

GUÍA 8: TIRISTORES Y OPTOACOPLADORES

TIRISTORES

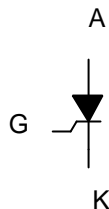
Los tiristores son interruptores electrónicos contruidos a base de semiconductores, dependiendo del tipo de tiristor pueden ser unidireccionales (circula corriente en un solo sentido) o bidireccionales (circula corriente en ambos sentidos), sus dos estados de funcionamiento son llamados conducción (ON) y bloqueo (OFF).

Los tiristores se emplean generalmente para el control de potencia eléctrica, siendo los tipos más conocidos el SCR, TRIAC, DIAC, GTO, LASCR.

1. Rectificador controlado de silicio (SCR)

El SCR es un dispositivo semiconductor de 4 capas que funciona como un conmutador electrónico. Al igual que un diodo rectificador permite el paso de corriente en un solo sentido (unidireccional), desde ánodo a cátodo cuando está conectado en polarización directa, y ha recibido un pulso de corriente positiva en la compuerta. Tiene tres terminales llamados ánodo (A), cátodo (K) y compuerta (G).

La simbología es,



Algunos componentes reales son,



2. Triodo de corriente alterna (TRIAC)

El TRIAC es un dispositivo semiconductor que se comporta como interruptor electrónico bidireccional, es en esencia la conexión de dos SCR en paralelo pero conectados en sentido opuesto y compartiendo la misma compuerta, tiene tres pines llamados terminal principal 1 (MT1), terminal principal 2 (MT2) y compuerta (G).

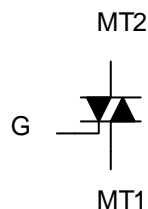
El TRIAC sólo se utiliza en corriente alterna y al igual que el SCR, se dispara por la compuerta. Como el TRIAC funciona en corriente alterna, habrá una parte de la onda que será positiva y otra negativa.

La parte positiva de la onda (semiciclo positivo) pasará por el TRIAC siempre y cuando haya habido una señal de disparo en la compuerta, de esta manera la corriente circulará de arriba hacia abajo (pasará por el SCR que apunta hacia abajo), de igual manera, la parte negativa de la onda (semiciclo negativo) pasará por el TRIAC siempre y cuando haya habido una señal de disparo en la compuerta, de esta manera la corriente circulará de abajo hacia arriba (pasará por el SCR que apunta hacia arriba).

Para ambos semiciclos la señal de disparo se obtiene por el terminal de compuerta.

Lo interesante es, que se puede controlar el momento de disparo del terminal de compuerta y así, controlar el tiempo que cada SCR estará en conducción. Luego, si se controla el tiempo que cada SCR está en conducción, se puede controlar la corriente que se entrega a una carga y por consiguiente la potencia que consume esta.

La simbología es,



Algunos elementos reales son,



3. Diodo de corriente alterna (DIAC)

El DIAC es un diodo de disparo bidireccional, especialmente diseñado para disparar TRIAC y SCR, es un dispositivo disparado por tensión entre sus pines. Tiene dos terminales llamados terminal principal 1 (MT1) y terminal principal 2 (MT2).

La simbología es,



Algunos componentes reales son,



El DIAC se comporta como dos diodos zener conectados en serie, pero orientados en formas opuestas. La conducción se da cuando se ha superado el valor de tensión del zener que está conectado en sentido opuesto.

El DIAC normalmente no conduce, sino que tiene una pequeña corriente de fuga. La conducción aparece cuando la tensión de disparo sea alcanzada.

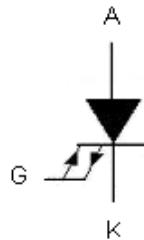
Cuando la tensión de disparo se alcanza, la tensión en el DIAC se reduce y entra en conducción dejando pasar la corriente necesaria para el disparo del SCR o TRIAC, dicha tensión puede estar entre 20 y 36 V. El DIAC más conocido comercialmente es el que tiene una tensión de disparo de 32 V.

Los DIAC se utilizan principalmente en aplicaciones de control de potencia mediante control de fase.

4. Gate Turn Off (GTO)

Un tiristor GTO es un semiconductor de tres pines llamados ánodo (A), cátodo (K) y compuerta (G), el cual puede ser encendido (interruptor cerrado) por un solo pulso de corriente positiva en la compuerta, y apagado (interruptor abierto) por un pulso negativo en el mismo terminal de compuerta.

La simbología es,



Algunos elementos reales son,



El tiempo de caída de la corriente de ánodo (I_A) es abrupta, típicamente menor a 1 s. Después de esto, la corriente de ánodo varía lentamente y ésta porción de la corriente de ánodo es conocido como corriente de cola.

La estructura del GTO es esencialmente la misma que un tiristor convencional. Existen 4 capas de silicón (pnpn), 3 uniones y tres terminales (ánodo, cátodo y gate). La diferencia en la operación, radica en que en que una señal negativa en el gate puede apagar el GTO.

Mientras el GTO se encuentre apagado y no exista señal en el gate, el dispositivo se bloquea para cualquier polaridad en el ánodo, pero existe corriente de fuga.

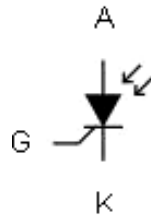
Con un voltaje de polarización directo aplicado al ánodo y un pulso de corriente positiva es aplicada al gate, el GTO se enciende y permanece de esa forma.

Existen 2 formas de apagar el tiristor: Una forma es reduciendo la corriente de ánodo, la segunda forma de apagarlo es por medio de un pulso en la compuerta, y este es el método más recomendable porque proporciona un mejor control.

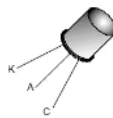
5. Rectificador controlado de silicio activado por luz (LASCR)

El foto-SCR o SCR activado por luz es, como su propio nombre indica, un SCR cuyo disparo es controlado por luz. Cuando la luz incidente es suficientemente intensa, el SCR se dispara y permanece en conducción aunque desaparezca esa luz.

La simbología es,



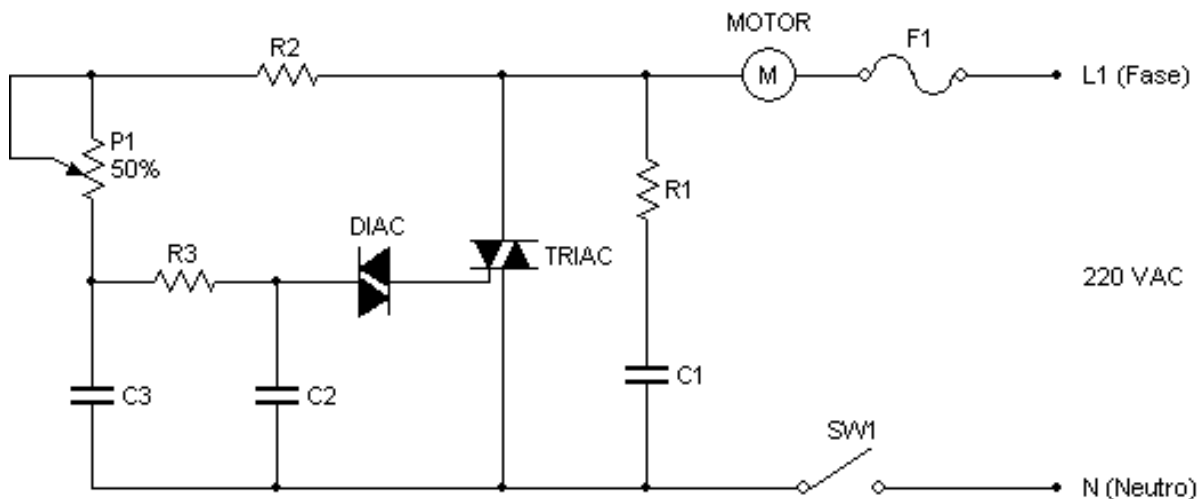
Un elemento físico real es,



APLICACIONES DE TIRISTORES

a) TRIAC

Una de las aplicaciones del TRIAC es como regulador de potencia, como es el caso de controlar el nivel de iluminación de un dormitorio, o controlar la velocidad de un taladro, un ventilador o una aspiradora (motores serie o universales de corriente alterna), para ello se utiliza el circuito electrónico conocido como Dimmer.



Muchos de estos circuitos reguladores de potencia tienen un punto de encendido y apagado que no coincide (a este fenómeno se le llama histéresis), y es común en los TRIACS.

Para corregir este defecto se ha incluido en el circuito la resistencia R3 y el condensador C3.

El conjunto resistencia R1 y condensador C1 se utiliza para filtrar picos transitorios de alto voltaje que pudieran aparecer y provocar disparos falsos del TRIAC (red snubber). Los valores comunes de la red RC de amortiguación son una resistencia de 100 Ω de carbón y un condensador de 100nF.

El TRIAC controla el paso de la corriente alterna a la carga conmutando entre los estados de conducción (pasa corriente) y bloqueo (no pasa corriente) durante los semiciclos negativos y positivos de la señal de alimentación (220 VAC), la señal de corriente alterna que se encuentra en los enchufes de nuestras casas.

El TRIAC se disparará cuando el voltaje en el condensador C2 supera la tensión de disparo del DIAC (conectado a la compuerta del TRIAC).

Hay que aclarar que el condensador en un circuito de corriente alterna (como éste) tiene su voltaje atrasado con respecto a la señal original.

Cambiando el valor del potenciómetro, se modifica la razón de carga de los condensadores, el atraso que tienen y por ende el desfase con la señal alterna original.

Esto permite que se pueda tener control sobre la cantidad de corriente que pasa a la carga (motor AC) y así la potencia que en ésta, se va a consumir.

Las magnitudes de las resistencias, los condensadores y DIAC usados en un circuito dimmer típico son las siguientes:

$$R1 = 100 \quad , \quad R2 = R3 = 10 \text{ k} \quad \text{y} \quad P1 = 100 \text{ k}$$

$$C1 = C2 = C3 = 100 \text{ nF}$$

DIAC con voltaje de disparo 32 V

b) GTO

Como el GTO tiene una conducción de corriente unidireccional, y puede ser apagado en cualquier instante, éste se aplica en circuitos chopper (conversiones de DC-DC) y circuitos inversores (conversiones DC-AC) a niveles de potencia en los que los MOSFET, BJT e IGBT no pueden ser utilizados. A bajos niveles de potencia los semiconductores de conmutación rápida son preferibles. En la conversión de AC-DC, los GTO, son útiles porque las estrategias de conmutación que posee, pueden ser usadas para regular la potencia, como el factor de potencia.

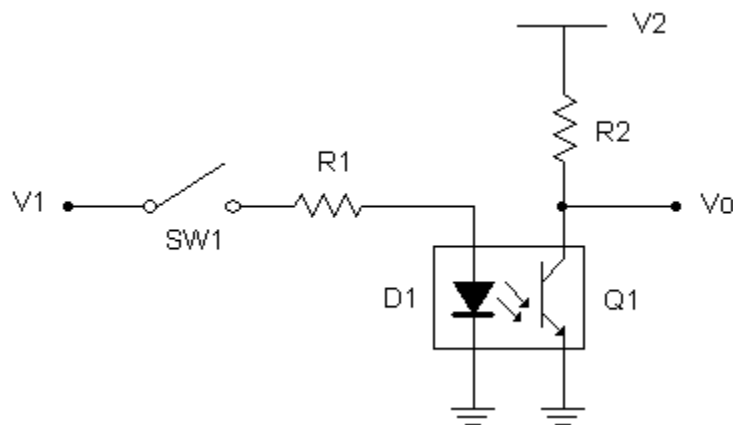
A nivel industrial algunos usos son:

Control de motores asíncronos, inversores, caldeo inductivo, rectificadores, soldadura al arco, sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) y control de motores.

OPTOACOPLOADORES

Un optoacoplador, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor excitado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotorreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP4 o DIP6. Se suelen utilizar para aislar electricamente a dispositivos muy sensibles.

El circuito muestra un optoacoplador 4N26 formado por un LED y un fototransistor. La tensión de la fuente de la izquierda y la resistencia en serie establecen una corriente en el LED emisor cuando se cierra el interruptor SW1. Si dicha corriente proporciona un nivel de luz adecuado, al incidir sobre el fototransistor lo saturará, generando una corriente en R2. De este modo la tensión de salida será igual a cero con SW1 cerrado e igual a V2 con SW1 abierto.



1. Funcionamiento del optoacoplador

Si la tensión de entrada varía, la cantidad de luz también lo hará, lo que significa que la tensión de salida cambia de acuerdo con la tensión de entrada. De este modo el dispositivo puede acoplar una señal de entrada con el circuito de salida, aunque hay que tener en cuenta que las curvas tensión/luz del LED no son lineales, por lo que la señal puede distorsionarse. Se venden optoacopladores especiales para este propósito, diseñados de forma que tengan un rango en el que la señal de salida sea casi idéntica a la de entrada.

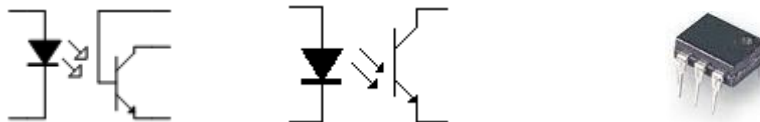
La ventaja fundamental de un optoacoplador es el aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y salida. Mediante el optoacoplador, el único contacto entre ambos circuitos es un haz de luz. Esto se traduce en una resistencia de aislamiento entre los dos circuitos del orden de $M \Omega$. Estos aislamientos son útiles en aplicaciones de alta tensión en las que los potenciales de los dos circuitos pueden diferir en varios miles de voltios.

2. Tipos de optoacopladores

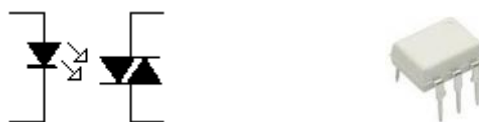
En general, los diferentes tipos de optoacopladores se distinguen por su diferente etapa de salida. Entre los principales cabe destacar el fototransistor, el fotocr, el fototriac y el fototriac de paso por cero. En este último, su etapa de salida es un triac de cruce por cero, que posee un circuito interno que conmuta al triac sólo en los cruces por cero de la fuente de corriente alterna.

3. Componente real y simbología de optoacopladores

a) Optotransistor (etapa de salida fototransistor)

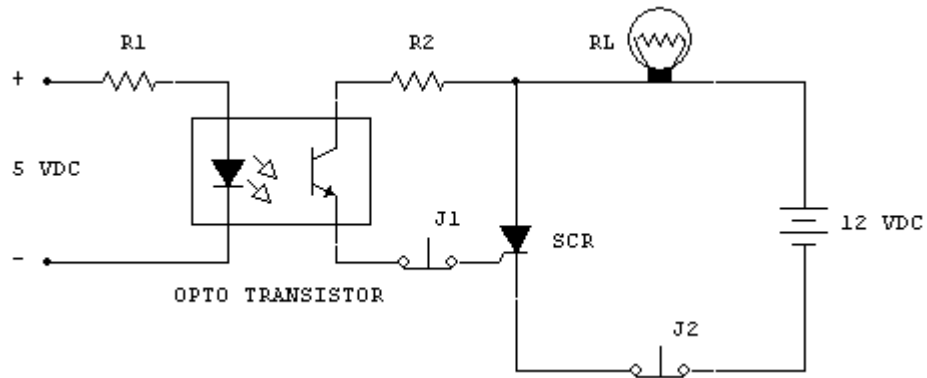


b) Optotriac (etapa de salida fototriac)



4. Circuito de aplicación de optoacopladores

a) Optotransistor



b) Optotriac

