

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL



UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE BIOTECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOINGENIERIA

ACADEMIA DE BIOINGENIERIA

**MANUAL DE PRACTICAS PARA EL
LABORATORIO DE ELECTRONICA I**

**TIPO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE:
TEORICO-PRACTICO**

HORAS PRÁCTICA/SEMANA: 3.0

Elaborado por:
M. en C. Engelbert Eduardo Linares González



PLAN 2006

INDICE

<i>Indice</i>	2
<i>Prologo</i>	3
<i>Practica #1: DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES</i>	4
<i>Practica #2: EL DIODO COMO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA Y ONDA COMPLETA</i>	13
<i>Practica #3: EL DIODO COMO LIMITADOR DE TENSION</i>	22
<i>Practica #4: TRANSISTOR BJT</i>	27
<i>Practica #5: POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR</i>	36
<i>Practica #6: EL TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR DIFERENCIAL</i>	42
<i>Practica #7: EL TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO</i>	49
<i>Practica #8: DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA SCR, TRIAC, DIAC</i>	56
<i>Practica #9: APLICACIONES CON OPTO-ELECTRÓNICA</i>	66
<i>Practica #10: PROYECTO DE LABORATORIO</i>	74
<i>APENDICES</i>	75



PROLOGO

El presente manual de prácticas correspondiente a la asignatura teórica practica de Electrónica I plan 2006, comprende la cantidad de nueve prácticas y un proyecto final definido como practica diez que corresponden al curso de un semestre de la materia.

Estos ejercicios fueron clasificados como básicos y describen la operación de los elementos electrónicos usuales, las prácticas presentan la operación y diseño en ciertas condiciones de trabajo, los dispositivos y la de aplicación corresponden tanto a la utilización de los dispositivos en prototipos elementales que ejemplifican el uso de estos, así como a la presentación de un proyecto personal a desarrollarse en las últimas sesiones del laboratorio.

Bajo lo anterior descrito, este manual completa la serie de actividades teórico-practicas que proporcionan al alumno de la materia de Electrónica I, las habilidades necesarias para el manejo de los dispositivos electrónicos más usuales en el área de la Ingeniería en Biomédica.

M. en C. Engelbert Eduardo. Linares G.

PRACTICA No 1 DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES

OBJETIVO GENERAL

Describir el funcionamiento de un diodo semiconductor e interpretar su curva característica.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar las terminales de distintos tipos de diodos mediante el multímetro.
- Determinar el estado del diodo (conducción) aplicando la polarización directa e inversa.
- Construir la curva característica (real) de los diodos semiconductores.

INTRODUCCIÓN

Unas cuantas décadas que han seguido a la introducción del transistor, hacia finales de los años cuarenta, han sido testigos de un cambio asombroso en la industria de la electrónica. La miniaturización que se ha lograda nos ha dejado sorprendidos de sus alcances. Sistemas completos aparecen ahora sobre una oblea de silicio, miles de veces más pequeña que un solo elemento de las redes iniciales. El tipo más simple de dispositivo constituido como un semiconductor es el diodo que desempeña un papel importante en los sistemas electrónicos; Con sus características que son muy similares a la de un interruptor, aparece en una amplia variedad de aplicaciones que van desde las más sencillas a las más complejas.

El diodo semiconductor se forma uniendo un material tipo P con uno tipo N, construidos de la misma base: germanio (Ge) o silicio (Si), mediante técnicas especiales. En el momento en que son unidos los dos materiales, los electrones y los huecos en la región de la unión se combinan, dando por resultado una falta de portadores en la región cercana a la unión. A esta región de iones positivos y negativos descubiertos se le llama región de agotamiento o de empobrecimiento, o barrera de unión, debido a la disminución de portadores en ella.

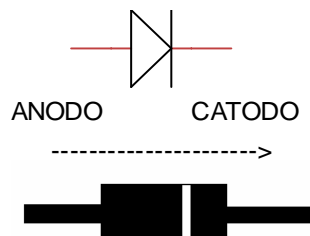


Figura 1.

En la figura 1, se muestra el símbolo y el aspecto físico de un diodo rectificador, la flecha que simboliza el ánodo representa la dirección del "flujo convencional de corriente" y el cátodo se identifica con una banda en los diodos pequeños.

La aplicación de un voltaje a través de sus terminales permite tres posibles polarizaciones:

Sin polarización ($V_D = 0$); Polarización directa ($V_D > 0$) y Polarización inversa ($V_D < 0$).

Un diodo semiconductor tiene polarización inversa cuando se asocia el material tipo P a un potencial negativo y el material tipo N a un potencial positivo.

La polarización directa se da cuando se aplica un voltaje positivo al material tipo P y un potencial negativo al material tipo N.

A la corriente que existe bajo las condiciones de polarización inversa se le llama corriente de saturación inversa (I_S). Mediante el empleo de la física del estado sólido se ha llegado a encontrar que la corriente a través del diodo semiconductor es una función del voltaje aplicado entre sus terminales, de la siguiente manera:

$$I_D = I_S [e^{KV/T} - 1]$$

I_D : es la corriente en el diodo, medida en amperes.

I_S : es el valor de la corriente de saturación inversa, es del orden de los nanoamperes o de microamperes.

K : es una constante que depende también del material del dispositivo, $11600/\eta$ con $\eta=1$ para Ge y $\eta=2$ para Si.

T : es la temperatura ambiente expresada en °K, ($^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$).

MATERIAL

- 4 Diodo de Silicio IN4001 o IN4004.
- 4 Diodos Zener a 9 volts.
- 2 Diodos de Germanio 0A90.
- 4 LED de diferente color.
- 1 Resistor de 220Ω a $1/2 W$.
- 1 Resistor de $1 K\Omega$ a $1/2 W$.
- 1 Resistor variable de $10K\Omega$.
- Tablilla de experimentación (protoboard).
- Multímetros; Analógico y Digital.
- Fuente de voltaje variable de 0 a 30 V.
- Generador de señales.
- Osciloscopio.
- Tres puntas para osciloscopio.
- Juego de alambres para conexión.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1. IDENTIFICACIÓN DE TERMINALES Y PRUEBA DE DIODOS.

- Por observación, identifique el Ánodo y Cátodo de los distintos diodos que esta utilizando, dibuje y anote sus observaciones.
- Empleando un "**MULTIMETRO ANALÓGICO**", como primera prueba, en la función de "OHMS" compruebe el inciso anterior, conectando el ohmetro en los extremos del diodo en polarización directa y polarización inversa, como se indica en la figura 1, reportando en cada caso la resistencia medida:



Fig. 1. Prueba de diodos

- c) Con un *"MULTIMETRO DIGITAL"* en función de *"DIODO"*, realice la medición del voltaje de conducción (V_0) en polarización directa y polarización inversa de cada elemento.

Nota: Tome en cuenta la polaridad de las terminales del multímetro.

EXPERIMENTO 2. CURVA CARACTERISTICA DE UN DIODO SEMICONDUCTOR.

- a) Arme el circuito que se muestra en la figura 2, utilizando un diodo de Silicio, Verificando que los instrumentos se conecten en la polaridad indicada.

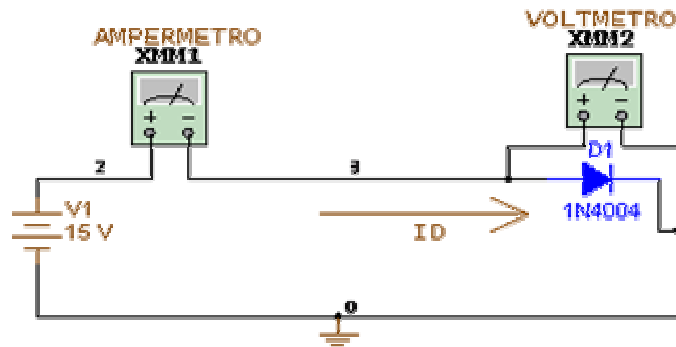


Figura 2.

- b) Partiendo de cero volts, aumente gradualmente la tensión de la fuente V1 en incrementos de 0.1 volts hasta que el diodo alcance su voltaje de conducción, anote los valores de V_D e I_D , en la tabla 1.

TABLA 1

I_D											mA
V_D											VOLTS

- c) Invierta la polaridad del diodo y repita el inciso anterior.
- d) Realice el procedimiento del inciso b, con una de carga R_L de $1\text{ K}\Omega$, como se muestra en la figura 3, mida el voltaje del diodo V_D , la corriente I_D , registre sus datos en la tabla 2.

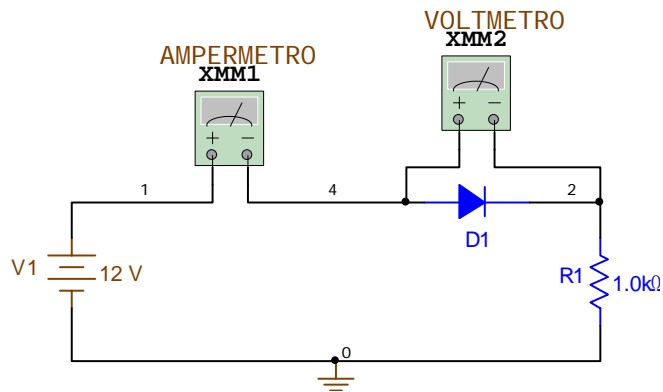


Figura 3:

TABLA 2

I_D											mA
V_D											VOLTS

- e) Repita el inciso b y c, empleando el Diodo Emisor de Luz (LED), como se muestra en la figura 3 y anote las mediciones en la tabla 3.

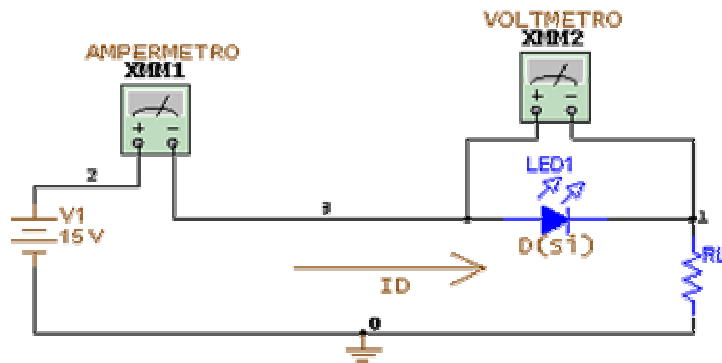


Figura 3.

TABLA 3

I_D											mA
V_D											VOLTS

- f) Construya las graficas de la curva característica de los diodos en polarización directa con los valores obtenidos de las tablas anteriores.
- g) Arme el circuito de la figura 4, utilizando un diodo de Germanio.

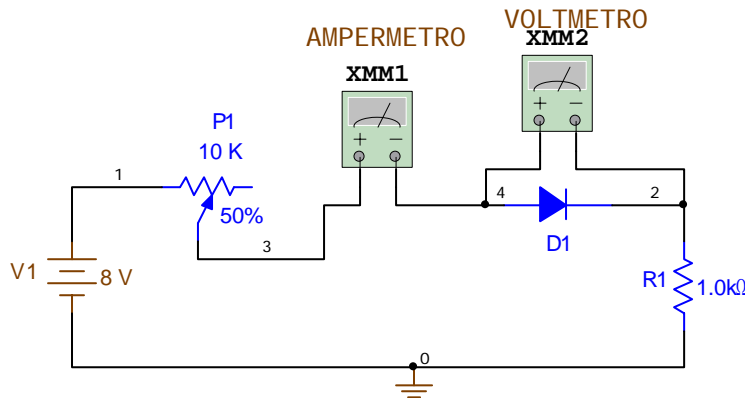


Figura 4.

- h) Ajuste el valor de la fuente de alimentación a 8 Volts y utilizando la resistencia variable de $10K\Omega$, ajuste esta resistencia desde su valor máximo hasta un valor en el que se puedan obtener valores de corriente I_D .
- i) Obtenga los diferentes valores de voltaje en las terminales del diodo al variar la resistencia, hasta obtener un valor de la tensión de conducción, registre los valores.

EXPERIMENTO 3. CARACTERIZACIÓN DE UN DIODO ZENER EN POLARIZACIÓN INVERSA.

- a) Seleccione el diodo Zener de 10 volts y construya el circuito que se muestra en la figura 5.

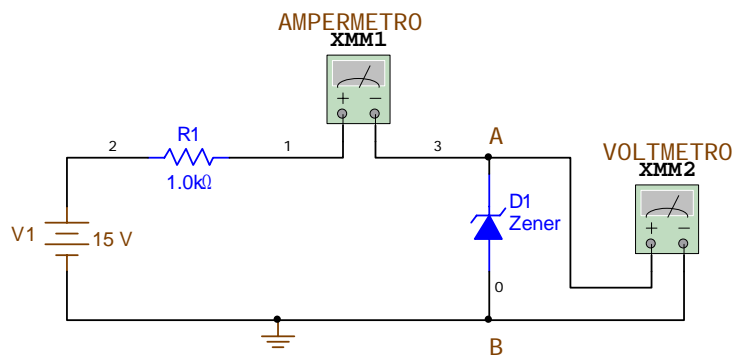


Figura 5.

- b) Partiendo de 0 volts, realice incrementos de voltaje en la fuente V1 hasta alcanzar los 15 volts, y obtenga los valores V_{AB} indicados en la parte superior de la tabla 4 y anote los valores de la corriente I_D correspondiente a cada voltaje V_{AB} indicado.
- c) Partiendo de 0 volts, realice incrementos de voltaje en la fuente V1 hasta alcanzar los 15 volts, y obtenga los valores I_D indicados en la parte media de la tabla 4 y anote los valores de voltaje V_{AB} correspondiente a cada valor de la corriente I_D indicado.

TABLA 4

Voltaje de fuente V1	V_{AB}	I_D mA	R_Z
	0.0		
	2.0		
	6.0		
	7.0		
	10.0		
		2.0	
		5	
		10	
		20	
		30	
		40	
		50	
		60	

- d) Para cada valor de V_{AB} y su correspondiente I_D , calcule la resistencia R_Z del diodo ($R_Z = V_{AB}/I_D$), anote sus resultados en la columna correspondiente.

EXPERIMENTO 4. CARACTERIZACIÓN DE UN DIODO ZENER EN POLARIZACIÓN DIRECTA

- a) Arme el circuito como se muestra en la figura 5.

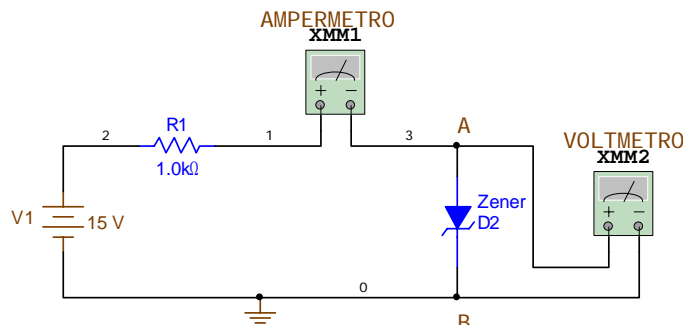


Figura 5

- b) Partiendo de 0 volts, realice incrementos de voltaje en la fuente V1 hasta alcanzar los 15 volts, obtenga los valores V_{AB} indicados en la parte superior de la tabla 5, anote los valores de corriente I_D correspondiente a cada valor de voltaje V_{AB} indicado y obtenga el valor de la resistencia del diodo R_Z .

TABLA 5

V_{AB}	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1
I mA								
R_Z								

- c) Grafique la resistencia del diodo en función del voltaje tanto para la configuración de polarización Directa como en polarización Inversa.

EXPERIMENTO 5.

CARACTERISTICAS DEL DIODO DE GERMANIO EN FRECUENCIAS ALTAS.

- a) Utilice el diodo de Germanio y construya el circuito que se muestra en la figura 6.

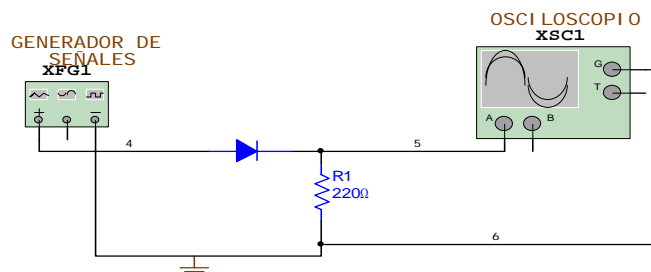


Figura 6.

- b) Ajuste la salida del generador a una señal senoidal de 5 VPP, partiendo de 10 Hz, realice incrementos en la frecuencia hasta un máximo de 20 MHz.
- c) Con el osciloscopio, observe y registre el voltaje pico de la señal de salida obtenida en la resistencia, realice 10 lecturas a diferentes frecuencias.
- d) Reemplace el diodo de germanio por el diodo de Silicio y repita los incisos b y c, anote sus observaciones para cada caso.

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué son los materiales semiconductores intrínsecos y extrínsecos?
2. ¿Qué significa polarización directa y polarización inversa de un diodo?
3. ¿Cuál es la importancia de los semiconductores?
4. Mencione tres ventajas de los dispositivos semiconductores.
5. Explique qué pasa si se aumenta el voltaje de polarización inversa a un diodo semiconductor y se tiene una sobrecarga.
6. Investigue cuatro tipos de diodos y describa el funcionamiento brevemente.
7. Describa el comportamiento de un diodo ideal
8. Explique cómo afecta la temperatura a un material semiconductor.
9. Explique que es la región ZENER.
10. ¿Qué es resistencia estática y resistencia dinámica?
11. Describa la electroluminiscencia en un LED.
12. Cuales son las diferencias entre un diodo de germanio y un diodo de silicio.
13. Explique la respuesta de conducción de corriente de un semiconductor sujeto a frecuencias altas.

PRACTICA No 2 EL DIODO COMO RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA Y ONDA COMPLETA

OBJETIVO GENERAL

Describir el funcionamiento de un diodo semiconductor como elemento de rectificación para una señal senoidal e interpretar la respuesta característica.

OBJETIVO PARTICULAR.

- Utilizar el diodo semiconductor como rectificador de media onda y sus diferentes configuraciones para rectificación de onda completa.
- Identificar las etapas de una fuente de voltaje regulada.
- Experimentar con los elementos que conforman cada una de las etapas de la fuente de voltaje regulada.
- Observar y medir las formas de onda en la salida de cada uno de los rectificadores: de media onda, de onda completa, con filtro capacitivo, y con dispositivo regulador de voltaje.

INTRODUCCIÓN

Diodo Rectificador.

El diodo es el dispositivo semiconductor más antiguo y utilizado, conduce en un sentido, y se opone a la circulación de corriente en el sentido opuesto.

Polarización directa de un diodo. Si se conecta la fuente de tensión al diodo de forma que el potencial negativo este unido al cátodo y el positivo al ánodo se dice que el diodo está en polarización directa. Al aplicar está tensión el diodo conduce.

- Tensión de umbral, Es la tensión, en polarización directa, por debajo de la cual la corriente es muy pequeña (menos del 1% del valor nominal). Por encima de esta tensión la corriente sube rápidamente. Esta tensión es de 0,2-0,3 V en los diodos de Germanio y de 0,6-0,7 V en los diodos de Silicio.

- Resistencia interna. Cuando el diodo trabaja en la zona de polarización directa, con pequeñas variaciones de tensión la corriente aumenta rápidamente, lo único que se opone al paso de la corriente es la resistencia de las zonas "P" y "N", a la suma de estas resistencias se le llama resistencia interna del diodo, $r_B = r_p + r_n$ El valor de esta resistencia depende del nivel de dopado y del tamaño de las zonas "P" y "N". Normalmente la resistencia de los diodos rectificadores es menor de 1 ohmio.

APROXIMACIONES DEL DIODO RECTIFICADOR.

Primera aproximación: el diodo ideal.

Es la aproximación mas simple; se utiliza para obtener respuestas rápidas y es muy útil para la detección de averías, esta aproximación consiste en suponer que en la zona directa el diodo se comporta como un conductor perfecto resistencia nula y en la zona inversa como un aislante perfecto con resistencia infinita, cuando la tensión es muy elevada y la corriente muy pequeña el diodo real se comporta como un diodo ideal.

Segunda aproximación.

En esta aproximación se tiene en cuenta la tensión de umbral. Cuando menor es la tensión aplicada mayor es el error que se introduce con el modelo ideal, por lo cual este puede ser útil.

Tercera aproximación.

Se tiene en cuenta la resistencia interna del diodo, r_B , además de la tensión de umbral.

Una vez que el diodo entra en conducción se considera que la tensión aumenta linealmente con la corriente.

Especificaciones de un diodo rectificador.

Tensión inversa de ruptura: la tensión inversa de ruptura es la máxima tensión en sentido inverso que puede soportar un diodo sin entrar en conducción; esta tensión para un diodo rectificador es destructiva, por ello cuando se diseña un circuito siempre se utiliza un factor de seguridad que no está determinado, sino que depende del diseñador.

Corriente máxima de polarización directa: es el valor medio de corriente para cual el diodo se quema debido a una excesiva disipación de potencia. Este valor nunca se debe alcanzar, al igual que en el caso de la tensión inversa de ruptura se utiliza en diseño un factor de seguridad que suele ser 2. Este valor está expresado en la hoja de características del diodo referido a alimentación monofásica, a resistiva, 50 o 60 Hz y a 75 °C de temperatura.

Celda de tensión con polarización directa: esta medida se realiza con una señal alterna y se obtiene la celda de tensión con polarización directa, para un valor determinado de corriente y una temperatura de 25 °C.

Corriente inversa máxima: es la corriente con polarización inversa para una tensión continua determinada que viene indicada en la hoja de características del diodo.

Rectificación: un circuito rectificador es un circuito que convierte potencia de CA en potencia de CC con el cual se puede suprimir la fuerza electro motriz inversa o bien disponer las conexiones del circuito de modo que las dos mitades de la onda circulen en el mismo sentido en el circuito receptor.

Existen tres configuraciones básicas de rectificadores que son las siguientes: media onda; onda completa con derivación central y onda completa.

Diodo Zener.

El diodo Zener es un dispositivo donde la contaminación se realiza de tal forma que la tensión característica de ruptura o avalancha, V_Z , es muy pronunciada, si la tensión en inverso excede la tensión de ruptura, el diodo normalmente no se destruye, esto siempre que la corriente no exceda un máximo predeterminado y el dispositivo no se sobrecaliente.

Cuando un portador generado en forma térmica atraviesa la barrera de la unión y adquiere energía del potencial aplicado, el portador choca con iones en el cristal e imparte suficiente energía para romper un enlace covalente, además del portador original se genera un nuevo par electrón-hueco que puede tomar suficiente energía del campo aplicado para chocar con iones en otro cristal y crear nuevos pares electrón-hueco, esta acción continua y así se rompen los enlaces covalentes; este proceso se conoce como multiplicación por avalancha o ruptura por avalancha.

La característica de un diodo Zener típico se muestra en la figura 1, el símbolo de circuito para el diodo Zener es diferente del de un diodo regulador y se ilustra en la figura 2, la máxima corriente inversa $I_{Z\text{máx}}$, que puede soportar el diodo depende del diseño y la construcción de este, la corriente de pérdida ($I_{Z\text{min}}$) por debajo del vértice de la curva característica generalmente se supone que es $0.1 I_{Z\text{máx}}$, la utilización de $I_{Z\text{min}}$ asegura que la curva de avalancha permanezca paralela al eje i_D entre $I_{Z\text{max}}$ e $I_{Z\text{min}}$, la cantidad de potencia que el diodo puede soportar es $P_Z = I_{Z\text{max}} V_Z$.

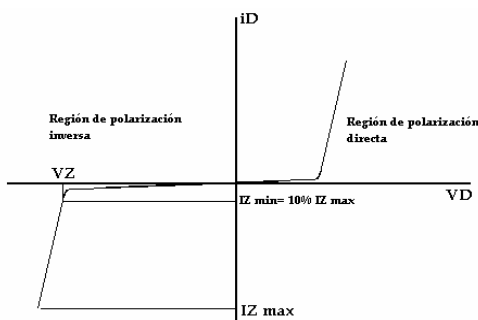


Figura 1.

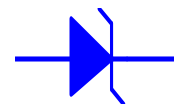


Figura 2. SIMBOLO DEL DIODO ZENER

MATERIAL

- Osciloscopio.
- Multímetro.
- Puntas de prueba.
- Generador de señales.
- Fuente de voltaje.
- 1 Clavija.
- 1 Transformador de 120 VCA a 12VCA ó 18VCA en el secundario con derivación central a 500 mA.
- Un puente rectificador a 1 A.
- 6 Diodos 1N4004.
- 2 pares de Diodos zener para 3, 9 y 12 volts.
- 1 Capacitor de 1000 μF a 25 V.
- 2 circuitos integrados LM7812 o LM7808 con hojas de características.
- Resistencias varias, mayores a $1\text{K}\Omega$.
- Tablilla de experimentación (protoboard).

DESARROLLO

EXPERIMENTO 1.

EL DIODO SEMICONDUCTOR COMO RECTIFICADOR DE ONDA.

- a) Arme el circuito rectificador de media onda que se muestra en la figura 1.

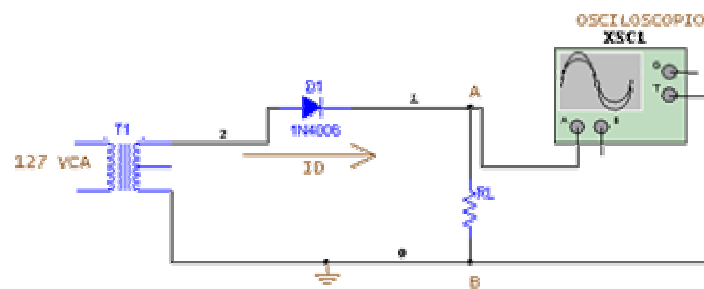


Figura 1

- b) Con en osciloscopio mida la señal de salida en la resistencia de carga y dibuje la forma de onda, además, observe la forma de onda en el diodo y dibújela.
- c) Con el voltímetro, primero en modo de CD y después en modo de CA, medir el voltaje de salida entre los puntos A y B.

- d) Repetir los procedimientos b) y c), polarizando el diodo inversamente.

EXPERIMENTO 2.

- a) Armar el circuito rectificador de onda completa de la figura 2, empleando la derivación central del transformador.

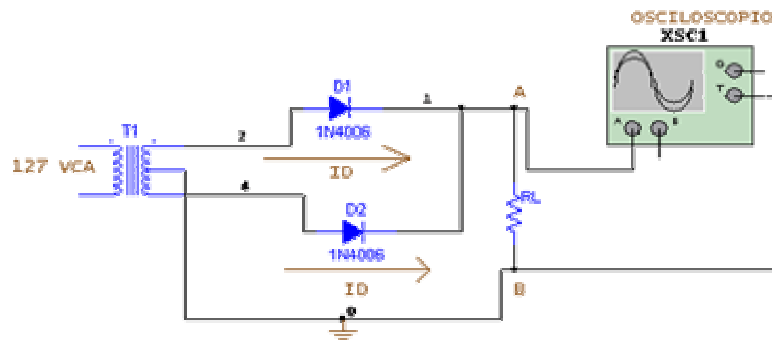


Figura 2

- b) Con un osciloscopio, medir la señal de voltaje de salida en los puntos A y B en la resistencia de carga y dibujar la forma de onda resultante.
- c) Con el voltímetro, primero en modo de CD y después en modo de CA, medir el voltaje de salida entre los puntos A y B.
- d) Repetir los procedimientos b) y c), polarizando los diodos inversamente.

EXPERIMENTO 3.

PUENTE RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA

- a) Armar el circuito rectificador de onda completa que se muestra en la figura 3.

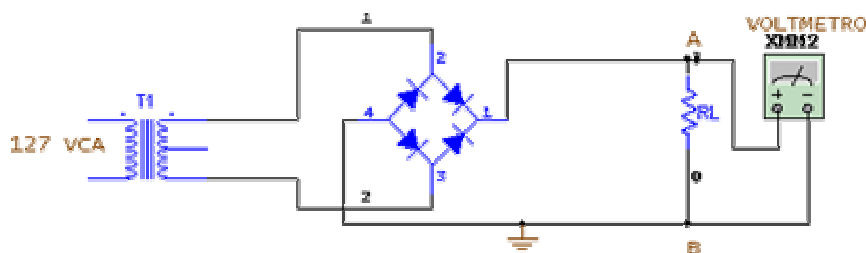


Figura 3

- b) Con el osciloscopio, observe la forma de onda en la resistencia de carga y dibújela.
- c) Usando el voltímetro en modo de CD, medir el voltaje en los extremos A y B.

EXPERIMENTO 4.

- a) Utilizando las hojas de datos técnicos de fabricación, identificar las terminales del puente rectificador, dibuje e indique a que polaridad corresponde cada terminal, agregue al circuito rectificador de voltaje el capacitor (Filtro), teniendo cuidado de respetar la polaridad de las terminales, como se muestra en la figura 4.

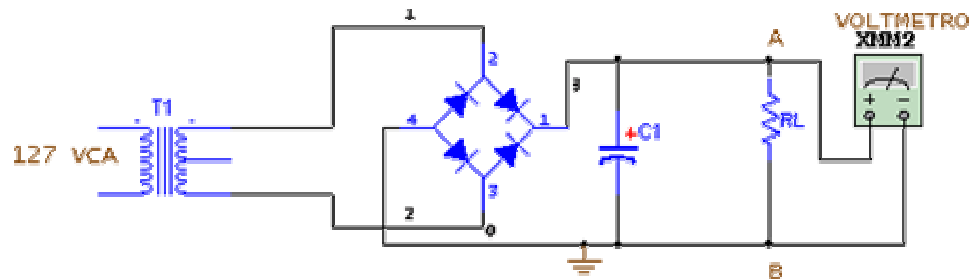


Figura 4

- b) Con el osciloscopio, medir y dibujar la señal de salida en los puntos A y B.
- c) Utilizando el Multímetro en modo de CD, medir el voltaje y la corriente en la resistencia de carga.
- d) Utilizando el osciloscopio, medir el factor de rizo del voltaje de salida.
- e) Obtener la diferencia y el porcentaje de error entre el factor de rizo teórico y el medido experimentalmente.

EXPERIMENTO 5.

- a) Utilizando las hojas de datos técnicos de fabricación, identificar las terminales del regulador de voltaje.
- b) Agregar al circuito del experimento 4, el regulador de voltaje ya identificadas sus terminales, como se muestra en la figura 5.

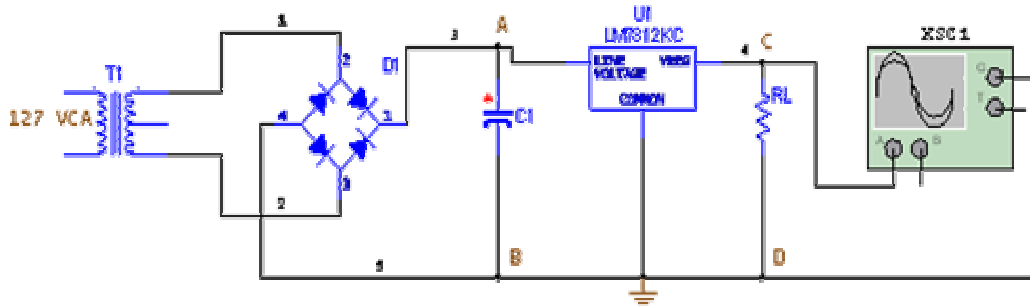


Figura 5.

- c) Con el osciloscopio observe, dibuje y mida las señales que se obtienen entre los puntos A y B, C y D.
- d) Con el osciloscopio, Medir el factor de rizo en la señal de salida en la resistencia de carga.

EXPERIMENTO 6.

EL DIODO ZENER COMO REGULADOR DE VOLTAJE.

- a) Seleccione el diodo Zener de 3 volts y construya el circuito de la figura 6.

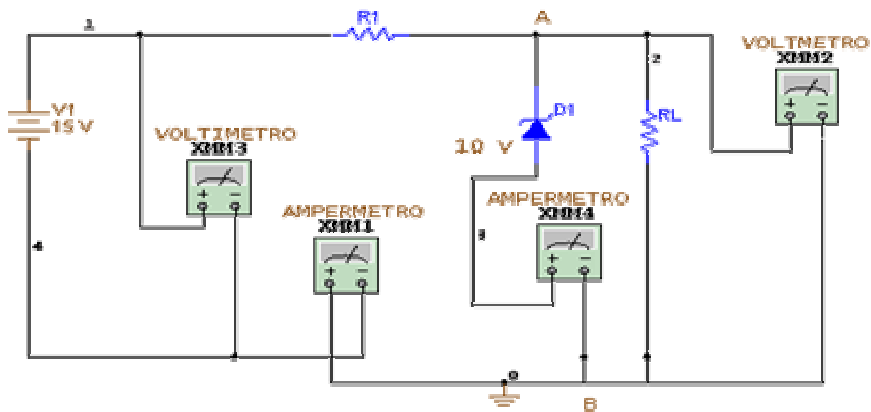


Figura 6

- b) Partiendo de cero volts, varié el voltaje de la fuente de alimentación hasta obtener una corriente de 20 mA en el diodo zener, para cada incremento del voltaje de alimentación mida el voltaje en la resistencia de carga, mida la corriente en el diodo zener y en la resistencia de carga, y anote los resultados.

- c) Calcule el intervalo de variación de V_{AB} en la resistencia de carga, el cual es constante dentro del rango de ± 0.1 volts de su valor regulado.
- d) Mida la corriente I_Z en el diodo zener y la corriente total I_T dentro de este intervalo de variación de V_{AB} .
- e) Repita los incisos b), c) y d) para diodos zener de 9 y 12 volts.

ANALISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. Explique porqué en el puente rectificador de onda completa se rectifican los dos ciclos, tanto el positiva como el negativo, y también explique porque la señal de salida es una señal rectificada positiva.
2. ¿Cómo podríamos obtener un voltaje rectificado negativo?
3. Investigar que otros tipos de circuitos rectificadores existen en el mercado nacional y explique ventajas y desventajas.
4. Explique como se puede reducir el factor de rizo.
5. ¿Cuál es la ventaja de utilizar un regulador de Circuito Integrado?
6. Explique cual es la diferencia entre las series 78xx y 79xx, de los circuitos reguladores de voltaje.
7. Explique las ventajas y deventajas de utilizar diodos zener como elementos de regulación de voltaje.

PRACTICA No 3 EL DIODO COMO LIMITADOR DE TENSION

OBJETIVO GENERAL

Describir el funcionamiento del diodo semiconductor como un circuito que limita (recorta) y fija un nivel de voltaje.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Para los recortadores serie y paralelo, determinar la respuesta de salida.
- Observar el efecto de limitación directa e inversa para fijadores de nivel de tipo negativo y positivo; determinar la respuesta en el circuito aplicado.

INTRODUCCION

Los circuitos recortadores se utilizan para la transmisión de la porción de onda (forma de onda) que esté situada por encima o por debajo de un nivel de referencia predeterminado. Los recortadores también se llaman limitadores de tensión. .

En el caso de un diodo ideal:

El estado ON (de paso, de polarización directa) puede ser considerado como un corto circuito.

El estado OFF (de bloqueo, de polarización inversa) puede ser tratado como un circuito abierto.

Existe variedad de redes de diodos que se llaman recortadores y tienen la capacidad de recortar una posición de la señal de entrada sin distorsionar la parte restante de la forma de onda alterna.

Existen dos categorías generales de recortadores: serie y paralelo. La configuración en serie es donde el diodo está en serie con la carga, mientras que en paralelo tiene un diodo en una trayectoria paralela a la carga.

RECORTADOR SERIE:

Cuando se tiene el diodo en forma directa sugiere que la señal de entrada debe ser positiva para encenderlo. La fuente DC requiere que el voltaje de entrada sea mayor que el voltaje en el circuito. La región negativa de la señal de entrada está presentando al diodo hacia el estado apagado, soportado más aun por la fuente DC.

Para un voltaje mayor de entrada que el de la fuente interna del circuito el diodo está en estado de corto circuito, mientras que para los valores de entrada menores esta en circuito cerrado o apagado.

RECORTADOR PARALELO:

El análisis de la configuraciones en paralelo es muy similar a la que se aplica a las configuraciones en serie.

La polaridad de la fuente DC y la dirección del diodo sugieren que el diodo está en estado encendido para la región negativa de la señal de entrada.

Debido a que la fuente DC se encuentra obviamente presionando al diodo para permanecer en estado de circuito cerrado, el voltaje de entrada debe ser mayor que el de la fuente interna para que el diodo este en estado apaga. Cualquier voltaje de entrada menor que el de la fuente interna hace que el diodo este en corto circuito.

CAMBIADORES DE NIVEL:

Una red cambiador de nivel es la que cambia una señal a un nivel diferente. La red debe tener un capacitor, un diodo y un elemento resistivo; pero también puede usar una fuente de DC independiente para introducir un cambio de nivel de de adicional.

La magnitud de R y C debe elegirse de tal formar que la constante de tiempo $t = RC$ es lo suficiente grande para asegurar que el voltaje a través del capacitor no se descargue de manera significativa, durante el intervalo en que el diodo no esta conduciendo. A través de todo el análisis se asumirá que para propósitos prácticos, el capacitor se cargara o descargará totalmente en cinco constantes de tiempo.

Durante el periodo en que el diodo esta en estado encendido, se asumirá que el capacitor se cargará de manera instantánea al nivel de voltaje que determine la red.

Se supondrá que cuando el diodo esta en estado apagado el capacitor se mantendrá en el nivel de voltaje que se establece. A través de todo el análisis debe mantenerse un continuo cuidado de la posición y la polaridad de referencia para la salida, para asegurar que los niveles correctos de salida se están obteniendo.

Se debe tener en mente la regla general de que la excursión total de voltaje de salida debe ser igual a la excursión de voltaje de la señal de entrada.

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

- 1 Transformador de 120 VCA a 12 VCA ó 18 VCA en el secundario con derivación central a 500 mA.
- Osciloscopio con puntas de medición.
- Fuente regulada de 0 a 30 V.
- Resistencias de 120 K Ω a 1/2 W.
- Dos diodos semiconductores 1 N5625.
- Dos interruptores de un polo un tiro.
- Un potenciómetro de 2.5 K Ω a 2W.
- Cuatro baterías de 1.5V.
- Porta baterías.
- 10 capacitores electrolíticos de diferentes valores.
- Tablilla de experimentación (protoboard).

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1. CAMBIADOR DE NIVEL

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 1, verificando la polaridad correcta del diodo.

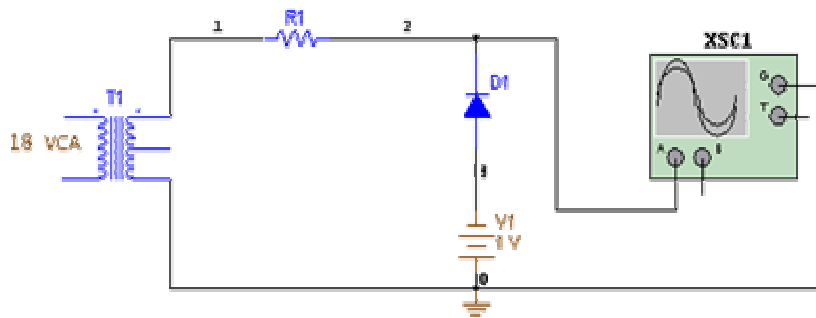


Figura 1

- b) Con el voltaje de salida del transformador a 12 VCA o 18 VCA, alimente al circuito, mida el voltaje pico a pico en la resistencia de carga.
- c) Conecte la fuente V1 de 1.5 volts en serie con el diodo, auxiliándose con el osciloscopio, observe la señal de salida en los extremos del diodo y la fuente en serie y dibuje la señal obtenida. Bajo esta condición mida el voltaje pico a pico en la resistencia R1.

- d) Remplace la fuente V1 de 1.5 volts por otra de 3 volts, en serie con el diodo, auxiliándose con el osciloscopio, observe la señal de salida en los extremos del diodo y la fuente en serie y dibuje la señal obtenida. Bajo esta nueva condición mida el voltaje pico a pico en la resistencia R1.
- e) Calcule la señal de salida en el arreglo serie fuente diodo para ambos casos y determine el porcentaje de error entre la señal experimental y la calculada.

EXPERIMENTO 2.

RECORTADOR POLARIZADO

- a) Construya el circuito Recortador Polarizado en paralelo que se muestra en la figura 2.

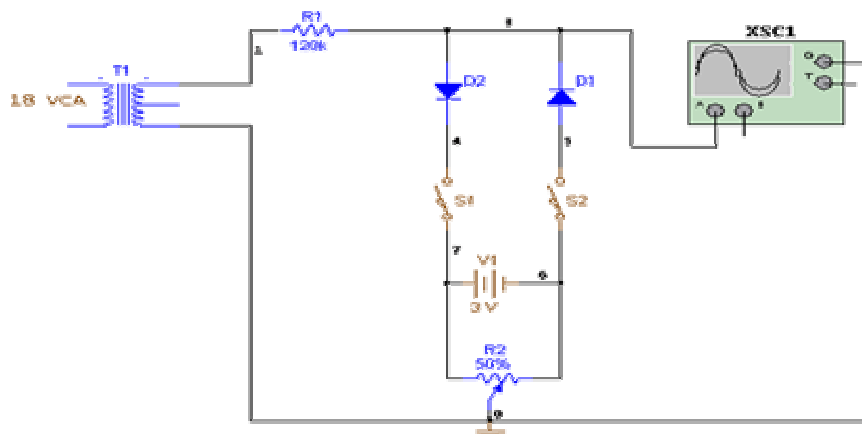


Figura 2

- b) Verifique que los interruptores S1 y S2 sean normalmente abiertos y ajuste el voltaje de la fuente de CD a un valor de 3 volts.
- c) Ajuste la perilla del potenciómetro de tal forma que el voltaje en cada extremo del potenciómetro sea igual.
- d) Cierre el interruptor S1 y por medio del osciloscopio observe y mida el voltaje pico a pico de la señal de salida en los puntos A y B grafique las formas de onda obtenidas.
- e) Abra el interruptor S1 y cierre el interruptor S2 y mida nuevamente el voltaje pico a pico de la señal de salida en los puntos A y b, grafique las formas de onda obtenidas.

- f) Cierre ambos interruptores S1 y S2, y mida el voltaje pico a pico de la señal de salida en los puntos A y b, grafique la forma de onda obtenida.
- g) Partiendo de los tres volts iniciales, incremente el voltaje de la fuente hasta obtener una señal continua sin ondulaciones.

EXPERIMENTO 3. CAMBIADOR DE NIVEL POSITIVO.

- a) Construya el circuito de la figura 3, verificando la polaridad correcta del capacitor y del diodo como se muestran.

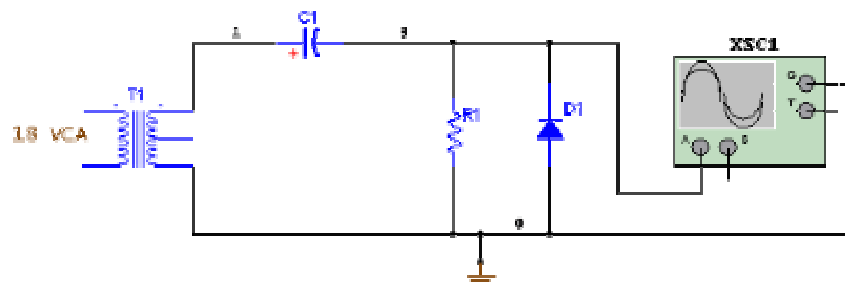


Figura 3

- b) Calcular los valores de la resistencia y del capacitor de tal manera que la constante de tiempo del circuito τ , sea equivalente a la frecuencia de 60Hz, con este cálculo se obtiene que el capacitor no descargue antes de que la señal de entrada complete el ciclo.

Nota: $T \gg 5\tau$

- c) Mida la señal de salida en el diodo, anotar la forma de voltaje que tiene la señal de salida y dibuje la forma de onda.
- d) Calcule el voltaje de salida en el diodo y compare los resultados obtenidos experimentalmente.
- e) Calcule el porcentaje de error en los resultados teóricos cuando se analiza el circuito con el modelo del diodo ideal y los resultados experimentales.

EXPERIMENTO 4. CAMBIADOR DE NIVEL NEGATIVO.

- a) Construya el circuito de la figura 4, verificando la polaridad correcta del capacitor y del diodo como se muestran.

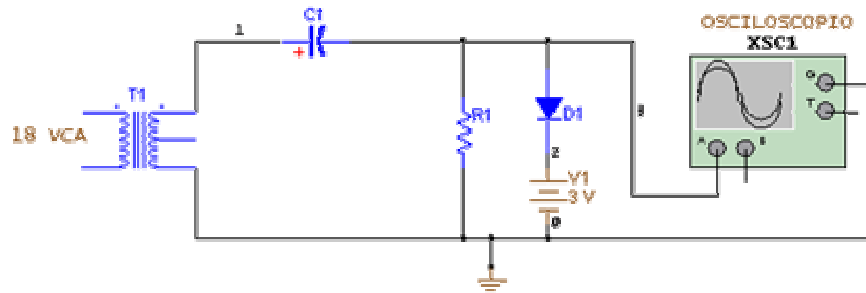


Figura 4

- b) Ajuste la fuente de alimentación V1 a 1.5 volts, incremente gradualmente en 0.5 volts la salida de la fuente hasta obtener 6 volts. Para cada incremento mida el voltaje pico a pico en el arreglo serie diodo fuente, y grafique la forma de onda resultante.
- c) Calcule el voltaje de salida en el diodo y compare los resultados obtenidos experimentalmente.
- d) Calcule el porcentaje de error en los resultados teóricos cuando se analiza el circuito con el modelo del diodo ideal y los resultados experimentales.
- e) Determinar en forma precisa el cambio de nivel obtenido en este circuito .

ANALISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. Explique la relación que existe entre el voltaje de salida en un recortador polarizado con respecto a la polarización del diodo.
2. Explique la diferencia entre las formas de onda de salida de los recortadores de tipo positivo y los recortadores de tipo negativo.
3. Explique la relación entre la señal de salida y los voltajes de polarización de los diodos en un circuito recortador polarizado tipo positivo con doble diodo.
4. Calcule la corriente máxima que pasa a través del potenciómetro de 2.5 K Ω .
5. Explique que sucede cuando a través del potenciómetro se obtiene un desequilibrio de voltaje entre la rama positiva y la rama negativa.
6. Explique en que etapa del experimento 2, se requiere obtener la máxima corriente en el potenciómetro.
7. Explique porque es necesario elegir correctamente los valores del capacitor y la resistencia en los circuitos de cambio de nivel.
8. Investigue dos aplicaciones de circuitos de cambio de nivel en instrumentación Biomédica.
9. Explique en que momento se observa directamente en el osciloscopio el cambio de nivel.
10. ¿Cómo contribuye la fuente de voltaje en serie con el diodo en el cambio de nivel?
11. ¿Se puede diseñar un cambiador de nivel de tal manera que pueda modificar el nivel tanto positiva como negativamente?

PRACTICA No 4 TRANSISTOR BJT

OBJETIVOS

Identificar al transistor como un dispositivo semiconductor, cuyo funcionamiento depende del tipo de configuración de polarización en que se conecte.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar las terminales del transistor bipolar (Emisor, Colector y Base)
- Analizar el funcionamiento del transistor en configuración base común.
- Trabajar el transistor bipolar NPN y PNP como conmutador con niveles lógicos.

INTRODUCCIÓN

El transistor está compuesto por tres zonas de dopado, como se ve en la figura 1:

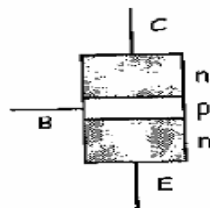


Figura 1 Zonas que conforman al transistor

La zona superior es el "Colector", la zona central es la "Base" y la zona inferior es el "Emisor". El Emisor está muy impurificado, la Base tiene una impurificación muy baja, mientras que el Colector posee una impurificación intermedia.

En este ejemplo concreto el transistor es un dispositivo NPN, aunque también podría ser un PNP.

Un transistor es similar a dos diodos, el transistor tiene dos uniones; una entre el emisor y la base y la otra entre la base y el colector. El emisor y la base forman uno de los diodos, mientras que el colector y la base forman el otro. Estos diodos son denominados: "Diodo de emisor" y "Diodo de colector". El transistor NPN, primeramente cuando está sin polarizar se produce una "Difusión", donde los electrones cruzan de la zona N a la zona P, se difunden, encuentran un hueco y se recombinan.

Esto hace que en las uniones entre las zonas N y P generen iones positivos y negativos. Esta difusión y recombinación se da hasta llegar al equilibrio, hasta conseguir una barrera de potencial de a 0.7 V (para el Si). Se crean dos uniones una unión E-B y otra unión C-B.

Si se conectan fuentes de tensión externas para polarizar al transistor, se obtienen resultados nuevos e inesperados. Hay 3 configuraciones:

- Base común (BC).
- Emisor común (EC).
- Colector común (CC).

Cada una de estas configuraciones a su vez puede trabajar en 4 zonas diferentes:

Zona ACTIVA:	U_E en Directa y U_C en Inversa.	AMPLIFICADORES
Zona de SATURACIÓN:	U_E en Directa y U_C en Directa.	CONMUTACIÓN
Zona de CORTE:	U_E en Inversa y U_C en Inversa.	CONMUTACIÓN
Zona ACTIVA INVERTIDA:	U_E en Inversa y U_C en Directa.	SIN UTILIDAD

Con esto vemos que el transistor puede trabajar de cuatro formas diferentes.

El negativo de la pila V_{EE} repele los electrones de la zona del emisor que cruzan la UE. Algunos electrones cruzan la UE y pasan por la zona p de la base sin recombinarse.

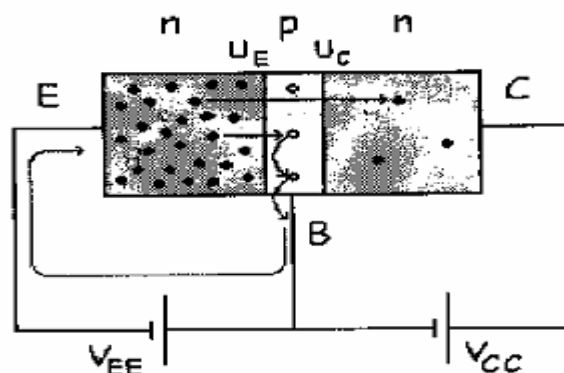


Figura 2 Polarización del transistor.

Debido a la pila puede que un electrón cruce la barrera de potencial de la UE, después ese electrón baja la barrera de potencial de la V_C para salir por el colector.

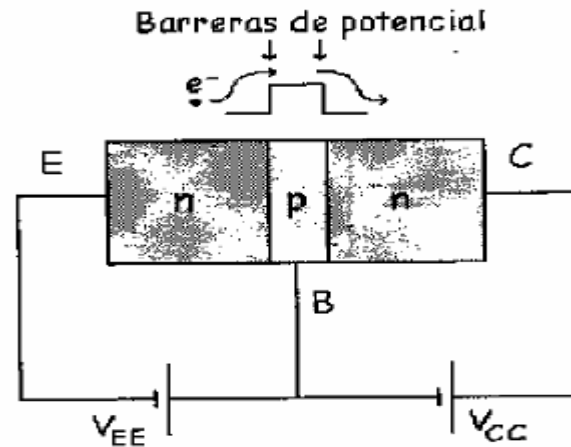


Figura 3 Barrera de potencial en el transistor.

Este es el efecto transistor de N a P tiene que subir la barrera de potencial pero luego es más de los electrones emitidos por el emisor, aproximadamente un 1 % se recombinan en la base y un 99 % no se recombina y llega al colector, esto es el efecto transistor figura 3.

La palabra colector viene de ahí, el colector "Colecta" los electrones, los recoge, eso es el "Efecto transistor", la base es muy estrecha y además está muy poco impurificada, esa es la razón de que la probabilidad de que un electrón se recombine sea muy pequeña (por ejemplo el 1%), el emisor emite electrones, el colector los recoge, y la base es un dispositivo de control.

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

- Fuente de alimentación de CD. variable.
- Osciloscopio con puntas de medición.
- Generador de funciones.
- Fuente regulada de 0 a 30 V, y Multímetro digital.
- Resistencias de varios valores a 1/2 W.
- Un transistor 2N3905.
- Un transistor 2N3902.
- Un transistor 2N2222.
- Un potenciómetro de 2500 w a 2W.
- Cuatro baterías de 1.5V.
- Porta baterías para AA.
- Tablilla de experimentación (protoboard).

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1 IDENTIFICACIÓN FÍSICA DEL TRANSISTOR.

- a) Con el multímetro identifique las terminales y el tipo de transistor de los solicitados en la practica, posteriormente dibuje cada terminal como lo muestra la figura 1.

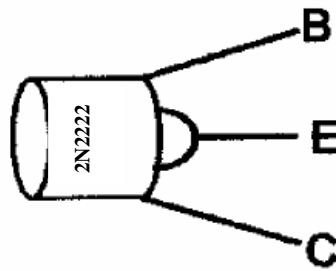


Figura 1.

EXPERIMENTO 2 POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR NPN.

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 2.

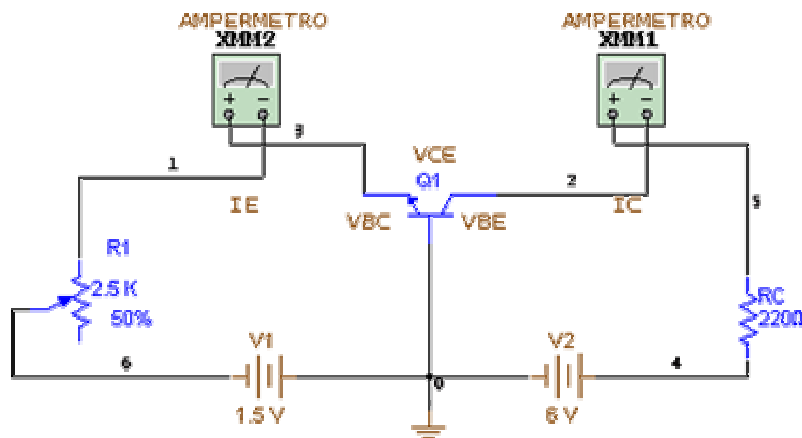


Figura 2

- b) Con los valores de voltaje V_{EE} y V_{CC} constante, ajuste el potenciómetro R1 con la perilla a su valor mínimo, posteriormente haga incrementos en el orden de 500Ω ; para cada incremento de R1 mida las corrientes I_E e I_C , hasta llegar al valor máximo del potenciómetro.
- c) Construya una tabla y grafique los resultados con ejes R1 vs I_E y R1 vs I_C .

EXPERIMENTO 3 POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR PNP.

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 3.

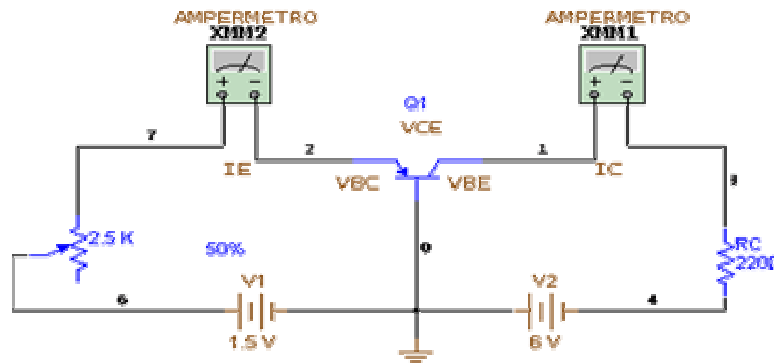


Figura 3

- b) Con los valores de voltaje V_{EE} y V_{CC} constante, ajuste el potenciómetro R1 con la perilla a su valor mínimo, posteriormente haga incrementos en el orden de 500Ω , a cada incremento mida las corrientes I_E e I_C , hasta llegar al valor máximo del potenciómetro.
- c) Ajuste el potenciómetro R1 con la perilla a su valor mínimo, obtenga los parámetros de polarización de emisor máxima, mida V_{EB} , V_{CB} y V_{CE} , anote sus resultados.
- d) Retire la fuente V2 y obtenga el valor de I_{CBO} .

EXPERIMENTO 4 TRANSISTOR REGIÓN CORTE Y SATURACIÓN

- a) Construya el circuito de la figura 4.
- b) Calcule el valor de las resistencias de polarización R_C y R_B .

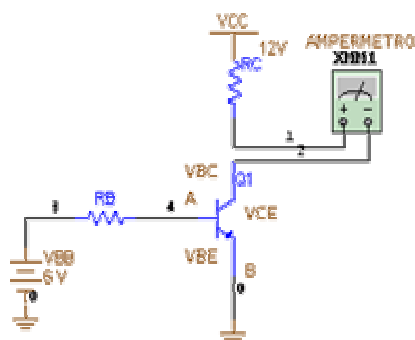


Figura 4

- c) Con el Multímetro mida el valor del voltaje V_{BE} en los puntos A y B, el valor del voltaje de salida V_{CE} , el voltaje V_{BC} y las corrientes I_B e I_C .
- d) Anote sus lecturas y haga sus observaciones.

EXPERIMENTO 5

- a) Construye el circuito que se muestra en la figura 5.
- b) Calcule el valor de las resistencias de polarización R_C y R_B .
- c) Alimente el circuito con el generador de señales ajustándolo a una onda tipo cuadrada de 3 Hz de frecuencia y un valor de amplitud de 7 volts pico a pico.
- d) Partiendo de la frecuencia de 3 Hz realice incrementos en el orden de 10 Hz hasta un valor de 100 Hz.
- e) Con el osciloscopio, para cada incremento de la frecuencia, observe y mida el voltaje de salida colector emisor, observe el comportamiento del LED y explique lo que sucede.
- f) Con el Multímetro mida los voltajes V_{BE} , V_C y las corrientes I_B e I_C para cada incremento de frecuencia.

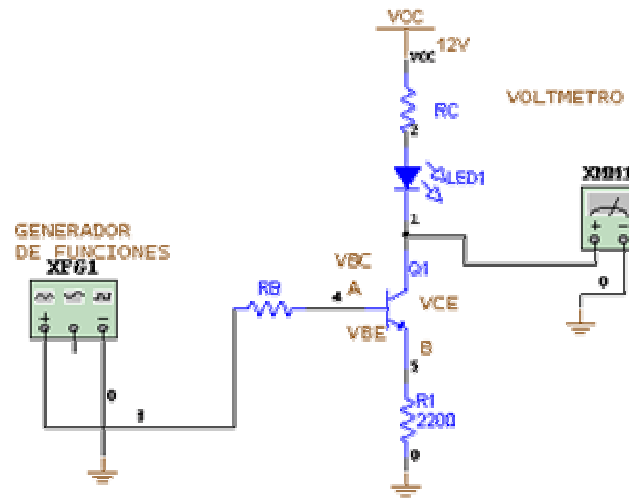


Figura 5.

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. Indique en que sección de las curvas de operación del transistor se encuentran las zonas de saturación y de corte.
2. Explique porque en cada una de las curvas de operación del transistor existe una relación de voltaje con respecto a la corriente.
3. Indique cuales son los parámetros que se deben considerar para variar la región de trabajo en un transistor.
4. Explique a que se le denomina corriente de fuga en un transistor.
5. De las corrientes que circulan a través del transistor, ¿Cuál es la mayor, cual es la menor y cuales son relativamente cercanas en magnitud?
6. Explique cual es la utilidad de conocer los puntos de operación del transistor.
7. Explique en que consiste polarizar correctamente al transistor y mencione cuantas configuraciones de polarización se pueden realizar.

PRACTICA No 5 POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR

OBJETIVO GENERAL

Comprobar experimentalmente el funcionamiento de las distintas configuraciones de polarización para transistores BJT.

OBJETIVO PARTICULAR

- Para el circuito de Polarización Fija, determinar las respuestas de las variables en la polarización del transistor.
- Para los circuitos de Polarización Estabilizada por Divisor y Polarización con retroalimentación determinar las respuestas de las variables para determinar la polarización del transistor.

INTRODUCCIÓN.

El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas que consiste de dos capas de material tipo N y una capa tipo P, o bien, de dos capas de material tipo P y una tipo N. al primero se le llama transistor NPN, en tanto que al segundo transistor PNP figura 1.

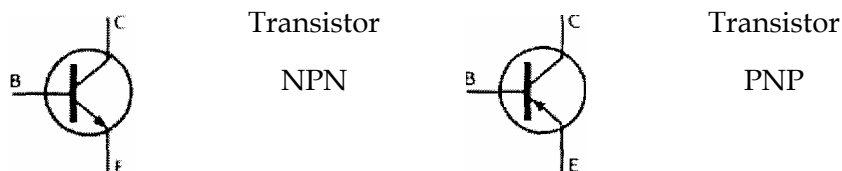


Figura 1 Tipos de transistores

Para la polarización las terminales que se muestran en la figura anterior se indican mediante las literales E para el emisor, C para el colector y B para la base.

La abreviatura BJT, del transistor bipolar de unión (del Ingles, Bipolar **J**unction **T**ransistor), suele aplicarse a este dispositivo de tres terminales. El término bipolar refleja el hecho de que los huecos y los electrones participan en el proceso de inyección hacia el material polarizado de forma opuesta. Si sólo se utiliza un portador (electrón o hueco), entonces se considera un dispositivo unipolar.

Configuración de Base Común

Para la configuración de base común con transistores PNP y NPN. La terminología de la base común se deriva del hecho de que la base es común tanto a la entrada como a la salida de la configuración. A su vez, por lo regular la base es la terminal más cercana a, o que se encuentra en, el potencial de tierra

En la región activa la unión base - colector se polariza inversamente, mientras que la unión emisor - base se polariza directamente, la región activa se define mediante los arreglos de polarización, en el extremo más bajo de la región activa, la corriente del emisor (I_E) es cero; esa es la verdadera corriente del colector y se debe a la corriente de saturación inversa I_{C0} .

Configuración de Emisor Común

Se le denomina configuración de emisor común debido a que el emisor es común o hace referencia a las terminales tanto de entrada como de salida (en este caso, es común tanto a la terminal de base como a la de colector). Una vez más, se necesitan dos conjuntos de características para describir por completo el comportamiento de la configuración de emisor común: uno para el circuito de entrada o base-emisor y otro para el circuito de salida o colector-emisor.

En la región activa de un amplificador de base común la unión del colector-base se encuentra polarizada inversamente, mientras que la unión base-emisor se encuentra polarizada directamente.

Configuración de Colector Común

La configuración de colector común se utiliza sobre todo para propósitos de acoplamiento de impedancia, debido a que tiene una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida, contrariamente a las de las configuraciones de base común y de un emisor común.

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

- Fuente de alimentación variable de CD.
- Osciloscopio con puntas de medición.
3 puntas para osciloscopio.
- Resistencias de distintos valores.
- 7 Transistores 2N222.
- Potenciómetros de 5 K Ω , 10 K Ω , y 50 K Ω .
- Protoboard.
- Alambres para conexión
- 2 Multímetros.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1

- a) Construya el circuito de polarización fija que se muestra en la figura 2.

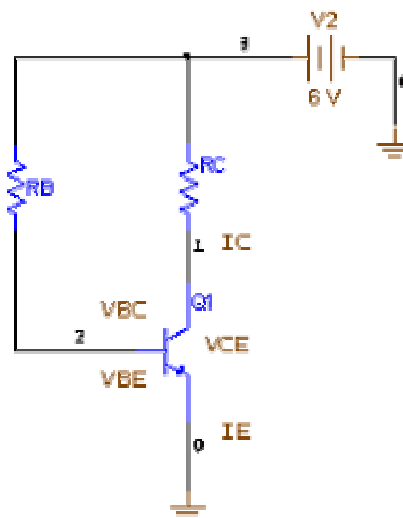


Figura. 2

- b) Calcule los valores de las resistencias de polarización R_B y R_C , de tal manera que el transistor se encuentre operando en la región activa.
- c) Calcule teóricamente y mida experimentalmente las corrientes I_b e I_c , y el voltaje V_{CE} , compare sus resultados teóricos con los experimentales y calcule el porcentaje de error.
- d) Realice la gráfica del punto de trabajo para este experimento.

EXPERIMENTO 2

- a) Construya el circuito de Polarización con divisor de voltaje que se muestra en la figura 3.

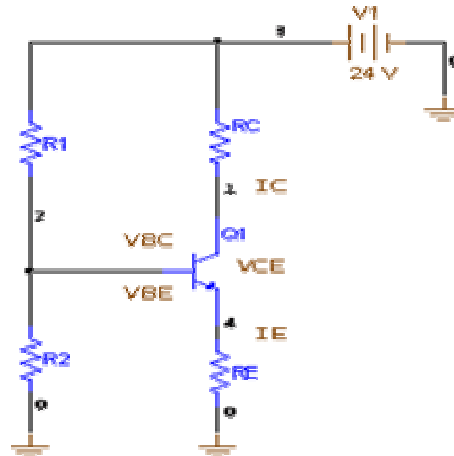


Figura. 3

- b) Calcule los valores de las resistencias de polarización R_1 , R_2 , R_C Y R_E , de tal manera que el transistor se encuentre operando en la región activa.
- c) Calcule teóricamente el valor de las corrientes de base, colector y emisor, además el voltaje V_{CE} .
- d) Con el Multímetro mida en el circuito el valor de las variables calculadas anteriormente, con los valores experimentales compare los resultados teóricos y obtenga el porcentaje de error.
- e) Calcule teóricamente el valor de los factores de estabilidad S_i , S_v del experimento.
- f) Muestre en una tabla los resultados obtenidos, así como el cálculo del porcentaje de error.

EXPERIMENTO 3

- a) Construya el circuito de Polarización con Retroalimentación que se muestra en la figura 4.

- b) Ajuste el potenciómetro R1 con la perilla a su valor mínimo, realice incrementos hasta completar cinco lecturas diferentes comprendidas en el intervalo del valor mínimo hasta el valor máximo del potenciómetro.
- c) Utilizando uno de los multímetros, registre la corriente en la base del transistor para cada incremento del potenciómetro R1.
- d) Utilizando el otro multímetro, registre la corriente en el colector del transistor para cada incremento del potenciómetro R1.
- e) Calcule la corriente de base I_B y el voltaje entre colector y emisor V_{CE} ; mida estas variables en el circuito y compare sus resultados teóricos con los experimentales, calcule el porcentaje de error.
- f) Calcule el valor de los factores de Estabilidad S_i , S_v y S_b .

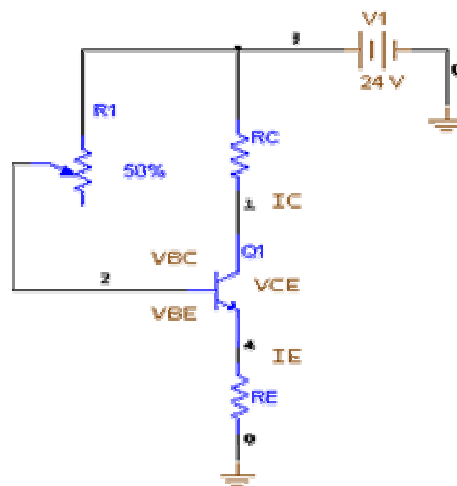


Figura. 4

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. Explique de qué manera se ve afectada la corriente de base en cada una de las polarizaciones desarrolladas en esta práctica.
2. Explique qué es una configuración estable.
3. ¿Cómo se comprueba que el circuito está polarizado?
4. ¿Cómo se puede obtener el parámetro h_{fe} en forma experimental?
5. Explique la relación que existe entre la corriente de base y la corriente de emisor y explique cómo se pueden obtener en forma experimental.
6. Dibuje los diagramas de los circuitos de la práctica para configuración de colector común y para configuración de base común.
7. Explique cómo se comportan los factores de estabilidad S_I , S_V , S_B , en cada uno de los experimento realizados.
8. Que representa el parámetro BETA en un transistor y cual es el efecto que ejerce la temperatura sobre el transistor.
9. Explique el efecto de la corriente de saturación inversa.

PRACTICA No 6 EL TRANSISTOR COMO AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

OBJETIVO GENERAL:

Describir el funcionamiento del transistor como amplificador diferencial construido con componentes discretos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Definir las características a CD y CA de un amplificador diferencial.
- Medir las corrientes en un amplificador diferencial.
- Medir y calcular el voltaje de salida V_a de un amplificador diferencial en diferentes condiciones.

INTRODUCCIÓN

CIRCUITO AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

El circuito amplificador diferencial es una conexión extremadamente común utilizada en circuitos integrados esta conexión se puede describir al considerar el amplificador diferencial básico que se muestra en la figura 1.

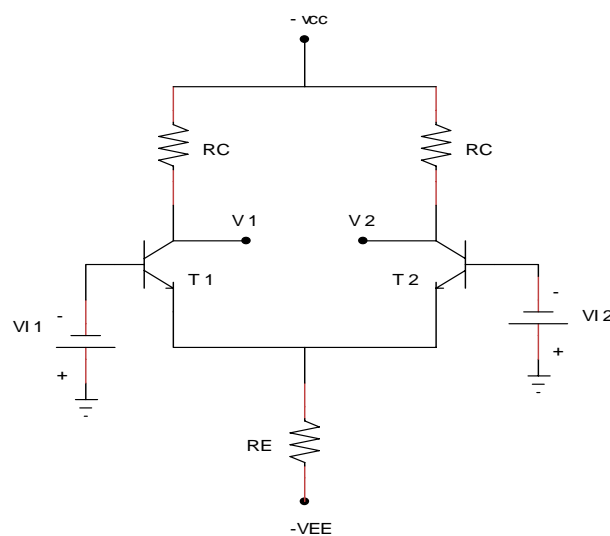


Figura. 1

Observe que el circuito posee dos entradas separadas, dos salidas separadas y los emisores están conectados entre sí, mientras que la mayoría de los circuitos amplificadores diferenciales utilizan dos fuentes de voltaje, el circuito puede operar utilizando solo una de ellas. Es posible obtener un número de combinaciones de señales de entrada si una señal de entrada se aplica a cualquier entrada con la otra entrada conectada a tierra, la operación se denomina "terminal simple".

Si se aplican dos señales de entrada de polaridad opuesta, la operación se denomina "terminal doble". Si la misma entrada se aplica a varias entradas, la operación se denomina "modo común". En una operación de terminal simple, se aplica, una sola señal de entrada. Sin embargo, gracias a la configuración de emisor común, la señal de entrada operará en ambos transistores, lo que da como resultado una salida en ambos colectores.

En la operación de terminal doble, se aplican dos señales de entrada, la diferencia de las dos entradas ocasiona las salidas de ambos colectores debido a la diferencia de las señales aplicadas a ambas entradas. En la operación de modo común, la señal de entrada común resulta en señales opuestas en cada colector; estas señales se cancelan de forma que la señal de salida resultante es cero. Como una cuestión práctica las señales opuestas no se cancelan del todo y se obtiene una pequeña señal resultante.

La principal característica del amplificador diferencial es la ganancia muy alta que se tiene cuando se aplican señales opuestas a las entradas, en comparación con la ganancia tan pequeña que se obtiene de las entradas comunes. La relación de esta ganancia diferencial a la ganancia común se denomina rechazo de modo común.

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

- Un osciloscopio.
- Un generador de señales
- 2 Fuente regulada de 0 a 30 VCD.
- 2 Resistencias de 1 K Ω , 47 K Ω , 10 K Ω y otros valores.
- 2 Capacitores de 1 μ F, 470 μ F, 12 nF.
- 6 Transistor 2N222.
- 6 Transistores BC547 o BC548.
- 1 Transformador de 127 VCA a 12 VCA a 500mA con derivación central.
- 2 Potenciómetros de 10 K Ω y 50 K Ω .
- Protoboard
- Multímetro.
- Un juego de cables para conexión.
- Tres puntas para osciloscopio.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1 IDENTIFICACIÓN DEL TRANSISTOR.

- a) Seleccione CUATRO pares de transistores, con el Multímetro mida su beta (h_{fe}) y reportar en la siguiente tabla.

Tabla 1. Valores experimentales y teóricos de las betas de los transistores.

TRANSISTOR	TIPO ó NUMERO	FABRICANTE	VALOR h_{fe}

EXPERIMENTO 2: MODO DIFERENCIAL EN CD.

- a) Construya el circuito mostrado en la figura 2, utilizando 2 transistores con una beta similar, considere valores de $R_{C1} = R_{C2} = R_E = 12\text{ k}\Omega$

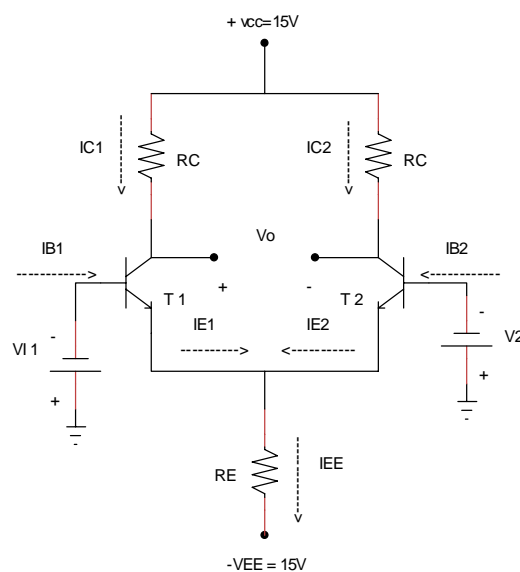


Figura. 2

- b) Con el Multímetro mida el voltaje de salida V_0 , las corrientes de emisor I_{E1} , I_{E2} , I_{EE} , las corrientes de colector I_{C1} , I_{C2} y las corrientes de base I_{B1} , I_{B2} ; para los siguientes casos:

- 1) $V_1 = V_2 = 1.5$ volts (Utilizando una sola fuente de voltaje)
- 2) $V_1 > V_2$ ($V_1 = 3.0V$, $V_2 = 1.5V$)
- 3) $V_1 < V_2$ ($V_1 = 1.5V$, $V_2 = 3V$)

- c) Registre los datos obtenidos en una tabla.

EXPERIMENTO 3

- a) Construya el circuito mostrado en la figura 3, utilizando valores de $R_{C2} = R_E = 12\text{ k}\Omega$, y valores de $R_{B1} = R_{B2} = 27\text{ k}\Omega$.

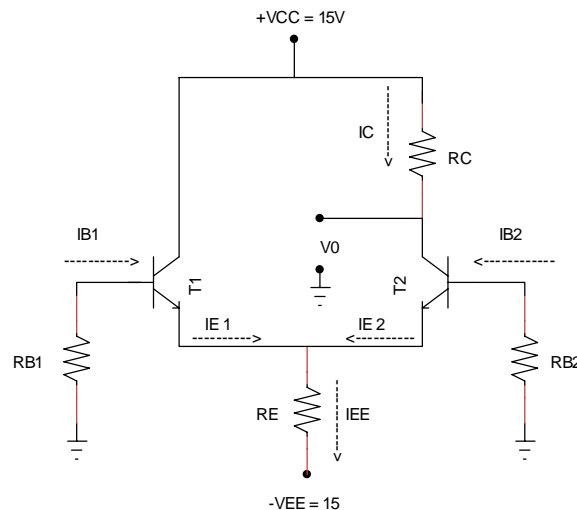


Figura. 3

- b) Calcule teóricamente las corrientes de emisor I_{E1} , I_{E2} , I_{EE} , la corriente de colector I_C , y las corrientes de base I_{B1} , I_{B2} ,
- c) Con el Multímetro mida en el circuito las corrientes anteriormente indicadas.
- d) Elabore una tabla indicando los valores de corriente obtenidos teóricamente y los valores experimentales y determine el porcentaje de error.
- e) Empleando transistores con beta (h_{fe}) distinta, repetir los incisos anteriores.

EXPERIMENTO 4: MODO DIFERENCIAL EN CA.

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 4.

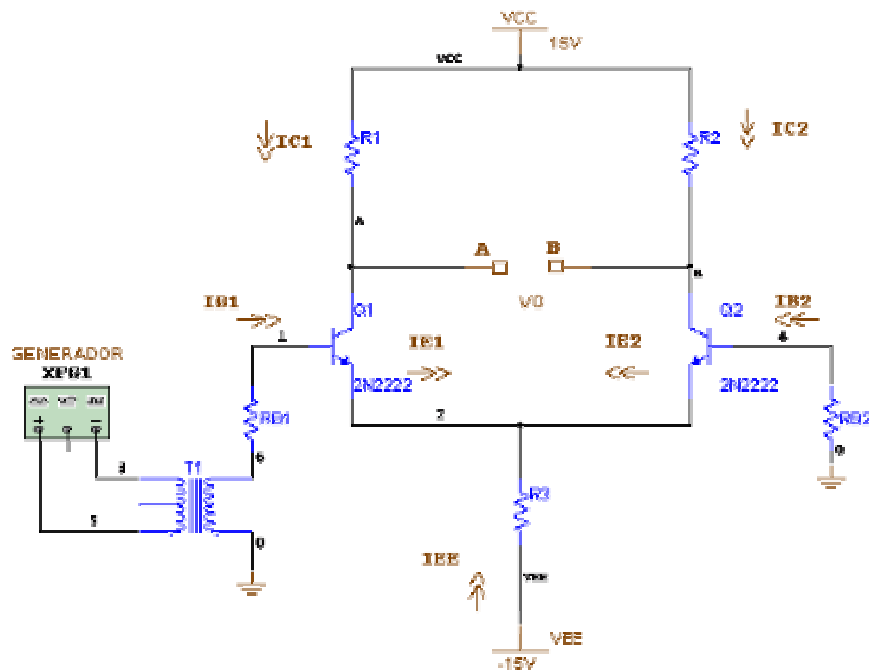


Figura. 4

- b) Ajuste la salida del generador de señales a una onda senoidal de 10 Hz, a su mínima amplitud de salida y conéctelo al devanado primario del transformador.
- c) Partiendo del valor mínimo del generador de señales, ajuste la salida hasta obtener una amplitud de 5 volts pico a pico en el devanado secundario del transformador.
- d) Con el osciloscopio obtenga las formas de onda y los valores pico a pico de voltaje V_{BE1} , V_{BE2} , V_{CE1} , V_{CE2} .
- e) Obtenga la forma de onda del voltaje de salida (V_{sal}) pico a pico entre los puntos A y B, anote sus observaciones.
- f) Calcule la ganancia de los transistores Q_1 y Q_2 (V_{sal}/V_1 y V_{sal}/V_2).

EXPERIMENTO 5: MODO COMÚN EN CA.

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 5.
- b) Ajuste los voltajes de $V_{CC} = 10V$ y $V_{EE} = -10V$.
- g) Ajuste la salida del generador de señales a una onda senoidal de 1 KHz, a su mínima amplitud de salida y conéctelo al devanado primario del transformador.
- c) Partiendo del valor mínimo del generador de señales, ajuste la salida hasta obtener una amplitud de 5 volts pico a pico en el devanado secundario del transformador.
- d) Con el osciloscopio observe y mida el valor pico a pico del voltaje de las bases de los transistores Q_1 , Q_2 respecto a tierra y compárelos con la señal de entrada.
- e) Con el osciloscopio observe la forma de onda y mida el voltaje pico a pico en V_{C1} , V_{C2} , V_1 , V_2 respecto a tierra, el voltaje de salida V_o en los puntos A y B, anote las mediciones en una tabla y dibuje la forma de onda correspondiente.
- f) Calcule las ganancias de los transistores Q_1 y Q_2 , anote sus valores.

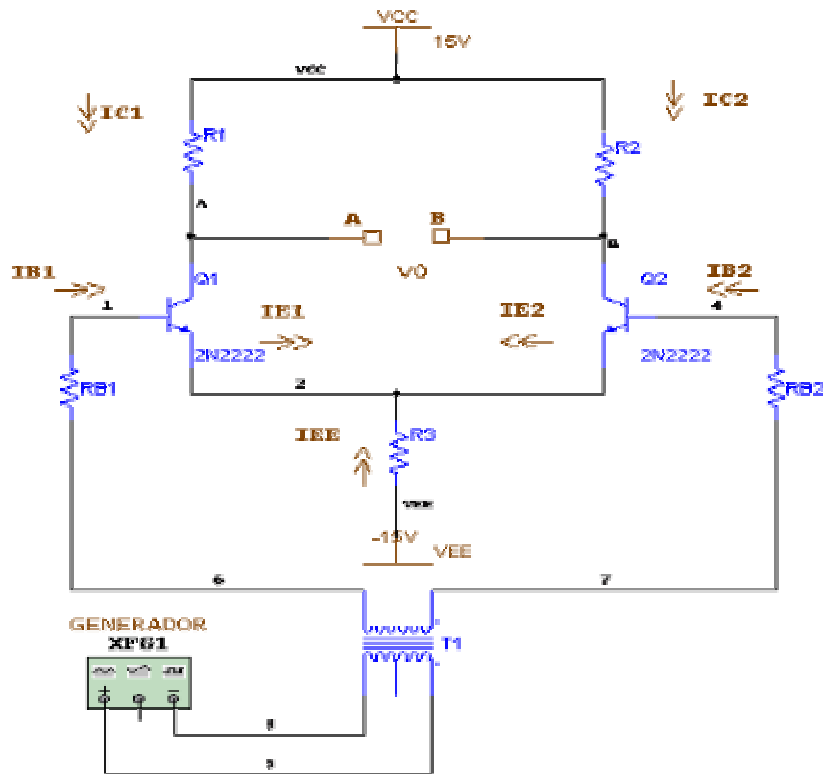


Figura 5.

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. Cual es la aplicación de un amplificador diferencial.
2. Explique los efectos que produce la resistencia de emisor R_E de un amplificador diferencial.
3. Cuando V_1 es menor que V_2 en el amplificador diferencial del experimento 2, ¿Cuál es la polaridad de V_0 y por qué?
4. En el experimento 2 indique de que otra manera se le llama a la entrada V_1 .
5. Explique qué es el CMRR de un amplificador diferencial y cómo debe ser numéricamente.
6. Explique que es la ganancia en modo común y ganancia en modo diferencial.

PRACTICA No 7 EL TRANSISTOR DE EFECTO DE CAMPO

OBJETIVO GENERAL

Determinar el funcionamiento de un transistor de efecto de campo

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la dependencia exponencial dada por la ley de SHOCKLEY entre la corriente I_0 y el voltaje V_{GS} .
- Determinar la curva de transferencia del transistor FET.
- Comprobar el efecto de amplificación

INTRODUCCIÓN:

Los transistores más conocidos son los llamados bipolar (NPN y PNP), llamados así porque la conducción tiene lugar gracias al desplazamiento de portadores de dos polaridades (huecos positivos y electrones negativos), y son de gran utilidad en gran número de aplicaciones pero tienen ciertos inconvenientes, entre los que se encuentra su impedancia de entrada bastante baja.

Existen unos dispositivos que eliminan este inconveniente en particular y que pertenece a la familia de dispositivos en los que existe un solo tipo de portador de cargas, y por tanto, son unipolares. Se llama transistor de efecto campo. Un transistor de efecto campo (FET) típico está formado por una barrita de material P ó N, llamada canal, que rodeada en parte de su longitud por un collar del otro tipo de material que forma con el canal una unión P-N.

En los extremos del canal se hacen sendas conexiones óhmicas llamadas respectivamente sumidero (d-drain) y fuente (s-source), más una conexión llamada puerta (g-gate) en el collar figura 1.

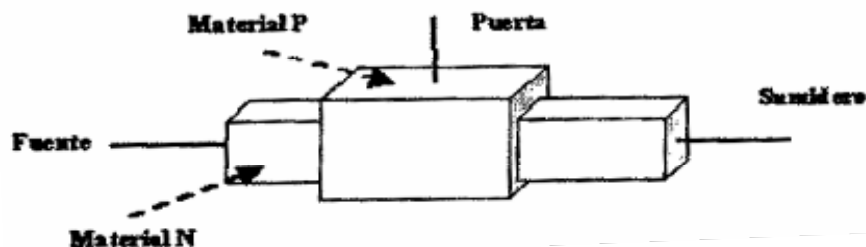


Figura 1. Estructura del transistor FET

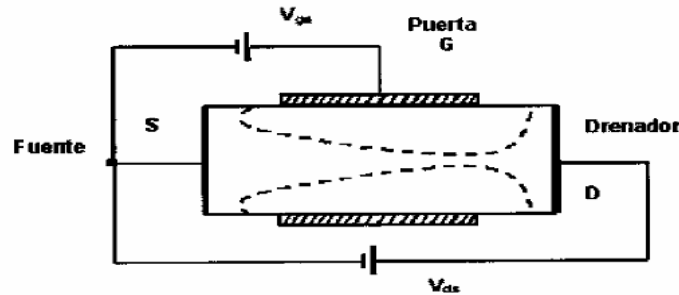


Figura 2. Disposición de las polarizaciones para un FET de canal N.

La figura 2, se muestra un esquema que ayudará a comprender el funcionamiento de un FET. En este caso se ha supuesto que el canal es de material de tipo N.

La puerta está polarizada negativamente respecto a la fuente, por lo que la unión P-N entre ellas se encuentra polarizada inversamente y existe (se crea) una capa desierta.

Si el material de la puerta está más dopado que el del canal, la mayor parte de la capa estará formada por el canal. Si al tensión de la puerta es cero, y $V_{ds} = 0$, las capas desiertas profundizan poco en el canal y son uniformes a todo lo largo de la unión.

Si V_{ds} se hace positiva (V_{gs} sigue siendo cero) por el canal circulará una corriente entre sumidero y fuente, que hará que la polarización inversa de la unión no sea uniforme en toda su longitud y, en consecuencia, en la parte más próxima al sumidero, que es la más polarizada, la capa desierta penetrará más hacia el interior del canal.

Para valores pequeños de V_{ds} , la corriente de sumidero es una función casi lineal de la tensión, ya que la penetración de la capa desierta hacia el interior del canal no varía substancialmente de su valor inicial. Sin embargo, a medida que aumenta la tensión aumenta también la polarización inversa, la capa desierta profundiza en el canal y la conductancia de éste disminuye.

El ritmo de incremento de corriente resulta, en consecuencia, menor y llega un momento en que el canal se ha hecho tan estrecho en las proximidades del sumidero que un incremento de V_{ds} apenas tiene efecto sobre la corriente de sumidero. Entonces se dice que el transistor está trabajando en la zona de estricción (pinch-off), llamándose tensión de estricción V_p a la del punto de transición entre el comportamiento casi lineal y el casi saturado.

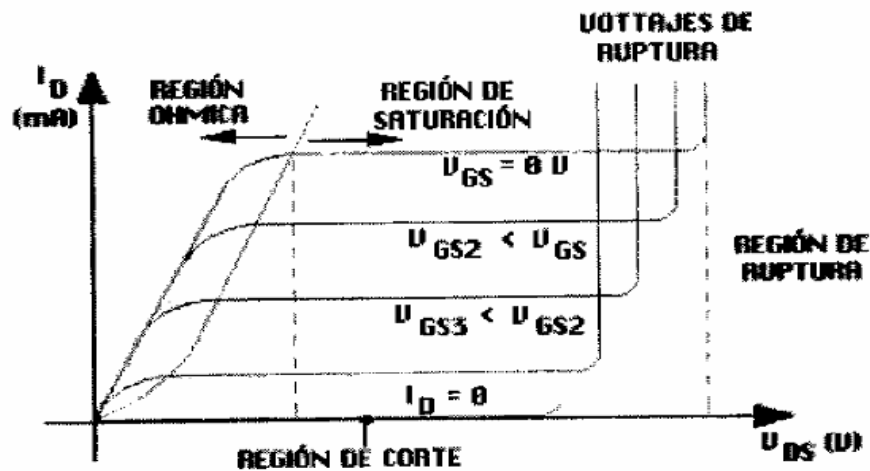


Figura 3. Zonas de funcionamiento del JFET

Si a la puerta se le aplica una polarización negativa estacionaria, la capa desierta penetra más en el interior que con la polarización nula; por tanto, para pasar a la zona de estrangulación se necesita menos tensión de sumidero. El aumentar la polarización negativa permite tener la transición a la zona de estrangulación a corrientes de sumidero aún inferiores figura 3.

El funcionamiento del FET se basa en la capacidad de control de la conductancia del canal por parte de la tensión de puerta y, como la unión puerta-canal se encuentra siempre polarizada inversamente, el FET es por esencia un elemento de alta impedancia de entrada.

MATERIAL Y EQUIPOS EMPLEADOS

- 1 Generador de funciones
- 1 Osciloscopio.
- 3 puntas para osciloscopio.
- 1 Fuente de voltaje variable.
- 6 Transistores 2N5457, 2N5458 ó 2N5484.
- Resistencias de 12 K Ω , 27 K Ω 1/2watt.
- 3 Baterías de 1.5 V.
- 1 Portapilas.
- Tablilla de experimentación (Protoboard).
- Multimetro Digital.
- 1 Juego de alambre para conexión.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1 POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR I.

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 4.

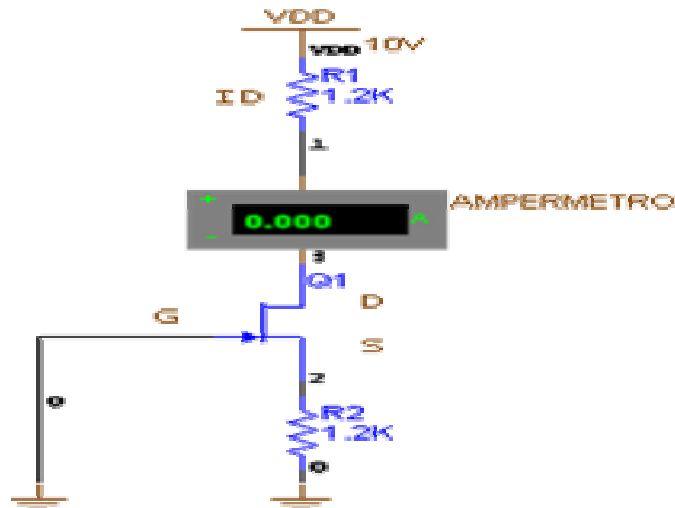


Figura. 1

- b) Conecte la terminal G a tierra.
- c) Ajuste la fuente de alimentación a su valor mínimo, incremente el voltaje de entrada en intervalos de 0.5 Volts, hasta alcanzar 5 Volts, posteriormente, varíe el incremento a intervalos de 2 Volts hasta alcanzar 15 Volts.
- d) Con el Multímetro mida el valor de I_{DSS} , para cada uno de los incrementos.
- e) Trazar la curva experimental de transferencia del FET con estos valores.
- f) Determine el voltaje de estrechamiento V_P utilizando la curva de transferencia del FET.

EXPERIMENTO 2. *POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR II.*

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 5.
- b) Ajuste las fuentes V_{DD} y V_{GG} a 0 volts.
- c) Partiendo de cero volts, ajuste la fuente V_{GG} hasta obtener un valor de - 0.25 volts en las terminales G y S ($V_{GS} = - 0.25$ volts).
- d) Partiendo de cero volts, ajuste la fuente V_{DD} hasta obtener valores de V_{DS} de 0 a 15 Volts en intervalos de tres volts cada uno.
- e) Medir la corriente I_D para cada incremento de V_{DS} .
- f) Calcular teóricamente la corriente I_D y el voltaje V_{DS} .
- g) Obtener el porcentaje de error.

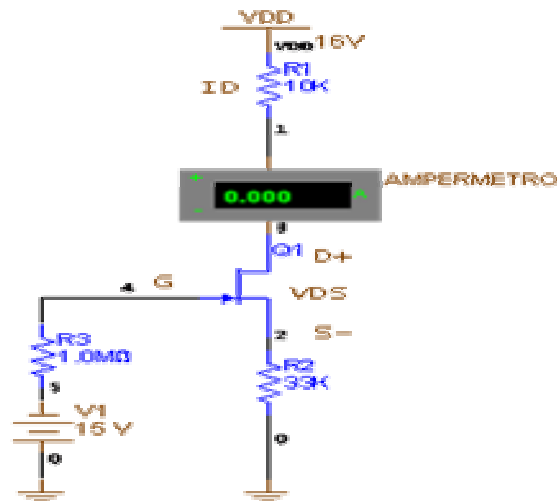


Figura 5.

- h) Partiendo de cero volts, ajuste la fuente V_{GG} hasta obtener un valor de - 0.5 volts en las terminales G y S ($V_{GS} = - 0.5$ volts).
- i) Repita los incisos anteriores hasta obtener el porcentaje de error.
- j) e) Localizar el punto Q de trabajo en la grafica de transferencia.

EXPERIMENTO 3 AMPLIFICADOR DE JFET

- a) Construya el circuito que se muestran en la figura 3.

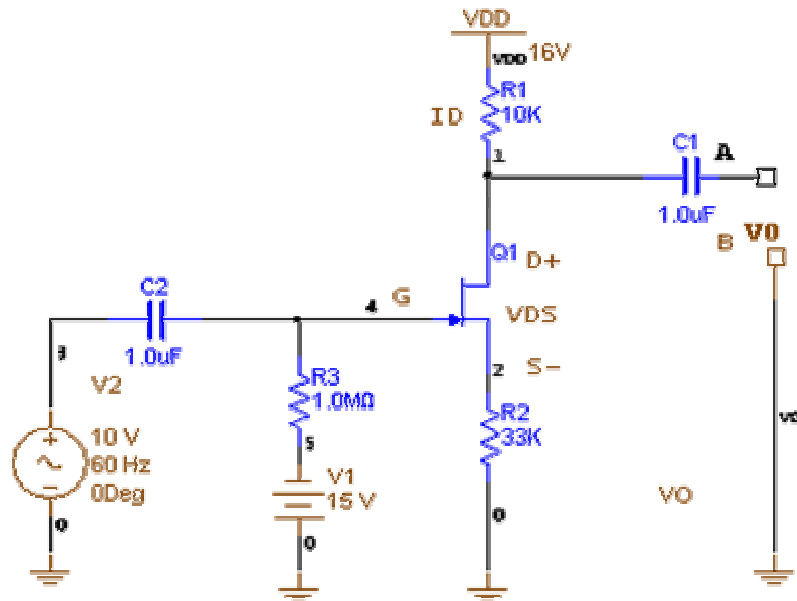


Figura.3

- b) Con el osciloscopio observe la forma de onda y mida el voltaje de salida $V_0(t)$.
- c) Calcular el valor teórico de $V_0(t)$ utilizando el equivalente del FET.
- d) Compare la señal de salida en las terminales A y B, con respecto a la señal de entrada de la fuente, anote los cambios observados en fase y amplitud.
- e) Grafique la señal de salida con respecto a la señal de entrada.
- f) Obtenga el porcentaje de error.

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

7. Explique la diferencia entre un transistor BJT y un transistor FET.
8. Indique los elementos que determinan el punto de trabajo en un transistor FET.
9. Enuncie tres ejemplos de aplicación para transistores FET.
10. Explique la operación del FET en las zonas de corte y saturación en las curvas de características.
11. Explique porqué un FET tiene alta impedancia de entrada.
12. Enuncie los tipos de FET que conoce.
13. Describa la ecuación de *SHOCKLEY*.
14. Cuales son las ventajas que presenta el FET con respecto a un BJT.
15. Explique cual es el efecto que tiene la carga estática en el FET.
16. Explique como opera el FET en la región de agotamiento.

PRACTICA N^o 8 DISPOSITIVOS SEMICONDUCTORES DE POTENCIA SCR, TRIAC, DIAC

OBJETIVO GENERAL:

Conocer el funcionamiento y aplicación de los elementos electrónicos más comunes para el manejo y control de potencia eléctrica.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar los parámetros fundamentales de los elementos de potencia Diodos, SCR, DIAC, TRIAC, en las hojas de especificaciones del fabricante.
- Llevar a cabo la prueba de los dispositivos mencionados.
- Comprobar la operación de los tiristores en corriente directa y alterna.
- Implementar y experimentar aplicaciones.

INTRODUCCIÓN

Diodos de Potencia

Los diodos de potencia son de tres tipos: de uso general, de alta velocidad (o de recuperación rápida) y Schottky, los diodos de uso general están disponibles hasta 3000V, a 3500^a, y la especificación de los diodos de recuperación rápida puede llegar hasta 3000 V, 1000 A, el tiempo de recuperación inversa varía entre 0.1 y 5 μ S, los diodos de recuperación rápida son esenciales para la interrupción de los convertidores de potencia a altas frecuencias, un diodo tiene dos terminales: un cátodo y un ánodo, los diodos Schottky tienen un voltaje bajo de estado activo y un tiempo de recuperación muy pequeño, típicamente en nanosegundos. La corriente de fuga aumenta con el voltaje y sus especificaciones se limitan a 100 V, 300 A, un diodo conduce cuando el voltaje de su ánodo es más alto que el de su cátodo; siendo la caída de voltaje en directa de un diodo de potencia muy baja, típicamente 0.5 y 1.2 V, si el voltaje de cátodo es más alto que el voltaje de ánodo, se dice que el diodo está en modo de *bloqueo*.

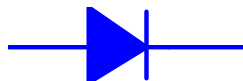


Figura 1. Diodo de Potencia

Tiristor (SCR)

Es un dispositivo electrónico que tiene dos estados de funcionamiento: conducción y bloqueo, posee tres terminales: ánodo (A), cátodo (K) y compuerta (G), la conducción entre ánodo y cátodo es controlada por la terminal de compuerta, se dice que es un dispositivo unidireccional, debido a que el sentido de la corriente es único.

Como su nombre lo indica, el SCR es un rectificador construido con material de silicio con una tercera terminal para efecto de control, se escogió el silicio debido a sus propiedades de alta temperatura y potencia, la operación básica del SCR es diferente a la del diodo semiconductor de dos capas, cuenta con cuatro capas y una tercera terminal denominada compuerta, determina cuando el rectificador conmuta del estado de circuito abierto al de circuito cerrado, se debe tener en cuenta que no basta con la polarización directa del ánodo al cátodo del dispositivo, en la región de conducción la resistencia dinámica del SCR es típicamente de 0.01 a 0.1 ohms, la resistencia inversa es típicamente de 100 K ohms o más.

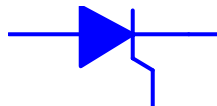


Figura 2. SCR

La interpretación directa de la curva del tiristor nos dice lo siguiente: cuando la tensión entre ánodo y cátodo es cero, la intensidad de ánodo también lo es, hasta que no se alcance la tensión de bloqueo (V_{Bo}), el tiristor no se dispara, cuando se alcanza dicha tensión, se percibe un aumento de la intensidad en ánodo (I_A), disminuye la tensión entre ánodo y cátodo, comportándose así como un diodo polarizado directamente.

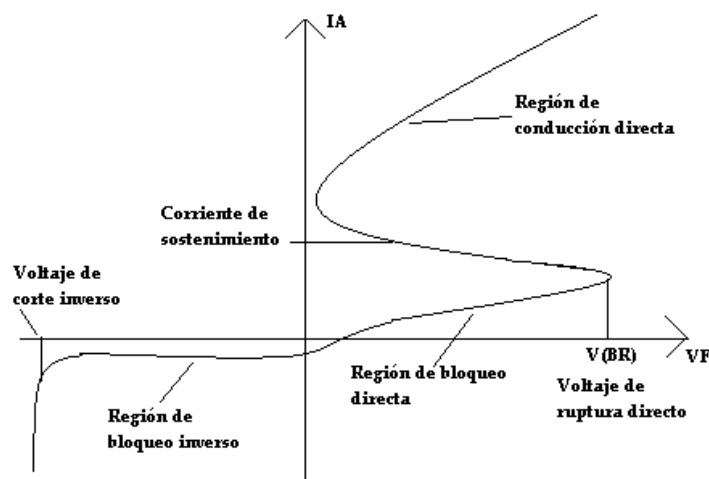


Figura 3. Curva característica del SCR.

Si se quiere disparar el tiristor antes de llegar a la tensión de bloqueo, será necesario aumentar la corriente de compuerta, la tensión de cebado ocurre cuando se polariza inversamente, se produce una débil corriente inversa (corriente de fuga) hasta que alcanza el punto de tensión inversa máxima que provoca la destrucción del componente.

DIAC

Es un componente electrónico que está preparado para conducir en los dos sentidos de sus terminales, por ello se le denomina bidireccional, siempre que se llegue a su tensión de cebado o de disparo, hasta que la tensión aplicada entre sus terminales supere la tensión de disparo, la intensidad que circula por el componente es muy pequeña, al superar dicha tensión la corriente aumenta bruscamente.



Figura 4. DIAC

La aplicación más conocida de este componente es el de control de regular la potencia de una carga.

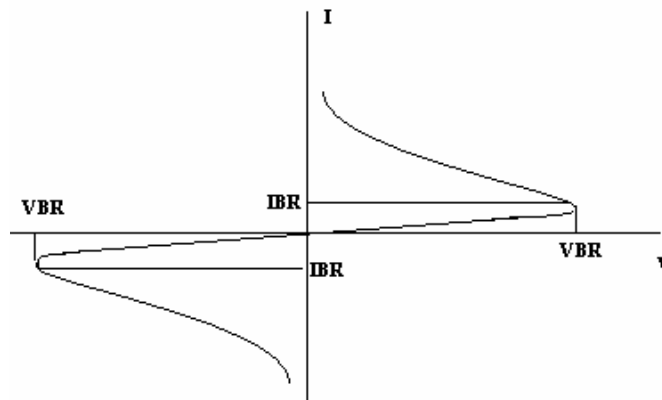


Figura 5. Curva característica del DIAC

TRIAC

El TRIAC es fundamentalmente un DIAC, con una terminal de compuerta para controlar las condiciones de encendido bilateral del dispositivo en cualquier dirección, en otras palabras, para cualquier dirección, la corriente de compuerta puede controlar la acción del dispositivo en una forma muy similar a la mostrada para un SCR, sin embargo, las características del TRIAC en el primer y tercer cuadrante son algo diferentes de las del DIAC, la corriente de sostenimiento en cada dirección, no está presente en las características del DIAC.

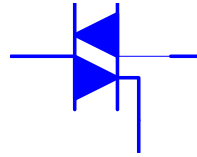


Figura 6. TRIAC

Para cada dirección de conducción posible hay una combinación de capas de semiconductor cuyo estado será controlado por la señal aplicada a la terminal de compuerta.

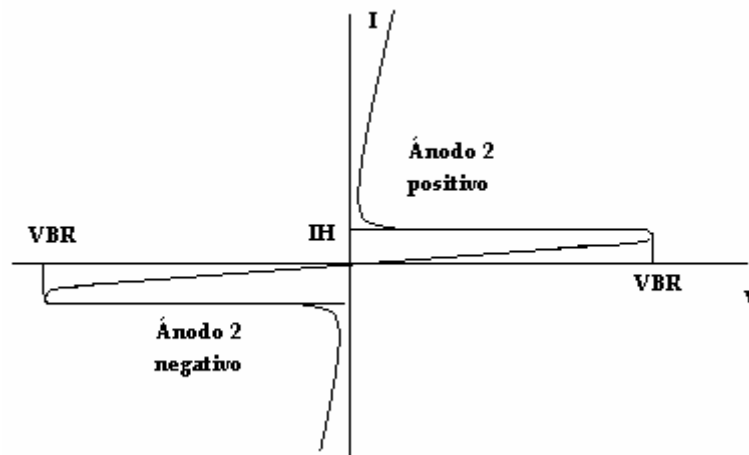


Figura 7. Curva característica del TRIAC

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

- Un osciloscopio.
- Un generador de señales
- 2 Fuentes reguladas de voltaje 0 a 30VCD.
- 2 Resistencias de 220 Ω , 470 Ω , 560 Ω , 1K Ω , 5.1K Ω , 10K Ω , 15K Ω , 100K Ω y otros valores.
- 2 Fotorresistencias.
- 2 Presets o potenciómetros de 10K Ω , 500K Ω , 1M Ω .
- 2 Capacitores de 0.027 μ F, 0.33 μ F, 33 μ F, 47 μ F, 100 μ F, 220 μ F, 470 μ F, 12 nF.
- 2 Diodos rectificadores 1N4002
- 4 Diodos Rectificadores 1N4004
- 3 Diodos LED varios colores.
- 2 SCR MCR106 o C106 o TIC106 .

- 2 SCR 2N1596, 2N6071
- 2 TRIAC Q2015L6 o Q2008L4.
- 1 Transformador de 127 VCA a 12 o 18 VCA a 500mA con derivación central.
- 4 interruptores un polo un tiro.
- 2 Cable de línea con clavija.
- 4 Fusibles a 2 Amp.
- 2 porta fusibles.
- 1 Foco neon.
- 1 Foco de 100W con socket y cable de conexión.
- 2 Contactos con cable.
- 1 motor de CA (opcional).
- 2 Protoboard.
- Multímetro.
- Un juego de cables para conexión.
- Tres puntas para osciloscopio.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1 MULTIPLICADOR DE VOLTAJE

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 8, verifique la polaridad correcta de los capacitores.

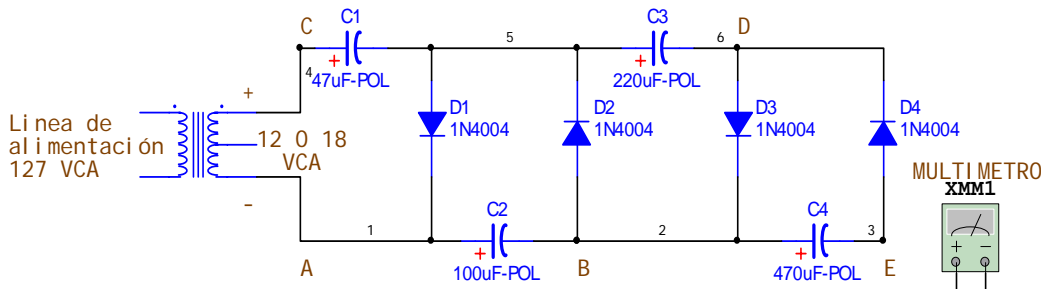


Figura 8.

- b) Calcule los voltajes entre los puntos A-B, C-D y A-E.
- c) Con el Multímetro mida los voltajes en los puntos A-B, C-D y A-E.
- d) Compare sus valores experimentales con sus valores teóricos y obtenga el porcentaje de error.

EXPERIMENTO 2 MULTIPLICADOR DE VOLTAJE

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 9, verifique la polaridad correcta de los capacitores.

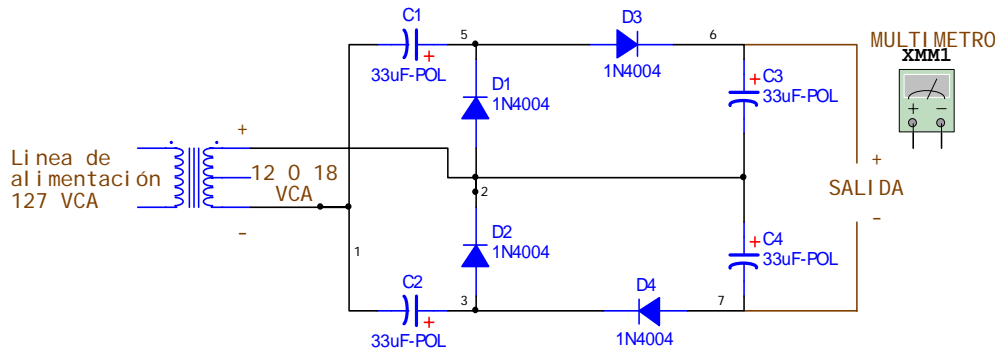


Figura 9.

- b) Calcule el voltaje de salida.
 c) Con el Multímetro mida el voltaje de salida.
 d) Compare sus valores experimentales con sus valores teóricos y obtenga el porcentaje de error.

EXPERIMENTO 3 SCR

- d) Construya el circuito mostrado en la figura 10.

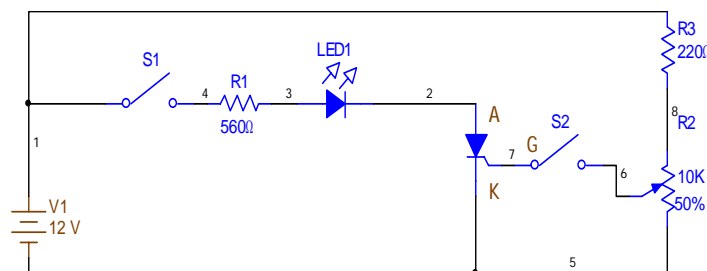


Figura 10.

- e) Alimente el circuito con la fuente de voltaje a un valor de 12 volts y ajuste R2 para que no exista caída de voltaje en ella.
 f) Mida el voltaje entre el ánodo y el cátodo del SCR y anote el resultado.
 g) Cierre los interruptores S1 y S2, y compruebe que esté encendido el SCR (el LED debe de encender).

- h) Verifique que el voltaje en las terminales del SCR decrece a un valor muy bajo, alrededor de 0.1 a 3 volts.
- i) A partir de 0 volts, con la perilla del potenciómetro, ajuste R2 gradual mente hasta que el LED encienda, mida el valor de la corriente en la compuerta en este instante.
- j) Realice las mediciones de I_G , V_{AK} e I_K , desde 0 volts hasta que el LED enciende y construya la grafica correspondiente al SCR.

EXPERIMENTO 4

- a) Construya el circuito de la figura 11.

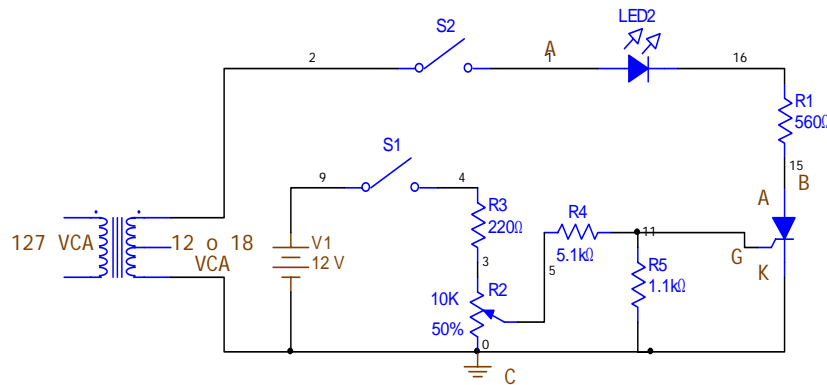


Figura. 11

- b) Ajuste la fuente de voltaje a 12 volts, cierre el interruptor S1 y deje abierto el interruptor S2, y observe con el osciloscopio la señal entre los puntos A y C, dibuje la forma de esta señal.
- c) Cierre el interruptor S2, a partir de cero varié poco a poco el potenciómetro R2, y observe con el osciloscopio en los puntos B y C el efecto que existe en la señal.
- d) Anote los ángulos de conducción, mida I_G , I_K para tres diferentes ángulos y comente sus observaciones.

EXPERIMENTO 4 TRIAC

- a) Arme el circuito que se muestra en la figura 12.

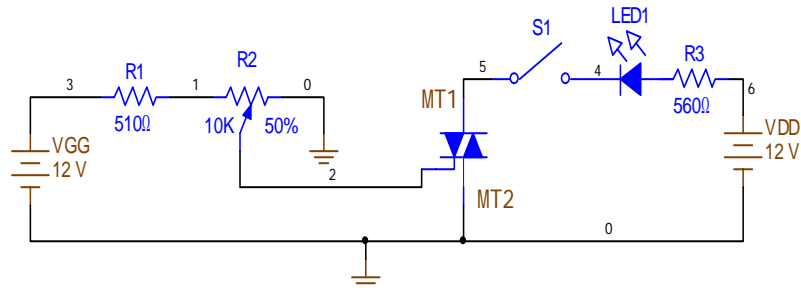


Figura 12.

- b) Con el interruptor S1 abierto, ajuste la fuente de voltaje V_{DD} a 12 volts, así como la fuente V_{GG} a 12 volts, posteriormente cierre el interruptor S1.
- c) Con la perilla ajuste el potenciómetro R2 a su valor máximo, y verifique que el TRIAC no se encuentre en conducción, de no ser así, abra y cierre el interruptor S1 hasta que el TRIAC retorne a su estado de bloqueo.
- d) En caso de que con este procedimiento no se logre que el TRIAC no retorne al estado de bloqueo, apague la fuente V_{DD} y enciéndala nuevamente.
- e) Disminuya el valor del potenciómetro R2 lentamente, con el multímetro mida la corriente de compuerta y la tensión con respecto a tierra, anote los valores para cada decremento.
- f) Determine el valor del voltaje en el que el TRIAC entra en conducción.
- g) Mida el voltaje y la corriente entre las terminales MT1 y MT2.

EXPERIMENTO 5 CONTROL EN CA.

- a) Construya el circuito que se muestra en la figura 13.

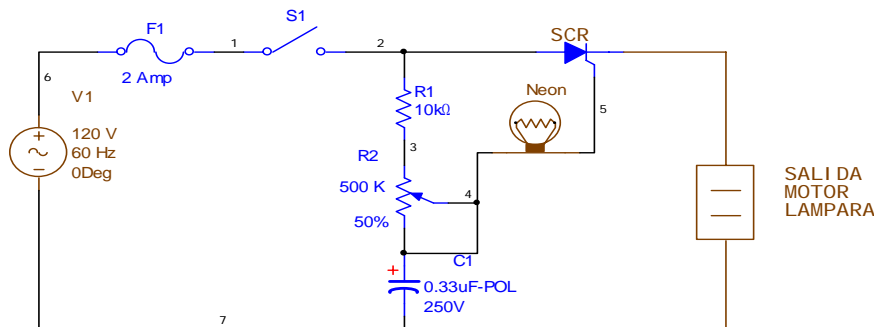


Figura 13.

- b) Conecte la carga en las terminales de salida (motor o lámpara).
- c) Conecte el circuito a la línea de alimentación de 127 VCA y cierre en interruptor S1.
- d) Partiendo del mínimo valor, con la perilla varié el potenciómetro R2 y con el multímetro mida la corriente de activación de compuerta del TRIAC y el voltaje en la salida.
- e) Construya una tabla con los diferentes valores de corriente y voltaje obtenidos en el potenciómetro y en la salida.

EXPERIMENTO 6 CONTROL EN CA.

- f) Construya el circuito que se muestra en la figura 14.

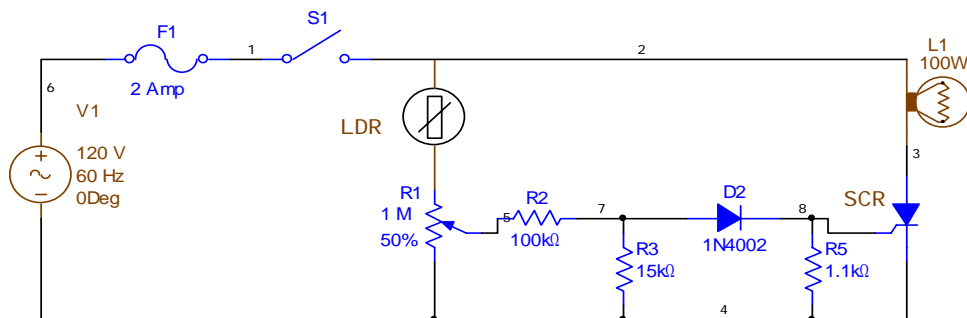


Figura 14.

- g) Conecte el circuito a la línea de alimentación de 127 VCA, y cierre el interruptor S1.
- h) Cubra la fotorresistencia, de tal forma que no este en contacto con la luz, y ajuste el potenciómetro R1 hasta que la lámpara se apague.
- i) Descubra la fotorresistencia y verifique que la lámpara encienda, si no enciende, varié el potenciómetro hasta que la lámpara encienda, en el instante de encendido mida la corriente de activación de compuerta y el voltaje entre el ánodo y el cátodo del SCR.
- j) Realice variaciones de luz y sombra sobre la fotorresistencia y observe el efecto en la lámpara y anote sus observaciones.

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

1. Describa por lo menos 10 componentes de potencia adicionales a los vistos en los experimentos.
2. Explique las características de un circuito electrónico para ser considerado componente de potencia.
3. Investigue el término “Sistemas de Control Electrónico de Potencia”.
4. Explique la diferencia entre un circuito electrónico de alta potencia y un circuito electrónico de baja potencia.
5. Describa las principales características entre un DIAC, TRIAC y SCR.
6. Describa en que otras aplicaciones electrónicas se utilizan los SCR.
7. Explique cómo afecta la temperatura a los elementos electrónicos de potencia.
8. Dibuje un diagrama de bloques de una fuente de CD a CA y explique el funcionamiento en cada etapa.
9. Explique el funcionamiento de una fuente conmutada.
10. Comente la importancia de la electrónica de potencia en la ingeniería biomédica.

PRACTICA No 9 APLICACIONES CON OPTO ELECTRÓNICA

OBJETIVO GENERAL:

Conocer el funcionamiento de los elementos Foeoelectrónicos y Circuitos Integrados más comunes y la aplicación como elementos de aislamiento en el manejo de potencia eléctrica.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Construir un sensor de presencia infrarrojo.
- Medir los voltajes y las corrientes que maneja un sensor infrarrojo.
- Implementar y experimentar aplicaciones.

INTRODUCCIÓN

Foto Diodos

El foto diodo, se parece mucho a un diodo semiconductor común, pero tiene una característica que lo hace muy especial; es un dispositivo que conduce una cantidad de corriente eléctrica de acuerdo a la cantidad de luz que incide sobre el, esta corriente eléctrica fluye en sentido opuesto a la flecha del diodo (está corriente se llama, corriente de fuga), en sentido opuesto a la corriente en los diodos semiconductores normales.

La foto diodos se pueden utilizar como dispositivos de detección de luz, que convierten la luz incidente en energía eléctrica. Si el foto diodo queda conectado de manera que circule por el una corriente en el sentido de la flecha, la luz que lo incide no tendrá efecto sobre el, y se comportaría como un diodo semiconductor normal, la mayoría de los fotodiodos están equipados con una lente que concentra la cantidad de luz incidente, de manera que su reacción a la luz será mas evidente.

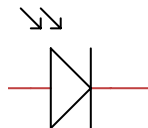


Figura 1. Diodo de Potencia

Foto Transistor

Un fototransistor es en esencia, lo mismo que un transistor normal, sólo que puede trabajar de dos maneras diferentes:

1. Como un transistor normal con la corriente de base (I_B) (modo común).
2. Como foto transistor, cuando la luz que incide en este elemento hace las veces de corriente de base (I_B) (modo iluminación).

Se pueden utilizar las dos formas de empleo del fototransistor simultáneamente, aunque el fototransistor se utiliza principalmente con la terminal de base sin conectar ($I_B=0$), si se desea aumentar la sensibilidad del transistor debido a la baja iluminación, se puede incrementar la corriente de base (I_B) con ayuda de alguna polarización externa, el circuito equivalente de un fototransistor, es un transistor común con un fotodiodo conectado entre la base y el colector con el cátodo del foto diodo conectado al colector del transistor y el ánodo a la base.

El foto transistor es muy utilizado en aplicaciones donde la detección de iluminación es muy importante, como el foto diodo tiene un tiempo de respuesta muy corto, teniendo un flujo de corriente mucho mayor que el foto diodo.

En la figura 2, se aprecia el circuito equivalente de un foto transistor, se observa que esta compuesto por un foto diodo y un transistor, la corriente que entrega el foto diodo circula hacia la base del transistor, se amplifica β veces y es la corriente que puede entregar el dispositivo.

Nota: β , es la ganancia de corriente del foto transistor.

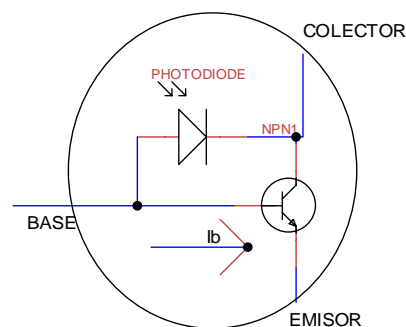


Figura 2. Foto transistor.

CIRCUITOS INTEGRADOS

La rápida expansión de requerimientos de circuitos más pequeños, livianos y complejos provocó la necesidad de colocar no uno sino cientos de transistores en una sola pastilla de silicio, cuando se coloca más de un elemento en un circuito integrado, el dispositivo resultante se conoce como *Circuito Integrado (CI)* figura 3.

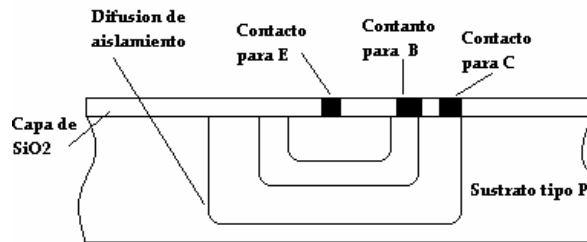


Figura 3. Sección transversal de un transistor npn fabricado en un CI.

El termino sin modificar, CI, se utiliza para describir aquellos circuitos integrados compuestos de menos de 60 elementos, si un circuito integrado contiene más de 60 pero menos de 300 elementos, se utiliza el termino escala de integración media (*MSI, médium-scale integration*), si el número de elementos es mayor que 300 pero menor que 1000, el circuito es de escala de integración grande (*LSI, Large-scale integration*), la escala de integración muy grande (*VLSI, Very large scale integration*) se refiere a aquellos circuitos integrados con más de 1000 elementos.

Los circuitos integrados pueden ser lineales o no lineales, dependiendo de la relación entre formas de onda en la salida y en la entrada. Los circuitos integrados lineales (CIL) se diseñan para reemplazar circuitos estándar y se utilizan como bloques para construir sistemas más complejos, uno de los circuitos analógicos más utilizados es el amplificador operacional (amp-op) de manera ideal, este amplificador tiene ganancia infinita, impedancia de entrada infinita e impedancia de salida cero, los amplificadores operacionales prácticos tienen características de desempeño que se acercan bastante a las de los amplificadores operacionales ideales.

Se puede fabricar un circuito complejo en un circuito integrado simple de silicio, tal circuito puede estar compuesto de transistores, resistores y capacitores, todos ellos lo bastante pequeños como para caber en el circuito integrado.

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

- Resistencias de 220Ω, 680Ω, 1KΩ, 10KΩ, 47KΩ, 1MΩ,
- 2 potenciómetros de 10KΩ, 10KΩ, 1 MΩ, 2MΩ, 4.7MΩ
- 2 Capacitores de 47nF, 33mF, 100mF, 220mF.
- 2 C.I. 4093B.
- 3 C.I. 555.
- 2 MOC 3010.
- 2 OptoTriac.
- 8 Transistores 2n2222,
- 3 Fototransistores.
- 3 Fotodiodos receptores de infrarrojo.
- 3 Diodos emisor de luz infrarroja.
- 3 Diodos LED azul o blanco.
- 2 Diodos rectificador 1N4001.
- 1 Relevador de 12 volts.
- 2 interruptores un polo un tiro.
- 2 Cable de línea con clavija.
- 2 Protoboard.
- Multímetro.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

EXPERIMENTO 1 ACOPLÉ OPTICO.

a) Construya el circuito que se muestra en la figura 4.

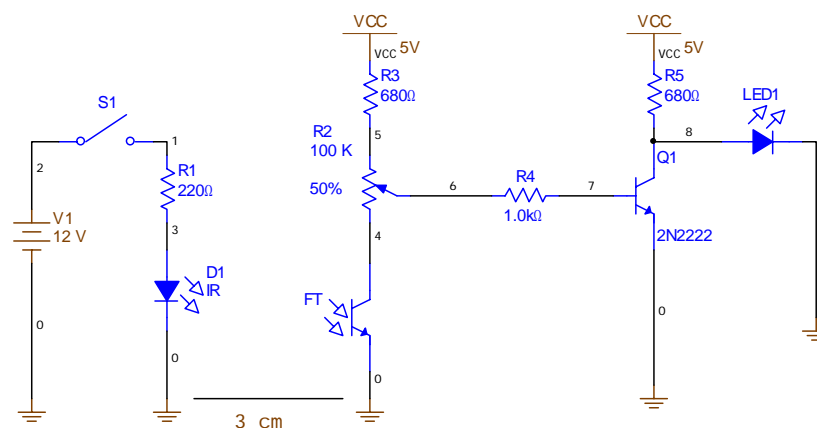


Figura 4.

f) Sitúe el LED Infrarrojo (emisor) frente al receptor a una distancia de 3 a 5 centímetros.

- g) Sin obstruir el paso de luz entre el emisor y el receptor, cierre el interruptor S1 y asegúrese que el LED de salida D₃ esté encendido.
- h) Obstruya el paso de luz entre el receptor y el emisor, y observe el efecto sobre el LED D₃.
- i) Ajuste el potenciómetro R3 hasta conseguir que el LED se apague.
- j) Con el Multímetro mida la caída de voltaje y la corriente en el fototransistor y en el diodo emisor.
- k) Registre sus resultados en la tabla siguiente:

SENSOR D ₁	VOLTAJE Transmisor	VOLTAJE Receptor	CORRIENTE Transmisor	CORRIENTE Receptor
Sin Obstrucción				
Con Obstrucción				

EXPERIMENTO 2

- k) Construya el circuito de la figura siguiente, lo cual se obtiene conectando el circuito armado anteriormente, con el acoplamiento con la etapa de potencia indicada en la figura.
- l) Conecte la carga L1 conjuntamente con el relevador como se muestra en la figura.

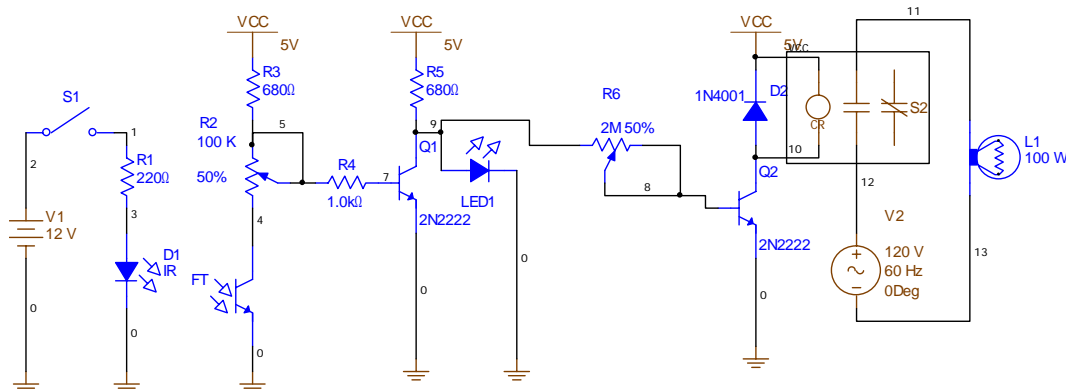


Figura 5.

- m) A partir del inciso e) del experimento anterior, ajuste la sensibilidad de la etapa de potencia con la perilla del potenciómetro R6, Obstruya el paso de luz entre emisor y receptor.
- n) Con el Multímetro mida las corrientes de base y colector de los transistores Q1 y Q2, así como las caída de voltaje entre base y emisor, complete la tabla siguiente:

Transistor Q1	Corriente de Base I_B	Corriente de Colector I_C	Voltaje Base-Emisor V_{BE}
Sin obstrucción			
Con obstrucción			
Transistor Q2	Corriente de Base I_B	Corriente de Colector I_C	Voltaje Base-Emisor V_{BE}
Sin obstrucción			
Con obstrucción			

EXPERIMENTO 3 CIRCUITOS INTEGRADOS Y OPTOACOPLADORES.

- e) Construya los circuitos de las figuras 6 y 7 y pruébelos por separado.

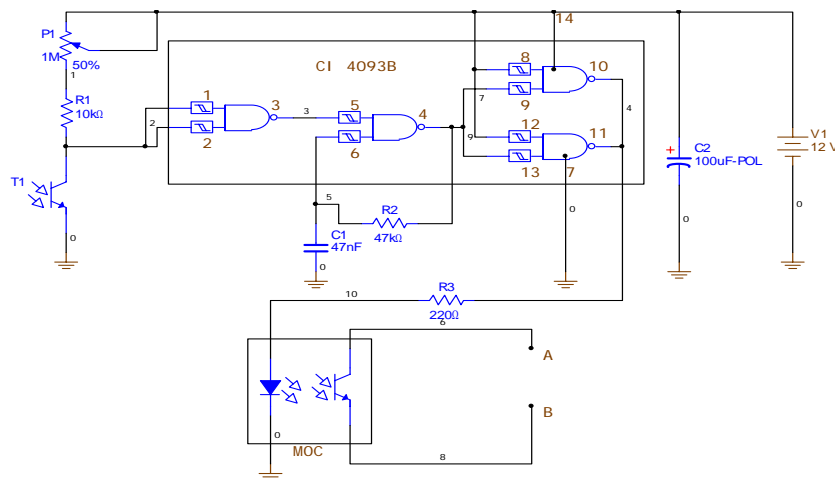


Figura 6.

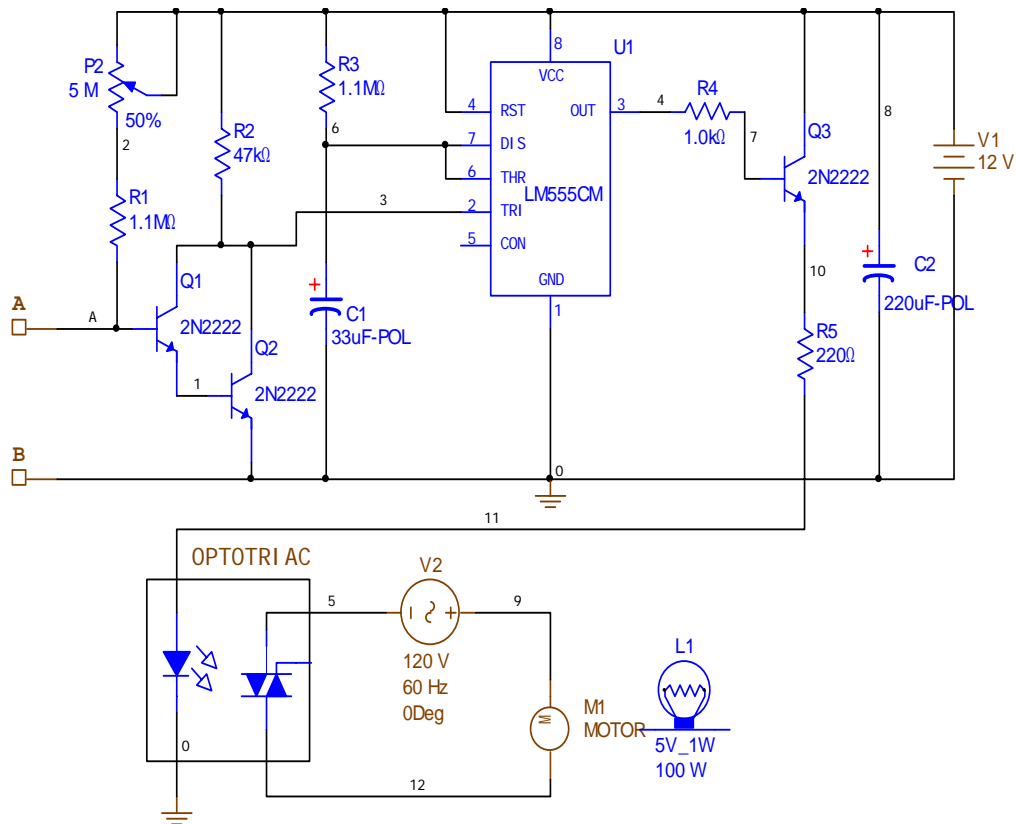


Figura 7.

- f) Con las hojas de datos de fabricación, identifique las especificaciones de cada uno de los semiconductores mostrados, y explique el significado de cada terminal de los circuitos integrados.
- g) Ajuste las fuentes de voltaje de alimentación a los valores que se muestran en los diagramas. Ajuste la sensibilidad del circuito mostrado en la figura 6 por medio del potenciómetro P1.
- h) Ajuste la sensibilidad del circuito mostrado en la figura 7 por medio del potenciómetro P2. Acople las terminales de salida marcadas como A y B en el MOC (figura 6) con las entradas A y B del circuito mostrado en la figura 7, guardando la debida correspondencia.
- i) Dirija el haz luz del control remoto hacia el fototransistor T1, observe el efecto sobre el motor al presionar cualquier tecla.
- j) Dibuje un diagrama de bloques que corresponda a los circuitos anteriores.
- k) Explique el funcionamiento de cada etapa, y comente alguna otras aplicaciones.

ANÁLISIS DEL EXPERIMENTO

Anexar el análisis teórico del experimento, indique bajo que ecuaciones se relaciona el resultado experimental.

CUESTIONARIO

17. Explique que es el efecto fotoeléctrico.
18. Comente el efecto fotoeléctrico en un semiconductor.
19. Explique que es la electroluminiscencia.
20. Enuncie cinco componentes fotoeléctricos que no se hayan visto en la práctica.
21. En el experimento 2, cuando no existe obstrucción en el paso de luz entre el emisor y el receptor, el transistor Q1 se encuentra_____y el transistor Q2 está_____, por lo tanto el relevador está _____, por consecuencia el foco está_____.
22. En el experimento 2, al obstruir el paso de luz entre el emisor y el receptor los estados de los transistores cambian, por consecuencia el relevador _____ y el foco_____.
23. Explique el rango de la luz visible en el espectro electromagnético.
24. Determine las longitudes de onda para los diodos Infrarrojo, azul y verde.
25. Explique que es el LASER.
26. Describa que es un circuito integrado.
27. Explique la diferencia entre los circuitos integrados Lineales y los circuitos integrados No Lineales.
28. Explique las tecnologías de diseño de circuitos integrados MSI, LSI y VLSI.

PRACTICA No 10 PROYECTO DE LABORATORIO

OBJETIVO GENERAL:

Aplicación de los conceptos expresados en el curso para la realización de un proyecto práctico que sea utilizado para la construcción de un instrumento o un dispositivo electrónico o bien un circuito de aplicación biomédico.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Diseño y construcción del dispositivo.
- Desarrollo de la memoria de cálculo del prototipo.
- Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento.
- Exposición del proyecto y recomendaciones del mismo a futuro.

INTRODUCCIÓN

Indicar y justificar el porque del proyecto elegido, puede ahondarse en el tema con un preámbulo histórico.

MATERIAL Y EQUIPO EMPLEADO

Indicar detalladamente el material utilizado.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Indicar la serie de pruebas que se realizaron antes de la puesta en marcha del prototipo, anexas tablas, graficas de funcionamiento, fotos, etc.

BIBLIOGRAFIA

Anexas las referencias consultadas en la realización del prototipo.

APENDICE A

REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE BIOELECTRÓNICA

- 1) Para tener acceso al laboratorio en horas de clase y tiempo libre, es indispensable el uso de bata, material de trabajo y herramienta mínima necesaria.
- 2) La tolerancia de entrada al laboratorio es de 10 min. Posteriormente se prohibirá el acceso.
- 3) Colocar las mochilas en los anaqueles correspondientes. Prohibido colocarlas en pasillos y mesas de trabajo.
- 4) Al inicio de la sesión de laboratorio se deberá revisar el correcto funcionamiento de los equipos electrónicos, reportando de inmediato cualquier anomalía a los profesores encargados del laboratorio.
- 5) Prohibido fumar, consumir alimentos y bebidas en el interior del laboratorio.
- 6) No se permitirá la estancia de alumnos, sin que haya un profesor responsable en los laboratorios del departamento en horas fuera de las asignadas oficialmente.
- 7) No se permiten visitas durante la sesión de trabajo y actitudes fuera de lugar.
- 8) Prohibido escuchar música.
- 9) En las sesiones que se lleven acabo en los laboratorios de Electrónica y Circuitos, se deberá traer de manera individual como material indispensable:
 - a) Multímetro.
 - b) Protoboard.
 - c) Pinzas y desarmadores necesarios.
 - d) 3 puntas de osciloscopio (sin atenuar).
 - e) 3 pares de puntas banana - caimán.
 - f) Traer un trozo de franela por equipo.

NOTA: De no traer el material, **NO** se podrá realizar la práctica correspondiente, quedando esta **NO aprobada**.

- 10) Utilizar solo las puntas adecuadas para cada equipo de laboratorio.
- 11) Será responsabilidad de los usuarios cualquier daño a los equipos y la reparación de los mismos, causado por mal uso y negligencia en el manejo.
- 12) No se permite la salida de equipo de medición, herramientas y computadoras

de los laboratorios del departamento.

13) Se prohíbe hacer uso del cautín en las mesas de trabajo, para ello, existen mesas asignadas.

14) Prohibido dejar pertenencias en el laboratorio y equipo encendido por más de 10 minutos, sin que esté presente algún integrante del grupo de trabajo, de lo contrario, serán sancionados sin derecho a préstamo. **NOTA:** Si incurren por más de dos ocasiones, no se permitirá la entrada.

15) El préstamo de material solo se realizará por el interesado **mostrando la credencial oficial y vigente de UPIBI**. No se aceptarán credenciales de otra índole.

16) Se multará cada vez que **NO** se devuelva el material prestado en un período máximo de dos días hábiles, entregando en cantidad, el doble del mismo.

17) Al término de la sesión:

- Limpiar el lugar de trabajo y pizarrón.
- Apagar el equipo y los contactos múltiples.
- Colocar las sillas en su respectivo lugar.
- Cerrar las ventanas.
- No olvidar sus pertenencias.

APENDICE B

VALORES ESTADAR DE LAS RESISTENCIAS DISPONIBLES COMERCIALMENTE

<i>OHMS Ω</i>			<i>KILOHMS $K\Omega$</i>			<i>MEGAOHMS $M\Omega$</i>		
0.10	1.0	10	100	1000	10	100	1.0	10
0.11	1.1	11	110	1100	11	110	1.1	11
0.12	1.2	12	120	1200	12	120	1.2	12
0.13	1.3	13	130	1300	13	130	1.3	13
0.15	1.5	15	150	1500	15	150	1.5	15
0.16	1.6	16	160	1600	16	160	1.6	16
0.18	1.8	18	180	1800	18	180	1.8	18
0.20	2.0	20	200	2000	20	200	2.0	20
0.22	2.2	22	220	2200	22	220	2.2	22
0.24	2.4	24	240	2400	24	240	2.4	
0.27	2.7	27	270	2700	27	270	2.7	
0.30	3.0	30	300	3000	30	300	3.0	
0.33	3.3	33	330	3300	33	330	3.3	
0.36	3.6	36	360	3600	36	360	3.6	
0.39	3.9	39	390	3900	39	390	3.9	
0.43	4.3	43	430	4300	43	430	4.3	
0.47	4.7	47	470	4700	47	470	4.7	
0.51	5.1	51	510	5100	51	510	5.1	
0.56	5.6	56	560	5600	56	560	5.6	
0.62	6.2	62	620	6200	62	620	6.2	
0.68	6.8	68	680	6800	68	680	6.8	
0.75	7.5	75	750	7500	75	750	7.5	
0.82	8.2	82	820	8200	82	820	8.2	
0.91	9.1	91	910	9100	91	910	9.1	

APENDICE C
VALORES TIPICOS DE CONDENSADORES

MARCA COMERCIAL	PICOFARADIOS	NANOFARADIOS	MICRO FARADIOS
1	1	1P	0.000001
10	10	10P	0.000010
47	47	47P	0.000047
100	100		0.0001
470	470		0.00047
102	1.000	1n	.001
152	1.500	1n5	0.0015
182	1.800	1n8	0.0018
222	2.200	2n2	0.0022
272	2.700	2n7	0.0027
332	3.300	3n3	0.0033
362	3.600	3n6	0.0036
392	3.900	3n9	0.0039
432	4.300	4n3	0.0043
472	4.700	4n7	0.0047
562	5.600	5n6	0.0056
682	6.800	6n7	0.0068
822	8.200	8n2	0.0082
103	10.000	10n	0.01
153	15.000	15n	0.015
223	22.000	22n	0.022
333	30.000	33n	0.033
393	39.000	39n	0.039
473	47.000	47n	0.047
563	56.000	56n	0.056
683	68.000	68n	0.068
823	82.000	82n	0.082
104	100.000	100n	0.1
154	150.000	150n	0.15
224	220.000	220n	0.22
334	330.000	330n	0.33
474	470.000	470n	0.47
564	560.000	560n	0.56
684	680.000	680n	0.68
824	820.000	820n	0.82
105	1.000.000	1M	1.0
225	2.200.000	2M2	2.0