

## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**Profesor:** Ing. Giovanni Baquero.

### **LABORATORIO ELECTRONICA de POTENCIA**

#### **Objetivos:**

Al finalizar el semestre, el estudiante debe estar familiarizado con los dispositivos y el control de potencia para diferentes aplicaciones, sus características y su uso, el diseño y utilización de circuitos y dispositivos driver para los dispositivos de potencia, y el manejo térmico de todos los elementos de potencia.

#### **Metodología**

Se pueden hacer grupos de 3 personas máximo aunque esto dependerá de la cantidad de estudiantes por curso), para los preinformes, informes de las prácticas, montajes, proyectos, pero las notas son de carácter individual.

Todas las prácticas serán preparadas antes del laboratorio, las horas de trabajo en el laboratorio básicamente son para la prueba, puesta a punto y revisión de las prácticas.

Las practicas y proyectos deben montarse en el protoboard, y los estudiantes deben llegar con ellas listas para que el laboratorio se use solo para mediciones y comprobaciones.

Los informes de laboratorio anexaran al correspondiente preinforme, las mediciones y observaciones de la práctica realizada, con lo cual se podrá hacer la comparación respectiva entre los resultados obtenidos y los esperados.

En cuanto a la evaluación del laboratorio, durante el desarrollo de la práctica, se realizaran preguntas a cada persona (que afectaran la calificación individual), Se supone que todos los estudiantes han preparado cada práctica. **EL INFORME DE LABORATORIO POR GRUPO SE RECOGERÁ EN LA SIGUIENTE SESIÓN.**

Se supone que el estudiante tiene conocimiento de maquinas eléctricas, circuitos eléctricos y domina electrónica análoga I y electrónica análoga II.

Se debe conseguir la información técnica del fabricante (Data sheet) de cada componente que se use, especialmente de los componentes de estado sólido antes de entrar al laboratorio. La pueden obtener con la ayuda de Internet o fotocopiándola de los manuales que están en el laboratorio. (NO ECG!)

**Es necesario ser cuidadoso al manipular voltajes superiores a 40 V!**

## **PRACTICAS DE LABORATORIO:**

A continuación solo se enunciará el orden de las clases y prácticas, las cuales serán dadas específicamente en la segunda semana de clases, junto con su duración en sesiones.

**Práctica # 1. Características de conmutación de los Diodos, y rectificadores monofásicos  
Carga resistiva.**

**Práctica # 2. Rectificadores monofásicos: Carga RC**

**Práctica # 3. Rectificadores monofásicos: Carga RL**

**Práctica # 4. Rectificadores trifásicos.**

**Práctica # 5. Características de los tiristores: El SCR en DC y en AC.**

**Práctica # 6. Control de fase de Tiristores: DIMMER con UJT y SCR.**

**Práctica # 7. Control de fase de Tiristores: DIMMER con Diac y TRIAC.**

**Práctica # 8. Control de fase para SCR usando el método de rampa con Amplificadores Operacionales.**

**Práctica # 9. INVERSOR S-PWM: modulación BIPOLAR.**

**Práctica # 10. CONVERTIDORES DC-DC: CHOPPER ELEVADOR.**

***NOTA IMPORTANTE: SE EXIGIRÁ CUMPLIMIENTO EN LA ENTREGA DE LAS PRACTICAS, POR CADA SESION DE LABORATORIO DE ATRASO EN LA PRESENTACION DE LAS PRACTICAS SE RESTARÁ UNA UNIDAD A LA NOTA DE DICHA PRACTICA.***

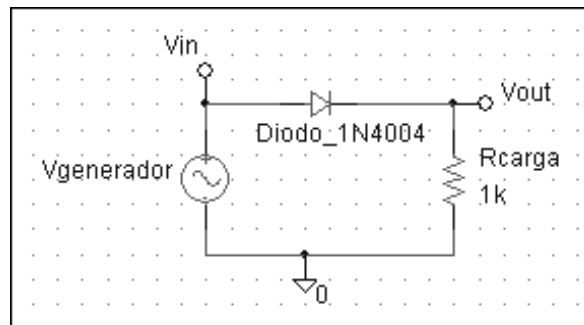
## **Práctica # 1. Características de CONMUTACION: Diodos**

Recomendaciones de Seguridad, Uso de las tierras, Aislamiento de tierras, Sondas.

### **PARTE A: Características de Conmutación: Diodo de Propósito General y Diodo de recuperación inversa**

- **Diodo de Propósito general : características de conmutación:**

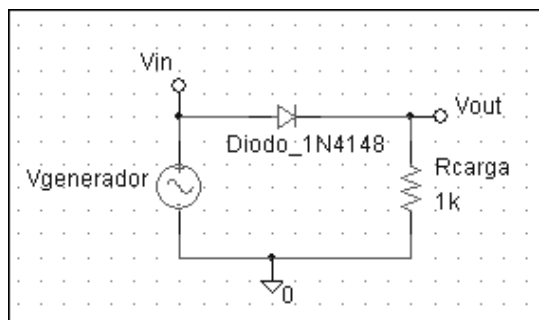
Monte un rectificador de media onda con el Diodo 1N4004 alimentado con un generador de funciones como fuente de AC SENOIDAL, para una frecuencia de 60 Hz, 600Hz, 6KHz, 60KHz, 600 KHz, 1Mhz, 3MHZ. Coloque una carga de 1kohms 1/2W.



1. Con la ayuda del osciloscopio compare las señales de entrada y salida.
2. Mida los valores de voltaje dc y rms, sobre la carga con un multímetro y compare los valores con los calculados.
3. Cuando se presente recuperación inversa en el diodo mida el tiempo de recuperación inversa:  $T_{rr}$  y la corriente de recuperación inversa:  $I_{rr} = V_{rr} / R_{carga}$ .
4. Consigne las observaciones en el informe, compare con las simulaciones, los cálculos teóricos y el data sheet.

- ♦ **El diodo de Potencia: FAST RECOVERY: características de conmutación:**

Cambie el diodo por un 1N4148 y repita todo el procedimiento anterior.



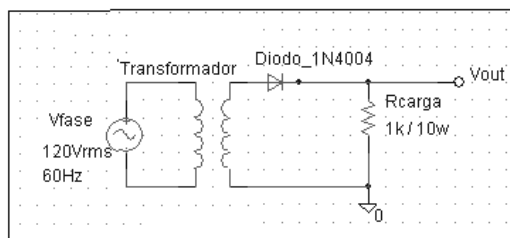
## Práctica # 1. Características de CONMUTACION: Diodos: PARTE B: RECTIFICADORES MONOFASICOS CARGA R

Para los circuitos rectificadores siguientes, utilice:

- ◆ Diodos **1N4004**,
- ◆ Transformador entrada: 120 Vrms/60Hz, Salida con tap central: 12Vrms-0V-12Vrms, o Salida con tap central: 9Vrms-0Vrms-9Vrms.
- ◆ Carga: resistencia 1Kohm / 10 watos.

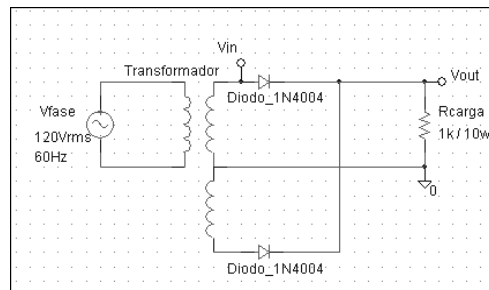
### Rectificador media onda:

1. Observe las formas de onda de los voltajes de entrada y salida.
2. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
3. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.



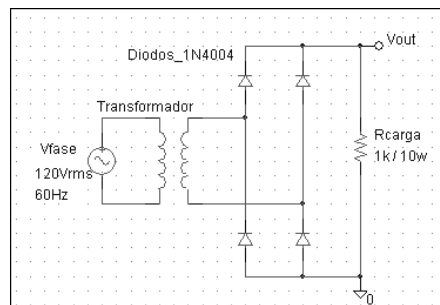
### Rectificador onda completa con tap central:

1. Observe las formas de onda de los voltajes de entrada (secundarios) y salida.
2. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
3. Compare con los cálculos teóricos (completos) y las simulaciones.



### Rectificador onda completa puente:

1. Observe las formas de onda del voltaje de entrada (secundario) y salida.
2. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
3. Compare con los cálculos teóricos (completos) y las simulaciones.



## **ASPECTOS A EVALUAR INFORME LABORATORIO No1:**

1. Marco teórico: Tipos de Diodos PG y FR, y recuperación inversa del diodo (Trr,Irr)
2. Marco teórico: Funcionamiento y Características reales del Multímetro, Sondas atenuadas, Osciloscopio
3. Marco teórico rectificadores carga R:  $\frac{1}{2}$  onda, onda completa Tap central y onda completa tipo Puente.
4. Cálculos teóricos completos Rectificadores carga R, V<sub>dc</sub>, I<sub>dc</sub>, p<sub>dc</sub>, V<sub>ac</sub>, I<sub>ac</sub>, P<sub>ac</sub>, I<sub>rms</sub>, S<sub>ent</sub>,  $\eta_{carga}$ ,  $\eta_{ent-sal}$ =TUF
5. Datasheet Diodos Usados en el LAB o tabla datos obtenidos en el datasheet: Trr, Irr.
6. Simulaciones parte A, características del diodo graficas y datos simulación Irr, Trr.
7. Simulaciones parte B, Graficas y datos simulación, V<sub>dc</sub>.....etc
8. Laboratorio: parte A graficas y datos medidos Trr, Irr
9. Laboratorio: parte B graficas y valores medidos V<sub>dc</sub>, V<sub>ac</sub>
10. Parte A: Análisis de resultados y comparación recuperación inversa  
  
Trr: simulación-osciloscopio-datasheet  
  
Irr: simulación-osciloscopio-datasheet
11. Comparación características diodo fast-recovery y diodo de propósito general
12. Parte B: Análisis de resultados y comparación rectificadores carga R  
  
V<sub>dc</sub>: multímetro-simulación-osciloscopio  
  
V<sub>ac</sub>: multímetro-simulación-osciloscopio  
  
TUF: practica-simulación-cálculos
13. Análisis y argumentación limitaciones en el funcionamiento del multímetro: comparación Datos laboratorio y marco teórico
14. Análisis y argumentación limitaciones en el funcionamiento de las sondas atenuadas y el osciloscopio, comparación Datos laboratorio y marco teórico
15. Bibliografía y uso de las referencias bibliográficas en el documento

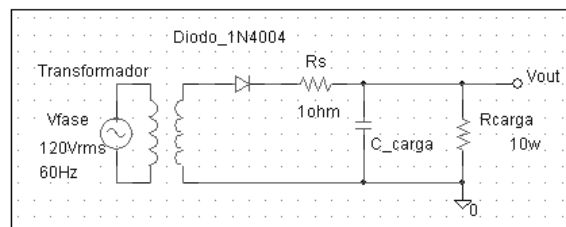
## **Práctica #2. Rectificadores monofásicos: Carga RC**

Para los circuitos rectificadores siguientes, utilice:

- ♦ Diodos **1N4004**,
- ♦ **Transformador**: entrada: 120 Vrms, Salida con tap central: 12Vrms-0V-12Vrms, o Salida con tap central: 9Vrms-0Vrms-9Vrms.
- ♦ **Resistencias 1ohm/ 1/2watio.** (Función: Resistencias sensoras de corriente).
- ♦ **Resistencias de carga**: Escoger entre 50ohms/10watos, y 1Kohms/10watos.
- ♦ **Condensadores**: Escoger entre 47microfaradios, a 3300microfaradios/35voltios.

### **PARTE A: Rectificador de media onda con carga RC**

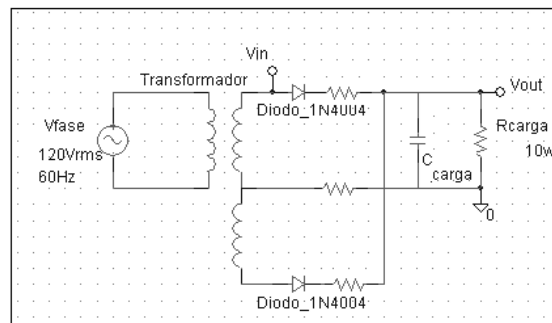
Monte un rectificador de media onda como se muestra en la figura, conecte la carga según las especificaciones dadas de valores de resistencia y condensador de carga, para que representen **Dos Diferentes casos: Un rizado “pequeño” y un rizado “grande”**.



1. Observe las formas de onda del voltaje de entrada (secundario) y voltaje de salida, y corriente de salida.
2. Observe la forma sobre la resistencia sensora de corriente, equivalente a la corriente que pasa por el diodo y a la corriente entregada por la fuente.
3. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
4. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.

### **PARTE B: Rectificador de Onda Completa a TAP central con carga RC**

Monte un rectificador de media onda como se muestra en la figura, conecte la carga según las especificaciones dadas de valores de resistencia y condensador de carga, para que representen **Dos Diferentes casos: Un rizado “pequeño” y un rizado “grande”**.

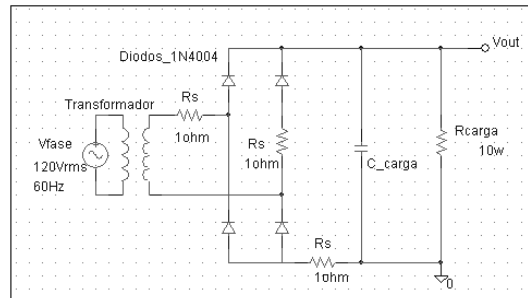


1. Observe las formas de onda del voltaje de entrada (secundario) y voltaje de salida, y corriente de salida.
2. Observe la forma de onda sobre las resistencias sensoras de corriente: corriente de diodo, corriente de entrada (secundario) y corriente en la carga RC.

3. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
4. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.

### **PARTE C: Rectificador de Onda Completa con carga RC**

Monte un rectificador de media onda como se muestra en la figura, conecte la carga según las especificaciones dadas de valores de resistencia y condensador de carga, para que representen **Dos Diferentes casos: Un rizado “pequeño” y un rizado “grande”**.



1. Observe las formas de onda del voltaje de entrada (secundario) y voltaje de salida, y corriente de salida.
2. Observe la forma de onda sobre las resistencias sensoras de corriente: corriente de diodo, corriente de entrada (secundario) y corriente en la carga RC.
3. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
4. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.

### **ASPECTOS A EVALUAR INFORME LABORATORIO No2:**

1. Marco Teórico de las 3 topologías: Rectificadores monofásicos:  $\frac{1}{2}$  onda, onda completa a Tap central y Puente con carga RC
2. Cálculos Teóricos para cada topología de rectificador:  $V_{dc}$ ,  $I_{dc}$ ,  $p_{dc}$ ,  $V_{oac}$ ,  $I_{oac}$ ,  $P_{oac}$ ,  $I_{rms}$ ,  $S_{ent}$ ,  $\eta_{carga}$ ,  $\eta_{ent-sal}$ , TUF, F.P (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
3. Simulaciones Rectificadores monofásicos con carga RC, Graficas y datos simulación,  $V_{dc}$ ...etc (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
4. Laboratorio: graficas de Voltajes y Corrientes (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
5. Laboratorio: valores medición de Voltajes y Corrientes (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
6. Análisis y comparación: Formas onda: teoría-simulación-laboratorio (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
7. Análisis y comparación: Datos: Cálculos-simulación-mediciones lab (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
8. Análisis TUF: factor de utilización del transformador (3 topologías - paramétrico 2 casos RC)
9. Análisis efecto de saturación del transformador, por el efecto del pulso de corriente (En el caso en que se presente)
10. Bibliografía y uso de las referencias bibliográficas en el documento

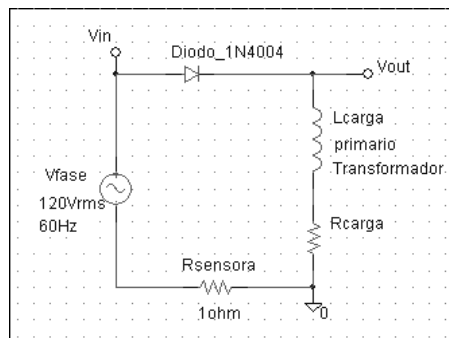
### **Práctica # 3. Rectificadores monofásicos: Carga RL**

Para los circuitos rectificadores siguientes, utilice:

- ♦ Diodos 1N4004,
- ♦ **BOBINA LABORATORIO: L aprox 0,5Henrrios - 5 Henrrios. (Primario Tansformador).**
- ♦ **Resistencias 1ohm/ 1/2watio.** (Función: Resistencias sensoras de corriente).
- ♦ **Resistencias de carga:** Escoger entre 100ohms/10watos, a 1Kohms/10watos.

#### **PARTE A: Rectificador de media onda con carga inductiva (RL).**

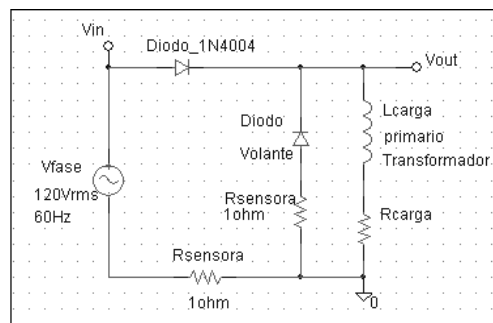
Monte un rectificador de media onda con diodos 1N4004, y alimente directamente con la red AC de 120 Vrms-60Hz. Coloque una carga RL: resistencia escoger para tener **Dos Diferentes casos**, en serie a una inductancia (primario de los transformadores del laboratorio, típicamente del orden de 0,5H a 5H).



1. Con la ayuda del osciloscopio compare las formas de onda: entrada (Vred eléctrica), sobre la carga RL (Vout) y sobre Rsensora de corriente (Icarga=Ientrada=Idiodo).
2. Si se presenta, mida el ángulo de extensión de conducción del diodo.
3. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
4. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.

#### **PARTE B: Rectificador de media onda con carga inductiva (RL) con diodo volante.**

Monte un rectificador de media onda con diodos 1N4004, y alimente directamente con la red AC de 120 Vrms-60Hz. Coloque una carga RL: resistencia escoger para tener **Dos Diferentes casos**, en serie a una inductancia (primario de los transformadores del laboratorio, típicamente del orden de 0,5H a 5H).



1. Con la ayuda del osciloscopio compare las formas de onda: entrada (Vred eléctrica), sobre la carga RL (Vout), sobre Rsensora de corriente (Ifuente=Idiodo principal), sobre resistencia sensora (Idiodo volante), y sobre la resistencia de carga (Icarga).
2. Si se presenta, mida el ángulo de extensión de conducción del diodo.

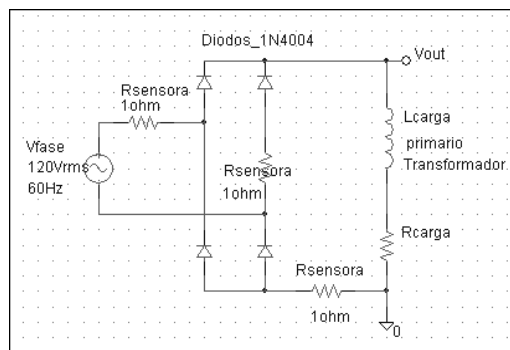


3. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
4. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.

### **PARTE C: Rectificador de onda completa con carga inductiva (RL).**

Monte un rectificador de media onda con diodos 1N4004, y alimente directamente con la red AC de 120 Vrms-60Hz. Coloque una carga RL: resistencia escoger para tener **Dos Diferentes casos**, en serie a una inductancia (primario de los transformadores del laboratorio, típicamente del orden de 0,5H a 5H).

1. Con la ayuda del osciloscopio compare las formas de onda: entrada (Vred eléctrica), sobre la carga RL (Vout), sobre Rsensora de corriente (Ifuente), sobre resistencia sensora (Idiodo), y sobre la resistencia sensora de carga (Icarga).
2. Si se presenta, mida el ángulo de extensión de conducción del diodo.
3. Con ayuda del multímetro mida los valores RMS y DC a la entrada y salida.
4. Compare con los cálculos teóricos y las simulaciones.



### **ASPECTOS A EVALUAR INFORME LABORATORIO No3:**

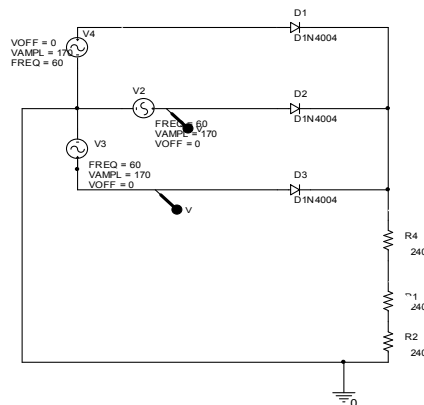
1. Marco Teórico de las 3 topologías: Rectificadores monofásicos:  $\frac{1}{2}$  onda,  $\frac{1}{2}$  onda con diodo volante y Puente con carga RL
2. Cálculos Teóricos para cada topología de rectificador: Vode, Iode, podc, Voac, Ioac, Poac, Ifrms, Sent,  $\eta$ carga,  $\eta$ ent-sal, F.P (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
3. Simulaciones Rectificadores monofásicos con carga RL, Graficas y datos simulación, Vode...etc (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
4. Simulaciones Rectificadores monofásicos con carga RL, Fourier corriente de entrada y factor de potencia
5. Laboratorio: graficas de Voltajes y Corrientes (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
6. Laboratorio: valores medición de Voltajes y Corrientes (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
7. Análisis y comparación: Formas onda: teoría-simulación-laboratorio, (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
8. Análisis y comparación: Datos: Cálculos-simulación-mediciones lab, (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
9. Análisis F.P. (factor de potencia), (3 topologías - paramétrico 2 casos RL)
10. Bibliografía y uso de las referencias bibliográficas en el documento

#### Práctica # 4. Rectificadores no controlados: trifásicos.

UTILICE COMO CARGA 3 bombillos de filamento resistivo de 60Watts/120Vrms. (Por ningún motivo use bombillas LFC).

##### • Rectificador trifásico de media onda

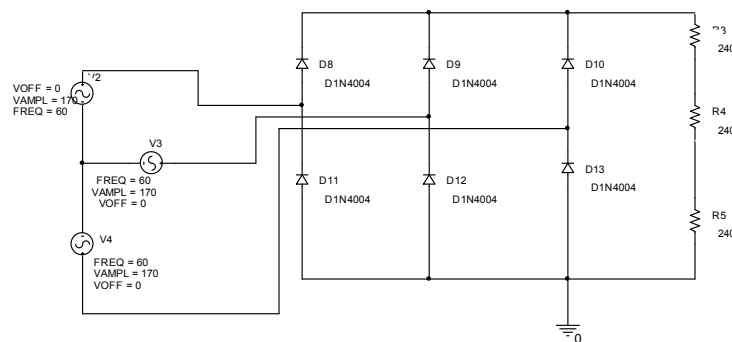
Tomando como alimentación la red trifásica (R, S, T, N) construya un rectificador de media onda trifásico y utilice como carga bombillas. Utilice un breaker (termomagnético) de protección. Mida el voltaje de salida (Pico, RMS, Medio) con la ayuda del osciloscopio y del multímetro. Compare con los valores teóricos y saque sus propias conclusiones. Calcule la potencia sobre la carga.



Consigne las observaciones en el informe, y compare con las simulaciones.

##### ♦ Rectificador trifásico en puente

Tomando como alimentación la red trifásica (R, S, T) construya un rectificador trifásico en puente y utilice como carga bombillas. Utilice un breaker (termomagnético) de protección. Mida el voltaje de salida (Pico, RMS, Medio) con la ayuda del osciloscopio y del multímetro. Compare con los valores teóricos y saque sus propias conclusiones. Calcule la potencia sobre la carga.



Adicionalmente, analice que sucede si en un rectificador real los diodos fallan, y sus fusibles de protección en serie actúan abriendo dichos diodos. Haga dicho análisis para un diodo, dos diodos y tres diodos al azar.

Consigne las observaciones en el informe, y compare con las simulaciones.

#### **ASPECTOS A EVALUAR INFORME LABORATORIO No4:**

1. Marco Teórico de las 2 topologías: Rectificadores trifásico simple y rectificador trifásico puente.
2. Cálculos Teóricos para las dos topologías de rectificador:  $V_{dc}$ ,  $I_{dc}$ ,  $p_{dc}$ ,  $V_{oac}$ ,  $I_{oac}$ ,  $P_{oac}$ ,  $I_{frms}$ ,  $S_{ent}$ ,  $\eta_{carga}$ ,  $\eta_{ent-sal}$ , TUF, F.P
3. Simulaciones Rectificadores trifásicos con carga R, Graficas y datos simulación,  $V_{dc}$ .....etc (2 topologías)
4. Simulaciones Rectificadores trifásicos con carga R, (2 topologías), Fourier corriente de entrada y factor de potencia
5. Laboratorio: graficas de Voltajes y Corrientes (2 topologías)
6. Laboratorio: valores medición de Voltajes y Corrientes (2 topologías)
7. Análisis y comparación: Formas onda: teoría-simulación–laboratorio, (2 topologías)
8. Análisis y comparación: Datos: Cálculos-simulación-mediciones lab (2 topologías), (efecto real - modelo no lineal, del bombillo de filamento)
9. Análisis: Factor de Potencia, (2 topologías)
10. Bibliografía y uso de las referencias bibliográficas en el documento

## **Práctica # 5. El SCR en DC y en AC.**

Para los circuitos, utilice:

- ♦ **Tiristores:** SCR C106. y **Disipador.**
- ♦ **Diodo led.**
- ♦ **Fuentes de alimentación DC:** 5Vdc, y Fuente DC Variable.
- ♦ **Resistencias:** 100Kohms, 200Kohm, 470Kohm, 1Mohm, 10Mohm. (disponibles como Rgate).
- ♦ **Resistencia de carga:** 20ohms / 3watos.
- ♦ **Resistencia diodo Led:** 470ohms- 1/2Watos.
- ♦ **Bombilla:** 120Voltios/100Watos, y roseta (para facilitar la conexión).

### **PARTE A: Características de los tiristores: El SCR en DC**

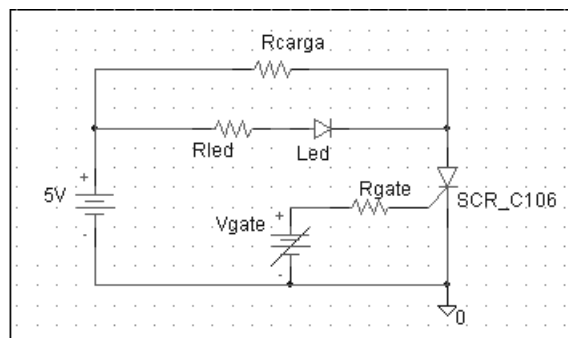
Alimente una carga de 20ohms en serie con un SCR con una fuente fija D. C. de 5V. (Coloque la carga del lado del ánodo), Coloque una resistencia (Rgate) apropiada en serie con la compuerta del SCR y una fuente variable.

1. Alimente el circuito y varíe el voltaje de alimentación del circuito de compuerta hasta cuando el SCR se encienda, para verificar esto coloque el diodo led de tal manera que este se encienda cuando el SCR se active. Determine la corriente de gate de encendido del SCR, como:

$$I_{gate\ (on)} = V_{gate\ (on)} / R_{gate}$$

Compare la corriente de gate ( $I_{gate}$ ), obtenida con el data sheet ( $I_{gt}$ ).

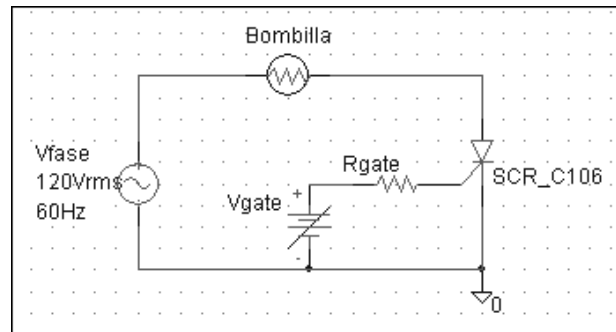
2. Una vez encendido el SCR, quite la corriente de la compuerta. Observe que pasa con el SCR.
3. Como se puede apagar el SCR.



### **PARTE B: Características de los tiristores: El SCR en AC**

Alimente una bombilla de 120Vrms/60w a 100w en serie con un SCR. Coloque la carga al lado del ánodo, Coloque una resistencia (Rgate) apropiada en serie con la compuerta del SCR y una fuente variable.

1. Alimente el circuito y varíe el voltaje de alimentación del circuito de compuerta, (con lo cual varia la corriente de gate), mida el voltaje ánodo-cátodo para diferentes puntos de activación y diferentes corrientes de  $I_g$  de encendido. Gracias al osciloscopio observe que pasa con el SCR, que puede decir de la relación entre  $V_{ak}$  y  $I_{gate}$ .
2. Quite la corriente de la compuerta, que sucede.
3. Apagúe la fuente de voltaje del circuito de compuerta, con lo cual la corriente de gate será cero, retire el disipador del SCR, y caliente el dispositivo, y observe que sucede. (para lo cual use un encendedor o un cautín).

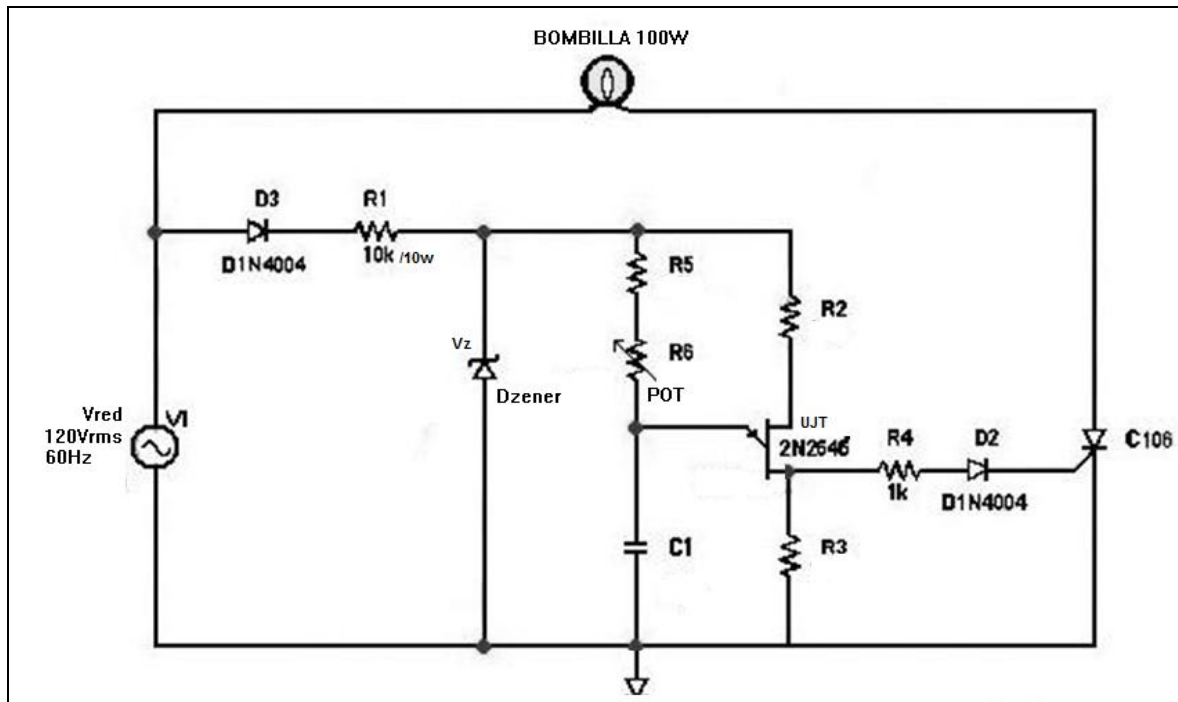


#### **ASPECTOS A EVALUAR INFORME LABORATORIO No5:**

1. Marco Teórico Tiristores, curva característica SCR, encendido, apagado efecto térmico
2. Marco teórico: Datasheet SCR
3. Marco teórico: investigación Modelo y/o subcircuito pspice - altium del SCR
4. Parte A: Cálculo  $R_g$
5. Parte A: Medición  $V_g$  y obtención  $I_{gt}$  en laboratorio
6. Parte A: Análisis y comparación  $I_{GT}$  datasheet  $V_s$  obtenida en el laboratorio
7. Parte A: Análisis comportamiento encendido, y Comportamiento apagado
8. Parte B: Gráficas LAB (osciloscopio:  $V_{ak}$ )
9. Parte B: Medición  $V_g(on)$ ,  $I_{gate}(on)$ ,  $V_{ak}(on)$ , para cada caso
10. Parte B: Análisis comportamiento en AC  $V_{ak}(on)$  Versus  $I_g(on)$
11. Parte B: Análisis: Efecto térmico, cuando  $I_g=0$ , y se aplica temperatura al SCR
12. Bibliografía y uso de las referencias bibliográficas en el documento

## **Práctica # 6. El SCR: RECTIFICACION CONTROLADA: Control de Fase 0-180°: DIMMER con UJT-SCR**

Diseñe y construya un circuito para control de fase de un SCR usando un UJT (transistor monojuntura), DIMMER para red 120Vrms-60Hz. Teniendo como carga una bombilla de 60-100Watts. Compare los resultados con la teoría.



Recomendación: escoja la topología mas adecuada para lograr acercarse lo mejor posible al control de fase de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ .

### **ASPECTOS A EVALUAR:**

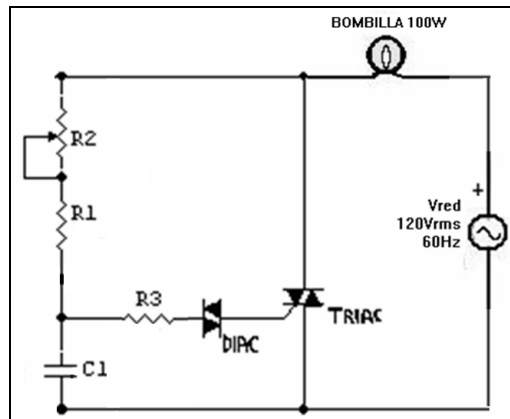
- 1) preinforme: Marco Teórico y cálculos del diseño.
- 2) funcionamiento

## **Práctica # 7. El SCR: RECTIFICACION CONTROLADA: Control de Fase 0-180°: DIMMER con DIAC**

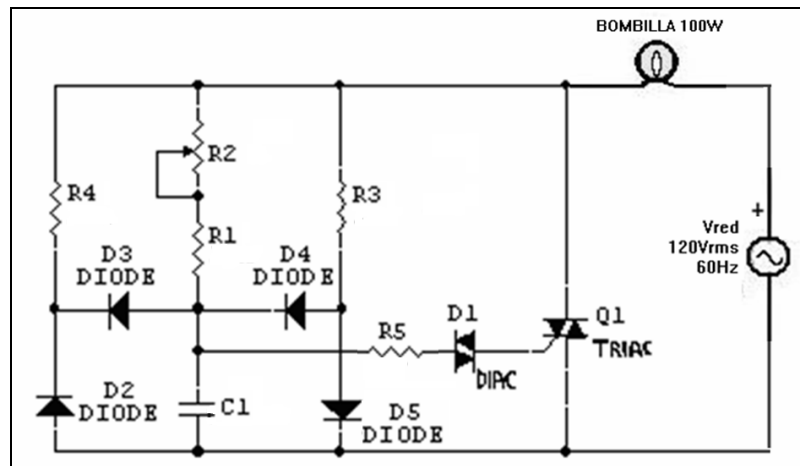
Diseñe y construya un circuito para control de fase de un TRIAC, usando un Diac, DIMMER para red 120Vrms-60Hz. Teniendo como carga una bombilla de 60-100Watts. Compare los resultados con la teoría.

**PRESENTE SOLO UNO DE LOS SIGUIENTES MONTALES:**

**CONTROL DE FASE BASICO:**



**CONTROL DE FASE SIN HISTERESIS:**



**Recomendación:** escoja la topología mas adecuada para lograr acercarse lo mejor posible al control de fase de 0° a 180°.

**ASPECTOS A EVALUAR:**

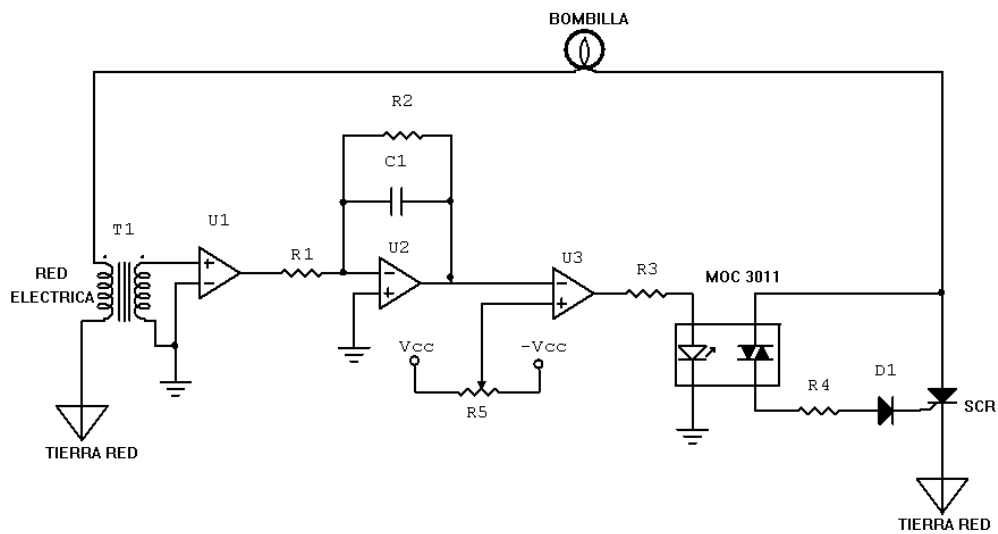
- 1) preinforme: Marco Teórico y cálculos del diseño.
- 2) Funcionamiento

## Práctica #8. Control de Fase: Método de rampa, usando amplificadores operacionales

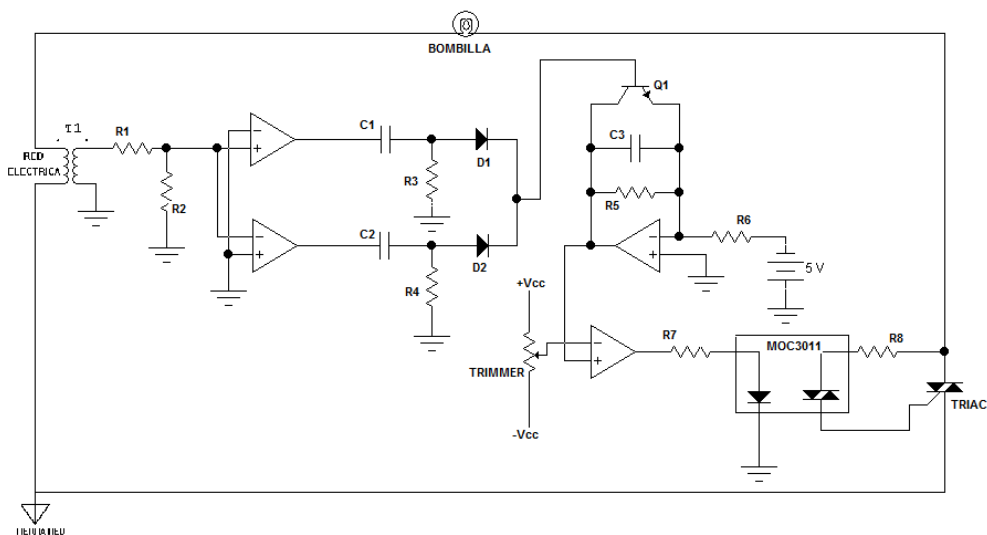
Diseñe y construya un circuito para control de fase usando el método de rampas. La rampa debe estar sincronizada con la red 120Vrms-60Hz. Teniendo como carga una bombilla de 100Watts, Compare los resultados con la teoría. El circuito de control implementado con amplificadores operacionales e integradores, la señal de disparo deberá estar optoacoplada al SCR o al TRIAC.

PRESENTE SOLO UNO DE LOS SIGUIENTES MONTALES:

### CONTROL DE RAMPA PARA SCR:



### CONTROL DE RAMPA PARA TRIAC:



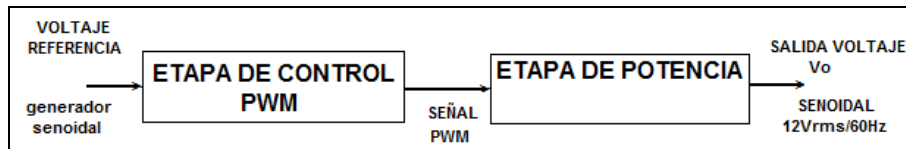
### ASPECTOS A EVALUAR:

- 1) preinforme: Marco Teórico y cálculos del diseño.
- 2) funcionamiento



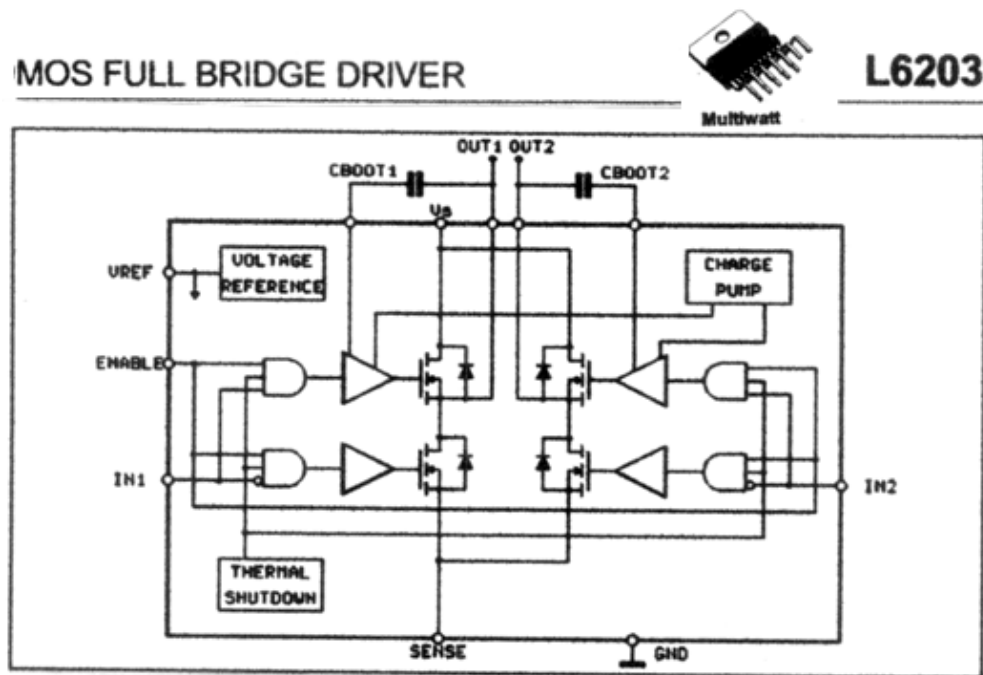
## Práctica # 9: Inversor S-PWM

Escoja, diseñe y construya un Inversor senoidal-pwm en medio puente o puente completo, modulado bipolarmente y alimentado con un banco de baterías o una fuente de 24Vdc, para obtener una salida senoidal filtrada de 12Vrms/60hz, que alimente una carga de 20ohms/10W.



**Recomendación:** Puede utilizar un puente de transistores integrado tipo full-bridge-driver **L6203**, O CONSTRUIR EL PUENTE DISCRETO A PARTIR DE MOSFETS INDEPENDIENTES.

### PUENTE INVERSOR: L6203: DIAGRAMA DE CONEXIONES: MODULACION BIPOLAR



### MODULACION BIPOLAR: L6203

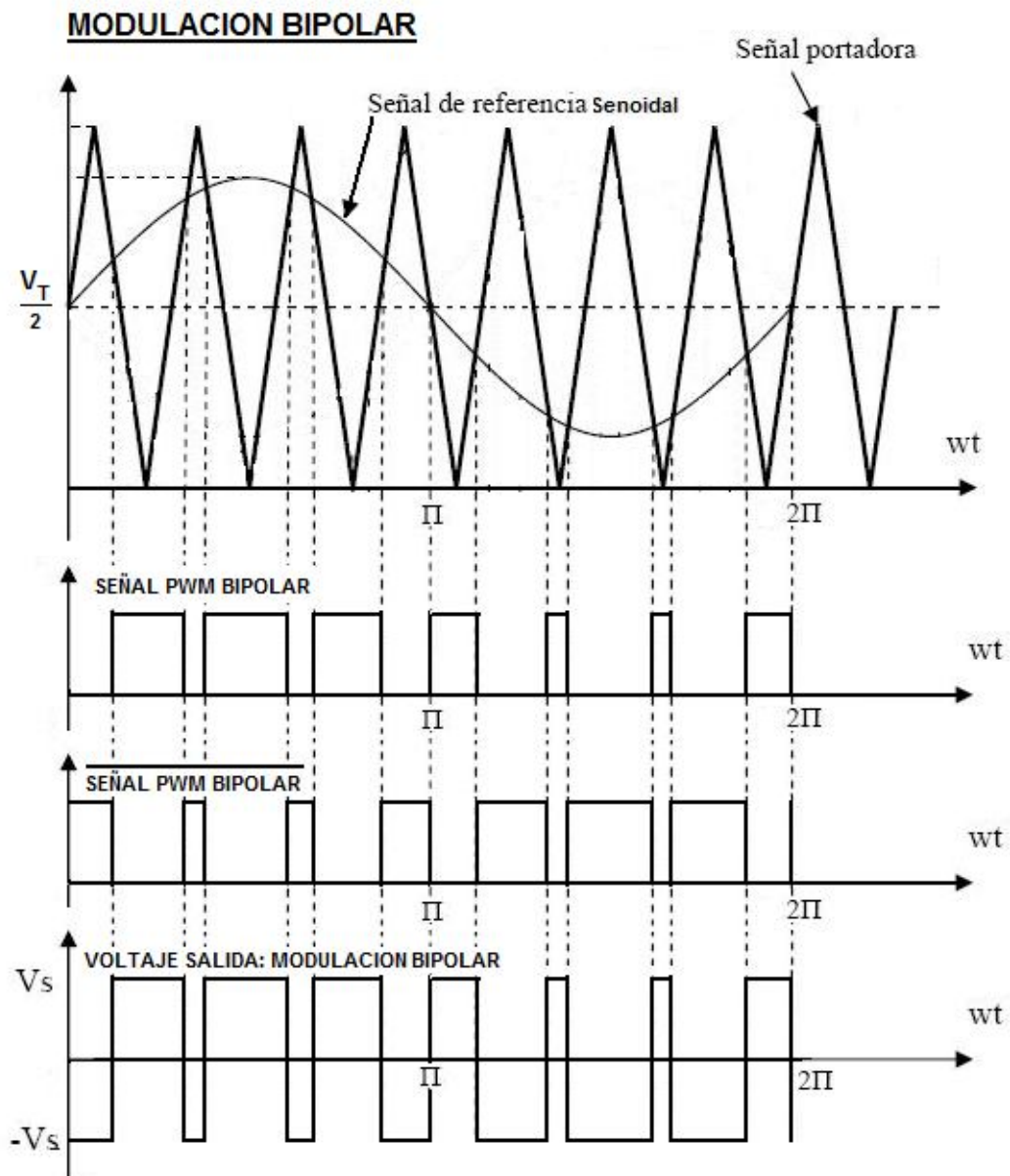
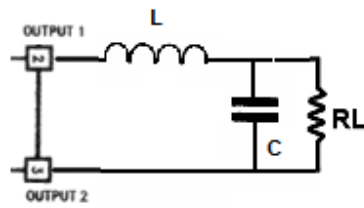
**FRECUENCIA DE PWM RECOMENDADA  $F_{pwm}=40kHz$**

INPUT 1 = SEÑAL PWM BIPOLAR

INPUT 2 =  $\overline{\text{SEÑAL PWM BIPOLAR}}$

ENABLE = "1" = Vref.

**RECOMENDACIÓN: DISEÑE UN FILTRO DE SALIDA PASA-BAJO LC:**



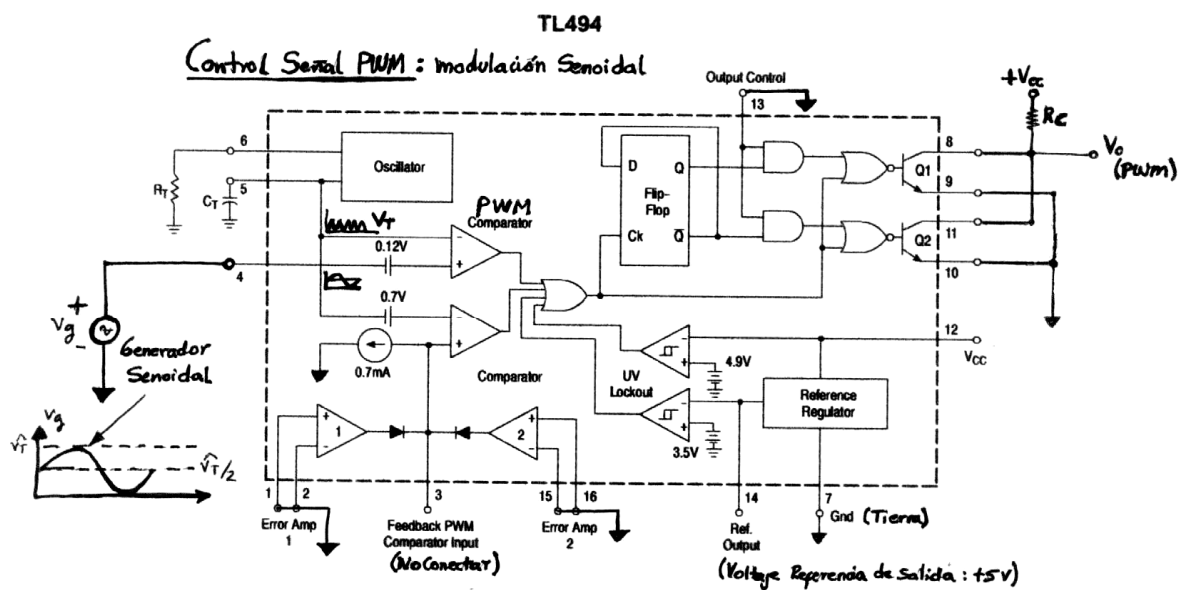
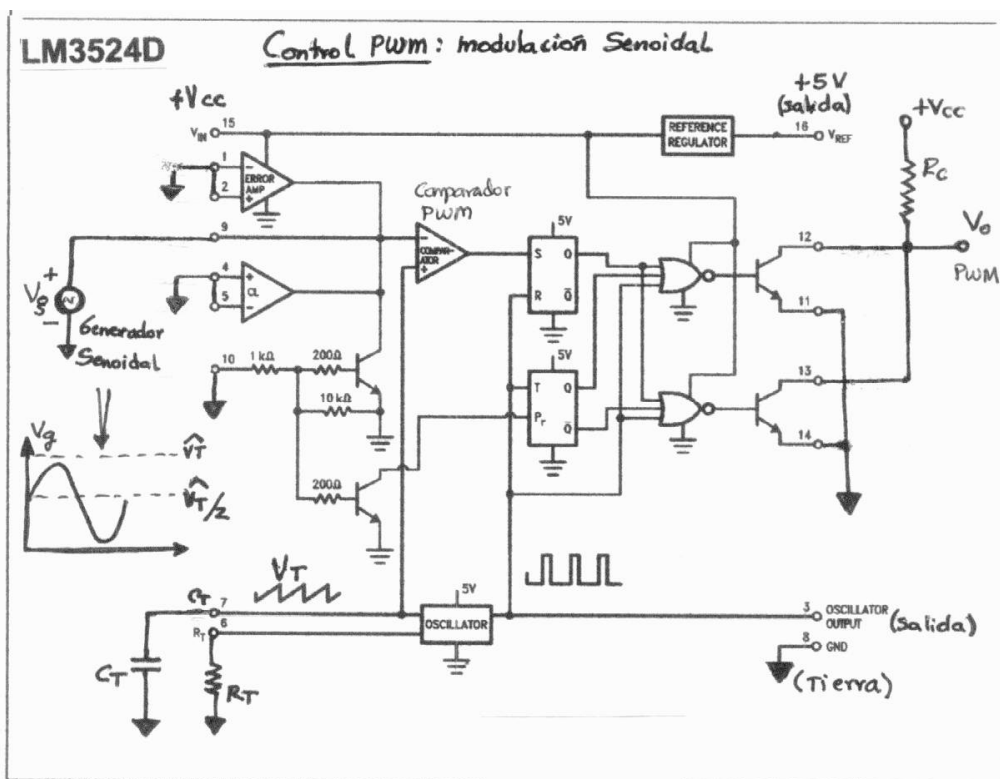


Figure Representative Block Diagram

### ASPECTOS A EVALUAR:

- 1) preinforme: Marco Teórico y cálculos del diseño.
- 2) funcionamiento

## **Práctica # 10. PWM: Conversores CC-CC: Elevador**

Monte el circuito de control PWM para chopper usando un chip LM3524 o TL494 (por ejemplo).

Diseñe y monte un Elevador fijo de 12Vdc a 36Vdc, para una carga de 100ohms/10W.

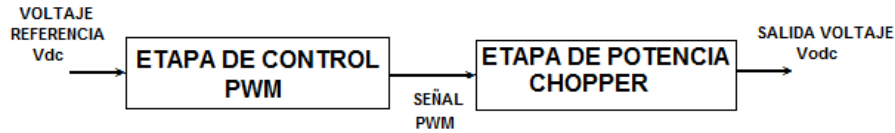
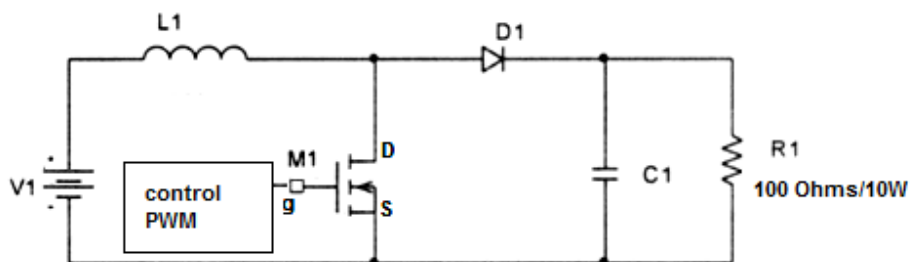
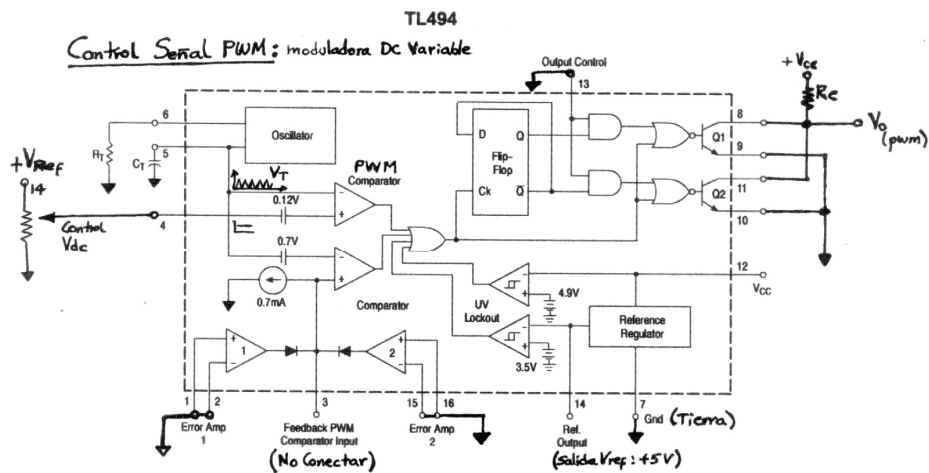


DIAGRAMA CHOPPER ELEVADOR:



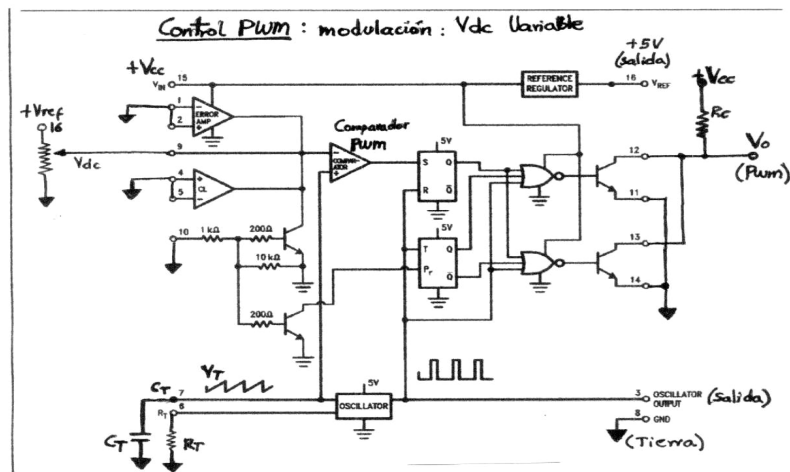
**CONTROL PWM:**



**Figure**    **Representative Block Diagram**

NOTA:  $V_{cc} = +12V_{dc}$ ,  $R_c = 200\Omega / 1Watt$ ,  $R_T$  y  $C_T$  se ajustan para obtener la frecuencia de PWM.

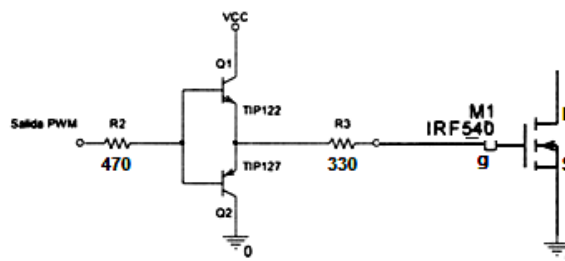
## LM3524D



NOTA:  $V_{cc} = +12V_{dc}$ ,  $R_c = 200\Omega / 1Watt$ ,  $R_T$  y  $C_T$  se ajustan para obtener la frecuencia de PWM.

### DISPARO DE TRANSISTORES con CIRUITO DRIVER PUSH-PULL

Acople el circuito integrado de control PWM, a el gate del transistor MOSFET IRF540, (EN SU DEFECTO PUEDE USAR: IRF630, IRF740, IRF840,.....ETC), Usando un driver push-pull, como el mostrado en la figura, Para el Driver puede usar transistores complementarios, POR EJEMPLO: TIP122-TIP127, TIP31C-TIP32C, TIP41-TIP42, 2N3804-2N3906.



Observé las señales de entrada de PWM, salida del driver push-pull, y salida sobre la resistencia de carga acoplada al transistor de potencia MOSFET.

### ASPECTOS A EVALUAR:

- 1) preinforme: Marco Teórico y cálculos del diseño.
- 2) funcionamiento

*El diseño incluye: cálculos de chopper, cálculos y construcción del inductor y el data-sheet de los dispositivos electrónicos utilizados.*

**Giovanni Baquero Rozo**

*Profesor*