.

FET – Transistor de efeito de campo.

Os transistores de Efeito de Campo, JFET e MOSFET's, tem como características básicas e controle de uma corrente por um campo elétrico aplicado. A corrente flui entre os terminais chamado **Suplidouro - S**, e **Dreno - D**, e o campo devido a uma tensão aplicada entre um terminal de controle, a porta **"Gate" - G**, e o suplidouro. Este compartimento é análogo a das válvulas eletrônicas pentodo.
A vantagem prática dos FET's que os torna cada vez mais comuns, principalmente os MOSFET's, sua alta inpedância de entrada, não é necessária praticamente nenhuma corrente de entrada na porta para o controle da corrente de dreno.

O JFET

O primeiro FET desenvolvido foi o de junção, FET (Junction Field Efect Transistor). Há dois tipos: Canal N e Canal P.
Sua estrutura consiste numa barra de material semicondutor N (ou P), envolvida no centro com material P (ou N), a região N (ou P) esta parte, estreita, é chamado canal, por influir a corrente controlada.



Estrutura do JFET canal N

Obs.: No FET de canal P invertem-se camadas semicondutores N e P

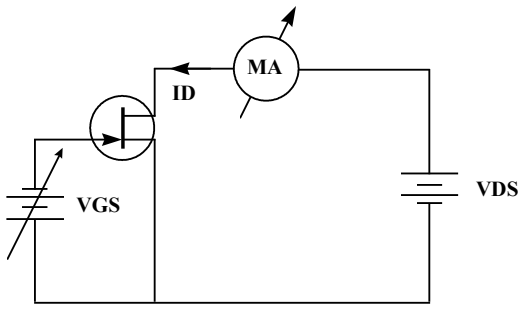
Símbolos:



CANAL N **CANAL P**

Note que em torno de um canal forma-se uma região de potencial na junção PN. Esta barreira restringe a área de condução de canal ao outro.

a – FUNCIONAMENTO.

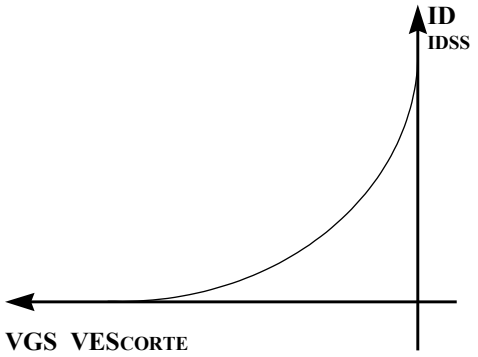


Na figura acima temos o circuito de teste JFET com uma fonte variável Ves, que controla a corrente do canal ID. Note que Ves, é na polarização reversa (- no gate P).
Inicialmente fazemos Ves = 0. O canal N está normalmente aberto, pois a barreira de potência é mínima, assim, circula uma corrente máxima chamado IDSS, característica do JFET para Vds.
Agora vamos aumentar Ves, fazendo que a largura da barreira de potencial aumente. Então a área de condução diminui, que diminui a corrente de dreno. O campo elétrico entre a porta e o supridouro repele elétrons ao canal, nas proximidades da junção e a corrente fica

confinada ao centro, diminuindo. Este é o efeito de campo, que dá nome ao transistor.
Quando maior a tensão reversa Ves, menor a corrente de dreno, com Vds fixa. Se aumentarmos gradualmente, chegará num ponto em que a corrente se anulará. A tensão Vgs nesse ponto é chamado Vgsoff ou Vgscorte, a tensão de estrangulamento do canal, ou de corte.

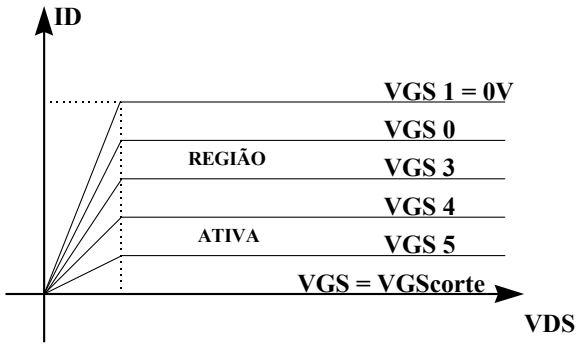
b - CURVAS CARACTERÍSTICAS.
Há dois tipos:

- Transcundância;
- Dreno.



Curva de Transcundância

Esta curva, válida para Vds > Vgs de corte, descreve o controle de corrente de dreno pela tensão porta / apridouro. É a curva da região ativa do JFET.



Curva Característica de Dreno

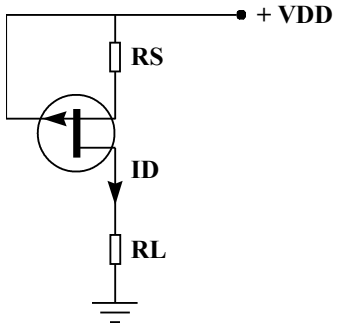
É análoga à característica de coletor do transistor bipolar, e semelhante à característica de placa e uma

válvula pentodo. Descreve o comportamento nas três regiões de operação, para diversos valores de Vgs.

c - REGIÃO DE OPERAÇÃO - Na região ativa, a corrente de dreno é controlada pela tensão Vgs, e quase não varia com tensão Vds (compartimento de fonte de corrente controlada). Nesta o JFET pode funcionar como multiplicador de fonte-de-corrente.
O JFET está nesta região quando Vds > Vescorte nas curvas características é a parte horizontal da curva para uma certa Vgs (toda a área fora de saturação, hachurada, e entre as curvas Vgs1 e Vgs6)
A saturação ocorre quando Vds < Vgscorte. Aqui a corrente ID depende tanto de Vgs como Vds (comportamento de resistor controlado). Nas curvas características de dreno, é a reta inclinada que une cada curva a origem do gráfico. Repare que as inclinação, relacionada à resistência do canal, é diferente em cada uma das curvas (valores de Vgs). Nesta região, o JFET atua como resistor controlado por tensão, ou chave, conforme a aplicação.
Quando Vgs □Vgscorte, o JFET está na região de corte, e a corrente de dreno é nula. Usada na operação como chave (alternando com a saturação - chave fechada).

d - APLICAÇÕES

1) Fonte de Corrente:



O valor de RS e a curva do JFET determinam a corrente ID.

O circuito opera o JFET fica na região ativa, ou seja, Vds> Vgscorte, isso impõe limite ao valor de RL.

O circuito é usado em polarização, sendo freqüência dentro dos amplificadores operacionais e outros CI's analógicos.

2) Amplificadores:

Na operação como amplificadores, usamos o conceito da Transcondutância, que define o ganho dos FET's.

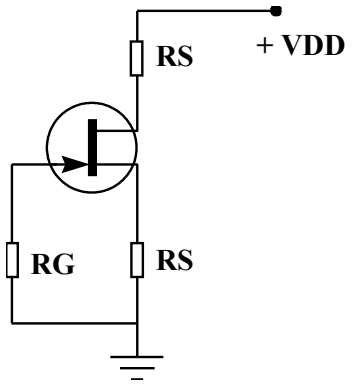
$$gm = \frac{\triangle ID}{\triangle VGS}$$

A Transcondutância, gm ou □..é a relação entre a variação na corrente Id e a variação em Vgs que a provoca.
Nos FET, a Transcondutância é maior para tensão Vgs de polarização menor e corrente ID maior.
Assim, o ganho é determinado pela polarização como nos bipolares e válvulas), e o tipo de FET.

Polarização: A corrente de dreno de JFET segue a relação quadrática.

$$ID = IDSS \left(1 - \frac{VGS}{VGS\ corte}\right)$$

Os valores de IDSS e Vgscorte variam conforme o tipo e o exemplar, dentro de limites amplos.
Uma polarização somente pode ser feita através de ajuste de trimpot, ou através de uma fonte de corrente com bipolar.
O tipo mais comum é a autopolarização.



Obs.: Nos amplificadores dreno comum Rd não é usado. Ele não altera a corrente de dreno.
A corrente circula em Rs, surgindo uma queda de tensão nele. A porta está aterrada através de Rg, e então a tensão em Rs aparece entre S e G, polarizando o JFET com uma tensão reversa, que se opõe à corrente de dreno (Suplidouro), regulando-a através de realimentação negativa. A corrente então fica dada pelas características do FET e o valor de Rs.
Também se usa polarização por divisão de tensão, semelhante à usada com transistor bipolar, mas menos exata (pouco melhor que a autopolarização).

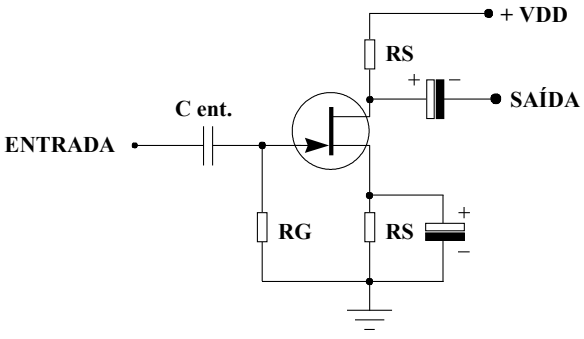
Supridouro comum:

É a mais usada, pois oferece ganho de tensão.
O sinal de entrada é aplicado entre a porta e o Suplidouro, e a saída colhida no dreno. A fase é invertida.
A impedância de entrada é muito grande, já que a junção porta-suplidouro está polarizada reversamente, circulando apenas uma desprezível corrente de fuga. Na prática, a impedância é dada pelo resistor RE de polarização. Já a de saída é um pouco menor que RD.
O ganho de tensão é dado por:

$$\mathbf{G = - gm\ RD}$$

Seu valor na prática fica entre 3 e 30 vezes, em geral (bem menor que no bipolar).

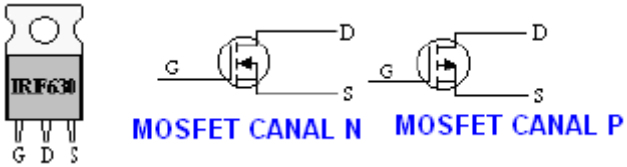
É comum na entrada de instrumentos de medição, e dentro de C.I. analógicos, pela alta impedância.

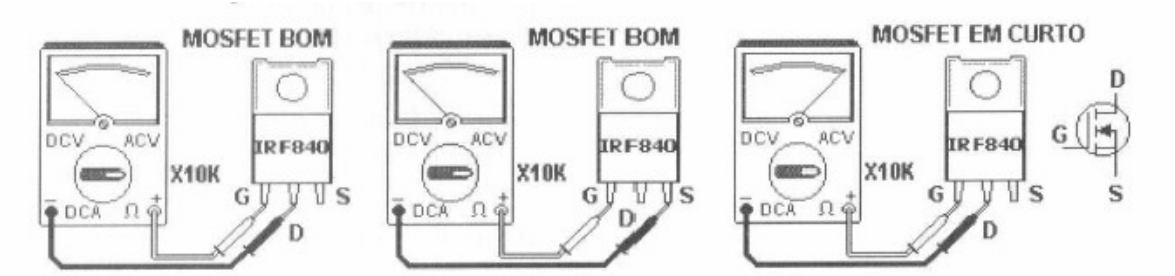


Obs: Cent. pode ser omitido, em algumas aplicações. Nos amplificadores com acoplamento direto, todos os capacitores são dispensados, mas o ganho diminui.

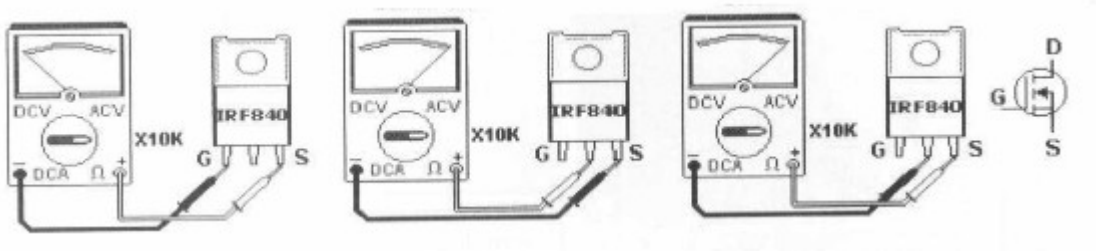
Mosfet (metal oxido silício).

É similar ao fet já visto porem com o terminal do gate isolado dos outros dois por uma fina camada de óxido de silício. Esta camada é sensível a estática. Os MOSFETs de potência são usado como chaveadores de fontes de alimentação devido ao seu consumo reduzido e alta impedância de entrada.
Veja a baixo: O código dos MOSFETs pode começar com **IRF**, **2SK**, **BUZ**, etc.

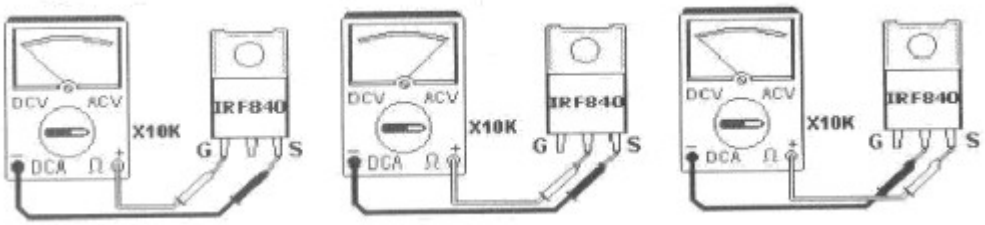




Teste do mosfet canal n, o gate (G) não deve conduzir com o dreno (D) e source (S).



Aplicando disparo no gate o mosfet aciona e o ponteiro movimenta nos dois sentidos .



Retirando disparo o mosfet desliga e entre dreno e sourceo ponteiro so mexe em um sentido.

Circuitos integrados ou chips.

Ao mesmo tempo em que os computadores transistorizados eram cada vez mais utilizados em todo o mundo, um outro grande avanço tecnológico ocorria: a corrida espacial.
Norte Americanos e Soviéticos lançavam seus foguetes rumo ao espaço. A miniaturização de componentes eletrônicos era cada vez mais importante, no caso de um computador ser colocado a bordo de um foguete.
Seria totalmente inviável levantar vôo carregando um enorme computador construído a válvula. Sendo viável apenas com computadores menores o que aconteceu com o advento dos computadores transistorizados, e ficaria ainda melhor com os computadores que pudessem ser menores.

Por conta disso a ***NASA (Agencia Espacial Norte Americana)*** gastou bilhões de dólares com seu programa espacial, contratou empresas fabricantes de transistores para que realizassem uma miniaturização ainda maior.
Na ocasião, A TEXAS Instruments, até hoje um a líder mundial em microeletrônica, foi uma das pioneiras a criar os primeiros Circuitos Integrados, também chamados de CHIP's.
Basicamente, um circuito integrado é um pequeno componente eletrônico que possui em seu interior, centenas e até milhares de transistores.
Enquanto um transistor é equivalente a uma válvula e tem comparativamente um tamanho bem menor, um CHIP dos mais simples tem um tamanho um pouco maior e possui internamente centenas de transistores, vimos na figura abaixo cada um deles.
Os primeiros ***CHIPS*** dos anos 60 tinham em seu interior, dezenas ou centenas de transistores. Já o processador Pentium, um moderno CHIP dos anos 90, contém em seu interior, nada menos que 3.500.000 transistores!
Quanto às categorias dos CHIPS podemos dividi-los em:

***SSI* – Short Scale of Integration**, ou integração em baixa escala. Esses Circuitos Integrados contém em seu interior apenas algumas dezenas de transistores.
***MSI* - Medium Scale of Integration**, Integração em média escala. Circuitos integrados com integração em média escala, contém algumas centenas de transistores.
***LSI* - Large Scale of Integration**, ou integração em alta escala. Contém em seu interior alguns milhares de transistores.
VLSI – **Very Large Scale of Integration**, ou Integração em altíssima escala eles contém em seu interior algo em torno de dezenas de milhares de transistores.

Nos computadores modernos, quase todos os Circuitos Integrados são do tipo LSI ou VLSI, os Circuitos integrados SSI e MSI ainda são usados, porém em baixíssima escala apenas para auxiliar os LSI e VLSI.
Todos esses componentes que vimos são chamados de semicondutores, pelo seu modo de operação.
Entendemos por "circuito discreto" aquele que é construído pela interligação de componentes discretos (transistores, resistores, etc.), numa base de montagem

qualquer, por exemplo, uma placa de circuito impresso. Quando procuramos entender o funcionamento de um circuito assim, devemos nos preocupar com cada componente, verificando a polarização dos transistores, os acoplamentos entre estágios etc.
Este tipo de análise não faz sentido quando se trata de circuitos integrados, principalmente no caso de digitais.
A idéia é encarar um circuito integrado como um componente e não como uns circuitos propriamente dito. Assim da mesma forma que sabemos a propriedade de um resistor de ser um componente que oferece dificuldade a passagem da corrente, obedecendo a lei de Ohm, devemos encarar um CI, como um componente que tem uma certa relação entre a entrada e a saída, relação essa que é dada por uma tabela-verdade característica desse tipo de circuito lógico.
O advento dos circuitos integrados, a partir de sua invenção em 1964, vem impondo uma verdadeira revolução às indústrias e demais ramos da ciência. E não é pra menos!
A miniaturização dos componentes eletrônicos com a associação de diodos, capacitores e resistores dentro de uma única pastilha de silício nos levou a um mundo fascinante onde alguns dos integrados chegam a ter hoje, até 450.000 transistores dentro de 4mm2 de área de silício.
Na confecção de CI's a utilização do silício como matéria prima, se deu principalmente, além de suas características técnicas, pelo fato de ser encontrado facilmente na crosta terrestre.
Entretanto, por não se apresentar puro na natureza, para que o silício chegue a condição de material de grau eletrônico, é indispensável que no processo de fabricação de dispositivos semicondutores, o silício seja rigorosamente purificado para atingir o elevado grau de 99,9999999999% de pureza.
A partir daí, são produzidos "Wafers" (biscoitos de várias camadas) e nestes, através de suscetíveis dopagens, são inseridas impurezas pré-determinadas e quantificadas, que serão as responsáveis por centenas de "chips" (pastilhas) de circuitos integrados nele fabricados.

Para a liberação dos chips das wafers, utiliza-se um estilete de diamante que produz cortes nesses biscoitos. A partir de então, os chips são fixados sobre uma base de terminais para que sejam feitas as conexões elétricas entre os pontos de contato do chip e os terminais do invólucro, fim do qual são encapsulados e testados por um controle de qualidade.
Veremos agora um pouco da lógica digital representado por portas lógicas, precisaremos entender um pouco sobre o assunto para entender a representação esquemática dos circuitos eletrônicos, de impressoras, porém não é primordial em uma manutenção, é bom que saiba à nível informativo e como referência futura.
Todo Data Book a respeito destes componentes o aluno encontrará na Internet e você pode imprimir para referência futura.

Famílias lógicas dos integrados.

RTL, (Resistor / Transistor Logic = Lógica Resistor / transistor). Como o seu próprio nome diz, é uma família lógica que se utiliza exclusivamente de resistores e transistores.
DTL, (Diode / Transistor Logic – Lógica Diodo / Transistor). Essas portas lógicas são feitas através da implementação de transistores, diodos e resistores.
TTL, (Transistor / Transistor Logic - Lógica transistor / Transistor *)* Esta família é subdividida em 4 sub-famílias, assim distribuídas:

A) *TTL Standard* (medium – Speed TTL)
B) *TTL de alta velocidade* (High - Speed TTL)
C) *TTL Schottky* (Schottky TTL)
D) *TTL Schottky de baixa potência*(Lower power Schottky)

ECL, *(Emmiter* – Coupled – Lógica de Emissor Acoplado) Essa família utiliza transistores bipolares não saturados, ou seja, funcionam na sua região linear.
MOS, (Metal oxide Semiconductor logic – Lógica Metal – Óxido Semicondutor***).***
O transistor utilizado na fabricação das famílias lógico vista anteriormente, foram do tipo bipolar.
Portanto, essas famílias fazem parte da tecnologia bipolar. A família MOS é totalmente à parte das vistas

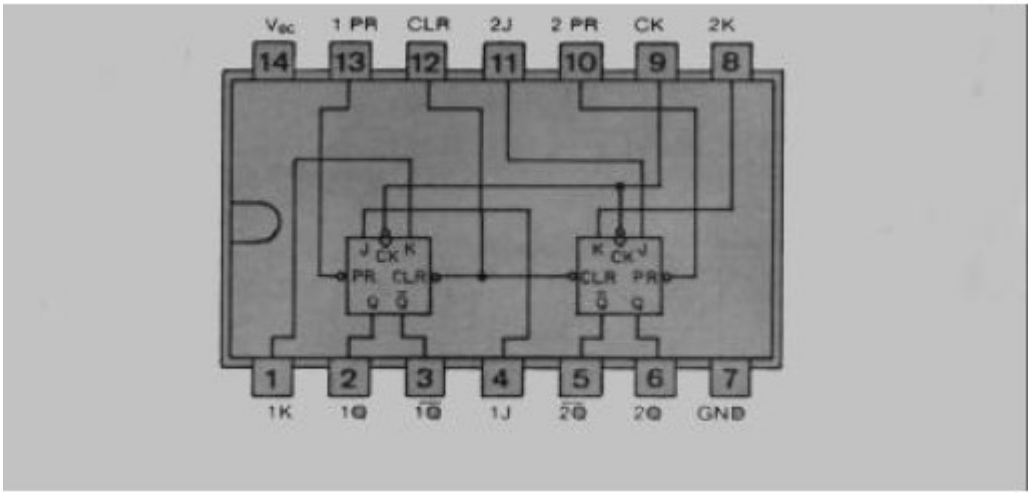
anteriormente, pois é constituída de transistores ***"MOSFET"***. (Transistores que tem um funcionamento diferente, pois empregam um material semicondutor que trabalha com baixíssima corrente de funcionamento, e podem queimar com o simples toque das mãos).
Normalmente com a tecnologia MOS,temos as memórias RAM estática dos computadores (MOS SETUP, CACHE, etc.).
Procedimentos de testes.

O processo de verificação dos circuitos integrados é um pouco complicado pois envolve um certo conhecimento de suas portas lógicas, cremos que o aprofundamento em todas as tecnologia existentes de circuito integrados iria gerar uma demanda de muito tempo em nossos estudos, portanto nos limitaremos a conhecer alguns Circuito Integrados mais comuns, bem como seus equivalentes diretos, etc.

Os Circuitos Integrados mais comuns encontrados nos equipamentos que iremos estudar são:

Família TTL
Família MOS
Os Amplificadores Operacionais
Os Reguladores de tensão

Veremos mais adiante cada uma dessas famílias.



Circuito integrado família TTL.

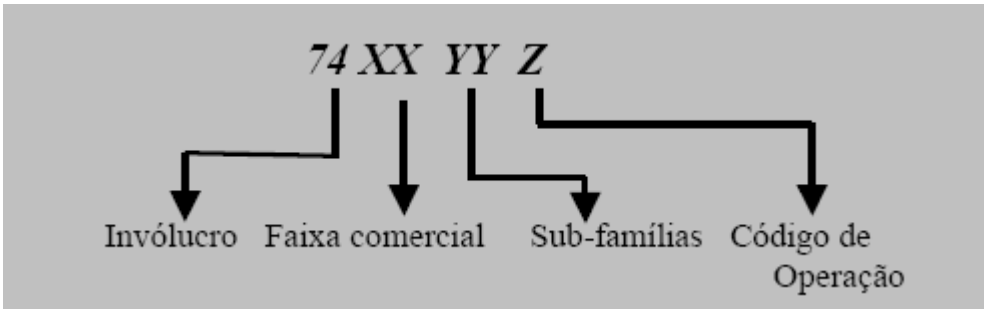
Vale ressaltar que nosso treinamento da eletrônica está voltado a parte em que envolve o hardware dos computadores, monitores e impressoras, a etapa de todos esses equipamentos mais suscetível a problemas, passível em sofrer manutenção é a fonte de alimentação desses equipamentos.
Portanto iremos nos aprofundar o máximo em equipamentos que envolvam componentes analógicos. Entre esses estágios a fonte de alimentação que mais utiliza esses componentes.
Os circuito integrados da família TTL são os mais comuns em computadores e periféricos portanto iremos ver um pouco mais profundamente alguns deles para conhecermos melhor, eles são ideais em circuitos lógicos de computadores, e periféricos por utilizarem uma tensão de alimentação baixa e por trabalharem com portas lógicas necessárias ao funcionamento da lógica digital.

Circuitos integrados mais utilizados.

Já foi dito anteriormente, as várias famílias de circuitos integrados digitais. Dentre estas famílias duas são as mais conhecidas aqui no Brasil: a **TTL** e a **CMOS.** Veremos abaixo alguns desses componentes.
Muitas são as indústrias que fabricam circuitos integrados de tecnologia TTL; Texas Instruments, Motorola, Fairchild, Signetics, RCA, etc..., São algumas delas.

Família TTL.

Os códigos usados pêlos fabricantes, são padronizados. É importante que o aluno se familiarize com alguns desses componentes, pois são bem comuns em impressoras e monitores. Aqui no Brasil esses integrados são conhecidos da seguinte maneira:

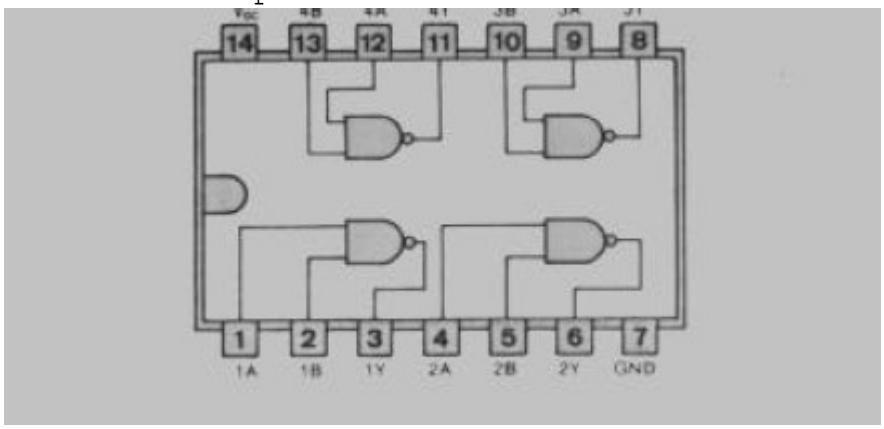


Z = J, N – Plástico, dual In line
Z = W,T – cerâmico.
74XX – TTL Standard (Standard)
74HXX – High Speed (Alta Velocidade)
74SXX – Schottky
74LSXX – Lower Power Schottky (CI de baixa potência)

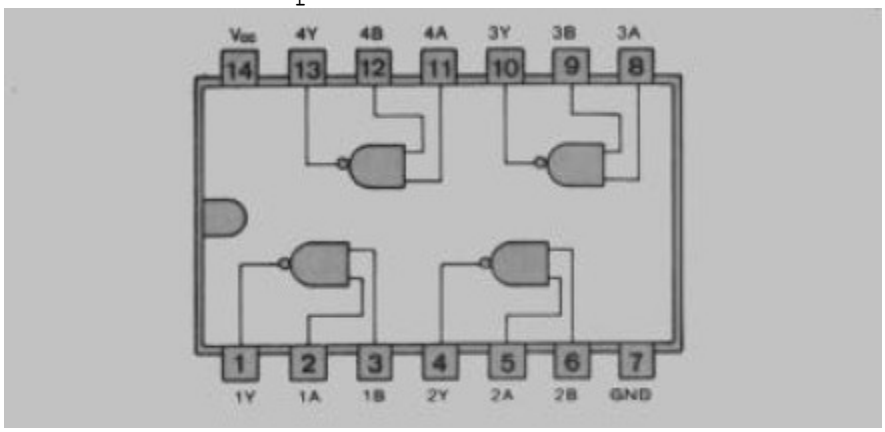
Esses componentes ainda continuam sendo bastante utilizados, no entanto o mais comum é que hoje em dia eles são encontrados em SMD, (Surface Monted Devices, dispositivos soldados ou montados em superfície), ou seja, aqueles pequenos componentes que são soldados diretamente em uma das superfícies de uma placa de dupla face, são componentes miniaturizados que encontramos em diversos equipamentos digitais principalmente computadores, etc.

Veja abaixo alguns circuitos integrados da família TTL.

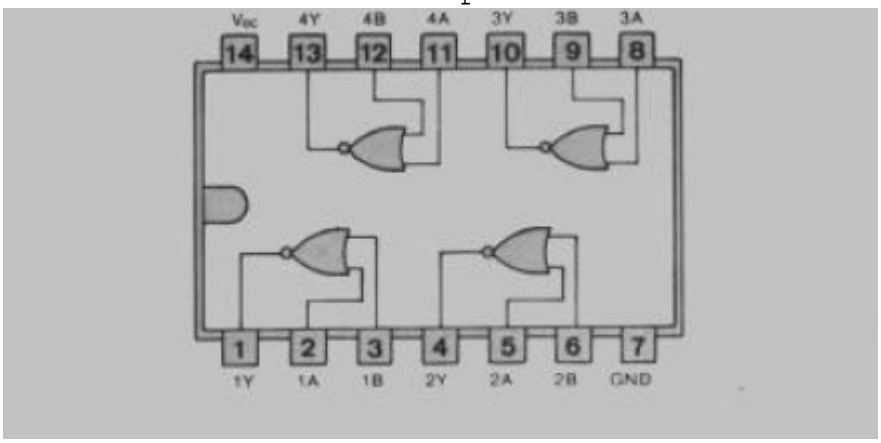
Código	Operação
7400	
74S00	
74LS00	4 portas NAND de duas entradas



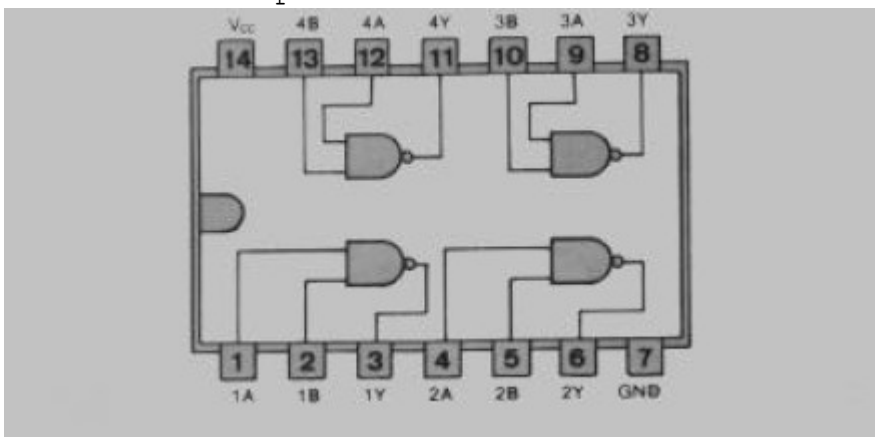
7401
74LS014 portas NAND de duas entradas com saídas em open collector.



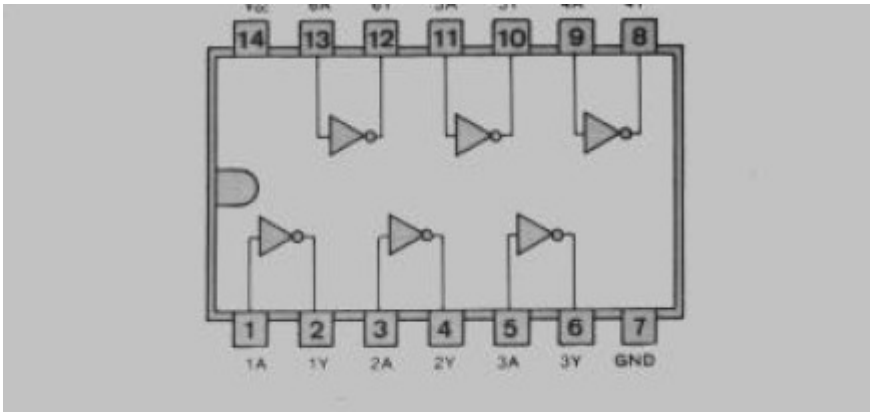
7402
74LS02 4 portas NOR de duas entradas



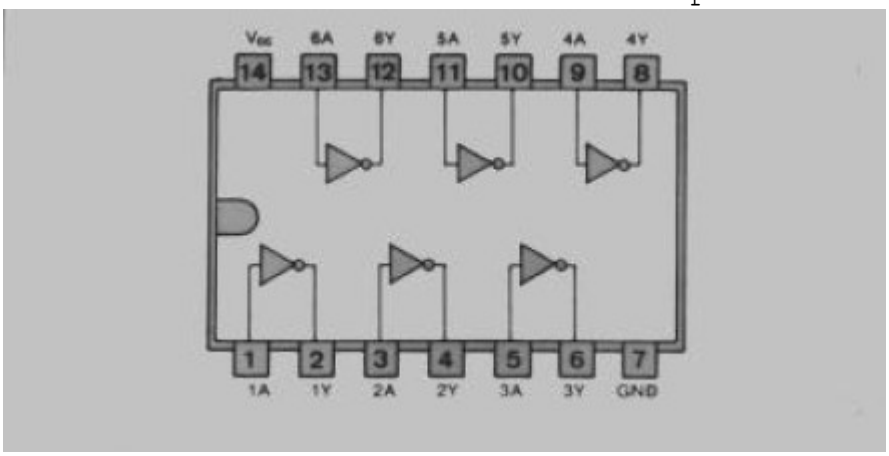
7403
74LS03 4 portas NAND de duas entradas com saída em open collector



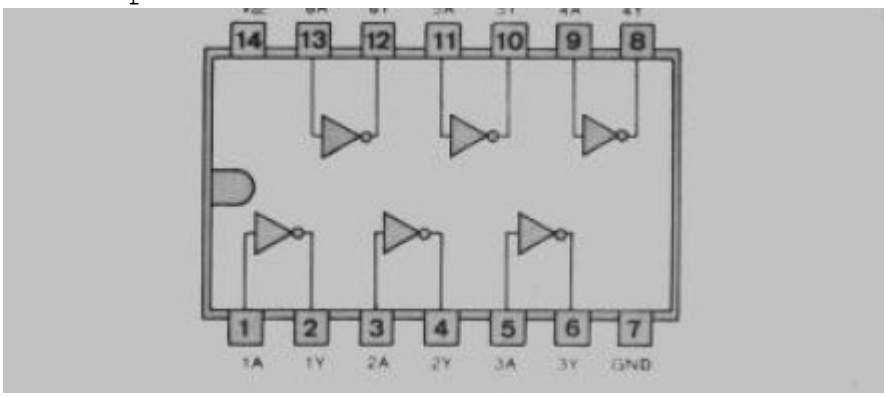
7404
74S04 6 Inversores



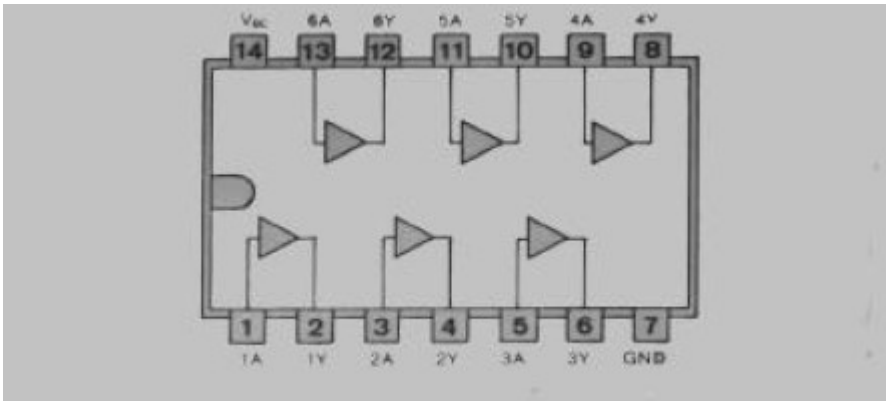
7405
74LS05 6 inversores com saídas em open-collector



7406 6 inversores buffers / drivers com saída em open collector



7407 6 buffers com saída de alta tensão



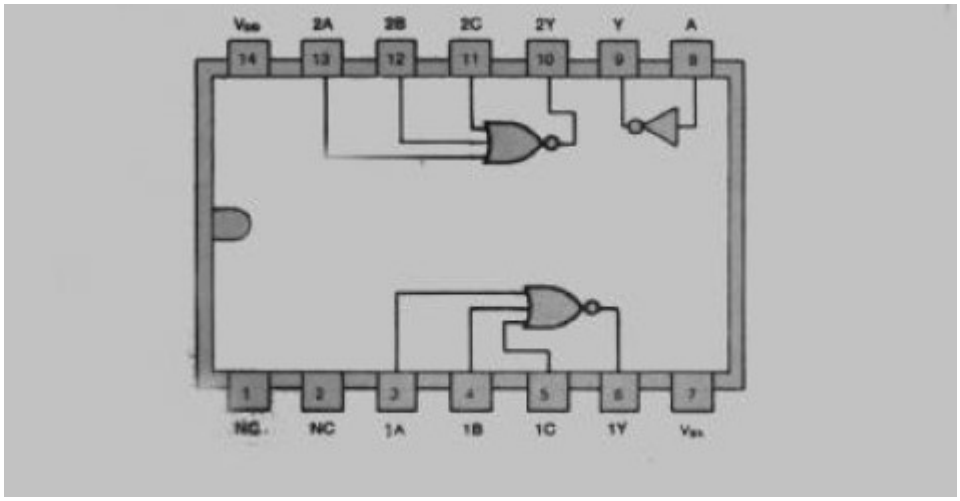
A família TTL estende-se ate o 74LS193, caso o aluno tenha maior interesse em conhecer toda essa família de integrados, será de certa forma interessante a nível informativo, pois como já falamos antes encontramos muitos desses integrados em impressoras matriciais nacionais como as Rima e Elebra.
Refira-se a um Data Book, sobre circuitos integrados e imprima todas as referências sobre esses componentes.

Família CMOS.

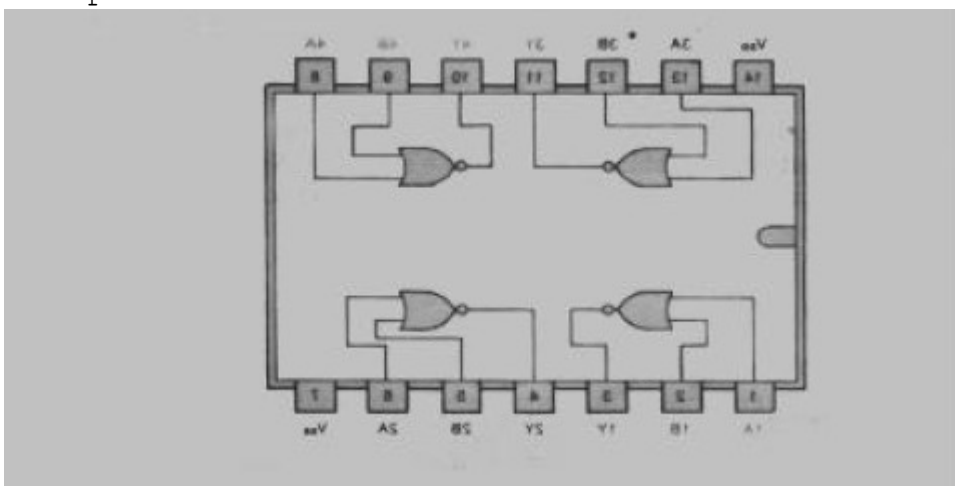
Alguns Circuitos Integrados da família CMOS. Em particular a série 4000 que é a mais conhecida e utilizada aqui no Brasil. Todos os circuitos integrados dessa linha já possuem uma proteção interna contra descarga estática.

Veja abaixo alguns circuitos integrados da família CMOS.

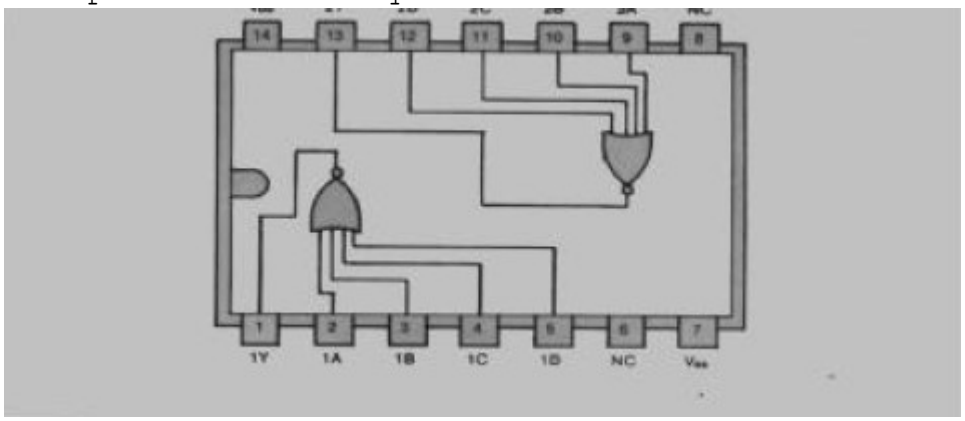
4000 2 portas NOR de três entradas e mais uma porta inversora



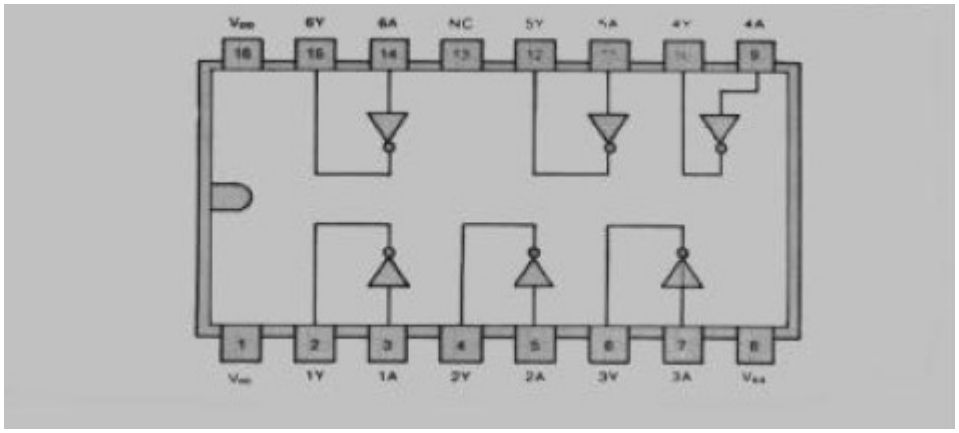
4001 4 portas NOR de duas entradas



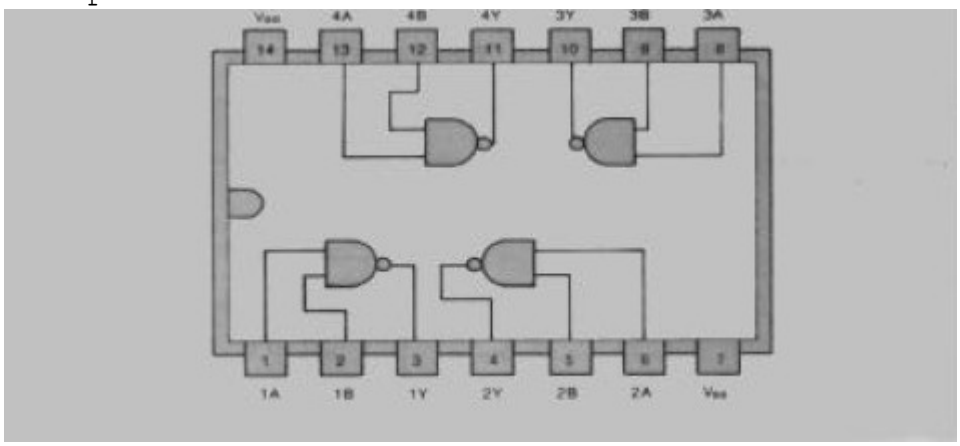
4002 2 portas NOR de quatro entradas



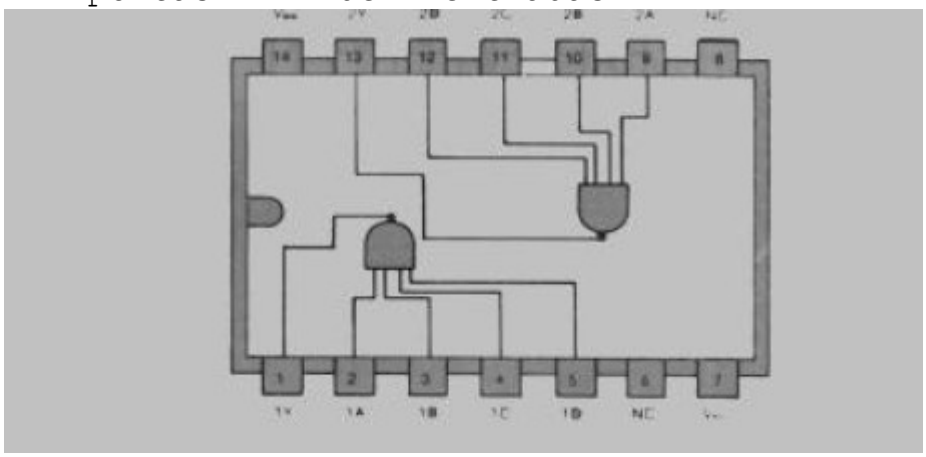
4009 6 buffers inversores



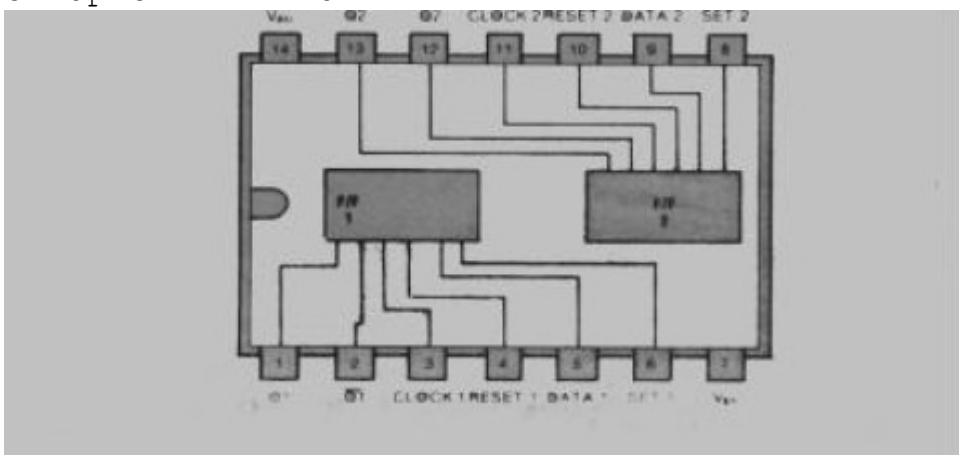
4011 4 portas NAND de 2 entradas



4012 2 portas NAND de 4 entradas



4013 Duplo FLIP-FLOP

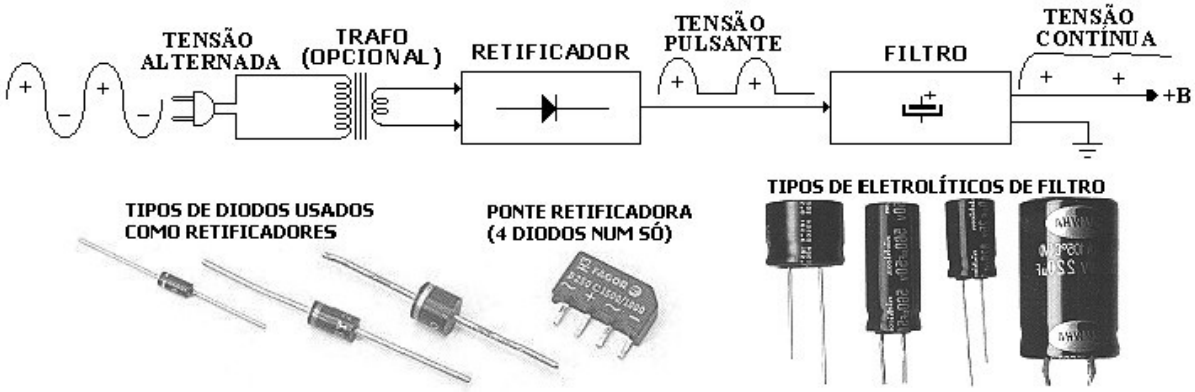


Importante
As portas NOR possuem buffer de saída e, portanto, cada saída pode ser ligada a um TTL 74LS, observando uma alimentação de 5V. Os circuitos integrados dessa família estendem-se até o 4528B, sendo que cada um tem sua função específica, como falamos antes é importante para o técnico conhecer a nível informativo cada um desses componentes.

Fontes de alimentação.

Vamos falar um pouco sobre fontes de alimentação, este circuito esta presente em praticamente todo equipamento eletrônico sendo assim o de maior incidência de defeitos.
Falaremos das fontes mais antigas, aquelas que usavam transformador de entrada da rede.
As fontes convencionais utilizam transformadores em sua etapa de entrada e tem este ligado diretamente a rede elétrica.
Existem dois enrolamentos no primário do transformador, sendo um para ser ligado a rede de 220 V e outro para ser ligado a rede de 110V AC, e uma chave de duas posições é usada para selecionar uma das duas.

As modernas fontes de alimentação utilizadas em computadores, impressoras, monitores, etc. funcionam de uma forma um pouco diferentes.



Fontes chaveadas.

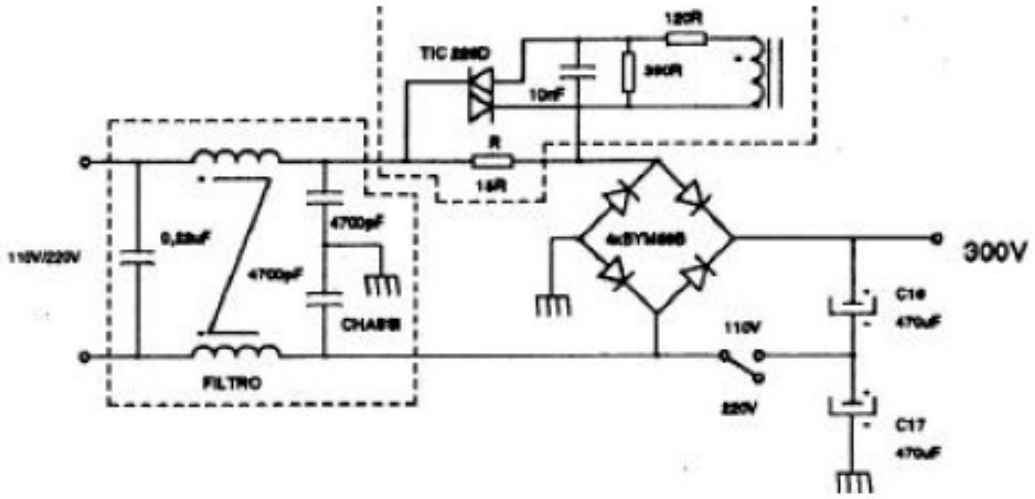
As fontes chaveadas possuem em sua entrada uma ponte retificadora de diodos, e logo a seguir um ou dois capacitores filtro, ao contrário das fontes convencionais que tem esta etapa depois do transformador de entrada, isso se dá por que nesta configuração existe uma perda muito grande de potência quando da redução da tensão no secundário do transformador, caso usássemos um transformador para fazer alimentação de um equipamento,por exemplo, que exige uma potência de até 200 Watts e necessita de várias tensões na saída, teríamos que usar um transformador monstruoso.

A Retificação em fontes chaveadas.

Em uma fonte que utiliza retificação com dobrador teremos sempre a presença de dois capacitores eletrolíticos no primário da fonte e temos também a presença de uma chave seletora de tensão (110V-220V). Quando esta fonte for ligada em 220V, deve-se mudar esta chave para a posição 220V. Esta posição da chave corresponderá ao lado vago da chave.
Com isso o dobrador é desligado. Teremos então cerca de 300V DC na saída da ponte retificadora de diodos.
Quando a fonte for ligada em 110V, deve-se mudar a chave para a posição que unirá os dois fios, ou seja, unindo o circuito dobrador, teremos também com isso 300V na saída.

Podemos concluir então que uma fonte que utiliza um dobrador de tensão deverá ter sempre cerca de 300V na ponte retificadora de diodos. Sendo assim, esta fonte não comutará automaticamente a tensão de entrada, neste caso se a fonte com a chave seletora voltada para a posição 110V for conectada a uma rede de 220V fará explodir os dois capacitores, ou seja, irá danificar-se.

Temos na figura abaixo uma fonte com circuito de retificação com dobrador.



Esse tipo de circuito é utilizado em computadores, impressoras e nos monitores mais antigos. Os equipamentos mais modernos não utilizam, mas circuitos dobradores.

Retificação sem dobrador

Como falamos nos equipamentos modernos encontramos a etapa retificadora sem dobradores.
É utilizado apenas um capacitor eletrolítico, com uma tensão de trabalho em torno de 400V.
Nas fontes chaveadas sem dobrador uma tensão AC é retirada diretamente da rede elétrica e aplicada em uma ponte retificadora de diodos. Nos terminais K (catodo),

é ligado um capacitor eletrolítico que filtra a tensão de entrada da fonte.
Se efetuarmos uma medição com o Multímetro nos terminais deste capacitor com
esta fonte ligada teremos uma tensão entre **150V e 170V** se esta estiver sendo ligada a uma rede de 110V ou **300V** a **340V** se ligada a 220V. Neste tipo de fonte não existe a necessidade de comutar entre 110V-220V, pois ela foi projetada para trabalhar com tensões que variam de 150V a 340V.

Observando uma fonte moderna podemos notar que estas empregadas principalmente em monitores modernos utilizam apenas um capacitor na etapa retificadora.

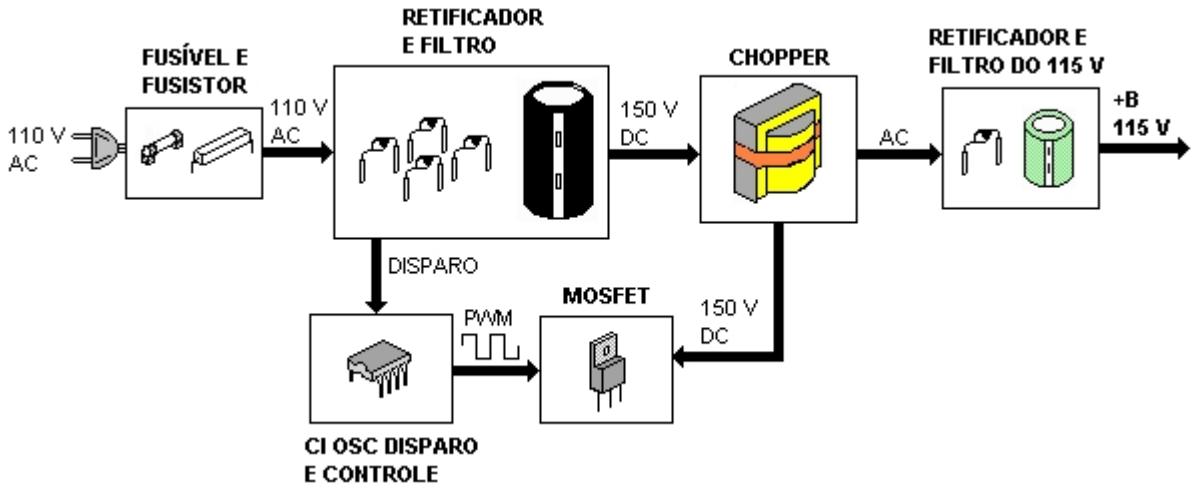
O funcionamento de uma fonte chaveada

As fontes de alimentação chaveadas (utilizadas em computadores, impressoras, monitores e equipamentos eletrônicos mais modernos), têm duas etapas bem definidas, totalmente isoladas entre si, ou seja, não existe ligação elétrica do primário do transformador com o secundário.
As tensões são geradas nos enrolamentos secundários do transformador através de indução. Sabemos que uma tensão contínua não pode ser transformada somente através de
um transformador, ou seja, se aplicarmos uma tensão contínua de uma pilha, por exemplo, no enrolamento primário de um transformador e medirmos do outro lado, podemos verificar que não existe nenhuma tensão.
Você poderia perguntar, porque que em uma fonte comum a rede elétrica é ligada a um transformador e este gera tensões no secundário? A resposta é que a tensão da rede elétrica é alternada ACV, ou seja, ela tem uma freqüência de 60 HZ, isso funciona como um liga-desliga constante.
Já no caso de uma tensão de entrada em corrente contínua DCV ocorre o que descrevemos acima, acontece uma pequena descarga no secundário do transformador e para.
Para que o secundário passe a ter alguma tensão é necessário que haja o chaveamento de um dos pólos da fonte que está sendo ligada nos enrolamentos primários,

ou seja, ligar e desligar o pólo positivo, por exemplo. Com isso aparecerá uma tensão no secundário do transformador.
Esse é o princípio básico de uma fonte chaveada encontrada nos equipamentos modernos.
A diferença desse sistema do que foi visto anteriormente é que quem faz o chaveamento, ou seja, o ligamento e desligamento da tensão de entrada do transformador é um transistor.

Esse transistor irá trabalhar como uma chave com a diferença que irá fechar e abrir bem mais rapidamente.
Esse processo é chamado de corte e saturação. No instante em que ele está conduzindo, dizemos que ele está na saturação, e quando o componente não está conduzindo dizemos que ele está no corte.

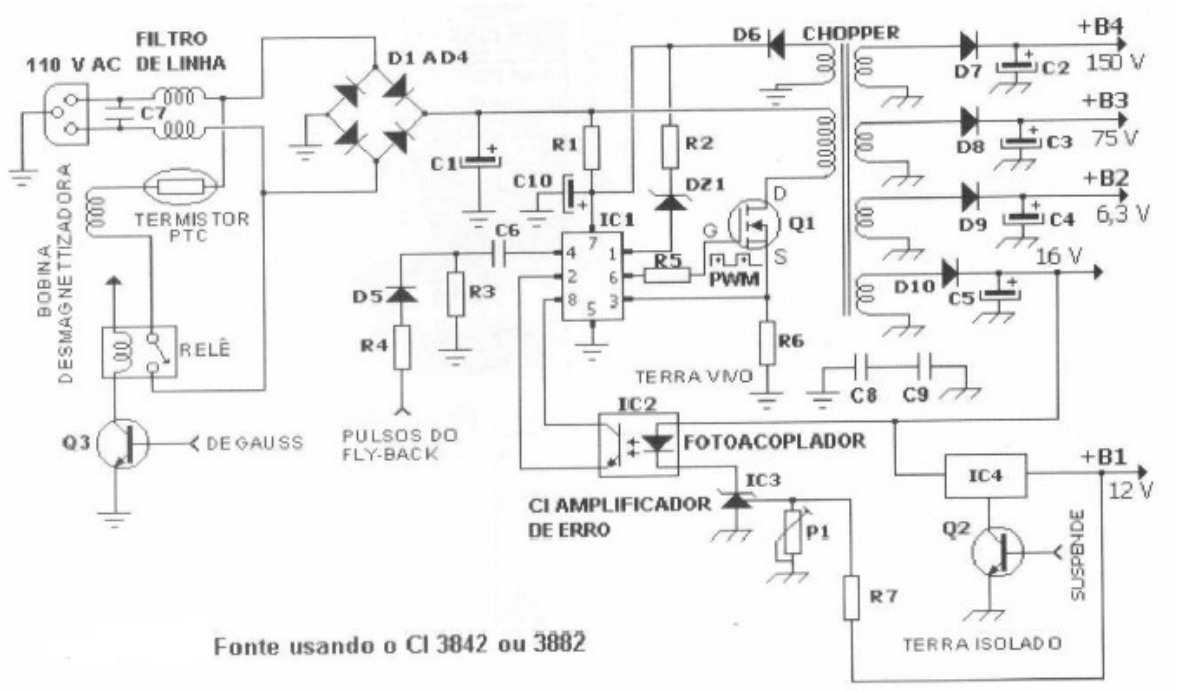
Diagrama em blocos de uma fonte chaveada.



Como funciona o processo de corte e saturação?
O controle de corte e saturação é feito na base do transistor, neste terminal é que está ligado o circuito de controle que em muitas fontes é composto por transistores, mais nas fontes modernas é utilizado um integrado PWM especialmente projetado para essa função temos como exemplo o 3882 e 3842.

A Partida da Fonte.

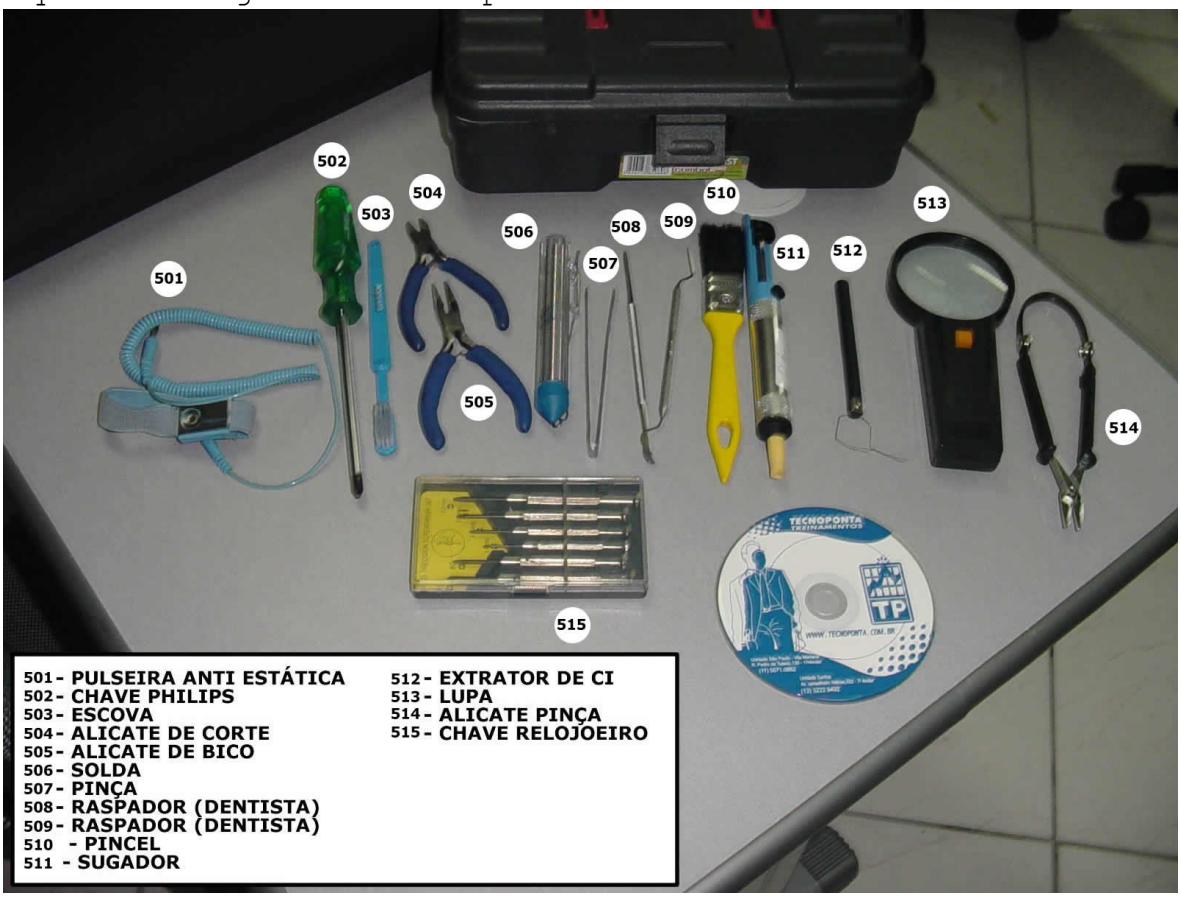
A partida da fonte geralmente é feita por resistores de alto valor que retiram uma tensão da fonte principal originária da ponte retificadora e abaixam essa tensão para aplicala no integrado ou diretamente na base do transistor de chaveamento.
Na **figura** abaixo temos uma fonte que usa em seu esquema elétrico um transistor MOS FET como chaveador e um circuito integrado 3842 para fazer seu chaveamento.

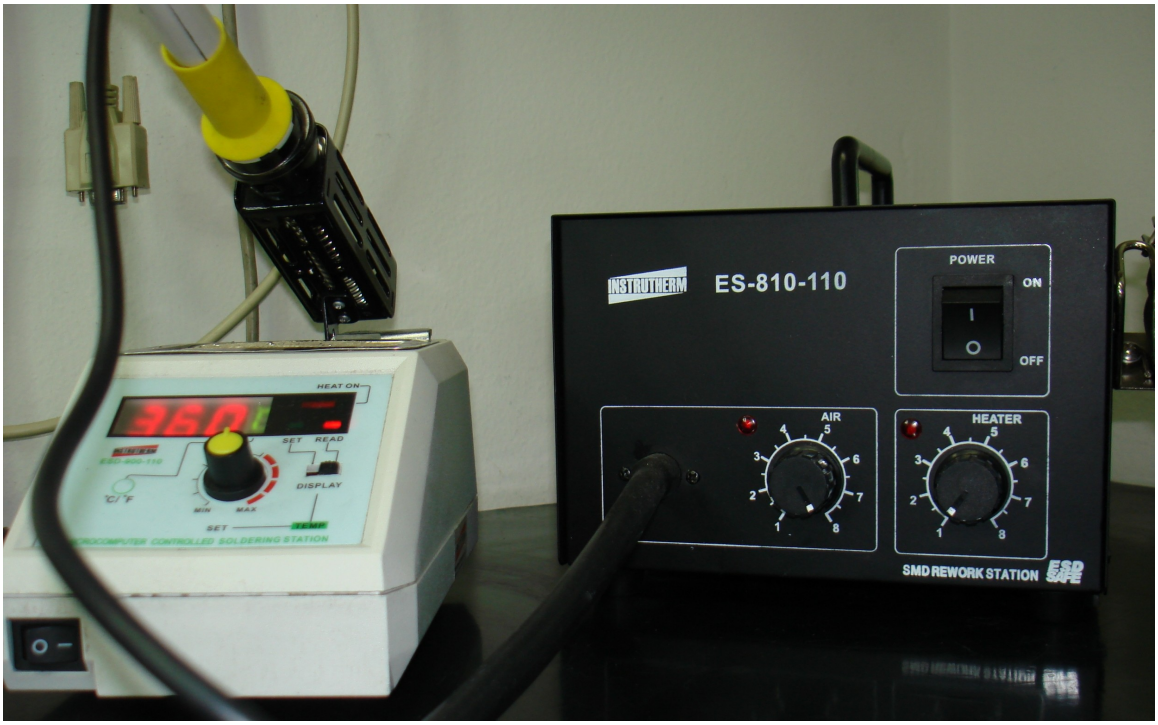


No caso de uma dessas fontes estar ligada a uma rede elétrica de 110V, gerando uma fonte DC retificada de 150V sobre o capacitor eletrolítico da ponte. A partida ocorre da seguinte forma:
A principio o FET é uma chave aberta, que não conduz. Temos então uma tensão de 150V entrando pelo pino 1 do transformador e saindo pelo pino 2, indo até o terminal gate do transistor.
Como o Transistor não está conduzindo, não existe corrente no enrolamento primário do transformador e conseqüentemente também não existe tensão nos enrolamentos em seu secundário.
Entretanto uma tensão é aplicada ao pino sete do integrado 3842 através de R1, que normalmente é um resistor de 330K. Quando o pino sete do integrado é alimentado uma onda quadrada aparece no pino 6 do mesmo

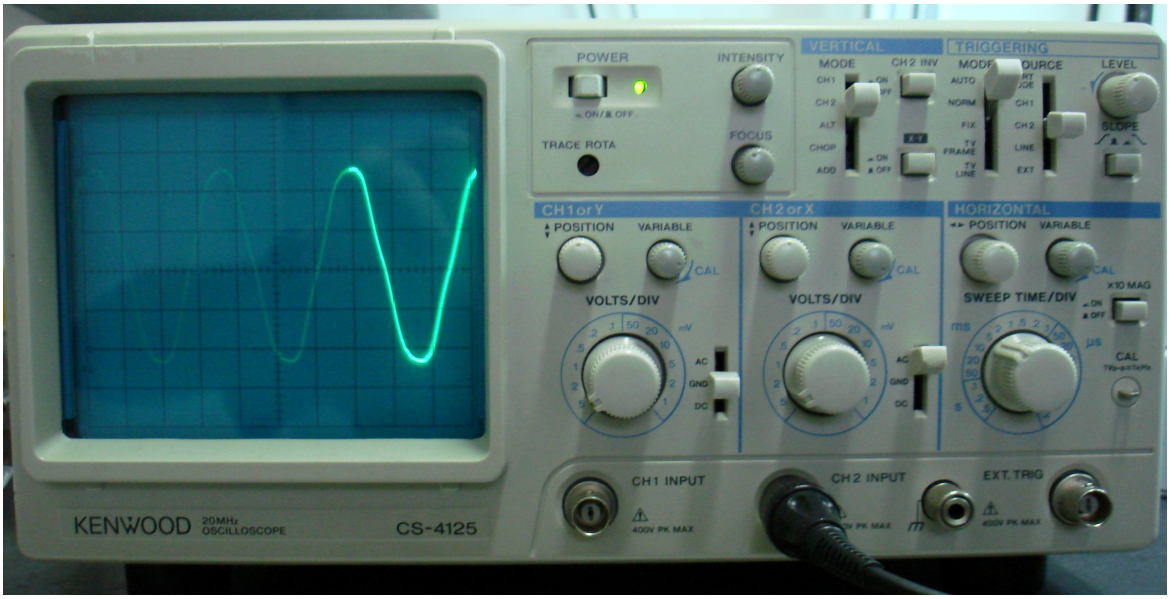
e passa a excitar o gate do transistor, fazendo o mesmo abrir e fechar rapidamente em alta freqüência.
Com isso surge uma tensão no enrolamento correspondente aos pinos 3 e 4 do transformador.
Esta tensão é retificada por D5 e aplicada ao pino &, reforçando assim a tensão nesse pino. Com isso irão surgir várias tensões nos enrolamentos secundários que servirão para alimentar os diversos circuitos do monitor.
Como o transformador isola o primário do secundário, devemos ter cuidado ao medir as tensões.
Principalmente no secundário, deveremos colocar a ponta preta do Multímetro no ponto de aterramento secundário, pois os pontos de terra primário e secundário são diferentes, uma boa maneira de identificar um ponto de terra tanto no primário quanto no secundário é utilizar algum ponto negativo de um capacitor eletrolítico ou em partes metálicas das blindagens em geral do equipamento.
Ao medir tensões no primário da fonte deveremos colocar a ponta de prova preta do Multímetro em um ponto de terra do primário. Os pontos de terra do primário podem ser o negativo do capacitor principal da fonte ou ainda o ponto de coincidência dos dois anodos dos diodos da ponte retificadora. Se você usar o terra errado ao medir tensões no primário ou no secundário, haverá erro na medição.

Aqui vai algumas dicas para seu laboratório.





Estação de solda e de retrabalho em smd



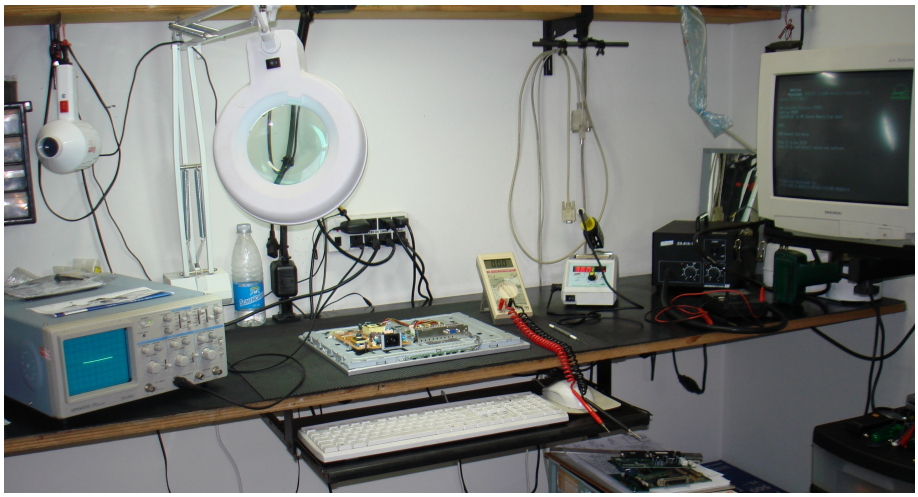
Osciloscópio



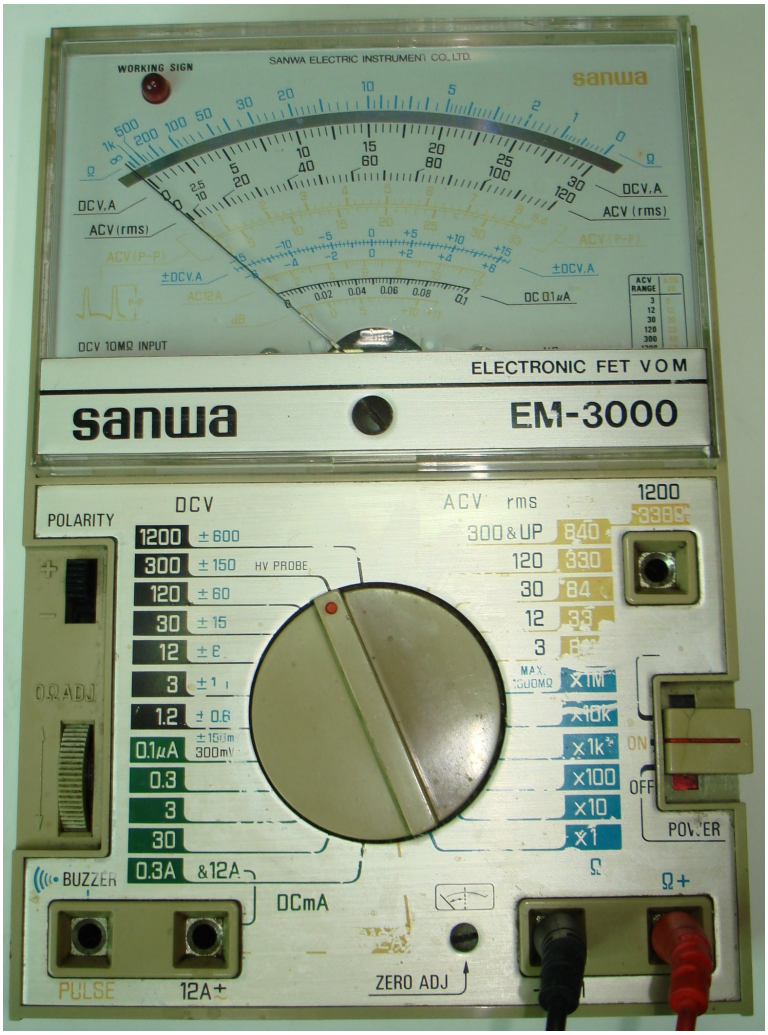
Multímetro digital



Capacimetro



Bancada de trabalho limpa e iluminada



Multímetro analógico