

Tiristores

Dispositivos Electrónicos

Ing. Luis A. Guanuco

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

7 de octubre de 2024

Tabla de contenidos

- 1 Diodo de 4 capas
- 2 Rectificador Controlado de Silicio (SCR)
- 3 DIAC y TRIAC

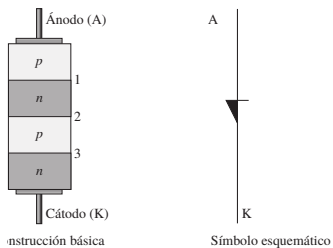
Sección 1

Diodo de 4 capas

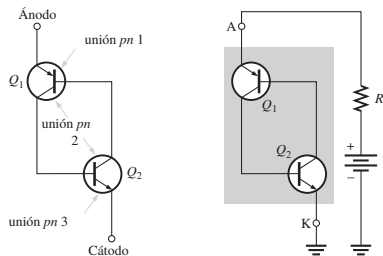
Diodo de 4 capas

El tiristor es un dispositivo de 4 capas con dos terminales: ánodo y cátodo. Está construido con cuatro capas semiconductoras que forman una estructura *PNPN*.

El primer dispositivo creado fue el *Diodo de 4 capas*. A continuación se presenta su construcción básica y el circuito equivalente compuesto por transistores.



(a) Estructura

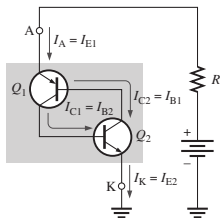


(b) Circuito equivalente

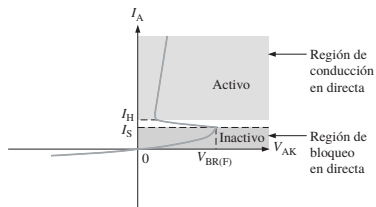
Figura: Diodo de 4 capas

Diodo de 4 capas: funcionamiento

A niveles de polarización bajos existe poca corriente en el ánodo, y por lo tanto se encuentra *apagado* (región de bloqueo en directa). Cuando la corriente en el ánodo (I_A) aumenta hasta la corriente de conmutación (I_S) el diodo se satura. La tensión directa (V_{AK}) baja abruptamente su valor y el diodo pasa a una región de conducción en directa, *encendido*. Cuando la corriente en el ánodo se reduce de nuevo por debajo del valor de retención (I_H), el dispositivo se apaga.



(a) Funcionamiento

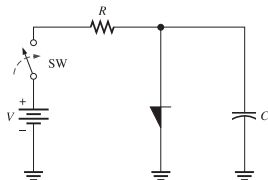


(b) Curva característica

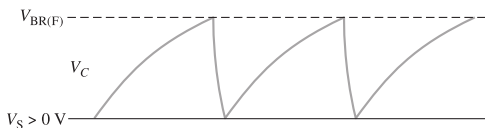
Figura: Diodo de 4 capas

Aplicación

El siguiente circuito es un *oscilador de relajación*. Cuando se cierra el interruptor, el capacitor se carga hasta que el voltaje alcanza el voltaje de ruptura en directa del diodo de 4 capas. En este punto el diodo cambia al estado de conducción y el capacitor se descarga de inmediato a través del diodo. La descarga continúa hasta que la corriente a través del diodo se reduce por debajo del valor de retención. En este punto, el diodo regresa al estado *apagado* y el capacitor comienza a cargarse de nuevo.



(a) Circuito



(b) Forma de ondas de la tensión del capacitor

Figura: Oscilador de relajación de diodos de 4 capas

Tabla de contenidos

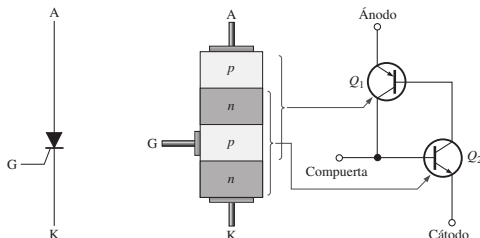
- 1 Diodo de 4 capas
- 2 Rectificador Controlado de Silicio (SCR)
- 3 DIAC y TRIAC

Sección 2

Rectificador Controlado de Silicio (SCR)

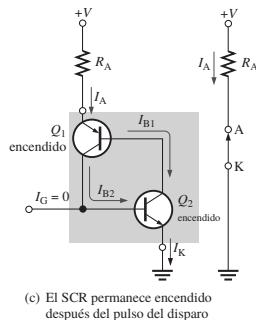
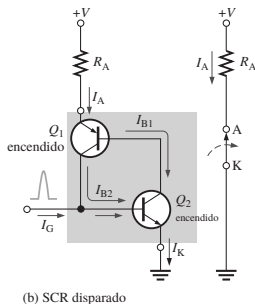
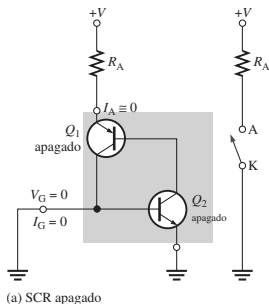
Rectificador Controlado de Silicio (SCR)

El SCR es un dispositivo *PNPN* de 4 capas pero con tres terminales: *ánodo*, *cátodo* y *compuerta*.



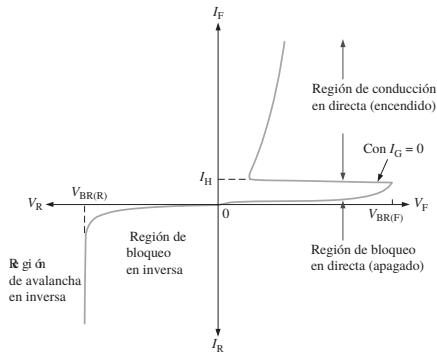
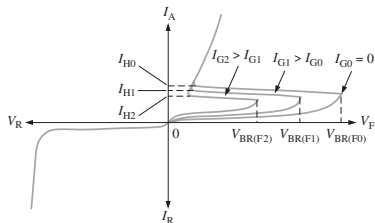
SCR: Encendido

Se considera una situación inicial con una corriente de compuerta (I_G) cero y el dispositivo SCR en estado de *apagado*.



SCR: Encendido

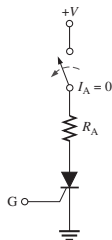
Al igual que el diodo de 4 capas, el SCR puede encenderse sin que se active la compuerta incrementando el voltaje entre ánodo y cátodo (V_{AK}) a un valor que exceda el voltaje de ruptura en directa ($V_{BF(F)}$). Este voltaje se reduce a medida que I_G se incrementa¹.

(a) Con $I_G = 0$ (b) Con varios valores de I_G

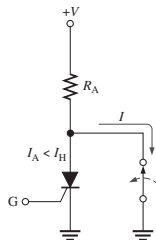
¹Debe evitarse este tipo de encendido pues se pierde el control normal del SCR.

SCR: Apagado

Existen dos métodos básicos para el *apagado*: *interrupción de la corriente de ánodo* y *conmutación forzada*.

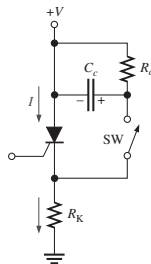


(a) Serie

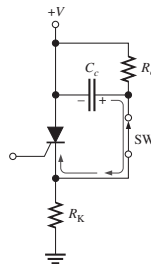


(b) Paralelo

(a) Interrupción de corriente



(a) Encendido



(b) Apagado

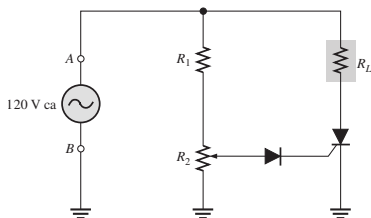
(b) Conmutación

Figura: Tipos de apagados del SCR

Aplicación

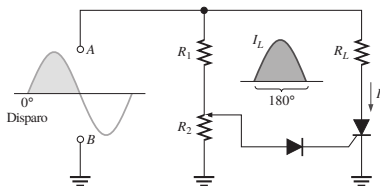
Una aplicación común de los SCR se encuentra en el control de potencia de C.A. por ejemplo: una lámpara, calentadores, motores y todo tipo de dispositivo electrónico que trabaja con corriente alterna.

En el siguiente circuito se controla la fase con la resistencia variable de media onda. R_L representa la carga (por ej.: un calefactor). R_1 limita la corriente y el potenciómetro R_2 ajusta el nivel de disparo del SCR.

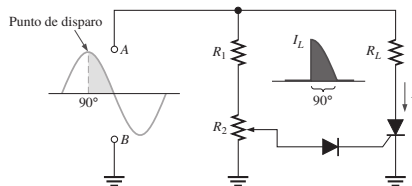


A continuación la explicación del funcionamiento...

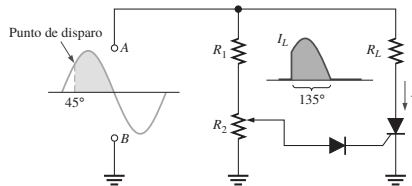
Aplicación



(a) Conducción durante 180°



(b) Conducción durante 90°



(c) Conducción durante 135°

Tabla de contenidos

- 1 Diodo de 4 capas
- 2 Rectificador Controlado de Silicio (SCR)
- 3 DIAC y TRIAC

Sección 3

DIAC y TRIAC

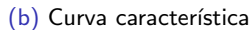
DIAC y TRIAC

Tanto el DIAC como el TRIAC son tipos de tiristores que conducen corriente en ambas direcciones. La diferencia entre los dos dispositivos es que el DIAC tiene dos terminales, mientras que el TRIAC tiene un tercer terminal, la cual es la compuerta de disparo.

En resumen...

El DIAC funciona básicamente como dos diodos de 4 capas en paralelo dispuestos en direcciones opuestas. El TRIAC funciona básicamente como dos SCR en paralelo dispuestos en direcciones opuestas con un terminal de compuerta común.

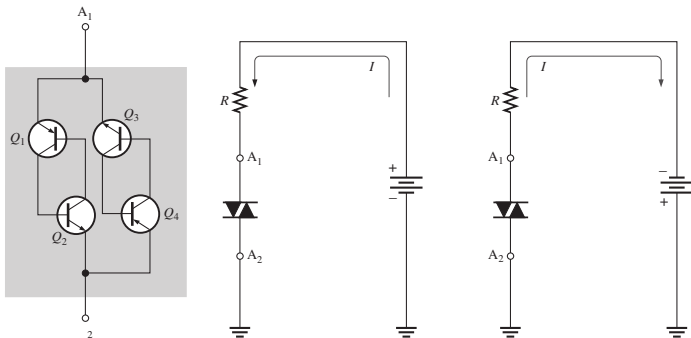
(a) Construcción y símbolo



18 / 23

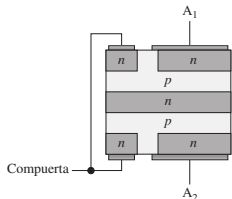
DIAC

Las dos polarizaciones del DIAC que se muestran en la siguiente figura polarizan Q_1 y Q_2 o Q_3 y Q_4 en directa o inversa respectivamente.

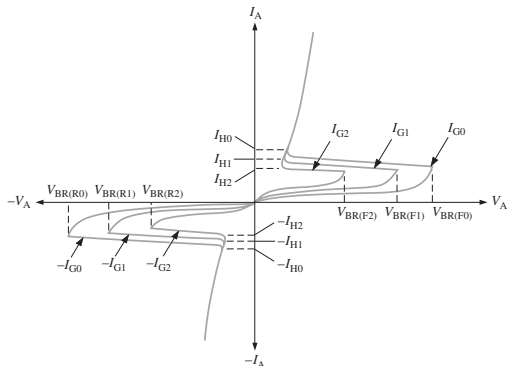


TRIAC

El TRIAC es como un DIAC con una terminal compuerta. El TRIAC puede ser disparado por un pulso de corriente en la compuerta y no requiere voltaje de ruptura para iniciar la conducción, como el DIAC.



(a) Construcción y símbolo

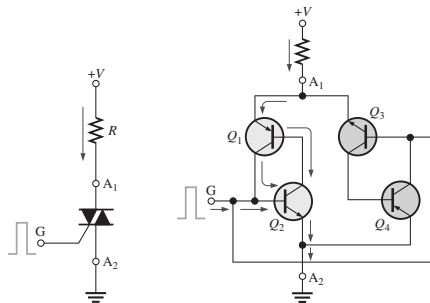


(b) Curva característica

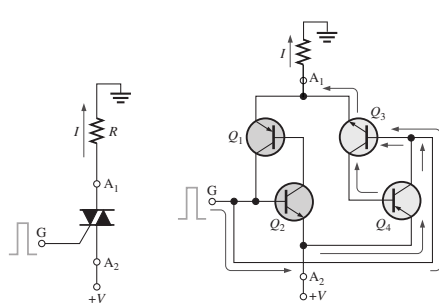
Figura: TRIAC

TRIAC

En las siguientes figuras se puede ver el comportamiento del circuito equivalente siendo disparado en ambas direcciones de conducción.



(a) Q_1 y Q_2 encendidos

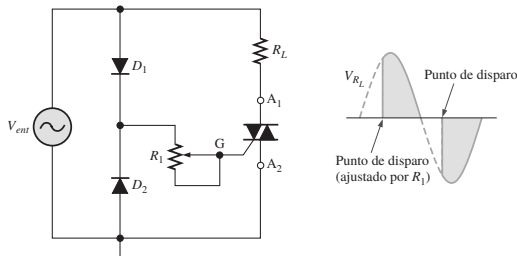


(b) Q_3 y Q_4 encendidos

Figura: Circuito equivalente

Aplicación

Como el SCR, el TRIAC también se utiliza para controlar la potencia promedio suministrada a una carga por el método de control de fase. El TRIAC puede ser disparado de tal forma que la potencia de C.A. sea suministrada a la carga durante una parte controlada de cada semiciclo. El dispositivo se apaga durante un cierto intervalo, llamado *ángulo de retardo* y luego se dispara y conduce corriente a través de la carga durante la parte restante del semiciclo positivo, llamado *ángulo de conducción*.



Aplicación

En el circuito de control de fase es necesario que el TRIAC se apague al final de cada alternancia positiva y negativa de la C.A.. En la siguiente figura se muestra que existe un intervalo cerca de cada cruce por 0 donde la corriente del TRIAC se reduce por debajo del valor de mantenimiento (I_H), por lo que el dispositivo se apaga.

