



PRÁCTICA 1

SCR

ASESORADO POR PAPÁ PITUFO

Introducción

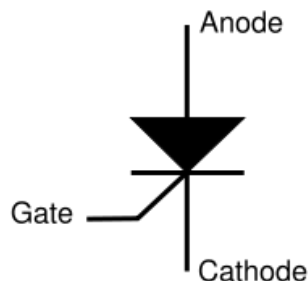
La aparición del tiristor o más concretamente rectificador controlado de silicio S.C.R., ha materializado un cambio decisivo tanto en la concepción como en la realización de inversores y convertidores de potencia eléctrica.

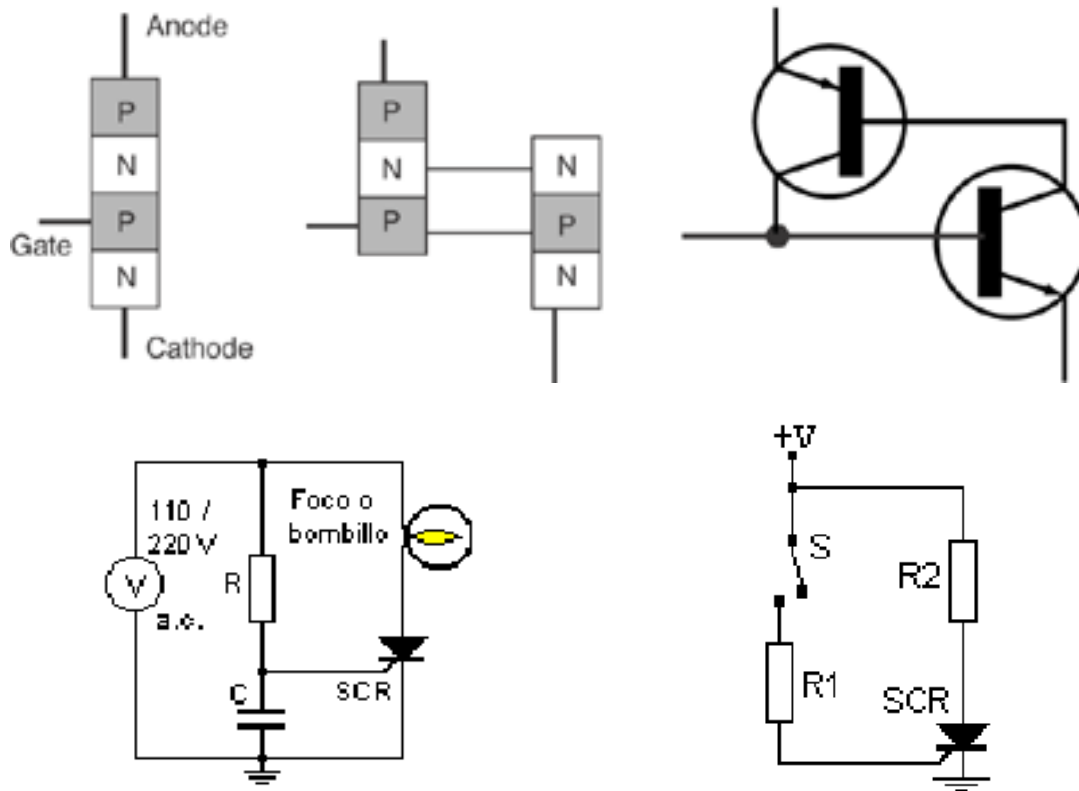
Desde el punto de vista de su utilización, el S.C.R. vino inicialmente a sustituir al tiratrón en los circuitos empleados en electrónica industrial; en este sentido. Puede decirse que, como componente activo de los circuitos electrónicos, el S.C.R. representó un gran adelanto respecto a aquél.

Si bien ambos componentes son semejantes en cuanto a su forma de actuar, no lo son en sus características eléctricas, en las que resulta muy superior el S.C.R, ni en sus características mecánicas, donde el peso, volumen y robustez no admiten competencia.

Símbolo y Estructura Física

El rectificador controlado de silicio SCR: (Silicon Controlled Rectifier) es un tipo de tiristor formado por cuatro capas de material semiconductor con estructura PNPN o bien NPNP. El nombre proviene de la unión de Tiratrón (tyatron) y Transistor.





Uso

Un rectificador controlado por silicio (SCR) es un dispositivo semiconductor unidireccional, de tres terminales. Está hecho de tres componentes principales: un ánodo, cátodo y una puerta. La aplicación de una corriente eléctrica activa la puerta, y permite que la corriente pase del cátodo al ánodo, generando amplificación. Como un semiconductor de estado sólido, que se puede encontrar en varias aplicaciones.

Control de motores de CC

Un motor de CC (corriente continua) es una de las primeras máquinas que pueden convertir la energía eléctrica en energía mecánica. Se utiliza un SCR para controlar la cantidad de electricidad que se convierte en energía mecánica.

Los circuitos de los motores de CC permiten que la corriente eléctrica se interrumpa manualmente por un pulsador sencillo para facilitar la reposición del SCR. Esto es particularmente útil cuando se administra a los circuitos puros de CC en alarmas o circuitos de disparo de enganche. El voltaje de excitación de un motor de CC controla su velocidad de rotación y la cantidad de energía mecánica que libera. Los tipos más comunes de motores de



CC incluyen las bobinas de campo o motores de imanes permanentes, cepillos de CC y motores sin escobillas, y motores de CC con bobinas en serie. Los motores de corriente continua se pueden encontrar en las perforadoras manuales basadas en servomotores y electrodomésticos de cocina, robótica y aplicaciones de automoción (frenos).

Relés de estado sólido

Un relé de estado sólido (SSR) es un dispositivo electrónico que facilita el encendido/apagado de una máquina en particular o aparato electrónico. Por lo general utilizan varios semiconductores, tales como el SCR, para facilitar el encendido/apagado sin problemas. Los relés de estado sólido requieren de baja facilitación de la energía del circuito para cambiar de encendido a apagado y viceversa, por lo que la potencia de salida es significativamente mayor en comparación con el control de la energía. El SSR se utiliza en el control de temperatura y dispositivos de medición, en indicadores de nivel de flujo y medidores, conductividad e instrumentación de pH, calentadores, y medidores de presión y deformación.



Control de motores de CA



Los motores de CA (corriente alterna) suelen tener dos SCR conectados en estructuras paralelas inversas, produciendo técnicamente conmutadores back-to-back. Esta configuración permite que el motor tenga una capacidad bidireccional para "mover" la electricidad. Los motores de CA tienen tres configuraciones principales: montados en poste, en módulo y disco o en forma de disco de hockey. Los controladores modernos utilizan los dos últimos tipos. Las aplicaciones de corriente más alta que requieren de un enfriamiento del semiconductor satisfactorio utilizan la configuración del sistema de disco de hockey. Los módulos SCR tienen el SCR encerrado dentro de una unidad de contención de plástico incluido en una placa de montaje. Estos tipos proporcionan mejores capacidades de sobre corriente relativas.

Sistemas de control de iluminación

Los sistemas de iluminación de estado sólido (reguladores de luz) se basan en el ciclo de trabajo del interruptor de encendido y apagado para facilitar el control de las luces a través de una aplicación plena de tensión de CA. Estos sistemas tienen una perilla para controlar los ajustes de brillo y determinar en qué punto cambiar de encendido a apagado. Un disparo de SCR provoca el paso de corriente continua hasta que toda la corriente se haya agotado. Los ciclos de trabajo se cambian mediante la alteración de las etapas de activación del SCR, produciendo luz de regulación en los puntos especificados. Esta configuración requiere de la presencia de un fusible para proteger contra fallos de transmisión.

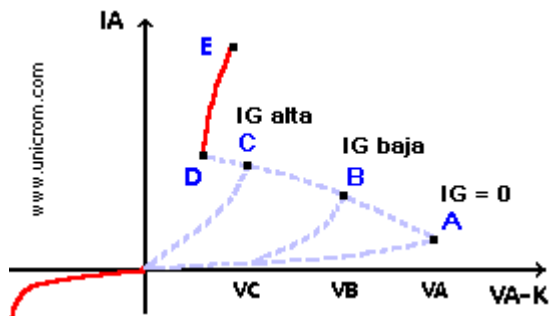
Disparo

Nombre Oficial IEC*	Tiristor Triodo de Bloqueo Inverso (Reverse Blocking Triode Thyristor)
Nombre Común	Rectificador Controlado de Silicio
Número de Capas	4, 3 uniones
Número de Terminales	3
Disparo Principal Mediante	Señal de compuerta
Valores Máximos Disponibles	1800v, 550A media
Principales Aplicaciones	Conversión de potencia sustituyendo a dispositivos electromecánicos de control de velocidad de motor, control de fase de conmutación.
Unidireccional / Bidireccional	Unidireccional

En la figura inferior se muestra la dependencia entre el voltaje de conmutación y la corriente de compuerta. Cuando el SCR está polarizado en inversa se comporta como un diodo común (ver la corriente de fuga característica que se muestra en el gráfico).

En la región de polarización en directo el SCR se comporta también como un diodo común, siempre que el SCR ya haya sido activado (On). Ver los puntos D y E.

Para valores altos de corriente de compuerta (I_G) (ver punto C), el voltaje de ánodo a cátodo es menor (V_C).



Si la I_G disminuye, el voltaje ánodo-cátodo aumenta. (Ver el punto B y A, y el voltaje ánodo-cátodo V_B y V_A).

Concluyendo, al disminuir la corriente de compuerta I_G , el voltaje ánodo-cátodo tenderá a aumentar antes de que el SCR conduzca (se ponga en On / esté activo).



Corte

- Cuando se polariza inversamente ánodo - cátodo y/o $I_G=0$
- La destrucción del dispositivo se puede dar si se llega al punto de **ruptura por avalancha** (V_{RSH} , I_{RSH}) o superando la corriente máxima de conducción I_{MAX} .
- No llegar al **punto de mantenimiento**

$$V_{AK} < V_{BO}$$



Conducción

- Polarizado directamente ánodo-cátodo y superando a V_{BO} , hecho esto, se debe lograr llegar al **punto de mantenimiento**, el tiempo para lograrlo disminuirá de acuerdo a la forma en que I_G aumente.

$$V_{AK} > V_{BO}$$

Las características estáticas corresponden a la región ánodo - cátodo y son los valores máximos que colocan al elemento en límite de sus posibilidades:

- Tensión inversa de pico de trabajo: VRWM
- Tensión directa de pico repetitiva: VDRM
- Tensión directa: VT
- Corriente directa media: ITAV
- Corriente directa eficaz: ITRMS
- Corriente directa de fugas: IDRM
- Corriente inversa de fugas: IRRM
- Corriente de mantenimiento: IH

Las características térmicas a tener en cuenta al trabajar con tiristores son:

- Temperatura de la unión: Tj
- Temperatura de almacenamiento: Tstg
- Resistencia térmica contenedor-disipador: Rc-d
- Resistencia térmica unión-contenedor: Rj-c
- Resistencia térmica unión-ambiente.....: Rj-a
- Impedancia térmica unión-contenedor.....: Zj-c

Funcionamiento

Conduce en directo y no conduce en inverso, pero adicionalmente para entrar en conducción debe inyectarse en el compuerta una corriente mayor que una corriente de compuerta mínima (I_{Gmin}) que es diferente para cada referencia de SCR, la aplicación de la corriente de compuerta cuando el SCR está en directo para que entre en conducción se llama el disparo del SCR.

Una vez que el SCR ha entrado en conducción, se mantiene así todo el tiempo que el circuito externo mantenga una corriente a través del SCR mayor que una corriente mínima de sostenimiento.

Cuando la corriente del SCR se hace menor que la corriente de sostenimiento éste deja de conducir, a este proceso se llama conmutación apagado.

Conmutación natural: cuando el circuito de carga por los voltajes aplicados hace que la corriente sea menor que la de sostenimiento.

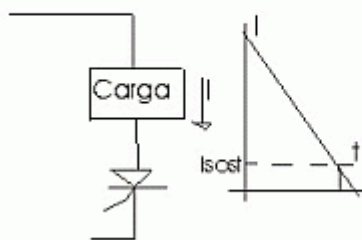
Conmutación forzada: Cuando se coloca un circuito adicional que induzca la conmutación, hay tres formas típicas:

Colocar un interruptor normalmente abierto en paralelo, al cerrarlo la corriente se va por el interruptor y la corriente del SCR se vuelve cero apagándose.

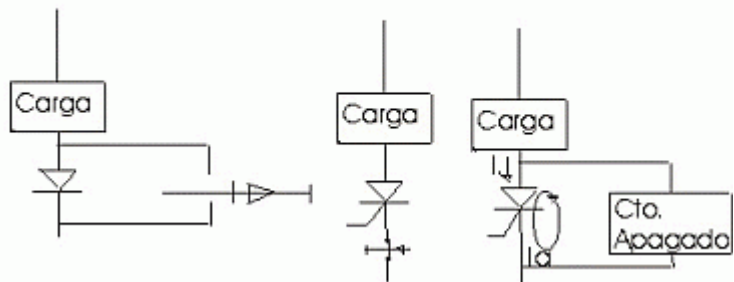
Colocar un interruptor normalmente cerrado en serie, al abrirlo la corriente se hace cero y apaga el SCR.

Un circuito que inyecte una corriente de cátodo hacia ánodo de forma que la suma de las corrientes inyectada y de carga se haga menor que la corriente de sostenimiento.

Conmutación Natural



Conmutación Forzada



Cuando el voltaje de ánodo a cátodo varía en el tiempo (dv/dt) muy rápido el SCR puede entrar en conducción sin corriente de compuerta, ésta es una situación indeseada y se debe de evitar pues produce estados de conducción no deseados.

Las características principales de un SCR son:

I_{Tmax} : Máxima corriente que puede conducir (pico, RMS o promedio)

V_{Dmax} : Máximo voltaje entre ánodo o cátodo (inverso o directo en no conducción).

I_{GTmin} : Corriente de compuerta mínima para producir el disparo.

V_{GTmax} : Voltaje compuerta cátodo máximo

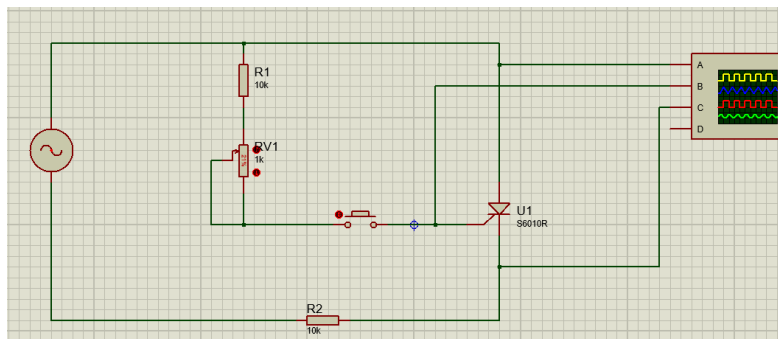
$I_{hold min}$: Corriente de sostenimiento mínima.

V_{FON} : Voltaje ánodo cátodo cuando está en conducción

$dv/dt max$: Máxima variación de voltaje admisible sin disparo

Simulación

Circuito para ver el disparo de un SCR.



Conclusión

Al finalizar la práctica, logramos aprender el correcto funcionamiento del SCR así como su forma de disparo y sus ondas que tiene al rectificar la corriente.