

Tiristores – dispositivos pnpn

TIRISTORES

Adrielle C. Santana

Tiristores – dispositivos pnpn

São dispositivos de quatro camadas com um mecanismo de controle.

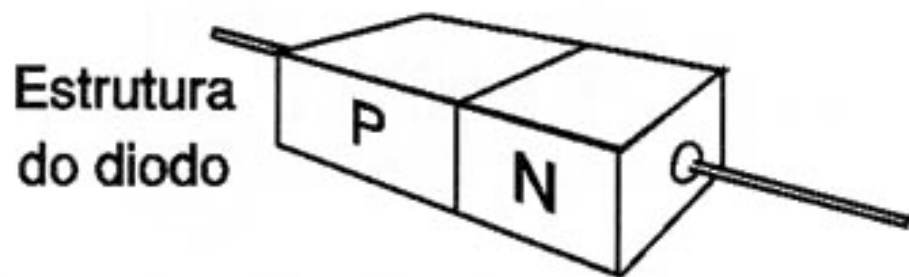
Dentro dessa classificação temos:

- SCR – silicon controlled rectifier
- SCS – silicon controlled switch
- GTO - Gate Turn-Off Thyristor
- LASCR - Light Activated SCR
- UJT – Unijunction transistor
- DIAC – Diodo para corrente alternada
- TRIAC - Triode for alternating current
- Quadrac – dispositivo formado por um Triac e um Diac no mesmo invólucro.
- Diodo Shockley

SCRs

Projetados para operar em potências de até 10MW, 2000A e 1800V com frequências de até 50kHz.

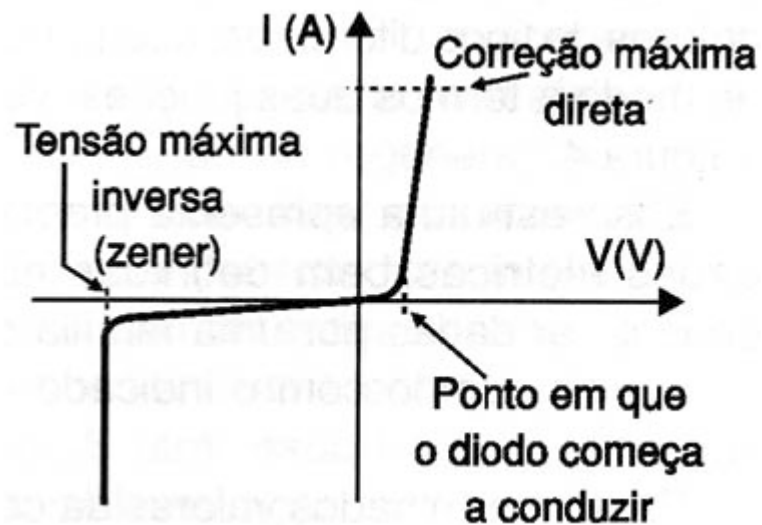
Diodo



Símbolo



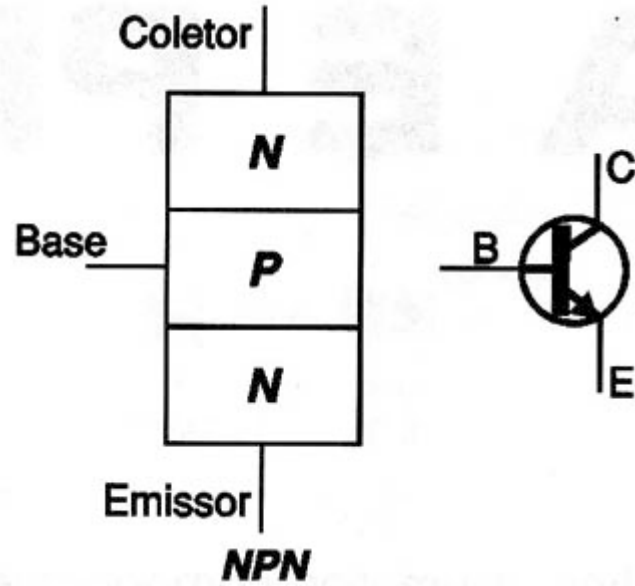
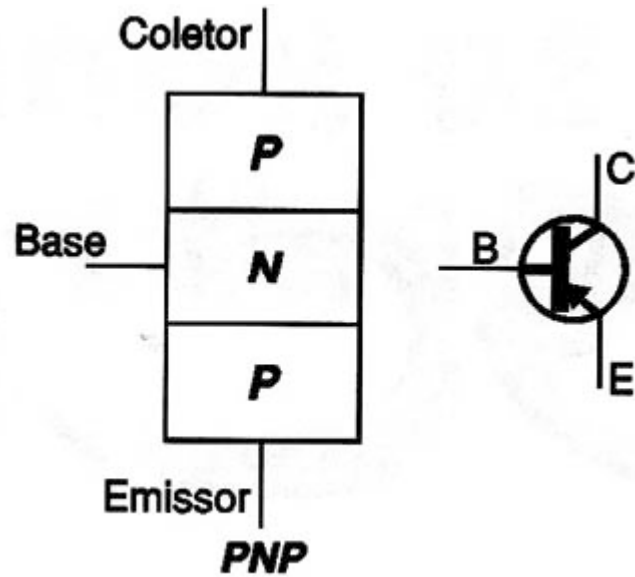
Aspecto típico



Diodo

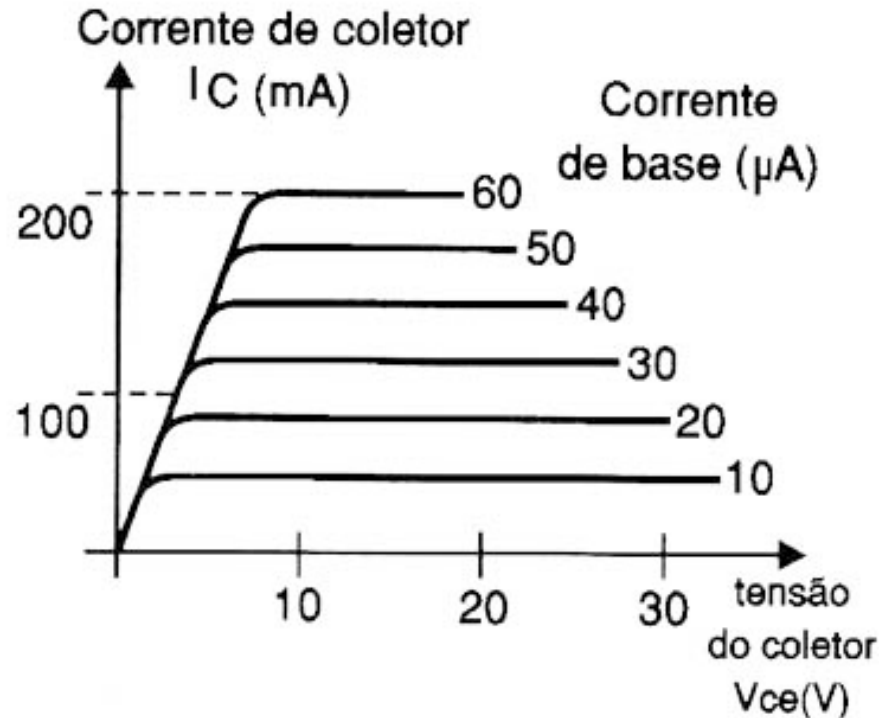
- Formado por dois materiais semicondutores. P e N.
- A partir de determinada tensão ele conduz sem resistência.
- Na polarização reversa a resistência é alta não conduzindo.
- Quando atingida a tensão de ruptura ou tensão zener ele conduz. Mas isso pode destruí-lo caso não seja um zener.

Transistor Bipolar



Transistor Bipolar

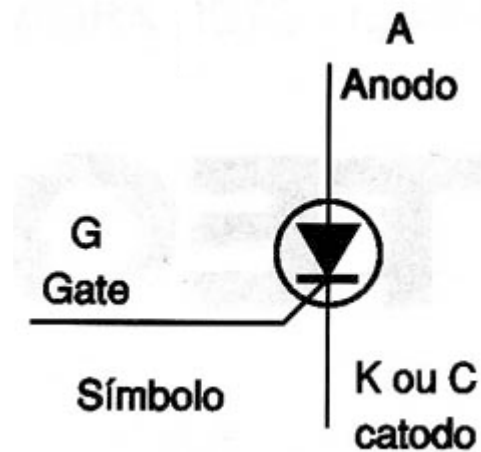
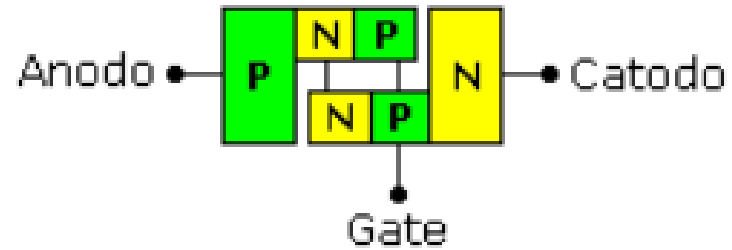
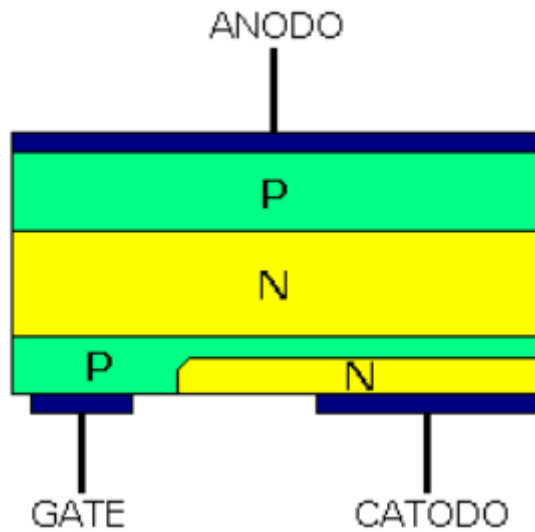
- Formado pela junção de 3 materiais semicondutores.



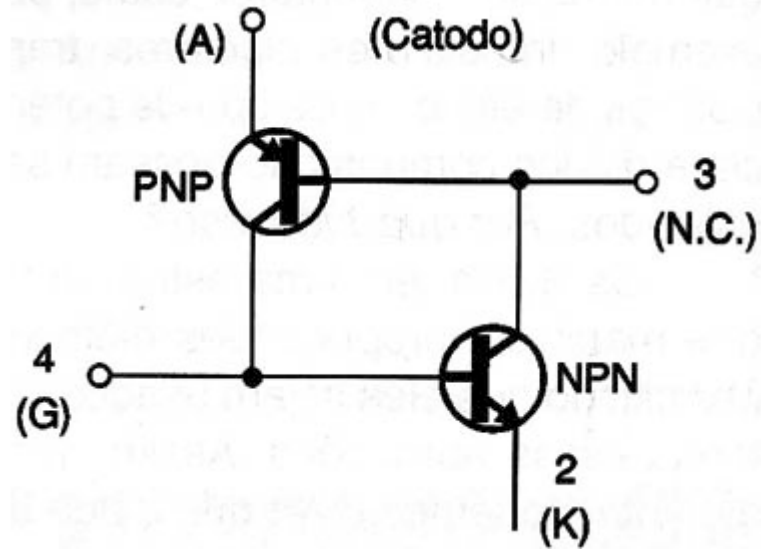
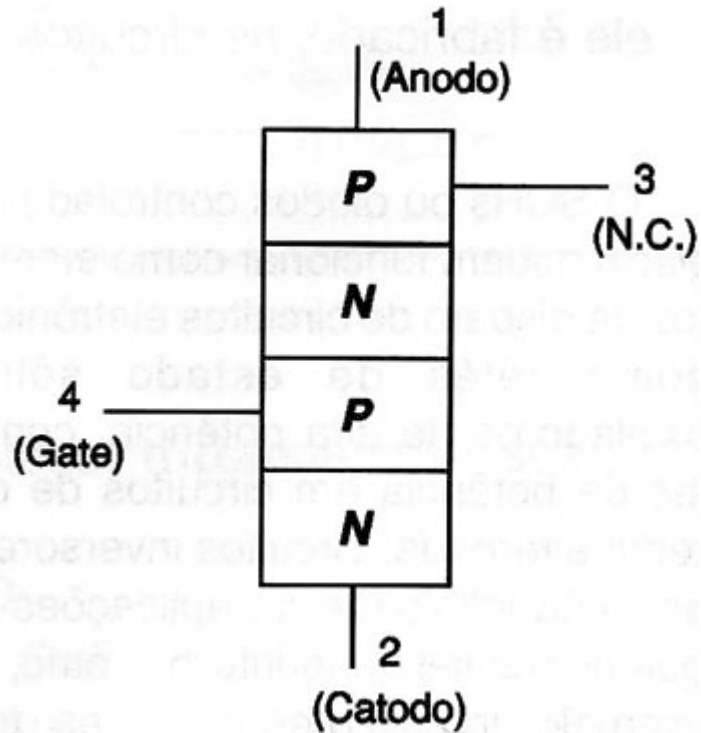
Transistor Bipolar

- Corrente na base controla corrente no coletor em função da tensão neste.
- Usado como chave ou amplificador.

SCRs



SCRs



SCRs

- Composto por 4 partes de material semicondutor.
- Pode ser ligado e desligado rapidamente a partir de sinais externos aplicados de maneira apropriada.

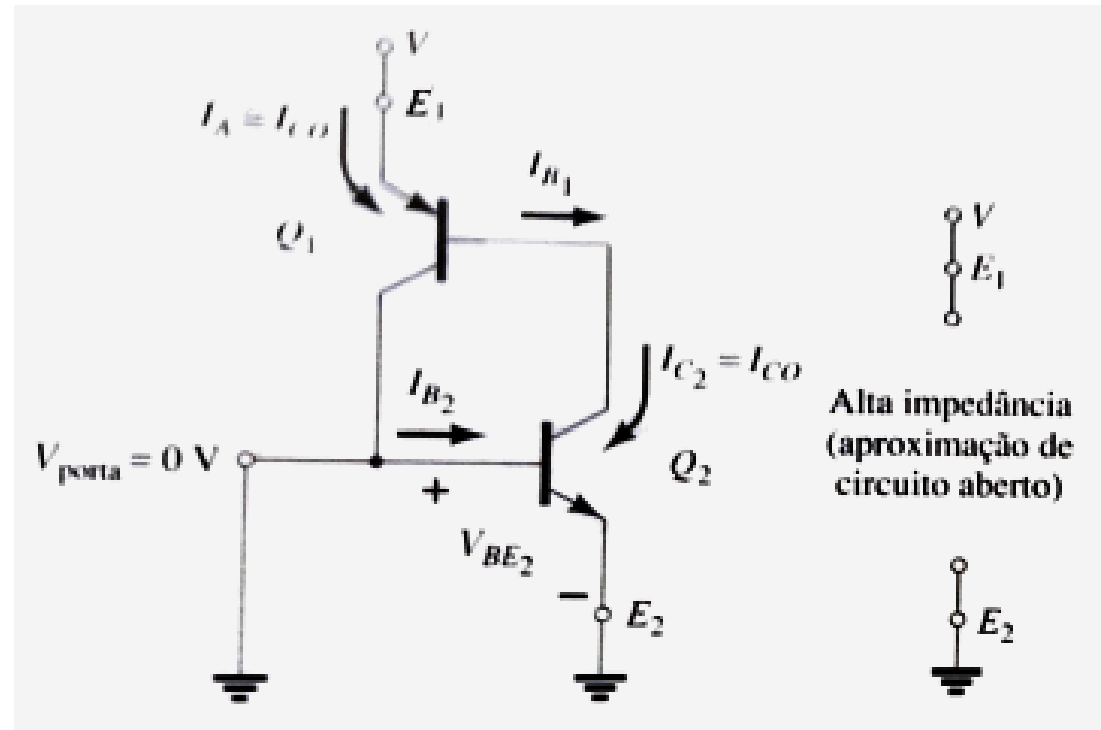
Terminais:

- A para o anodo (anode)
- C ou K para o catodo (cathode)
- G para a comporta (gate)

SCRs

Funcionamento

$$V_G = 0 \text{ V}$$

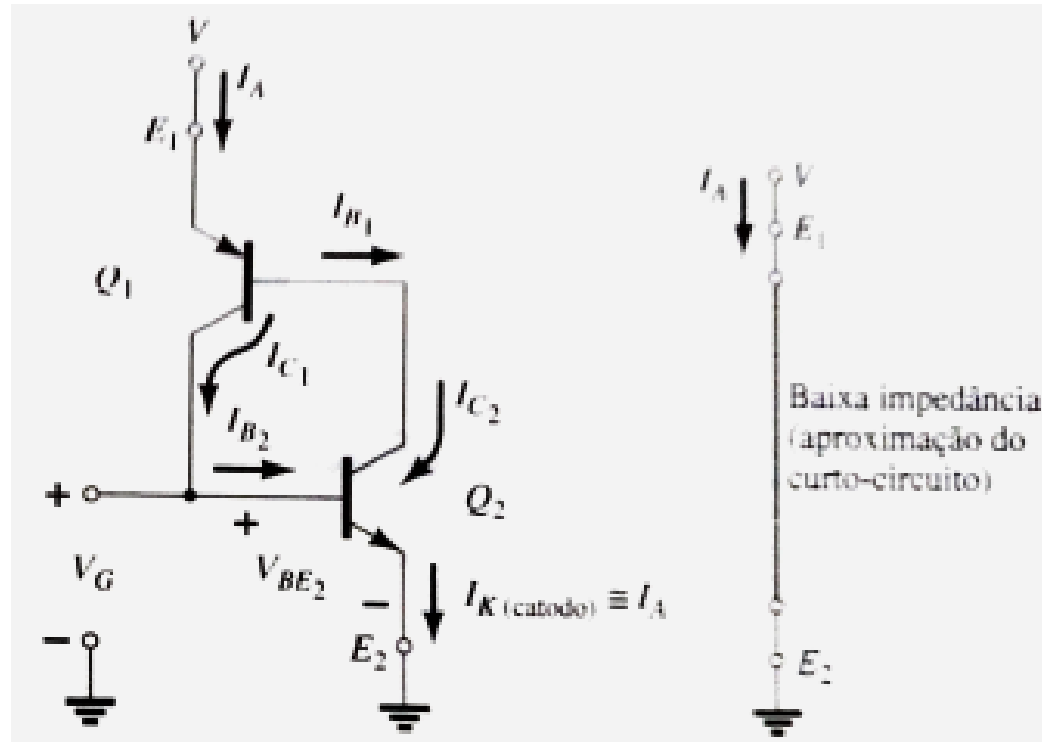


SCRs

- $V_G=0V$
- $V_{BE2}=V_G=0V$
- $I_{B2}=0$ e $I_{C2}=I_{CO}$ (corrente de fuga)
- $I_{B1}=I_{C2}=I_{CO}$ insuficiente para Q1 conduzir.
- Ambos os transistores desligados.

SCRs

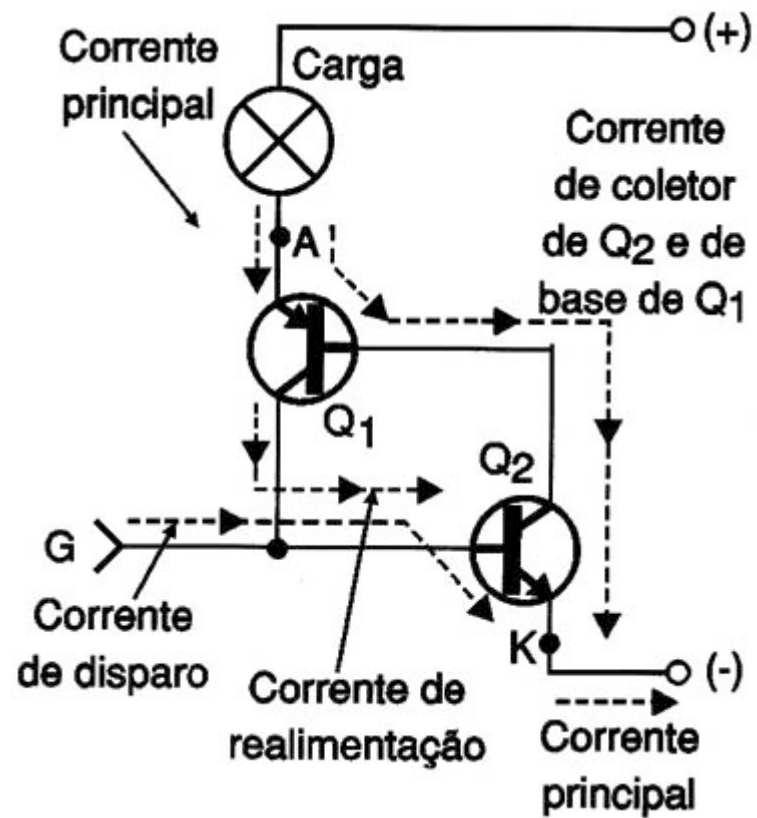
$$V_G > 0V$$



SCRs

- $V_G > 0V$
- Se V_G suficiente para ligar Q2, $I_{B1}=I_{C2}$ que liga Q1.
- I_{C1} aumenta I_{B2}
- I_{B2} leva a aumento adicional de I_{C2}
- Aumento regenerativo de corrente de coletor dos transistores.
- Resistência anodo-catodo pequena (curto-circuito): $R_{SCR}=V/I_A$
- Tempo de ativação: 0.1 – 1 μs em baixa potência e 10 – 25 μs em alta potência (100-400 A).
- SCR pode ser ativado por temperatura ou elevada ddp anodo-catodo.
- Diferentes I_G necessitam de diferentes V_F para entrar em condução.
- Redução de V_G não interrompe mais a condução após ativação

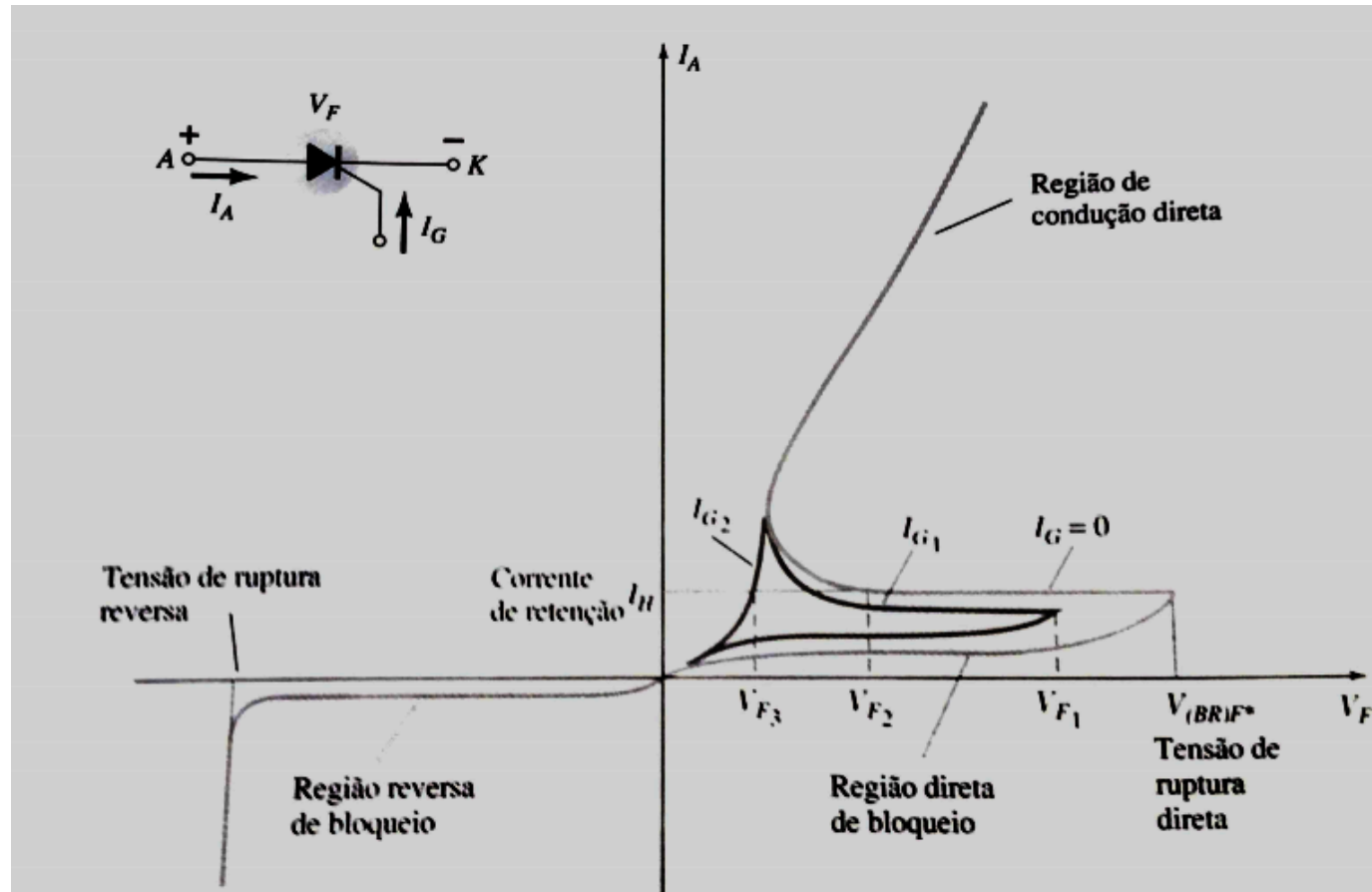
SCRs



SCRs

- Necessário vencer barreira de potencial do primeiro transistor apenas: 0.2 – 1.2 V.
- Uma corrente mínima I_H , precisa ser mantida para manter o SCR ligado. Ela dependerá dos ganhos de cada transistor.
- Para um SCR da série 106 a corrente de manutenção (I_H) tem seu valor típico entre 5 e 8 mA o que significa que esta é a corrente mínima que o circuito de carga deve "puxar" para que o SCR funcione apropriadamente.
- TIC106, MCR106, IR106, precisam de apenas 60 a 500 μA para serem disparados.
- A corrente principal, que é a corrente que controla o circuito de carga circula do anodo para o catodo.
- Com três junções semicondutoras no caminho principal, tem-se uma queda de 1 a 2V nos SCRs.

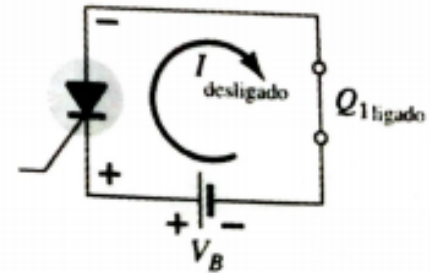
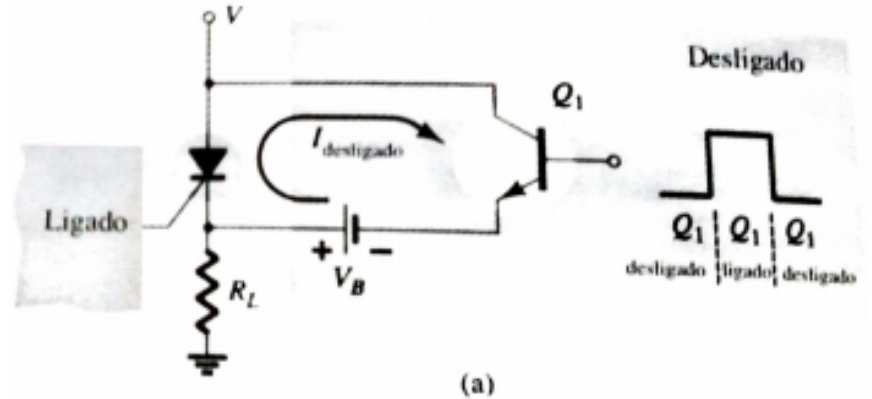
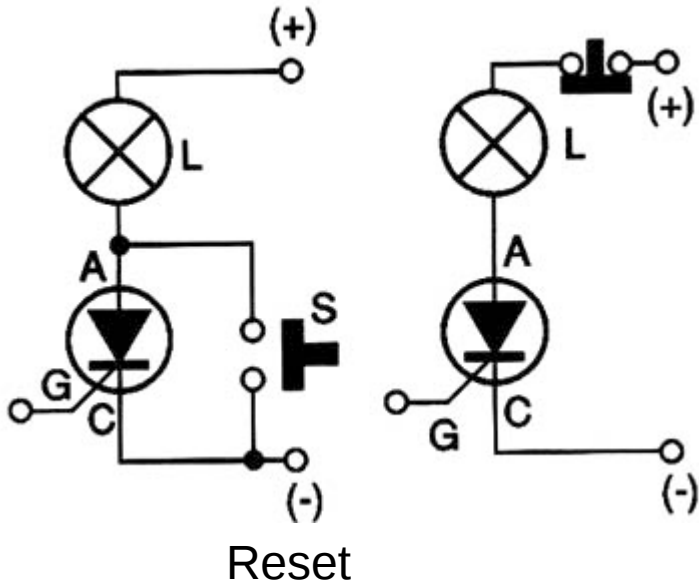
SCRs



SCRs

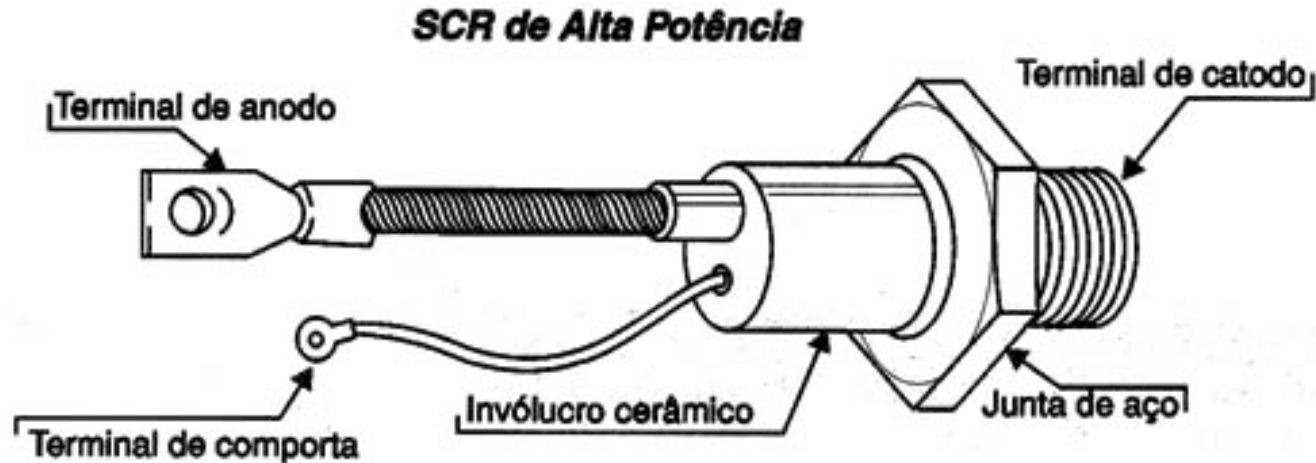
Desligamento em corrente contínua

Tempo de desligamento: 5 – 30 μ s



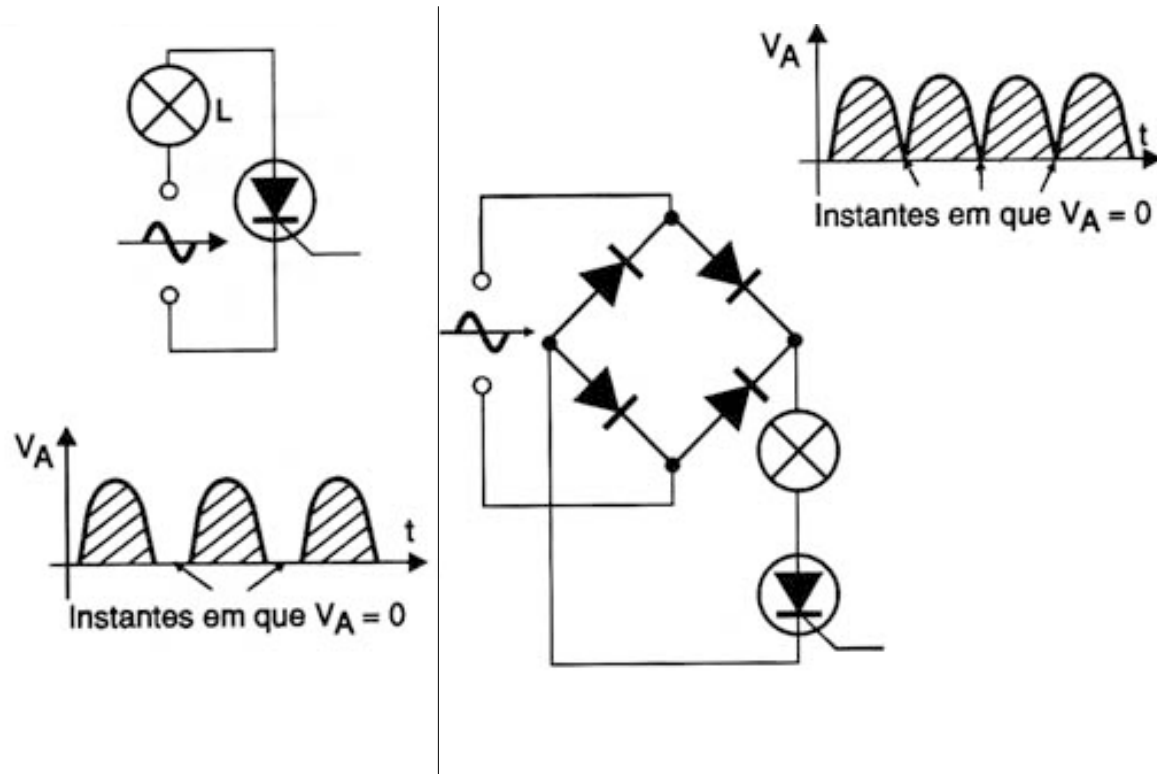
SCRs

Os SRCs são estruturados justamente de modo a admitir elevadas correntes principais que podem ir desde fração de ampère até mais de 1 000 ampères para os tipos industriais, de grandes dimensões



SCRs

Em corrente alternada



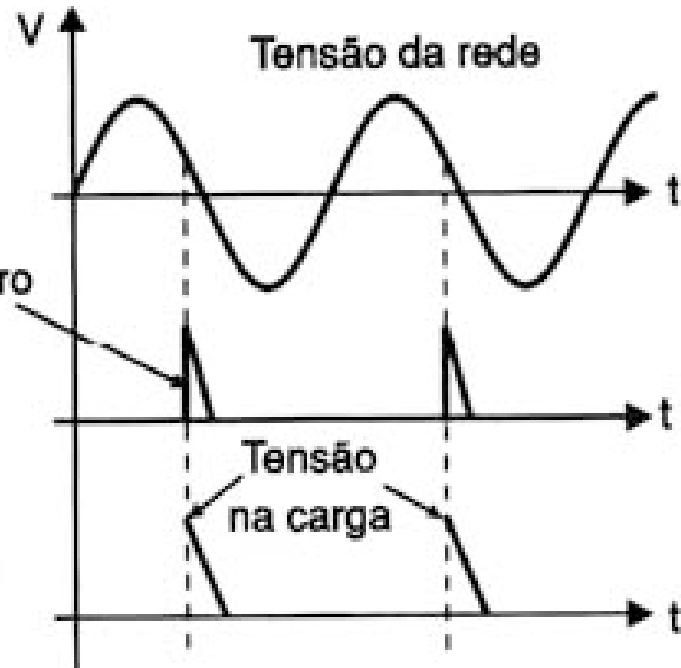
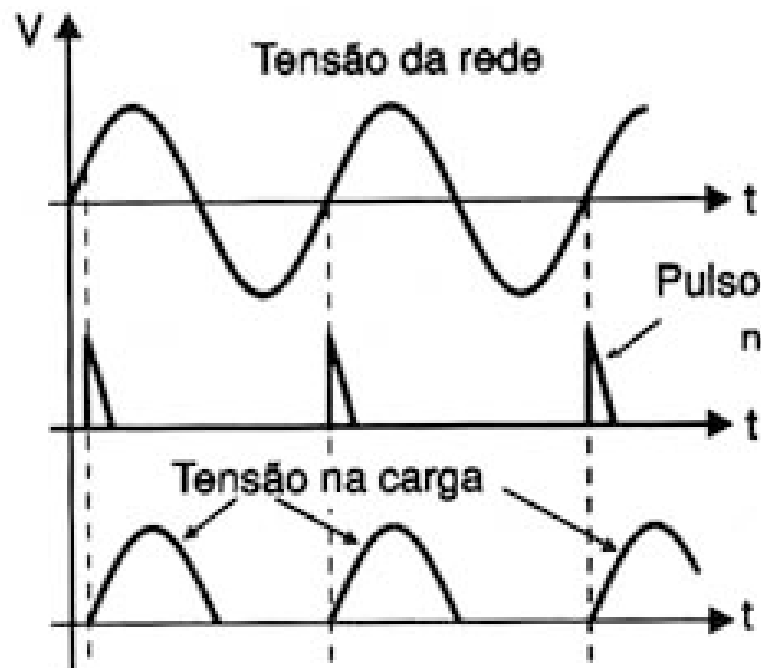
SCRs

- Na alimentação direta um semiciclo é totalmente cortado como esperado de um diodo.
- Na ponte retificadora isso não ocorre mas, há o cruzamento com o zero em algum momento.
- Em ambos, sempre que a corrente cruza o zero ou muda de direção, o SCR é bloqueado.
- Pode-se aproveitar essa característica para ligar ao gate do SCR um circuito de retardo (com capacitor e resistor). Assim, o SCR só dispara depois de algum tempo após o início do semiciclo.

SCRs

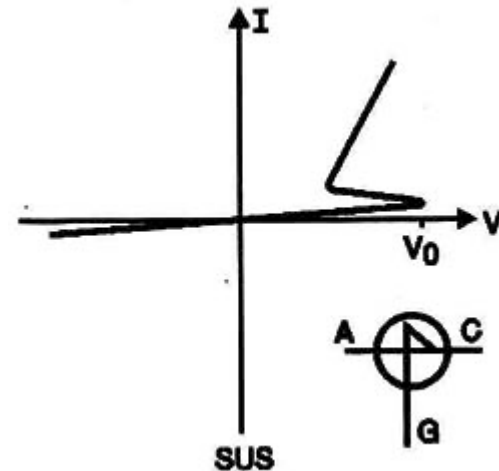
- Pode-se, portanto, controlar o momento do disparo em qualquer ponto do semiciclo, controlando assim a potência no circuito.
- Se o disparo for no início do semiciclo o circuito de carga funcionará na potência máxima.
- Se o disparo for mais ao final do semiciclo (próximo ao cruzamento com zero) a potência é bem menor.
- Cargas indutivas como motores e reatores causam esse tipo de retardo também. Daí a importância de se conhecer essa característica para o correto controle do SCR.

SCRs



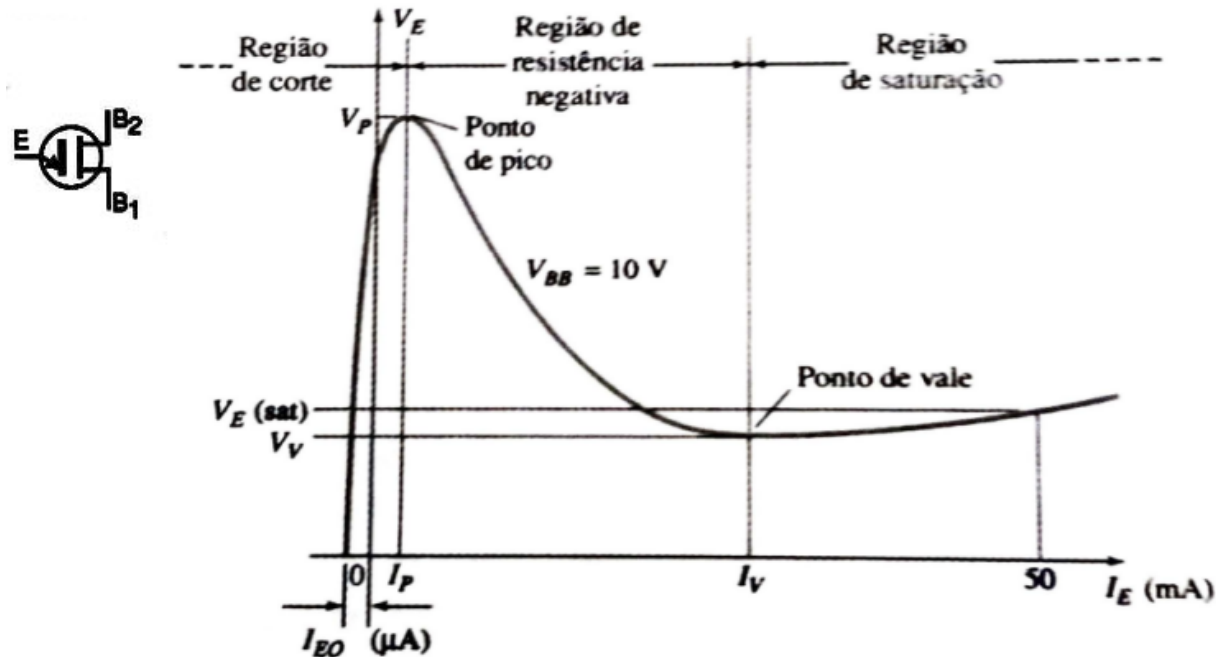
SCRs

- Outros dispositivos podem ser utilizados no controle do disparo do SCR.
- SUS (Silicon Unilateral Switch) o qual dispara apenas depois que uma determinada tensão (ex.: 7,8V) é atingida.



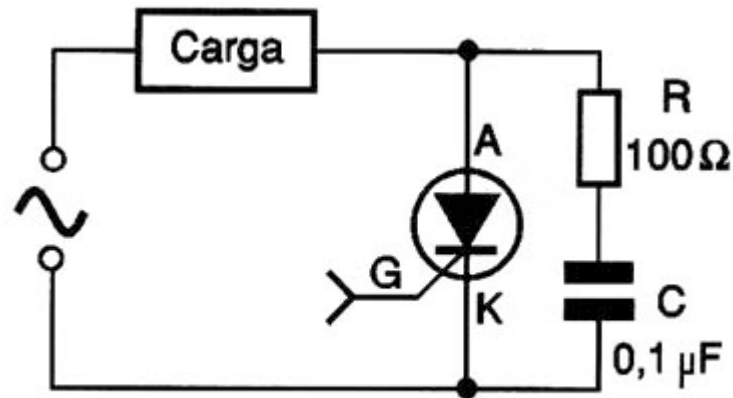
SCRs

Transistor Unijunção (TUJ ou UJT) é um dispositivo semiconductor de junção única que pode produzir pulsos de alta intensidade, ideais para o disparo de SCRs e outros Tiristores.



SCRs

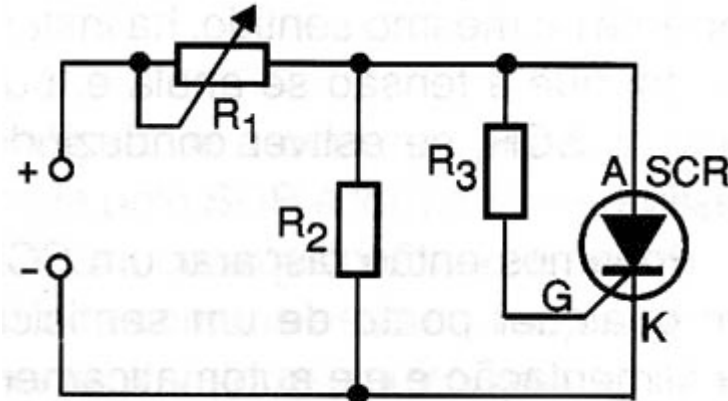
Uma pequena capacitância existe entre as camadas do SCR de modo que pulsos de alta tensão ou transientes rápidos possam dispará-lo ao chegarem no gate. O circuito a seguir resolve esse problema.



Circuito de amortecimento de transientes

SCRs

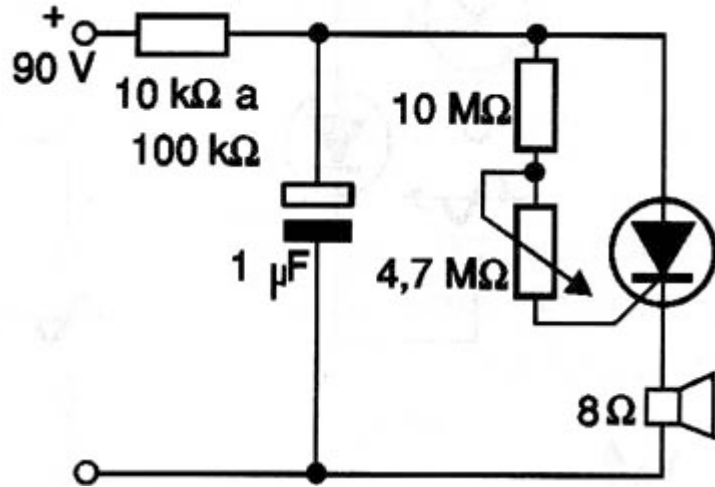
O SCR pode ser configurado para que sua corrente de gate fique no limiar do disparo. Assim, um pequeno aumento na tensão de anodo o leva ao disparo. Nessa configuração ele pode funcionar como um oscilador.



Disparo pelo aumento da tensão de anodo

SCRs

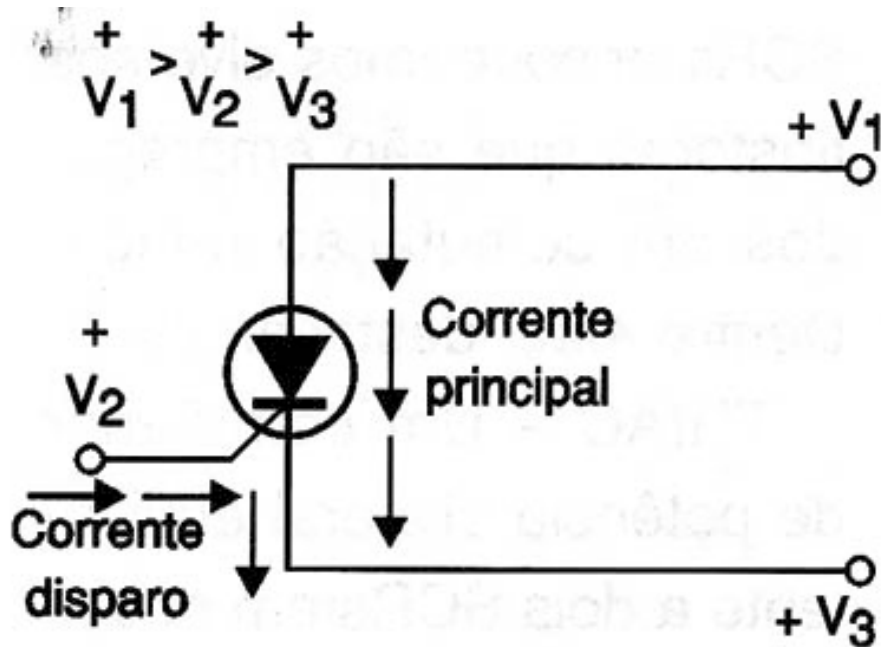
- SCR como oscilador. Exemplo:



O capacitor se carrega e quando atinge a tensão configurada (pelo potenciômetro), dependente da corrente no gate, o SCR dispara. Após a descarga a tensão volta a cair bloqueando o SCR até nova carga do capacitor. A frequência de oscilação fica regulada pela capacitância do capacitor e pela corrente de (limiar de) disparo configurada pelo potenciômetro.

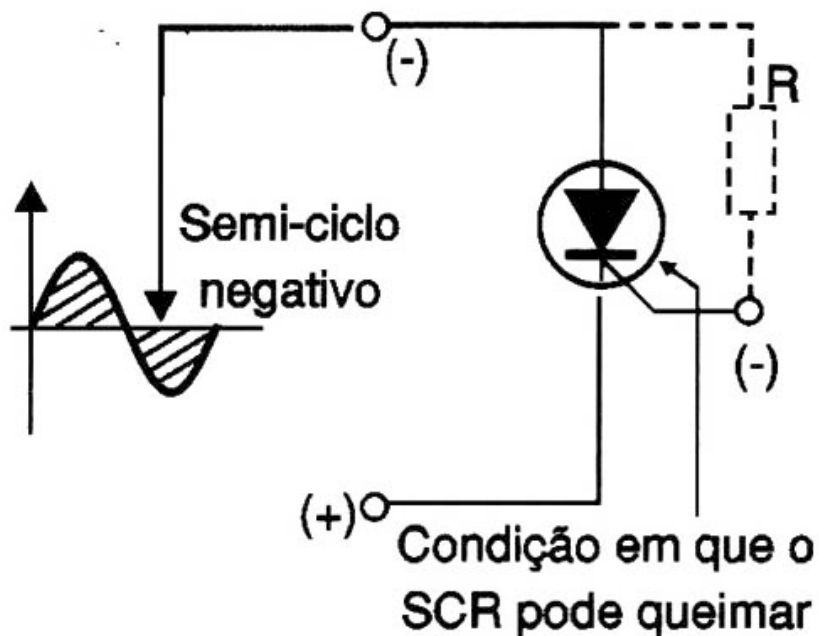
SCRs

Relação das tensões aplicadas para disparo do SCR.
A corrente circula em um único sentido no SCR.

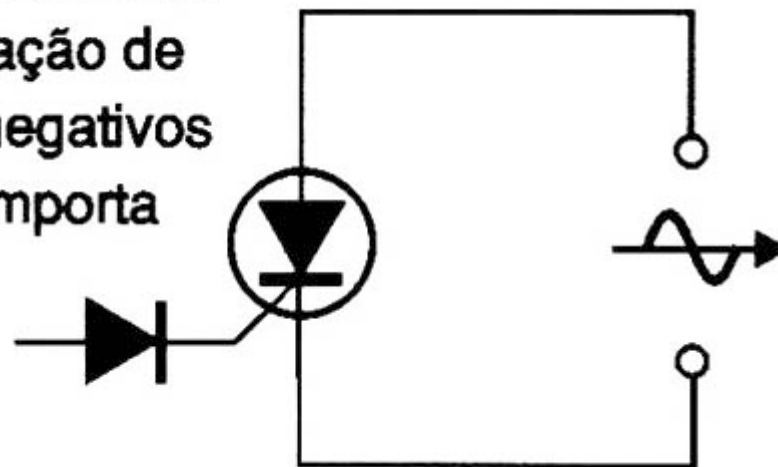


SCRs

Disparar o SCR com pulso negativo quando seu anodo estiver mais negativo em relação ao catodo pode causar sua queima!



Diodo para evitar a aplicação de pulsos negativos na comporta



SCRs

Datasheet:

- **V_{drm}** : trata-se da tensão máxima do circuito em que o SCR operar. Por exemplo, na rede de 110 V (127 V) em que temos uma tensão de pico de aproximadamente 179.6V devemos usar um SCR com um V_{drm} de 200 V.
- **I_b** : máxima corrente que o SCR pode conduzir para o circuito de carga. Em corrente alternada considerar o valor RMS.
- **I_{gt}** : corrente de disparo do SCR. Aplicada ao seu gate. Quanto menor, maior a sensibilidade do SCR.
- **V_{gt}** : tensão no gate para fazer circular entre G e K a corrente I_{gt} .
- **I_H** : Corrente mínima que o SCR pode controlar sem desligar.

SCRs



TO92



TO202



TO225AA



TO220



TO218



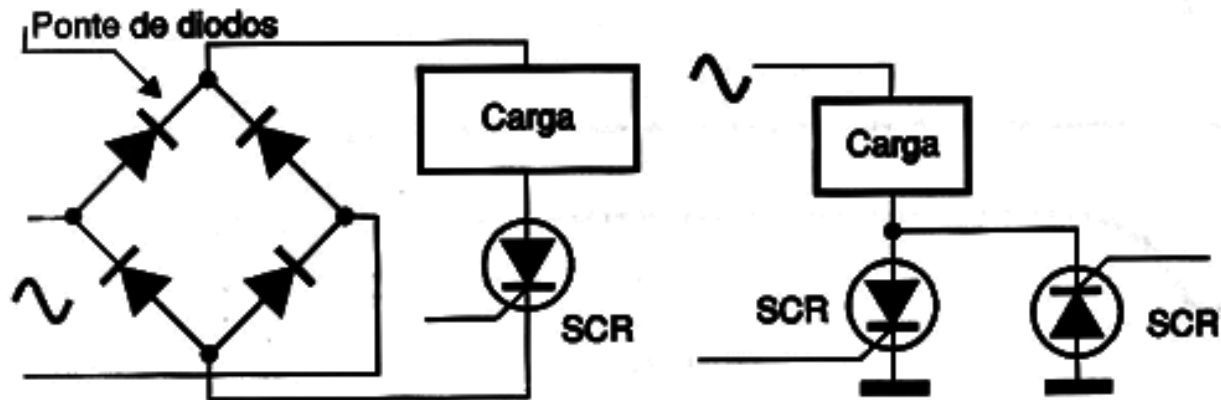
TO48



TO208AC

SCRs

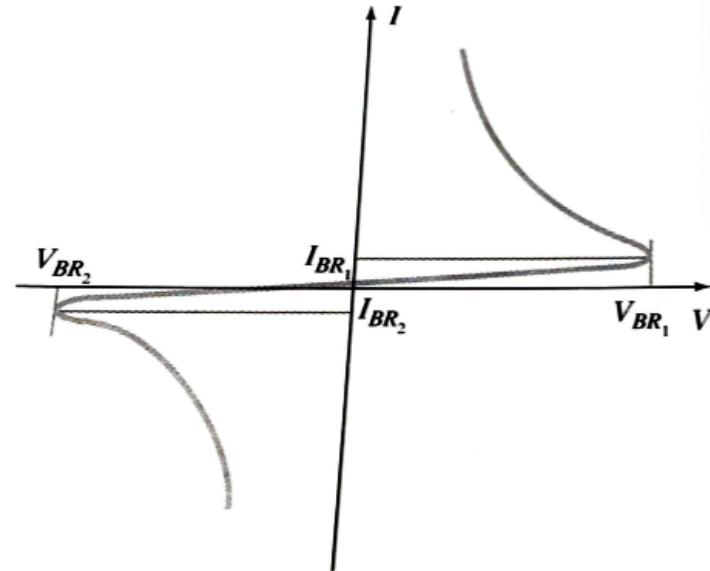
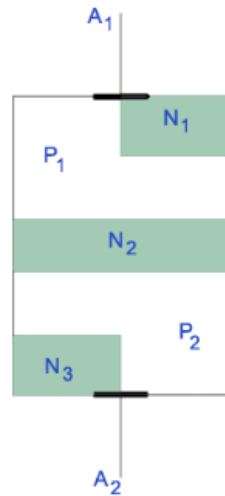
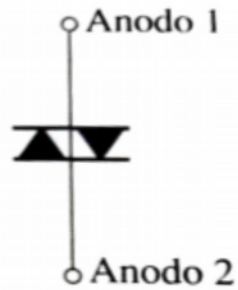
Os SCRS conduzem a corrente num único sentido. Existem aplicações em que é preciso controlar a corrente nos dois sentidos. Isso em princípio é possível com a utilização de dois SCRs ou ainda com o uso de pontes de diodos conforme mostra a figura abaixo



DIACs e TRIACs

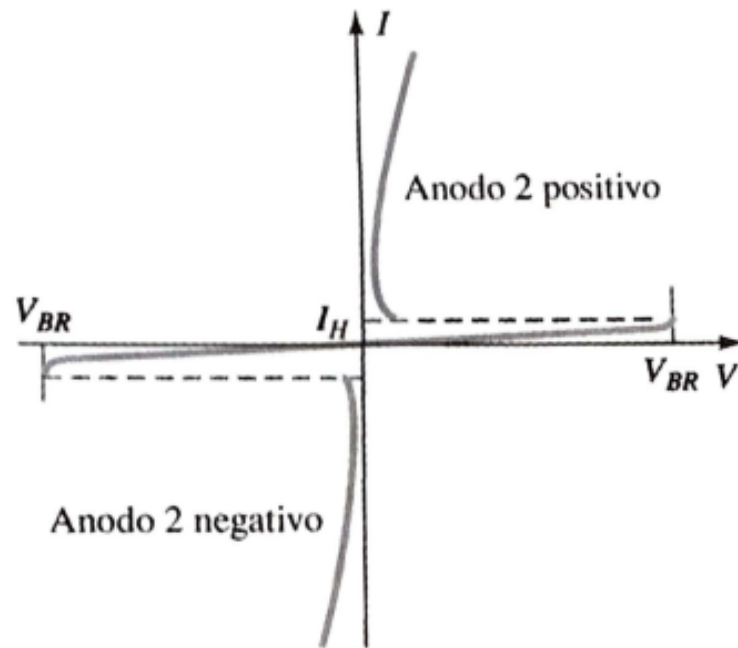
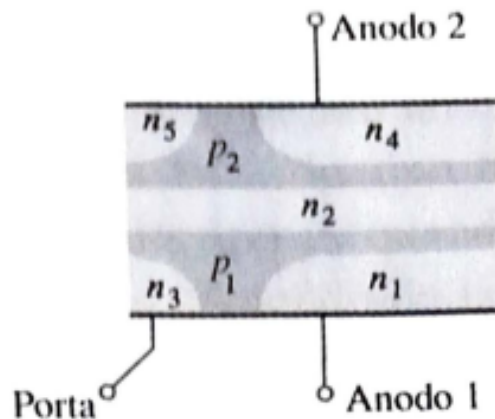
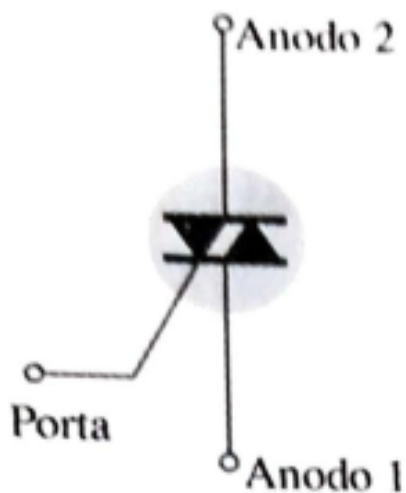
Para o problema do slide anterior existem também outros tiristores que podem trabalhar com correntes nos dois sentidos.

- DIAC – que é o equivalente do SUS de estado sólido, disparando quando a tensão entre seus terminais atinge um certo valor.

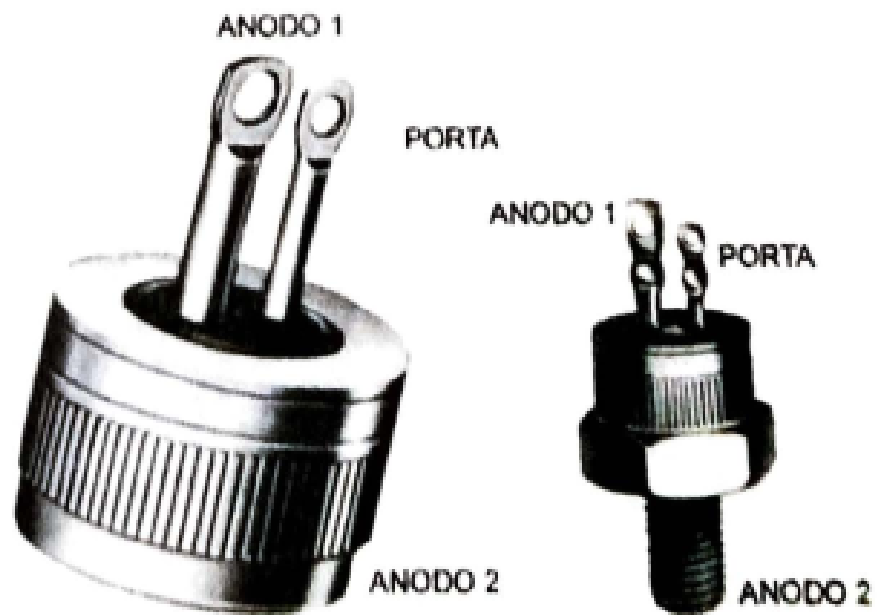
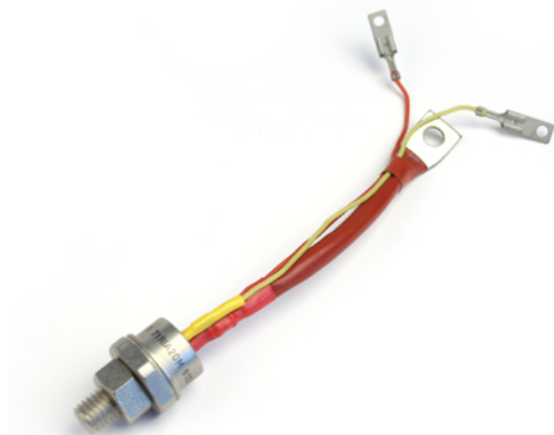
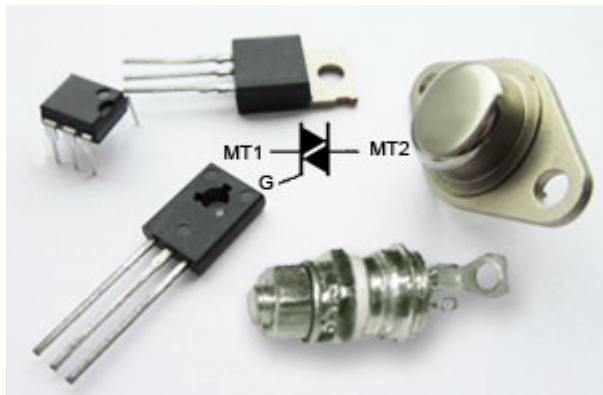


DIACs e TRIACs

- TRIAC – que na realidade pode ser considerado como dois SCRs ligados em paralelo e oposição, de modo a possibilitar o controle da corrente nos dois sentidos com apenas um gate.



TRIACs



Bibliografia

- Braga, Newton C.. Como funciona o SCR. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/9502-como-funciona-o-scr-art1902>>.
- Zuim, Edgar. Tiristores – SCR. Disponível em: <<http://www.ezuim.com/pdf/tirist1.pdf>>.
- Boylestad, Robert L. e Nashelsky, Louis. Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos. 8ed. Pearson Prentice Hall.