Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Ingeniería en Telecomunicaciones, Sistemas y Electrónica

Departamento de Ingeniería

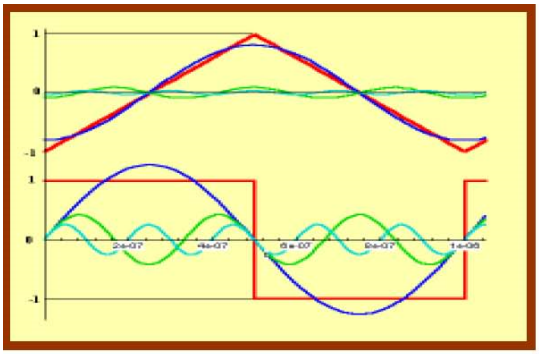
Sección Electrónica

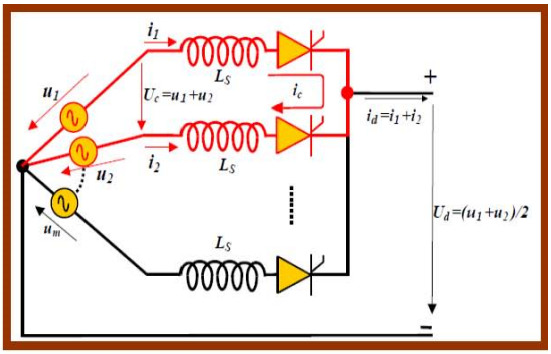
Manual de Prácticas de Laboratorio
Electrónica de Potencia

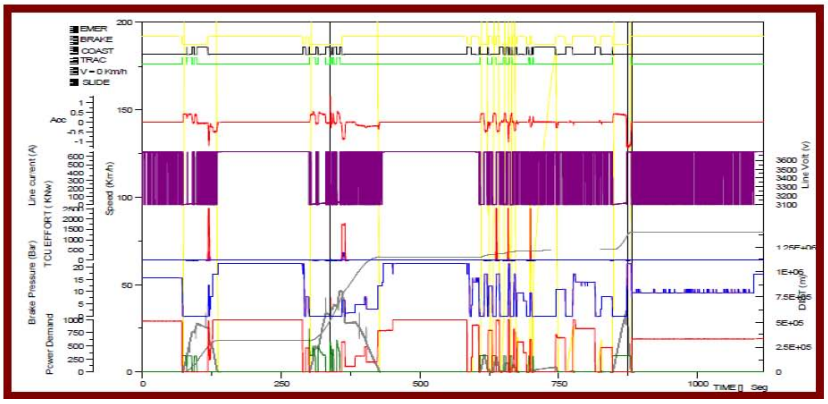
Asignatura: Electrónica de Potencia.

Clave de la carrera: 130 **Clave de la asignatura: 007**

SEMESTRE 2025-2







Fecha de Elaboración: 2015
Fecha de Revisión: Noviembre de 2024
Autores: Ing. Lourdes Maldonado López
Ing. Julio Cesar Vázquez Fuentes

ÍNDICE

ÍNDICE **I**

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA **II**

OBJETIVO DEL CURSO EXPERIMENTAL **II**

INTRODUCCIÓN **III**

REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS **IV**

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE **VI**

Práctica 1 **ANALISIS DE SEÑALES DE C.A.** **1**
Tema 1.1 Introducción a la electrónica de potencia

Práctica 2 **RECTIFICACIÓN NO CONTROLADA MONOFÁSICA** **8**
Tema 2.2 Conversión AC-DC

Práctica 3 **RECTIFICACIÓN SEMICONTROLADA MONOFÁSICA** **14**
Tema 3.1. Introducción a los Rectificadores Controlados de Silicio.

Práctica 4 **RECTIFICACION CONTROLADA MONOFÁSICA** **18**
Tema 3.3. Características Dinámicas del SCR´s .

Práctica 5 **PUT COMO DISPOSITIVO DE DISPARO** **22**
Tema 4. Circuitos de Disparo del SCR's.

Práctica 6 **CONVERTIDOR CC-CC (TROCEADOR)** **26**
Tema 7.2. Troceadores (Chopper)

Práctica 7 **Convertidor de CD a CA (INVERSOR MONOFÁSICO AUTONOMO).** **31**
Tema 7.4. Inversores.

Practica 8 **CONTROL BIDIRECCIONAL CON TRIAC** **37**
Tema 7.5. Funcionamiento de los circuitos convertidores AC – AC.

APÉNDICE A BIBLIOGRAFÍA **43**

APÉNDICE B HOJAS TÉCNICAS **44**

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Al finalizar el curso el alumno conocerá los conceptos fundamentales y el funcionamiento de los principales dispositivos semiconductores empleados en la Electrónica de Potencia y los aplicará en el diseño de circuitos electrónicos de control de potencia.

OBJETIVO DEL CURSO EXPERIMENTAL

- *Analizar y comprobar de manera práctica los diferentes circuitos estudiados en la asignatura de Electrónica de Potencia.*
- *Familiarizar al alumno con las características y aplicaciones de los diferentes dispositivos de estado sólido con base a su ficha técnica.*
- *Comprender la diferencia entre circuitos de control y circuitos de potencia.*

INTRODUCCIÓN

La electrónica de potencia es aquella parte de la electrónica que se encarga del control y la conversión de la energía eléctrica. Una de las necesidades más frecuentes en la industria es la del control y regulación de velocidad de un motor.

Los sistemas electrónicos de potencia presentan una estructura básica similar conformada de tres bloques siendo el primero el circuito de potencia, después el circuito de disparo-bloqueo, y finalmente el circuito de control.

El circuito de potencia abarca los dispositivos semiconductores de potencia, encargados de actuar sobre la energía eléctrica presente en la entrada del sistema para convertirla en la energía eléctrica con la forma demandada, disponible en la salida.

Por lo que los circuitos de disparo y bloqueo se encargan de dar las señales provenientes de los circuitos de control los niveles de voltaje y corriente adecuados para poder disparar y bloquea los semiconductores de potencia, al mismo tiempo de proporcionar el aislamiento galvánico necesario entre la etapa de potencia y la de control.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA

El presente reglamento de la sección electrónica tiene por objetivo establecer los lineamientos para el uso y seguridad de laboratorios, condiciones de operación y evaluación, que deberán de conocer y aplicar, estudiantes y profesores en sus cuatro áreas: comunicaciones, control, sistemas analógicos y sistemas digitales.

1. Queda estrictamente prohibido, al interior de los laboratorios

a) Correr, jugar, gritar o hacer cualquier otra clase de desorden.
b) Dejar basura en las mesas de trabajo y/o pisos.
c) Fumar, consumir alimentos y/o bebidas.
d) Realizar o responder llamadas telefónicas y/o el envío de cualquier tipo de mensajería.
e) La presencia de personas ajenas en los horarios de laboratorio.
f) Dejar los bancos en desorden y/o sobre las mesas.
g) Mover equipos o quitar accesorios de una mesa de trabajo.
h) Usar o manipular el equipo sin la autorización del profesor.
i) Rayar y/o sentarse en las mesas del laboratorio.
j) Energizar algún circuito sin antes verificar que las conexiones sean las correctas (polaridad de las fuentes de voltaje, multímetros, etc.).
k) Hacer cambios en las conexiones o desconectar el equipo estando energizado.
l) Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de trabajo.
m) Instalar software y/o guardar información en los equipos de cómputo de los laboratorios.
n) El uso de cualquier aparato o dispositivo electrónico ajeno al propósito para la realización de la práctica.
o) Impartir clases teóricas, su uso es exclusivo para las sesiones de laboratorio.

2. Es responsabilidad del profesor y de los estudiantes revisar las condiciones del equipo e instalaciones del laboratorio al inicio de cada práctica (encendido, dañado, sin funcionar, maltratado, etc.). El profesor deberá generar el reporte de fallas de equipo o de cualquier anomalía y entregarlo al responsable de laboratorio o al jefe de sección.

3. Los profesores deberán de cumplir con las actividades y tiempos indicados en el “cronograma de actividades de laboratorio”.

4. Es requisito indispensable para la realización de las prácticas que el estudiante:

a) Descargue el manual completo y actualizado al semestre en curso, el cual podrá obtener en (http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/)
b) Presente su circuito armado en la tableta de conexiones para poder realizar la práctica (cuando aplique), de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.
c) Realizar las actividades previas y entregarlas antes del inicio de la sesión de práctica, de no ser así, tendrá una evaluación de cero en la sesión correspondiente.

5. Estudiante que no asista a la sesión de práctica de laboratorio será evaluado con cero.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA

6. La evaluación de cada sesión debe realizarse con base en los criterios de evaluación incluidos en los manuales de prácticas de laboratorio y no podrán ser modificados. En caso contrario, el estudiante deberá reportarlo al jefe de sección.

7. La evaluación final del estudiante en los laboratorios será con base en lo siguiente:

   a) (Aprobado) Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6 siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas con base en los criterios de evaluación.
   b) (No Aprobado) No cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.
   c) (No Presentó) Cuando no asistió a ninguna sesión de laboratorio o que no haya entregado actividades previas o reporte alguno.

8. Profesores que requieran hacer uso de las instalaciones de laboratorio para realizar trabajos o proyectos, es requisito indispensable que las soliciten por escrito al jefe de sección. Siempre y cuando no interfiera con los horarios de los laboratorios.

9. Estudiantes que requieran realizar trabajos o proyectos en las instalaciones de los laboratorios, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable del trabajo o proyecto. En caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.

10. Correo electrónico del buzón para quejas y sugerencias para cualquier asunto relacionado con los laboratorios (seccion_electronica@cuautitlan.unam.mx).

11. El incumplimiento a estas disposiciones faculta al profesor para que instruya la salida del infractor y en caso de resistencia, la suspensión de la práctica.

12. A los usuarios que, por su negligencia o descuido inexcusable, cause daños al laboratorio, materiales o equipo deberá cubrir los gastos que se generen con motivo de la reparación o reposición, indicándose en el reporte de fallas correspondiente.

13. Los usuarios de laboratorio que sean sorprendidos haciendo uso indebido de equipos, materiales, instalaciones y demás implementos, serán sancionados conforme a la legislación universitaria que le corresponda, según la gravedad de la falta cometida.

14. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de Sección, de acuerdo con los lineamientos generales para el uso de los laboratorios en la Universidad Nacional Autónoma de México.

SECCIÓN ELECTRÓNICA
“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
Cuautitlán Izcalli, Estado de Méx. a 18 de junio de 2024

ING. JULIO CESAR VÁZQUEZ FUENTES

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACION DEL REPORTE

1.- Los reportes deberán basarse en la siguiente metodología: objetivo(s), introducción, material, equipo, procedimiento experimental, cuestionario, conclusiones y bibliografía.

2.- Las prácticas deberán tener el siguiente formato de portada (obligatorio).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

LABORATORIO DE ELECTRÓNICA POTENCIA

PRACTICA # ____

"NOMBRE DE LA PRACTICA"

PROFESOR: _____

ALUMNO: _____

No dé Cuenta: _____

FECHA DE REALIZACION: _____ FECHA DE ENTREGA: _____

SEMESTRE: _____ GRUPO: _____

3.- Criterios de Evaluación.

C1: Análisis teórico de los circuitos de la práctica	(35 %)
C2: Habilidad en el armado de circuitos	(15 %)
C3: Interpretación correcta de lecturas	(15 %)
C4: Reporte entregado con todos los puntos indicados en el manual de Prácticas	(35 %)

PRÁCTICA 1
ANÁLISIS DE LAS SEÑALES DE C.A.

OBJETIVO

- El alumno demostrara que cualquier forma de onda periódica puede ser representada como una serie de ondas sinusoidales de diferentes frecuencias y fases.

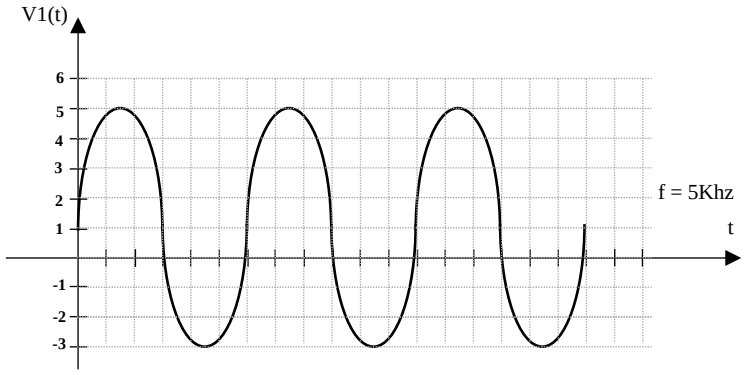
INTRODUCCIÓN

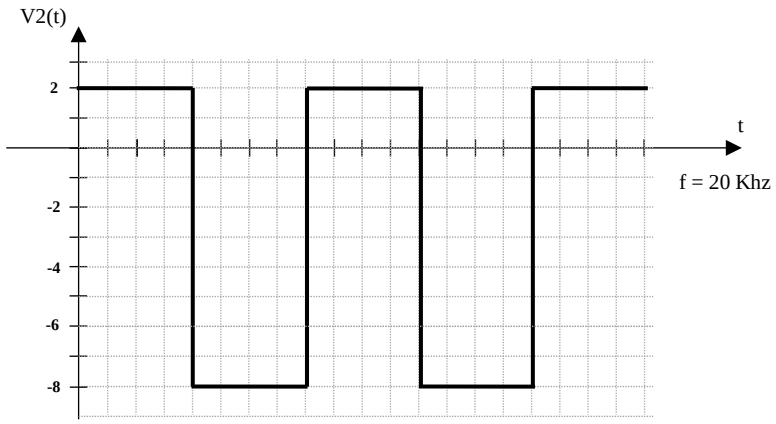
La generación, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica se da en estado estacionario senoidal, las señales senoidales son aquellas que se pueden expresar a través de una función seno o coseno, en donde el valor de la onda es un instante cualquiera en el tiempo.
En la corriente alterna (AC) su característica fundamental es su polaridad o sentido de circulación a través de un circuito; no es único y sobre todo no tiene un valor constante a través del tiempo, sino que dicho valor varia cíclica o periodicamente.
El comportamiento de la corriente puede comenzar en cero, se incrementa progresivamente hasta alcanzar un valor máximo positivo posteriormente regresa gradualmente a cero, a partir de ese instante la corriente crece desde cero hasta alcanzar un valor máximo negativo y luego disminuye gradualmente hasta retornar otra vez a cero, finalizando lo que se denomina un ciclo y dando origen al siguiente. El número de veces que se repita será la frecuencia de la señal.
En los circuitos electrónicos en general pueden ser excitados por formas de onda no necesariamente sinusoidales, estas pueden ser cuadradas, rizado, diente de sierra, triangular y pulsos.
Todas estas señales tienen un patrón regular, que son periódicas, es decir en su forma de onda se repite exactamente en el tiempo a intervalos regulares, cualquier señal periódica compleja siempre es el resultado de la superposición o suma de varias señales sinusoidales relacionadas armónicamente.
Una característica adicional de esta corriente es que su forma armónica se conserva cuando la corriente es modificada por el efecto de elementos lineales, a saber: resistencias, condensadores, bobinas, transformadores, etc.
Debido a que cualquier función periódica puede expresarse como la suma de diferentes armónicos, el estudio de la corriente alterna constituye la base para el análisis de señales variables en el tiempo en redes lineales.
En un sistema equilibrado, la onda está centrada en torno a cero, los armónicos son múltiplos sobrantes del fundamental. En una onda cuadrada o casi-cuadrada, la amplitud de cada armónico es inversamente proporcional a su orden, es decir, cuanto mayor es la frecuencia, menor es su amplitud.

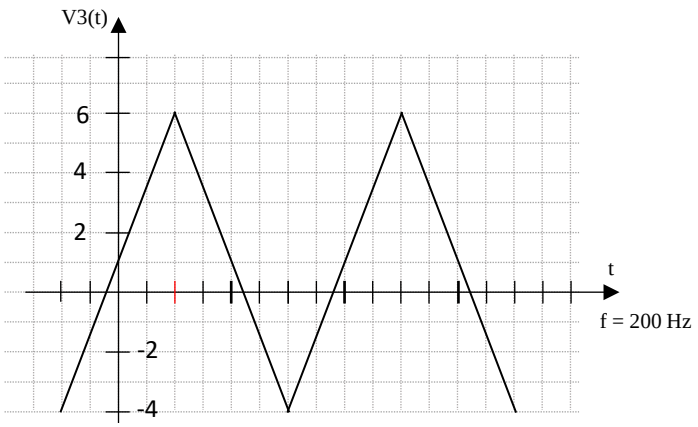
ACTIVIDAD PREVIA.

NOTA: RECUERDA QUE ÉSTE CUESTIONARIO PREVIO LO DEBES ENTREGAR ANTES DE INICIAR EL DESARROLLO DE TU PRÁCTICA.

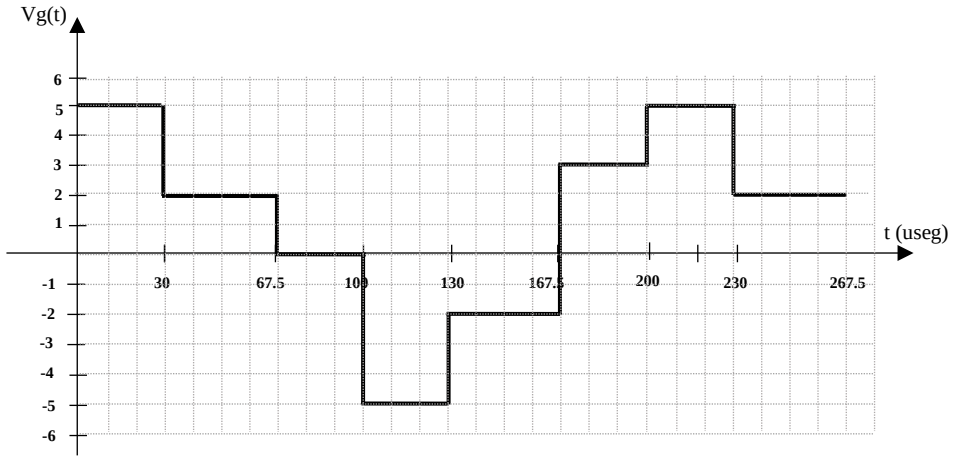
1. Calcular el voltaje pico positivo y negativo; promedio y eficaz de las señales V1(t), V2(t) y V3 (t).







2. Para la señal periódica que se muestra a continuación, obtenga:
   a) El voltaje promedio
   b) El voltaje eficaz
   c) La potencia media disipada en una resistencia de 2.25 **Ω**

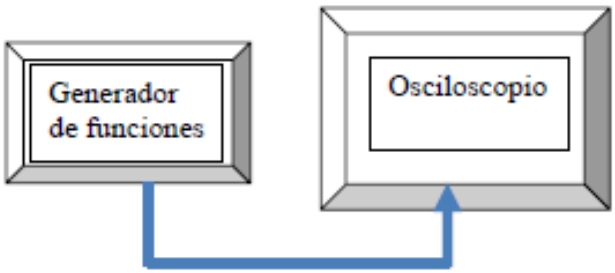


EQUIPO

- 1 Generador de funciones.
- 1 Osciloscopio
- 1 Multímetro

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

1. Calibra tu Generador de Funciones, para obtener la señal $V_1(t)$ que se pide en el previo.
2. Conecta tu generador de funciones al canal 1 del osciloscopio en acoplo de C.D.



3. Observa la señal en el osciloscopio y obtén las mediciones de la tabla 1.1.

Senoidal		
Voltaje	Práctico	Teórico
Vp		
-Vp		
Vpp		
V prom		
V eficaz		

Tabla 1.1.

4. Observa el espectro de la señal en el osciloscopio, para lo cual realiza los siguientes pasos.

a) Oprime el botón de menú matemático (Math Menu) del panel frontal del osciloscopio.
b) Elegir en la pantalla Operación **FFT.**
c) Ajusta la ‘perilla Sec/Div’, hacia un lado o hacia el otro de modo tal que se visualicen al menos 10 armónicas.
d) Coloca la señal en posición central de la pantalla.
e) Dibuja la señal observada teniendo cuidado de anotar el valor de ***dB*** y frecuencia de al menos 8 armónicas (Apóyate de los cursores del osciloscopio para este punto), y anota sus valores en la tabla 1.2.

Senoidal		
Armónica	**Frecuencia**	**dB**
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Tabla 1.2.

5. Calibra tu Generador de Funciones, ahora para obtener la señal $V_2(t)$ que se te pide en el previo.
6. Conecta el osciloscopio como en el punto 2 de este procedimiento.
7. Observa la señal en el osciloscopio y obtén las mediciones de la tabla 1.3.

Cuadrada		
Voltaje	Práctico	Teórico
Vp		
-Vp		
Vpp		
V prom		
V eficaz		

Tabla 1.3.

8. Observa el espectro de esta señal en el osciloscopio, siguiendo los mismos pasos que en el punto 4
   a) Coloca la señal en posición central de la pantalla.
   b) Dibuja la señal observada teniendo cuidado de anotar el valor de dB y frecuencia de al menos 8 armónicas y anota sus valores en la tabla 1.4.

Cuadrada		
Armónica	**Frecuencia**	**dB**
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Tabla 1.4.

9. Calibra tu Generador de Funciones, para obtener la señal $V_3(t)$ que se te pide en tu previo
10. Conecta tu generador de funciones al canal 1 del osciloscopio. En acoplo de C.D.
11. Observa la señal en el osciloscopio y obtén las mediciones de la tabla 1.5.

Triangular		
Voltaje	Práctico	Teórico
Vp		
-Vp		
Vpp		
V prom		
V eficaz		

Tabla 1.5.

12. Observa el espectro de esta señal en el osciloscopio, siguiendo los mismos pasos que en el punto 4
    a) Coloca la señal en posición central de la pantalla.
    b) Dibuja la señal observada teniendo cuidado de anotar el valor de dB y frecuencia de al menos 8 armónicas y anota sus valores en la tabla 1.6.

Triangular		
Armónica	**Frecuencia**	**dB**
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Tabla 1.6.

CUESTIONARIO:

1. ¿Qué es voltaje pico?

2. ¿Qué es el voltaje eficaz?

3. ¿Qué es Voltaje promedio?

4. ¿Qué son los Decibeles, y para qué se utilizan?

5. ¿Cómo calculas un valor en decibeles de |Cn|?

6. ¿Qué significa que un valor en decibeles te dé positivo o negativo?

7. ¿Qué es la componente fundamental de un espectro?

CONCLUSIONES:

BIBLIOGRAFÍA:

PRÁCTICA 2
RECTIFICACION NO CONTROLADA MONOFÁSICA

OBJETIVO

- Comprobar los parámetros de rendimiento en las diversas etapas de rectificación.
- Determinar la forma de medir los parámetros de rendimiento para cada circuito.
- Implementación y observación de un circuito rectificador; media onda, tap central y tipo puente.

INTRODUCCIÓN

La rectificación se lleva a cabo por medio de uno o más diodos. Como es sabido, estos dispositivos idealmente permiten el paso de la corriente en un sentido y lo bloquean en el otro. Existen varios tipos de configuraciones rectificadoras elementales.
En un rectificador de media onda en el cual un diodo se interpone entre la fuente y la carga. Cuando el voltaje de la fuente es positivo el sentido de la corriente es favorable y se produce la circulación.
Es importante destacar que el voltaje en la carga es unidireccional (positiva) pero no continua (constante). Esta forma de onda no es la deseable para alimentar dispositivos electrónicos, que generalmente requieren una alimentación constante.
Para la mayor parte de las aplicaciones, se puede suponer que los rectificadores de potencia son interruptores ideales, pero los rectificadores prácticos o reales, difieren de las características ideales y tienen ciertas limitaciones. Los rectificadores de potencia son similares a los rectificadores de unión *pn*. Sin embargo, los rectificadores de potencia tienen mayores capacidades en el manejo de la energía.

ACTIVIDAD PREVIA:

1.- Realiza el análisis matemático de cada uno de los circuitos de esta práctica; calculando los parámetros solicitados en la tabla 2.1.
2. Gráfica LAS SEÑALES DE: **V**secundario, **I**secundario, **V**diodo, **I**diodo, **V**carga, **I** carga. PERFECTAMENTE ACOTADAS DE ACUERDO A TU CÁLCULO DEL PUNTO ANTERIOR PARA CADA RECTIFICADOR.
3. Realiza la simulación de todos los circuitos y entrega de forma impresa, señales de onda y circuito, para cada uno.

Parámetro	½ Onda		Tap Central.		Tipo Puente	
Voltaje Pico Vp						
Vrms & Irms (Secundario)						
Vrms & Irms (Carga)						
Vprom & Iprom (Secundario)						
Vprom & Iprom (Carga)						
Voltaje corriente alterna efectivo						
Factor de Forma (FF)						
Factor de Rizo (FR)						
Factor Utilización del Transformador (TUF)						
Factor de Potencia = Factor de Desplazamiento (DF) = cos θ						
Factor de Cresta (CF)						
Rendimiento (η)						

Tabla 2.1

EQUIPO

- Osciloscopio con puntas atenuadas.
- Multímetro.

MATERIAL

- Transformador monofásico con derivación central de 127/24 Vca a 0.5 Amp.,
- 1 Clavija con ½ m de cable del número 14 para conectarse.
- 5 Diodos 1N4001.
- 1 Resistencia de 1KΩ, (la potencia de la resistencia será en base a los cálculos del análisis previo).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Rectificador Media onda

1. Arma el circuito de la figura 2.1, aliméntalo con el transformador 127Vca/24Vc, (deja el tap central sin conectar)

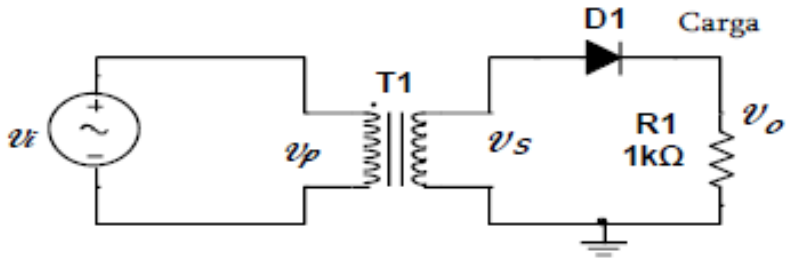


Figura 2.1

2. Medir con el multímetro el voltaje eficaz en el primario y secundario de tu transformador y anótalos en la tabla 2.2

Voltaje promedio en la carga Vcd	Voltaje eficaz en la carga Vrms	Voltaje promedio en el diodo Vd.	**Corriente promedio de carga Icd**	**Corriente promedio del diodo Id**	**Corriente eficaz de la carga Irms**

Tabla 2.2

3. Conecta el CH1 del osciloscopio al secundario del transformador, el CH2 en la resistencia de carga.
4. Dibuja las formas de ondas obtenidas en el CH1 y CH2. Anotando cuidadosamente Vp, Vpp, frecuencia y periodo en la tabla 2.3

Canal	Vp	Vpp	Frecuencia	Periodo
CH 1				
CH 2				

Tabla 2.3

5. Calcula los parámetros de rendimiento con los valores obtenidos en la práctica y compáralos con los resultados de la actividad previa.

Rectificador de onda completa Tap Central

6. Arma el circuito de la figura 2.2, aliméntalo con el transformador 127Vca/24Vca y la derivación central a tierra.
7. Mide con el multímetro el voltaje eficaz en el primario y secundario de tu transformador y anótalos en la tabla 2.4

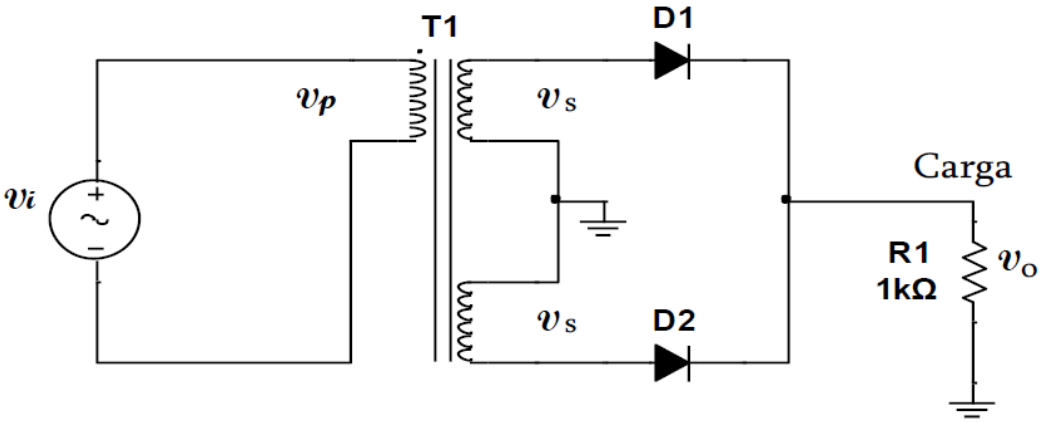


Figura 2.2

Voltaje promedio en la carga Vcd	Voltaje eficaz en la carga Vrms	Voltaje promedio en el diodo Vd.	**Corriente promedio de carga Icd**	**Corriente promedio del diodo Id**	**Corriente eficaz de la carga Irms**

Tabla 2.4

8. Conecta el CH1 del osciloscopio al secundario del transformador, el CH2 en la carga.
9. Dibuja las formas de onda obtenidas en el CH1 y CH2, anotando cuidadosamente Vp, Vpp, Frecuencia y periodo en la tabla 2.5.

Canal	Vp	Vpp	Frecuencia	Periodo
CH 1				
CH 2				

Tabla 2.5

10. Calcula los parámetros de rendimiento con los valores obtenidos en la práctica y compáralos con los datos calculados en el previo.

Rectificador onda completa Tipo Puente

11. Arma el circuito de la figura 2.3, aliméntalo con el transformador 127Vca/24Vca.

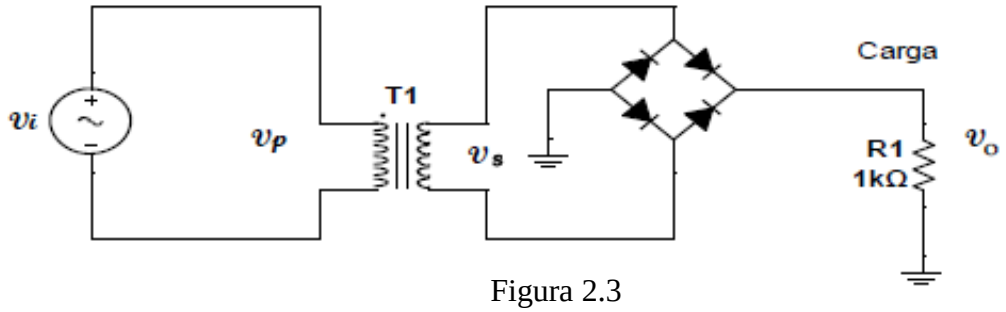


Figura 2.3

12. Medir con el multímetro el voltaje eficaz en el primario y secundario de tu transformador y anótalos en la tabla 2.6.

Voltaje promedio en la carga Vcd	Voltaje eficaz en la carga Vrms	Voltaje promedio en el diodo Vd.	**Corriente promedio de carga Icd**	**Corriente promedio del diodo Id**	**Corriente eficaz de la carga Irms**

Tabla 2.6

13. Conecta el CH1 del osciloscopio en el primario y CH2 en el secundario del transformador.
14. Dibuja las formas de onda obtenidas en el CH1 Y CH2 anotando cuidadosamente Vp, Vpp, Frecuencia y Periodo en la tabla 2.7.

Canal	Vp	Vpp	Frecuencia	Periodo
CH 1				
CH 2				

Tabla 2.7

15. Calcula los parámetros de rendimiento con los valores obtenidos en la práctica y compáralos con los datos calculados en el previo.
16. Compara todo tu análisis teórico del previo con todo tu análisis práctico y comenta al respecto.

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuáles son las aplicaciones típicas para los rectificadores?

2. Al incrementar la temperatura a la que trabaja el diodo rectificador ¿Que ocurre con la capacidad de conducción?

3. ¿Qué representa el voltaje pico inverso VPI del diodo rectificador y que sucede al sobre pasarlo?

4. Investiga la capacidad máxima de corriente del puente rectificador que utilizaste en esta práctica.

5. ¿Qué efectos causará en nuestros rectificadores si cambiamos la carga resistiva por una inductiva?

6. Investiga ¿Qué se debe hacer para disminuir el factor de rizo?

CONCLUSIONES:

BIBLIOGRAFÍA:

PRÁCTICA 3
RECTIFICACIÓN SEMICONTROLADA MONOFÁSICA

OBJETIVO

- Observar la operación y formas de onda de un SCR operando una carga resistiva.
- Control de fase en conducción de un SCR.
- Comprender la diferencia entre la rectificación hecha con un diodo y SCR.

INTRODUCCIÓN

El rectificador controlado de silicio o tiristor es uno de los dispositivos más usados en electrónica industrial por su facilidad de trabajar en alta potencia y altas corrientes. Existen SCR para controlar potencias tan altas como 10MW con corrientes del orden de 2000 A y voltajes de 1800V. Está formado por cuatro capas PNPN y tiene tres terminales: ánodo, cátodo y la puerta.
Se polariza de tal forma que el ánodo sea siempre positivo con respecto al cátodo y para que conduzca el tiristor es necesario aplicar un pulso positivo a la puerta de una amplitud suficiente que garantice el disparo.
Un SCR se puede disparar por corriente continua, corriente alterna y por pulsos.
Cuando no circula corriente por G, es decir, I_G=0 no hay disparo, el SCR está cortado. Al circular la corriente I_G, el SCR se dispara, o sea conduce.
Un SCR se puede disparar por pulsos positivos aplicados a la puerta. Uno de los métodos más comunes es usando un transistor de Unijuntura (UJT).
Un rectificador controlado de silicio (SCR) es un dispositivo de tres terminales utilizado en electrónica de potencia para controlar corrientes elevadas en una carga resistiva o inductiva. El flujo de corriente promedio de una carga, puede ser controlada colocando un SCR en serie con la carga, la cual generalmente es de CA pero con algunas adiciones en la compuerta se podría controlar una carga de CD.
Los términos populares para describir la operación de un SCR, son ángulo de conducción y ángulo de disparo o retardo. El ángulo de conducción es el número de grados de un ciclo de CA durante los cuales el SCR esta encendido. El ángulo de retardo de disparo, es el número de grados en un ciclo de CA que transcurren antes de que el SCR sea encendido, estos términos están basados en la notación de que el tiempo total del ciclo es igual a 360º.

EQUIPO

- 1 Generador de funciones.
- 1 Osciloscopio.
- 1 Multímetro digital.

MATERIAL

- 1 Resistencia de 82kΩ a ½ W (R1)
- 1 Resistencia de 4.7 kΩ a ½ W (R2)
- 1 Potenciómetro de 100KΩ, 200KΩ, 500KΩ (R3)
- 2 Diodos Rectificadores 1N4001 (D1, D2)
- 1 Rectificador Controlado de Silício C106D(SCR)
- Transformador monofásico con derivación central de 127/24 Vca a 0.5 Amp., con clavija para conectarse.

ACTIVIDAD PREVIA.

1. Realiza un resumen del SCR, indicando:
   a. Lo qué significan las siglas SCR.
   b. Quién lo lanzó al mercado y en qué año.
   c. Su estructura interna.
   d. El nombre de todas y cada una de sus terminales.
   e. Su símbolo.
   f. Circuito equivalente.
   g. Su curva característica V-I.
   h. La explicación sucinta con tus propias palabras, de su funcionamiento.

2. Investiga en Internet el Data Sheet del SCR C106D, y anota A MANO las características principales y su configuración de pines. (Conserva todo el Data Sheet a la mano, en archivo electrónico o en papel).

3. Realiza la simulación del circuito de esta práctica, observando cuidadosamente cómo se comporta la señal de salida al movimiento del potenciómetro. Y comenta lo observado.

4. Dibuja en papel milimétrico las señales que esperas obtener en la carga (R2) del circuito de la figura 3.1 para los ángulos de disparo (θD) 30 y 60 grados, señalando su Voltaje instantáneo, Periodo y Frecuencia de cada una.

5. Calcula el voltaje promedio y cuadrático medio (rms) de las señales obtenidas en el punto anterior.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arma el circuito de la Figura 3.1 (omite la sección de línea punteada), teniendo cuidado de ajustar tu Potenciómetro (ya sea el de 100kΩ, 200kΩ, 500kΩ ó de 1MΩ de acuerdo al que funcione con el SCR adquirido) con la máxima resistencia.

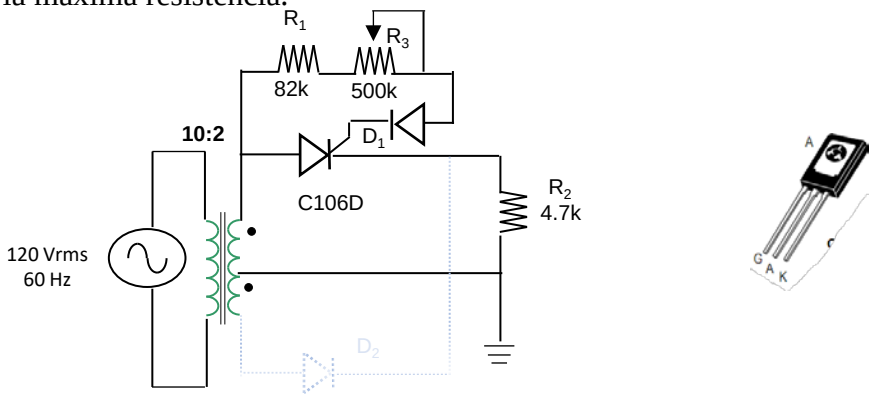


Figura 3.1 Rectificación semi controlada

2. Asegúrate de utilizar la terminal media del secundario del transformador (12 Vrms).
3. Conecta el CH1 en el ánodo del SCR asegurándote que el acoplo sea CA y el CH2 en el cátodo asegurándote que el acoplo sea CD.
4. Mueve el potenciómetro hasta obtener un voltaje en R2; si no logras obtener alguna señal cambia de potenciómetro hasta obtener una.
5. Con ayuda de tus cursores mide voltaje máximo (Vp), los ángulos de disparo (θ_D), corte (θ_C) y voltaje instantáneo del SCR; con el multímetro mide los valores del Voltaje promedio y eficaz; Corriente promedio y eficaz de la Resistencia de Carga (R2) anotándolas en la tabla 3.1 para 3 diferentes posiciones del potenciómetro. Dibuja en papel milimétrico las señales cuidadosamente, señalando su **voltaje máximo** (Vp), **ángulo de disparo** (θ_D), **corte** (θ_C) **y de conducción** (θ_{cond}), **voltaje instantáneo** de cada una.

Potenciómetro	θ_D (mseg)	V_{inst} (volts)	θ_C (mseg)	θ_{cond} (mseg)	V_{PROM} (volts)	I_{PROM} (ma)	V_{RMS} (volts)	I_{RMS} (ma)
R1= ___kΩ								
R2= ___kΩ								
R3= ___kΩ								

Tabla 3.1

6. Deja fijo tu potenciómetro exactamente en el instante de disparo próximo a 90º. Mide la resistencia que el potenciómetro tiene entre las terminales que estas usando y anótala en la tabla 3.2. (Recuerda que una resistencia nunca se mide conectada).

7. Ahora mide con el Multímetro, voltaje promedio, voltaje eficaz, corriente promedio y la corriente eficaz que circula por R2, y anótala en la tabla 3.2.
8. Calcula la potencia promedio y eficaz que se obtiene en la carga en este momento; anótala en la tabla 3.2.

$R_{Potenciómetro}$ =_____kΩ $\Theta_{Disparo}$= _____mseg Θ_{Corte} = ____mseg	V_{PROM}	
	V_{RMS}	
	I_{PROM}	
	I_{RMS}	
	P_{RMS}	
	P_{PROM}	

Tabla 3.2

9. Conecta el ánodo del diodo en la otra terminal del transformador, y el cátodo con el cátodo del SCR (figura 3.1 línea punteada); observa la señal de la carga en el osciloscopio. Anota tus comentarios acerca de lo que ocurre.

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la relación que hay entre el valor del potenciómetro, el ángulo de disparo y la potencia de CD en la carga? Explica ampliamente al respecto.

2. Realiza una tabla comparativa, donde se pueda observar: El valor del Potenciómetro, El ángulo de Disparo, El ángulo de Conducción, El Voltaje CD de la carga, el Voltaje RMS de la carga, la corriente CD en la carga y la Potencia de CD en la carga; todos los valores a los que ajustaste el Potenciómetro.

3. ¿A qué conclusión llegas, después de analizar tus respuestas de los dos anteriores?

4. ¿Qué necesitarías hacer para controlar el ángulo de disparo más allá de los 90º?

5. ¿De qué otra manera se te ocurre generar pulsos de disparo para un SCR?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 4
RECTIFICACIÓN CONTROLADA MONOFÁSICA

OBJETIVO

- Observar el funcionamiento y formas de onda de un rectificador controlado operando una carga resistiva.
- Controlar del voltaje en función del ángulo de disparo.
- Comprender la diferencia entre la rectificación no controlada, semi controlada y controlada.

INTRODUCCIÓN

Si sustituimos los diodos en los rectificadores no controlados por SCR´s, obtendremos un sistema de rectificación controlada o semi controlada. Estos sistemas permitirán la regulación del valor medio del voltaje en la carga. La sustitución del diodo por el SCR permite retardar la entrada en conducción del mismo, lo cual ocurre no sólo cuando el voltaje entre sus bornes es positiva, sino cuando, siendo positiva se inyecta un pulso de cebado a la puerta del SCR. El parámetro fundamental en estos rectificadores con SCR´s será el ángulo de disparo **α**, de forma que un tiristor conduce con un retardo de tiempo α/w con relación al instante en el cual conduciría el diodo al que ha sustituido. Los rectificadores con SCR´s utilizan los mismos esquemas que los rectificadores con diodos, si bien aquí hay que distinguir entre dos tipos:

a.- Rectificadores semicontrolados. Formados por SCR´s y diodos.
b.- Rectificadores totalmente controlados. Formados únicamente por SCR´s.

El principio de funcionamiento consiste en disparar los SCR´s con un cierto ángulo respecto del punto de conmutación natural o paso por cero de la señal de entrada. Con ello se consigue aplicar el voltaje de la fuente sobre la carga un tiempo variable, que depende del momento del disparo y por tanto se conseguirá variar los valores medios y eficaces del voltaje en la carga. Dependiendo del tipo de carga, se deberá analizar el tipo de pulso de cebado del SCR. Para las cargas con componente inductiva, la corriente en la carga, y por tanto en el SCR, no variará bruscamente, con lo que se tardará un cierto tiempo en alcanzar la corriente de enclavamiento del SCR. Así se deberá mantener la excitación de puerta hasta que el SCR alcance la plena conducción. En esta circunstancia será más adecuado el uso de un tren de pulsos de larga duración, evitando así pérdidas en el tiristor. En el caso de cargas poco inductivas, se deberá tener en cuenta el di/dt, con el fin de no sobrepasar los niveles máximos de cada SCR.

La conmutación se producirá de manera natural ante la existencia de un pulso de cebado, si el voltaje Va-cat > 0. En cuanto al bloqueo de los SCR´s en un circuito rectificador, este se producirá de manera natural, al anularse la corriente en el circuito, o bien cuando se dispare otro SCR, y se polariza inversamente el que conducía, lo que produce un bloqueo forzado.

EQUIPO

- 1 Osciloscopio.
- 1 Multímetro digital.

MATERIAL

- 1 Resistencia de 82KΩ a ½ W (R_1)
- 1 Resistencia de 460Ω a ½ W (R_2)
- 2 Potenciómetro de 500KΩ, 1MΩ (Pot_1)
- 1 Puente rectificador KBPC1-04 (PT_1)
- 2 Diodos Retificadores 1N4001 (D_1, D_2)
- 1 Rectificador Controlado de Silício C106D(SCR_1)
- Transformador monofásico con derivación central de 127/24 Vca a 0.5 Amp., con clavija para Conectarse(TR_1).

ACTIVIDAD PREVIA.

1. Dibuja en papel milimétrico las señales que esperas obtener en la carga (R_2) del circuito de la Figura 4-1 para los ángulos de disparo (θ_D) 30 y 60 grados, señalando su Voltaje instantáneo, Periodo y Frecuencia de cada una.

2. Calcula el voltaje promedio y cuadrático medio (rms) de las señales obtenidas en el punto anterior.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arma el circuito de la Figura 4-1, teniendo cuidado de ajustar tu Potenciómetro (ya sea el de 100kΩ, 200kΩ ó de 500kΩ de acuerdo al que funcione con el SCR adquirido) con la máxima resistencia.

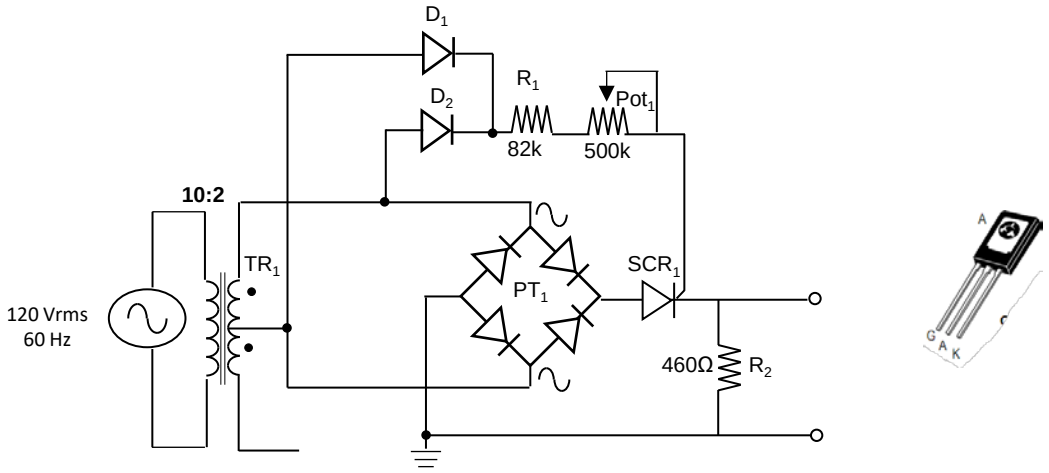


Figura 4-1 Rectificación Controlada

2. Asegúrate de utilizar la derivación central del transformador (12 Vrms). Observa que la disposición de las terminales del SCR, están referenciadas del lado del disipador (placa metálica).
3. Con las puntas atenuadoras posicionadas en X10; conecta el CH1 en el ánodo del SCR y el CH2 en el cátodo asegurándote que el acoplo sea CD para ambos.
4. Mueve el potenciómetro hasta obtener un voltaje en R2; si no logras obtener alguna señal cambia de potenciómetro hasta obtener una.
5. Para 3 diferentes posiciones del potenciómetro, toma las siguientes medidas: **a)** Con ayuda de los cursores del osciloscopio, mide los ángulos de disparo (θ_D), conducción (θ_C), voltaje instantáneo (Vinst); **b)** Presiona el botón **"Medidas"** del osciloscopio para medir el voltaje promedio y eficaz de la Resistencia de Carga (R2); **c)** Con ayuda del multímetro mide la resistencia del potenciómetro, corriente promedio y eficaz anotándolas en la tabla 4-1. Dibuja las señales cuidadosamente en **papel milimétrico**, señalando voltaje instantáneo, ángulo de disparo y ángulo de conducción de cada una.

Potenciómetro	θ_D (mseg)	V_{inst} (volts)	θ_C (mseg)	V_{PROM} (volts)	I_{PROM} (ma)	V_{RMS} (volts)	I_{RMS} (ma)
R1= ___kΩ							
R2= ___kΩ							
R3= ___kΩ							

Tabla 4-1

6. Deja fijo tu potenciómetro en el instante de disparo a 90º o lo más próximo. Mide la resistencia que el potenciómetro tiene entre las terminales que estas usando y anótala en la tabla 4.2. (**Recuerda que una resistencia nunca se mide conectada).**

7. Ahora mide con el Multímetro, voltaje promedio y eficaz, corriente promedio y eficaz que circula por R2, y anótala en la tabla 4-2.

$R_{Potenciómetro}$ =_____	V_{PROM}	
	V_{RMS}	
	I_{PROM}	
	I_{RMS}	
	P_{RMS}	
	P_{PROM}	

Tabla 4.2

8. Calcula la potencia promedio y eficaz que se obtiene en la carga en este momento anotándola en la tabla 4.2.
9. Mueve cuidadosamente tu potenciómetro hacia un lado y hacia el otro observando la señal de la carga en el osciloscopio. Anota tus comentarios acerca de lo que ocurre.

CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la diferencia entre un rectificador no controlado, semi controlado y controlado?. Explica detalladamente.

2. De la figura 4.1; ¿Por qué si el SCR es un dispositivo unidireccional puede controlar los dos semiciclos?.

3. ¿Qué sucedería con el voltaje de salida (carga) si conectamos las terminales extremas del secundario del transformador a las entradas de CA (∿) del puente rectificador??

4. ¿Qué tipo de cargas podemos alimentar con este tipo de salida?

5. ¿Qué pasaría si se sustituye R2 por un motor de CD de 12V y variamos el potenciómetro?

5. ¿Qué sucedería si se quita uno de los dos diodos (D1, D2) ?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 5
PUT COMO DISPOSITIVO DE DISPARO

OBJETIVO

- Comprender al PUT como dispositivo de disparo para los Tiristores.
- Analizar el funcionamiento del circuito oscilador de relajación con PUT.
- Diseñar un circuito de disparo con PUT a una frecuencia especifica.

INTRODUCCIÓN

El nombre PUT proviene de las siglas inglesas Programmable Unijunction Transistor (transistor mono unión programable). El PUT es un semiconductor de cuatro capas (pnpn) cuyo funcionamiento es similar al del UJT. Aunque tienen nombres similares, el UJT y el PUT son diferentes en construcción y en modo de operación. La designación se ha hecho con base a la que presentan características voltaje-corriente y aplicaciones similares. Mientras que el UJT es un dispositivo de dos capas, el PUT lo es de cuatro capas. El término programable es usado porque los valores de Rbb, η y Vp pueden controlarse mediante una red externa.

Para tener un diseño exitoso, la corriente de ánodo debe estar entre las corrientes Ip e Iv, de no estarlo, el dispositivo no oscilará. Por ello, se debe tener cuidado al diseñar la impedancia equivalente Rg (`R1*R2/(R1+R2)`) y el voltaje de alimentación, ya que estos parámetros modifican directamente los valores de corriente ya mencionados.

ACTIVIDAD PREVIA

1.- Realiza un resumen del PUT, indicando:

a) ¿Qué significan las siglas PUT?
b) Su estructura interna.
c) El nombre de todas y cada una de sus terminales.
d) Su símbolo.
e) Su curva característica V-I.
f) La explicación sucinta con tus propias palabras, de su funcionamiento.

2.- Investiga en Internet el Data Sheet del PUT 2N6027, y anota A MANO los parámetros principales y la configuración de pines. (Conserva todo el Data Sheet a la mano, en archivo electrónico o en papel).

3.- Realiza el análisis teórico del circuito oscilador de la figura 5.1, utilizando una magnitud para R_E de 10k y un Voltaje de Valle Vv = 1.0 V. **Dibuja en papel milimétrico** las formas de onda obtenidas en el Capacitor C_E y en la Resistencia R_C, señalando Voltaje máximo, mínimo y periodo para cada una de ellas.

4.- Simula con Proteus el circuito de la figura 5.1 de tal manera que entregue un pulso cada 2.0 mseg. **Dibuja en papel milimétrico** las formas de onda en el Capacitor y en la Resistencia de salida señalando Voltaje máximo, mínimo y periodo para cada una de ellas.

EQUIPO

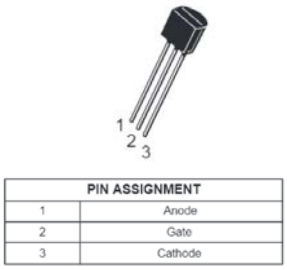
- 1 Fuente de Voltaje de C.D.
- 1 Multímetro.
- 1 Osciloscopio.

MATERIAL

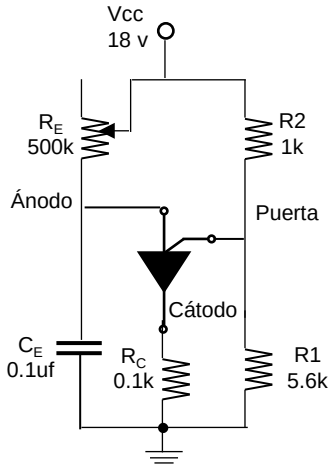
- 1 Retificador Controlado de Silício C106D (SCR)
- 1 Resistencia 50KΩ R_E
- 1 Resistencia 5.6KΩ R_1
- 1 Resistencia 2.2KΩ R_3
- 1 Resistencia 0.1KΩ a 5 watts, R_{carga}
- 1 Resistencia 0.1KΩ R_C
- 1 Resistencia 1KΩ R_2
- 1 Capacitor 0.1uf C_E
- 1 Transistor PUT 2N6027
- 1 Zener 4746
- 2 Potenciómetros, 500KΩ, 1 MΩ
- Transformador monofásico con derivación central de 127/24 Vca a 0.5 Amp., con clavija para conectarse.

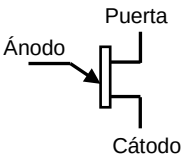
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 5.1.
2. Observa con ayuda del osciloscopio los voltajes obtenidos en el Capacitor C_E y en la Resistencia R_C, al mismo tiempo.
3. **Dibuja en papel milimétrico** ambas señales una debajo de la otra, teniendo cuidado de anotar la Amplitud, el periodo y la frecuencia de cada una.



PIN ASSIGNMENT	
1	Anode
2	Gate
3	Cathode





Símbolo Alternativo PUT

Figura 5.1

4. Mide con el Osciloscopio los voltajes: Voltaje pico (Vp), mínimo (Vmin), periodo (T) y frecuencia (f) de las dos señales y anótalas en la tabla 5.1

Voltaje	**Vp(V)**	**Vmin(V)**	**T(mseg)**	**f(Hertz)**
V_{CE}				
V_{RC}				

Tabla 5.1

5. Mueve el potenciómetro desde 0Ω hasta su máxima resistencia y **explica lo que sucede** en el capacitor C_E y la resistencia R_C.
6. De todo el rango de frecuencias observadas en el punto anterior, **elige 3 de ellas para dibujarlas en papel milimétrico,** compáralas y evidencia los cambios. Anota el valor de la resistencia R_E de cada caso.
7. Anota en la tabla 5.2 las magnitudes solicitadas de cada una de las frecuencias elegidas.

Elección	**Señal**	**Vmin(V)**	**Vmax(V)**	**T(mseg)**
1	**C_E**			
	R_C			
2	**C_E**			
	R_C			
3	**C_E**			
	R_C			

Tabla 5.2

8. Arme el circuito de la figura 5.2.
9. Con las puntas atenuadoras del osciloscopio posicionadas en X10, observa los voltajes obtenidos en el secundario de la fuente de alimentación (CH1) y en el ánodo del SCR (CH2), al mismo tiempo. Mueve el potenciómetro y presta atención a lo que sucede.
10. Presiona el botón del osciloscopio **"MATH MENU"** y elige la opción **"CH1 – CH2".**
11. **Dibuja en papel milimétrico** las tres señales una debajo de la otra, teniendo cuidado de anotar la Amplitud, el periodo y la frecuencia de cada una.

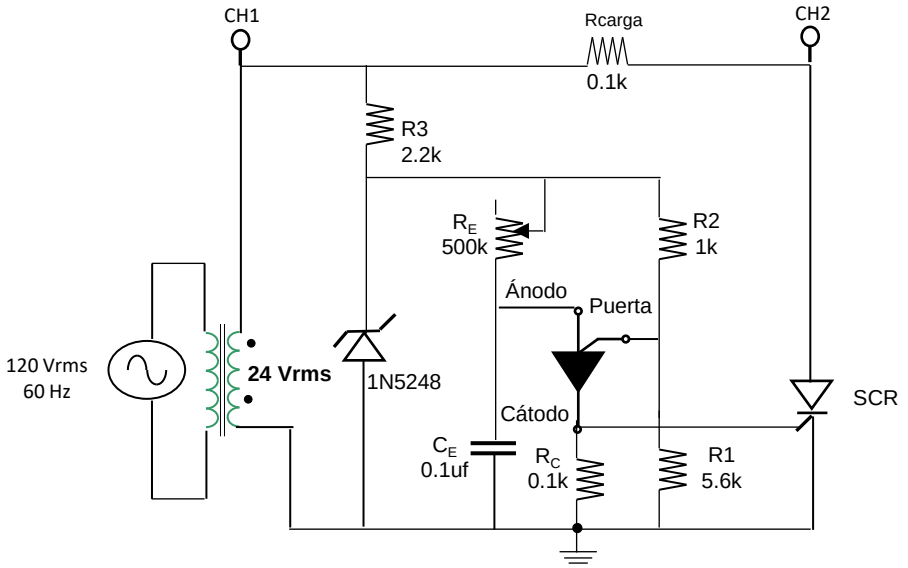


Figura 5.2

CUESTIONARIO

1. ¿Qué otros dispositivos pueden ser utilizados para realizar el disparo de un SCR?

2. ¿Cómo es activado un SCR? Y ¿Cómo es que un PUT es útil para disparar un SCR?

3. Investiga cuales son las principales diferencias entre el transistor UJT y PUT

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

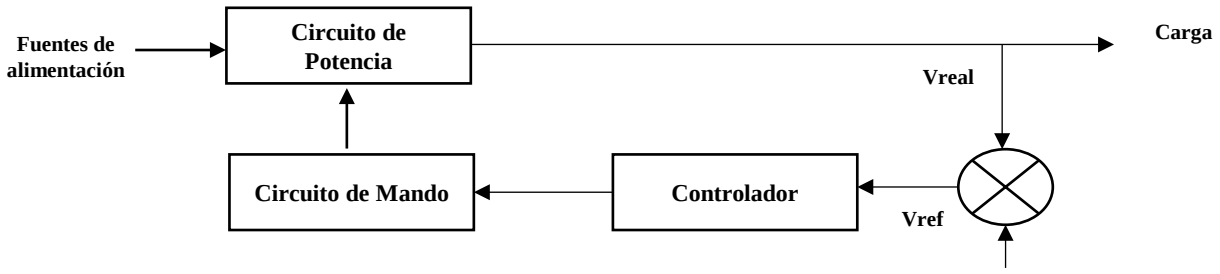
PRÁCTICA 6
CONVERTIDOR CC-CC (Troceador)

OBJETIVOS

- Comprobar el funcionamiento de un convertidor CC-CC reductor.
- Utilizar las curvas características de un transistor PUT, para la generación de una señal diente de sierra.

INTRODUCCIÓN

Los convertidores CC/CC forman normalmente parte de un sistema de conversión CA/CC, donde su alimentación es voltaje continuo no regulado, el cual es obtenido mediante la rectificación de la red alterna. La misión de este tipo de convertidores es transformar la entrada de voltaje continuo no regulado en un voltaje regulado de salida y con un nivel deseado, para los rangos de carga especificados en su diseño. En particular para un determinado voltaje de entrada, el voltaje medio de salida es gobernada mediante los tiempos en que el interruptor del convertidor conduce o no conduce.
El regulador proporciona una salida de corriente constante y un rizo de voltaje de salida muy pequeño, aumentando el ciclo de trabajo puede aumentar el voltaje de salida hasta un valor no mayor a su alimentación.
El regulador es muy útil ya que se puede variar el voltaje de salida mayor a la alimentación del comparador, pero no se tiene suficiente control para valores muy pequeños o muy grandes del voltaje de salida.
En particular para un determinado voltaje de entrada, el voltaje medio de salida es gobernada mediante los tiempos en que el interruptor del convertidor conduce o no conduce. Estos tiempos se denominan Ton - Toff. El método más utilizado para el control del voltaje de salida es el denominado “Modulación por Ancho de Pulsos (PWM)”, y consiste en emplear un periodo de conmutación constante, TS = Ton – Toff de forma que variando el tiempo de conducción Ton, es posible controlar el voltaje medio de salida y el parámetro ciclo de servicio δ (Duty Cycle).



ACTIVIDAD PREVIA

1. Simula con Proteus el circuito de la figura 6.1. Anota la magnitud del potenciómetro al momento de que se generan las primeras rampas en el punto A.
2. Utilizando la magnitud del potenciómetro anotada en el punto anterior, calcula la frecuencia de oscilación del PUT que se obtendría en el circuito de la figura 6.1.
3. Dibuja en papel milimétrico las formas de onda obtenidas en el ánodo y cátodo acotándolas debidamente.
4. Calcula la corriente que circulara por el emisor del TIP31A ($\beta = 25$), considerando un voltaje de base de 9.7 V y una impedancia del motor de 12 Ω**.**

EQUIPO

- 1 Osciloscopio.
- 1 Multímetro
- Fuente de voltaje cc

MATERIAL

- 1 CI LM741
- 1 potenciómetro de 500KΩ
- 1 potenciómetro de 1MΩ
- 1 PUT 2N6027
- 1 TIP31A, B, C **(No usar TIP31)**
- 1 Resistencia de 120KΩ
- 2 Resistencia de 0.1KΩ
- 1 Resistencia de 10kΩ
- 1 Resistencia de 5.6KΩ
- 1 Resistencia de 22KΩ
- 1 Capacitor de 0.02 uF
- 1 motor de 12Vcd (No mayor a 1 Amper)

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arma el circuito de la figura 6.1. Conecta el canal 1 (CH1) del osciloscopio en el punto A. Gira el potenciómetro hasta obtener una señal rampa. Anota los valores que se te piden en la tabla 6.1.

PIN ASSIGNMENT	
1	Anode
2	Gate
3	Cathode

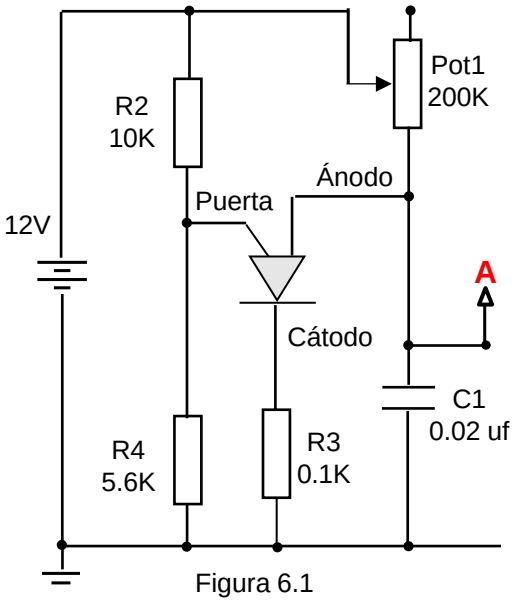
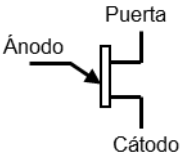


Figura 6.1



Símbolo Alternativo PUT

2. Arma el circuito de la figura 6.2, sin cerrar el interruptor. Los indicadores A, B, C, y Vref son los puntos donde se tomarán mediciones.

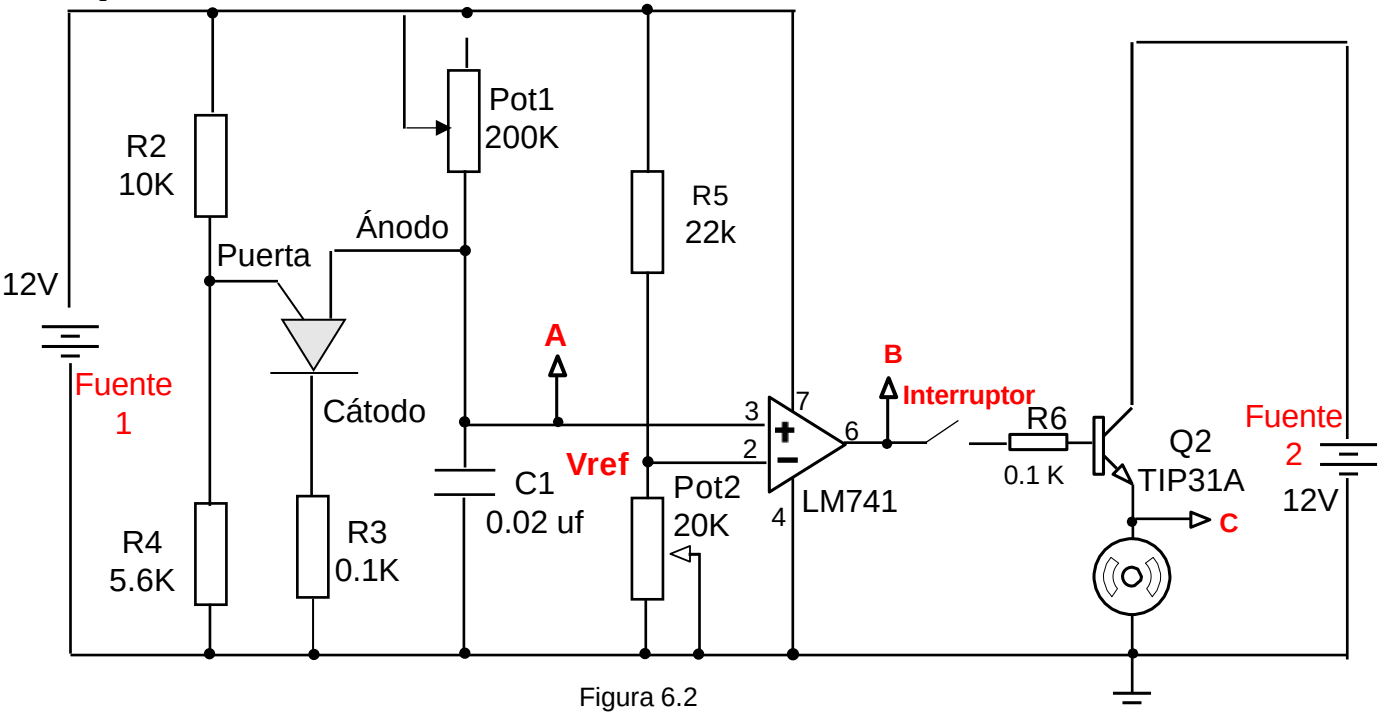


Figura 6.2

PARÁMETROS EN A	***Mediciones***
Vmin (V)	
Vp (V)	
Periodo (mseg)	

TABLA 6.1

3. Conecta el canal 2 (CH2) del osciloscopio en el punto "B". Ajusta el potenciómetro 2 de tal manera que se *visualice* una señal cuadrada con el **mínimo** ancho posible. Anota el voltaje promedio de referencia (CH1).

Vref = _____

4. Dibuja en papel milimétrico la forma de onda obtenida en el canal 2 (CH2) del osciloscopio para 3 diferentes magnitudes del potenciómetro 2 acotándolas debidamente; anota además los parámetros solicitados en la tabla 6.2.

PARÁMETROS	**POTENCIÓMETRO Magnitud 1**	**POTENCIÓMETRO Magnitud 2**	**POTENCIÓMETRO Magnitud 3**
Vprom (V) (CH2)			
Vrms (V) (CH2)			
Periodo (mseg) (CH2)			
Ancho de pulso(mseg) (CH2)			
Vpico (CH2)			
Vref (CH1)			

TABLA 6.2

5. Cierra el interruptor; con ayuda del voltímetro mide el voltaje promedio en el punto C y con el osciloscopio (CH2) el ancho de pulso en B.

6. Dibuja en papel milimétrico 3 anchos de pulso diferentes obtenidos mediante la variación de la magnitud del potenciómetro 2, anótalos en la Tabla 6.3.

NOTA: Si el motor no gira, será necesario incrementar el voltaje de la fuente 2 para que lo haga.

PARÁMETROS	POTENCIÓMETRO Magnitud 1	POTENCIÓMETRO Magnitud 2	POTENCIÓMETRO Magnitud 3
Vprom en C (V) (voltímetro)			
Periodo (mseg) (CH2)			
Ancho de pulso(mseg) (CH2)			
Vref (CH1)			

TABLA 6.3

7. Realiza una tabla comparativa, donde incluyas los valores obtenidos en la simulación y los obtenidos en la práctica. Explica ampliamente tus resultados

CUESTIONARIO

1. ¿Qué función cumple el PUT en este circuito?

2. Si se incrementa el valor del potenciómetro a 50KΩ, ¿Qué sucederá con el funcionamiento del motor?

3. Investiga un sustituto para el comparador LM339, menciona sus características y tolerancias.

4. ¿Qué utilidad le darías a esta práctica?

5. ¿Qué voltaje máximo puede controlar este circuito?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRACTICA 7
Convertidor de CD a CA (INVERSOR MONOFÁSICO AUTONOMO).

OBJETIVO.

- Construir un inversor monofásico autónomo estático utilizando un transformador con derivación central y como método de regulación de voltaje:

  1) Modulación de anchura de un solo pulso por semi ciclo.
  2) Variación de la magnitud del banco de Baterías

- Observar el tipo de onda entregada y el método utilizado para la regulación de voltaje.

INTRODUCCION.

Un inversor es un conjunto de circuitos eléctricos, electrónicos y una batería eléctrica, que es capaz de proporcionar voltaje en corriente alterna simétrica de salida; con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario en presencia o ausencia de voltaje en la red de alimentación; con el objeto de alimentar una carga.

Los inversores son utilizados en una gran variedad de aplicaciones, desde pequeñas fuentes de alimentación para computadoras, hasta aplicaciones industriales para manejar alta potencia.
Hoy en día son utilizados para convertir la corriente continua proveniente de los paneles solares fotovoltaicos que recargan los bancos de baterías, en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.
El término autónomo se refiere a aquellos que pueden producir cualquier magnitud de frecuencias; en cambio los dependientes toman la frecuencia de la fuente de alimentación (CFE), esto con la finalidad de que en un momento dado de que esta falle (ya sea por bajo voltaje o corte del mismo) se transfiera su salida a la misma carga y no se produzca un corto circuito al hacerlo.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

- Dibujar en papel milimétrico las señales que se esperan obtener en las salidas Vs1 a Vs4 del circuito de la figura 7.4, para un voltaje de referencia (Vref) de 2.5 V, acotándolas debidamente.
- Realizar la simulación del circuito.

EQUIPO

- Fuente bipolar de voltaje.
- Fuente cc variable
- Generador de funciones.
- Multímetro.
- Osciloscopio.
- Tableta de conexiones.
- Punta osciloscopio con atenuación 10 X

MATERIAL

- Cables banana caimán
- 4 Resistencia de 39 K a ½ watt
- 2 Resistencia de 120 Ω a ½ watt
- 1 Resistencia de 22 K a ½ watt
- 1 Resistencia de 10 K a ½ watt
- 2 Resistencia de 0.12 K a ½ watt
- 1 Potenciómetro de 20 K a ½ watt
- 1 Resistencia de 1 M a 1 watt
- 2 Transistores TIP 31 A
- 1 Transformador con derivación central (127 Vca a 24 Vca) 500ma.
- 3 C.I. LM 741
- 4 Diodos 1N 4001
- 1.5 Metros de cable telefónico

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1.- Calibre el generador de funciones para que se obtenga una señal triangular de alterna 20 Vpp simétrica con el eje del tiempo con una frecuencia de 60 hz.

2.- Arme el circuito de la figura 7.1, verificando con el osciloscopio que las salidas Vs1 (CH1), Vs2 (CH2) sean señales de alterna, simétricas con respecto al eje del tiempo y que se encuentren desfasadas entre si 180°. Apague las fuentes.

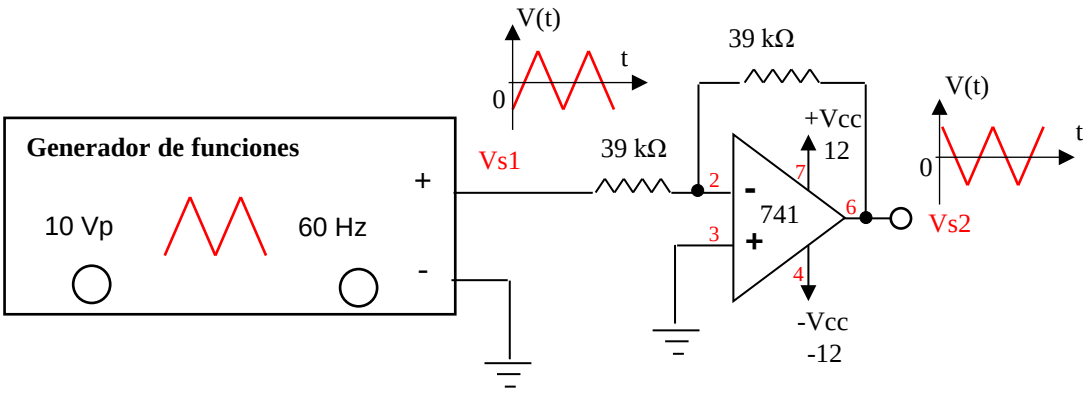


Figura 7.1

I.- REGULACION POR ANCHURA DE PULSO.

3.- Arme el circuito de la figura 7.2, asegúrese de conectar las salidas Vs1 y Vs2 como se indica. Encienda las fuentes, mueva el potenciómetro y observe con el osciloscopio las salidas Vs3 (CH1) y Vs4 (CH2) asegurándose de que dichas señales varíen su ancho. Apague las fuentes.

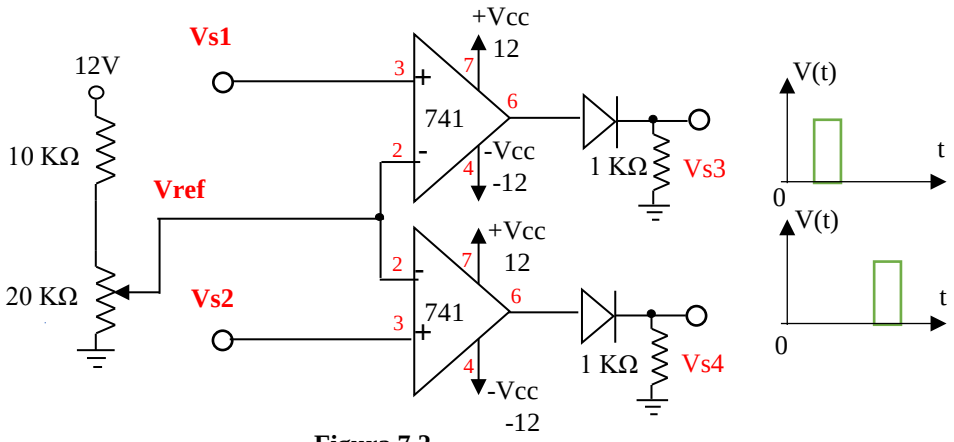


Figura 7.2

4.-Arme el circuito la figura 7.3, conecte las salidas Vs3 y Vs4 a las bases de los transistores como se indica. El circuito final se muestra en la figura 7.4.

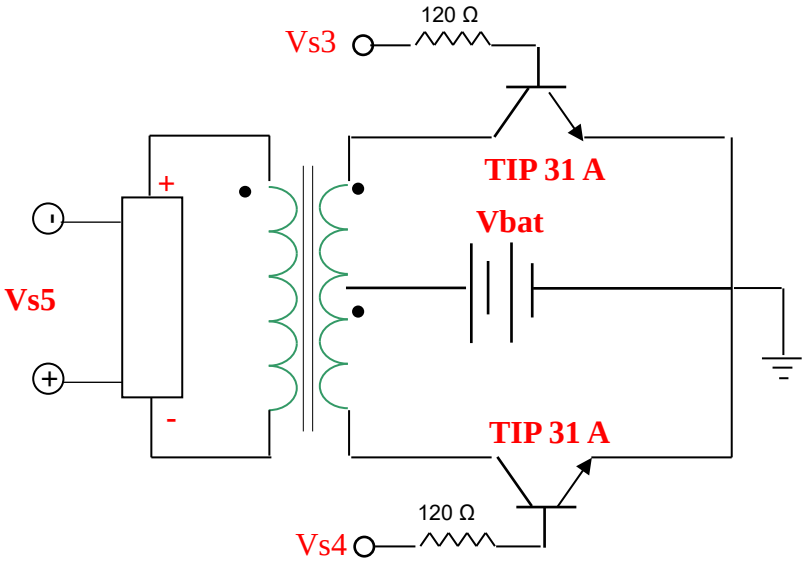


Figura 7.3

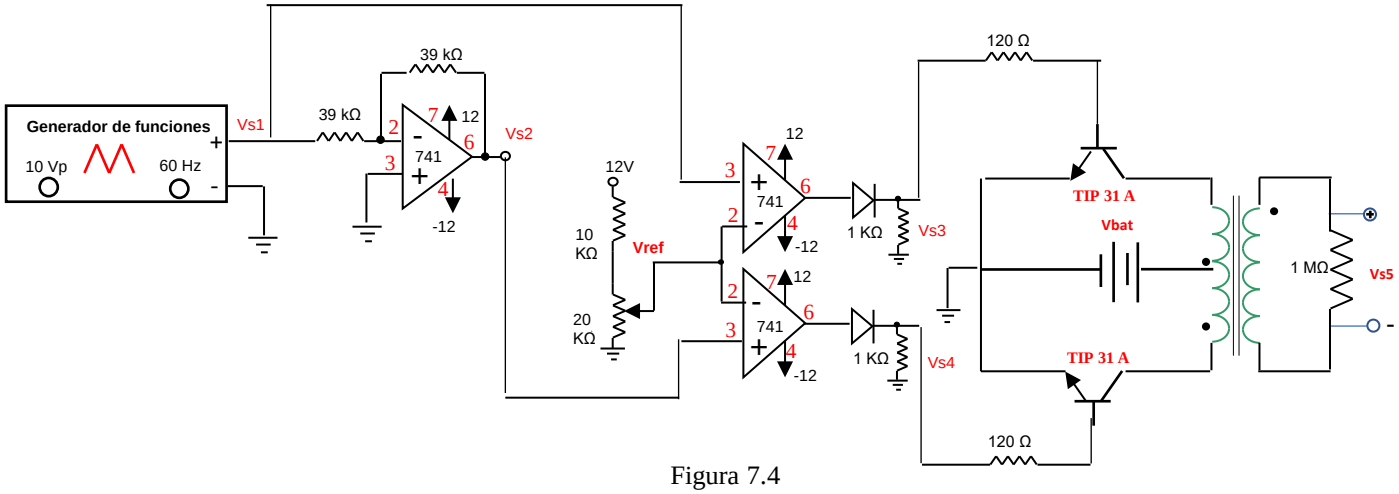


Figura 7.4

Nota: Debido a que no se cuentan con suficientes fuentes, la batería (Vbat) será necesario utilizar la fuente variable de la mesa de a lado, utilizando el cable telefónico.

5.- Calibre la fuente Vbat a 12 Vcc, encienda las fuentes.

TENGA CUIDADO YA QUE EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR EXISTE ALTO VOLTAJE

6.- Conecte la punta atenuadora del osciloscopio (CH1) en paralelo con la carga asegurándose de posicionarlo en la escala 10X. Debido a la diferencia de referencias no es posible medir al mismo tiempo las señales de electrónica y de potencia.

7.- Varíe el potenciómetro y observe como al variar el ancho de pulso también varia el voltaje de salida Vs5.

8.- Llene la **TABLA 7.1** para 3 diferentes magnitudes del potenciómetro. Dibuje en papel milimétrico las señales observadas anotando los voltajes máximos, mínimo, periodo y duración de ciclo.

PARÁMETROS EN Vs5	POTENCIÓMETRO Magnitud 1	POTENCIÓMETRO Magnitud 2	POTENCIÓMETRO Magnitud 3
Vp (V)			
Vrms (V)			
Vprom (V)			
Periodo (mseg)			
Ancho del semiciclo (+) (mseg)			
Ancho del semiciclo (-) (mseg)			

Tabla 7.1

II.- REGULACION POR VARIACION DE LA MAGNITUD DE LA BATERIA.

9.- Posicione la magnitud del potenciómetro hasta obtener el ancho de pulso máximo.

10.- Varíe la magnitud de la fuente de CC (**Vbat**) a 6 Vcc.

11.- Llene **TABLA 7.2** para 3 distintas magnitudes de la fuente de CC (**Vbat**). Dibuje en papel milimétrico las señales observadas anotando los voltajes máximos, mínimo, periodo y duración de cada semiciclo.

PARÁMETROS EN Vs5	Vbat = 6 V	Vbat = 9 V	Vbat = 12 V
Vp (V)			
Vrms (V)			
Vprom (V)			
Periodo (mseg)			
Ancho del semiciclo (+) (mseg)			
Ancho del semiciclo (-) (mseg)			

Tabla 7.2

CUESTIONARIO.

1.- Calcule Vrms y Vprom utilizando las fórmulas generales para el cálculo de las mismas, de las señales obtenidas en las tablas 7.1 y 7.2 (6 en total) y compárelos con las mediciones obtenidas en la práctica.

2.- ¿Cuántas configuraciones existen para los inversores de potencia?

3.- ¿Cuántos métodos de regulación existen para los inversores de potencia?

4.- ¿Cuáles son las armónicas presentes en Vs5, y que se tendría que hacer para disminuirlas?

5.- Si se desea obtener una señal senoidal en Vs5; ¿Qué se tendría que hacer?

6.- Basándose en el circuito armado en la práctica; ¿de qué depende la frecuencia de salida?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 8
CONTROL BIDIRECCIONAL CON TRIAC

OBJETIVO

- Observar la operación y formas de onda de un TRIAC.
- Comprender los conceptos bidireccional y unidireccional de un dispositivo de control.

INTRODUCCIÓN

Existen en el mercado dispositivos de control de potencia **unidireccionales** (SCR) y **bidireccionales** (TRIAC), que permiten limitar la cantidad de corriente que circula a través de una carga, mediante la manipulación del ángulo de conducción de dichos dispositivos. Dicho ángulo de conducción se logra haciendo cumplir las condiciones de disparo I_{GT} y V_{GT} especificadas en el manual del fabricante. Tomando como ejemplo el circuito de la figura 8.1, y las especificaciones de disparo para el TRIAC **"BTA08400B"** del fabricante **"SGS THOMSON" (ST)**, quien especifica un voltaje y corriente de disparo V_{GT} de 1.5 V e I_{GT} de 50 ma, con lo que se entiende que para cada voltaje instantáneo en que se requiera que se active el TRIAC, se deberán calcular los valores de R y C para que se cumplan dichas condiciones; lo cual resultaría inoperante si se requiere tener un amplio rango de variación de disparos. Esto se resuelve adicionando un potenciómetro quien nos ayudara a cumplir diferentes condiciones de disparo (I_{GT}, V_{GT}) sin modificar el circuito; véase figura 8.2.

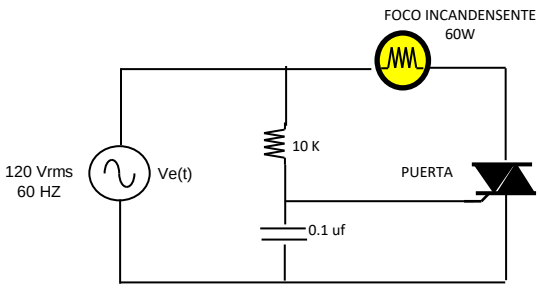


FIGURA 8.1

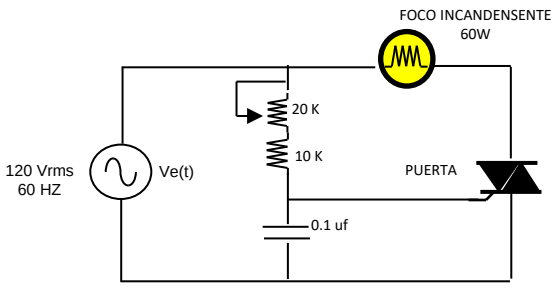


FIGURA 8.2

Cabe señalar que el capacitor C junto con la resistencia R y el Potenciómetro nos darán diferentes tiempos de disparo (**t**).

En la figura 8.3 se observa la señal de alimentación sin manipulación, y en la 8.4 la señal a través de la carga correspondiente a un ángulo de disparo de 90°, que corresponden a 4.166 mseg (16.666mseg/4), lo que traería como consecuencia una disminución en la intensidad luminosa del foco. Resulta obvio que para obtener diferentes ángulos de disparo, y en consecuencia diferentes intensidades luminosas, bastara con variar la magnitud del potenciómetro.

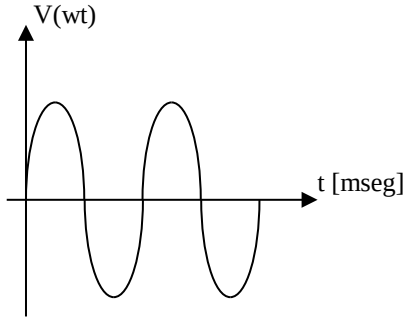


Figura 8.3

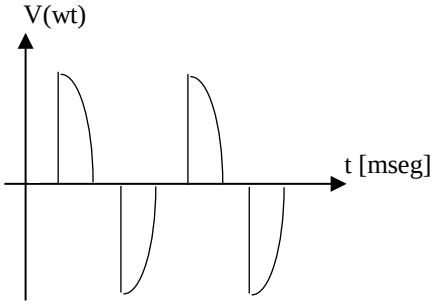


Figura 8.4

Debido a que el TRIAC es un dispositivo bidireccional, es capaz de controlar tanto el semiciclo positivo como el negativo de la señal senoidal. El sentido de circulación de la corriente a través del dispositivo, será de un potencial mayor (+) a uno menor (-); por ejemplo si existe un potencial mayor en la terminal MT2 con respecto a MT1, la circulación de la corriente será de MT2 a MT1 en el momento en que se le aplique el disparo en la terminal de puerta; de lo contrario el comportamiento es como si fuera un circuito abierto. Cuando el potencial es mayor en MT1 con respecto a MT2, la circulación de corriente será en ese sentido, hasta que se aplique el pulso de disparo.

El circuito que se esta proponiendo para su implementación se le conoce en el mercado como **dimmer, regulador**, **atenuador;** el cual sirve para regular la energía en uno o varios focos, con el fin de variar la intensidad de la luz que emiten (siempre y cuando las propiedades de la lámpara lo permitan). Regular la energía significa variar su intensidad, adaptándola de este modo al nivel deseado por el usuario.

Hoy en día la regulación es un aspecto de gran utilidad y de gran demanda, no sólo desde un punto de vista de ahorro energético, sino también desde un punto de vista de confort, ya que podemos adaptar la luz para cada estancia y cada momento.

EQUIPO

- 1 Osciloscopio.
- Puntas Atenuadoras.
- 1 Multímetro digital.
- 1 Foco Incandescente (60 W)
- 1 Socket cableado para foco.

MATERIAL

- 1 Resistencia de 10kΩ a 1 Watt
- 1 Potenciómetro 20kΩ (de preferencia de precisión)
- 1 Capacitor de 0.1µF
- 1 Diodo 1N4001
- 1 TRIAC BTA08 400B
- 1 Clavija con ½ m cable del numero 14.

ACTIVIDAD PREVIA.

1. Realiza un resumen del TRIAC, indicando:
   i. Lo qué significan las siglas TRIAC.
   j. Quién lo lanzó al mercado y en qué año.
   k. Su estructura interna.
   l. El nombre de todas y cada una de sus terminales.
   m. Su símbolo.
   n. Circuito equivalente.
   o. Su curva característica V-I.
   p. La explicación sucinta con tus propias palabras, de su funcionamiento.

2.- Calcule el voltaje Eficaz que se obtiene en la carga, para un ángulo de disparo del TRIAC:
   a) de 0° y b) 90°

3.- Calcule el voltaje Eficaz que se obtiene en la carga para un ángulo de disparo del TRIAC, funcionando como SCR: a) de 0° y b) 90°

4 Investiga en Internet el Data Sheet del TRIAC BTA08600B y anota A MANO las características principales y su configuración de pines. (Conserva todo el Data Sheet a la mano, en archivo electrónico o en papel).

IMPORTANTE:
Debe tener cuidado en todo el desarrollo de esta práctica puesto que se está utilizando alto voltaje.

Desconecte el circuito cada que vaya a hacer alguna modificación en el circuito.

Cuide que los cables no se junten.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1.- Arme el circuito de la figura 8.5, asegurándose de conectar la **FASE** en el nodo formado por la resistencia de 10k y el foco incandescente; el **NEUTRO** en el nodo formado por el capacitor y MT1.

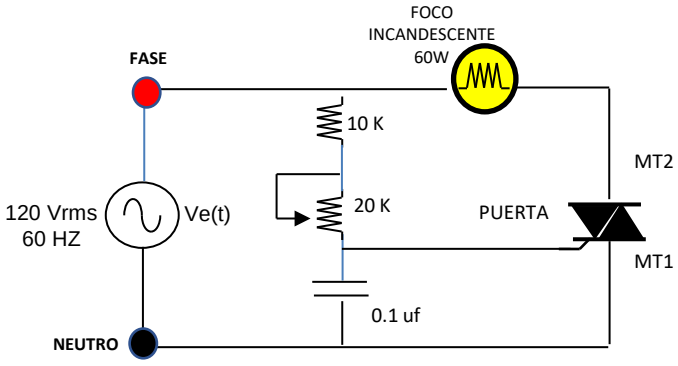


Figura 8.5

2. Con una punta atenuadora del osciloscopio posicionada en el rango **10X**, mida la señal que se presenta en el TRIAC (MT2), asegurándose de conectar el caimán de la punta en MT1 (neutro).

3. Llene la tabla 8.1 con los valores que se te piden para 4 diferentes posiciones del potenciómetro. **Dibuje las señales visualizadas para cada caso**. Anota los comentarios pertinentes de lo que sucede. ($V_{inst,}$: Voltaje instantáneo; θD : Ángulo de Disparo; θC : Ángulo de Conducción.)

Posición	V_{Inst}	θD (+)	θC (+)	θD (-)	θC (-)
1					
2					
3					
4					

Tabla 8.1

4. Desconecte el circuito.

5. Coloque el diodo rectificador, como se muestra en la figura 8.6. Conecte el circuito a la línea.

6. Repita el paso 2. Llene la tabla 8.2. con los valores que se te piden para 4 diferentes posiciones del potenciómetro. **Dibuje las señales visualizadas para cada caso**. Anota los comentarios pertinentes de lo que sucede. ($V_{inst,}$: Voltaje instantáneo; θD : Ángulo de Disparo; θC : Ángulo de Conducción.)

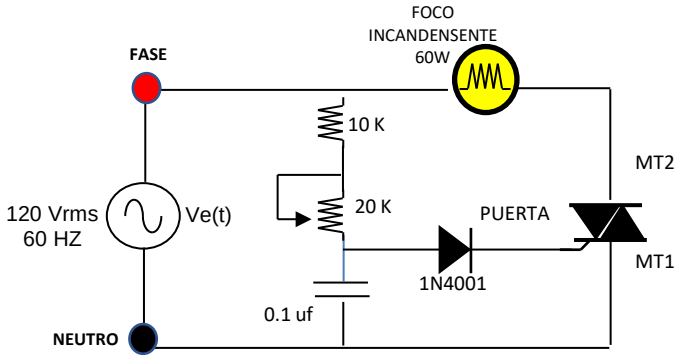


Figura 8.6

Posición	V_{Inst}	θD (+)	θC (+)
1			
2			
3			
4			

Tabla 8.2

7. Desconecte el circuito.

8. Invierta el diodo, de la manera que se observa en la figura 8.7. Conecta el circuito a la línea.

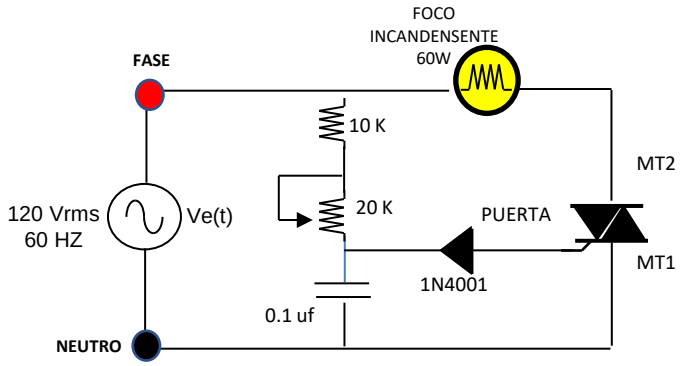


Figura 8.7

9. Repita el paso 2. Llene la tabla 8.3. con los valores que se te piden para 4 diferentes posiciones del potenciómetro. **Dibuje las señales visualizadas para cada caso**. Anota los comentarios pertinentes de lo que sucede. ($V_{inst,}$: Voltaje instantáneo; θD : Ángulo de Disparo; θC : Ángulo de Conducción.)

10. Desconecte el circuito.

Posición	V_{Inst}	θD (-)	θC (-)
1			
2			
3			
4			

Tabla 8.3

CUESTIONARIO

1. ¿A qué se refiere la especificación del fabricante **“ALL QUADRANT”** (TODOS LOS CUADRANTES)?

2. ¿Cuantos métodos de disparo existen para los SCR y TRIAC´s? Explique ampliamente.

3. ¿Será posible hacer operar al TRIAC como un SCR y viceversa? Explique ampliamente.

4. ¿Qué otros dispositivos puedes utilizar para disparar a un TRIAC?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE A
BIBLIOGRAFÍA

1. **Timothy J. Maloney**
   ELECTRÓNICA INDUSTRIAL MODERNA
   Prentice Hall
   Tercera Edición

2. **Thomas L. Floyd**
   DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
   Pearson
   Octava Edición

3. **Muhammad H. Rashid**
   ELECTRÓNICA DE POTENCIA
   Prentice Hall

4. **Heinz Piest**
   ELECTRÓNICA DE POTENCIA IV
   Edibosco

5. **Charles K. Alexander**
   FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELECTRÓNICOS
   Mc Graw Hill

6. **Ramón Pallas Areny**
   ADQUISICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE SEÑALES
   Boixareu Editores

7. **Daniel W. Hart**
   ELECTRÓNICA DE POTENCIA
   Prentice Hall

APÉNDICE B
HOJAS TÉCNICAS

1N4001, 1N4002, 1N4003, 1N4004, 1N4005, 1N4006, 1N4007

1N4004 and 1N4007 are Preferred Devices

Axial Lead Standard Recovery Rectifiers

This data sheet provides information on subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general−purpose low−power applications.

Features

- Shipped in plastic bags, 1000 per bag
- Available Tape and Reeled, 5000 per reel, by adding a "RL" suffix to the part number
- Available in Fan−Fold Packaging, 3000 per box, by adding a "FF" suffix to the part number
- These devices are manufactured with a Pb−Free external lead finish only*

Mechanical Characteristics

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 0.4 gram (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead and Mounting Surface Temperature for Soldering Purposes: 220°C Max. for 10 Seconds, 1/16 in. from case
- Polarity: Cathode Indicated by Polarity Band

*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

ON Semiconductor®

http://onsemi.com

LEAD MOUNTED RECTIFIERS
50−1000 VOLTS
DIFFUSED JUNCTION

CASE 59−10
AXIAL LEAD
PLASTIC

MARKING DIAGRAM

AL = Assembly Location
1N400x = Device Number
x = 1, 2, 3, 4, 5, 6 or 7
YY = Year
WW = Work Week

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 3 of this data sheet.

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2004
December, 2004 − Rev. 9

1

Publication Order Number:
1N4001/D

2N6027, 2N6028

Preferred Device

Programmable Unijunction Transistor

Programmable Unijunction Transistor Triggers

Designed to enable the engineer to "program" unijunction characteristics such as R_{BB}, η, I_V, and I_P by merely selecting two resistor values. Application includes thyristor–trigger, oscillator, pulse and timing circuits. These devices may also be used in special thyristor applications due to the availability of an anode gate. Supplied in an inexpensive TO–92 plastic package for high–volume requirements, this package is readily adaptable for use in automatic insertion equipment.

- Programmable — R_{BB}, η, I_V and I_P
- Low On–State Voltage — 1.5 Volts Maximum @ I_F = 50 mA
- Low Gate to Anode Leakage Current — 10 nA Maximum
- High Peak Output Voltage — 11 Volts Typical
- Low Offset Voltage — 0.35 Volt Typical (R_G = 10 k ohms)
- Device Marking: Logo, Device Type, e.g., 2N6027, Date Code

MAXIMUM RATINGS (T_J = 25°C unless otherwise noted)

Rating	Symbol	Value	Unit
*Power Dissipation Derate Above 25°C	P_F $1/\theta_{JA}$	300 4.0	mW mW/°C
*DC Forward Anode Current Derate Above 25°C	I_T	150 2.67	mA mA/°C
*DC Gate Current	I_G	±50	mA
Repetitive Peak Forward Current 100 ≤s Pulse Width, 1% Duty Cycle *20 ≤s Pulse Width, 1% Duty Cycle	I_{TRM}	 1.0 2.0	Amps
Non–Repetitive Peak Forward Current 10 ≤s Pulse Width	I_{TSM}	5.0	Amps
*Gate to Cathode Forward Voltage	V_{GKF}	40	Volts
*Gate to Cathode Reverse Voltage	V_{GKR}	–5.0	Volts
*Gate to Anode Reverse Voltage	V_{GAR}	40	Volts
*Anode to Cathode Voltage(1)	V_{AK}	±40	Volts
Operating Junction Temperature Range	T_J	–50 to +100	°C
*Storage Temperature Range	T_{stg}	–55 to +150	°C

*Indicates JEDEC Registered Data

(1) Anode positive, R_{GA} = 1000 ohms
Anode negative, R_{GA} = open

ON Semiconductor

http://onsemi.com

PUTs
40 VOLTS
300 mW

TO–92 (TO–226AA)
CASE 029
STYLE 16

PIN ASSIGNMENT	
1	Anode
2	Gate
3	Cathode

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 7 of this data sheet.

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2000
May, 2000 – Rev. 2

1

Publication Order Number:
2N6027/D

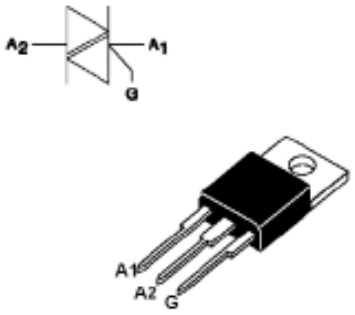
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

BTA08 S/A
BTB08 S/A

SENSITIVE GATE TRIACS

FEATURES

- VERY LOW I_{GT} = 10mA max
- LOW I_H = 25mA max
- BTA Family :
  INSULATING VOLTAGE = 2500$V_{(RMS)}$
  (UL RECOGNIZED : E81734)



TO220AB
(Plastic)

DESCRIPTION

The BTA/BTB08 S/A triac family are high performance glass passivated PNPN devices.
These parts are suitables for general purpose applications where gate high sensitivity is required. Application on 4Q such as phase control and static switching.

ABSOLUTE RATINGS (limiting values)

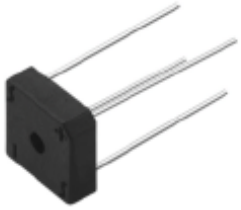
Symbol	Parameter			Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (360° conduction angle)	BTA	Tc = 75°C	8	A
		BTB	Tc = 80°C		
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (Tj initial = 25°C)		tp = 8.3 ms	84	A
			tp = 10 ms	80	
I^2t	I^2t value		tp = 10 ms	32	A^2s
dI/dt	Critical rate of rise of on-state current Gate supply : I_G = 50mA di_G/dt = 0.1A/µs		Repetitive F = 50 Hz	10	A/µs
			Non Repetitive	50	
Tstg Tj	Storage and operating junction temperature range			- 40 to + 150 - 40 to + 110	°C °C
Tl	Maximum lead temperature for soldering during 10 s at 4.5 mm from case			260	°C

Symbol	Parameter	BTA / BTB08-			Unit
		400 S/A	600 S/A	700 S/A	
V_{DRM} V_{RRM}	Repetitive peak off-state voltage Tj = 110°C	400	600	700	V

KBPC1, KBPC6 Series

Vishay High Power Products

Single Phase Rectifier Bridge, 3 A, 6 A



D-72

FEATURES

- Suitable for printed circuit board or chassis mounting
- Compact construction
- High surge current capability
- Compliant to RoHS directive 2002/95/EC

RoHS COMPLIANT

DESCRIPTION

The KBPC series of single phase rectifier bridge consists of four silicon junctions connected as a full bridge. These devices are intended for general use in industrial and consumer equipment.

PRODUCT SUMMARY	
$I_{O(AV)}$	3.0 A, 6.0 A
V_{RRM}	50 V to 1000 V

MAJOR RATINGS AND CHARACTERISTICS				
SYMBOL	CHARACTERISTICS	KBPC1	KBPC6	UNITS
I_O		3	6	A
I_{FSM}	50 Hz	50	125	A
	60 Hz	55	137	
I^2t	50 Hz	12.5	78	A^2s
	60 Hz	11.4	71	
V_{RRM}	Range	50 to 1000		V
T_J		- 40 to 150		°C

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

VOLTAGE RATINGS				
PART NUMBER		V_{RRM}, MAXIMUM REPETITIVE PEAK REVERSE VOLTAGE V	V_{RSM}, MAXIMUM NON-REPETITIVE PEAK REVERSE VOLTAGE V	V_{RMS}, MAXIMUM RECOMMENDED RMS SUPPLY VOLTAGE V
KBPC1005	KBPC6005	50	50	20
KBPC102	KBPC602	200	200	80
KBPC104	KBPC604	400	400	125
KBPC106	KBPC606	600	600	250
KBPC108	KBPC608	800	800	380
KBPC110	KBPC610	1000	1000	500

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR®

February 2007

LM741
Single Operational Amplifier

Features

- Short Circuit Protection
- Excellent Temperature Stability
- Internal Frequency Compensation
- High Input Voltage Range
- Null of Offset

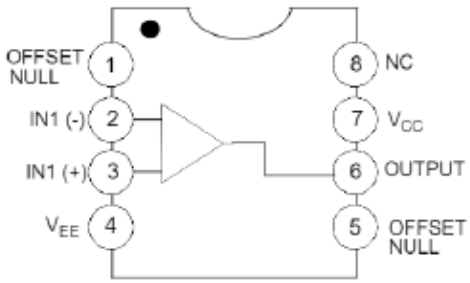
Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers. It is intended for a wide range of analog applications. The high gain and wide range of operating voltage provide superior performance in intergrator, summing amplifier, and general feedback applications..

Ordering Information

Part Number	Operating Temp. Range	Pb-Free	Package	Packing Method	Marking Code
LM741CN	0 ~ +70°C	YES	8-DIP	Rail	LM741CN
LM741CM		YES	8-SOP	Rail	LM741CM
LM741CMX		YES	8-SOP	Tape & Reel	LM741CM

Internal Block Diagram



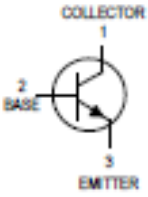
©2007 Fairchild Semiconductor Corporation

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by BC546/D

Amplifier Transistors
NPN Silicon

BC546, B
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



CASE 29–04, STYLE 17
TO–92 (TO–226AA)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}		6.0		Vdc
Collector Current — Continuous	I_C		100		mAdc
Total Device Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D		625 5.0		mW mW/°C
Total Device Dissipation @ T_C = 25°C Derate above 25°C	P_D		1.5 12		Watt mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}		−55 to +150		°C

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic		Symbol	Min	Typ	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS						
Collector–Emitter Breakdown Voltage (I_C = 1.0 mA, I_B = 0)	BC548 BC547 BC548	$V_{(BR)CEO}$	65 45 30	— — —	— — —	V
Collector–Base Breakdown Voltage (I_C = 100 μAdc)	BC548 BC547 BC548	$V_{(BR)CBO}$	80 50 30	— — —	— — —	V
Emitter–Base Breakdown Voltage (I_E = 10 μA, I_C = 0)	BC548 BC547 BC548	$V_{(BR)EBO}$	6.0 6.0 6.0	— — —	— — —	V
Collector Cutoff Current (V_{CE} = 70 V, V_{BE} = 0) (V_{CE} = 50 V, V_{BE} = 0) (V_{CE} = 35 V, V_{BE} = 0) (V_{CE} = 30 V, T_A = 125°C)	 BC548 BC547 BC548 BC546/547/548	I_{CES}	 — — — —	 0.2 0.2 0.2 —	 15 15 15 4.0	 nA μA

REV 1

© Motorola, Inc. 1996

MOTOROLA

SURGE

QUALITY ON BOARD

1N5225 THRU 1N5262 ZENERS

Type	Nominal Zener voltage[2] at I_{ZT} V_Z V	Test current I_{ZT} mA	Maximum Zener impedance[1] at I_{ZT} Z_{ZT} Ω	at I_{ZK} = 0.25 mA Z_{ZK} Ω	Typical temperature coefficient α_{VZ} %/K	Maximum reverse leakage current I_R µA	Test voltage Suffix A V_R V	Suffix B V_R V	Maximum regulator current[3] I_{ZM} mA
1N5225	3.0	20	29	1600	−0.075	50	0.95	1.0	152
1N5226	3.3	20	28	1600	−0.070	25	0.95	1.0	138
1N5227	3.6	20	24	1700	−0.065	15	0.95	1.0	126
1N5228	3.9	20	23	1900	−0.060	10	0.95	1.0	115
1N5229	4.3	20	22	2000	−0.055	5	0.95	1.0	106
1N5230	4.7	20	19	1900	±0.030	5	1.9	2.0	97
1N5231	5.1	20	17	1600	±0.030	5	1.9	2.0	89
1N5232	5.6	20	11	1600	+0.038	5	2.9	3.0	81
1N5233	6.0	20	7	1600	+0.038	5	3.3	3.5	76
1N5234	6.2	20	7	1000	+0.045	5	3.8	4.0	73
1N5235	6.8	20	5	750	+0.050	3	4.8	5.0	67
1N5236	7.5	20	6	500	+0.058	3	5.7	6.0	61
1N5237	8.2	20	8	500	+0.062	3	6.2	6.5	55
1N5238	8.7	20	8	600	+0.065	3	6.2	6.5	52
1N5239	9.1	20	10	600	+0.068	3	6.7	7.0	50
1N5240	10	20	17	600	+0.075	3	7.6	8.0	45
1N5241	11	20	22	600	+0.076	2	8.0	8.4	41
1N5242	12	20	30	600	+0.077	1	8.7	9.1	38
1N5243	13	9.5	13	600	+0.079	0.5	9.4	9.9	35
1N5244	14	9.0	15	600	+0.082	0.1	9.5	10	32
1N5245	15	8.5	16	600	+0.082	0.1	10.5	11	30
1N5246	16	7.8	17	600	+0.083	0.1	11.4	12	28
1N5247	17	7.4	19	600	+0.084	0.1	12.4	13	27
1N5248	18	7.0	21	600	+0.085	0.1	13.3	14	25
1N5249	19	6.6	23	600	+0.086	0.1	13.3	14	24
1N5250	20	6.2	25	600	+0.086	0.1	14.3	15	23
1N5251	22	5.6	29	600	+0.087	0.1	16.2	17	21
1N5252	24	5.2	33	600	+0.087	0.1	17.1	18	19.1
1N5253	25	5.0	35	600	+0.089	0.1	18.1	19	18.2
1N5254	27	4.6	41	600	+0.090	0.1	20	21	16.8
1N5255	28	4.5	44	600	+0.091	0.1	20	21	16.2
1N5256	30	4.2	49	600	+0.091	0.1	22	23	15.1
1N5257	33	3.8	58	700	+0.092	0.1	24	25	13.8
1N5258	36	3.4	70	700	+0.093	0.1	26	27	12.6
1N5259	39	3.2	80	800	+0.094	0.1	29	30	11.6
1N5260	43	3.0	93	900	+0.095	0.1	31	33	10.6
1N5261	47	2.7	105	1000	+0.095	0.1	34	36	9.7
1N5262	51	2.5	125	1100	+0.096	0.1	37	39	8.9

[1] The Zener impedance is derived from the 60 Hz AC voltage which results when an AC current having an RMS value equal to 10% of the Zener current (I_{ZT} or I_{ZK}) is superimposed on I_{ZT} or I_{ZK}. Zener impedance is measured at two points to insure a sharp knee on the breakdown curve and to eliminate unstable units.
[2] Valid provided that leads at a distance of 10 mm from case are kept at ambient temperature.
[3] Measured under thermal equilibrium and DC test conditions.

SURGE COMPONENTS, INC. 1016 GRAND BLVD., DEER PARK, NY 11729
PHONE (631) 595-1818 FAX (631) 595-1283 www.surgecomponents.com

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by C106/D

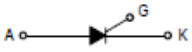
Silicon Controlled Rectifier
Reverse Blocking Triode Thyristors

C106 Series*
*Motorola preferred devices

. . . Glassivated PNPN devices designed for high volume consumer applications such as temperature, light, and speed control; process and remote control, and warning systems where reliability of operation is important.

- Glassivated Surface for Reliability and Uniformity
- Power Rated at Economical Prices
- Practical Level Triggering and Holding Characteristics
- Flat, Rugged, Thermopad Construction for Low Thermal Resistance, High Heat Dissipation and Durability

SCRs
4 AMPERES RMS
50 thru 600 VOLTS



CASE 77-08
(TO-225AA)
STYLE 2

MAXIMUM RATINGS (T_J = 25°C unless otherwise noted.)

Rating		Symbol	Value	Unit
Peak Repetitive Forward and Reverse Blocking Voltage(1) (R_{GK} = 1 kΩ) (T_C = –40° to 110°C)	C106F C106A C106B C106D C106M	V_{DRM} or V_{RRM}	 50 100 200 400 600	Volts
RMS Forward Current (All Conduction Angles)		$I_{T(RMS)}$	4	Amps
Average Forward Current (T_A = 30°C)		$I_{T(AV)}$	2.55	Amps
Peak Non-repetitive Surge Current (1/2 Cycle, 60 Hz, T_J = –40 to +110°C)		I_{TSM}	20	Amps
Circuit Fusing (t = 8.3 ms)		I^2t	1.65	A^2s
Peak Gate Power		P_{GM}	0.5	Watt
Average Gate Power		$P_{G(AV)}$	0.1	Watt
Peak Forward Gate Current		I_{GFM}	0.2	Amp

1. V_{DRM} and V_{RRM} for all types can be applied on a continuous basis. Ratings apply for zero or negative gate voltage; however, positive gate voltage shall not be applied concurrent with negative potential on the anode. Blocking voltages shall not be tested with a constant current source such that the voltage ratings of the devices are exceeded. (cont.)

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

© Motorola, Inc. 1995

MOTOROLA