

TIRISTOR.

Un tiristor es uno de los tipos más importantes de los dispositivos semiconductores de potencia. Los tiristores se utilizan en forma extensa en los circuitos electrónicos de potencia. Se operan como conmutadores biestables, pasando de un estado no conductor a un estado conductor. Para muchas aplicaciones se puede suponer que los tiristores son interruptores o conmutadores ideales, aunque los tiristores prácticos exhiben ciertas características y limitaciones.

Los materiales de los que se compone son de tipo semiconductor, es decir, dependiendo de la temperatura a la que se encuentren pueden funcionar como aislantes o como conductores. Son dispositivos unidireccionales porque solamente transmiten la corriente en una única dirección.

El dispositivo consta de un ánodo y un cátodo, donde las uniones son de tipo PNPN entre los mismos. Por tanto se puede modelar como 2 transistores típicos PNP y NPN, por eso se dice también que el tiristor funciona con tensión realimentada. Se crean así 3 uniones (denominadas J1, J2, J3 respectivamente), el terminal de puerta está conectado a la unión J2 (unión NP).

SCR (SILICON CONTROLLED RECTIFIER)

El SCR es un dispositivo de cuatro capas que posee tres terminales: ánodo, cátodo y puerta (gate). Al igual que el diodo Shockley, presenta dos estados de operación: abierto y cerrado, como si se tratase de un interruptor.

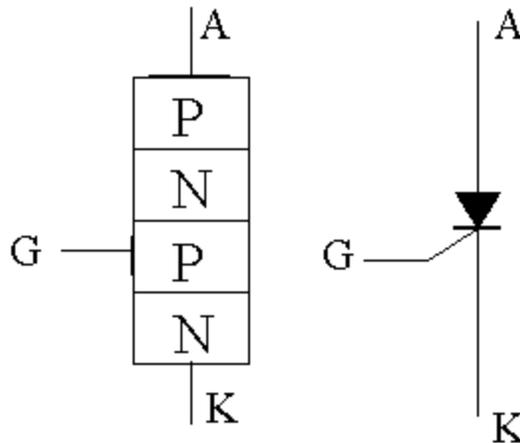


Figura 1. Construcción básica y símbolo del SCR

CARACTERISTICA TENSION INTENSIDAD

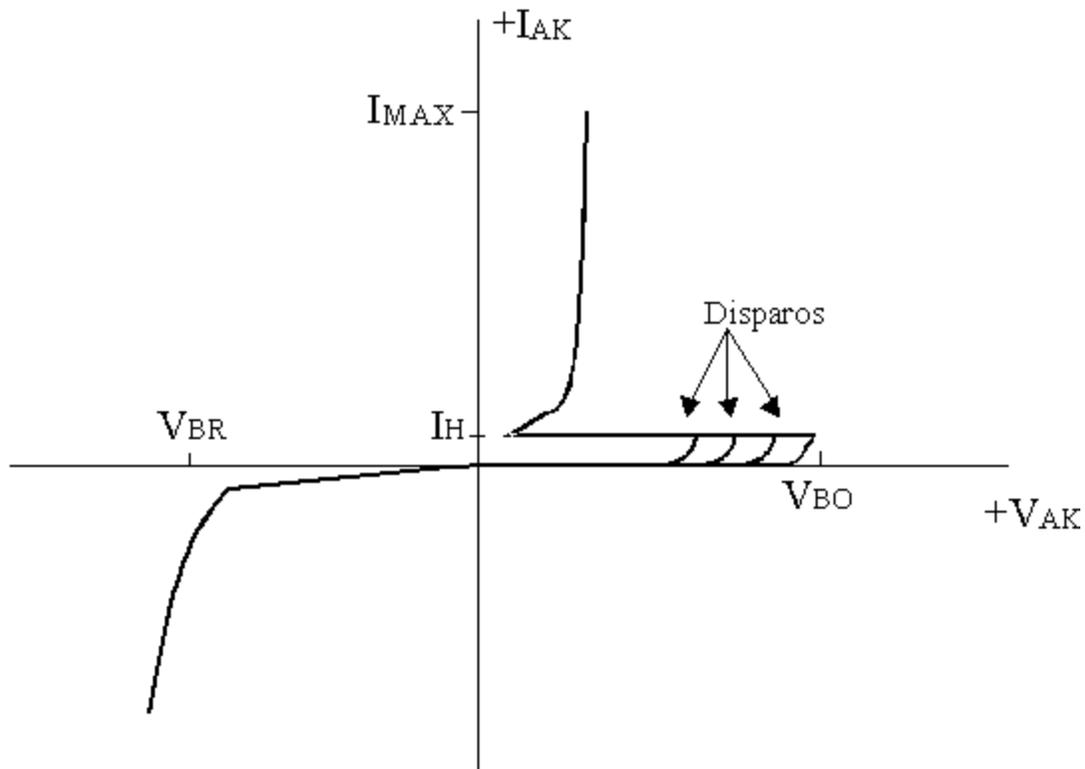


Figura 2. Característica del SCR

En cuanto a la parte de polarización positiva, el scr no conduce hasta que se recibe un pulso de tensión en el terminal de puerta (*gate*). Una vez recibido, la tensión entre ánodo y cátodo cae hasta ser menor que un voltio y la corriente aumenta rápidamente, quedando limitada en la práctica por componentes externos.

Podemos ver en la curva cuatro valores importantes. Dos de ellos provocarán la destrucción del SCR si se superan: V_{RB} e I_{MAX} . V_{RB} (Reverse Breakdown Voltage) es, al igual que en el diodo Shockley, la tensión a partir de la cual se produce el fenómeno de avalancha. I_{MAX} es la corriente máxima que puede soportar el SCR sin sufrir daño. Los otros dos valores importantes son la tensión de cebado V_{BO} (Forward Breakover Voltage) y la corriente de mantenimiento I_H .

METODOS DE CONMUTACION

Para que el dispositivo interrumpa la conducción de la corriente que circula a través del mismo, ésta debe disminuir por debajo del valor I_H (corriente de mantenimiento). Hay dos métodos básicos para provocar la apertura el dispositivo: interrupción de corriente anódica y conmutación forzada. Ambos métodos se presentan en las siguientes figuras.

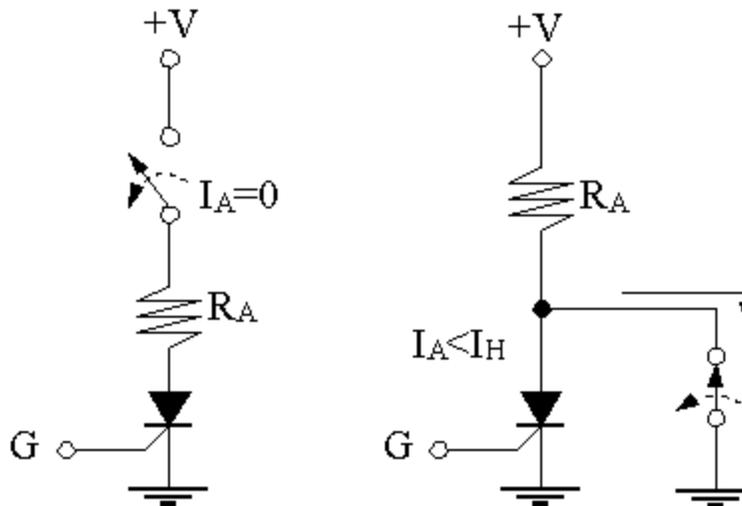


Figura 3. Apertura del SCR mediante interrupción de la corriente anódica

En la figura 3, se observa cómo la corriente anódica puede ser cortada mediante un interruptor bien en serie (figura izquierda), o bien en paralelo (figura derecha). El interruptor en serie simplemente reduce la corriente a cero y hace que el SCR deje de conducir. El interruptor en paralelo desvía parte de la corriente del SCR, reduciéndola a un valor menor que I_H .

En el método de conmutación forzada, que aparece figura 4, se introduce una corriente opuesta a la conducción en el SCR. Esto se realiza cerrando un interruptor que conecta una batería en paralelo al circuito.

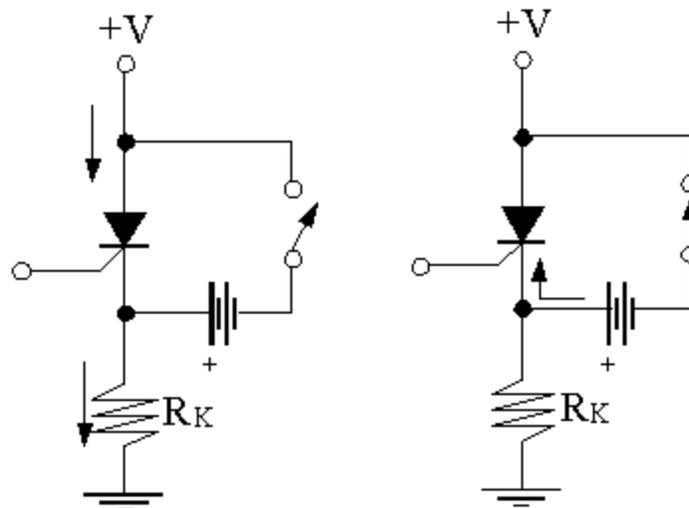


Figura 4. Desconexión del SCR mediante conmutación forzada

APLICACIONES DEL SCR

Una aplicación muy frecuente de los SCR es el control de potencia en alterna en reguladores (*dimmer*) de lámparas, calentadores eléctricos y motores eléctricos.

En la siguiente figura se muestra un circuito de control de fase de media onda y resistencia variable. Entre los terminales A y B se aplican 120 V (AC). R_L representa la resistencia de la carga (por ejemplo un elemento calefactor o el filamento de una lámpara). R_f es una resistencia limitadora de la corriente y R_2 es un potenciómetro que ajusta el nivel de disparo para el SCR. Mediante el ajuste del mismo, el SCR se puede disparar en cualquier punto del ciclo positivo de la onda en alterna entre 0 y 180°, como se aprecia en la Figura 5.

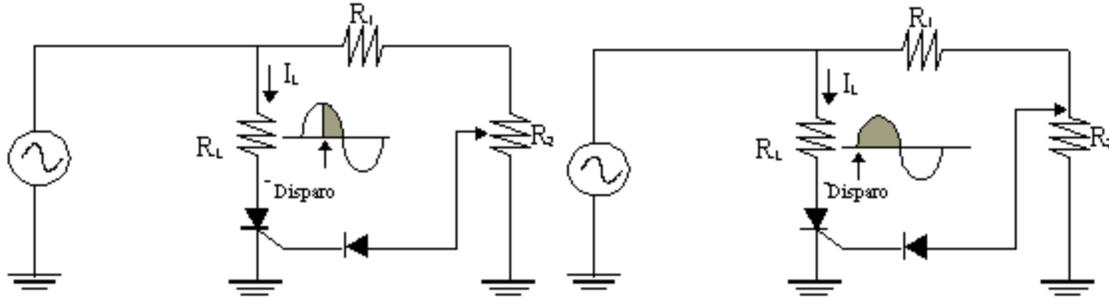


Figura 5: (a) Conducción durante 180° (b) Conducción durante 90°

Cuando el SCR se dispara cerca del principio del ciclo (aproximadamente a 0°), como en la Figura 5 (a), conduce durante aproximadamente 180° y se transmite máxima potencia a la carga. Cuando se dispara cerca del pico positivo de la onda, como en la Figura 5 (b), el SCR conduce durante aproximadamente 90° y se transmite menos potencia a la carga. Mediante el ajuste de R_x , el disparo puede retardarse, transmitiendo así una cantidad variable de potencia a la carga.

Cuando la entrada en AC es negativa, el SCR se apaga y no conduce otra vez hasta el siguiente disparo durante el ciclo positivo. Es necesario repetir el disparo en cada ciclo como se ilustra en la Figura 6. El diodo se coloca para evitar que voltaje negativo en AC sea aplicado a la *gate* del SCR.

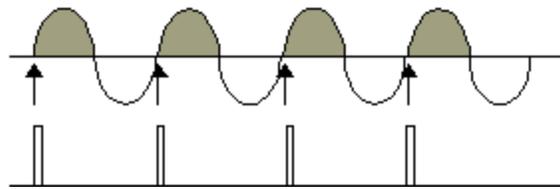


Figura 6: Disparos cíclicos para control de potencia

Transistor IGBT

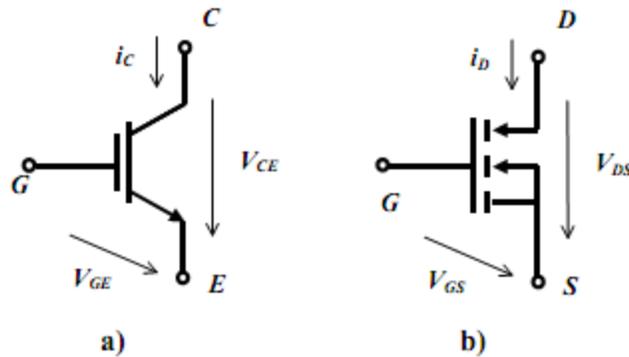
El **transistor bipolar de puerta aislada (IGBT)**, del inglés *Insulated Gate Bipolar Transistor*) es un dispositivo semiconductor que generalmente se aplica como interruptor controlado en circuitos de electrónica de potencia.

Este dispositivo posee la características de las señales de puerta de los transistores de efecto campo con la capacidad de alta corriente y voltaje de baja saturación del transistor bipolar, combinando una puerta aislada FET para la entrada de control y un transistor bipolar como interruptor en un solo

dispositivo. El circuito de excitación del IGBT es como el del MOSFET, mientras que las características de conducción son como las del BJT.

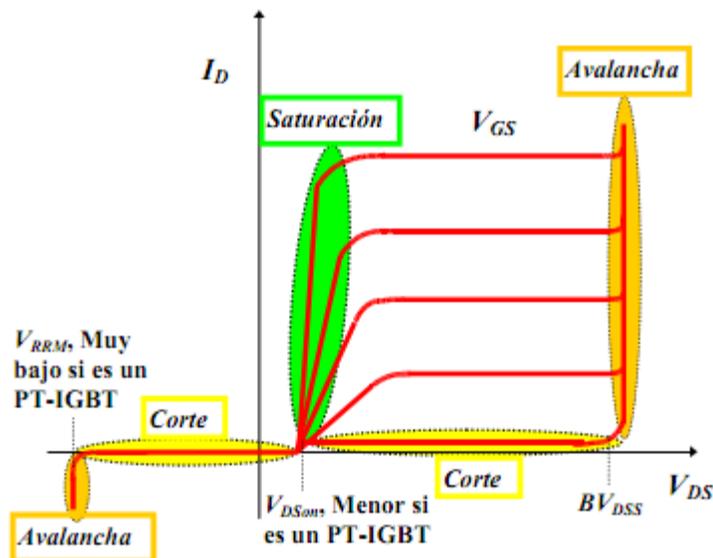
Los transistores IGBT han permitido desarrollos que no habían sido viables hasta entonces, en particular en los Variadores de frecuencia así como en las aplicaciones en máquinas eléctricas y convertidores de potencia que nos acompañan cada día y por todas partes, sin que seamos particularmente conscientes de eso: automóvil, tren, metro, autobús, avión, barco, ascensor, electrodoméstico, televisión, domótica, Sistemas de Alimentación Ininterrumpida o SAI (en Inglés UPS), etc.

SIMBOLOGIA: Su estructura microelectrónica es bastante compleja es por ello que lo describimos en base a su esquema equivalente.



Representación Simbólica del Transistor *IGBT*. a) Como *BJT*, b) Como *MOSFET*

CURVA CARACTERÍSTICA IGBT:



Curva Característica Estática de un Transistor *IGBT* de Canal *n*

COMO FUNCIONA:

Consideremos que el IGBT se encuentra bloqueado inicialmente. Esto significa que no existe ningún voltaje aplicado al gate. Si un voltaje V_{GS} es aplicado al gate, el IGBT enciende inmediatamente, la corriente I_D es conducida y el voltaje V_{DS} se va desde el valor de bloqueo hasta cero. LA corriente I_D persiste para el tiempo t_{ON}

en el que la señal en el gate es aplicada. Para encender el IGBT, la terminal drain D debe ser polarizada positivamente con respecto a la terminal S. LA señal de encendido es un voltaje positivo VG que es aplicado al gate G. Este voltaje, si es aplicado como un pulso de magnitud aproximada de 15, puede causar que el tiempo de encendido sea menor a 1 s, después de lo cual la corriente de drain i_D es igual a la corriente de carga I_L (asumida como constante). Una vez encendido, el dispositivo se mantiene así por una señal de voltaje en el gate. Sin embargo, en virtud del control de voltaje la disipación de potencia en el gate es muy baja.

EL IGBT se apaga simplemente removiendo la señal de voltaje VG de la terminal gate. La transición del estado de conducción al estado de bloqueo puede tomar apenas 2 micro segundos, por lo que la frecuencia de conmutación puede estar en el rango de los 50 kHz.

EL IGBT requiere un valor límite $V_{GS(TH)}$ para el estado de cambio de encendido a apagado y viceversa. Este es usualmente de 4 V. Arriba de este valor el voltaje VDS cae a un valor bajo cercano a los 2 V. Como el voltaje de estado de encendido se mantiene bajo, el gate debe tener un voltaje arriba de 15 V, y la corriente i_D se autolimita.

El IGBT se aplica en controles de motores eléctricos tanto de corriente directa como de corriente alterna, manejados a niveles de potencia que exceden los 50 kW.

CARACTERISTICAS A TENER EN CUENTA EN UN IGBT:

- I_{Dmax} Limitada por efecto Latch-up.
- V_{GSmax} Limitada por el espesor del óxido de silicio.
- Se diseña para que cuando $V_{GS} = V_{GSmax}$ la corriente de cortocircuito sea entre 4 a 10 veces la nominal (zona activa con $V_{DS}=V_{max}$) y pueda soportarla durante unos 5 a 10 μ s. y pueda actuar una protección electrónica cortando desde puerta.
- V_{DSmax} es la tensión de ruptura del transistor npn. Como μ s; es muy baja, será $V_{DSmax}=BV_{CB0}$ Existen en el mercado IGBTs con valores de 600, 1.200, 1.700, 2.100 y 3.300 voltios. (anunciados de 6.5 kV).
- La temperatura máxima de la unión suele ser de 150°C (con SiC se esperan valores mayores)
- Existen en el mercado IGBTs encapsulados que soportan hasta 400 o 600 Amp.
- La tensión VDS apenas varía con la temperatura μ s; Se pueden conectar en paralelo fácilmente μ s; Se pueden conseguir grandes corrientes con facilidad, por ej. 1.200 o 1.600 Amperios. En la actualidad es el dispositivo mas usado para potencias entre varios kW y un par de MW, trabajando a frecuencias desde 5 kHz a 40kHz.

Referencias bibliográficas:

http://www.profesormolina.com.ar/tutoriales/enica_pot.htm

http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor_IGBT

<http://ccpot.galeon.com/enlaces1737117.html>