

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

FACULTAD DE TECNOLOGÍA

Escuela Profesional de Electromecánica



MONOGRAFÍA

El SCR y sus aplicaciones.

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0569-2017-D-FATEC

Presentada por:

Cruz Villachica, Miguel Ángel

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

Especialidad: Electricidad

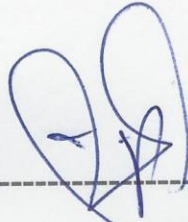
Lima, Perú

2017

MONOGRAFÍA

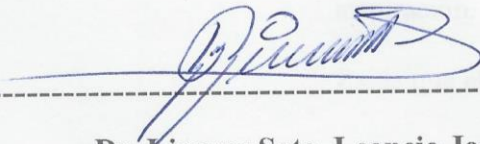
El SCR y sus aplicaciones

Designación de Jurado Resolución N° 0569-2017-D-FATEC



Dr. Vargas Quispe, Guillermo

Presidente



Dr. Linares Soto, Leoncio Jorge

Secretario



Lic. Mieses Caja, Wilfredo Jorge

Vocal

Línea de investigación: Estrategias innovadoras en el aula

Dedicatoria

Elevo una profunda gratitud a mis padres: Clemente y Céllica; a Luisa mi esposa, a mis adorables hijos Joffre y Mary, fuentes de mi inspiración. Y en memoria de mi hermana Zaida que el 03/11/17 partió a la eternidad

Dedico también la presente monografía a un gran docente de esta prestigiosa Universidad. Alma Mater del Magisterio Nacional; quien desde el anonimato me brindó su incondicional apoyo en la realización de este trabajo.

Índice de contenidos

Portada	i
Hoja de firmas de jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos	iv
Lista de tablas.....	vi
Lista de figuras	vii
Introducción	viii
Capítulo I. El rectificador controlado de silicio (SCR).....	10
1.1 Fundamentos de los SCR	10
1.1.1 Conceptos de semiconductores.	10
1.1.2 Principales semiconductores en la fabricación de un SCR.	11
1.1.3 Semiconductor tipo P.....	11
1.1.4 Semiconductor tipo N.....	12
1.1.5 Semiconductor tipo PN.	13
1.1.6 Tipos de tiristores.	13
1.1.7 Factores de tensión e intensidad en los tiristores	14
1.2 Conceptos del SCR	15
1.3 Simbología y partes principales	16
1.4 Tipos de encapsulados de SCR y características técnicas o parámetros	17
1.5 Pruebas y especificaciones técnicas de los SCR	19
1.5.1 Prueba del SCR con el método de Datasheet	19
1.5.2 Prueba del SCR en un circuito básico	20
1.6 Codificación de los SCR y fabricantes	20
1.7 Ficha de datos y parámetros eléctricos de los SCR	21
1.8 Activación y desactivación de un SCR.....	22
1.8.1 Activación o disparo de los SCR por puerta.	22

1.8.2 Desactivación del SCR. El SCR se puede desactivar de las siguientes formas:	24
1.9 El SCR comparado con dos transistores.....	25
1.10 Operación del rectificador controlado de silicio (SCR)	26
1.11 Funciones del rectificador controlado de silicio (SCR).....	27
1.12 Ventajas del uso del SCR	27
1.13 Efectos con cargas inductivas.....	27
Capítulo II. Aplicaciones del SCR	30
2.1 Aplicaciones del SCR, según autores	30
2.1.1 El SCR.....	30
2.1.2 La mayor parte de los SCR	30
2.2 El SCR en un circuito de retardo de tiempo (Temporizadores).....	31
2.3 Fuentes de tensión pulsante aplicable como dimmer y para el control de velocidad en motores de corriente continua.....	31
2.4 Controles de velocidad de motores eléctricos de corriente continua alimentado por corriente alterna.....	33
2.5 Cargadores de baterías con desconexión automática.....	34
2.6 Circuitos de protección como corte automático por sobretensión.....	36
2.7 Control de lámparas incandescentes con 110Vac o con 220Vac.....	36
2.8 Control de lámparas de iluminación utilizando simulador.....	37
2.9 Activación del SCR por opto acoplador	37
2.10 Tiristor SCR en corriente alterna y control de fase.....	38
Aplicación didáctica.....	39
Síntesis.....	63
Apreciación crítica y sugerencias.....	64
Referencias	66
Apéndice(s).....	67

Lista de tablas

Tabla 1. Muestra especificaciones técnicas del fabricante	21
---	----

Lista de figuras

Figura 1. Semiconductores.....	11
Figura 2. Semiconductores tipo P.....	11
Figura 3. Semiconductor tipo N.....	12
Figura 4. Unión P.N.....	13
Figura 5. Símbolos de tiristores.....	14
Figura 6. Circuito de tiristor y características.....	15
Figura 7. Estructura y circuito equivalente.....	17
Figura 8. El SCR.....	17
Figura 9. SCR BT151.....	18
Figura 10. Disipador Ánodo (A) y Cátodo (K).....	18
Figura 11. Prueba del SCR con el método de datasheet.....	19
Figura 12. La fuente de tensión de 9Voltios.....	20
Figura 13. Disparo normal.....	23
Figura 14. Comprobación de un tiristor.....	24
Figura 15. Desactivación del SCR.....	25
Figura 16. El SCR comparado con dos transistores.....	26
Figura 17. Efectos con cargas inductivas.....	29
Figura 18. El SCR en un circuito de retardo de tiempo (temporizadores).....	31
Figura 19. Fuentes de tensión pulsante aplicable como dimmer.....	32
Figura 20. El circuito diseñado de la fuente de alimentación.....	32
Figura 21. Controles de velocidad de motores.....	33
Figura 22. Cargadores de baterías.....	34
Figura 23. Circuitos de protección como corte automático.....	35
Figura 24. Control de lámparas incandescentes con 110vac o con 220vac.....	36
Figura 25. Control de lámparas de iluminación utilizando simulador.....	37
Figura 26. Activación del SCR por opto acoplador.....	37
Figura 27. Tiristor SCR en corriente alterna y control de fase.....	38

Introducción

Actualmente la electrónica de potencia, controla el funcionamiento de las máquinas eléctricas siendo uno de los grupos de dispositivos y componentes electrónicos denominados tiristores; dentro de este grupo se encuentra principalmente el rectificador de silicio controlado SCR (cuya denominación proviene del Inglés: Silicón Controlled Rectifier) del cual me ocuparé en la presente monografía.

Con la investigación profunda y leído libros de vital importancia es que se ha podido incluir artículos relevantes que pueden sustentar la presente monografía; Asimismo, haciendo uso de imágenes cuidadosamente seleccionados, se ha insertado contenidos, gráficos, esquemas y demás ilustraciones; tratando de hacer comprensible amena, sencilla, y didáctica el tema desarrollado permitiendo una fácil asimilación al lector permitiéndole una información tecnológica teórico-práctico para el estudiante y/o técnico profesional.

El presente trabajo monográfico está desarrollado de la siguiente manera: Capítulo I considera contenidos fundamentales partiendo de los materiales semiconductores que se utilizan para construir un SCR y la información pertinente. nos avocamos a obtener una visión clara respecto a conceptos, definiciones principio de funcionamiento, tipos, características, eléctricas, simbologías y otros sub temas de gran importancia enfocados en la obtención de conocimientos en forma amena.

Capítulo II considera diversas aplicaciones prácticas del SCR, también con ilustraciones de circuitos funcionales didácticos que posibiliten la aplicación del SCR.

Consolidándose con las aplicaciones didácticas del SCR orientado al proceso de enseñanza - aprendizaje de los estudiantes, con la documentación técnico pedagógica para Facilitar la labor docente permitiendo además motivar a sus estudiantes con el montaje de esquemas sencillos, prácticos, funcionales y utilitarios a base de SCR; para facilitar la

retroalimentación de conocimientos en los estudiantes consigno una Síntesis de lo aprendido con una apreciación crítica y sugerencias conjuntamente con importantes referencias de reconocidos Autores .

Finalmente en el apéndice he considerado un Glosario con Terminologías técnicas con sus significados respectivos, para una mayor comprensión de los temas abordados; además de incluirse una Tabla de SCR con importantes datos técnicos, así como una hoja de datos técnicos (Datasheet) para la mejor comprensión de temas y sub temas; de tal forma que permita potenciar los conocimientos y habilidades en los estudiantes, en el logro de sus capacidades.

“La práctica sin teoría es ciega y la teoría sin práctica es estéril” (Immanuel Kant 1,793)

Capítulo I

El rectificador controlado de silicio (SCR)

1.1 Fundamentos de los SCR

1.1.1 Conceptos de semiconductores.

Los semiconductores están comprendidos entre los conductores y los aislantes, comportándose como una llave electrónica. “Por su uso comúnmente tenemos a los diodos semiconductores, a los transistores unijuntura, BJT, FET, MOSFET, dispositivos activos fotoeléctricos, detectores de partículas y a los circuitos integrados” (Trueba , 2007, p. 226).

Los semiconductores construidos en base al germanio y silicio permiten que su conductividad sea mucho menor que los metálicos, y que debido al aumento de la temperatura se eleva su conductividad en el trabajo que realizan, los mismos que los construidos de material de silicio comúnmente se utilizan en aplicaciones de baja, media y alta potencia.

Cardona (2010) afirma que:

materiales semiconductores son los que ocupan una posición intermedia en la escala de conductividad entre los conductores y los aisladores. La resistividad de los buenos conductores, como el cobre, es del orden de 0,0172, y la de los buenos aislantes

supera millones de ohmios, mientras que la de los semiconductores ocupan prácticamente todo el intervalo limitado por los dos valores anteriores (p.36).

1.1.2 Principales semiconductores en la fabricación de un SCR.

Los principales semiconductores para poder construir un SCR son el silicio y germanio, pero en la actualidad el silicio es el más utilizado. Podemos observar que los dos átomos (Ver figura 1) tienen 4 electrones en su última capa, pero el silicio tiene pocos electrones y es más fácil que se puedan mover o retirar de su órbita.

(García, 1996, p.97).



Figura 1. Semiconductores. Fuente: García, 1996.

1.1.3 Semiconductor tipo P.

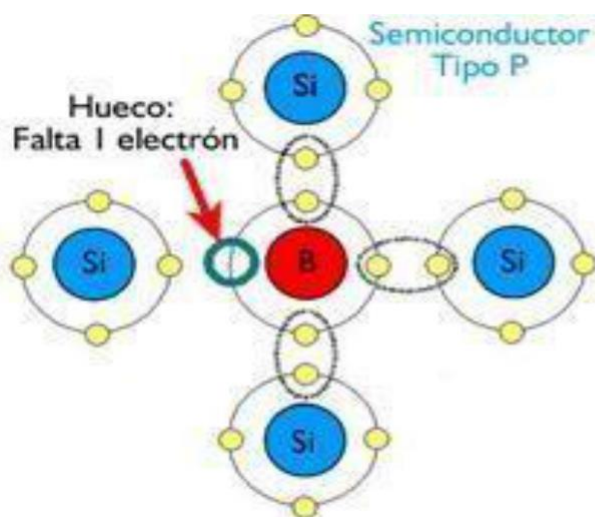


Figura 2. Semiconductores tipo P. Fuente: Recuperado de <https://mariecuriesnews.wordpress.com/tag/semiconductor-tipo-p/>

En los semiconductores de tipo P conocida como donador o aceptador de electrones predominan los huecos conocidos como lagunas tal como se observa en la figura 2, están dispuestos por su ubicación por tres electrones de valencia como dopantes, tal como se da con el Boro (B), debido a que este átomo no aportan cuatro electrones para establecer los cuatro enlaces covalentes en la red cristalina, originando así los huecos o lagunas para aceptar el paso de la de los electrones que no pertenecen a la red cristalina.

1.1.4 Semiconductor tipo N.

Según Trueba (2007) “Los semiconductores tipo N son conocidos como donador de electrones, tal como ocurre con el Arsénico (As), quien emplea como impurezas elementos pentavalentes de cinco electrones de valencia” (p.48).

Aportan electrones en exceso y que debido a que no se encuentran enlazados se moverán con mucha facilidad por la red cristalina, aumentando su conductividad, conforme se observa en la Figura 3.

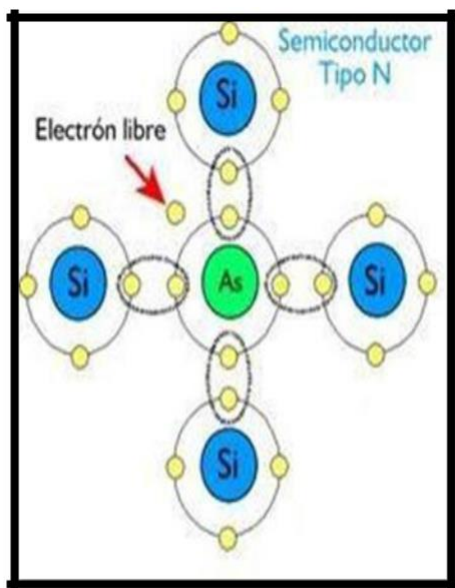


Figura 3. Semiconductor tipo N Fuente: Recuperado de https://www.google.com.pe/search?q=Semiconductor+tipo+N&hl=es&source=lnms&sa=X&ved=0ahUKEwjM25ivnpHmAhXCt1kKHa0sA2sQ_AUICSgA&biw=1536&bih=754&dpr=1.25

1.1.5 Semiconductor tipo PN.

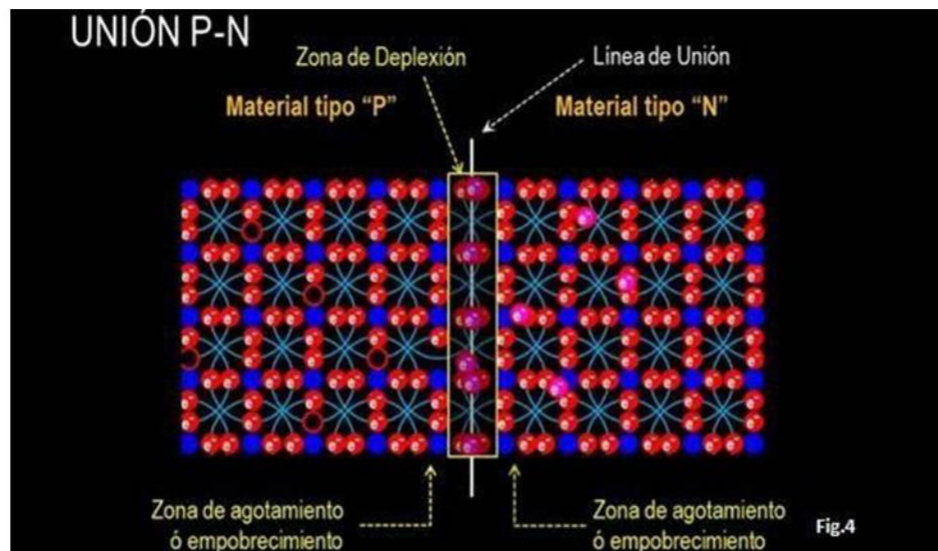


Figura 4. Unión P.N. Fuente: Recuperado de <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/07/18/semiconductor-extrinseco-n-y-p/>

Podemos observar (Figura 4) que la zona del material tipo N, existen electrones adicionales de color rosado en comparación a los electrones de color rojo, pero en la zona material tipo P falta.

“Electrones y lo podemos identificar con los círculos rojos. Esta unión es el primer paso para la construcción de los SCR” (García, 1996, p. 97).

1.1.6 Tipos de tiristores.

Los tiristores de acuerdo a su tipología tomando en cuenta su construcción, activación y desactivación, se clasifican en nueve categorías:

- Tiristores de control de fase (SCR).
- Tiristores de conmutación rápida (SCR).
- Tiristores de desactivación por compuerta (GTO).

- Tiristores de trío de bidireccional (TRIAC).
- Tiristores de conducción inversa (RTC).
- Tiristores de inducción estática (SITH).
- Rectificadores controlados por silicio activados por luz (LASCR)
- Tiristores controlados por FET (FET-CTH)
- Tiristores controlados por MOS (MCT).

Del mismo modo en la figura 5 podemos apreciar los tiristores con su respectivo símbolo y en ella está incluido e 1SCR

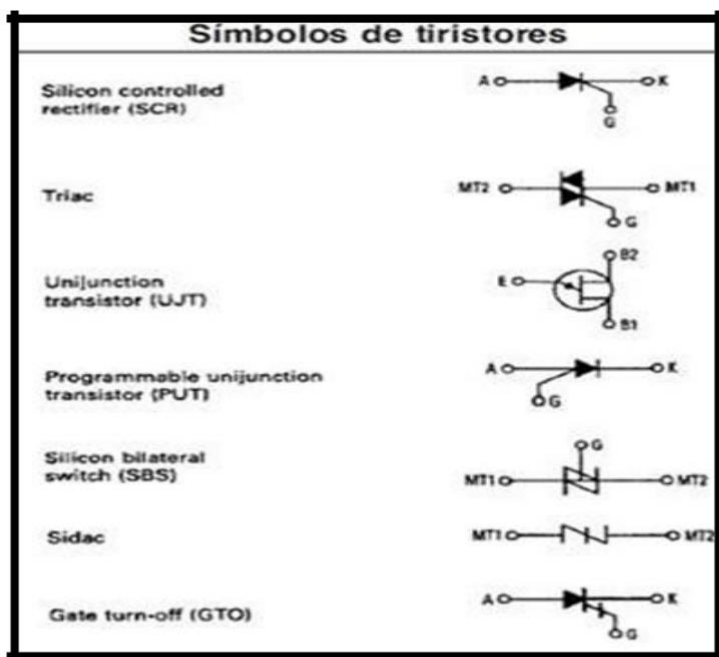


Figura 5. Símbolos de tiristores. Fuente: Recuperado de <https://www.simbologia-electronica.com/simbolos-electricos-electronicos/simbolos-tiristores-triac-diac.htm>

1.1.7 Factores de tensión e intensidad en los tiristores

“Lo más interesante es la tensión necesaria para estar en conducción y esto lo podemos relacionar con la característica peculiar del tiristor ; cuyos parámetros y lo identificamos en el manual ECG de cada tipo de tiristor” (Gualda, 2006, p. 324).

El otro parámetro es la intensidad que circulará por el tiristor sin que ocurra caída de tensión eléctrica. Para lo cual lo podemos relacionar como un valor en que ésta permita la conducción del SCR. tal como podemos apreciar en la fig.6

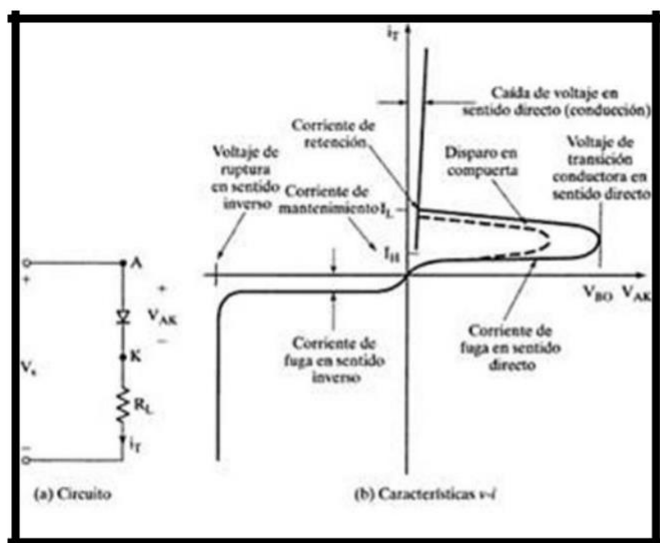


Figura 6. Circuito de tiristor y características. Fuente: Recuperado de <http://www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/tirist/tiris.htm>

1.2 Conceptos del SCR

El SCR es un tiristor, que se encuentra ubicado en diferentes proyectos de las aplicaciones eléctricas y electrónica de potencia. “Realizando la función de una llave interruptora gobernado por tensión o voltaje, que trabaja en los sistemas de controles de lámparas y relés, conmutándose a una alta frecuencia en los motores y máquinas industriales” (Bergtold, 1987, p.10).

“El SCR es un componente fabricado para trabajar conmutada mente, como componente idóneo en electrónica de potencia, en circuitos de rectificación, y de amplificación, debido a su velocidad y frecuencia” (Usategui, 1993, p.80).

Los SCR son dispositivos activos de alta potencia, diseñados para trabajar en alta conmutación de corrientes, con la finalidad de desarrollar el proceso del control a

través del circuito de entrada, en la variación y regulación de la circulación de la corriente eléctrica desde una fracción hasta millares de amperes (Malvino, 2015, p. 761).

El SCR conocido también como diodo controlado de silicio es un componente tiristor activo, gobernado por tensión a partir de la puerta de control (G), a fin de que realice el disparo del dispositivo y entre en funcionamiento; para ser aplicado de manera conmutada múltiple en los sistemas de control de iluminación, relés, motores y máquinas industriales entre otras.

El SCR, es un interruptor electrónico unidireccional (sin partes móviles); a base de 04 capas semiconductoras PNPN, sellados herméticamente dentro de un encapsulado: termoplástico o metálico, codificados alfanuméricamente con 03 terminales o pins de conexión exterior, denominados ánodo katodo y gate o compuerta; Capaz de gobernar o controlar cargas eléctricas de gran aplicación.

Por ejemplo: en el mando, control y regulación del trabajo que realizan los motores de corriente continua DC respecto a su velocidad, el control de los sistemas de encendido y apagado de lámparas de iluminación comercial, tal como se da en el gobierno local, distrital, departamental, y nacional; así como también en los sistemas de seguridad y protección de alarma residencial, y en la industria entre otras

Aclaremos también que: la palabra SCR, es de procedencia inglesa planteada como Silicón Controlled Rectifier, que en lengua española corresponde al Rectificador Controlado de Silicio.

1.3 Simbología y partes principales

El rectificador controlado de silicio SCR como simbología cuya estructura interna está constituida por cuatro capas semiconductoras PNPN o NPNP: el ánodo, el cátodo, y el

Gate, que es la compuerta por donde se controla el circuito de disparo, y el paso de la corriente eléctrica desde el ánodo y el cátodo, se representa en la parte izquierda de la

Asimismo, podemos apreciar en la figura.7 la similitud de las capas semiconductoras equivalentes a un transistor NPN y PNP.

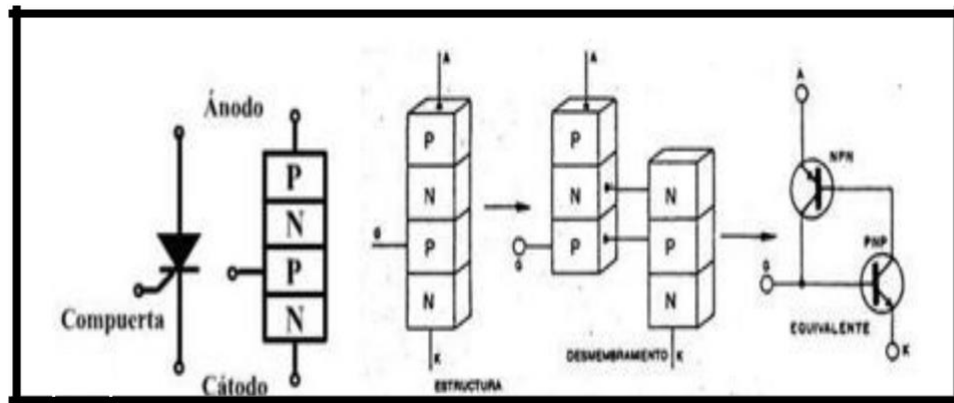


Figura 7. Estructura y circuito equivalente. Fuente: Recuperado de <http://blogsoloblog.blogspot.com/2017/11/circuito-equivalente-put.html>

El SCR tiene identificado sus pines o terminales y lo podemos observar en la figura 8 en las diversas formas de construcción.

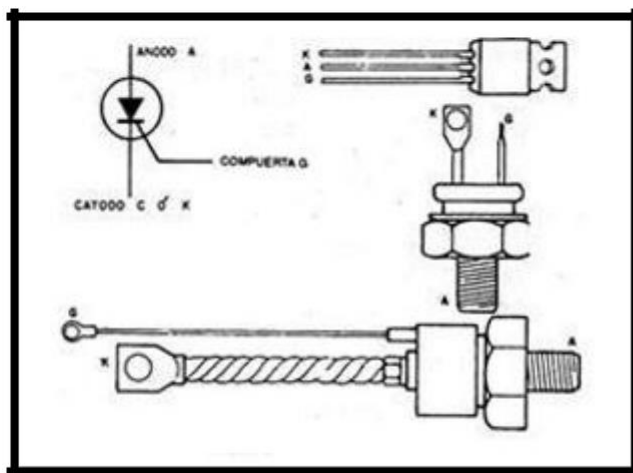


Figura 8. El SCR. Fuente: Recuperado de <http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/142-como-funciona-el-scr-art029s>.

1.4 Tipos de encapsulados de SCR y características técnicas o parámetros

Los fabricantes construyen los SCR en diferentes tipos de encapsulados según la potencia requerida y establecen características o parámetros para cada tipo y código, los que en la

práctica se identifican a partir de códigos alfanuméricos; cuyos parámetros se establecen en las hojas de datos o Datasheets.

Ruiz (2009) afirma que:

Todo SCR posee terminales denominados ánodo, cátodo y gate o compuerta, los cuales son el terminal o electrodo ánodo (A), el terminal o electrodo cátodo (K), y el terminal o electrodo gate (G). Este tercer terminal G es la compuerta por donde se realiza el disparo del tiristor para que entre en funcionamiento, y se controle el paso de la corriente eléctrica entre el ánodo y el cátodo. La potencia de los SCR está determinada por el material fabricado, tipo de encapsulado y tamaño (p.509).

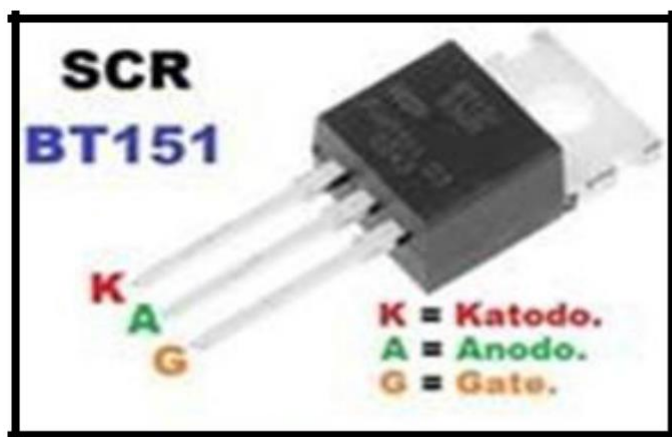


Figura 9. SCR BT151. Fuente: Recuperado de <http://www.electronicaivanespinoza.com/2017/07/alarmacontra-ladrones.html>

Podemos tener otro tipo y modelo de SCR en la figura 10 que puede controlar intensidades pequeñas como 0.8 amperios entre ánodo (A) y cátodo (K), y que no tiene disipador.



Figura 10. Disipador ánodo (A) y cátodo (K). Fuente: Recuperado de <http://mexico.newark.com/vishay-semiconductor/vs-50ria60/scr-thyristor-50a-600v>

1.5 Pruebas y especificaciones técnicas de los SCR

1.5.1 Prueba del SCR con el método de Datasheet.

Se registra el código del SCR, por ejemplo C106 y buscando en el Datasheet se encuentra la imagen respectiva con los terminales numerados o donde se indica directamente el ánodo, cátodo y el gate o compuerta, así lo podemos observar en la figura 11.

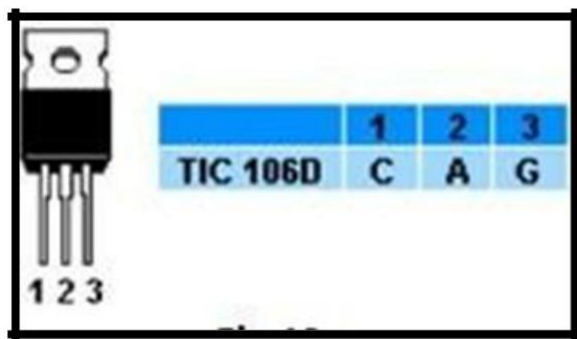


Figura 11. Prueba del SCR con el método de datasheet. Fuente: Recuperado de [http://www.mailxmail.com/curso-electronica-basica/circuitos-conmutacion- SCR-tic- 106-rele](http://www.mailxmail.com/curso-electronica-basica/circuitos-conmutacion-SCR-tic-106-rele).

Para determinar el estado del SCR, el tiristor debe ser medido y comprobado, su estado con la instrumentación apropiada es de la siguiente manera:

Primero: usar el ohmímetro analógico en el rango de alta resistencia, o el probador de semiconductores digital, para identificar el terminal del ánodo (A), el cátodo (K), y el gate o compuerta (G) del SCR.

Segundo: Polarizar en forma directa e inversa el ánodo y cátodo del tiristor, el cual en ambas lecturas deberá marcar una alta resistencia o impedancia.

Tercero: conectar el electrodo positivo del ohmímetro analógico o del probador de semiconductor digital, al ánodo (A) y la compuerta (G) puenteados, y el electrodo negativo del instrumento al cátodo del tiristor, observaremos que el SCR se dispara entrando en conducción, observándose una lectura de baja resistencia en el ohmímetro analógico o del probador de semiconductor digital.

Cuarto: Para verificar y comprobar el buen estado de funcionamiento del SCR, finalmente se desconecta la punta de prueba positiva (+) del instrumento de medición de la compuerta (G), observándose que si se mantiene la misma lectura de baja resistencia el tiristor está en buen estado, caso contrario se encuentra en mal estado de funcionamiento.

Ahora retire la punta positiva de la compuerta, se deberá obtener la misma lectura, ya que el SCR queda enclavado. Si el SCR reacciona positivamente a estas pruebas, podemos estar seguros de que el SCR se encuentra en buen estado.

Aclaro que también para que esté en mal estado el tiristor como en circuito cruzado, marcará cero ohmios, asimismo también podría tener la falla de circuito abierto para lo cual marcará infinito en el ohmiaje, y circuito alterado cuando las medidas comunes de ohmiaje aumentaron excesivamente su valor óhmico.

1.5.2 Prueba del SCR en un circuito básico

Observando la figura 10 podemos comprobar el estado del SCR, al presionar el pulsador el led emitirá luz y al retirar la presión al pulsador el led seguirá prendido mejor dicho el SCR está en conducción. La única forma de que el led no emita luz es desconectar la fuente de tensión de 9 Voltios. Ver Fig.12

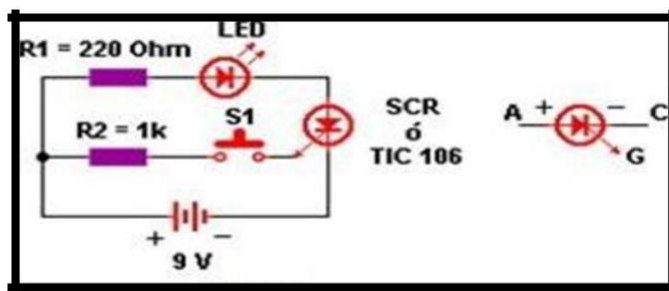


Figura 12. la fuente de tensión de 9 Voltios. Fuente: Recuperado de <http://r-luis.xbot.es/ebasica/eb08.html>

1.6 Codificación de los SCR y fabricantes

Podemos indicar que en el siguiente cuadro de especificaciones técnicas Motorola es el mayor fabricante de SCR de potencia con intensidades mayores de 8 amperios

Tabla 1
Muestra especificaciones técnicas del fabricante

Código del scr	Especificaciones técnicas	Fabricante
mcr225-8fp	isolated scr's 25 amperes rms 600 thru 800 volts	On semiconductor
mcr8	SCRS 8 amperes rms 400 thru 800 volts	Motorola, inc
2n6394	SCRS 12 amperes rms 50 thru 800 volts	Motorola, inc
s2800	SCRS 10 amperes rms 50 thru 800 volts	Motorola, inc
t510	phase control SCR 50-80 amperes 80-125 rms 600 volt	Motorola, inc
Bt151-800r,127	SCR 7.5a 500v	W e en Semiconductor co
C441pd	phase control SCR 750 amperes average 2400 volts	Pow erex power Semiconductor
T9G01200A	Phase Control SCR 1200 Amperes Average 2400 Volts	Pow erex Power Semiconductors
T106D1	4A ,600V, Igt:0.2Ma	Littelfuse Inc
T106D	Thyristor SCR 200V 20A 3-Pin(3+Tab) TO-202 Tube	Unknow n

Nota. Muestra las especificaciones técnicas del fabricante del SCR. Fuente: Recuperado de <http://category.alldatasheet.com/index.jsp?sSearchword=Scr%20datasheet&gclid=>

1.7 Ficha de datos y parámetros eléctricos de los SCR

Parámetros del SCR

- VRDM: Máximo voltaje inverso de cebado ($V_G = 0$)
- VFOM: Máximo voltaje directo sin cebado ($V_G = 0$)
- IF: Máxima corriente directa permitida.
- PG: Máxima disipación de potencia entre compuerta y cátodo.
- VGT-IGT: Máximo voltaje o corriente requerida en la compuerta (G) para el cebado
- IH: Mínima corriente de ánodo requerida para mantener cebado el SCR
- di/dt: Máxima variación de corriente aceptada antes de destruir el SCR

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

- Tensión directa V_T , - Corriente directa media I_{TAV} , - Corriente directa eficaz (I_{TRMS}),
- Corriente directa de fugas (I_{DRM}), - Corriente inversa de fugas (I_{RRM})

Dependiendo de las condiciones de trabajo de un tiristor, éste disipa una cantidad de energía que produce un aumento de la temperatura en las uniones del semiconductor.

Este aumento de la temperatura provoca un aumento de la corriente de fugas, que a su vez provoca un aumento de la temperatura, creando un fenómeno de acumulación de calor que debe ser evitado. Para ello se colocan disipadores de calor.

1.8 Activación y desactivación de un SCR

1.8.1 Activación o disparo de los SCR por puerta.

Cuando el SCR se encuentra en circuito abierto o apagado, se observará muy alta resistencia entre el ánodo y el cátodo.

Cuando se aplica un pulso de disparo positivo de corriente a la compuerta G del SCR, del estado abierto o apagado, este se activa entrando en funcionamiento, el cual si no existiera este impulso, no circulará la corriente eléctrica entre el ánodo y el cátodo, el mismo que permanecerá en conducción cuando se le retire, actuando como un interruptor cerrado.

Ver figura 13

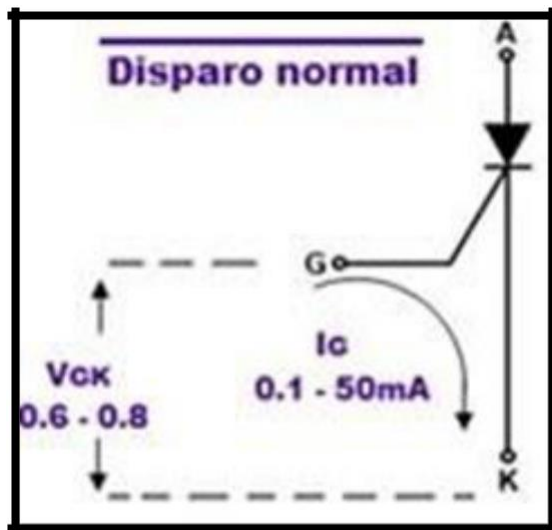


Figura 13. Disparo normal. Fuente. Recuperado de https://es.wikibooks.org/wiki/Electr%C3%B3nica_de_Potencia/Tiristor/Par%C3%A1metros_Caracter%C3%ADsticos_de_funcionamiento

($I_G = 0.1 - 50 \text{ mA}$) entra en conducción la circulación de corriente el SCR al aplicarse un pulso positivo a la llave de control correspondiente al terminal G trabajando como un semiconductor de silicio, mientras el ánodo y el cátodo esté polarizado directamente, y el voltaje sea de 0.6 a 0.8 voltios, conforme también se puede visualizar en la imagen anterior (figura 13).

“Al estar activado el SCR o encontrarse en funcionamiento, en corriente continua permanecerá encendido, a pesar de que se retire el pulso de disparo de la compuerta” (Timothy y Maloney, 2006, p 298).

Los SCR entran en funcionamiento al trabajar en polarización directa, entre el ánodo (A) y el cátodo, permitiendo que la corriente eléctrica circule en el sentido que señala la flecha del tiristor; siendo pertinente y suficiente la aplicación de un pulso de tensión eléctrica con una amplitud suficiente mínima para que la corriente de la compuerta (I_G), provoque el disparo y conducción del tiristor.

Mediante el circuito de la figura 14 se puede apreciar la activación al presionar el pulsador pero al soltarlo permanecerá activada la carga.

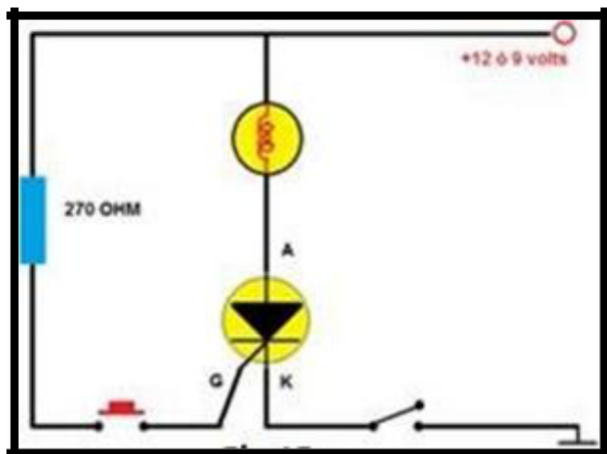


Figura 14. Comprobación de un tiristor. Fuente: Recuperado de <https://amytronics.com/como-comprobar-un-tiristor-para-saber-si-esta-bueno-o-malo/>

Como ejemplo de aplicación práctica que se ha manifestado anteriormente, respecto a su activación y funcionamiento, el SCR en estado apagado, solo entrará en conducción cuando se le aplique el pulso de tensión positiva a través de la compuerta G, al dispararse y activarse el SCR, quien no se desactivará cuando se apague el pulsador de disparo en la compuerta G (Maloney, 2006, p. 299).

1.8.2 Desactivación del SCR. El SCR se puede desactivar de las siguientes formas.

- Desconectar o abrir una conexión de cualquiera de los terminales del ánodo o el cátodo.
- Conmutación forzada del SCR, es decir polarizar inversamente al SCR, entre el ánodo y al cátodo,
- Cuando está encendido el SCR, y reducimos la corriente entre el ánodo y el cátodo, se logra que la corriente de mantenimiento I_H sea menor, y por tanto el SCR se desactiva. También se reduce la corriente de mantenimiento entre el ánodo y el

cátodo al invertir la polaridad entre el ánodo y el cátodo, conforme ocurre cuando el tiristor SCR está trabajando en corriente alterna.

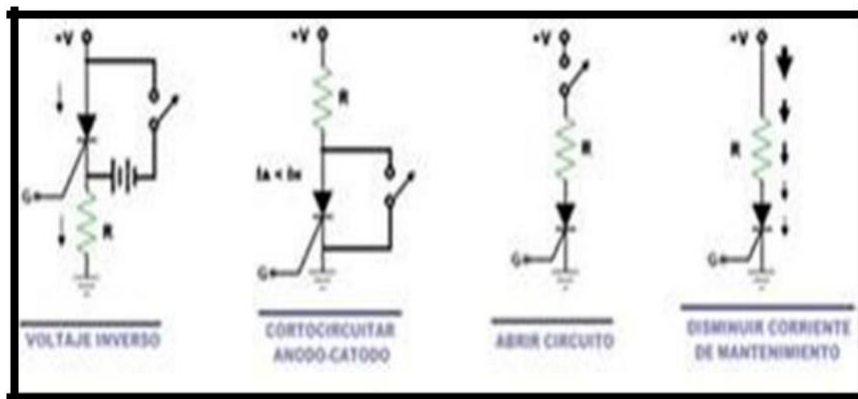


Figura 15. Desactivación del SCR. Fuente: Recuperado de <https://unicrom.com/tiristor-scr-en-corriente-continua/>

1.9 El SCR comparado con dos transistores

El SCR se entiende mejor si su estructura interna PNPN, la comparamos con una configuración de dos transistores PNP y NPN, conforme se muestra en la figura 16. Esta estructura es como la del diodo de 4 capas excepto por la conexión de compuerta.

Las capas PNP superiores actúan como el transistor Q1, las capas NPN inferiores lo hacen como el transistor Q2, observándose que las dos capas semiconductoras intermedias se encuentran compartidas.

Cuando se aplica un pulso de disparo positivo de corriente a la compuerta, ambos transistores Q1 y Q2 se encienden. I_{B2} enciende a Q2 y crea una trayectoria para I_{B1} hacia el colector Q2, por lo que Q1 se enciende. 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.

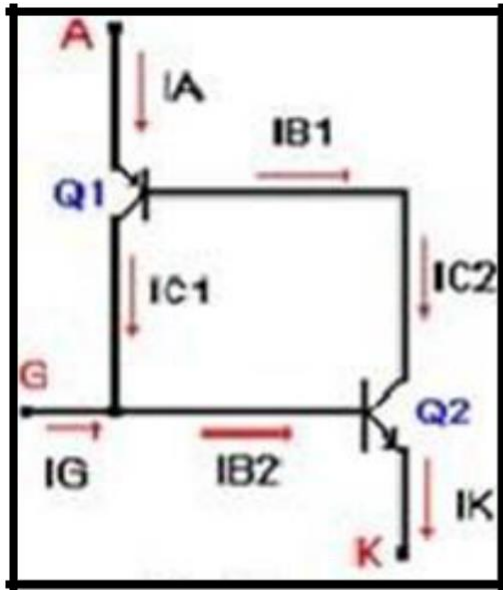


Figura 16. El SCR comparado con dos transistores. Fuente: Recuperado de <https://sites.google.com/site/tiristorescircuitos/scr-disparos>

1.10 Operación del rectificador controlado de silicio (SCR)

El SCR como equivalente conmutador biestable electrónico, deja pasar plenamente o bloquea por completo el paso de la corriente sin tener nivel intermedio alguno. Del estado de corte pasa a encendido al recibir un pulso momentáneo de tensión positiva en el terminal G de control, y cuando hay una tensión positiva entre ánodo y cátodo. Solo se podrá apagar con la interrupción de la fuente de tensión, abriendo el circuito, dejando pasar una corriente en sentido inverso por el dispositivo, o polarizar inversamente el tiristor hasta que se alcance el punto de tensión inversa máxima.

Cuando observamos en la medición realizada en polarización directa entre el ánodo y el cátodo del SCR, su resistencia es prácticamente casi cero y típicamente de 0.001 a 0.1 ohmio.

En una medición con el ohmímetro en forma inversa del SCR su resistencia será alta, aproximadamente 100 kilo ohmios o más, actuando como un interruptor cerrado.

Cuando el SCR está apagado no existe flujo de corriente eléctrica entre el ánodo y el cátodo, comportándose el tiristor como un circuito abierto.

1.11 Funciones del rectificador controlado de silicio (SCR)

El SCR trabaja como un diodo convencional de silicio, en tanto se encienda, se monitorea y controle por la compuerta de control G.

Cumple la función de interruptor al actuar como una llave o swicht electrónico.

Cumple con la función de regulación.

La función de regulación: según se atrase o adelante el pulso de disparo, controla la fase, altas corrientes y potencia de trabajo en la industria.

1.12 Ventajas del uso del SCR

No poseen partes móviles; es decir al ser de estado sólido la función interruptora se produce por el funcionamiento de semiconductores, no existiendo contactos eléctricos que puedan desgastarse.

No producen arcos de contacto. El funcionamiento es completamente silencioso durante los estados de saturación y corte por lo tanto no hay lugar de chispas o arcos eléctricos que pueden producir consecuencias desagradables como en los interruptores electromecánicos.

1.13 Efectos con cargas inductivas

Cuando está en funcionamiento el SCR en los controles de potencia, con una carga inductiva, el tiristor se comporta como un inductor, produciéndose un desfase entre la tensión y la corriente en la carga, dificultando así la conmutación del elemento de potencia, por el tiempo que tarda la corriente en aumentar en una bobina.

Las cargas inductivas son aquellas en las que el consumo se produce principalmente sobre una bobina. En estos casos la corriente queda retrasada 90° respecto de la tensión. En el hogar, las cargas inductivas son, hornos microondas, cualquier aparato que funcione

mediante un transformador, tubos fluorescentes que usen reactancia, motores, compresores.

El voltaje de pulso positivo que se aplica a la compuerta, la corriente de enganche del tiristor I_L siempre debe ser superior al valor de la corriente de mantenimiento I_H , para que el tiristor permanezca en conducción, al cortarse la corriente de control.

Cuando el circuito es inductivo para el control de motores eléctricos, al cambiar bruscamente la tensión ante diferentes variables de la fuente de suministro, la corriente sufre cambios, retrasándose de manera considerable ante el voltaje. Si la inductancia es alta pueden aparecer dos problemas:

- 1) El primero es que el SCR no entre en conducción, debido a que el impulso de la corriente de disparo como consecuencia del comportamiento como inductor, crezca lentamente y no alcance el impulso de activación, ni la corriente de mantenimiento I_H , por lo que es necesario que los impulsos de disparo o encendido en su diseño sean más largos.
- 2) El segundo es que, cuando la corriente sea muy grande, y después sea menor o inferior a la corriente de mantenimiento I_H , la tensión debiera bajar y no se produce. Podríamos observar entonces que la tensión también es tan grande, que el tiristor seguirá funcionando en estado encendido. La técnica para evitar este impase es conectar en circuito paralelo, con la carga un diodo, a fin de que el exceso de corriente se derive por este y el tiristor no se cierre.

Tal como podemos apreciar en la Fig. 17

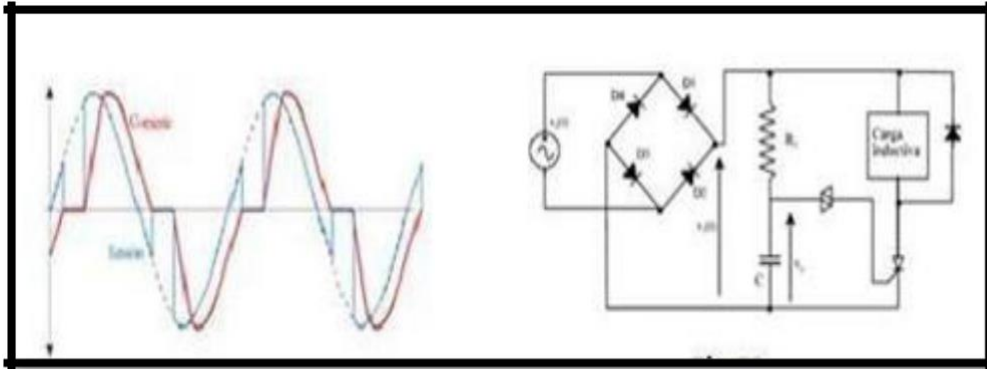


Figura 17. Efectos con cargas inductivas. Fuente: Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos78/rectificador-controlado-silicio-scr/rectificador-controlado-silicio-SCR2.shtml#ixzz4yABdrJcf>

Capítulo II

Aplicaciones del SCR

2.1 Aplicaciones del SCR, según autores

2.1.1 El SCR

Encuentra innumerables aplicaciones en electrónica de potencia, en uso doméstico e industrial. “El suministro y alimentación de corriente eléctrica suficiente y necesaria, es trascendente para desarrollar diferentes procesos industriales, como en los sistemas de iluminación, sistemas de controles de velocidad de motores eléctricos, y el sistema de aire acondicionado y calefacción. Para lo cual podemos utilizar un SCR para resolver diversas operaciones industriales mencionados” (Maloney. 2006. p. 289).

2.1.2 La mayor parte de los SCR.

“Son componentes capaces de manejar grandes corrientes, desde 1 amperio hasta miles de amperios. Por esta razón, se emplea fundamentalmente en aplicaciones donde sea

necesario controlar grandes cantidades de energía, como el control de potencia de motores, calefactores etc.” (Lopez, 2009, p.308).

2.2 El SCR en un circuito de retardo de tiempo (temporizadores)

Mediante el C1 y la regulación del potenciómetro P1 (figura 18) podemos temporizar la activación del SCR MCR106 la cual puede controlar una lámpara de 9VDC o un relé RU101006. También se debe indicar que el S1 sirve para desactivar el SCR y a la vez controlar la lámpara (L1) podemos observar que la tensión alimenta es corriente continua de 9V.

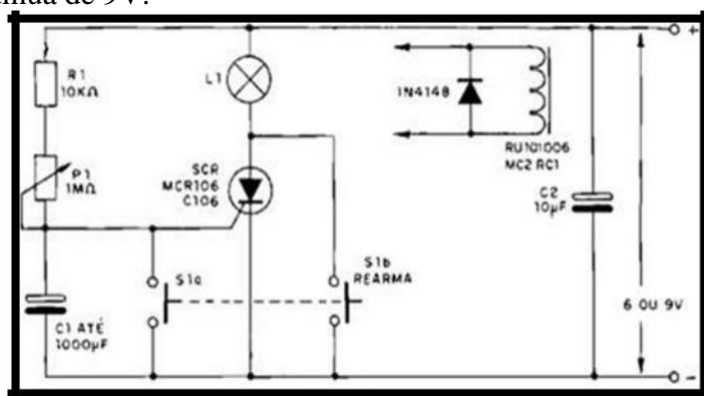


Figura 18. El SCR en un circuito de retardo de tiempo (temporizadores). Fuente: Recuperado de <http://eletronicassim.blogspot.pe/2015/03/mini-temporizador.html>

2.3 Fuentes de tensión pulsante aplicable como dimmer y para el control de velocidad en motores de corriente continúa

En el circuito que se observa en la figura 20, podemos comprender el funcionamiento de un SCR para regular el voltaje de salida, por lo que el proyecto, está constituido por un Dimmer DC.

De acuerdo al diseño de la fuente de tensión para el Dimmer y sistema de control de velocidad de motores DC, tenemos a un transformador de 220 V AC a 12 V AC diseñada para que trabaje a tres (3) amperios, en la que se dispone a su vez de un circuito integrado de cuatro diodos diseñado para trabajar a ocho (8) amperios.

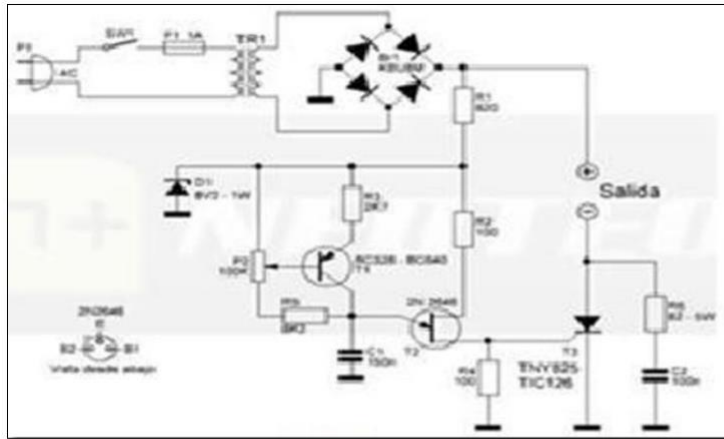


Figura19. Fuentes de tensión pulsante aplicable como dimmer. Fuente: Recuperado de <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-08/>

El circuito diseñado de la fuente de alimentación propiamente, trabajará como un generador de voltaje pulsante, para suministrar corriente pulsante al dimmer, y ser aplicado al circuito de iluminación, como también podría ser para los sistemas de control de velocidad de motores de corriente continua.

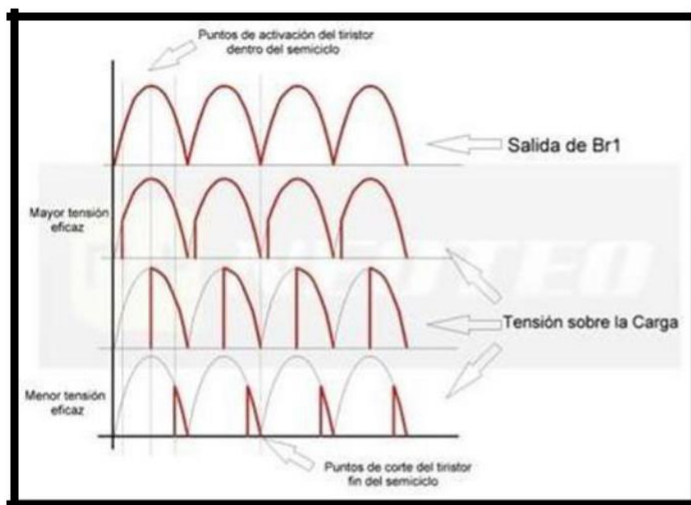


Figura20.El circuito diseñado de la fuente de alimentación. Fuente: Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/301567239_Diseño_y_elaboración_de_la_Fuente_de_Alimentación_Capnografo

Por lo antes mencionado en la figura 20, podemos observar que la fuente de alimentación de suministro del equipo, consiste en un tren de pulsos de señales pulsantes de acuerdo a la frecuencia de la red de 60 ciclos/seg. Esta fuente de suministro no lleva capacitor electrolítico, ni tampoco se le debe agregar porque cambiaría la razón del equipo en cuestión. Si se conectara el capacitor después del circuito rectificador de cuatro diodos

en configuración puente, no funcionaría como debiera ser el tiristor, y por tanto no existiría la variación de tensión eficaz de salida.

El SCR se encuentra excitado por el transistor 2N2646, debido a la activación de la carga con menor o mayor rapidez sobre el capacitor C1, de parte del circuito generador de corriente constante T1, R1, P2 y R5.

Al obtenerse en el capacitor C1 una señal umbral necesaria, el transistor T2 entra en conducción y genera una tensión pico en R4, disparado al SCR y entrando en conducción.

Para complementar la comprensión del funcionamiento del circuito, al haberse disparado el SCR, se aclara que el tiristor seguirá conduciendo hasta que el voltaje entre el ánodo y cátodo se haga cero, y llegue al final el semiciclo rectificado, pasando al corte. Para el sistema de protección del circuito planteado se encuentra R6 y C6.

2.4 Controles de velocidad de motores eléctricos de corriente continua alimentado por corriente alterna

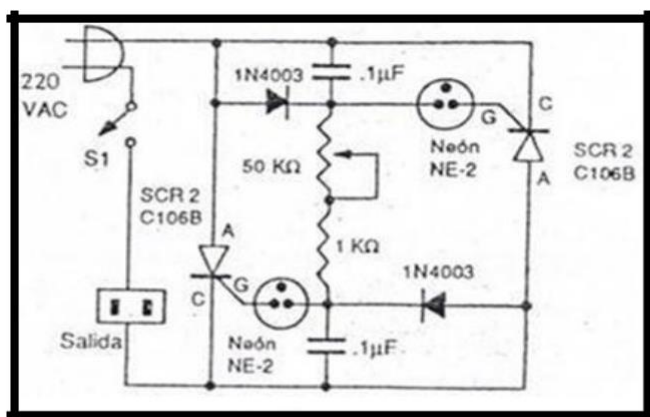


Figura 21. Controles de velocidad de motores. Fuente: Recuperado de http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/velocidad_de_motores_electricos.php

Dos (2) capacitores cerámicos, es decir no tienen polaridad a un valor de 0.1 uF-400 Voltios, dos (2) lámparas pilotos o focos de neón NE-2, un (1) resistor de 1 kilo ohmio de ½ watts.

2.5 Cargadores de baterías con desconexión automática.

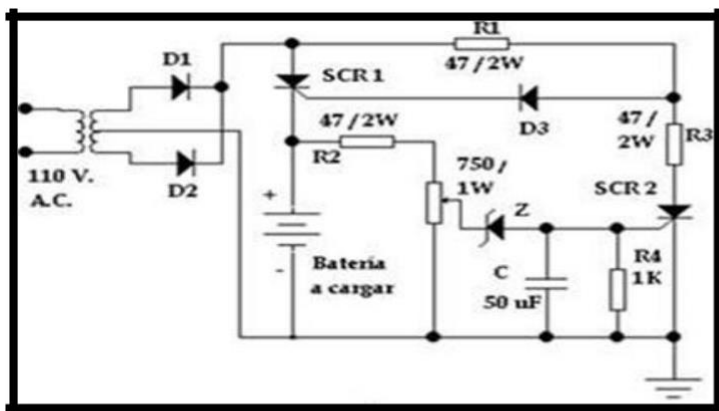


Figura22. Cargadores de baterías. Fuente: Recuperado de <http://www.mcbtec.com/pdf/FuentesAlimentacionLineales.pdf>

En la figura 22 podemos apreciar: La fuente de alimentación de onda completa que trabaja como cargador de baterías, cuenta con dos diodos que están conectados en derivación central al transformador, el cual a su salida del circuito rectificador entrega un tren de pulsos de corriente pulsante, para que sea aplicada a las baterías hasta que sean cargadas o recargadas.

Cuando el acumulador de voltaje que es la batería no está cargado, el SCR2 no conduce porque actuando como un circuito en corte, notándose que en la puerta del SCR 1 está llegando la corriente controlada por R1 para el disparo.

Cuando se inicia el proceso de carga de la batería el voltaje en el cursor del potenciómetro también es bajo, el cual es muy pequeño para hacer conducir al diodo zener de 11 voltios, actuando como circuito abierto, y manteniéndose en corte el segundo SCR 2.

Cuando en el proceso de carga de la batería va en aumento, el voltaje en el cursor del potenciómetro aumenta hasta un voltaje suficiente para hacer conducir al diodo zener, hasta disparar al SCR 2, trabajando R1 y R3 como un divisor de voltaje, causando que el voltaje en el ánodo del diodo D3 sea pequeño para disparar al tiristor (SCR1), cortándose el paso de corriente hacia la batería, para dejar de cargar. Como la división de voltaje

causa que el voltaje en el ánodo del diodo D3 sea muy pequeño para disparar al tiristor (SCR1), se corta el paso de corriente hacia la batería cuando está completamente cargada.

Componentes:

- Un (1) SCR1 de 1 amperio.
- Un (1) SCR2 de 5 amperios o más
- Tres (3) Resistores de 47Ω , a 2 watts.
- Un (1) potenciómetro de 750 o 1000 Ω (ohmios), a 2 watts
- Un (1) capacitor electrolítico de 50 μF , a 12 voltios.
- Tres (3) diodos rectificadores a 3 amperios.
- Un (1) diodo zener de 11 Voltios, a 1 watt.
- Un (1) transformador de 220 a 12 VAC de 4 amperios.

2.6 Circuitos de protección como corte automático por sobretensión

Cuando se conectan equipos y dispositivos a vehículos motorizados, la tensión de alimentación debe ser regulada y estable, por lo que es necesario contar con circuitos de protección y estabilización.

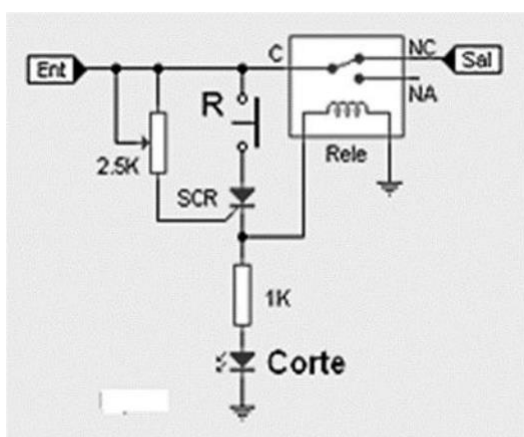


Figura 23. Circuitos de protección como corte automático. Fuente: Recuperado de <http://www.mcbtec.com/pdf/FuentesAlimentacionLineales.pdf>

El circuito electrónico que se observa en la figura 26 está diseñado para que cuando se eleve demasiado o sobrepase el voltaje a los 12 voltios, el disyuntor corta inmediatamente en forma automática el suministro eléctrico, el mismo que adecuándolo de manera pertinente puede mejorarse, incorporándose un circuito preset de ajuste, para un mejor uso y de versatilidad al sistema de protección, de tal manera que al dispararse el disyuntor se restablecerá el suministro pulsando el botón reset.

2.7 Control de lámparas incandescentes con 110vac o con 220vac

- El circuito puede controlar lámparas hasta 200W -220VAC.
- El control es de onda completa y el ajuste de frecuencia se hace con C1 y potenciómetro, ver la figura 24.
- El capacitor debe tener valores entre 470nF y 1uF y es de poliéster y con una tensión de trabajo no menor de 400V.
- El SCR debe tener un disipador de calor.
- El diodo 1N4148 esta como protección del SCR, no es necesario.
- La resistencia de R1, P1 y el capacitor C1 son los que originan los pulsos de tensión para controlar el SCR.

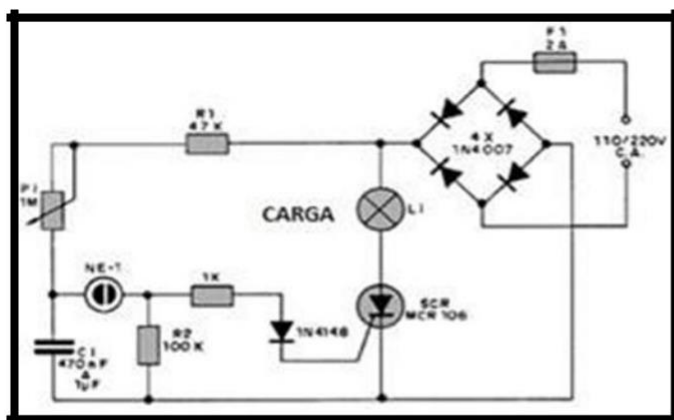


Figura 24. Control de lámparas incandescentes con 110vac o con 220vac. Fuente: Recuperado de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

2.8 Control de lámparas de iluminación utilizando simulador

Con el simulador multisim podemos analizar un circuito con SCR para controlar Una lámpara incandescente la tensión de alimentación es de 110V. Este circuito (figura 25) es aplicado para analizar circuitos donde se puede adicionar un osciloscopio. (Multisim, 2010, software)

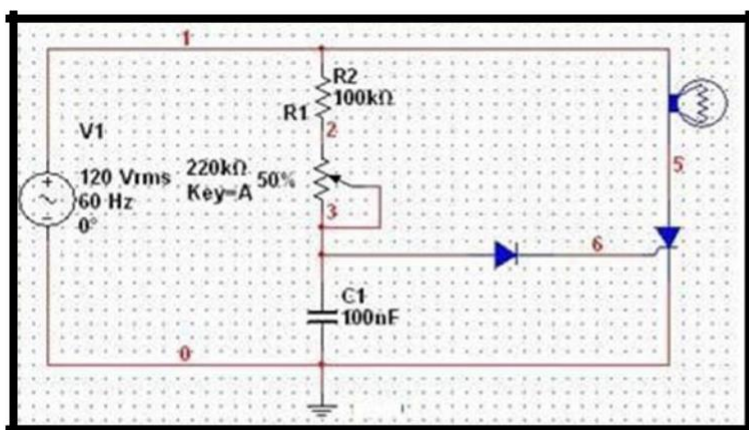


Figura 25. Control de lámparas de iluminación utilizando simulador. Fuente: Recuperado de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/lamparas/lincan.html>

2.9 Activación del SCR por opto acoplador

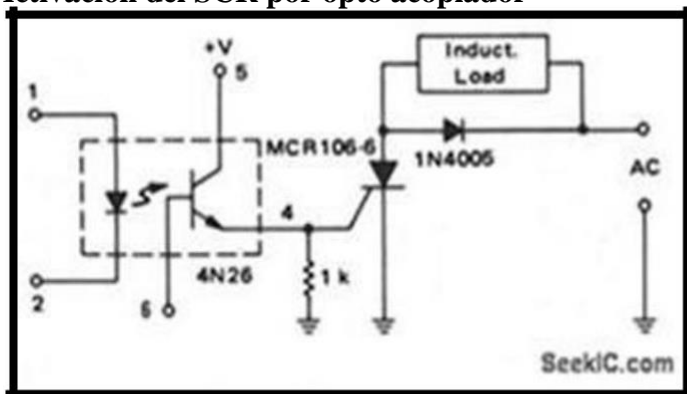


Figura 26. Activación del SCR por opto acoplador .Fuente: Recuperado de <https://che-charls-electroall.webnode.es/optoacoplador-triac-moc-3021/>

Este circuito de la figura 26 se muestra un 4N26 (opto acoplador) controlando un SCR, que, a su vez, se usa para controlar una carga inductiva. El SCR es un dispositivo de puerta sensible (1 mA de corriente de compuerta) y el 4N26 tiene una relación de transferencia de corriente mínima de 0.2 amperios, por lo que la corriente de entrada 4N26 (IF) debe ser de 5 mA. La resistencia de 1 kΩ evita que el SCR se dispare con pequeños

cambios de entrada, y el 1N4005 evita que el SCR se dispare con el voltaje auto inducido en la bobina (Inductor) cuando el SCR se apaga.

2.10 Tiristor SCR en corriente alterna y control de fase

El SCR dispuesto en corriente alterna y controlado por fase, se aplica en los circuitos de control de potencia, tal como se observa en la figura 30 en relación a una lámpara incandescente. El circuito de la fuente de alimentación de voltaje es accesible entre 120 VAC y 240 VAC, donde la potencia suministrada para la carga a utilizarse, se logra y gobierna con un circuito variador del ángulo de conducción.

El circuito resistivo capacitivo RC es la sección que genera el corrimiento de la fase ajustable entre el voltaje de entrada y el voltaje en el condensador, el cual permite suministrar la corriente a la compuerta G del SCR.

El potenciómetro R su valor resistivo es variado, el cual por tanto produce el corrimiento de la fase ajustable, por lo que su potencia será también variable. Motivo por el cual la intensidad de luz será variable en la lámpara. El semiconductor conectado a la entrada del terminal de la compuerta G, está dispuesto para que cuando se produzca tensión negativa, este lo bloquee comportándose como un circuito abierto en alta resistencia.

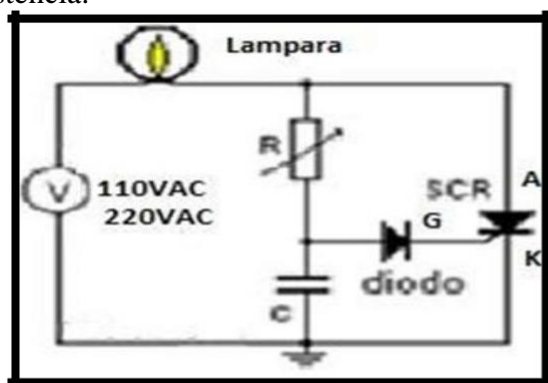


Figura 27. Tiristor SCR en corriente alterna y control de fase. Fuente: Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_controlado_de_silicio

Aplicación didáctica

SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 01

TEMA: Aplicación del SCR al sistema de control de velocidad de un motor de corriente continua.

Duración	
	HORAS
	PEDAGÓGICAS
Lab/Taller	5
Aula	2

ELEMENTO DE CAPACIDAD:

Elabora un esquema que permita la aplicación práctica de SCR en el sistema de control de

CONTENIDO

velocidad de un motor de corriente continua.

PROCEDIMIENTOS	CONCEPTUALES	ACTITUDINALES
1. Reconocimiento e identificación de terminales de conexión del SCR. (por 02 métodos). 2. Comprobación de los terminales del SCR 3. Montaje del circuito con SCR para la aplicación en el sistema de control de velocidad de un motor de corriente continua DC. 4. Desarrolla una práctica calificada Sobre simbología y datashet de los SCR.	-Conceptos sobre SCR -Simbología y partes principales -Principio de funcionamiento -Características o parámetros técnicos -Formas de disparo del SCR -Métodos de identificación de terminales -Comprobación del SCR -Codificación de los SCR	1. Muestra interés y entusiasmo por aprender sobre los SCR. 2. Manipula los dispositivos, componentes, herramientas e instrumentos de medición. Aplicando las normas de seguridad. 3. Demuestra capacidad de liderazgo e integración en grupo. 4. Valora la importancia del SCR al servicio del hombre.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

MOMENTO	ACTIVIDAD	MÉTODO TÉCNICA	TIEMPO
MOTIVACIÓN	El docente despierta el interés en los estudiantes, mostrando un circuito simple con SCR.	Inductivo Demostrativo	05 minutos
	Descubrir y activar los saberes previos de los estudiantes; formulando preguntas sencillas.	Evaluación Recuperación de Saberes previos	10 minutos
PROPÓSITOS	Presentación y desarrollo del tema en Power Point de clase y demostración didáctica del funcionamiento del SCR. Lectura y análisis de la guía informativa	Exposición Demostración Estudio dirigido	40 minutos
	Desarrollo del contenido del aprendizaje previsto ante la mirada vigilante del docente facilitador a partir de la confrontación de los saberes de los estudiantes rescatando aquellos que permiten sistematizar la información.	estudiantes Registro de notas respecto a los saberes previos y participación de los	10 minutos
	El docente entrega hoja de información a los estudiantes para su análisis y conclusiones		
DESARROLLO PRÁCTICAS DEL ALUMNO EN EL LABORATORIO	Formulación de conclusiones en un organizador de información y la sustentación de sus conclusiones utilizando el organizador de información. (evaluación de proceso)		10 minutos
	Ensamblaje o montaje de circuitos aplicativos reales con SCR.	Demostración de montaje de esquema con SCR	60 minutos
	Práctica dirigida de investigación de los parámetros de SCR (mediante el uso de Internet)	Práctica dirigida. Evaluación de la ejecución: observación sistemática y ficha de coevaluación	25 minutos

RESOLUCIÓN PROBLEMA	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de terminales y tipos de encapsulados en los SCR. - Descripción y análisis de funcionamiento de circuitos prácticos con SCR. - Investigar y determinar valores de parámetros principales. En SCR 	Práctica dirigida: evaluación de la ejecución observación espontánea Fichaje	30 minutos
EVALUACIÓN	Evaluación de conocimientos teóricos prácticos	Evaluaciones de ejecución: de muestras	35 minutos

EVALUACIÓN:

CRITERIO DE EVALUACIÓN: Desarrolla el montaje de circuitos prácticos aplicativos, mediante el uso del SCR		
INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Identifica los parámetros y comprueba el estado y funcionamiento de los SCR	Exposición Diálogo	Cuadro de investigación proyectos ejecutados
Ensambla proyectos prácticos y funcionales mediante el SCR y demás dispositivos Electrónicos.	Autoaprendizaje Prácticas grupales Montaje de circuitos	Práctica calificada Guía de prácticas y práctica de laboratorio
Ensambla proyectos prácticos y funcionales mediante el SCR y demás dispositivos electrónicos	Autoaprendizaje Prácticas grupales Montaje de circuitos	Informe de prácticas desarrolladas. Proyectos ejecutados Ficha de coevaluación
Demuestra conocimientos teórico-prácticos aprendidos sus parámetros establecidos.	Evaluación de conocimientos, en general referents al SCR y sus aplicaciones Evaluación de la ejecución	Prueba objetiva y/o de Selección Múltiple. Esquemas o circuitos físicos desarrollados ensamblados y funcionando

RECURSOS: EN EL AULA

- Plumones
- Papelotes
- Proyector multimedia
- Guía informativa

- Motores pequeños de corriente continua de 12Vcc
- Conectores
- Fuente de alimentación variable AC
- SCR y demás componentes electrónicos
- Protoboard, conectores, etc.
- Multímetros analógicos y digitales
- Otros: pedazos de conductores rígidos aislados de colores N° 22 AWG, soldadura 60/40, Etc.

1.1. Referencias:

Angulo (1993) *Electrónica Fundamental*, Editorial Paraninfo, Madrid España

Braga (2015) *curso electrónica* Recuperado de
<http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/142-como-funciona-el-scr-art029s>

Donald (2005) *Standard Handbook of Electrical Engineering* (5th ed.). McGraw-Hill, Recuperado de
https://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_controlado_de_silicio

García (1996) Edit. Madrid- España

Malvino (1987) *Electricidad y Electrónica Aplicaciones Prácticas* (Tomos III y IV, Editorial Mac Graw Hill.

Malvino (1999) Edit. ISBN

Mazda (2001) *Electrónica de Potencia*, Edt. Paraninfo- España

Muhammad (2004) Rashid. Edt. Prentice Hill.

Nashelsky (2003) *Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*- Pearson Prentice Hall. Impreso en México.

Ruiz (1987) *Componentes Electrónicos*, Ediciones CEAC

Tirado (2009) *Rectificador controlado de silicio* (SCR) Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos78/rectificador-controlado-silicio-scr/rectificador-controlado-silicio-scr.shtml>

Trasancos (1999) *Electrotecnia* (V Edición) Edit. Paraninfo. España

Vasallo (1999) *Electrónica Industrial*, Edit. CEAC.

Miguel Ángel Cruz Villachica

Profesor

HOJA DE INFORMACIÓN No 01

ÁREA: EDUCACIÓN PARA EL TRABAJO – ELECTROTECNIA		
HOJA DE INFORMACIÓN N°01 2017- II		PROF: Miguel Ángel Cruz Villachica
4° GRADO	FECHA: //	ALUMNO:
TEMA: Control de velocidad de un motor de corriente continua con SCR		

1. OBJETIVO

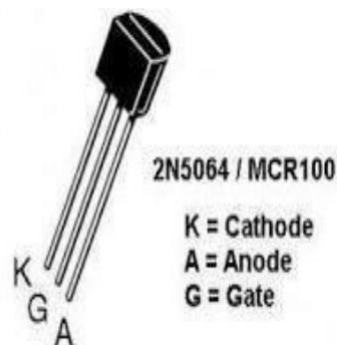
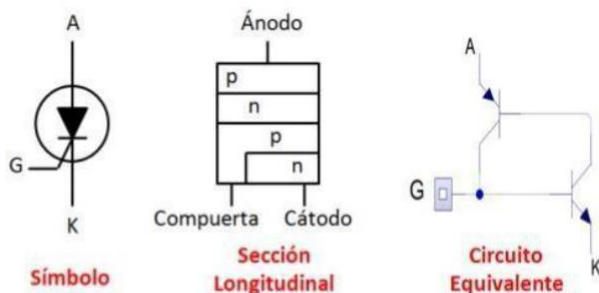
1.1 Conocer los fundamentos básicos sobre concepto, principio, prueba y aplicación de los SCR en corriente continua.

Reconocer mediante fotos y diagramas los diversos tipos de SCR C160 y aplicaciones con corriente continua en el control la intensidad de iluminación de las lámparas de 12, 24V y el sistema de control de velocidad de motores de corriente continua DC.

INFORMACIÓN

2. ¿QUE ES UN SCR?

- Es un dispositivo semiconductor de rectificación de silicio, de estado sólido que funciona de manera unidireccional, dispuesto su construcción en base a 04 capas Semiconductoras de Silicio tipo PNPN, Fabricado en encapsulado termoplástico o metálico según el nivel de potencia de disipación. Con 3 terminales de conexión llamados:
- **ANODO.** Terminal conectado a la capa de inicio Tipo N (requiere polaridad +)
- **KÁTODO.** Terminal conectado a la última capa Tipo N (Requiere polaridad --)
- **GATE.** Terminal conectado a penúltima capa tipo P (impulso +)



En la imagen superior derecha, podemos apreciar un SCR de muy baja potencia mostrando abreviaturas correspondientes a sus terminales o patillas de conexión.

En la figura inferior apreciamos un SCR de potencia con cubierta metálica, donde el terminal más grande es el Cátodo el pequeño el Gate y la Cubierta es el Ánodo.



Nota:

Para la práctica de Laboratorio denominado: Aplicación del SCR al sistema de control de velocidad de un motor de corriente continua CC utilizaremos:

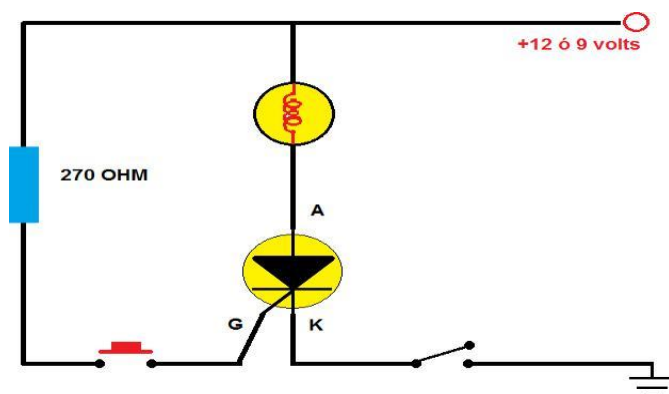
Utilizaremos:

¿CÓMO FUNCIONA EL SCR?

- Normalmente el SCR trabaja en polarización directa haciendo que la corriente eléctrica circule, tal como señala e indica el sentido de la flecha del tiristor. O sea, del ANODO al KATODO, para ello, sólo es necesario aplicar un pulso de tensión eléctrica de un promedio de 0.8V a la compuerta Gate (G), para ser activada el tiristor y entre en funcionamiento.
- Para provocar la conducción del tiristor, se aplica un pulso con una

amplitud mínima de corriente, a la compuerta (G).

- **FUNCIONAMIENTO:** En corriente continua la corriente fluye constante y corriente alterna rectifica; en el siguiente esquema podemos apreciar el esquema básico para el funcionamiento del SCR en CC.



¿De cuántas formas se dispara el SCR?

Son las formas en el que el SCR, se pone en conducción; es decir se comporta como un interruptor cerrado. Permitiendo el flujo de corriente entre el Ánodo al Cátodo.

Los SCR se disparan por:

PUERTA. (Impulso de señal + por Gate)

MÓDULO DE TENSIÓN. (sobre elevación del Voltaje)

POR GRADIENTE DE TENSIÓN (DV/DT) (variaciones bruscas de V)

DISPARO POR TEMPERATURA.

Este tipo de activación comprende a una fuga térmica, donde una temperatura muy alta en el tiristor produce el aumento del número de pares electrón-hueco, aumentando las corrientes de fuga, y la diferencia entre ánodo y cátodo, llegando a ser 1, y producir el encendido del tiristor.

¿POR QUÉ SE DENOMINA TIRISTOR AL SCR?

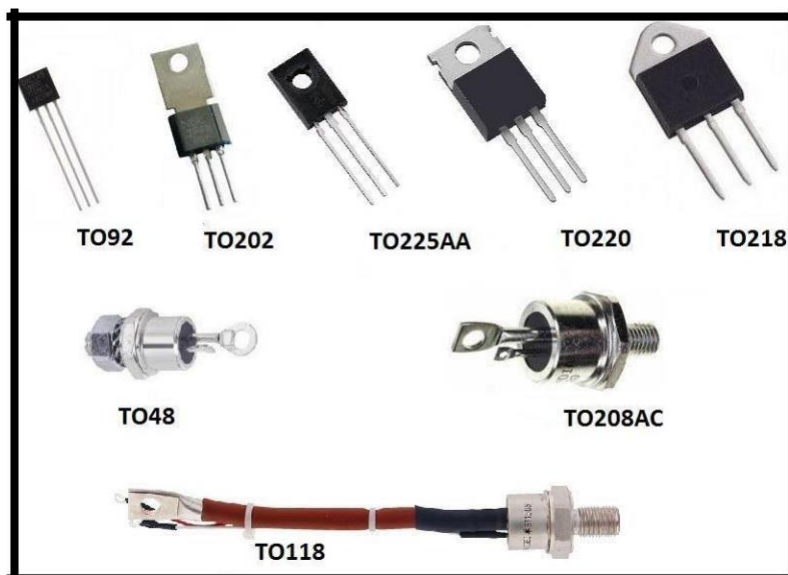
La palabra Tiristor, Proviene de Tiratrón y Transistor; y está designada a la familia de semiconductores de potencia cuyas características originales eran similares a las de los

tubos tiratrones. El tiristor deja pasar corriente en un solo sentido, al aplicarse una señal de control a su puerta, diseñada para trabajar en forma conmutada.

Es decir, el **SCR** es parte de la familia de los Tiristores; En la siguiente imagen podemos apreciar las variantes principales del SCR. Denominados tiristores, pero cada uno con nombre propio.



TIPO DE CUBIERTAS O ENCAPSULADOS DE SCR: Cada código de SCR, presenta características propias de funcionamiento; Así como cubiertas o tipos de encapsulados y según ello podemos deducir su potencia.



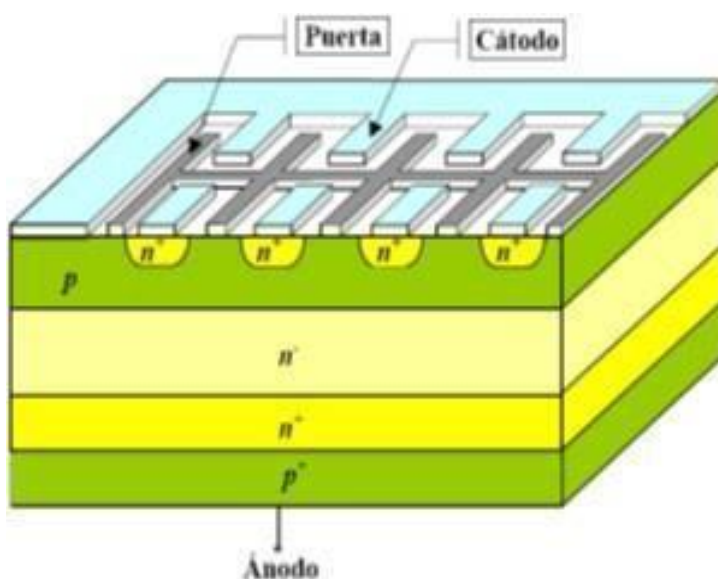


IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES DE CONEXIÓN Y PRUEBA DEL SCR

- Los terminales de conexión del SCR, se identifican o localizan por método del ohmímetro y mediante búsqueda de información por Internet y según hojas de datos o DATASHEETS.

ESTRUCTURA DEL SCR:

Los SCR están conformados por 04 capas semiconductoras PNP. Encapsulados y sellados herméticamente conectado a 03 patillas o terminales metálicos externos llamados: Ánodo Cátodo y Gate; en la siguiente figura se puede observar la estructura semiconductor por capas



PARÁMETROS DEL SCR:

Cada código de SCR tiene sus propias características de funcionamiento, que es necesario tener en cuenta al realizar el montaje o sustituir; entre los parámetros principales tenemos:

VRDM: Máximo voltaje inverso de cebado ($V_G = 0$) Ejm 600V VFOM: Máximo voltaje directo sin cebado ($V_G = 0$)

IF: Máxima corriente directa permitida. Ejm: 4A

PG: Máxima disipación de potencia entre compuerta y cátodo. VGT-IGT: Máximo voltaje o corriente requerida en la compuerta (G) para el cebado; Ejm: de 50 a 200mA

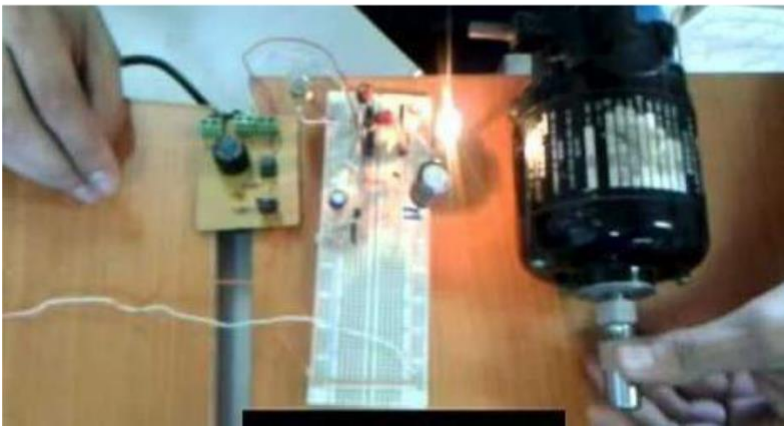
IH: Mínima corriente de ánodo requerida para mantener cebado el SCR dv/dt : Máxima variación de voltaje sin producir cebado.

- di/dt : Máx. Variación de corriente aceptada antes de destruir el SCR

APLICACIONES DEL SCR:

-Los rectificadores semiconductores de silicio controlado, su uso es común en los sistemas de electrónica de potencia; en los controles de regulación de motores de corriente continua DC, en los Dimmer para regular el brillo en lámparas, control de temperaturas, etc.

En las siguientes imágenes podemos apreciar como el SCR asociado con otros componentes electrónicos pequeños son capaces de controlar motores de potencia y Lámparas incandescentes.



Las imágenes anteriores se sustentan a través de las siguientes aplicaciones

APLICACIONES DEL SCR	
<ul style="list-style-type: none"> • Control y regulación de velocidad de Motores DC • Fuentes Reguladas DC. • Circuitos para encendido y apagado en retardo de tiempo • Recortadores • Controles de Relevadores • Interruptores de Estado Sólido 	<ul style="list-style-type: none"> • Circuitos de protección • Sistema de Controles de aire acondicionado y Calefacción. • Inversores • Cargadores de Baterías • Ciclo conversores • Controles de Fase

CARACTERÍSTICAS O DATOS DEL SCR C106MG

- Rectificador controlado de silicio de compuerta sensible
- Corriente total RMS max: 4 A (Con ángulo de conducción de 180°)
- Corriente pico no repetitivo max: 20 A (@ 25°C, onda seno, 1/2 ciclo, 60 Hz)
- Voltaje inverso pico repetitivo max: 400 V
- Sensibilidad de compuerta: 0.2 mA
- Corriente pico de compuerta max: 200 mA
- Encapsulado: TO-255AA (TO-126)
- Forma física (ver fura)

HOJA DE PROCESOS No 01

ÁREA: EDUCACIÓN PARA EL TRABAJO - ELECTROTECNIA		
PRÁCTICA N°01 2017- II		PROF: Miguel Angel Cruz Villachica
4° GRADO	FECHA: //	GRUPO:
TEMA: APLICACIÓN DEL SCR AL SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CC		

1. OBJETIVOS:

- 1.1. Conocer y comprender el comportamiento del SCR en la Regulación de velocidad de Motores DC; mediante la aplicación de corriente alterna.
- 1.2. Desarrollar habilidades y destrezas en el montaje electrónico con SCR potenciando y despertando creatividad en los alumnos.
- 1.3. Aplicar Normas de seguridad e Higiene Laboral en el montaje de circuitos electrónicos con SCR.

1. DISPOSITIVOS, MATERIALES, INSTRUMENTOS

Para poder cumplir con los objetivos debemos tener disponible:

- 2.1 Un Transformador monofásico de 220VAC/ 60Hz a 15VAC de 50VA.
- 2.2 Un SCR C106MG.
- 2.3. Un Potenciómetro de 100K ohmios.
- 2.4. Un Motor DC de 12VDC/ 8Ω
- 2.5. Un Protoboard.
- 2.6 Dos Diodo Rectificadores 1N4007.
- 2.7 Un Resistor de 1K ohmios /1W.

2.8 Alambres conductores N°22 AWG.

2.9 Cables conectores.

2.10 Multímetro Analógico o Digital.

3. PROCEDIMIENTOS

3.1. Seleccionar los requerimientos previstos y relacionarlo con el diagrama (Fig.1)

3.2. Observar minuciosamente el esquema de Conexión e ir insertando todo los dispositivos y componentes según ubicación correspondiente en el protoboard.

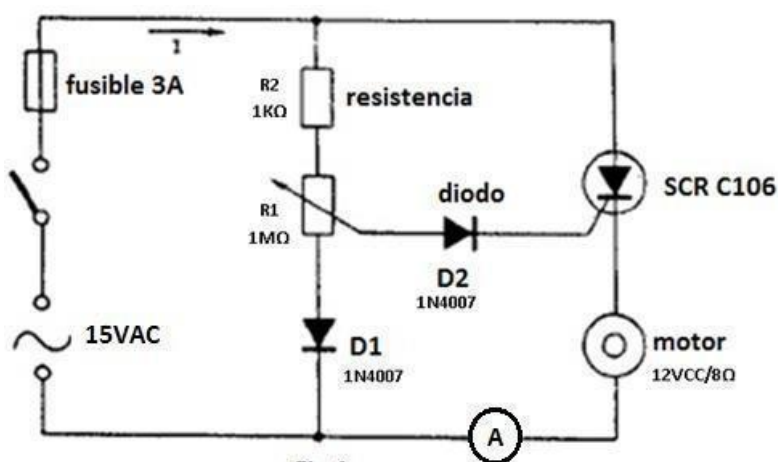


Fig.1

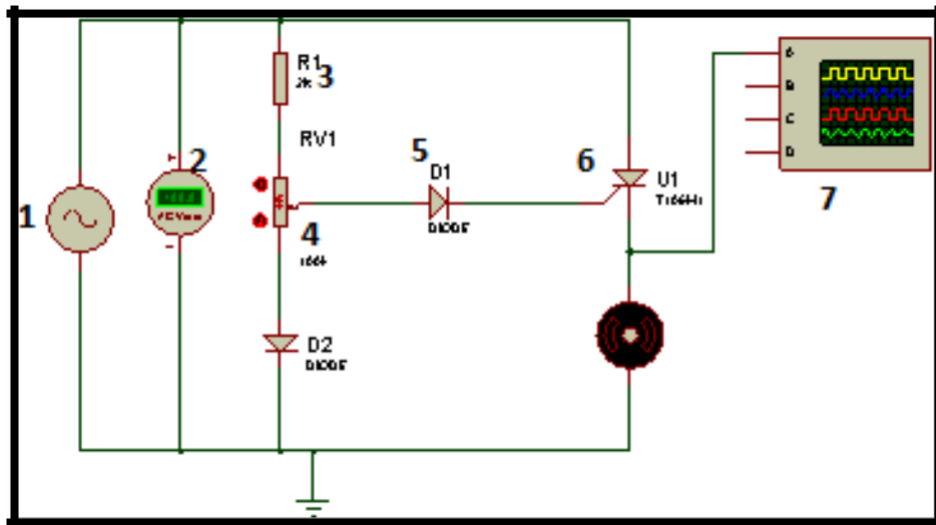
3.3 Revisar las conexiones antes de energizar y/o consultar con el profesor.

3.4 Conectar un Amperímetro DC en Serie con el motor y verificar que la intensidad no debe ser superior a lo especificado por el fabricante del motor.

3.5 Regular el potenciómetro para variar la velocidad del motor y controlando la Intensidad.

3.6 En caso de tener un osciloscopio analizar cómo está dispuesto la forma y sus características de la onda senoidal en el en el motor.

3.7 Según el circuito planteado que se visualiza en la figura 2, observar, describir y analizar mediante diferentes pruebas con el multímetro y el Osciloscopio los diferentes parámetros eléctricos.



1. Alternador activado
2. Voltímetro de Corriente alterna
3. Resistor de $22\text{K}\Omega$ $\frac{1}{4}$ de Watt
4. Potenciómetro
5. Diodo rectificador 1N4007
6. Un SCR de 4A /600Voltios
7. Un Osciloscopio
8. Un Motor simple.

HOJA DE PRESUPUESTO

Especificaciones técnicas	Cantidad	Precio Unitario soles	Precio Total
2.1 Un Transformador monofásico de 220VAC/60Hz a 15 VAC de 50VA	1	25.00	25.00
2.2. Un SCR C106 MG	1	1.00	1.00
2.3. Un potenciómetro de 100K ohmios	1	1.50	1.50
2.4. Un Motor DC de 12VDC/8□	1	10	10.00
2.5. Un Protoboard	1	15	15.00
2.6. Diodo Rectificadores 1N4007	2	0.30	0.60
2.7. Un Resistor de 1K ohmio /1W	1	0.10	0.10
2.8. Alambre conductores N°22AWG	2 metro	1.00	2.00
2.9 Cables conectores	2 metro	1.00	2.00
2.10 Impreso de 5x5cm.	1	2.00	2.00
2.10 soldadura estaño	1 metro	0.50	0.50
Total			59.70



EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE N°01

**CENTRO DE EDUCACIÓN BÁSICA ALTERNATIVA – CEBA-
GUE:**

“Gran Mariscal Toribio de Luzuriaga”

TEMA: Aplicación del SCR al sistema de control de velocidad de un motor de corriente continua CC	
ESTUDIANTE:	FECHA: //

**LEE BIEN CADA AFIRMACIÓN. LUEGO ESCRIBE (V) o (F);
SEGÚN CORRESPONDA:**

1. RESPONDER CORRECTAMENTE LA OPCIÓN CONVENIENTE

- a) () El SCR, es un interruptor electrónico que controla solo a Máquinas Eléctricas de corriente continua
- b) () Todos los SCR tienen las mismas características técnicas de funcionamiento.
- c) () Los SCR tienen aplicaciones en control de corriente alterna.
- d) () Todo SCR es como un Diodo Rectificador, pero el flujo de corriente, depende del Gate.
- e) () Un SCR puede entrar en Conducción si no se le protege con Transistores bipolares.

MARCA CON X UNA SOLA ALTERNATIVA (no valen borrones ni corrector)

2. EL SCR PUEDE ENTRAR EN ESTADO DE CONDUCCIÓN CUANDO SE EFECTÚA EL DISPARO POR

- a) Ánodo b) Gate c) Cátodo d) otros factores e) Solo b) y d)

3. ES UN INDICADOR DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SCR

- a) temperatura b) tamaño c) código d) modelo e) todos

4. PARA DETERMINAR A, K y G. SE POSICIONARÁ EL SELECTOR DEL MULTITESTER EN:

10. CUAL ES EL VALOR APROXIMADO DE LA RESISTENCIA DE PEQUEÑOS MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA.

- a) 10 ohms b)30ohms c) 100 ohms d) 1k ohms e) 22k ohm

TABLA DE EVALUACIÓN

TEMA: APLICACIÓN DEL SCR AL SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA CC

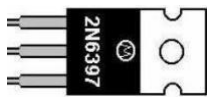



N°	NOMBRE Y APELLIDO	PREGUNTAS										OBSERVACIONES
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
1		1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	
2		1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	
3		1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	
4		1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	
5		1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	
6		1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	
7		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
8		1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
9		1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
10		0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	
11		1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
12		0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	



respuesta correcta: 1 respuesta incorrecta: 0

RESULTADO: Las preguntas 2, 5 y 6 deben ser reforzados con mejores estrategias de enseñanza en segundo plano las preguntas 4,7 y 9.

REALIMENTACIÓN

Según la evaluación tomada se determinó que los alumnos en su mayoría presentaron dificultades para determinar e identificar los terminales de conexión de los SCR, así como para descifrar las abreviaturas de parámetros establecidos. Para superar estas dificultades se entregará a los alumnos por grupo el presente cuadro para que retroalimenten los aprendizajes esperados y mediante el uso de internet, completarán lo solicitado en el presente cuadro:

ÁREA: EDUCACIÓN PARA EL TRABAJO - ELECTROTECNIA		
PRÁCTICA CALIFICADA N°2017	4°GRADO	FECHA: //
TEMA: “ CUADRO DE BÚSQUEDA Y TOMA DE DATOS DE LOS SCR ”		
TIRISTORES -Indica los terminales	ENCAPSULADO Y SÍMBOLO	PARÁMETROS EN LOS SCR
 <p>Nombre:</p>		VRDM:..... VFOM:..... IF: PG: VGT: IGT: IH: dv/dt: di/dt:
 <p>Nombre:</p>		VRDM:..... VFOM:..... IF: PG: VGT: IGT: IH: dv/dt: di/dt:
 <p>Nombre:</p>		VRDM:..... VFOM:..... IF: PG: VGT: IGT: IH: dv/dt: di/dt:
 <p>Nombre:</p>		VRDM:..... VFOM:..... IF: PG: VGT: IGT: IH: dv/dt: di/dt:

 <p>C 106MG</p> <p>Nombre:</p>		<p>VRDM:..... VFOM:..... IF:</p> <p>PG:VGT: IGT:</p> <p>IH: dv/dt: di/dt:</p>
 <p>BT 151</p> <p>Nombre:</p>		<p>VRDM:..... VFOM:..... IF:</p> <p>PG:VGT: IGT:</p> <p>IH: dv/dt: di/dt:</p>

FICHA DE COEVALUACIÓN DE ESTUDIANTES 2017

(Al Término de la Práctica), El coordinador del Grupo transcribirá las notas promedias provenientes de un registro auxiliar de actitudes respectivamente; luego entre miembros del grupo en una mesa de diálogo democrático, procederán a coevaluarse debiendo registrar las notas en casilleros establecidos en cada rubro del cuadro siguiente:

DEMUESTRA: PUNTUALIDAD, INTEGRACIÓN, HONRADEZ DISCIPLINA, ENTUSIASMO Y RESPETO		PROMEDIO DE ACTITUDES	TRAE DISPOSITIVOS PARA LAS PRÁCTICAS	HABILIDAD DE BUSQUEDA POR INTERNET	DETERMINA TERMINALES DEL SCR	SABE INTERPRETAR PARÁMETROS DEL SCR	IDENTIFICA LOS SCF POR TIPO DE CONSULTA	NOTA PROMEDIO
N° de Ord	APELLIDOS Y NOMBRES							
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

NOTA: - culminado la práctica de refuerzo y la coevaluación, El Docente procederá a una Reevaluación final de los alumnos.

Síntesis

El SCR; Es un Interruptor unidireccional, compacto de estado Sólido capaz de controlar mayormente circuitos en DC; así como regular potencias Eléctricas desde 1A hasta poco más de 1000A y hasta tensiones superiores a 1000 voltios, a partir de muy pequeñas señales o Impulsos eléctricos aplicados al gate.

Es capaz de permitir el paso de alta impedancia a muy baja impedancia similar a un interruptor electromecánico pero este no tiene partes móviles, No produce ruido alguno ni desgaste mecánico, pues no tiene contactos móviles y puede conmutar señales en potencia a en bajas frecuencias (pero ventajosamente a los interruptores Electromecánicos)

Presenta diversas aplicaciones en la industria en sistemas de mando, regulación de potencias en máquinas eléctricas, en sistemas de automatización y Robótica, en Sistemas de Protección, en uso de Inversores, Ciclo conversores, Sistemas de alarmas Etc.

Apreciación crítica y sugerencias

1. Los SCR, se comportan como Diodos Rectificadores, pero de regulación controlable activables por la compuerta G gate; pero no son desactivables por Gate
2. Los Rectificadores de Silicio Controlado SCR se aplica en la electrónica industrial para alimentar, activar, desactivar y regular máquinas eléctricas de alta potencia.
3. Cuando funciona y trabaja con corriente alterna el SCR, se desactiva en cada alternancia o semiciclo, activándose en las alternancias o pulsos positivos, y en los pulsos de alternancia negativa entrará en corte. Mientras que con corriente continua el SCR una vez activada por puerta o compuerta ya no se desactivará fácilmente si no se disminuye, interrumpe o cambia la polaridad de alimentación. Asimismo, podemos apagarlo polarizando inversamente el Ánodo y el Cátodo del tiristor.
4. Los SCR se utilizan en electrónica de potencia, activando, desactivando y regulando potencias en máquinas Eléctricas.
5. Cuando funciona con Corriente Alterna el SCR se desactiva en cada alternancia o semiciclo. Mientras que con corriente continua el SCR una vez activada por puerta o compuerta ya no se desactiva fácilmente si no se disminuye, interrumpe o cambia la polaridad. de alimentación.
6. Los SCR se utilizan en electrónica de potencia, Pero de mayor utilidad en sistemas de calefacción, entre ellas tenemos: hornos para Cerámicas, Secadores industriales, Hornos de panificación, deshumecedores, Etc.
7. Los SCR también se utilizan como interruptores electrónicos y en el control de iluminación, regulación de intensidad y conmutación de lámparas

LED.

8. Para fines didácticos los circuitos reguladores de motores de AC no es recomendable utilizar los SCR.
9. Para ampliar conocimientos aplicativos con el uso de SCR, se recomienda en las prácticas de laboratorio, al ensamblarse los circuitos determinados con SCR; realizar simulaciones con el Software Proteus; con la finalidad de observar y analizar en el osciloscopio, los parámetros de Tensión e Intensidad y forma de las ondas
10. Los SCR en el diseño de su circuitería se debe considerar previamente los parámetros de límite de máxima tensión, para que ante variaciones bruscas de tensión y corriente entre Ánodo y Cátodo, no se produzca la conducción y continúe bloqueado.
11. Durante el desarrollo de las Prácticas de Laboratorio, en el ensamblaje de circuitos con SCR; se recomienda tener en cuenta terminales de conexión correspondientes. Así como las características, Hoja de Datos o Datasheet.
12. Los SCRC frente a una variación brusca de tensión entre ánodo y cátodo puede n dispararse y entrar en conducción aún sin corriente de puerta. Por lo que se recomienda tener en cuenta la tasa máxima de subida de tensión que permite mantener bloqueado el SCR.

Referencias

- Cardona, J. (2010). *Los materiales semiconductores* . Mexico: Editorial La Prensa.
- Componentes Electrónicos de Lee (2019) Recuperado de
<https://leeselectronic.com/en/product/712663.html>
- Electrónica Industrial (2019) Recuperado de
<http://www.incb.com.mx/index.php/articulos/53-como-funcionan/142-como-funciona-el-scr-art029s>.
- Electrónica Espinoza (2017) Recuperado de
<http://www.electronicaivanespinoza.com/2017/07/alarmacontra-ladrones.html>
- Gualda Gil , J. A. (2006). *Electrónica de potencia: componentes, topologías y equipos*. España: Paraninfo.
- Gomáriz (2002) Rectificador controlado de silicio. Recuperado de
https://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_controlado_de_silicio.
- Lopez. (2009). *Electrónica*. Madrid España: Paraninfo.
- Maloney. (2006). *activacion y funcionamiento de SCR*. Madrid: Paraninfo.
- Maloney. (2006). *El SCR*. España: Paraninfo.
- Malvino. (2015). *Variacion y Regulacion de la circulacion*. España: Paraninfo.
- Pérez (2014) Tiristores Recuperado de
<http://infmesoctubremk2012braulioperez536.blogspot.pe/2014/10/tiristores.html>
- Ruiz. (2009). *Terminales denominados anodo*. España: Librería Porrúa.
- Trueba , J. L. (2007). *Electromagnetismo, circulos y semiconductores -*. Madrid: Dikinson.
- Trueba. (2007). *Semiconductores extrínsecos*. Madrid: Dykinson.

Apéndice(s)

Glosario:

- **Disparo del SCR.-** se denomina así cuando el SCR entra en estado de Conducción o pasa al nivel de saturación; Estableciéndose circulación de Corriente unidireccional entre A y C

- **Disyuntor.-** Un disyuntor es un elemento que interrumpe de manera automática la corriente eléctrica cuando supera una cierta intensidad. Se trata de un dispositivo de seguridad que, según sus características, permite proteger los aparatos eléctricos y la integridad de los usuarios.

- **Dopado de un Semiconductor.-** Para aumentar la conductividad (que sea más conductor) de un SC (Semiconductor), se le suele *dopar* o añadir átomos de impurezas a un SC intrínseco, un SC *dopado* es un SC extrínseco. Caso 1. Impurezas de valencia 5 (Arsénico, Antimonio, Fósforo). Tenemos un cristal de Silicio *dopado* con átomos de valencia 5.

- **Opto acoplador.-** también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente opto electrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac.

- **Rectificadores.-** Tipo de circuito destinado a convertir la corriente alterna (ac) en corriente continua (dc), los cuales son ampliamente utilizados en la industria para alimentar motores de corriente continua de altas potencia, así como; su uso en los equipos electrodomésticos para la alimentación de sus diferentes circuitos. Su componente fundamental para diseñarlos son los diodos rectificadores.

- **Relé.-** Un Relevador, también conocido en algunos países como Relee o Relay, es un interruptor cuyo control corre por cuenta de un circuito eléctrico. Desarrollado en la

Primera mitad del siglo XIX por el físico norteamericano Joseph Henry, a través de una bobina y un electroimán incide sobre diversos contactos para la apertura o el cierre de otros circuitos, que funcionan de manera independiente.

- **Semiconductores.** - Un semiconductor es un material aislante que, cuando se le añaden ciertas sustancias o en un determinado contexto, se vuelve conductor. Esto quiere decir que, de acuerdo a determinados factores, el *semiconductor* actúa a modo de aislante o como conductor. <https://definicion.de/semiconductor/>.

- **Temporizador.** - es un dispositivo, con frecuencia programable, que permite medir el tiempo. La primera generación fueron los relojes de arena, que fueron sustituidos por relojes convencionales y más tarde por un dispositivo íntegramente electrónico. Cuando transcurre el tiempo configurado se hace saltar una alarma o alguna otra función a modo de advertencia.

- **Tiratrón.**- Consiste en una válvula termoiónica similar a un tríodo pero llena de un gas, utilizado para controlar grandes corrientes. Consta de tres electrodos; ánodo; cátodo, y rejilla de control. El tiratrón es un tríodo que contiene gas inerte o vapor de mercurio a baja presión, tal como si a un diodo gaseoso se le dotara de una rejilla de control encargada de determinar el momento en el cual se produce el arco debido a su influencia sobre el paso de los electrones e iones hacia los electrodos de la válvula.

TABLAS DE SCR COMUNES Y COMERCIALES

CÓDIGO	DISPOSITIVO	IT RMS(A)	IT AV (A)	VD RMS(V)	dv/dt(V/μS)	TQ(μS)	IG(mA)	ENCAPSULADO	FIG.	MARCA
EC G5400	T IRIST OR	0.8	0.5	30	30	-	0.2	TO-92	A	PACE
2N5061	T IRIST OR	0.8	0.51	60	30	10	0.2	TO-92	A	MOTOROLA
2N5062	T IRIST OR	0.8	0.51	100	25	60	0.2	TO-92	A	MOTOROLA
2N5064	T IRIST OR	0.8	0.51	200	25	100	0.2	TO-92	A	MOTOROLA
MC R100-6	T IRIST OR	0.8	0.51	400	-	-	0.2	TO-92	A	MOTOROLA
MC R100-8	T IRIST OR	0.8	0.51	600	-	-	0.2	TO-92	A	STM
MC R22-6	T IRIST OR	1.5	0.95	400	25	-	0.2	TO-92	A	TECCOR
S4003M	T IRIST OR	3	1.9	400	10	35	10	TO-5	B	TECCOR
IR106B	T IRIST OR	4	2.5	200	8	100	200	TO-202	C	INT. RECT.
IR106C	T IRIST OR	4	2.5	300	8	100	200	TO-202	C	INT. RECT.
C 106D	T IRIST OR	4	2.55	400	8	40	0.2	TO-126	D	MOTOROLA
TIC 106D	T IRIST OR	5	3.2	400	10	7.7	0.2	TO-220	E	TEXAS
TIC 106M	T IRIST OR	5	3.2	600	10	7.7	0.2	TO-220	E	TEXAS
S4008L #	T IRIST OR	8	5.1	400	175	35	15	TO-220	E	TECCOR
TIC 116D	T IRIST OR	8	5	400	100	11	20	TO-220	E	TEXAS
S6008L #	T IRIST OR	8	5.1	600	160	35	15	TO-220	E	TECCOR
TIC 116M	T IRIST OR	8	5	600	100	11	20	TO-220	E	TEXAS
TIC 126D	T IRIST OR	12	7.5	400	100	11	20	TO-220	E	TEXAS
BT151-500R	T IRIST OR	12	7.5	500	130	70	2	TO-220	E	PHILIPS
BT151-600R	T IRIST OR	12	7.5	600	130	70	2	TO-220	E	PHILIPS
TIC 126M	T IRIST OR	12	7.5	600	100	11	20	TO-220	E	TEXAS
2N6399	T IRIST OR	12	7.5	800	50	15	5	TO-220	E	MOTOROLA
BT151-800R	T IRIST OR	12	7.5	800	130	70	2	TO-220	E	NEC
2N6404	T IRIST OR	16	10	600	50	15	9	TO-220	E	ON SEMI
TYN616	T IRIST OR	16	10	600	50	50	25	TO-220	E	STM

MC R16N	T IRIST OR	16	10	800	200	-	10	TO-220	E	ON SEMI
TYN682	T IRIST OR	20	13	50	500	70	25	TO-220	E	ST M
S6020L #	T IRIST OR	20	12.8	600	220	35	30	TO-220	E	T ECCOR
TXN692 #	T IRIST OR	20	13	800	500	-	25	TO-220	E	ST M
BT152-800R	T IRIST OR	20	13	800	300	-	32	TO-220	E	NXP
MC R25D	T IRIST OR	25	16	400	250	-	12	TO-220	E	ON SEMI
S4025H	T IRIST OR	25	16	400	150	35	25	TO-48	G	T ECCOR
2N690	T IRIST OR	25	16	600	-	-	40	TO-48	G	SSI
S8025R	T IRIST OR	25	16	800	200	35	30	TO-220	E	T ECCOR
2N692	T IRIST OR	25	16	800	-	-	40	TO-48	G	SOLID ST .
BTW 68-800 #	T IRIST OR	30	19	800	500	100	50	TO-3P	W	ST M
BTW 68-1200 #	T IRIST OR	30	19	1200	500	100	50	TO-3P	W	ST M
2N6172 #	T IRIST OR	35	22	200	50	25	40	1/4-28UNF-2	Y	MOT OROLA
16RIA120	T IRIST OR	35	22	1200	300	110	60	TO-48	G	INT . RECT.
S8040R	T IRIST OR	40	25	800	500	35	40	TO-220	E	T ECCOR
25RIA80M	T IRIST OR	40	25	800	100	110	40	TO-48(M6)	G	INT . RECT.
40TTS12	T IRIST OR	40	25	1200	500	110	35	TO-220	E	INT . RECT.
25RIA120	T IRIST OR	40	25	1200	100	110	40	TO-48	G	INT . RECT.
BTW 69-600 #	T IRIST OR	50	32	600	1000	-	50	TO-3P	W	ST M
C YNA56-1000 #	T IRIST OR	50	32	1000	1000	-	50	TO-3P	W	C3 SEMI
BTW 69-1200 #	T IRIST OR	50	32	1200	1000	-	50	TO-3P	W	ST M
S8055M	T IRIST OR	55	35	800	500	35	40	TO-3P	W	T ECCOR
40TPS12A	T IRIST OR	55	35	1200	1000	-	150	TO-247AC	W	INT . RECT.

S4070WTP	T IRIST OR	70	45	400	650	35	50	TO-218X	S	LIT TELFUSE
S8070W	T IRIST OR	70	45	800	500	35	50	TO-218X	S	LIT TELFUSE
C YNA71-1000 #	T IRIST OR	70	50	1000	1000		60	TO-3P	W	C3 SEMI
70TPS12	T IRIST OR	75	70	1200	500	-	100	SUPER T O-247	W	INT . RECT.
70TPS16	T IRIST OR	75	70	1600	500	-	100	SUPER T O-247	W	INT . RECT.
50RIA60	T IRIST OR	80	50	600	200	110	100	TO-65	H	IR./S.ST .
50RIA80M	T IRIST OR	80	50	800	200	110	100	TO-65 (M6)	H	INT . RECT.
50RIA120	T IRIST OR	80	50	1200	200	110	100	TO-65	H	INT . RECT.
T70RIA120	T IRIST OR	110	70	1200	500	110	120	T -M3	J	INT . RECT.
80RIA120	T IRIST OR	125	80	1200	500	110	120	TO-94	K	INT . RECT.
ST083S12PFK 0*	T IRIST OR	135	85	1200	200	20	200	TO-94	K	INT . RECT.
S15CG6B0										
(71RC 60A)	T IRIST OR	140	90	600	700	70	150	TO-94	K	INT . RECT.
T90RIA120	T IRIST OR	140	90	1200	500	110	120	T -M3	J	INT . RECT.
ST110S12P0V	T IRIST OR	175	110	1200	500	-	150	TO-94	K	INT . RECT.
ST110S16P0	T IRIST OR	175	110	1600	500	-	150	TO-94	K	INT . RECT.
S23DF16B0 *	T IRIST OR	210	135	1600	700	40	150	TO-93	L	INT . RECT.
ST173S12PFK 0*	T IRIST OR	275	175	1200	200	20	200	TO-93	L	INT . RECT.
180RK160	T IRIST OR	285	180	600	500	-	150	TO-93	L	INT . RECT.
180RK1100	T IRIST OR	285	180	1000	500	-	150	TO-93	L	INT . RECT.
Z30KEE-1600 *	T IRIST OR	310	200	1600	-	<35	<250	TO-200AB	N	JEENDA

ST180S16P0	T IRIST OR	314	200	1600	1000	-	150	TO-93	L	INT . RECT.
S34DF12B0 *	T IRIST OR	350	225	1200	700	20	150	TO-118	M	INT . RECT.
ST230S12P0V	T IRIST OR	361	230	1200	500	-	150	TO-93	L	INT . RECT.
ST230S16P0	T IRIST OR	361	230	1600	500	-	150	TO-93	L	INT . RECT.
300RA20	T IRIST OR	470	300	200	500	120	150	A-6	O	INT . RECT.
ST300S12P0	T IRIST OR	470	300	1200	500	100	100	TO-118	M	INT . RECT.
ST303S12PFK 0*	T IRIST OR	471	300	1200	500	25	200	TO-118	M	INT . RECT.
ST330S12P0	T IRIST OR	520	330	1200	500	100	200	TO-118	M	INT . RECT.
ST330S16P0	T IRIST OR	520	330	1600	500	100	200	TO-118	M	INT . RECT.
S34D16A0	T IRIST OR	535	340	1600	700	120	150	TO-118	M	INT . RECT.
S34D12A0F	T IRIST OR	550	350	1200	700	100	150	A-6	O	INT . RECT.
ST173C 12C FK 0*	T IRIST OR	610	330	1200	200	20	200	TO-200AB	N	INT . RECT.
Z35KEEA- 1600 *	T IRIST OR	640	400	1600	-	<35	<250	A-29	Q	JEENDA
420PB120	T IRIST OR	660	420	1200	200	60	150	TO-200AC	P	INT . RECT.
470PB120	T IRIST OR	740	470	1200	100	120	150	TO-200AC	P	INT . RECT.
ST230C 16C 0	T IRIST OR	780	410	1600	500	100	150	TO-200AB	N	INT . RECT.
ST230C 16C 1L	T IRIST OR	780	410	1600	1000	100	150	TO-200AB	N	INT . RECT.
Z38KEE-1800 *	T IRIST OR	800	500	1800	-	<35	<250	TO-200AC	P	JEENDA
T720125504DN	T IRIST OR	865	550	1200	300	150	150	TO-200AC	P	POWEREX
550PB170	T IRIST OR	865	550	1700	100	120	150	TO-200AC	P	INT . RECT.

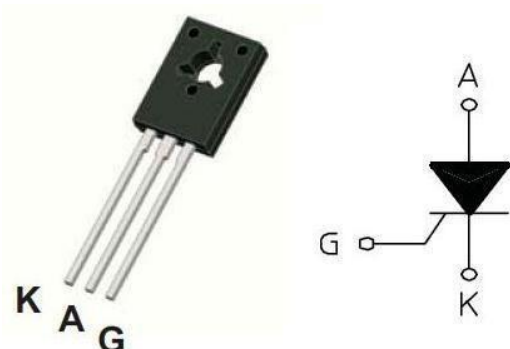
Z40KEE-1800 *	T IRIST OR	940	600	1800	-	<35	<300	TO-200AC	P	JEENDA
S38BF12B *	T IRIST OR	980	625	1200	700	20	150	TO-200AC	P	INT . RECT.
S34B12B	T IRIST OR	1050	670	1200	700	120	150	TO-200AC	P	INT . RECT.
ST300C 16L0	T IRIST OR	1115	560	1600	500	100	200	TO-200AC	P	INT . RECT.
ST303C 12C FK 0*	T IRIST OR	1180	620	1200	200	20	200	TO-200AB	N	INT . RECT.
ST303C 12C FJ 1 *	T IRIST OR	1180	620	1200	200	25	200	TO-200AB	N	INT . RECT.
ST300C 16C0	T IRIST OR	1290	650	1600	500	100	200	TO-200AB	N	INT . RECT.
ST330C 16C0	T IRIST OR	1420	720	1600	500	100	200	TO-200AB	N	INT . RECT.
ST330C 16C1L	T IRIST OR	1420	720	1600	1000	100	200	TO-200AB	N	INT . RECT.
T8261275B3D H *	T IRIST OR	1524	970	1200	300	20	200	TO-200AC	P	POWEREX
ST650C 24L1	T IRIST OR	1557	790	2400	500	200	100	TO-200AC	P	INT . RECT.
C 712PM *	T IRIST OR	1700	1000	1600	500	55	120	A-24	R	POWEREX
Z50KEE-1800 *	T IRIST OR	1700	1000	1800	-	<35	<500	A-24	R	JEENDA
ST700C 20L0	T IRIST OR	1857	910	2000	500	150	200	TO-200AC	P	INT . RECT.
ST730C 16L1L	T IRIST OR	2000	990	1600	1000	150	200	TO-200AC	P	INT . RECT.
T9G0161203D H	T IRIST OR	2790	1780	1600	300	350	200	A-24	R	POWEREX
ST1200C16K1 L	T IRIST OR	3080	1650	1600	500	200	200	A-24	R	INT . RECT.
ST1200C20K0	T IRIST OR	3080	1650	2000	500	200	200	A-24	R	INT . RECT.

HOJA DE DATOS DEL SCR 106MG

Fabricante: ON

Semiconductor

Características:

- | | | |
|--|---|--|
| <p>1 Rectificador controlado de silicio de compuerta sensible</p> <p>2 Corriente total RMS máx.: 4 A (Con ángulo de conducción de 180°)</p> <p>3 Corriente pico no repetitivo máx.: 20 A (@ 25°C, onda seno, 1/2 ciclo, 60 Hz)</p> | <p>4 Voltaje inverso pico repetitivo máx.: 400 V</p> <p>5 Sensibilidad de c compuerta: 0.2 mA</p> <p>6 Corriente pico de c compuerta máx.: 200 mA</p> <p>7 Encapsulado: TO-255AA (TO-126)</p> |  |
|--|---|--|

Producto genuino Aplicaciones:

- Control AC de media onda
- Regulación de voltaje
- Interruptor de estado sólido para cargas DC
- Entre otros Equivalentes: NTE5415