

## Silicon Control Rectifiers

Miguel Ángel Pérez Tolentino, Ramón D. Díaz Martínez

UPR- Humacao

Prof. Juan González

Laboratorio de Electrónica Industrial (FISI 4088)

### Abstracto

En este ejercicio de laboratorio tiene como propósito el poder explicar las características y el comportamiento de un “SCR” (Silicon Control Rectifier) de potencia. Este se utilizará para controlar la potencia de una carga muy resistiva. Se estudiará el concepto de “*firing delay angle*”, “*conduction angle*” y se construirá un circuito con corriente alterna el cual contenga el componente electrónico en estudio.

### I. Introducción

Este semiconductor en conducción virtualmente se comporta como un diodo tradicional, con su ánodo y su cátodo, pero ciertamente no es un diodo común. La diferencia física se localiza en un terminal de control o puerta (gate) adicional. En su símbolo se representa por una conexión más fina que entra con cierta inclinación por un lado del cátodo. Su símbolo a ser usado en los esquemáticos junto a su representación física se encuentran a continuación en la figura 1.

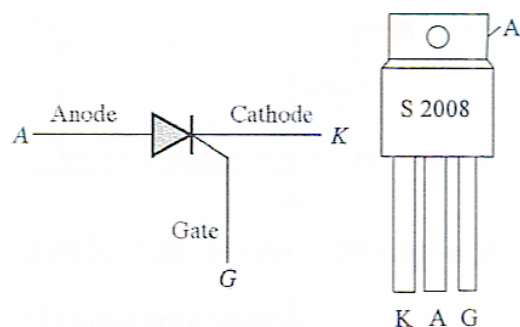


Figura 1. El “SCR” S2008

Al momento de conectar voltaje al SCR, éste no conduce, debido a la especial constitución de la unión ánodo-cátodo. Para que exista un flujo de electrones del cátodo al ánodo, se necesita de una

pequeña corriente que los haga entrar en conducción abrupta, o como se llama comúnmente, en avalancha. Esta corriente de emprendimiento por lo general es muy baja en comparación con la corriente que suele atravesar el conjunto ánodo-cátodo del diodo. Una vez entra a conducción, el 'diodo' trabaja de similar manera que los diodos (PN) regulares siempre y cuando exista una corriente mínima circulando a través de la unión.

### II. Experimento

Este experimento consiste básicamente en confeccionar un circuito que usa la misma señal de entrada para regular cuando es que se activa el SCR. La incógnita aquí es conocer como es que se puede alterar este circuito para que la potencia de salida pueda ser variada.

### III. Componentes y Equipo

1. Un Generador de señales
2. Capacitores  $1\mu\text{F}$ ,  $10\mu\text{F}$
3. Resistores  $1\text{K}\Omega$ ,  $220\Omega$
4. Un Potenciómetro de  $5\text{K}\Omega$
5. SCR, 2N444 o S2008
6. Un Osciloscopio
7. Un Proto Board
8. El programa “HPVEE”

#### IV. Procedimiento

##### Adquisición de Imagen Base

1. Se ensambló el circuito base auto-regulado por el “SCR”, sin permitir que el generador emitiera señal alguna.

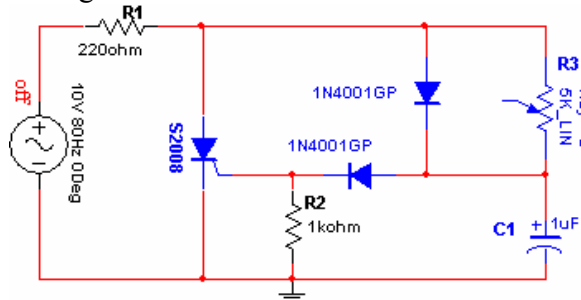


Figura 2. Esquemático del circuito base

2. El generador de señales fue configurado para proporcionar una señal senoidal de máxima potencia.
3. Se ajusto el potenciómetro hasta su nivel máximo de resistencia.
4. Utilizando el osciloscopio se usó el canal A para mostrar el voltaje AC que se mide en el resistor R1.
5. Se capturó la imagen resultante (Imagen Base) en el programa de “HPVVEE”. Esta se muestra en la figura 4.

##### Búsqueda del “Firing Delay Angle”

6. Se utilizo el Canal B para medir el voltaje del cátodo al ánodo del SCR.

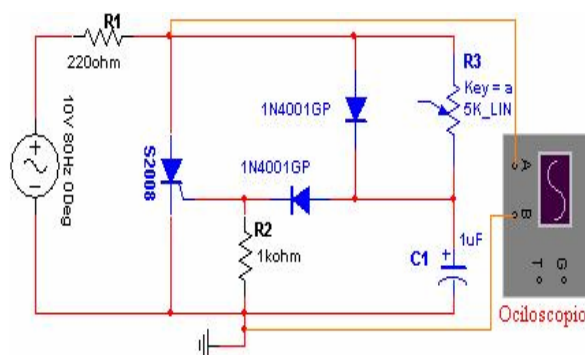


Figura 3. Esquemático del circuito base

7. Se redujo la resistencia del potenciómetro lentamente hasta que el “SCR” se “disparó”.
8. Se capturo la imagen de la onda del canal B y luego la del canal A (Voltaje en R1) por medio del “HPVVEE”.
9. Se redujo el potenciómetro hasta que “SCR” estuvo completamente encendido.
10. De nuevo se capturaron las imágenes proyectada por el osciloscopio en el canal A y B.

##### Variación por cambio en Capacitancia

11. Se reemplazó el capacitor C1 por uno de 10 $\mu$ F.
12. Se repitió el proceso de capturar las imágenes (pasos 9 y 10)

#### V. Resultados

##### Imagen Base

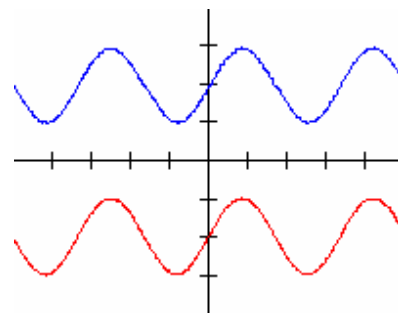


Figura 4. Esquemático del circuito base

##### SCR recién disparado(R3 Crítico)

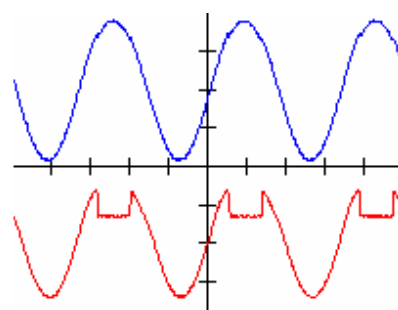


Figura 5. Esquemático del SCR activado

### SCR Saturado( $R3 = 0$ )

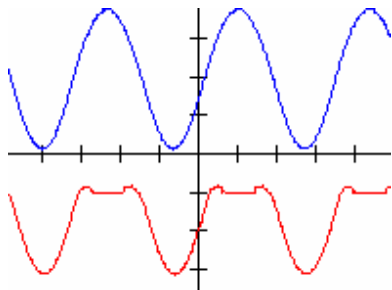


Figura 6. Esquemático del circuito saturado.

### Circuito Base con $C1=10\mu f$

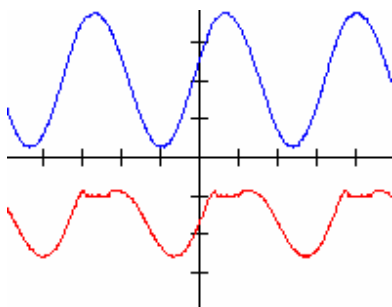


Figura 7. Esquemático del circuito de SCR con su capacitancia aumentada..

## VI. Simulación

El circuito ilustrado en la figura 1 fue simulado usando el programa Multisim. Su salida fue medida con el osciloscopio integrado donde la ilustración resultante fue grabada como imagen. Todas estas se encuentran a continuación:

### Simulación: Circuito Base( $R3$ Crítica)

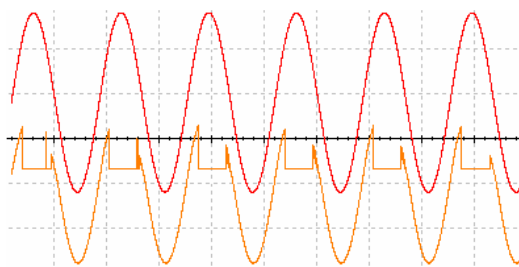


Figura 8. Simulación con  $R3$  en su punto crítico

### Simulación: Circuito en Saturación

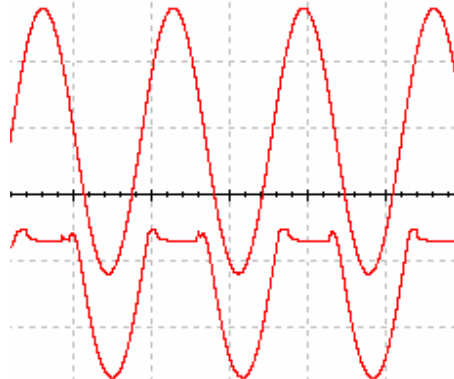


Figura 9. Circuito en Saturación( $R3=0$ )

### Simulación: Circuito con $C1=10\mu F$

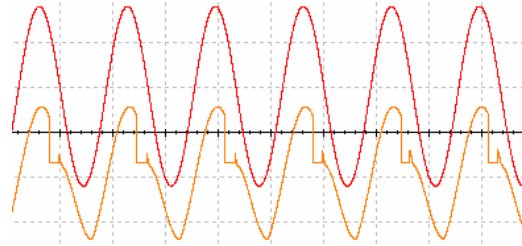


Figura 10. Circuito con capacitancia mayor.

## VII. Discusión y Análisis

Comenzando el análisis de los resultados, la primera figura muestra el hecho que el SCR no hace nada. Este dispositivo prácticamente no existe si la corriente en el “gate” no es lo suficientemente alta.

La gráfica donde la resistencia se encuentra en su posición crítica(figura 8) demuestra que el SCR realmente se dispara y comienza a conducir en cierto punto. Este punto es el lugar donde la corriente que entra en el “gate” llega a su posición mínima.

En la tercera figura se prueba que al aumentar la capacitancia, se disminuye a su vez el “conduction angle”.

## VIII. Preguntas

1. *¿Cuál condición causara mayor cantidad de corriente en la carga (“load”) un “firing delay angle” de  $30^0$  o uno de  $45^0$ ? Explique su contestación.*

Para que fluya mayor corriente en la carga es necesario que “firing delay angle” se encuentre a  $30^0$ . Ya que así el conduction angle será mayor.

2. *Si el “conduction angle” de un SCR es de  $90^0$  y deseamos duplicar la carga de corriente, ¿Cuál sería el nuevo “conduction angle”?*

Si se pudiera bajar a  $0^0$ , la carga en la corriente debe ser no solo mayor, sino completamente máxima.

3. *¿Cual es el voltaje requerido para disparar un SCR 2n3669 donde  $I_C = 20mA$  y este tiene una resistencia de justo  $200\Omega$  en el “Gate”?*

Esto se resuelve con una simple ley de Ohm, ajustada para la caída de 0.7V en el SCR.

$$V_{disparo} + V_{diodo} = I_C R_{Gate}$$
$$(1.1) \quad \boxed{V_{disparo} = I_C R_{Gate} - V_{diodo}}$$

Si introducimos los valores indicados en el problema y asumimos que la caída en el diodo es de 0.7 voltios, llegamos a la siguiente relación:

$$V_{disparo} = (20mA)(200\Omega) - (0.7V)$$
$$(1.2) \quad \boxed{V_{disparo} = 3.3V}$$