

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

Unidad 5

Tiristores

Dr. David Lara Alabazares,

Competencias a desarrollar	
Comprender el funcionamiento de los transistores.	Construir y diseñar circuitos electrónicos aplicando los tiristores.
Actividades de aprendizaje	
• Enlistar los principales dispositivos pertenecientes a la familia de los transistores. • Describir el funcionamiento de los tiristores SCR, Shokley y Triac. • Clasificar los tiristores en base a la dirección en la que fluye la corriente.	• Implementar circuitos rectificadores con los tiristores • Visualizar el funcionamiento de los tiristores.

5.1. Introducción

En este capítulo se estudiarán los dispositivos de potencia denominados tiristores. Con el nombre de tiristor se define una familia de semiconductores cuya acción biestable depende de la acción regenerativa debida a la estructura P-N-P-N. Por acción biestable se define el comportamiento de encendido-apagado que muestran estos dispositivos, es decir, a diferencia del transistor, los tiristores no operan en la región lineal.

El transistor y el tiristor pertenecen a la misma familia de semiconductores; sin embargo, el tiristor presenta ciertas ventajas, y esto lo hace más adecuado si se compara con el transistor:

- a) El transistor es un dispositivo de tres capas mientras que el tiristor tiene cuatro.
- b) Los tiristores presentan un alto índice de corriente y voltaje.
- c) El transistor requiere que se aplique corriente constante en su base para conducir, mientras que el tiristor solo requiere un pulso de corriente en su compuerta.
- d) Los tiristores ayudan a reducir los costos en el diseño de sistemas electrónicos de potencia.

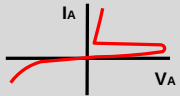
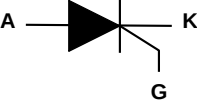
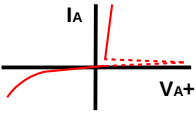
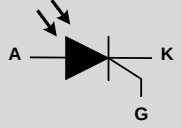
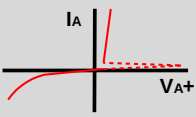
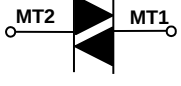
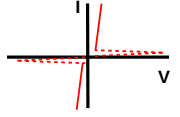
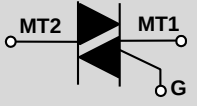
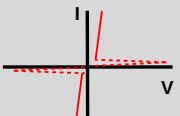
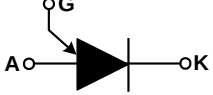
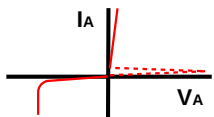
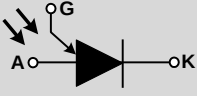
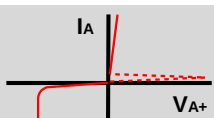
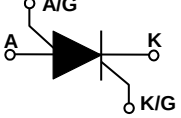
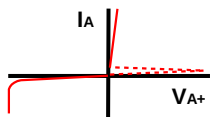
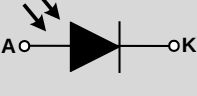
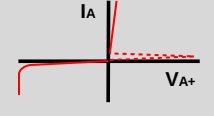
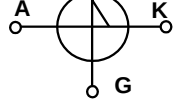
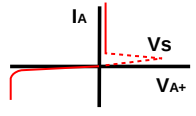
Los principales dispositivos pertenecientes a la familia de los tiristores se mencionan a continuación y sus símbolos se muestran en la tabla 5.1.

- El diodo de 4 capas
- El SCR son los Tiristores más conocidos y son dispositivos unidireccionales de tres terminales.
- Los TRIAC son Tiristores de tres terminales pero bidireccionales debido a que incorpora dos tiristores dentro de un solo dispositivo.
- Los DIAC son bidireccionales y tienen dos terminales.
- Los PUT Transistores de una sola unión programable, (Programmable, Unijunction Transistor) son unidireccionales y tienen tres terminales.
- Los SCS (Silicon Controlled Switch) es un tetrodo que tiene dos electrodos de control con conducción unidireccional.
- Los SBS (Silicon Bilateral Switch) es una versión bidireccional del SCS.

Los tiristores pueden tener dos, tres o cuatro terminales; en algunos casos su comportamiento es unidireccional, en otros es bidireccional.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, Curso: Electrónica Analógica, Unidad 5: El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

Tabla 5.1 Tiristores

Nombre del dispositivo	Símbolo	Curva característica
Diodo Shockley Diodo de cuatro capas		
SCR Silicon Controlled Rectifier (Rectificador controlado de silicio)		
LASCR Light Activated Silicon Controlled Rectifier (SCR activado por luz)		
DIAC Diode for Alternating Current (Diodo para corriente alterna) Bidirectional diode thyristor		
TRIAC Triode for Alternating Current (Tríodo para corriente alterna) Bidirectional triode thyristor		
PUT Programmable Unijunction Transistor (Transistor mono-unión programable)		
LAPUT Light Activated PUT (PUT activado por luz)		
SCS Silicon Controlled Switch (Interruptor controlado de silicio)		
LAS Light Activated Switch (Interruptor activado por luz)		
SUS Silicon Unilateral Switch (Interruptor unilateral de silicio)		

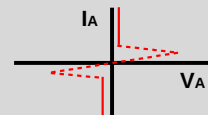
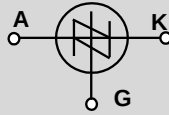


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA

Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.

Autor: Dr. David Lara Alabazares

SBS
Silicon Bilateral Switch
(Interruptor bilateral de silicio)



5.2. El Diodo de 4 Capas

El diodo tiristor de 4 capas, conocido como diodo Shockley, es un dispositivo construido de 4 capas de material semiconductor. A diferencia del diodo que tiene una unión PN y del transistor BJT que tiene dos uniones, el diodo Shockley tiene tres uniones y cuatro capas PNPN. La construcción básica de un diodo de cuatro capas y su símbolo esquemático se muestra en la figura 5.1. La estructura PNPN es equivalente a un circuito formado de dos transistores conectados en complemento, un transistor Q1 PNP formado por las uniones 1 y 2, y un transistor Q2 NPN formado por las uniones 2 y 3. Las dos capas de en medio están compartidas por ambos transistores equivalentes. La unión base-emisor de Q1 corresponde a la unión 1, la unión base-emisor de Q2 corresponde a la unión 3 y las uniones base colector tanto de Q1 como de Q2 corresponde a la unión 2.

Al aplicar polarización directa, las uniones base emisor de Q1 y Q2 (uniones 1 y 3) se polarizan en directa y la unión base-colector de ambos (unión 2) en inversa, las corrientes para esta configuración se muestran en la figura 5.1-c. A niveles de polarización bajos existe muy poca corriente en el ánodo, y por tanto se encuentra en el estado *apagado* o en la región de bloqueo indirecta. La curva de la corriente del diodo de cuatro capas con respecto al voltaje se muestra en la figura 5.2.

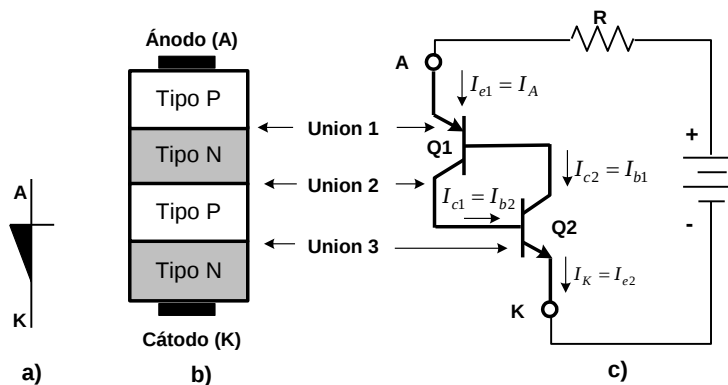


Figura 5.1 Diodo de 4 capas: a) Símbolo, b) construcción y c) Circuito equivalente con transistores

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

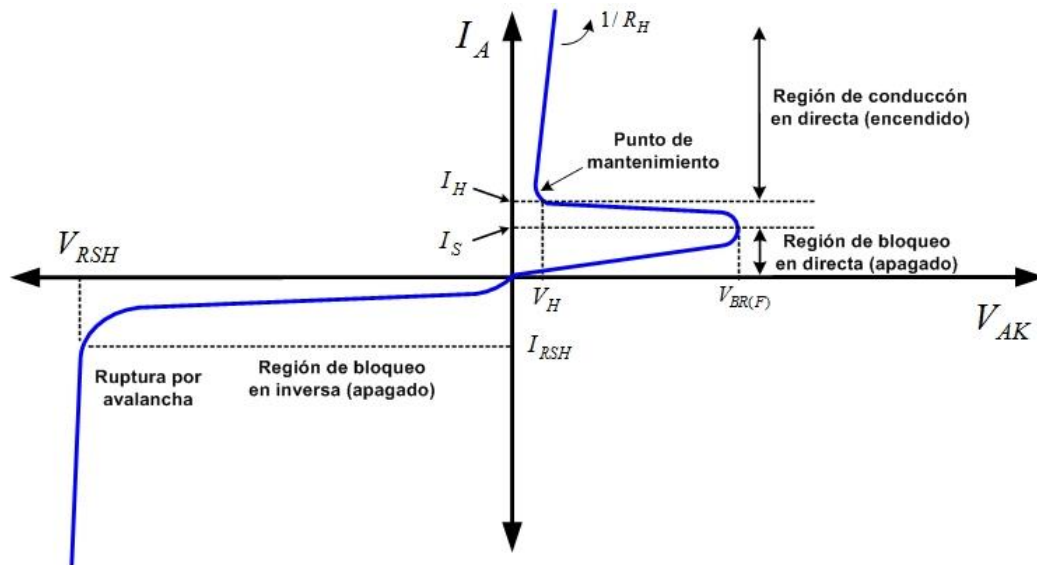


Figura 5.2 Curva característica de un diodo de 4 capas

Voltaje de ruptura en directa $V_{BR(F)}$: Es el voltaje, en cual el diodo empieza a conducir en polarización directa. La región comprendida desde $V_{AK} = 0$ hasta $V_{AK} = V_{BR(F)}$ es la *región de bloqueo en directa*. En esta región el dispositivo tiene una muy alta resistencia en directa (idealmente una abertura) y se encuentra en el estado apagado. Conforme V_{AK} se incrementa de 0, la corriente I_A , se incrementa gradualmente, hasta llegar a un punto donde $I_A = I_S$, la corriente de conmutación. En este punto $V_{AK} = V_{BR(F)}$ y las estructuras internas de los transistores se saturan, provocando una caída de voltaje en directa, V_{AK} , repentinamente se reduce a un valor bajo y el diodo entra a la *región de conducción en directa*. Se dice que el dispositivo se encuentra en el estado encendido y actúa como interruptor cerrado. Cuando la corriente en el ánodo se reduce de nuevo por debajo del valor de retención, I_H , el dispositivo se apaga.

Corriente de retención I_H : Es el valor de corriente mínima hasta el cual el diodo conduce. Cuando I_A se reduce por debajo de I_H , el dispositivo regresa de inmediato al estado apagado y entra a la *región de bloqueo en directa*.

Corriente de Conmutación I_S : El valor de la corriente en el ánodo, en el punto donde el dispositivo cambia de la *región de bloqueo en directa (apagado)* a la *región de conducción en directa (encendido)*. Este valor de corriente siempre es menor que la corriente de retención I_H .

5.2.1 Una aplicación: Oscilador de relajación.

El circuito de la figura 5.3 es un oscilador de relajación y opera en la forma descrita a continuación. Cuando se cierra el interruptor en el instante $t=0$, el capacitor se carga a través de la resistencia R hasta que el voltaje es igual al voltaje de ruptura en directa del diodo de 4 capas. En este punto el diodo conduce y el capacitor se descarga de inmediato a través del diodo; la descarga continua hasta que la corriente a través del diodo se reduce por debajo del valor de retención. En este punto, el diodo regresa al estado

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA**Carrera:** Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.**Autor:** Dr. David Lara Alabazares

apagado (abierto) y el capacitor comienza a cargarse de nuevo. El resultado de esta acción es una forma de onda de voltaje en las terminales del capacitor C , tal como se muestra en la figura 5.3.

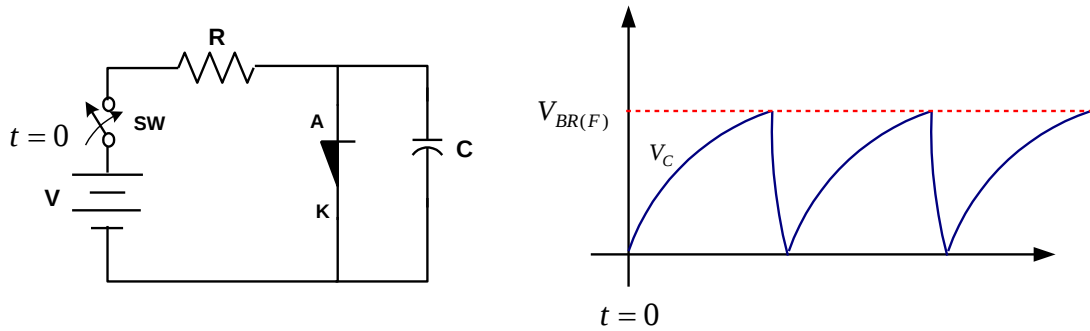


Figura 5.3 Oscilador de relajación con un diodo de 4 capas

5.3 El Rectificador Controlado De Silicio (SCR)

Al igual que el diodo de 4 capas, un rectificador controlado de silicio, (silicon-controller rectifier), denominado como SCR, es un dispositivo PNP de 4 capas con 3 terminales: ánodo, (A) cátodo (K) y compuerta (G). La estructura básica del SCR y su símbolo se muestran en las figuras 5.4-a y b, respectivamente. La estructura interna del SCR es semejante al diodo de cuatro capas, es decir con una configuración de dos transistores, pero ahora la compuerta corresponde a la base del transistor Q2, tal como se muestra en la figura 5.4-c.

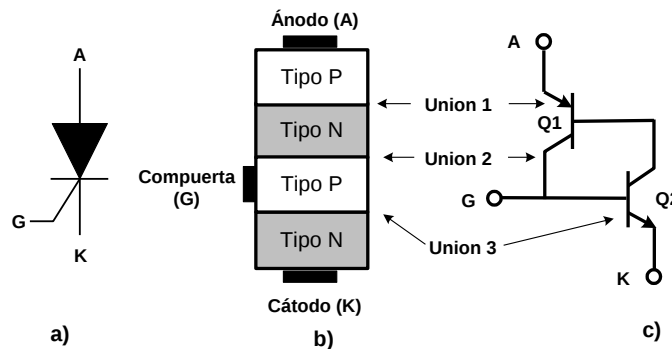
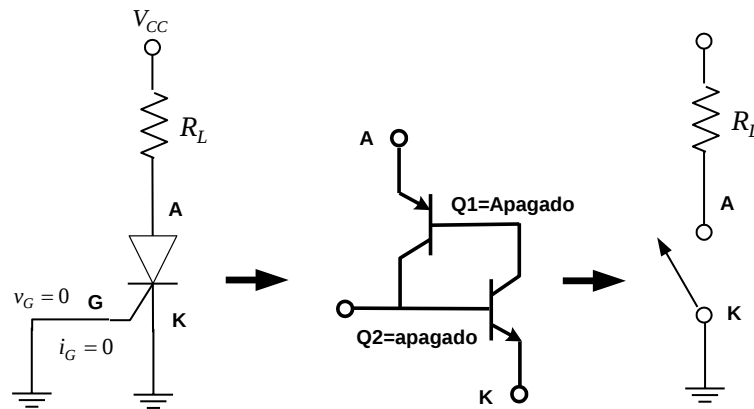


Figura 5.4 Rectificador controlado de Silicio: a) Símbolo, b) Construcción, y c) Circuito equivalente

5.3.1 Encendido del SCR.

El SCR no solamente conducirá cuando el ánodo sea positivo con respecto al cátodo; se requiere, además, que en la compuerta se aplique un pulso de voltaje para iniciar la conducción. Sin embargo, una vez iniciada la circulación de corriente no es necesario mantener el voltaje en la compuerta. Entonces, si la corriente en la compuerta $i_G = 0$, entonces el SCR se comporta como un diodo Shockley de 4 capas en el estado de apagado, y el dispositivo es equivalente a un interruptor abierto tal como se indica en la siguiente figura:



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, Curso: Electrónica Analógica, Unidad 5: El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

Figura 5.5 Rectificador controlado de Silicio en estado de apagado.

En el momento que se aplica un pulso de disparo positivo de corriente a la compuerta, los dos transistores se encienden, esto es debido a que I_{b2} enciende al transistor Q2 haciendo que se produzca una corriente $I_{c2} = I_{b1}$ por lo que Q1 se enciende. Por lo tanto se produce una corriente I_A , y el dispositivo es equivalente a un interruptor cerrado, tal como se muestra en la figura 5.6

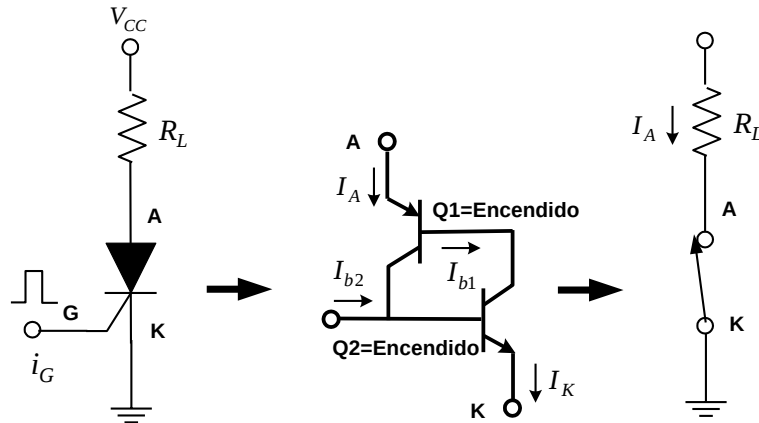


Figura 5.6 Rectificador controlado de Silicio en estado de encendido al aplicar un pulso.

La corriente en el colector de Q1 proporciona una corriente adicional en la base para Q2, de tal forma que Q2 permanece en conducción una vez que el pulso de disparo se retira de la compuerta. En otras palabras Q2 mantiene la conducción en saturación de Q1 al proporcionar una I_{b1} ; a su vez Q1 mantiene la conducción en saturación de Q2 al proporcionar I_{b2} . De este modo, el dispositivo permanece encendido (interruptor cerrado) con una muy baja resistencia entre el ánodo y el cátodo, y el SCR sigue comportándose como un interruptor cerrado,

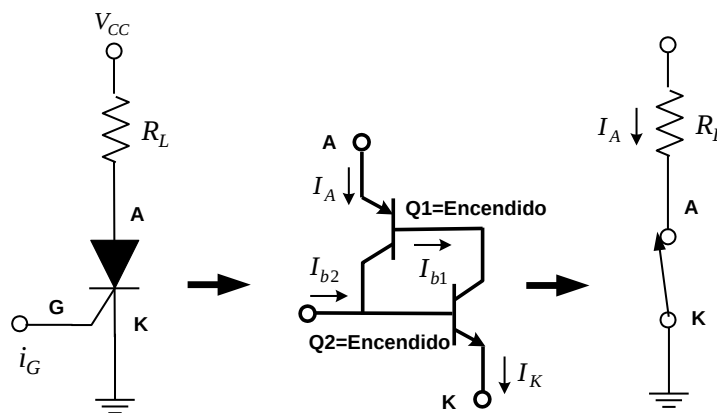
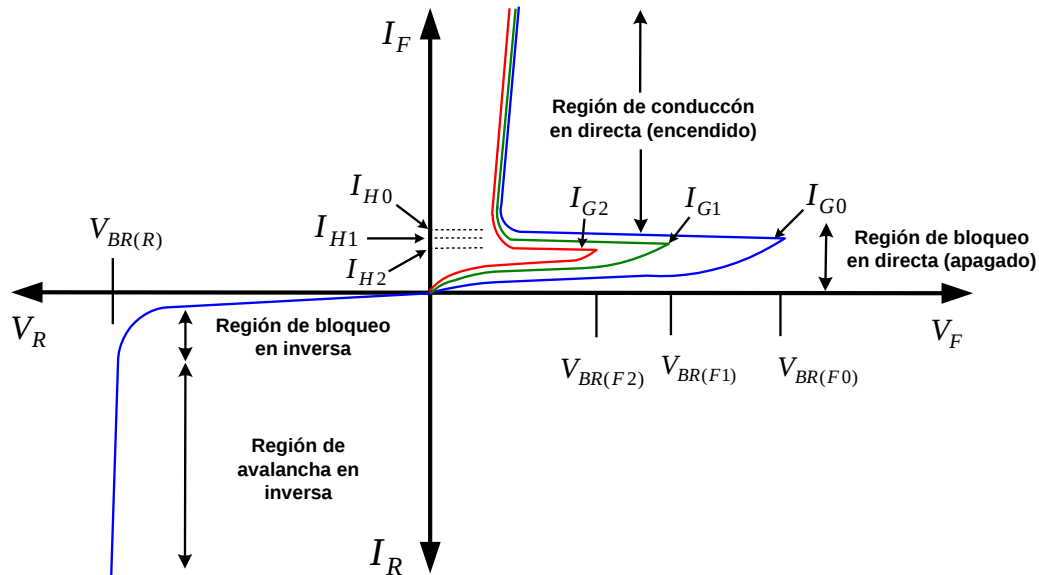


Figura 5.7 SCR permanece encendido al retirar el pulso en la compuerta.

Otra forma de encender el SCR es mediante el incremento del voltaje entre el ánodo y el cátodo, siendo no necesario activar la compuerta. Este voltaje debe ser mayor al voltaje de ruptura en directa $V_{BR}(F)$ tal

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA**Carrera:** Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.**Autor:** Dr. David Lara Alabazares

como se muestra en la curva de la figura 5.8. El voltaje de ruptura en directa se reduce a medida que I_G se incrementa por encima de $0V$, como lo muestran el conjunto de curvas de la figura 5.8, en donde las corrientes de compuerta son $I_{G2} > I_{G1} > I_{G0}$, es decir I_G alcanza un valor al cual en SCR enciende a un voltaje muy bajo entre el ánodo y el cátodo. Por lo tanto, la corriente en la compuerta controla el valor del voltaje de ruptura en directa, $V_{BR(F)}$, requerido para que el SCR encienda. Los voltajes entre el ánodo y el cátodo superiores al $V_{BR(F)}$ no dañan el SCR si se limita la corriente. Sin embargo, esta forma de encendido no proporciona un control estable del dispositivo, por lo que es preferible encenderlo solo con un pulso en la compuerta.

**Figura 5.8** Curvas características del SCR

5.3.2 Apagado del SCR

Existen dos métodos básicos para apagar un SCR: interrupción de la corriente en el ánodo y conmutación forzada. La corriente en el ánodo puede ser interrumpida mediante una configuración de conmutación momentánea en serie o en paralelo mediante interruptores tal como se muestra en la figura 5.9-a. El interruptor en serie normalmente cerrado (NC), al abrirse corta la corriente en el ánodo. El interruptor en paralelo normalmente abierto (NA), al cerrarse desvía gran parte de la corriente total, reduciendo la corriente en el ánodo a un valor menor que su corriente de sostenimiento I_h . El efecto en ambos casos es el apagado del SCR.

El método de conmutación forzada básicamente requiere obligar momentáneamente a la corriente que circula a través del SCR a que lo haga en la dirección opuesta a la conducción en directa, de modo que la corriente neta en directa se reduzca por debajo del valor de retención. Un circuito típico se muestra en la figura 5.9.b, el cual consta de un capacitor con una resistencia en serie conectados en paralelo con la carga. En el borne positivo del capacitor se conecta un SCR auxiliar cuyo cátodo coincida con el cátodo del SCR principal. En tanto el SCR principal esté conduciendo, el SCR auxiliar está abierto y C_c se carga

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, Curso: Electrónica Analógica, Unidad 5: El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

al voltaje de alimentación por conducto de la resistencia. Para apagar el SCR, se aplica un pulso de apagado al SCR auxiliar, lo cual provoca que el voltaje almacenado en el capacitor se aplique al SCR polarizándolo en forma inversa, por lo tanto la corriente i_C fluye en la dirección opuesta a la corriente en directa I_F , tal como se muestra en la figura; la corriente resultante es por lo tanto menor que la corriente de retención I_H . El tiempo típico que el SCR permanece apagado varía desde unos cuantos microsegundos hasta cerca de 30 microsegundos.

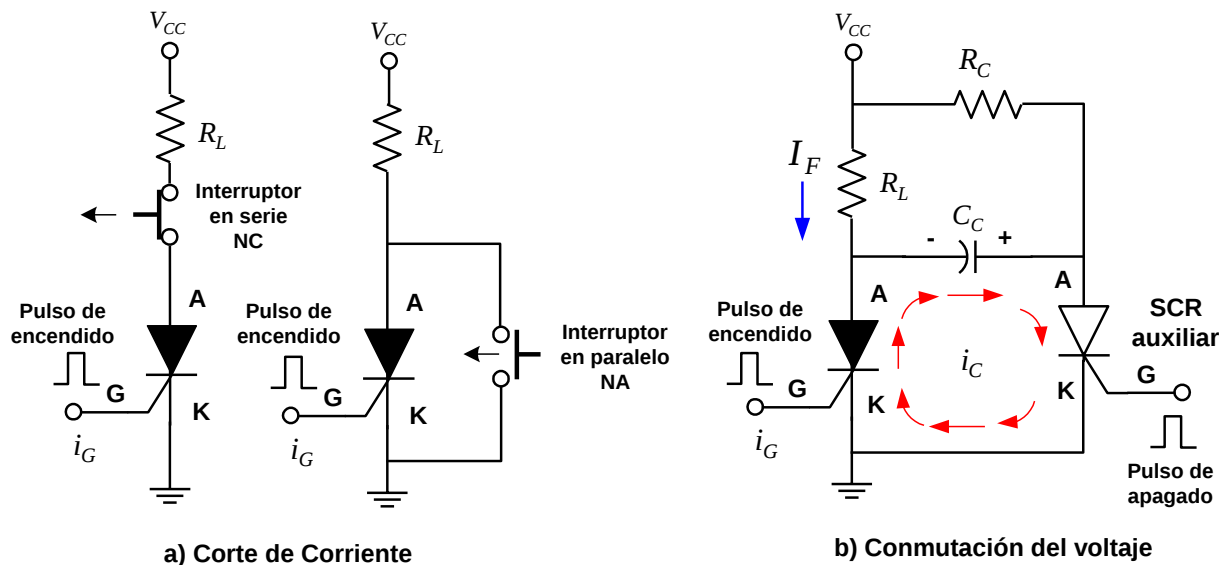


Figura 5.9 Métodos de apagado del SCR

5.3.3 Características y valores nominales de un SCR.

Corriente en directa promedio, $I_F(\text{prom})$. Este es la corriente máxima en forma continua en el ánodo (cd) que el dispositivo puede soportar en el estado de conducción en condiciones específicas.

Voltaje de ruptura en directa, $V_{BR}(F)$ Este es el voltaje al cual el SCR entra a la región de conducción en directa. El valor de $V_{BR}(F)$ es máximo cuando $I_G=0$ y se designan $V_{BR}(F)$. Cuando se incrementa la corriente en la compuerta, $V_{BR}(F)$ se reduce y se designa $V_{BR}(F1)$, $V_{BR}(F2)$, ..., $V_{BR}(FN)$ para los incrementos graduales de la corriente en la compuerta I_{G1} , I_{G2} , ..., I_{GN} .

Voltaje de ruptura en inversa $V_{BR}(R)$, Este parámetro especifica el valor de voltaje en inversa del cátodo al ánodo al cual el dispositivo irrumpe en la región de avalancha y comienza a conducir en exceso (igual que en un diodo de unión pn).

Región de conducción en directa. Esta región corresponde a la condición *encendido* del SCR en que la corriente fluye del ánodo al cátodo gracias a la muy baja resistencia (corto aproximado) del SCR.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

Regiones en bloqueo en directa y en inversa. Estas regiones corresponden a la condición *apagado* del SCR en que la corriente que fluye del ánodo al cátodo es bloqueada por el circuito abierto efectivo del SCR.

En la tabla 5.2 se describen los datos que generalmente proporciona el fabricante para los SCR.

Tabla 5.2. Especificaciones del SCR

Corriente		
I_T	On state continous direct current	Máxima corriente continua (sin componente alternada)
$I_{T(AV)}$	Average On State current	Máxima corriente media (en función de la temperatura)
$I_{T(RMS)}$	On state root mean square current	Máxima corriente eficaz para una forma específica de la función
I_{TRM}	Repetitive Max Current	Máxima corriente instantánea comprendida en un pico de corriente repetitiva.
I_{TSM}	Surge Max Current	Máxima corriente de pico en transitorios no repetitivos en funciones de duración específicas
I^2t	Max Fuse current	Corriente de fusible (Es la integral del cuadrado del valor eficaz por tiempos menores de 8.33mseg)
I_H	Holding Current	Corriente de retención: Es el valor de la corriente en el ánodo por debajo del cual el SCR cambia de la región de conducción a la región de bloqueo en directa. El valor se incrementa con valores decrecientes de I_G y es máximo con $I_G = 0$.

Compuerta		
V_{FGM}	Forward Gate Max Voltage	Máxima tensión directa de compuerta con el ánodo positivo con respecto al cátodo.
V_{FGN}	Forward Gate Max Voltage with negative anode	Máxima tensión directa de compuerta con el ánodo negativo con respecto al cátodo.
V_{RGM}	Reverse Gate Max Voltage	Máxima tensión inversa de compuerta
I_{FGM}	Forward Gate Max Current	Máxima corriente de compuerta
P_{GM}	Gate Max Power	Máxima potencia instantánea de compuerta
P_G	Gate Mean Power	Máximo valor medio de la potencia aplicado a la compuerta
I_{GT}	Gate trigger current	Corriente de disparo de compuerta. Es la corriente en la compuerta necesaria para cambiar el SCR de la región de bloqueo en directa a la región de conducción en directa, en condiciones específicas.

Voltaje		
V_{RM}	Reverse Continous Max Voltage	Máxima tensión inversa continua
V_{RWM}	Reverse Working Max Voltage	Máxima tensión inversa instantánea de trabajo que puede ser

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

		aplicada periódicamente por un tiempo indefinido.
V_{RRM}	Repetitive Max Voltage	Máxima tensión inversa instantánea repetitiva
V_{RSM}	Reverse Surge Max Voltage	Máxima tensión inversa no repetitiva
V_{DM}	Direct Continuous Max Voltaje	Máxima tensión directa continua
V_{DWM}	Direct Working Max Voltaje	Máxima tensión directa instantánea de trabajo. (Son válidas para la misma condición V_{RWM})
V_{DRM}	Direct Repetitive Max Voltaje	Máxima tensión directa instantánea repetitiva. (Válida para la misma condición dada para V_{RRM})
V_{DSM}	Direct Surge Max Voltaje	Tiene la misma especificación de la V_{RSM}

5.3.4 Características de entrada

En la figura 5.10 se muestra el SCR conectado a una carga Z . El SCR se activa aplicando una corriente de compuerta i_G , la cual produce un voltaje entre la compuerta y el cátodo. La grafica a la derecha de la figura nos muestra la relación que existe entre V_{GK} e i_G . Sin embargo, en realidad esta curva es teórica ya que en los SCR se presenta un fenómeno de dispersión en su construcción. Esto significa que si en determinado lote de fabricación de SCR's se hace un sondeo en varios componentes supuestamente iguales, sus características eléctricas no son iguales, es decir difieren ligeramente uno con respecto al otro.

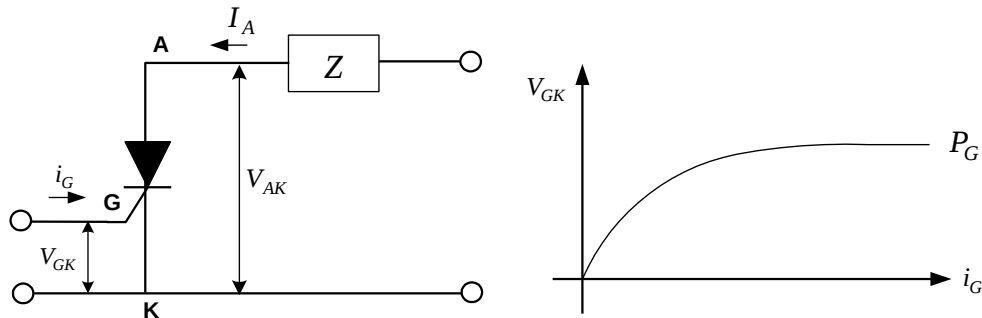


Figura 5.10 Características a la Entrada

Para resolver este problema en los SCR, los constructores dan valores en las características de entrada tal como se muestra en la gráfica de la figura siguiente:

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, Curso: Electrónica Analógica, Unidad 5: El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

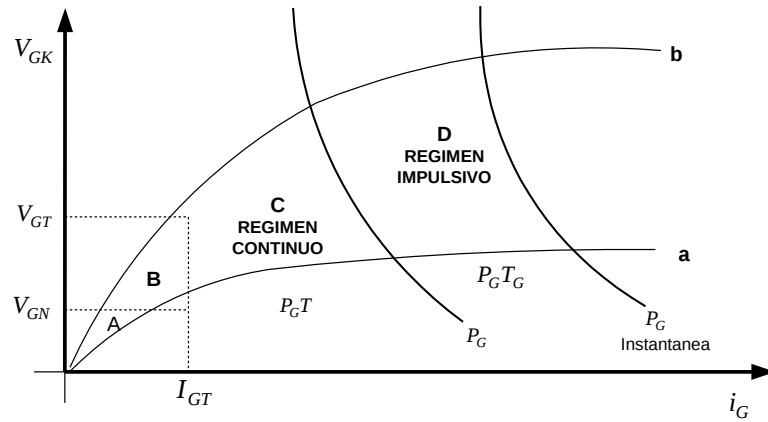


Figura 5.11: Curvas de características límites de una familia de SCR

En las tablas 5.2 y 5.3 se definen cada aspecto de la curva anterior. En general las zonas vienen influenciadas por la temperatura, si la temperatura aumenta la zona de conducción decrece favoreciendo el paso de OFF a ON de un SCR. Por la razón anterior es mejor trabajar en la zona impulsiva mandando señales grandes olvidándonos de las variaciones térmicas; ya que si se trabaja en los límites de “C” y “B” es más fácil que falle que si se trabaja en la zona “D” que tiene de por medio la zona “C”.

Tabla 5.2. Zonas de operación del SCR

Zona	Descripción
A	Estado seguro en OFF de SCR's similares
B	Zona incierta en la que algunos SCR's similares se encienden “ON” y otros no “OFF”
C	Zona segura pasando de OFF a ON para todos los SCR's
D	Zona segura pasando de OFF a ON para todos los SCR's y solamente pueden trabajar con valores impulsivos.

Tabla 5.3. Características límites del SCR

Característica	Descripción
Curva “a”	Es la descripción para la resistencia más baja de compuerta
Curva “b”	Es la característica para la resistencia más alta de compuerta
V_{GN} Gate No Trigger Voltage	Valor del voltaje de compuerta abajo del cual todos los SCR's no conducen “OFF”
V_{GT} Gate Trigger Voltage	Valor del voltaje de compuerta arriba del cual todos los SCR's conducen “ON”
I_{GT} Gate Trigger Current	El valor de la corriente de compuerta del cual todos los valores mayores a este hacen que todos los SCR's vayan a “ON”
Hipérbola P_G	Representa el valor máximo de potencia “media” que puede soportar la unión compuerta-cátodo.
Hipérbola $P_{G \text{ instantánea}}$	Representa el máximo valor de potencia instantánea que puede soportar la unión compuerta-cátodo

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

La potencia aplicada a la compuerta puede calcularse de la siguiente manera: En la figura 5.15 se muestran dos pulsos aplicados a la compuerta con una duración T_{G1} y T_{G2} .

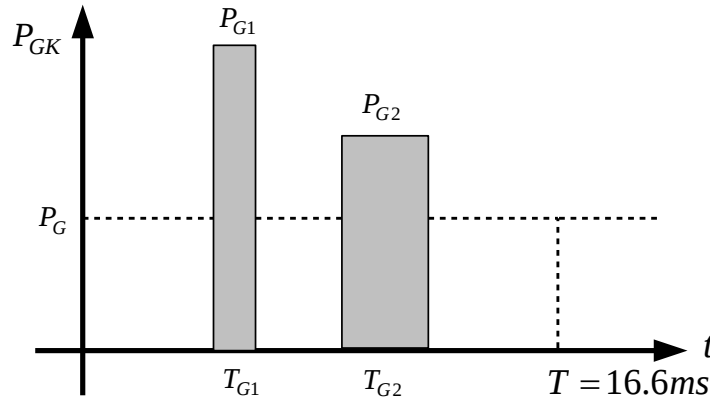


Figura 5.12: Periodo de una tensión senoidal de 60Hz.

Si se conoce el valor de P_G , entonces se pueden establecer la siguiente relación:

$$P_{G1}T_{G1} \leq P_G T \quad (5.1)$$

De donde la potencia para el pulso con duración T_{G1} se determina por la siguiente desigualdad

$$P_{G1} \leq P_G \frac{T}{T_{G1}} \quad (5.2)$$

De la misma manera para el pulso T_{G2}

$$P_{G2} \leq P_G \frac{T}{T_{G2}} \quad (5.3)$$

Como ya dijimos un SCR puede ser controlado en su compuerta con señales continuas o impulsivas.

5.4 El Triac

Básicamente, se puede pensar en un triac simplemente como dos SCR conectados en paralelo y en dirección opuesta con una terminal común, la compuerta. A diferencia del SCR el triac puede conducir corriente en una u otra dirección cuando es activado, según la polaridad del voltaje a través de sus terminales A1 y A2. la figura 5.13 muestra la construcción básica y el símbolo esquemático de un triac.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

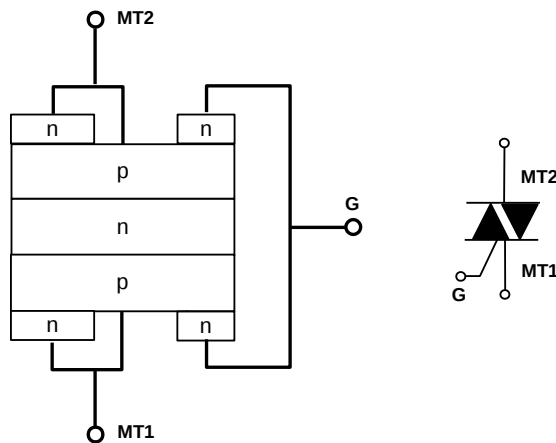


Figura 5.13 El Triac

La curva de característica se muestra en la figura 5.14, en la cual se observa que el potencial de ruptura se reduce a medida que se incrementa la corriente en la compuerta exactamente como con el SCR. Como con otros tiristores, el triac deja de conducir cuando la corriente en el ánodo se reduce por debajo del valor especificado de la corriente de retención I_H . La única forma de apagar el triac es reducir la corriente a nivel suficientemente bajo.

La figura 5.15 muestra un triac siendo disparado en ambas direcciones de conducción. A la izquierda, la terminal MT2 está polarizada positiva con respecto a MT1, por lo que el triac conduce como se muestra cuando es disparado por un pulso positivo en la terminal compuerta. El circuito equivalente muestra que Q1 y Q2 conducen cuando se aplican un pulso de disparo positivo. A la derecha la terminal MT1 está polarizada positiva con respecto a MT2, por lo que el triac conduce como se muestra. En este caso, Q3 y Q4 conducen como se indica al aplicar un pulso de disparo positivo.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

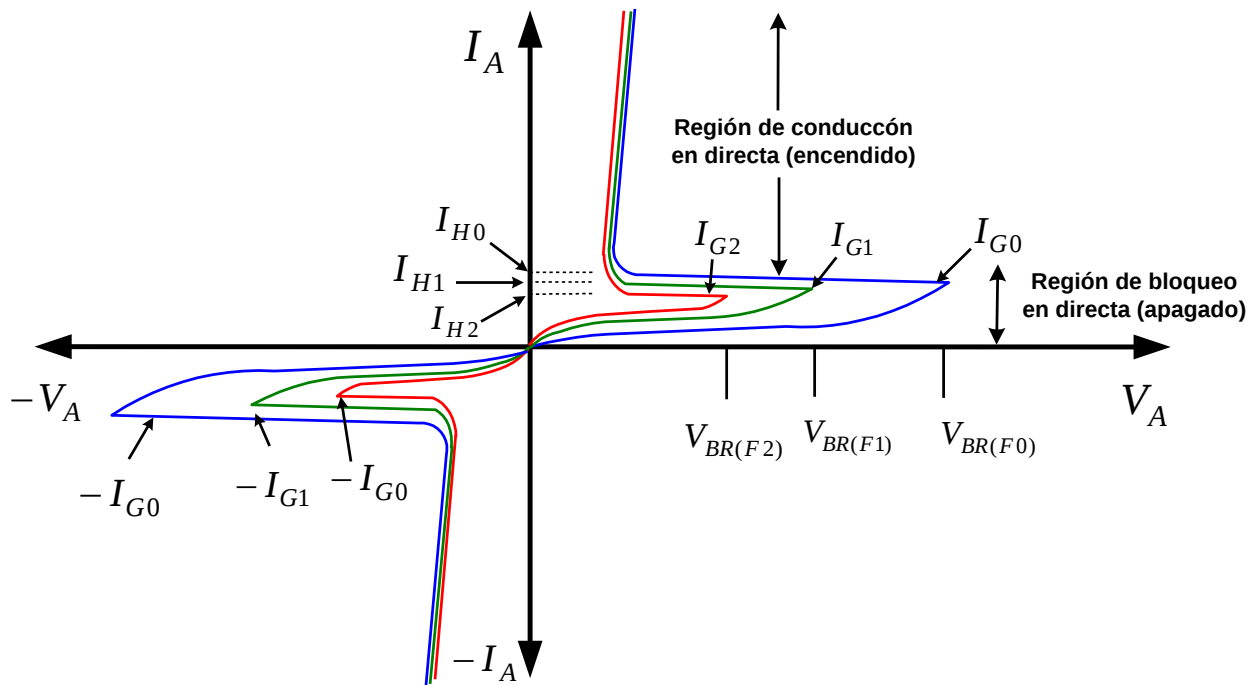


Figura 5.14 Curva característica del Triac

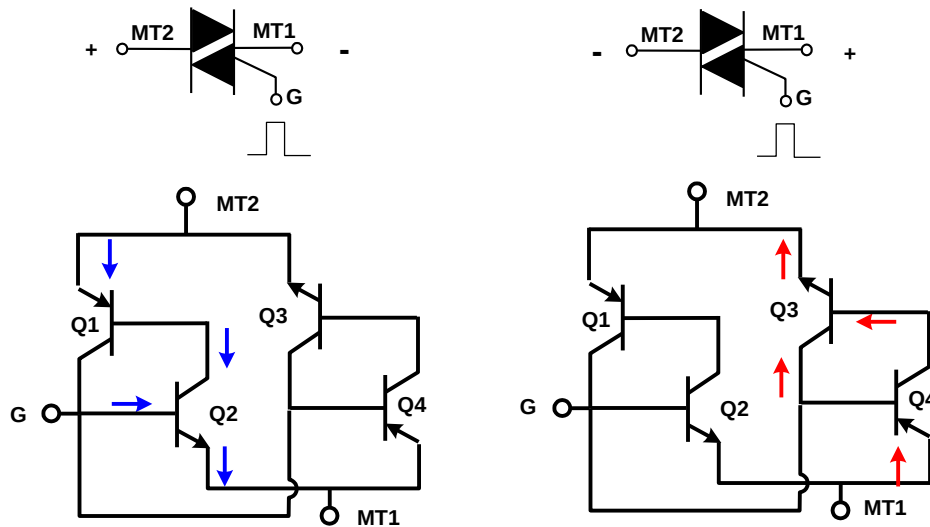


Fig. 5.15. Circuito Equivalente del Triac

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, **Curso:** Electrónica Analógica, **Unidad 5:** El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares

El TRIAC es un tiristor bidireccional con tres electrodos, la función que realiza este componente puede ser obtenida conectando dos SCR en anti paralelo, tal como se muestra en la siguiente figura:

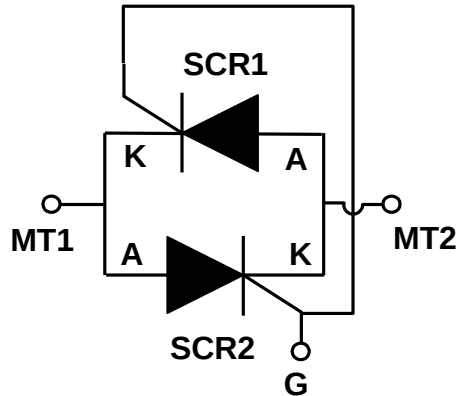


Fig. 5.16. Circuito Equivalente del Triac usando dos SCRs en antiparalelo

Por lo cual esto se realiza para valores de corriente o tensiones mayores de aquellas que pueden soportar el TRIAC, incluyendo los picos transitorios tal como se puede apreciar en la figura 5.17.

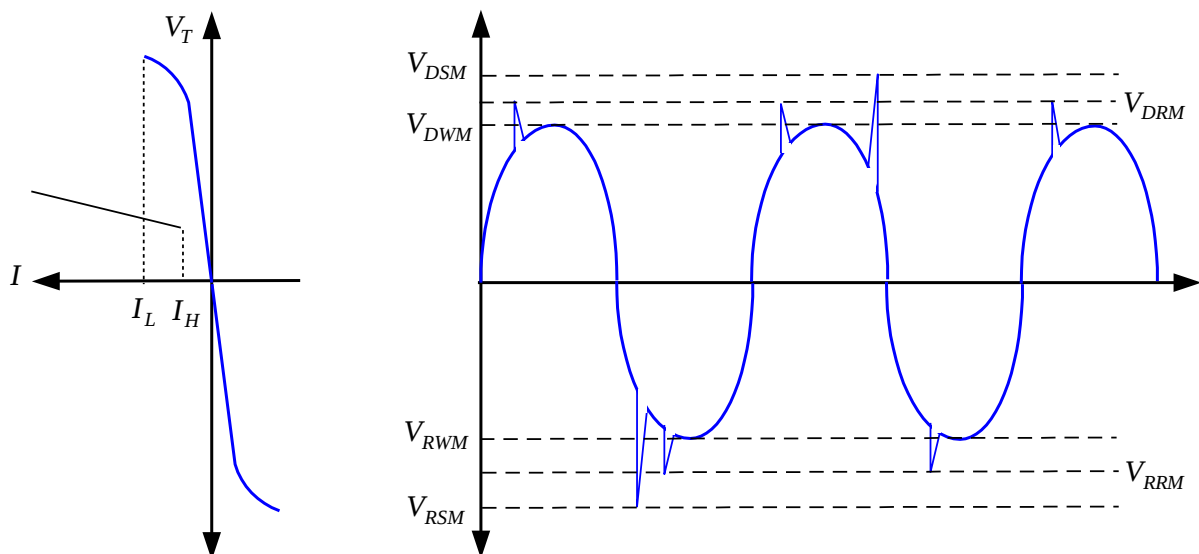
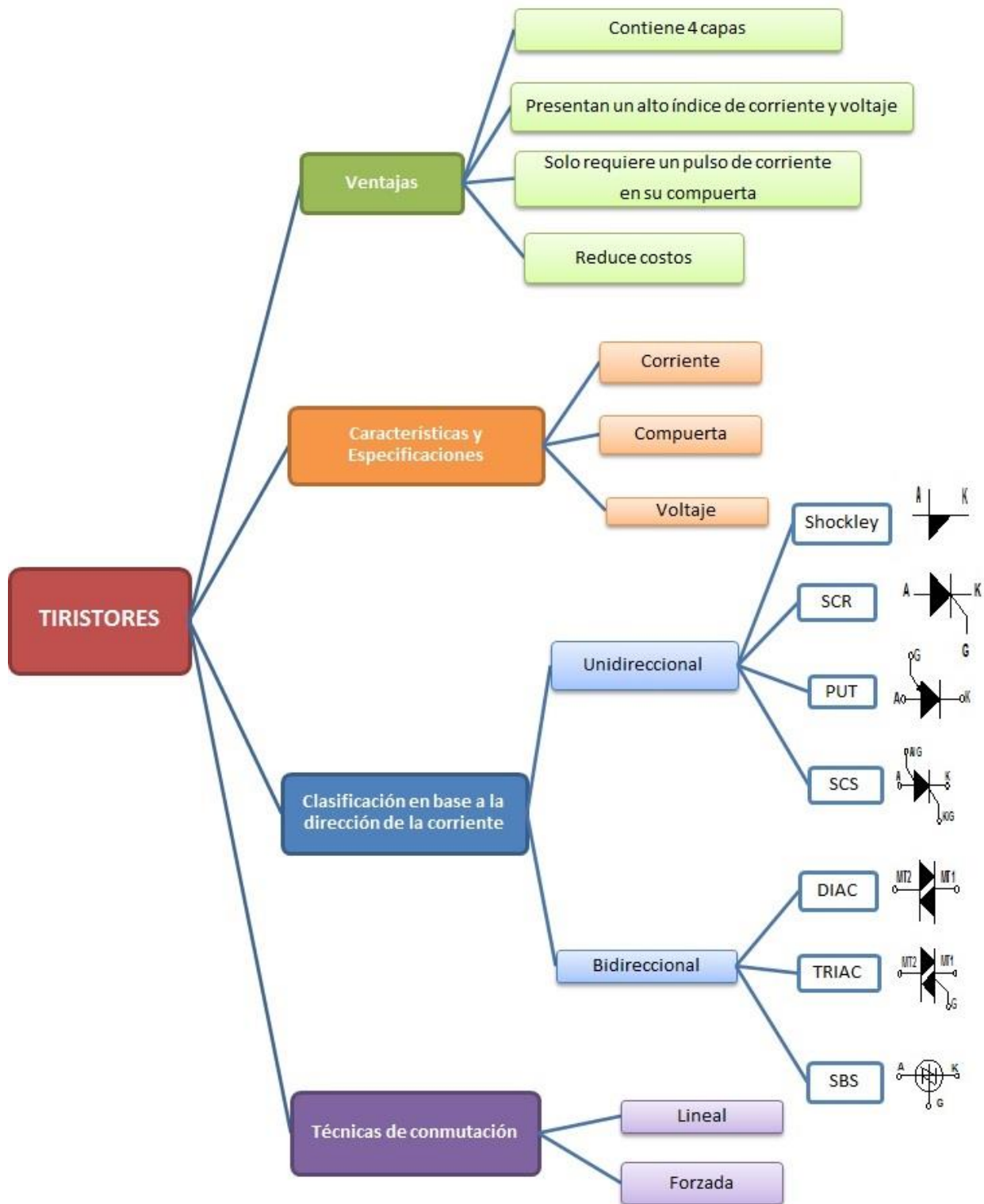


Fig. 5.17. Voltaje aplicado a la configuración de dos SCRs en antiparalelo.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE MISANTLA
Carrera: Ingeniería Electromecánica, Curso: Electrónica Analógica, Unidad 5: El Tiristor.
Autor: Dr. David Lara Alabazares





5.7 Autoevaluación

Completa correctamente lo que se te pide.

1. ¿Qué es un tiristor?

2. ¿Qué ventajas presentan los tiristores?

3. ¿Cuáles son los principales dispositivos permanentes a la familia de los tiristores?

4. ¿Cómo se clasifican los tiristores en base a la dirección de la corriente?

5. ¿Cuáles son las técnicas de conmutación?
