

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ESCUELA DE TELEMÁTICA

OPTIMIZACIÓN DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA EN
EL ITSA MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE MÓDULOS
PARA PRÁCTICAS, DISPOSITIVOS DE ESTADO SÓLIDO
ESPECIALES, APLICACIÓN Y ELABORACIÓN DE GUÍAS DE
LABORATORIO

POR:

CBOS. NARVÁEZ RAMOS, HEGNO PAÚL

Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN TELEMÁTICA

2001

INTRODUCCIÓN

En la elaboración del presente trabajo de investigación acerca de la Optimización del Laboratorio de Electrónica del I.T.S.A. mediante la construcción de módulos para prácticas en dispositivos de estado sólido, aplicaciones y elaboración de guías de laboratorio el principal objetivo es el firme propósito de explicar varios puntos acerca de dispositivo de estado sólido, ya que en el laboratorio de electrónica todo esto será nuevo.

Se ha basado en profundas lecturas de autores nacionales como extranjeros destacados en lo que es los dispositivos de estado sólido.

Para su lógica ejecución y fácil comprensión de estado de trabajo considero las siguientes partes esenciales:

El SCR es un componente idóneo en electrónica de potencia es un elemento unidireccional, el cual permanece normalmente bloqueado hasta el momento en que se le hace conducir.

El TRIAC se trata de un tiristor bidireccional, además es un elemento semiconductor de tres terminales, uno de los cuales es de mando (la puerta o GATE) .

Estos dos integrados son los principales en lo que respecta a mi trabajo de investigación acerca del dispositivo de estado sólido ya que cumplen una función muy importante.

Finalmente solicito a los lectores de este modesto trabajo, presenten sus criterios acerca de los aspectos que consideren como negativos.

PLAN PROPUESTO

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 Tema.....	
1.2 Definición del problema.....	1
1.3 Objetivos.	1
1.4 Justificación.	2
	2

CAPITULO II TIRISTORES

2.1 Introducción.	
2.1.1 EL	
SCR.....	3
2.1.2 Objetivos.....	4
2.1.3 Operación.	4
2.1.4 Teoría y operación de los SCR.....	5
2.1.5 Funcionamiento.....	5
2.1.6 Ángulos de conducción y de disparo.....	6
2.1.7 Características de puerta del SCR.....	9
2.1.8 Circuitos típicos de control de puerta.....	10
2.1.9 Otro circuito de control de puerta del SCR usando condensado.....	12
2.1.10 Uso de los dispositivos de disparo en el manejo de la puerta.....	14 16
2.1.11 Métodos alternativos de conexión de los SCR a la carga.....	18

2.1.12	Los SCR en el circuito DC.....	19
2.1.13	Teoría del SCR.....	20
2.1.14	Curva característica de SCR.....	21
2.1.15	SCR de frecuencia inductiva.	22
2.1.16	SCR sensible.....	23
2.1.17	SCR rápido.....	23
2.1.18	El SCR complementario.....	23
2.1.19	El SCR de puerta doble.....	24
2.1.20	Principios de cebado por puerta.....	26
2.1.21	Como puede cebarse un SCR.....	29
2.1.22	Cebado del SCR.....	30
2.1.23	Extinción (descebado)	31
2.2	El TRIAC.....	32
2.2.1	Estructura del TRIAC.....	33
2.2.2	Características del TRIAC.....	35
2.2.3	Característica de puerta.	36
2.2.4	Efecto de la derivada de la tensión con respecto al tiempo dv/dt	37
2.2.5	Importancia del circuito de utilización.....	39
2.2.6	La di/dt en los TRIAC.....	41
2.2.7	Cebado del TRIAC.....	41
2.2.8	Cebado en el cuadrante I (+ +).....	43
2.2.9	Cebado en el cuadrante II (+ -).....	43

2.2.10	Cebado en el cuadrante III (- -).....	
2.3	El UJT.....	43
2.3.1	Disparo del UJT.....	47
2.4	Diodo Zener.....	47
2.4.1	Regulador Zener.....	48
2.5	El DIAC.....	49
2.6	Optoacopladores.....	51
2.6.1	Optotriac.....	52
2.6.2	Optoscr.....	53
		53

CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Estudio de alternativas.....	
3.2	Evaluación y selección de la alternativa.	
3.3	Requerimientos técnicos generales.....	54
3.4	Prueba de operabilidad y eficiencia.....	57
3.5	Construcción del módulo.....	58
3.5.1	Descripción general.	60

CAPITULO IV MARCO ADMINISTRATIVO

4.1	Cronograma.....	
4.2	Presupuesto.....	

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....

5.2 Recomendaciones.....

Anexos

Bibliografía 63

Guías de laboratorio 64

65

66

DEDICATORIA

A mis Padres.

Este trabajo concreto, objetivo y practico dedico con orgullo y mucho anhelo a quienes han estado conmigo y han sabido guiarme para poder salir adelante y concluir con mi carrera para luego ser un buen profesional por esta razón dedico con mucho orgullo este trabajo a mis Padres.

Cbos. Narváez Ramos Hegno Paúl.

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Sr. Cbos. Narvárez Paúl, como requerimiento parcial al título de Tecnólogo en telemática

Latacunga, 19 de octubre del 2001

ING. PABLO PILATASIG.

AGRADECIMIENTO

A mi querida institución y a todo el personal que trabaja en la misma ya que ellos han sabido brindarme todo su apoyo para poder culminar con mis estudios efectuados en esta prestigiosa institución, por lo cual se sentirán muy orgullosos mis padres y familia.

Cbos. Hegno Paúl Narváez Ramos.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 Tema

Optimización del Laboratorio de Electrónica del ITSA mediante la construcción de módulos para practicas en Dispositivos de Estados Sólidos Especiales, Aplicaciones y elaboración de guías de laboratorio.

1.2 Definición del Problema.

En el presente problema defino que este trabajo de investigación acerca del Dispositivo de Estado Sólido es realizado con el único fin de que las promociones que crucen la materia de electrónica tengan mayor facilidad para realizar o armar circuitos a través del entrenador.

1.3 Objetivos

a) **Objetivos generales**

Optimizar el Laboratorio de Electrónica del I.T.S.A. mediante la construcción de entrenadores de dispositivos de estado sólido.

b) Objetivos específicos

- Construir entrenadores para la realización de practicas con Dispositivos de Estado Sólido.
- Verificar el funcionamiento correcto del entrenador.
- Investigar circuitos prácticos con Dispositivos de Estado Sólido.
- Elaborar hojas guías para la implementación de circuitos prácticos en los entrenadores.

1.4 Justificación

En vista de que el Laboratorio de Electrónica de ITSA necesita para realizar practicas en DISPOSITIVOS DE ESTADO SÓLIDO ESPECIALES se ha visto la necesidad de optimizar el LABORATORIO DE ELECTRONICA , implementando entrenadores con DISPOSITIVOS DE ESTADO SÓLIDO ESPECIALES, y elaborar guías de laboratorio para así mejorar la calidad de enseñanza, aprendizaje en el campo de la electrónica.

CAPITULO II

TIRISTORES

2.1 Introducción

Los tiristores tiene dos estados estables que depende de los efectos de realimentación de las uniones en la estructura PNPN; estas uniones pueden ser dos o más y los elementos pueden ser uní o vi direccionales, con dos o más terminales, distinguiéndose entonces entre “diodos” (dos terminales), “triodos” (tres terminales) y “tetrodos” (cuatro terminales).

Dentro de esta gran familia cabe distinguir:

- Los tiristores propiamente dichos, que son los elementos más conocidos y que en lengua inglesa se denominan “silicón controlled rectifier” o SCR. Se trata de elementos unidireccionales, con tres terminales (ánodo, cátodo y puerta) bloqueados en el tercer cuadrante por lo que también se les llama “SCR triodos de bloqueo inverso” .
- Los tiristores, que derivan de los anteriores con la diferencia de ser bidireccionales, se denominan también “SCR triodos bidireccionales”. Su nombre usual proviene de la contracción de “triode AC swich”.

2.1.1 EL SCR

El SCR es un conmutador casi ideal, rectificador y amplificador a la vez, el SCR es un componente electrónica de potencia.

El SCR se trata de elementos con tres terminales (ánodo, cátodo, y puerta) bloqueados en el tercer cuadrante por lo que también se los llama SCR triodos de bloqueo inverso.

Algunos SCR modernos pueden controlar corriente del orden de varios de cientos de amperios en circuitos que operan a voltajes tan elevados como de 1000 V. Por esta razón los SCR son muy importantes en el campo de control industrial moderno.

2.1.2 Objetivos

- Explicar el funcionamiento de un circuito de control de potencia con SCR para controlar una carga resistiva.
- Definir ángulos de disparo y ángulos de conducción y mostrar como afectan el valor promedio de la corriente de carga.
- Definir alguno de los parámetros eléctricos importantes asociados a los SCR, tales como corriente de disparo de puerta, corriente de mantenimiento, voltaje directo en estado de conducción, etc. Y dar el rango aproximado de valores esperados para dichos parámetros.
- Calcular aproximadamente la magnitud de la resistencia y de la capacitancia para un circuito de disparo en un SCR.

- Explicar el funcionamiento y ventajas de los dispositivos de disparo utilizando con lo SCR.

- Construir un circuito con SCR para ser utilizados como una fuente de 115 V AC, y medir la corriente en el voltaje puerta necesarios para el encendido del SCR.
- Construir un circuito detector de cruces de cero, y explicar las ventajas de la conmutación atención cero sobre la conmutación mencionada.

2.1.3 Operación

El SCR permanece normalmente bloqueado hasta el momento en que se le hace conducir actuando sobre su electrodo de disparo.

Puesto que ese momento se puede fijar con toda precisión, es posible gobernar a voluntad el paso de intensidad de corriente (o de potencia) en su valor medio.

2.1.4 Teoría y Operación de los SCR.

Un rectificador controlado de silicio es un dispositivo de tres terminales utilizado para controlar corriente relativamente grande de una carga.

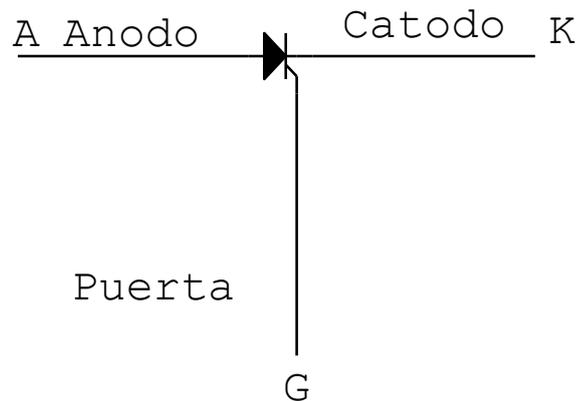


Fig. 2.1.1 Símbolo esquemático y nombre de los terminales de un SCR.

2.1.5 Funcionamiento

Un SCR actúa de una manera muy similar a un interruptor cuando está conduciendo presenta un camino de baja resistencia para el flujo de corriente de ánodo a cátodo; por consiguiente actúa como un interruptor cerrado.

Cuando está bloqueado no se puede fluir corriente de ánodo a cátodo; por consiguiente actúa como un interruptor abierto.

Debido a que un dispositivo de estado sólido, la conmutación de un SCR es muy rápida.

El valor promedio de la corriente que fluye por la carga, puede controlarse colocando un SCR en serie con la carga. Esta disposición se muestra en la figura 2-1.2.

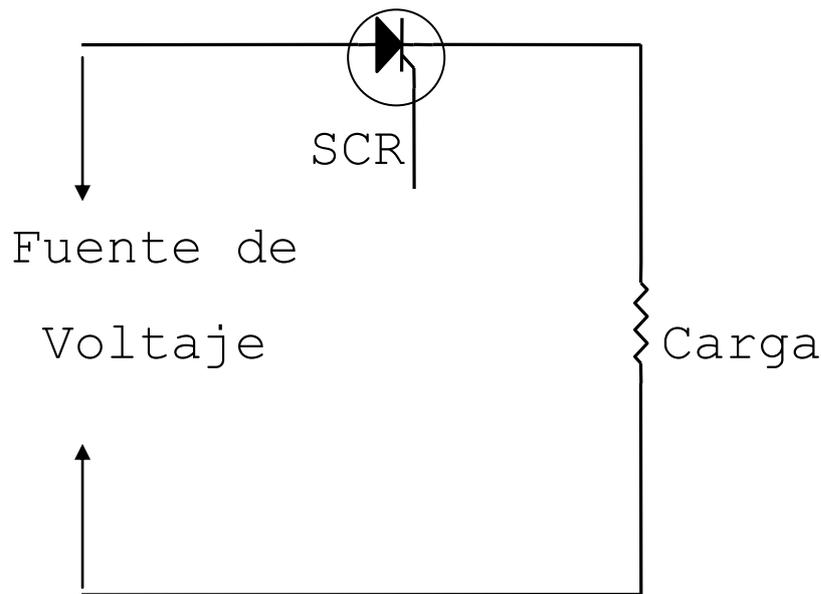


Fig. 2.1.2 Relación circuital entre la fuente de voltaje, un SCR y la carga

Si la fuente de alimentación es AC, el SCR permanece una cierta porción del periodo en estado de conducción y el resto de periodo en el estado bloqueado. En una fuente AC. de 60 Hz el periodo es de 16,67 msec.

Son estos 16,67mseg los que deben repetirse entre el estado de conducción y el estado de bloqueo. La cantidad de tiempo que permanece en cada estado se controla por medio de la puerta.

Si el SCR permanece en estado de conducción durante una pequeña porción del periodo, la magnitud promedio de la corriente por la carga es pequeña. Esto es debido a

que la corriente puede fluir de la corriente a la carga y a través del SCR, solamente durante un tiempo pequeño.

Si la señal de puerta se cambia de tal manera el SCR permanece en conducción durante una gran porción del periodo, entonces la magnitud promedio de la corriente será grande.

Esto es debido a que ahora la corriente puede fluir desde la fuente a la carga y a través del SCR durante un tiempo relativamente grande, en esta forma la corriente por la carga puede variarse ajustando la magnitud de la porción del periodo en el cual el SCR está conduciendo.

El SCR es un rectificador de modo que solamente permite el paso de corriente durante el semiciclo positivo de la fuente AC. El semiciclo positivo es el semiciclo en el cuál el ánodo del SCR es más positivo que el cátodo, esto quiere decir que, el SCR no puede estar en conducción por más de medio ciclo. Durante el otro medio ciclo la polaridad de la fuente es negativa y esta polaridad negativa hace que el SCR quede inversamente polarizado, lo cual impide que circule cualquier corriente hacia la carga.

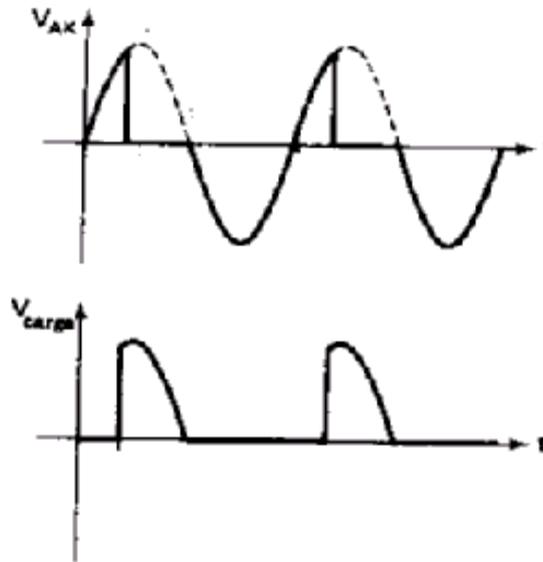


Fig. 2.1.3 Formas de ondas ideales de voltajes en terminales del SCR y voltaje en la carga (a). Para un ángulo de disparo de cerca de 60° , y un ángulo de conducción de 120° (b).

2.1.6 Ángulos de conducción y de disparo.

Los términos utilizados para describir como está operando un SCR, son ángulos de disparo y ángulos de conducción.

El ángulo de conducción es el número de grados en un ciclo A.C., durante los cuales el SCR está en conducción.

El ángulo de disparo es el número de grados de un ciclo A.C., que transcurre antes que el SCR pase al estado de conducción. Desde luego estos dos terminales están basados en la noción que el periodo equivale a 360° .

Interpretamos primero en la figura 2.2.3 (a) cuando el ciclo de A.C comienza su alternativa positiva, el SCR está bloqueado. Por tanto el voltaje instantáneo a través de sus

terminales ánodo y cátodo es igual al voltaje de la fuente. Esto es justamente lo que sucedería si se colocara un interruptor abierto en vez del SCR.

Cuando el SCR que significa tumbado recibe el voltaje de la fuente en el estado de bloqueo, es cero durante ese tiempo.

La forma de onda de voltaje de carga en la figura 2.2.3 (b) muestra que cuando el SCR es cebado el voltaje de la fuente se aplica a la carga, el voltaje de la carga sigue al voltaje de la fuente por el resto del semiciclo positivo, hasta que cuando el SCR se bloquea de nuevo. El bloqueo del SCR ocurre cuando el voltaje de la fuente pasa por cero.

En general, estas formas de ondas muestran que antes del cebado del SCR la totalidad de voltaje de la fuente cae en terminales del SCR(VAK) y la carga recibe cero voltios.

Después del cebado del SCR la totalidad del voltaje de fuente cae sobre la carga, y el voltaje entre A y K es casi cero voltios.

El SCR actúa como un interruptor de acción rápida.

2.1.7 Características de puerta del SCR

Un SCR es cebado por la inyección de un pulso de corriente en la puerta.

Esta corriente de puerta (i_G) muy a través de la unión entre puerta y cátodo y sale del SCR por el terminal del cátodo. La magnitud de la corriente de puerta necesaria para cebar un SCR es particular se simboliza por I_{GT} la mayoría de los SCR requieren de una corriente de puerta comprendida entre 0,1 y 20mA para cebarse ($I_{GT} = 0,1$ a 20mA). Dado que entre puerta y cátodo hay una tensión pn estándar, y el voltaje entre dos terminales VGK será ligeramente mayor que 0,6 V.

Una vez cebado el SCR, no es necesario que continúe fluyendo corriente por la puerta. El SCR permanece en conducción por el tiempo que fluya corriente a través de sus terminales principales de ánodo a cátodo.

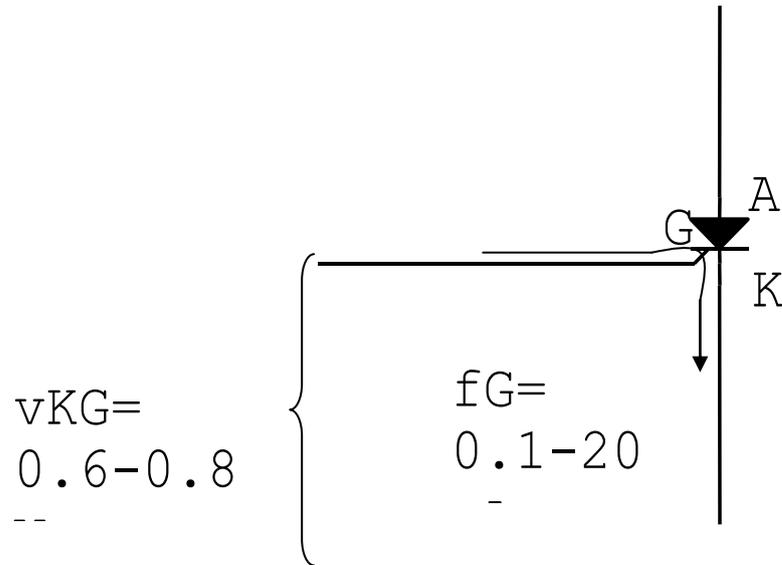


Fig. 2.2.4 Voltaje puerta a cátodo (V_{KG}) y corriente de puerta I_G necesarios para cebar un SCR

Cuando la corriente de ánodo a cátodo (i_{AK}) caiga por debajo de un valor mínimo, denominado corriente de mantenimiento simbolizada por I_{HO} el SCR se bloqueará.

Esto generalmente ocurre cuando el voltaje AC. de alimentación pasa por cero hacia su zona negativa. Para la mayoría de los SCR de mediana potencia I_{HO} es de orden de 10mA.

2.1.8 Circuitos típicos de control de puerta.

El circuito típico de control de puerta más simple, algunas veces denominado circuito de disparo, que se muestra en la figura 2.2.5.

Cuando el interruptor está abierto, no es posible la circulación de la corriente hacia la puerta. El SCR nunca entrará en conducción, de modo esencialmente es un circuito abierto en serie con la carga. Por tanto la carga está desenergizada.

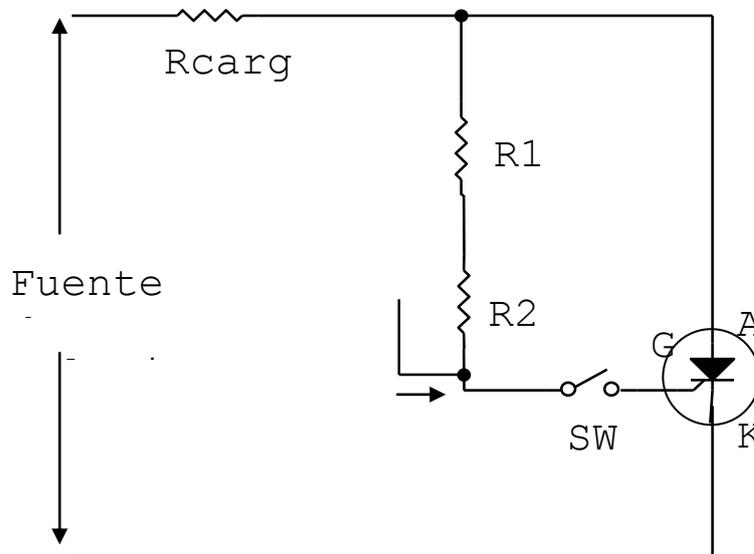


Fig. 2.1.5 Circuito simple de disparo para un SCR

Cuando se cierra SW, habrá corriente hacia la puerta cuando la fuente de voltaje sea positiva. El ángulo de disparo está determinado por la posición de R2, la resistencia variable. Si R2 es baja, la corriente de puerta será suficientemente grande para cebar el

SCR. Por tanto el ángulo de disparo será pequeño. Y la magnitud del promedio de la corriente por la carga será grande. Si R_2 es alta, la fuente de voltaje debe subir un valor alto para poder entregar suficiente corriente de puerta para cebar el SCR. Esto aumenta el ángulo de disparo y reduce la magnitud de la corriente de carga.

El propósito de R_1 es de mantener algún valor fijo de resistencia en el terminal en caso que R_2 sea puesto en cero. Esto es necesario para proteger la puerta de sobre corrientes. R_1 determina también el mínimo ángulo de disparo. En algunos casos se inserta un diodo en serie, con la puerta para proteger la unión puerta – cátodo contrae voltajes inversos altos.

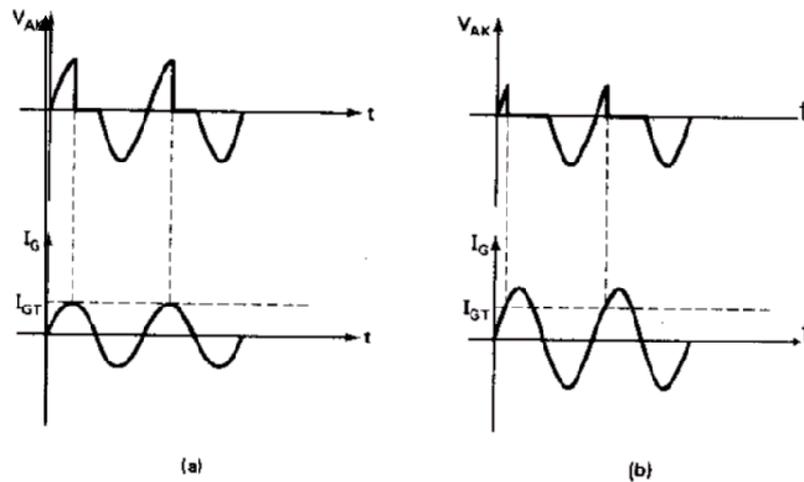


Fig. 2.1.6 Forma de ondas ideales de voltaje en los terminales principales del SCR y de la corriente de puerta. La línea de atraso representa la corriente de puerta necesaria para cebar el SCR (I_{GT}). (a) la corriente de puerta es baja, lo cual produce un ángulo de disparo de orden de 90° (b) la corriente de puerta es grande lo cual produce un ángulo de disparo igual a cero.

Debemos entender que las formas de ondas de i_G de la figura 2.2.6 son idealizados, tan pronto como el SCR de la figura 2.2.5 se ceba, el voltaje de ánodo a cátodo cae casi a cero, (de hecho de 1 a 2 V para la mayoría de los SCR). Dado que el voltaje de puerta está derivado del voltaje de ánodo cátodo, también caerá prácticamente a cero, suspendiendo la corriente de puerta. Además, dado que la puerta está inversamente polarizada durante el semiciclo negativo de la fuente AC de voltaje, realmente no hay corriente negativa de puerta tal como se muestra en la figura 2.2.6 entonces en realidad, la curva de i_G es una onda senoidal en fase con la fuente de voltaje solamente en la región comprendida 0° y el punto de disparo. En cualquier otro momento i_G es cercana a cero.

2.1.9 Otro circuito de control de puerta del SCR usando condensador.

El método más simple para mejorar el circuito de control de puerta es adicionando un condensador en el extremo inferior de la resistencia del terminal de puerta, tal como se muestra en la figura. La ventaja de este circuito es que el ángulo de disparo puede ajustarse a más de 90° .

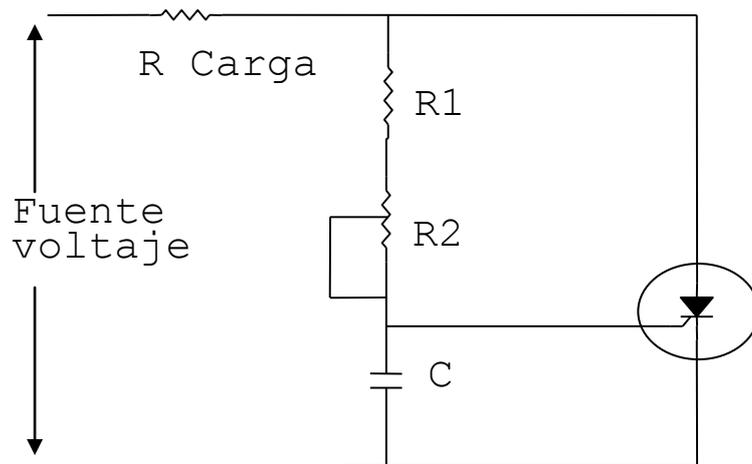


Fig. 2.1.7 Circuito de control de puerta de un SCR en el cuál es un mejoramiento del circuito de la figura 2-1.6 el condensador proporciona un rango amplio para el ajuste del ángulo de disparo.

Esto puede entenderse si nos encontramos en el voltaje a través del condensador C. Cuando la fuente AC. es negativa el voltaje inverso a través del SCR es amplio al circuito de disparo RC, cargando el condensador con su placa superior negativa y su placa inferior positiva. Cuando la fuente entra en su semiciclo positivo, el ángulo directo a través del SCR tiende a cargarse C en la polaridad opuesta, sin embargo, la formación de voltaje en la dirección opuesta es retardada hasta cuando la carga negativa sea removida de las placas del condensador.

Este retardo en la ampliación de un voltaje positivo a la puerta, puede extenderse más allá de 90°. Cuando mayor sea la magnitud de la resistencia del potenciómetro, más tiempo toma C en cargarse positivamente su placa superior y mas tardará en cebarse el SCR.

2.1.10 Uso de dispositivo de disparo en el manejo de la puerta

Todos los circuitos de las figuras siguiente o anterior adolecen de dos desventajas:

- Dependencia de temperatura
- La operación de cebado es inconsistente entre varios SCR del mismo tipo

Mirando la primera desventaja un SCR tiende a cebarse a mas baja corriente a medida que aumenta la temperatura la IGT su baja. Por tanto con cualquiera de los circuitos discutidos antes, un cambio en la temperatura produce un cambio en el ángulo de disparo y de hecho, un cambio en la corriente de carga. En muchas aplicaciones industriales, este comportamiento es inaceptable.

En el segundo problema es que los SCR, al igual que los transistores presentan desviaciones en sus características eléctricas con respecto al grupo al cual pertenece. Es decir, dos SCR de un tipo dado pueden tener diferencias grandes y sus características. La variación en IGT es la diferencia más seria

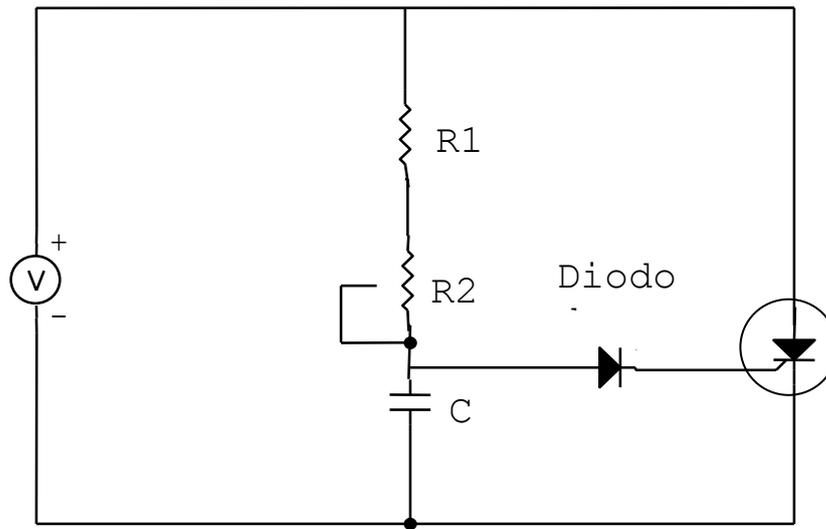


Fig. 2.1.8 Circuito de control de puerta que utiliza un diodo de cuatro capas.

El diodo de cuatro capas proporciona consistencia en la operación de disparo y reduce la dependencia de temperatura circuito

El diodo de cuatro capas de la figura 2.2.8 tiene un cierto voltaje de disparo (ruptura positiva). Si el voltaje a través del condensador está por debajo del punto de disparo, el diodo de cuatro capas actúa como un interruptor abierto. Cuando el voltaje del condensador alcanza el punto de disparo, el diodo de cuatro capas conduce y actúa como un interruptor cerrado. Esto produce una gran inyección instantánea de corriente hacia la puerta, lo cual proporciona un cebado seguro del SCR.

La ventaja del diodo de cuatro capas es su independencia de la temperatura y el voltaje de disparo puede mantenerse consistente en todas las unidades del mismo tipo. Por tanto, las imperfecciones del SCR no tienen importancia, dado que es el diodo de cuatro capas quien determina el punto de disparo.

2.1.11 Métodos alternativos de conexión de los SCR a la carga.

a) Control unidireccional de onda completa.

La figura 2.2.9 (a) muestra como dos SCR pueden combinarse con un transformador de toma central para efectuar un control de onda completa este circuito se asemeja bastante al rectificador de onda completa para una fuente de alimentación DC, cuando el devanado secundario está en el semiciclo positivo, positivo arriba y negativo abajo, el SCR1 puede cebarse cuando el devanado secundario se encuentra en el semiciclo negativo, el SCR2 puede cebarse, conectando la carga en la mitad inferior del devanado secundario.

b) Circuitos puentes con SCR

Un solo SCR puede controlar ambas alternancias de una fuente AC. cuando se conecta en la figura (a) cuando la línea AC esta en su semiciclo positivo, los diodos A y C están polarizados directamente.

Cuando el SCR se ceba, el voltaje de la línea es aplicado a la carga.

Cuando la línea AC esta en su semiciclo negativo, los diodos B y D están directamente polarizados.

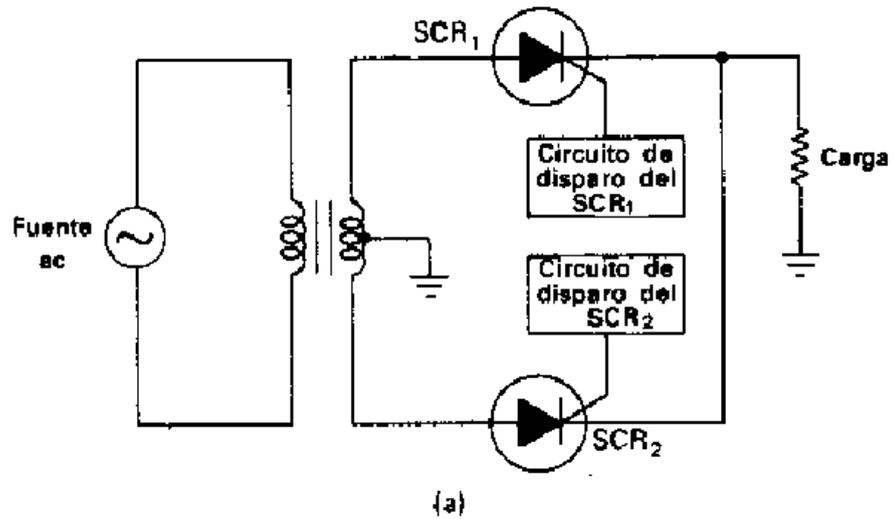


Fig. 2.1.9 Control de potencia de onda completa sin rectificación, utilizando dos SCR

2.1.12 Los SCR en circuito DC

Cuando un SCR es utilizado en un circuito DC, no ocurre bloqueo automático, porque desde luego la fuente de voltaje no pasa por cero.

En esta situación deben utilizarse otros medios para suspenderse la corriente principal del SCR. El método obvio para hacerlo es desconectar la fuente de alimentación DC en la mayoría de los casos, es impracticable.

A menudo la corriente principal se suspende efectuando un corto circuito temporal entre ánodo y cátodo, el cual se ilustra en la figura 2.2.9, en la cual un transistor como

interruptor están conectados en paralelo con el SCR. Cuando el SCR va hacer bloqueado el circuito de disparo activa el transistor y le lleva a saturación.

2.1.13 Teoría del SCR

a) Estructura y símbolo

El SCR es un semiconductor sólido de silicio formado por cuatro capas P y N alternativamente, dispuestas como se ve en la figura, donde también se representa su símbolo.

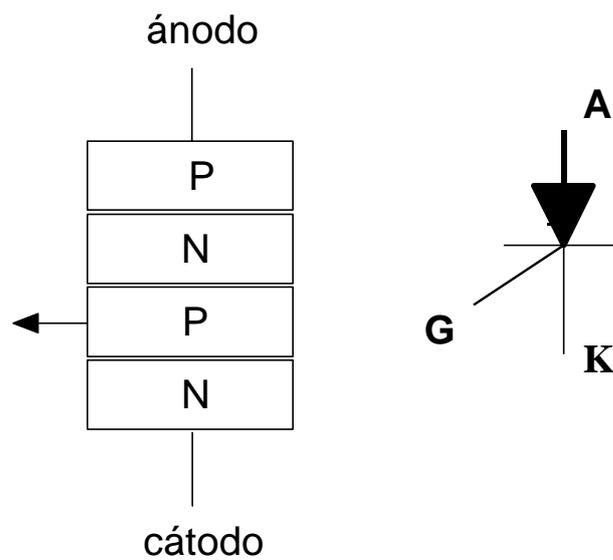


Fig. 2.1.10 Estructura y símbolo de un SCR

Los dos terminales principales son del ánodo y el cátodo, y la circulación entre ellos de corriente directa (electrones que van del cátodo a ánodo o corriente que va de ánodo a cátodo) está controlada por un electrodo de mando llamado “puerta” .

El SCR es un elemento unidireccional; una vez aplicada la señal de mando a la puerta, el dispositivo deja pasar una corriente que solo puede tener un único sentido. Por ello a veces se designa al SCR por lo que constituye, del hecho, su definición, rectificador controlado, traducción incompleta.

El dispositivo cumple varias misiones que podemos clasificar un poco arbitrariamente como sigue:

2.1.14 Curva característica del SCR.

Se ha dibujado la curva característica típica de un SCR (elemento unidireccional), representándose la corriente I_A en función de la diferencia de tensión ánodo-cátodo.

Cuando es nula la tensión V , lo es también la corriente I_A .

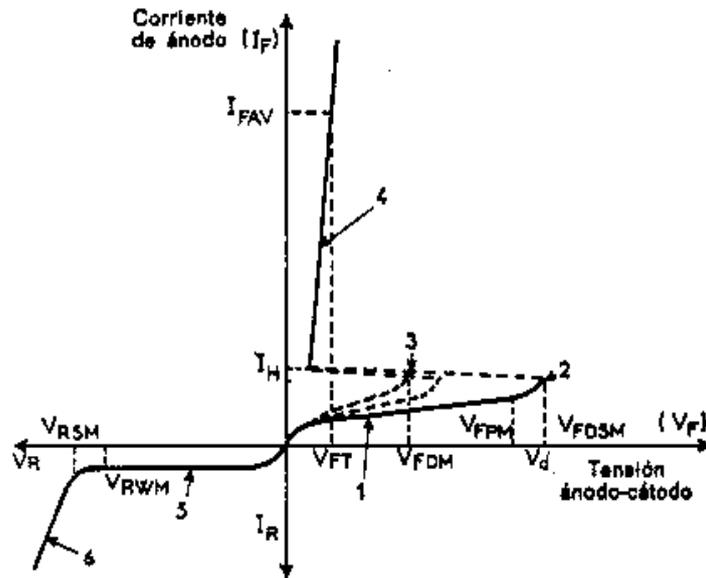


Fig. 2.1.11 Curva característica de un SCR.

Si se polariza inversamente el SCR aplicándose una tensión V_R (donde R es la inicial de “reserve”) observaremos la existencia de una débil corriente inversa de fuga (esta corriente inversa recibirá el símbolo I_R hasta que se alcanza un punto de tensión inversa máxima que provoca la destrucción del elemento.

2.1.15 SCR de frecuencia inductiva

Son los elementos más utilizados. Se destinan a funcionamiento en c.c. o a frecuencias de hasta 400 ó 100 Hz. Su sensibilidad es más bien media, a fin de evitar los disparos esporádicos por tensiones parásitas. Todos poseen una misma estructura.

La gama de los productos disponibles es muy amplia.

2.1.16 SCR sensibles

Son los elementos de baja potencia, utilizados mayormente en circuitos electrónicos de baja tensión. Su estructura suele ser de tipo planar o, más recientemente de tipo mesa-vidriado

2.1.17 SCR rápido

La elaboración de SCR rápidos se enfrentan a dos tipos de dificultades.

Por un lado, las relativas a la obtención de tiempos cortos de descebado; por otro, las introducidas por unos circuitos de utilización que imponen, además de la rapidez, exigencias particularmente severas de conmutación.

En esencia la disminución del tiempo de cebado de un SCR se logra disminuyendo la vida media de los portadores inyectados en las bases.

El aumento de la rapidez se traduce en una degradación de las características de bloqueo y sobre todo, en un aumento de la caída de tensión directa.

2.1.18 El SCR complementario

La estructura descrita hasta ahora es la utilizada en la casi totalidad de los SCR actuales. No obstante se puede imaginar un elemento complementario, que se obtendría por doble

difusión N en el silicio de tipo P y posterior realización del ánodo por difusión P localizada.

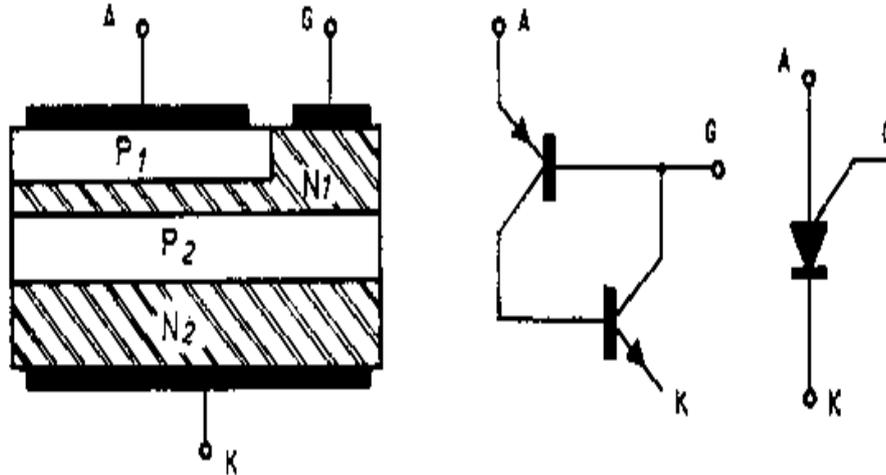


Fig. 2.1.12 SCR Complementario con puerta de ánodo

Un elemento de este tipo simplificaría ciertos montajes a la vez que podría presentar características interesantes en conmutación. No obstante, su fabricación presenta una serie de dificultades tecnológicas que elevan considerablemente su coste.

2.1.19 SCR de puerta doble

Este tipo de SCR es conocido también como PUT. El SCR de doble puerta es un elemento de tecnología planar en que las tres uniones están situadas sobre la misma cara de la pastilla de silicio.

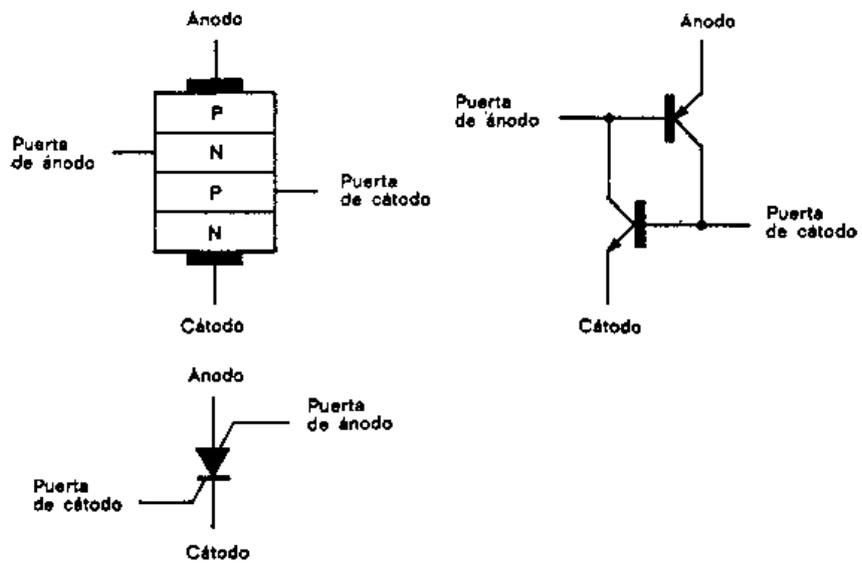


Fig. 2.1.13 SCR de doble puerta : en donde a, representación de principio, en b esquema equivalente y en c su símbolo.

En él se tiene acceso a las cuatro zonas del SCR. La zona N₂ (puerta del ánodo) va soldada a la cápsula mientras que la N₁ (cátodo), P₁ (puerta de cátodo) y P₂ (ánodo) van unidas a los terminales aislados de una cápsula

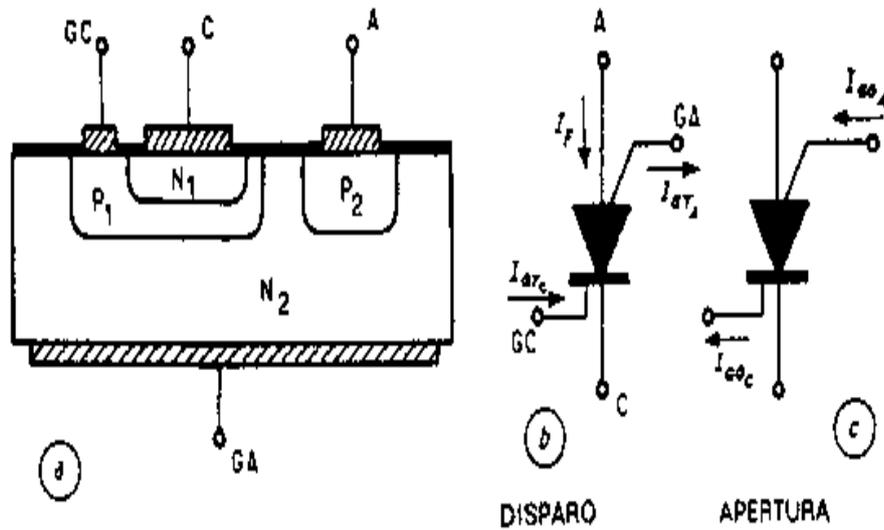


Fig. 2.1.14 En la, estructura real del SCR de doble puerta. En b, señales de disparo y en c, señales de apertura.

2.1.20 Principios de cebado por puerta

El cebado por puerta es el método más usual de disparo de SCR. El razonamiento siguiente aparecerá mucho más claro.

Una vez polarizado directamente el SCR se inyecta un impulso positivo de mando en su puerta (este ataque es en corriente, denominándose I_G a esta última).

El SCR NPN designado T₁ recibe una corriente de base I_G , pasando a ser su corriente de colector de I_{GB1} donde B₁ es la ganancia de corriente de este transistor.

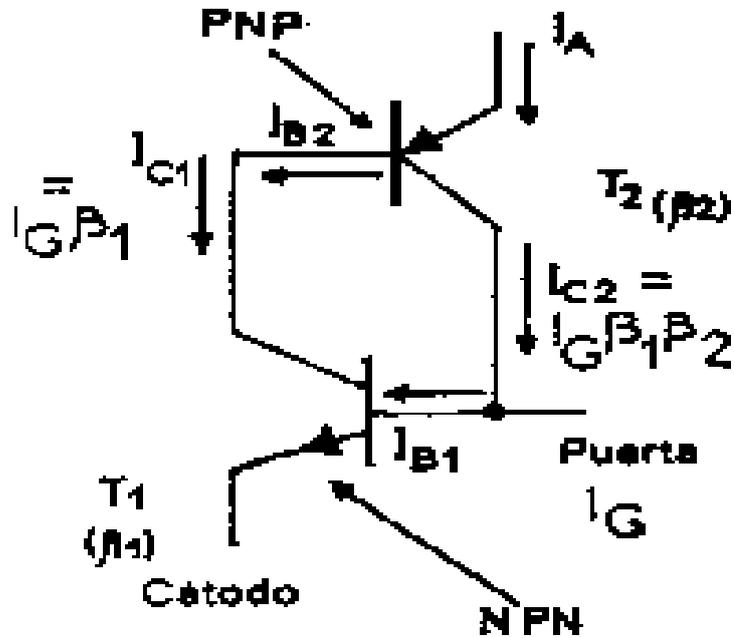


Fig. 2.1.15 Montaje equivalente de un SCR que explica el fenómeno del cebado.

Esta corriente se inyecta a su vez en la base del transistor T_2 (PNP) que entrega entonces una corriente de $I_G \beta_1 \beta_2$ (siendo β_2 la ganancia de corriente de T_2). Esta corriente, que aparece en el colector de T_2 , vuelve a aplicarse en la base de T_1 .

Hay que considerar entonces dos casos:

1. El producto $\beta_1 \beta_2$ es inferior a 1, en cuyo caso el elemento no se ceba;
2. El producto $\beta_1 \beta_2$ tiende a la unidad, con lo que se realiza el proceso de amplificación y el elemento bascula al estado conductor.

Estas dos condiciones ($B_1 B_2 < 1$ y $B_1 B_2 \rightarrow 1$) caracterizan el estado del SCR en función de la corriente. En efecto, la ganancia B de un transistor de silicio crece normalmente, por lo general, en función de la corriente. Así pues:

- Si la corriente de puerta es débil, el producto $B_1 B_2$ es inferior a la unidad y no se ceba el elemento;
- Si el impulso de mando es suficiente, las corrientes de emisor son lo bastante elevadas para el producto $B_1 B_2$ tienda a 1.

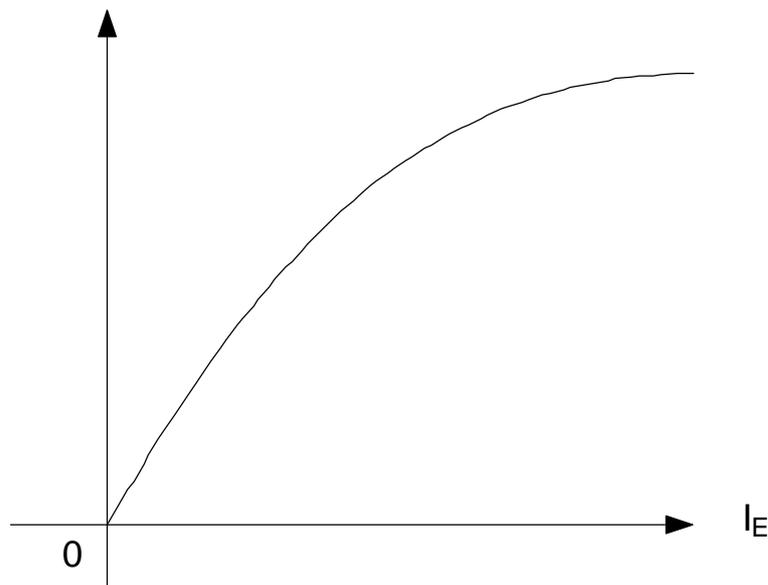


Fig. 2.1.16 Ganancia de corriente B de un SCR de silicio

En cuanto se produce el cebado, la realimentación hace que los dos transistores conduzcan a saturación (por cuanto la corriente del colector de uno se inyecta sistemáticamente en la base del otro). Una vez en conducción, los transistores se mantienen ya en ese estado, incluso aunque desaparezca el impulso inicial de puerta, hasta que el circuito exterior deje de mantener la corriente I_A .

2.1.21 Cómo puede cebarse un SCR

- **La derivada de la Tensión.** Ya se sabe que una unión PN presenta una cierta capacidad. Así pues, si se hace crecer bruscamente la tensión ánodo-cátodo, esta capacidad se carga con una corriente:

$$i = C \, dv / dt$$

Y, si esta corriente i es suficientemente elevada, provocará el cebado del SCR.

- **La temperatura.** La corriente inversa de fuga de un transistor de silicio aumenta al doble, aproximadamente, cada 14°C

En la base del transistor equivalente se inyectan portadores suplementarios que provocan el fenómeno de cebado .

El efecto fotoeléctrico. La luz, otra de las formas de energía, puede también provocar el cebado del SCR al crear pares electrón-hueco.

2.1.22 Cebado de SCR

En la mayoría de las aplicaciones se utiliza un impulso en la puerta para cerrar (poner en conducción) el SCR. No obstante, este impulso sólo afecta a la parte del cátodo vecina al electrodo de mando; por consiguiente, el paso del SCR del estado de bloqueo al de conducción está limitado en principio a esta superficie inicialmente cebada que se denomina zona primaria de cebado.

La conducción reducida en principio a ese estrecho canal, se propagará al resto del dispositivo con una velocidad finita

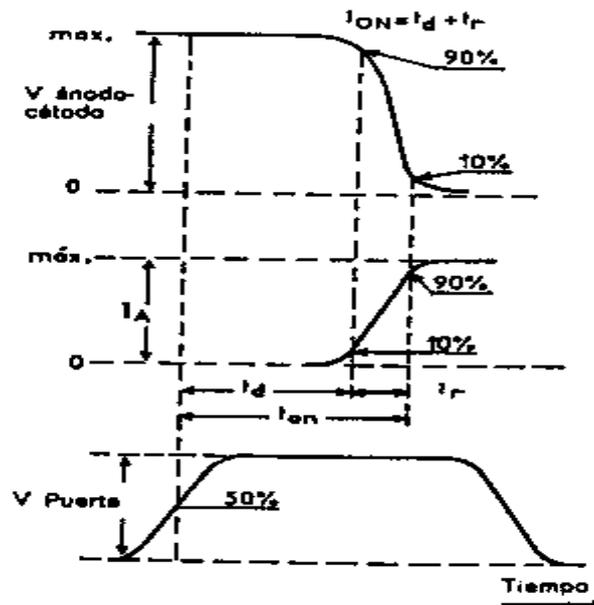


Fig. 2.1.17 Características corriente-tensión en función del tiempo

También considerar el paso de la caída de tensión en el SCR, del 90 al 10% de su valor inicial.

Como en el caso precedente la amplitud de la señal de puerta juega un papel importante en la duración de t_r

La suma de $t_d + t_r = t_{on}$. Transcurrido ese tiempo de cierre el SCR se satura: el es tiempo.

2.1.23 Extinción (descebado)

La extinción del SCR se produce cuando se reduce la corriente de ánodo por debajo de I_H , corriente de mantenimiento, o, simplemente cuando se anula la corriente de ánodo, I_A .

Descebamos el SCR en el momento t_1 ; la corriente disminuye siguiendo la pendiente di / dt ; la tensión en el SCR, que era V_A , (un poco más de 1 V) disminuye también ligeramente.

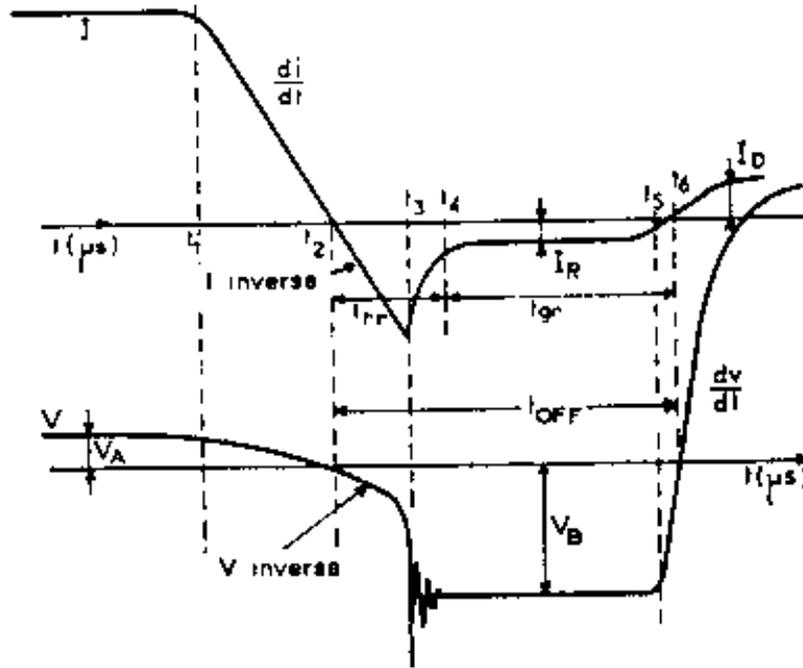


Fig. 2.1.18 Características de excitación.

2.2 EL TRIAC

El TRIAC pertenece a la familia de los tiristores, ya que se trata de un tiristor Bidireccional.

El TRIAC es un elemento semiconductor de 3 elementos, uno de los cuales es de mando (la puerta) y los otros dos son los terminales de manto MT1 y MT2.

El elemento puede pasar a un estado de bloqueo y a un régimen conductor en los 2 sentidos de polarización y volver al estado de bloqueo por inversión de la tensión o por la disminución de la corriente por debajo del valor de mantenimiento. I_H .

Es la versión bidireccional del tiristor; en su presentación eléctrica se le puede comparar a la asociación en antiparalelo de los dos tiristores.

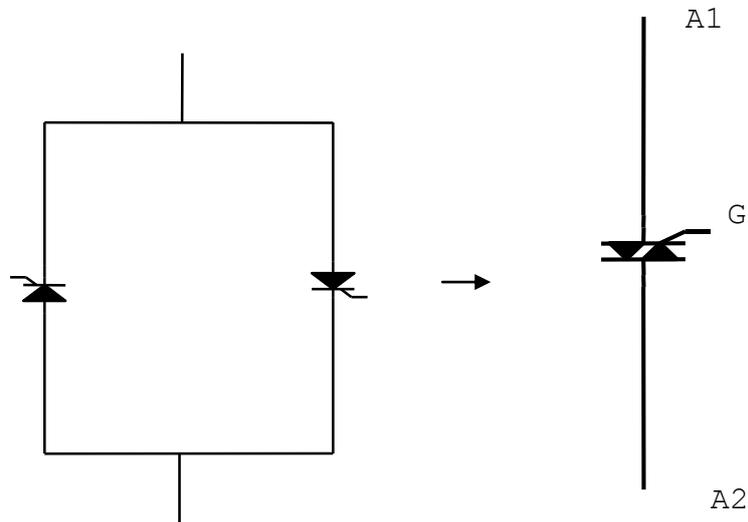


Fig. 2.2. Puede compararse el TRIAC a la asociación en antiparalelo de dos TRIACS

2.2.1 Estructura del TRIAC

El TRIAC puede obtenerse mediante diversas estructuras de capas de difusión. En ella se pueden conocer las dos tiristores constituyen del Triac:

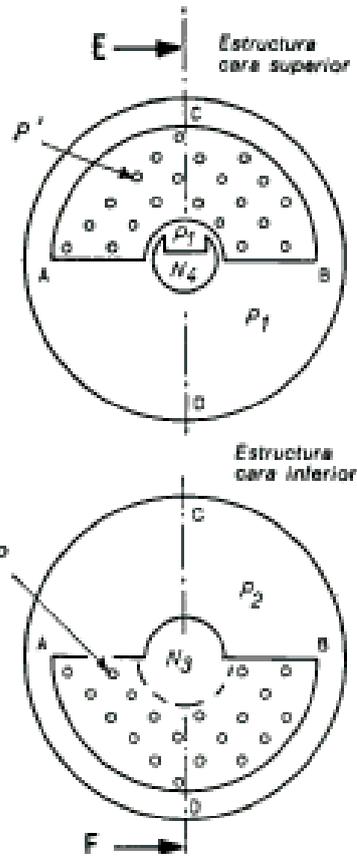


Fig. 2.2.1 Estructura de un triac típico

- La mitad de la pastilla ABC, representa un tiristor de estructura clásica cuya conducción tiene lugar en el primer cuadrante.
- La mita ABC es un tiristor de conducción inversa (segundo II), siendo la capa N_3 la de cátodo. Tecnológicamente pues, el triac es la unión de las capas de dos tiristores cuya superficie de emisor útil en cada semiperíodo es de media pastilla.
- La puerta del conjunto está formada por dos capas de tipos apuestos N_4 y una porción de P_i

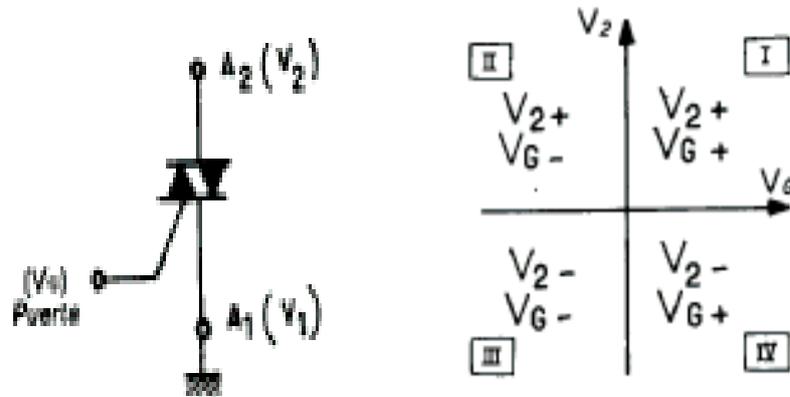


Fig. 2.2.1.2 Pueden definirse cuatro cuadrantes de polarización para caracterizar el funcionamiento del TRIAC

2.2.2 Características del TRIAC

Presenta dos ventajas fundamentales sobre este montaje en la que solo se podría gobernar las puertas mediante un transformador de impulsos.

- El circuito de mando resulta más sencillo al no existir más que un electrón de disparo.
- El dispositivo puede bascular el estado conductor independiente de las polaridades de puerto o de ánodo.

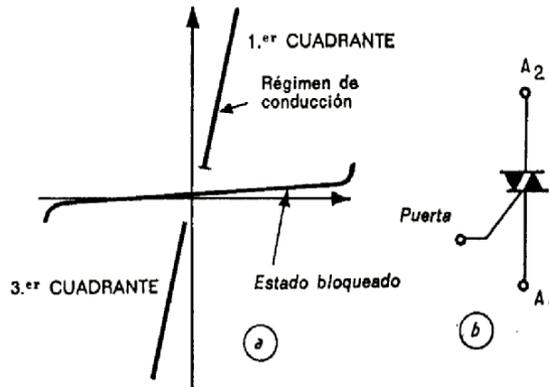


Fig. 2.2.2 Características del triac (a) y símbolo (B).
3.4 Disparo en el IV cuadrante (-+)

El proceso de disparo es idéntico al del tema cuadrante, siendo ahora la capa N1 lo que juega el papel que anteriormente desempeña la capa N4

No obstante, la zona N3 P2 N2P1 susceptibles de cebarse está bastante alejada geoméricamente; la sensibilidad se verá pues reducida proporcionalmente.

2.2.3 Características de puerta

Puede pues disponer en Triac mediante una corriente de puerta positiva o negativa. Los carros que dan las intensidad de puerta en función de la polarización puerta “estado” adoptan la misma forma, en los dos sentidos de conducción que las de un diado.

Más exactamente se encuentran en ellas dos regiones una correspondientes a un diado normal, y otro cerca del origen, que es sensiblemente resistiva la curva corresponde a corrientes de puerto positivo y negativo no son rigurosamente superponibles y pueden presentar inclinaciones diferentes según el sentido de polarización de las Salidas S1 Y S2.

2.2.4 Efecto de la derivada de la tensión con respecto al tiempo dv/dt

En el triacs se distinguen en general dos tipos de condiciones, en cuanto a la variación de tensión:

- a) dv/dt aplicado sin condición previa
- b) dv/dt aplicado tras condición, llamado también “ dv/dt en conmutación”.

a) Aplicación de dv/dt sin condición previa

Podemos usar aquí la analogía con los tiristores, ya que el fenómeno es idéntico (la única diferencia es que para los triacs, la restricción se impone en ambos sentido de conducción).

Cuando se aplica una rampa de tensión (dv/dt) es polarización directa, a partir del nivel cero, a un triacs (o un tiristor) la zona desierta se establece en la capa de puerta solo cuando se han evacuado las cargas móviles por la corriente.

$$I = C(\text{unión}) \frac{dv}{dt}$$

Lo que equivale a la introducción de una corriente de puerta igual a $C dv/dt$. Por consiguiente para valores suficientemente elevados de dv/dt al triacs puede bascularse al estado de conducción directa.

La solución de este problema recibe en el empleo de la técnica de corto circuito de emisor. En el caso del triacs es pues necesario disponer corto circuitos en las capas N3 y N1 ya que el riesgo de disparo por dv/dt existe tanto para un sentido de conducción como para el otro.

b) dv/dt en conmutación

Consideramos un triacs en estado de conductor por ejemplo cuando conduce el tiristor N1 P1 N2 P2

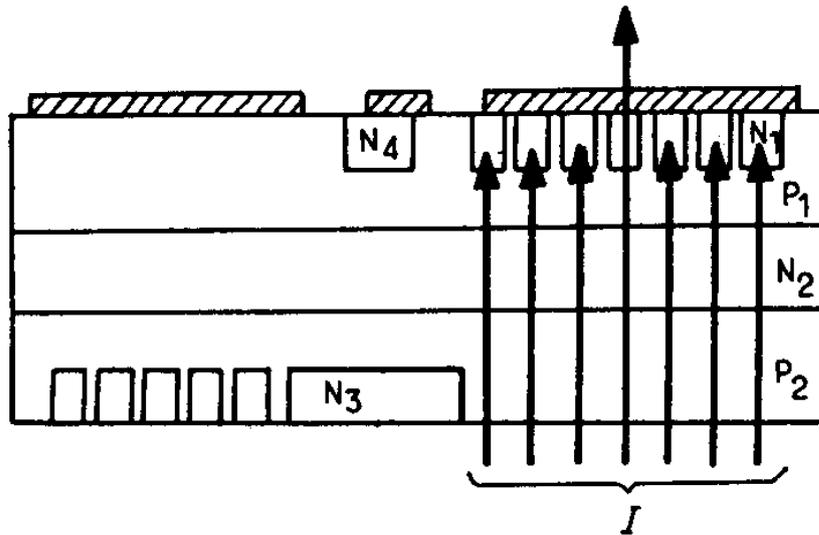
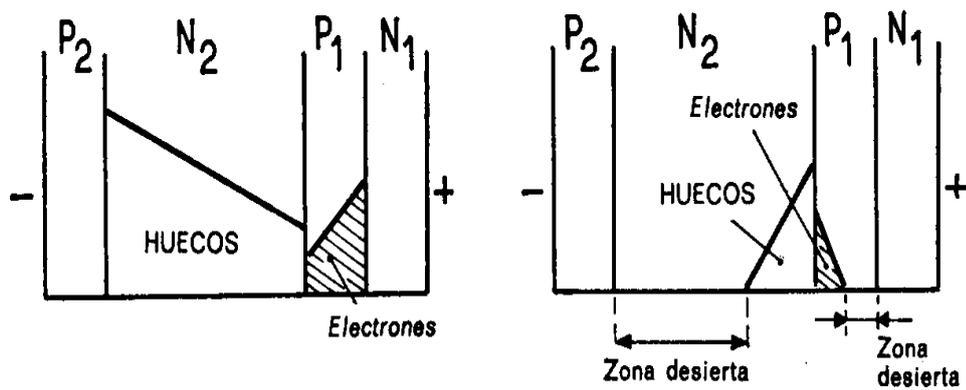


Fig. 2.2.4 b El TRIAC en estado conductor (en el sentido indicado por la flecha).

La distribución de las cargas en las capas P1 y N2 es función del nivel de corriente y de los dopados, si se polariza bruscamente el elemento en sentido opuesto de bloqueo, la distribución de las cargas ha de evolucionar hasta alcanzar la configuración de la figura 2.2.4.1



a.- Estado de conducción

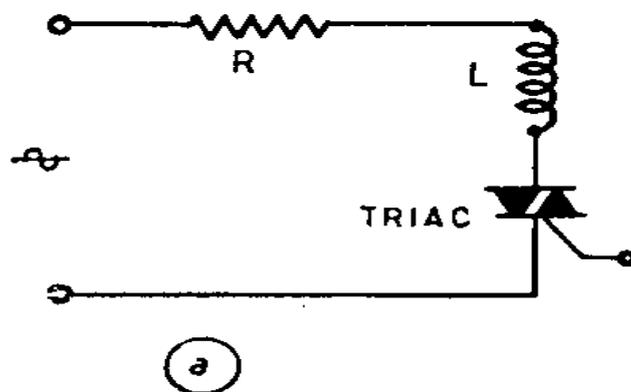
b.- Estado de bloqueo

Fig.2.2.4.1 Disparo de carga en el triac conductor de la figura precedente
(a). Para llegar al bloque necesario imponer una nueva distribución de carga(b)

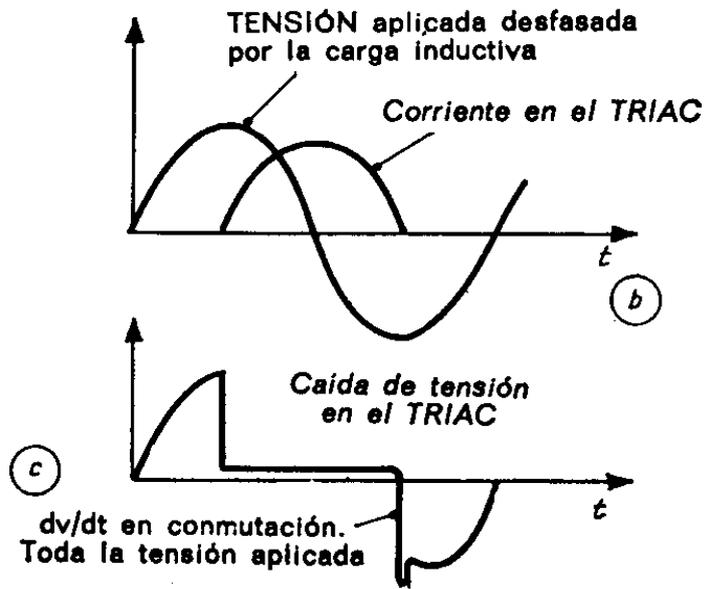
2.2.5 Importancia del circuito de utilización

No todos los tipos de circuitos de utilización imponen restricciones en cuanto a la dv/dt ; en general estas se presentan solo cuando se usan cargas inductivas.

En ese caso, los desfases pueden introducir tensiones de conmutación prohibitivas y se hace imperativo la necesidad de proveer un circuito de protección (RC) en función de las características del triac.



a.- Cuando la carga es inductiva



(b) Los desfases pueden llegar a imponer una deriva de conmutación excesiva al TRIAC (c)

Fig. 2.2.5 Importancia del nivel de conducción, de la velocidad de decrecimiento de la corriente y de la temperatura.

2.2.6 La di/dt en los triacs

En los triacs encontramos de nuevo todos los aspectos relativos a la di/dt anteriormente presentamos para los tiristores: riesgo de cebado local asociado a la aparición de puntos calientes etc.

No obstante, el triac puede presentar, un régimen de di/dt algunos fenómenos propios y características. En efecto su estructura geométrica, comparada con la del tiristor, es relativamente más compleja, y esto sobre todo en la región de puerto. La creación de puntos calientes en sus alrededores puede modificar considerablemente las características de las uniones en la zona de mando.

2.2.7 Cebado del TRIAC

Si se aplica la tensión V_1 al ánodo A1, la tensión V_2 al ánodo y la tensión V_G a la puerta, y si tomamos V_1 como masa de referencia ($V_1=0$), podemos definir 4 cuadrantes de polarización.

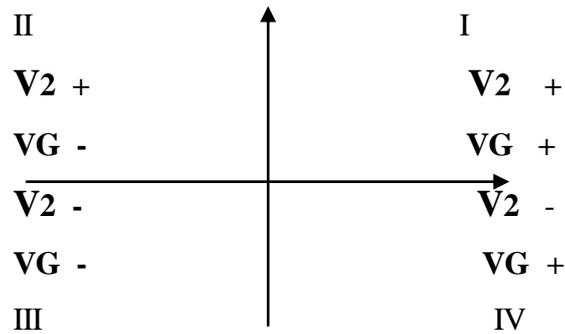


Fig. 2.2.7 Pueden definirse cuatro cuadrantes de polarización para caracterizar el funcionamiento del TRIAC.

Tabla 2.2.7 Notación de los cuadrantes

CUADRANTE	V_2	V_G	NOTACIÓN
I	>0	>0	++
II	>0	<0	+ -
III	<0	<0	--
IV	<0	>0	- +

2.2.8 Cebado en el cuadrante I (++)

El triac se dispara como un tiristor normal. La zona P1 es la puerta y la unión N1P1 inyecta portadores, produciéndose el disparo del tiristor entre P_2 y N1 la corriente I_g mínima de disparo es función de la repartición de los cortacircuitos entre N1 y P1 es decir, del valor de la resistencia R situada entre la puerta y el ánodo A1. En este cuadrante, el

triac se comporta pues como el tiristor N1 P1 N2 P2. La Fig. 3.10.1 muestra el disparo del triac en el I cuadrante .

2.2.9 Cebado en el cuadrante II (+ -)

La corriente de disparo circula de P1 a N4, y ceba el tiristor N4 P1 debido a la geometría del elemento, la corriente principal de N4 P1 N2 P2 polariza las bases P1 N2 y el tiristor N1 P1 N2 P2 bascula a su vez. Este último normalmente de menor impedancia, provoca la apertura de N4 P1 N2 P2 (Por IM) a menor que se mantenga la corriente de puerto. La corriente principal circula pues como ocurría en el cuadrante I entre P2 y N1.

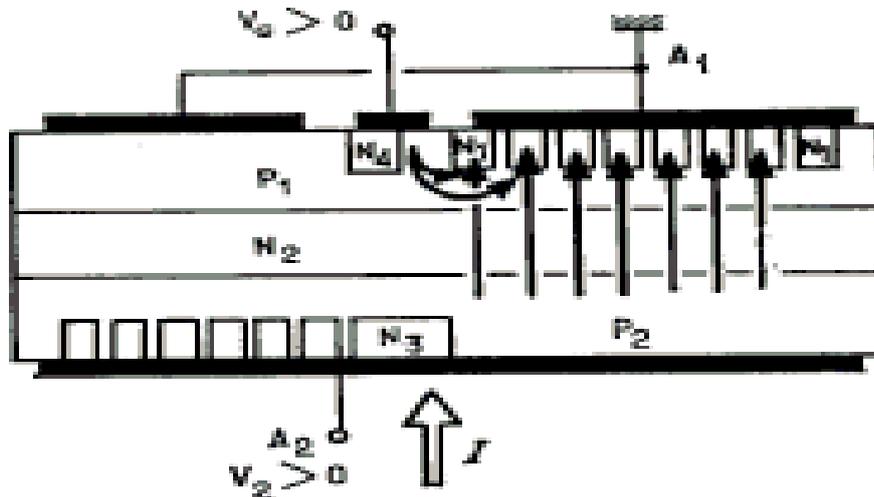


Fig. 2.2.9 Disparo del TRIAC en el primer cuadrante.

2.2.10 Cebado en el cuadrante III (- -)

La situación aquí es más compleja, refirámonos al esquema de la Fig. (3-11.1)

El potencial de P1 es superior al de N4; la unión P1 N4; tiene polarización directa e inyecta portadores, ahora bien, el tiristor que queremos cebado es el formado por las capas N3 P2 N2 P1 (cebado en N3 ánodo en P1)

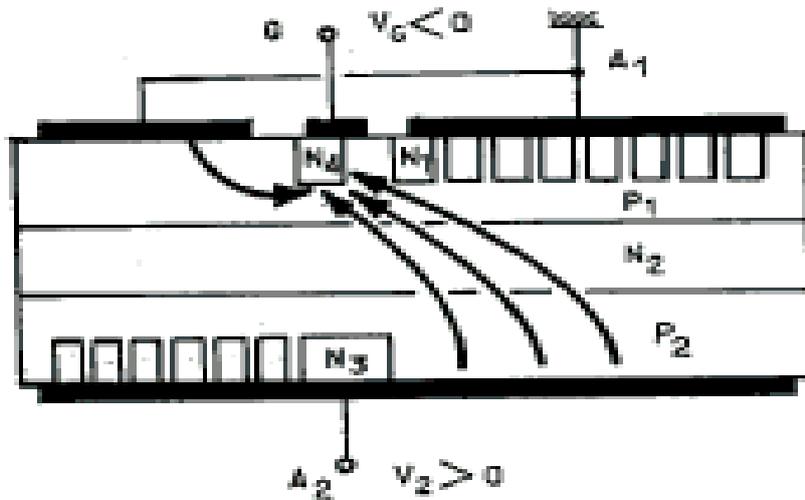


Fig. 2.2.10.1 Cebado del TRIAC en el segundo cuadrante

La unión eficaz de puertos de ese tiristor es el diodo N3 P2; para que se produzca el disparo es necesario que esa unión N3 P2 inyecte sus portadores. El razonamiento que sigue comprenderá mejor refiriéndose a la fig. 3.11.3 que se muestra más adelante.

El tiristor T1 está formado por las capas N4 P1 N2 Y T2 por las capas P2 N2 P1; el resistor R es la impedancia de corriente entre N3 y P2. Para que se cebe el tiristor th2 es necesario que la corriente de emisor de T2 que circula por R de una polarización suficiente de la unión puerta – cátodo de Th2 (Tiristor con cortacircuitos de emisor) tenemos

$$I_{B2} = a_1 I_g$$

$$I_{E2} = B_2 I_{B2} = a_1 B_2 I_g$$

DONDE

IE2 es la verdadera corriente de puerta de Th2;

IG es la corriente inyectada en la puerta de Triac

Es de hacer notar que el transistor T1 tiene polarización directa en sus uniones colector – base y emisor – base; esto pues en la saturación, y B2 es un valor impuesto.

En general al B2 no defiere mucho de la unidad, con lo que el triac presenta en este cuadrado una sensibilidad relativamente cercana a lo que presenta en los cuadrantes precedentes.

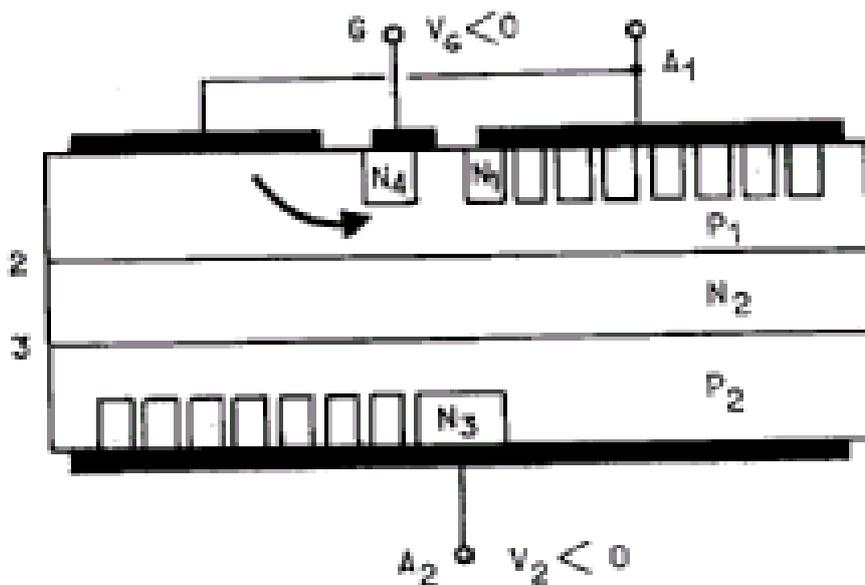


Fig. 2.2.10.2 Cebado en el tercer cuadrante

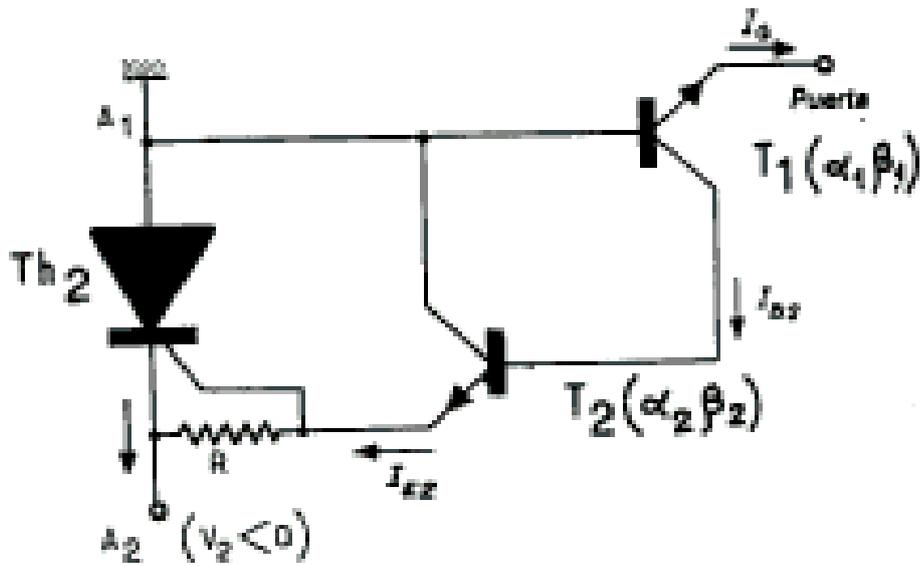


Fig. 2.2.10.3 Esquema equivalente para el estudio del cebado de TRIACS en el tercer cuadrante.

2.3 EL UJT

Es un dispositivo de conmutación del tipo ruptura. Sus características lo hacen muy útil en muchos circuitos industriales, incluyendo temporizadores, osciladores, generadores de onda y más importante aún, en circuitos de control de puerta para SCR y TRIAC.

2.3.1 Disparo del UJT

El UJT es un dispositivo de tres terminales, los cuales se denominan emisor, base 1, y base 2.

No es buena idea tratar de relacionar mentalmente los nombres de los terminales del UJT con los de un transistor bipolar.

Desde el punto de vista del funcionamiento, no hay similitud entre el emisor de un UJT y el emisor de un transistor bipolar. Lo mismo sucede con los terminales de base del UJT y con los transistores bipolares.

En realidad, los nombres de los terminales obedecen a su funcionamiento interno, el cual considera la acción de los portadores de carga.

Cuando el voltaje entre el emisor y base 1, V_{EB1} , es menor que un cierto valor denominado voltaje de pico, V_P , el UJT está cortado y no puede fluir corriente de E a B1 ($I_E = 0$).

Cuando V_{EB1} sobre pasa a V_P en una pequeña cantidad, el UJT se dispara o conduce. Cuando esto sucede, el circuito E a B1 es prácticamente un cortocircuito, y la corriente fluye instantáneamente de un terminal a otro.

2.4 Diodo Zener

El diodo zener o diodo de referencia, es una unión PN de silicio que proporciona un voltaje inverso de referencia, que se especifica, cuando se lo hace trabajar en la región de disrupción de avalancha en polaridad inversa.

El diodo muestra una disrupción inversa aguda y bien definida, al menos alrededor de 6V

2.4.1 Regulador Zener

Un diodo Zener recibe además el nombre de diodo regulador de tensión por que mantiene la tensión entre sus terminales constante, incluso cuando la corriente sufra cambios. En condiciones normales, el diodo zener debe tener polarización inversa como se observa en la figura.

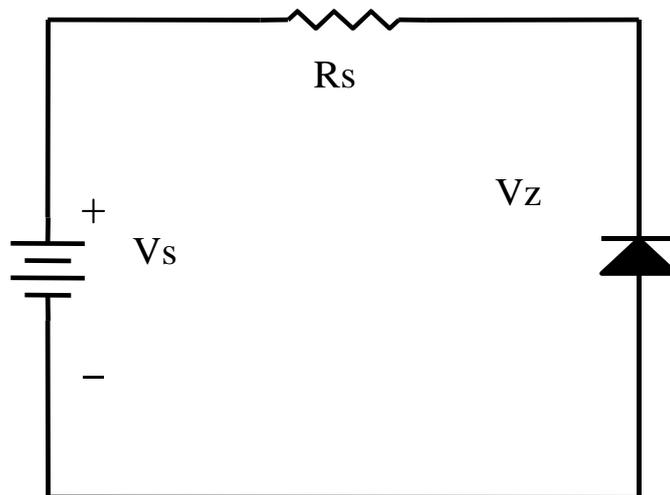


Fig. 5.4.1 Polarización inversa en el diodo Zener

Además para trabajar en la zona zener, la tensión de la fuente, V_s debe ser mayor que la tensión de ruptura V_z . Siempre se emplea una resistencia en serie R_s para limitar la corriente a un valor menor de su limitación máxima de corriente.

En caso contrario, el diodo zener se quemaría, como cualquier dispositivo que disipase excesiva potencia.

En la figura siguiente se observa una forma alternativa de dibujar el circuito que incluye las masas. Siempre que un circuito tenga una línea de masa, es preferible medir las tensiones de los nudos respecto a masa. De hecho, si se está usando un voltímetro con una conexión de red, su terminal común podría estar conectada a masa. En esta caso, es necesario medir la tensión en los nudos.

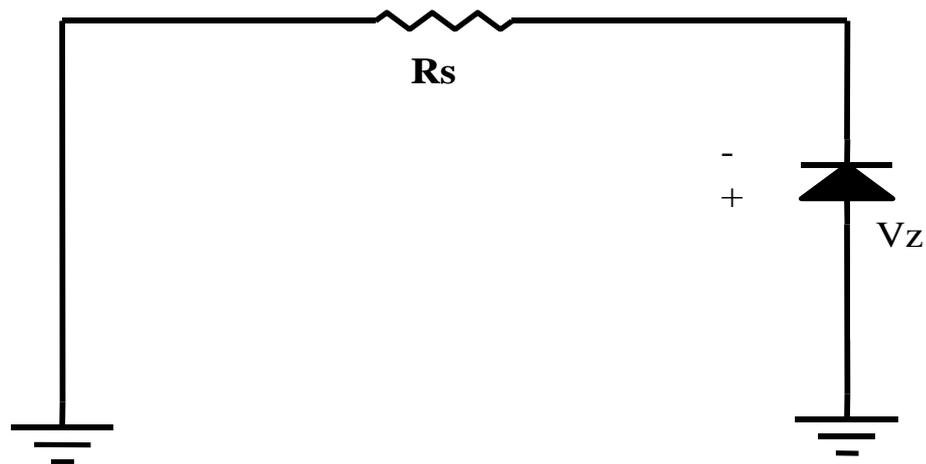
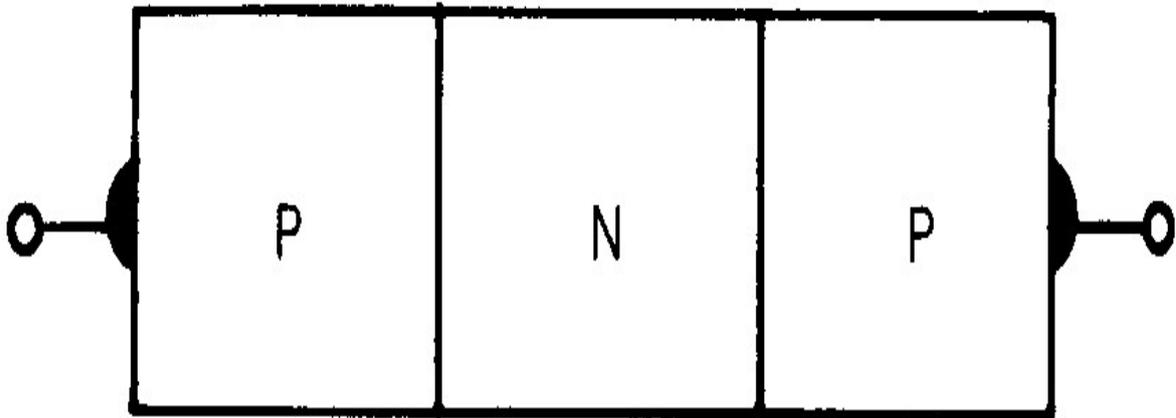
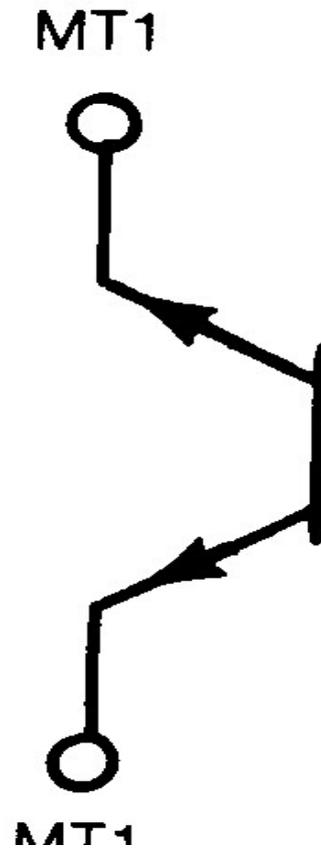


Figura 5.4.2 Forma alternativa de dibujar el circuito que incluye las masas

2.5 El Diac

Es un componente de dos terminales que permite la conducción en ambos sentidos sobrepasando cierto umbral de tensión. El DIAC tiene una estructura híbrida entre la de un transistor y la de dos tiristores en antiparalelos. Cuando conduce en sentido A2 - A1, las capas operativas P1 N2 P2 N3, y cuando lo hace en sentido contrario las capas P2 N2 P1 N1 como puede observarse en la curva característica si se aumenta la tensión entre ánodos en cualquier sentido se llega a producir un fenómeno de ruptura similar a la ruptura primaria de un transistor.





2.6 Optoacopladores

Conocido también como optoaisladores, es un dispositivo formado por un foto emisor, una trayectoria corta de transmisión óptica, y un foto detector de un mismo encapsulado.

Es capaz de convertir una señal eléctrica de entrada en luz modulada, y regresarla a su forma designal eléctrica. El optoacoplador proporciona aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y salida, y puede proteger al circuito de salida contra daños o

transistores destructivos de voltaje o corriente en oleada que ocurran en el circuito de entrada.

Los optacopladores también evitan que interfieran el ruido de bajo nivel con la transmisión confiable de señales, y permiten el acoplamiento de los dos circuitos que trabajen a diferentes niveles de voltaje lógico con diferentes puntos de tierra.

2.6.1 Optotriac.

Es un circuito integrado que permite activar un circuito de alta potencia y un circuito de baja potencia.

2.6.2 Optoscr

En cambio este optoscr permite activar mediante una luz.

CAPITULO III

DESARROLLO

3.1. Estudio de alternativas

Cuando se emplee el desarrollo de un proyecto electrónico se deben tener en cuenta varios factores; por ejemplo, cual es su propósito o finalidad, que herramientas y componentes se requieren para su elaboración, la disponibilidad de las mismas, cual va a ser su presentación final, etc. Todos estos aspectos se deben tener en cuenta antes de empezar, ya que su buena planeación depende en gran parte el éxito o fracaso del proyecto.

La elaboración de un proyecto electrónico es una tarea en la que se requiere tener algunos conocimientos básicos en el área, como son la identificación de los componentes, tanto en su forma física como en su representación en un diagrama, y el conocimiento de las unidades de medida con que se trabajan, también se debe conocer un poco sobre la interpretación de planos o diagramas electrónicos.

Para la construcción del entrenador y de los módulos se han realizado una serie de estudios tanto económicos como técnicos de los diferentes materiales que se emplearán en su implementación.

Para la construcción física del entrenador se ha desarrollado: En la construcción física del entrenador se analizan las posibilidades de diseño en materiales de metal (tol), madera y la combinación de los dos materiales.

Con el material puramente de metal se logrará un entrenador pesado y costoso, con el material de madera se obtendrá un módulo más barato pero poco ilustrativo. Al combinar los dos materiales tanto el metal como la madera, se logrará un entrenador de costo mediano y llamativo, es el que se a utilizado en el presente proyecto.

Para la implementación de los módulos se ha recurrido primeramente a analizar las necesidades que se requieren para la ejecución de una manera fácil, práctica y entretenida de las diferentes prácticas que se desarrollan con él. Para ello se ha estudiado los requerimientos eléctricos y técnicos que permitirán manejar fácilmente el entrenador.

Todos los laboratorios cuentan con fuentes de alimentación tanto de CD como de CA. Además toda persona con conocimiento de electrónica requieren de instrumentos de medida como voltímetros, multímetros, etc.

El multímetro es un instrumento que permite realizar las medidas más necesarias y frecuentes como son resistencia, voltaje y corriente en todo tipo de circuitos eléctricos y electrónicos. Esto lo convierte en una herramienta indispensable en electrónica.

Existen dos tipos de multímetro: los análogos y los digitales, los análogos tienen un panel en su parte delantera superaría en varias escalas por donde se desplaza una aguja que indica el valor medido.

Los digitales muestran el valor medido directamente en número con uno o varios decimales dependiendo de su precisión. Los multímetros se distinguen por su cantidad de escalas, funciones, y por su calidad y precisión.

En el presente proyecto se ha escogido un multímetro digital por ser más preciso y por brindar otras ventajas como facilidad de lectura y socket para probar elementos transistores y diodos.

Para la ejecución de las prácticas con dispositivos de potencia es indispensable contar con fuentes de corriente alterna (CA) y corriente continua (CC). Las señales de corriente alterna pueden tomarse de la red pública debido a que se desarrollan prácticas con estudiantes que están iniciando en el mundo de la electrónica, deberán trabajar con fuentes menores de 110V / 60 Hz como 20 Vca, 10 Vca, 6 Vca, etc., para ello se necesitará de un transformador que permita acondicionar la señal de 110 V. se ha estudiado los transformadores disponibles en el mercado y de ellos se indica que el que se utilizará es el transformador de 110V / 60Hz a 12 – 0 12V el mismo que permitirá obtener las salidas de 6V, 9V y 12V una capacidad de 1^a.

En las prácticas se necesitan fuentes de corrientes continua (CC) son embargo no todos los dispositivos electrónicos trabajan con voltajes de un solo valor. Es por ello que está en la necesidad de implementar una fuente variable, regulador de voltaje variable de 12V a 25V de cd.

La mayoría de las cargas que permiten manejar los dispositivos de potencias pueden ser motores, foco, taladros, ventiladores. En virtud del costo que se puede representar un motor se implementarán las prácticas con focos que permitirán simular una carga como los ventiladores, taladros, etc. Pensando entonces en acondicionar un módulo elocuente con estos dispositivos y elementos que faciliten la ejecución de las prácticas en electrónica un prototipo (protoboard) es un aparato que permite montar y modificar, fácil y rápidamente circuitos electrónicos sin soldaduras, permitiendo que los que ejecutan las prácticas puedan comprobar y desarrollar los circuitos.

Los estudiantes entonces desarrollan las prácticas en el proto que se instalará en el entrenador.

Los dispositivos de protección, protegen la carga contra niveles de voltaje o corrientes anormales. Los fusibles y los breikers protegen la carga contra sobre corrientes, desconectando físicamente al circuito, mientras que los varistores la protegen contra sobre voltajes, absorbiendo el voltaje excedente.

3.2 Evaluación y selección de alternativa

Para la construcción de los módulos hemos adquirido los elementos independientemente para luego nosotros realizar las conexiones porque según las prácticas en el laboratorio estas deben armarse escogiendo los elementos que se van a utilizar según el esquema o diagrama y además con esto los estudiantes conocerán por separado para que sirvan cada uno de los módulos y sus componentes por separado.

Para la elaboración del módulo escogimos el material de metal y aluminio que en los estudios realizados se concreto que son materiales de características aceptables.

Optando como mejor opción más práctica y didáctica, realizar los módulos con plus salientes para que luego él estudiante pueda armar o conectar sus prácticas según los diagramas ilustrados en las guías de laboratorio.

Por último hemos utilizado SCR, TRIAC, Resistencias, Condensadores, Diodos Led, Transformadores, fusibles, etc., que son comerciales en el campo de la electrónica para realizar las diferentes prácticas.

Sin olvidamos de las protecciones del Laboratorio en general, que son en definitiva nuestro tema de investigación.

3.3 Requerimientos técnicos generales

Los módulos de SCR, TRIAC Y Resistencias, en definitiva todos los módulos que compone el Laboratorio de electrónica son un entrenador didáctico de automatización proyectado para facilitar la realización de pruebas y experimentos con diagramas básicos que pueden ser diseñados por los propios estudiantes y profesores.

El sistema se alimenta directamente de la red pública de 115Vac 60hz a través de un cordón trifásico y está protegido por un fusible general.

Para la construcción del laboratorio debemos tomar algunas especificaciones que tienen que ver con la seguridad industrial:

- **Ventilación.** El Laboratorio debe tener una buena ventilación para que el ambiente de trabajo sea el adecuado y los equipos y materiales existentes en el laboratorio no se sobrealimenten.
- **Dimensión física.** El laboratorio debe tener una dimensión física, pues tiene que ser amplio y cómodo para el trabajo, así la entrada principal tiene que estar libre y accesible.
- **Alimentación.** El laboratorio tiene energía eléctrica 110 Vac a 60Hz utilizando una red trifásica.
- **Iluminación.** es muy importante pues ya que todo laboratorio de trabajo debe tener buena iluminación y claridad para poder realizar los trabajos.

El laboratorio debe contar con materiales didácticos de instrucción como carteles, pizarras, extintores, botiquín de primeros auxilios, señalización bien marcada en las tomas de corriente (110V), etc. Es por ello que se ha diseñado módulos didácticos de tal manera que el estudiante conozca paso a paso para los elementos principales que permiten armar esquemas sobre el SCR y el TRIAC, así como todos los equipos que existen en el laboratorio.

3.4 Pruebas de operabilidad y eficiencia

Una vez que se tenga armado los módulos completamente, antes de ponerlo en funcionamiento, se debe realizar un chequeo y comprobación preliminar del ensamble.

Realice la búsqueda de posibles errores en el armado y en el ensamble, transformadores, contactares, conexiones, protecciones, alimentaciones para proceder a su calibración y corrección.

Una vez que se halla asegurado que todo esté bien, realice las conexiones sin omitir ningún paso o recomendación antes dada o según se indique en las guías de laboratorio expuesta para cada práctica.

3.5 Construcción del modulo

3.5.1 Descripción General

El entrenador EB-1 (figura 1) es un completo laboratorio portátil de electrónica proyectado para facilitar la realización de pruebas y experimentos con, circuitos electrónicos básicos por parte de estudiantes, profesores y aficionados. El sistema, que se alimenta directamente de la red pública de 115VAC/60 Hz a través de un cordón monofásico y está protegido por un fusible general de 0.5A, proporciona, entre otras, las siguientes utilidades:

Una fuente DC regulada lineal, variable desde 1.25V hasta 25V y capacidad de 1A. Incluye un medidor de voltaje (voltímetro) análogo precalibrado, una perilla selectora de voltaje, un fusible de protección y dos bornes de salida (+, -).

Sus aplicaciones incluyen alimentación de circuitos análogos y/o digitales tanto discretos como integrados, análisis y prueba de componentes y circuitos pasivos en régimen DC, etc.

Una fuente AC de 60 Hz con salidas de voltaje fijas de 6V, 9V y 12V, y capacidad de 1A. Incluye cuatro bornes de acceso, uno de referencia (0V) y tres de salida (6V, 9V, 12V). Útil para realizar y experimentar con rectificadores y fuentes de alimentación, analizar y probar componentes y circuitos pasivos en régimen AC de 60 Hz, derivar señales de referencia de tiempo sincronizadas con la red de AC, y otras aplicaciones.

Un multímetro análogo (VOM) de 20K / V en DC y 8K / V en AC con rangos de voltaje AC de 0 -10 - 50 - 250 y 1000V; rangos de voltaje DC de 0 - 2.5 -10 - 50 - 250 y 1000V; rangos de corriente en DC de 0 - 5 - 50 - 500mA y 10A en jack separado; rangos de resistencia de R x L R x 10 y R x 1 K (50 ohmios en centro) Incluye Zumbador para prueba de continuidad y 2 puntas de prueba, escala graduada con elemento reflector para minimizar errores de medida y perilla selectora de funciones y rangos. Está fijado al panel de trabajo al lado de los dos protoboards, pudiéndose utilizar como un instrumento independiente y autónomo. Sus aplicaciones incluyen la realización de mediciones de voltaje y corriente en circuitos locales (montados en el protoboard) o en circuitos externos, así como medidas de resistencia en elementos aislados (no incorporados a un circuito). Posee también dos terminales para la prueba de pilas y baterías hasta de 9V.

Un parlante dinámico independiente de $8\Omega/0.5W$, con dos conectores de presión de acceso, para la reproducción de señales sonoras derivadas de amplificadores, alarmas y otros circuitos de audio. La cabina interna del entrenador actúa como baffle o caja acústica, permitiendo obtener un sonido de salida más realista y puro.

Dos protoboards o tableros de conexiones sin soldadura de fácil acceso y convenientemente localizados para realizar el montaje rápido y seguro de experimentos; circuitos y proyectos electrónicos. Están firmemente asegurados a la estructura metálica (chasis) del equipo mediante un adhesivo especial para mayor comodidad de trabajo y proporcionan cerca de 720 puntos de contacto, todos a disposición de usuario. El espacio de trabajo a su alrededor puede ser complementado con relés, zumbadores, potenciómetros y otros dispositivos.

Una salida auxiliar de 115VAC/60Hz, útil para realizar experimentos de potencia o alimentar lámparas, cautines y otros artefactos eléctricos de baja demanda de corriente.

El entrenador se proporciona, ensamblado o en forma de kit, con un sólido, práctico y elegante chasis construido en aluminio y madera que sirve como soporte físico de los elementos, controles y circuitos del sistema, y proporciona un área de trabajo amplia y segura para el usuario. En las siguientes secciones se describen el funcionamiento, la construcción y la prueba del equipo.

4.2 PRESUPUESTO

GASTOS DE ÚTILES DE TESIS

	COSTO TOTAL
COPIAS	\$ 10.00
INTERNET	\$ 20.00
IMPRESION DE BORRADOR	\$ 10.00
IMPRESION DEL ORIGINAL	\$ 20.02
EMPASTADO DEL BORRADOR	\$ 10.00
EMPASTADO DEL ORIGINAL	\$ 10.00
GASTO POR PAGO DE TIPEADO	\$ 10.00
GASTO POR USO DE COMPUTADORES	\$ 10.00
TOTAL	\$ 100.00

GASTOS ADMINISTRATIVOS

MATERIALES PARA LA CONSTRUCCION DEL D.E.S.

MODULO		
PROTO		
ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS		
TRIAC		\$ 2.00
SCR		\$ 2.00
UJT		\$ 2.00
DIODO ZENER		\$ 1.00
DIAC		\$ 2.00
OPTOACOPLADOR		\$ 2.00
MULTIMETRO		\$ 60.00
TOTAL DE GASTOS		

Total 1		\$ 103.00	\$ 103.00
Total 2		\$ 100.00	\$ 100.00
TOTAL GENERAL		\$ 1011.00	\$ 203.00

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

* El objetivo al iniciar el presente proyecto ha sido optimizar el laboratorio de electrónica a través de una investigación profunda de los dispositivos y circuitos que se pueden acoplar al entrenador a implementarse y de esta manera proveer los conocimientos necesarios a un alto nivel a las futuras generaciones. Bajo este criterio se logro optimizar el laboratorio con la implementación de entrenadores y módulos que permiten la realización y exposición practica de dispositivos de potencia por lo que se considera haber alcanzado la meta propuesta esperando que los esfuerzos realizados sean aprovechados.

* Las practicas propuestas para el aprovechamiento del entrenador permiten una instrucción individual del estudiante ya que ofrece un elevado nivel de participación directa del estudiante en cada práctica.

* Los materiales y módulos son prácticos, actualizados y responden a las necesidades requeridas en el aprendizaje de los estudiantes del ITSA.

* Para la elaboración de guías se a estudiado las características y funcionamiento de cada uno de los elementos principales que forman parte en los dispositivos de potencia como son el SCR., TRIAC, UJT, OPTOACOPLADORES.

- Un SCR actúa de una manera muy similar a un interruptor cuando está conduciendo presenta un camino de baja resistencia para el flujo de corriente de ánodo a cátodo
- Cuando esta bloqueado no se puede fluir corriente de ánodo a cátodo.

- El valor promedio de la corriente que fluye por la carga puede controlarse solo cuando un SCR en serie tiene carga.
- El SCR es un rectificador de modo que solamente permite el paso de corriente durante el semiciclo positivo de la fuente A.C.
- El SCR permite ángulos de disparo de 90°
- Cuando un SCR es utilizado en un circuito DC, no ocurre bloqueo automático, porque desde luego la fuente de voltaje uno pasa por cero.
- El SCR está formado por cuatro capas P y N alternativamente.

5.2 RECOMENDACIONES

* El principio fundamental de aprendizaje en la electrónica es la realización práctica de los conocimientos adquiridos y esto se logra a través de una serie de experimentos en el laboratorio. Mientras se desarrolla las prácticas se descubre o discierne con facilidad los conceptos relacionados con su teoría, es por ello, que se recomienda continuar optimizando el laboratorio de tal manera que permita alcanzar una tecnología de punta en el ITSA.

* Los diferentes módulos y el entrenador implementando en el laboratorio, son seguros y confiables poseen protecciones para evitar daños en los mismos, sin embargo se recomienda que las personas encargadas de los mismos para que puedan darle el

mantenimiento necesario que requieren y estudien los temas correspondientes de ellas, para lograr un mejor desenvolvimiento y entendimiento del desarrollo de cada práctica.

- Los pasos indicados en el procedimiento de cada práctica se deben seguir en forma estricta a fin de lograr el objetivo propuesto en cada uno de ellos, así como también se evitaran daños en los equipos existentes
- Nunca debe exceder del voltaje VDRM porque el triac se puede dañar
- El triac por ser un dispositivo bidireccional se los puede usar en circuitos de potencia que manejen cargas grandes.
- Se le puede combinar elementos de apto electrónico y utilizarlos en circuitos manejados por ejemplo: con computadoras.
- En caso de reemplazarlo debe tener las mismas características ya que no todos los triac son los mismos
- Aplicar el voltaje y corriente necesaria en la compuerta para que pueda dispararse.
- Aplicar a los circuitos un UJT en corriente más voltaje de Valle para que entre en conducción
- No confundir los terminales de un UJT en el de un transistor.
- Tener los diagramas del UJT para evitar conexiones contrarias a los conectores.
- Antes de poner en funcionamiento los circuitos verificar que los circuitos estén conectados correctamente.

- Verificar las conexiones de polaridad de las fuentes de CC
- Que se verifique las señales con respecto o en punto con un (tierra)
- El diodo tener V_o o ser utilizado como regulador de voltaje debe estar polarizado inversamente.
- No sobrepasar las indicaciones por el fabricante ya que este se puede dañar.

ANEXOS

FUENTE VARIABLE DE 1 - 25V

