



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Departamento de Ingeniería
Sección Electrónica

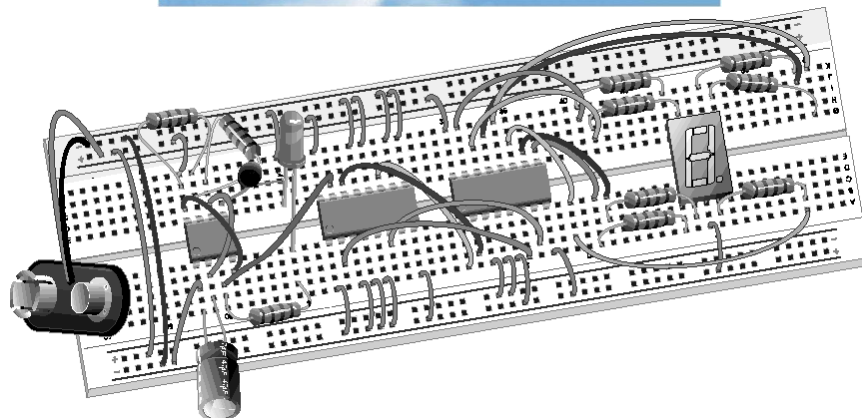
Electrónica Básica

Prácticas de laboratorio

SEMESTRE 2020 - I

Asignatura Electrónica Básica

Clave de la carrera 35 Clave de la asignatura 1520



Fecha de elaboración: 2003
Fecha de Modificación: agosto 2019

Autor: Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar



CONTENIDO

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

- Comprender el funcionamiento de algunos dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos y sus aplicaciones en la industria.

OBJETIVOS DEL LABORATORIO

- Comprobar con datos experimentales el funcionamiento de circuitos básicos en electrónica analógica y digital.
- Analizar, comprender en forma práctica el funcionamiento de los circuitos electrónicos básicos y sus aplicaciones en la industria.

INTRODUCCIÓN

Este manual de prácticas de laboratorio es una introducción sobre electrónica. Los alumnos aprenderán los principios básicos del funcionamiento de circuitos analógicos y digitales en un laboratorio práctico y real. Se trabajan con dispositivos electrónicos como: resistencias, capacitores, diodos, transistores, así como componentes integrados como: Amplificadores operacionales y TTL. Además, los alumnos se introducirán en el manejo adecuado y eficiente del equipo como: multímetros digitales, osciloscopios, generadores de funciones y fuentes de voltaje.

Para un mejor aprendizaje de este manual de laboratorio es recomendable que el alumno lea el contenido de cada una de las prácticas antes de desarrollarla.

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

1. Los reportes deberán basarse en la metodología utilizada en los manuales de prácticas de laboratorio.
2. Los reportes deberán tener la portada (obligatoria) que se indica a continuación.

Universidad Nacional Autónoma de México **Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán**

Laboratorio de: _____ Grupo: _____

Profesor: _____

Alumno: _____

Nombre de Práctica: _____ No de práctica: _____

Fecha de realización: _____ Fecha de entrega: _____ Semestre: _____



REGLAMENTO INTERNO DE LOS LABORATORIOS DE COMUNICACIONES, CONTROL, SISTEMAS ANALÓGICOS Y SISTEMAS DIGITALES

1. Dentro del laboratorio queda estrictamente prohibido.
 - a. Correr, jugar, gritar o hacer cualquier otra clase de desorden.
 - b. Dejar basura en las mesas de trabajo y/o pisos.
 - c. Sentarse sobre las mesas
 - d. Fumar, consumir alimentos y/o bebidas.
 - e. Realizar o responder llamadas telefónicas y/o el envío de cualquier tipo de mensajería.
 - f. La presencia de personas ajenas en los horarios de laboratorio.
 - g. Dejar los bancos en desorden.
 - h. Mover equipos o quitar accesorios de una mesa de trabajo a otra sin el consentimiento previo del profesor de laboratorio en turno.
 - i. Usar o manipular el equipo sin el conocimiento previo del profesor.
 - j. Rayar las mesas del laboratorio.
 - k. Energizar algún circuito sin antes verificar que las conexiones sean las correctas (polaridad de las fuentes de voltaje, multímetros, etc.).
 - l. Hacer cambios en las conexiones o desconectar equipo estando éste energizado.
 - m. Hacer trabajos pesados (taladrar, martillar, etc.) en las mesas de las prácticas.
2. Se permite el uso de medios electrónicos y equipo de sonido (celulares, tabletas, computadoras, etc.) únicamente para la realización de las prácticas.
3. El alumno verificará las características de los dispositivos electrónicos con el manual.
4. Es responsabilidad del profesor y de los alumnos revisar las condiciones del equipo del laboratorio al inicio de cada práctica. El profesor reportará cualquier anomalía que pudiera existir (prendido, dañado, sin funcionar, maltratado, etc.) al encargado de área correspondiente o al jefe de sección.
5. Es requisito indispensable para la realización de las prácticas, **que el alumno cuente con su manual completo y actualizado al semestre en curso**, en formato digital o impreso, el cual podrá obtener en:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria.
6. **El alumno deberá traer su circuito armado para poder realizar la práctica, de no ser así no podrá realizar dicha práctica (donde aplique) y tendrá una evaluación de cero en la práctica de la sesión correspondiente.**
7. Para desarrollar trabajos, o proyectos en las instalaciones de los laboratorios, es requisito indispensable que esté presente el profesor responsable, en caso contrario no podrán hacer uso de las instalaciones.
8. Correo electrónico del buzón para quejas y sugerencias para cualquier asunto relacionado con los laboratorios (electronica@fesc.cuautitlan2.unam.mx).
9. La evaluación de cada sesión se realizará en base a los criterios de evaluación de cada laboratorio y, en caso de que el alumno no asista, tendrá falta y será indicada en el registro de seguimiento y control por medio de guiones.
10. La evaluación final del laboratorio será en base a lo siguiente:
 - A - (Aprobado); Cuando el promedio total de todas las prácticas de laboratorio sea mayor o igual a 6 siempre y cuando tengan el 90% de asistencia y el 80% de prácticas acreditadas en base a los criterios de evaluación.
 - NA - (No Aprobado); No se cumplió con los requisitos mínimos establecidos en el punto anterior.
 - NP - (No Presentó); No se entregó reporte alguno.
11. Los casos no previstos en el presente reglamento serán resueltos por el Jefe de Sección.

NOTA: En caso de incurrir en faltas a las disposiciones anteriores, el alumno será acreedor a las siguientes sanciones por parte del profesor de laboratorio según sea el caso y la gravedad, baja temporal o baja definitiva del grupo de laboratorio al que está inscrito.



ÍNDICE

Contenido.	1
Reglamento de laboratorio	2
Índice	3
Práctica 1. Introducción al Laboratorio de Electrónica Básica.	4
Práctica 2. Circuitos Rectificadores. <i>Tema II de la Asignatura</i>	14
Práctica 3. Circuitos con Diodos. <i>Tema II de la Asignatura</i>	17
Práctica 4. Fuente de Poder. <i>Tema II de la Asignatura</i>	20
Práctica 5. Polarización del Transistor Bipolar de Juntura (TBJ) <i>Tema III de la Asignatura</i>	24
Práctica 6. Amplificador con TBJ. <i>Tema III de la Asignatura</i>	27
Práctica 7. Amplificador Operacional, Circuitos Básicos. <i>Tema IV de la Asignatura</i>	29
Práctica 8. El Integrador y el Derivador. <i>Tema IV de la Asignatura</i>	32
Práctica 9. Compuertas Lógicas. <i>Tema V de la Asignatura</i>	35
Práctica 10. Circuitos Lógicos Combinacionales. <i>Tema V de la Asignatura</i>	38
Bibliografía.	40
Hojas Técnicas.	41



PRÁCTICA 1. “INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA BÁSICA”

OBJETIVOS

- Conocer el manejo y uso del equipo que se utiliza en el laboratorio para la realización de las prácticas.
- Se pretende que en la 2^{da} o 3^{ra} práctica el alumno aprenda a utilizarlo adecuadamente.

INTRODUCCIÓN

Para la comprobación de los diferentes circuitos que se armarán en este laboratorio se hará uso de equipo, tanto para alimentar el circuito como para hacer las debidas mediciones. El equipo a utilizar viene listado en cada una de las prácticas y puede ser:

- Fuente de voltaje.
- Generador de señales o generador de funciones.
- Multímetro.
- Osciloscopio.
- Tableta de conexiones.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Indique los colores que debe presentar cada una de las resistencias del siguiente circuito.
3. Realizar el análisis teórico del circuito de la figura 1.1 obtenga: voltaje, corriente y potencia de cada una de las resistencias, anotando los resultados en una tabla.

NOTA: estos valores del punto 3 serán utilizados para resolver el cuestionario (anótalos en tú cuaderno).

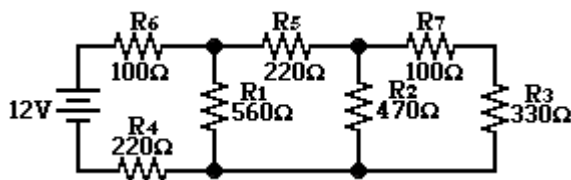


Figura 1.1

EQUIPO

Fuente de voltaje.
Generador de funciones.
Multímetro.
Osciloscopio.
Tableta de conexiones.

MATERIAL

Juegos de bananas y caimanos

1 Resistencia de 560Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_1
1 Resistencia de 470Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_2
1 Resistencia de 330Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_3
2 Resistencias de 220Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_4, R_5
2 Resistencias de 100Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_6, R_7

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

TABLETA DE CONEXIONES

Tableta blanca y de forma rectangular, figura 1.2, en la figura se observa cómo están dispuestas las conexiones internas de la tableta. Los orificios visibles en la superficie de la tableta indican cómo están conectados estos internamente.

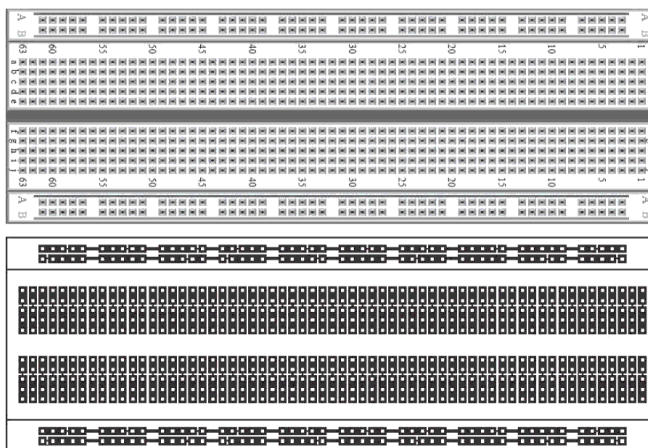


Figura 1.2

1. La línea horizontal superior e inferior es un solo nodo, es decir, todos los puntos están unidos.
2. Las líneas verticales superior e inferior son un grupo de cinco puntos unidos entre sí, siendo independientes una de otra lateralmente.
3. El espacio central se utiliza para el armado de circuitos que utilizan circuitos integrados (CI) debido a la disposición de terminales en ambos lados de éstos.

FUENTE DE VOLTAJE

Suministra el voltaje y la corriente necesarios para hacer funcionar los circuitos utilizados en las prácticas. Tiene dos pantallas LCD separadas, para voltaje (verde) y corriente (roja) ambas son salidas variables como se observa en la figura 1.3.

La fuente de la figura 1.3 posee dos salidas variables que pueden operar independientemente, en modo serial o en paralelo con un arreglo de perillas maestras de control de voltaje y corriente del tipo push - pull (empujar o jalar).

MODO INDEPENDIENTE

En este modo las dos fuentes son independientes; las perillas maestras de control de voltaje y corriente deben estar empujadas (PUSH).

MODO SERIAL

En este modo la salida está disponible a través de la terminal positiva de Master y la Negativa de Slave.

1. Jale (PULL) la perilla de ajuste de voltaje Master (10). El led amarillo (14) se encenderá para indicar el modo serial.
2. Gire la perilla de ajuste de corriente de Slave (19) en sentido de las manecillas del reloj al máximo.

Fije el voltaje de salida mediante la perilla de ajuste de voltaje de Master. La pantalla de Master exhibirá la mitad del voltaje de la salida efectiva entre las terminales positiva y negativa.

MODO PARALELO

En este modo el voltaje de salida corresponde al valor establecido por Master y la corriente de salida es el doble del valor establecido por Master.

1. Jale la perilla de ajuste de corriente de Master (11). El led amarillo (15) se encenderá indicando el modo de rastreo en paralelo.
2. Gire las perillas de control de voltaje (18) y de corriente (19) de Slave en sentido de las manecillas del reloj al máximo.
3. Fije el voltaje de salida con la perilla de ajuste de voltaje de Master. La corriente de salida será el doble de la corriente del Master.



Figura 1.3

La descripción del panel frontal de la fuente de voltaje figura 1.3 es:

1. Interruptor de encendido. Al empujar el interruptor a la posición ON se enciende la pantalla de LED para indicar el encendido
2. Terminal de salida negativa de la fuente Fixed 5V/3 A (negra)
3. Terminal de salida positiva de la fuente Fixed 5V/3 A (roja)
4. LED indicador de sobre flujo (rojo) para la fuente Fixed
5. Terminal de salida negativa Máster 0-32V/0-3 A (negra)
6. Terminal de tierra Máster (verde)
7. Terminal de salida positiva Máster 0-32V/0-3 A (roja)
8. LED de modo C.C. (rojo) del Máster para indicar corriente constante
9. LED de modo C.V. (verde) del Máster para indicar voltaje constante
10. Perilla de ajuste de voltaje Máster con interruptor pull y push para el modo de rastreo serial y paralelo junto con interruptor pull de la perilla de ajuste de corriente
11. Perilla de ajuste de corriente Máster con interruptor pull y push para el modo de operación paralelo

12. Pantalla Máster de 3 dígitos de LED verde de 0.56" indicadora del voltaje
13. Pantalla Máster de 3 dígitos de LED roja de 0.56" indicadora de corriente
14. LED indicador de modo serie (verde)
15. LED indicador de modo paralelo (rojo)
16. Pantalla Slave de 3 dígitos de LED verde de 0.56" indicadora del voltaje
17. Pantalla Slave de 3 dígitos de LED roja de 0.56" indicadora de corriente
18. Perilla de ajuste para el voltaje de salida Slave cuando se opera en modo C.V.
19. Perilla de ajuste para la corriente de salida Slave cuando se opera en modo C.C.
20. Terminal de salida negativa de Slave 0-32V/0-3 A (negra)
21. Terminal de tierra de Slave (verde)
22. Terminal de salida positiva de Slave 0-32V/0-3 A (roja)
23. LED de modo C.C. (rojo) Slave para indicar corriente constante
24. LED de modo C.V. (verde) del Slave para indicar voltaje constante

Nota. La fuente de voltaje debe apagarse antes de hacer cualquier modificación al circuito.

GENERADOR DE SEÑALES

El generador de funciones figura 1.4, proporciona señales de voltaje variables en el tiempo con la característica de poder controlar los parámetros siguientes:

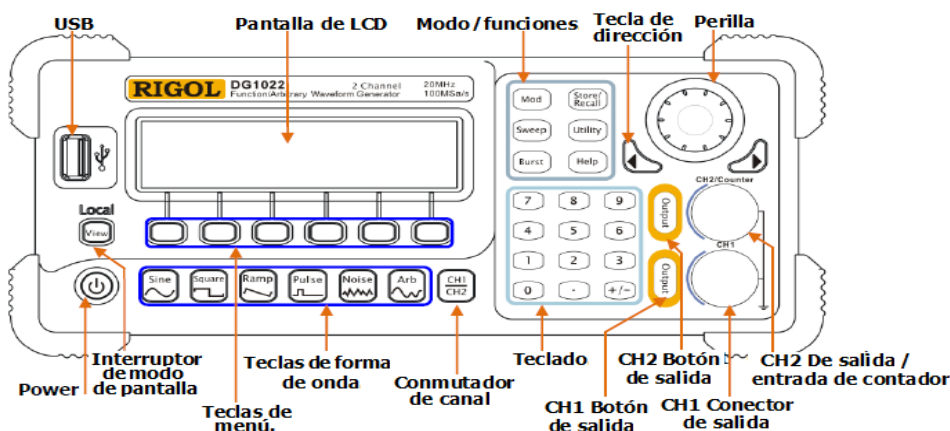


Figura 1.4

MULTÍMETRO

La figura 1.5 muestra el multímetro digital existente en el laboratorio, el cual permite la medición de distintas variables en diferentes rangos, como son: resistencia, voltaje y corriente, así como capacitancias y temperatura. El voltaje puede ser de corriente directa (VCD) o de corriente alterna (VCA). La figura 1.6 muestra el control giratorio y teclado. Las funciones y operaciones, relacionadas con la figura 1.6 se describen en la tabla 1.1 y tabla 1.2.



Figura 1.5

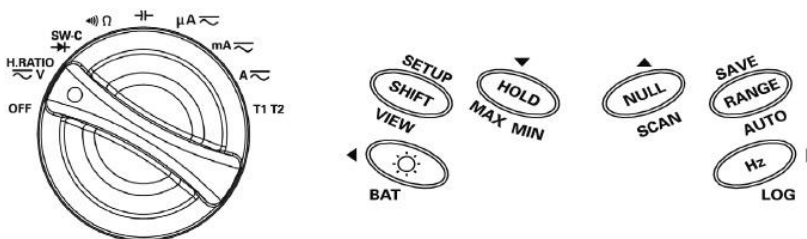


Figura 1.6

Para evitar daños al multímetro, no exceda el límite de entrada.

Función	Funciones de primer nivel	Rango	Funciones de segundo nivel Presione (SHIFT)	Rango
OFF	Apaga el medidor			
H. RATIO 	Medición VCD	0.1mV a 1000V	Medición de VCA	0.1mV a 1000V
			Relación armónica (U1242A)	0.0% a 99.9%
SW-C 	Medición de diodo		Cambia la medición de contador	
	Medición de resistencia	0.1Ω a 100MΩ	Medición de continuidad audible	
	Medición de capacitancia	0.1nF a 100mF		
μA	CD μA	0.1μA a 10mA	Medición CA μA	0.1μA a 10mA
mA	CD mA	0.01mA a 440mA	Medición CA mA	0.01mA a 440mA
			Escala de porcentaje de mA	
A	CD A	0.001A a 10A	Medición CA A	0.001A a 10A
T ₁	Temperatura T ₁	-40°C a 100°C	Medición de temperatura T ₁	-40°C a 100°C

Tabla 1.1








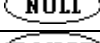


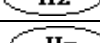

Acciones	Pasos		
Enciende la luz de fondo	Presione		
Comprueba la capacidad de la batería	Mantenga presionado		por > 1 segundo
Congela el valor de la medición	Presione		
Comienza la grabación MIN/MAX/AVG	Mantenga presionado		por > 1 segundo
Desvía el valor medido	Presione		
Explora la temperatura medida (sólo para U1242A)	Mantenga presionado		por > 1 segundo
Cambia los rangos de medición	Presione		
Enciende el rango automático	Mantenga presionado		por > 1 segundo
Mide la frecuencia para la señal de CA	Presione		
Permite el registro de datos en forma manual	Mantenga presionado		por > 1 segundo

Tabla 1.2

Notificaciones relativas a la seguridad que se deberán de tomar en cuenta en el manejo del multímetro.

PRECAUCIÓN

Un **AVISO** de advertencia indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o se cumple en forma correcta, puede resultar en daños al producto o pérdida de información importante. En caso de encontrar un **AVISO** de precaución, no prosiga hasta que hayan comprendido y cumplido totalmente las condiciones indicadas.

ADVERTENCIA

Un aviso de **ADVERTENCIA** indica peligro. Informa sobre un procedimiento o práctica operativa que, si no se realiza o cumple en forma correcta, podría causar lesiones o muerte. En caso de encontrar un aviso de **ADVERTENCIA**, interrumpa el procedimiento hasta que se hayan comprendido y cumplido las condiciones indicadas.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Mida con el multímetro en el rango adecuado, los valores de las resistencias. Anote su valor obtenido en la siguiente tabla y compárelo con su valor teórico de acuerdo al código de colores.

Resistencia	Valor teórico	Valor real
R ₁		
R ₂		
R ₃		
R ₄		
R ₅		
R ₆		
R ₇		

2. Arme el circuito de la figura 1.7a, la forma en que el circuito queda en la tableta de conexiones se muestra en la figura 1.7b.

Nota. La forma de medir voltaje en un circuito es conectando el volmetro del multímetro en paralelo con dicho elemento. Si se desea medir la caída de voltaje en la resistencia de 100Ω se conecta el multímetro en paralelo con la resistencia, como se observa en la figura 1.7a. Si se desea medir la caída de voltaje en la resistencia de 220Ω , se conectará el multímetro en paralelo con la resistencia.

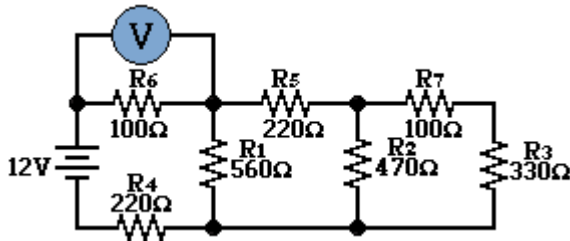


Figura 1.7a

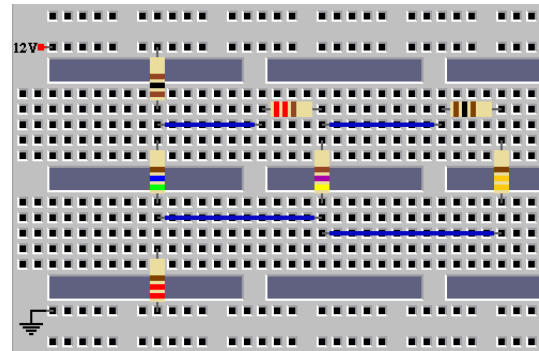


Figura 1.7b

3. Encienda la fuente de voltaje y mida el voltaje en las resistencias anotando los resultados obtenidos en la tabla. 1.3. Al terminar las mediciones apague la fuente de voltaje.

Resistencia	V_R (V)	I_R (mA)
R_1		
R_2		
R_3		
R_4		
R_5		
R_6		
R_7		

Tabla 1.3

Nota. La forma de medir corriente es conectando el multímetro en serie con el elemento como lo muestra la figura 1.8. Posicione el selector en un rango adecuado. **Debe tener cuidado de no exceder la capacidad del aparato en el rango en el que éste se use. Si no conoce el valor a medir seleccione la escala más alta.**

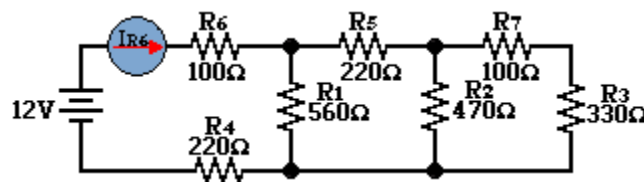


Figura 1.8

4. Encienda la fuente de voltaje y mida la corriente en la resistencia de 100Ω . Anote el valor obtenido en la tabla 1.3. Apague la fuente de voltaje. **(Recuerde que la fuente de voltaje debe apagarse antes de hacer cualquier modificación al circuito)**

5. Conecte el multímetro como se muestra en la figura 1.9.

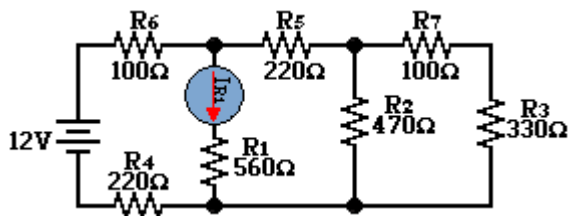


Figura 1.9

6. Encienda la fuente de voltaje y mida la corriente de la resistencia R_2 . Anote el valor obtenido en la tabla 1.3.
7. Mida las corrientes para cada una de las resistencias del circuito de la figura 1.9 y anote los valores obtenidos en la tabla 1.3.

OSCILOSCOPIO

Es un aparato que nos permite ver la forma de onda, la magnitud y la frecuencia de la señal si la señal es periódica. Para ello el osciloscopio cuenta con una pantalla de tubo de rayos catódicos o una pantalla LCD en color o monocromática y una serie de perillas y botones que nos permiten controlar la sensibilidad del aparato, su tiempo de barrido, la intensidad y nitidez del rayo. El eje vertical, a partir de ahora denominado Y, representa el voltaje, mientras que el eje horizontal, denominado X, representa el tiempo.

Existen dos tipos de osciloscopio, analógico y digital. Los osciloscopios analógicos son instrumentos clásicos de "tiempo real" que muestran la forma de onda en un tubo de rayos catódicos (CRT) y el osciloscopio digital está reemplazando rápidamente al osciloscopio analógico debido a su capacidad para almacenar las formas de onda, medición de automatización y muchas otras en las que se encuentran conexiones para las computadoras.

Ambos tipos tienen sus ventajas y desventajas. Los analógicos son recomendables cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de voltaje que se producen aleatoriamente).

A primera vista un osciloscopio se parece a una pequeña televisión portátil, salvo una rejilla que ocupa la pantalla y el mayor número de controles que posee. En la figura 1.10 se muestra el osciloscopio existente en el laboratorio, el cual tiene controles distribuidos en cinco secciones: Control de visualización, Vertical, Horizontal, Disparo y Conectores.

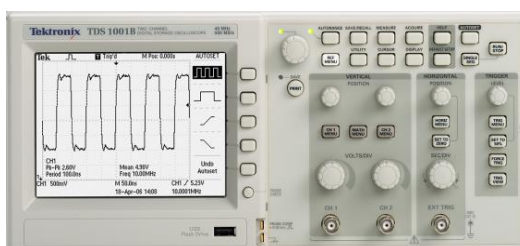



Figura 1.10


CONTROL VERTICAL.

Los controles verticales se relacionan totalmente con el movimiento vertical del trazo del ámbito de aplicación. Este osciloscopio tiene dos secciones verticales, por lo que puede mostrar simultáneamente dos formas de onda.


Posición de cursor 1 para CH1	Ajusta verticalmente la exhibición del canal 1 o posiciona el cursor 1.	
Posición de cursor 2 para CH2	Ajusta verticalmente la exhibición del canal 2 o posiciona el cursor 2	
MENÚ MATEM	Muestra el menú de operaciones matemáticas de forma de onda y activa y desactiva la presentación de la forma de onda matemática.	
MENÚ CH1 y CH2	Muestran y eliminan la forma de onda, ajustan la posición y la escala verticales, establecen parámetros de entrada y realizan operaciones matemáticas verticales.	
VOLTS/DIV (CH1 y CH2)	Controla la manera en que el osciloscopio amplifica o atenúa el tamaño vertical de la forma de onda de la pantalla.	

CONTROL HORIZONTAL


Los controles horizontales se relacionan con el movimiento horizontal del trazo del alcance de aplicación.

POSICIÓN	Ajusta la posición horizontal de todas las formas de onda y de los canales. La resolución de este control varía en función del ajuste de la base de tiempo.	
HORIZ MENÚ	Muestra el menú horizontal	
ESTABL. EN CERO	Establecer la posición horizontal en cero.	
SEC/DIV	Selecciona el ajuste tiempo/división horizontal (factor de escala) para ampliar o comprimir la forma de onda.	

Controles de disparo (TRIGGER).

NIVEL	Establece el nivel de amplitud que se debe cruzar con la señal para adquirir una forma de onda.	
TRIG MENÚ	Muestra el menú de disparo	
PONER AL 50%	El nivel de disparo se establece en el punto medio (50%) vertical entre los picos de la señal de disparo	
FORZAR DISPARO	Completa una adquisición con independencia de una señal de disparo adecuada. Este botón no tiene efecto si la adquisición se ha detenido ya.	
VER SEÑAL DISPARO	Muestra la forma de onda de disparo en lugar de la forma de onda de canal mientras se mantiene pulsado el botón. El botón se puede utilizar para ver la forma en que los valores de disparo afectan a la señal de disparo, como un acoplamiento directo.	

Botones de control y de menú

	
PRINT	Inicia la operación de impresión.
SAVE/RECALL	Muestra el menú para configuraciones y formas de onda.
UTI	Muestra el menú de utilidades.
MEASURE	Muestra el menú de medidas automáticas.
CURSOR	Muestra el menú cursores. Los controles de posición vertical ajustan la posición del cursor mientras se muestra el menú cursores y los cursores están activados.
ACQUIRE	Muestra el menú de adquisición.
PANTALLA	Muestra el menú de pantalla.
HELP	Muestra el menú de ayuda.
DEFAULT SETUP	Recupera la configuración de fábrica.
AUTOSET	Establece automáticamente los controles del osciloscopio para generar una presentación útil de las señales de entrada.
SINGLE SEQ	Adquiere una sola forma de onda y se detiene.
RUN/STOP	Adquiere formas de onda continuamente o detiene la adquisición

8. Arme el circuito de la figura 1.11. Calibré el generador de funciones, V_i , para obtener una señal senoidal igual a 15Vpp, a una frecuencia de 1kHz.

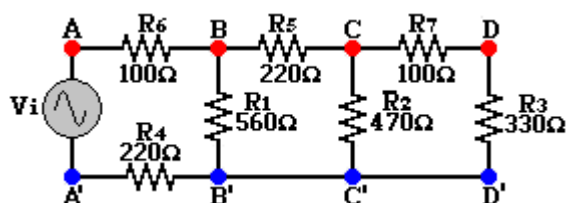


Figura 1.11

9. Mida con el canal 1 los voltajes entre los puntos A–A', B–B', C–C', D–D'. Dibuje en papel milimétrico las formas de onda obtenidas en la pantalla del osciloscopio indicando su amplitud, frecuencia y periodo.
10. Utilizando ahora una señal cuadrada de 10V_{pp} y una frecuencia de 5KHz repita el punto 9.

CUESTIONARIO

- Realice una tabla comparativa que incluya los datos teóricos (voltajes, corrientes y potencias) del circuito de la figura 1.6 con los valores obtenidos prácticamente. Comente sus resultados.
- Con tus propias palabras explica para qué sirve el:
 - Osciloscopio.
 - Generador de funciones.
 - Multímetro.
 - Fuente de voltaje.



PRÁCTICA 2. “CIRCUITOS RECTIFICADORES”

OBJETIVOS

- Comprobar experimentalmente el funcionamiento de algunos circuitos rectificadores.
- Obtener las formas de onda del voltaje de entrada y de salida de cada circuito.
- Obtener los niveles de voltaje de corriente directa en la entrada y en la salida de los circuitos.

INTRODUCCIÓN

En esta práctica se comprobará experimentalmente el funcionamiento de tres circuitos que utilizan diodos. Estos circuitos son: rectificador de media onda, rectificador de onda completa sin filtro capacitivo y rectificador de onda completa con filtro capacitivo. La finalidad principal de este tipo de circuitos es obtener un voltaje de corriente directa a partir de una fuente de voltaje de corriente alterna, en este caso la línea de 127Vca.

El más simple de estos circuitos es el rectificador de media onda, estará constituido de los siguientes dispositivos: transformador, que será utilizado por éste y los demás circuitos. Su función es reducir a un nivel apropiado el voltaje de la línea; diodo, es el dispositivo rectificador y una resistencia que se utiliza para limitar la corriente que circula a través de la carga al ser conectada.

Después se comprobará el funcionamiento del rectificador de onda completa. Aquí la rectificación se lleva a cabo por medio de diodos en configuración tipo puente.

A este último circuito se le agrega un capacitor en paralelo con la resistencia y se obtiene un rectificador de onda completa con filtro capacitivo.

Estos tres circuitos tienen un uso muy extenso ya que son los circuitos básicos usados en los conocidos eliminadores de batería y en diferentes tipos de fuentes de voltaje de corriente directa.

Al finalizar esta práctica se espera que el alumno sea capaz de explicar cualitativamente el funcionamiento de cada circuito en base a los resultados obtenidos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica.
2. Dibujar las formas de onda, perfectamente acotadas en papel milimétrico del voltaje de entrada y salida que se esperan obtener en cada uno de los circuitos de la práctica.
3. **El alumno deberá de conectar una clavija con cable, de por lo menos 50cm, al primario del transformador.**

EQUIPO

Multímetro
Osciloscopio
Tableta de conexiones.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

1 Resistencia de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

1 Capacitor de $470\mu F$ a 25V

1 Capacitor de $47\mu F$ a 25V.

4 Diodos 1N4007

1 Transformador de 127 – 24V @ 500mA con **TAP central**

R_1

C_2

C_1

D_1 - D_4

Tr

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 2.1, utilizando una terminal del transformador y el **TAP central**. Aún no conecte el transformador a la línea.

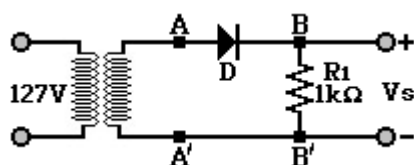


Figura 2.1

2. Conecte el transformador a la línea y con el multímetro en CA mida los valores de voltaje en el secundario del transformador (puntos A–A') y en la resistencia de carga R_1 , (puntos B–B'). Anote estos valores.
3. Con el multímetro en CD repita el paso anterior.
4. Con el osciloscopio en acoplo de CA conecte al canal 1 en los puntos A–A' y el canal 2 en acoplo de CD entre los puntos B–B'. Dibuje las formas de onda obtenidas en la pantalla del osciloscopio en papel milimétrico, anotando su amplitud, período y frecuencia.
5. Arme el circuito de la figura 2.2 utilizando una terminal del transformador y el **TAP central**.

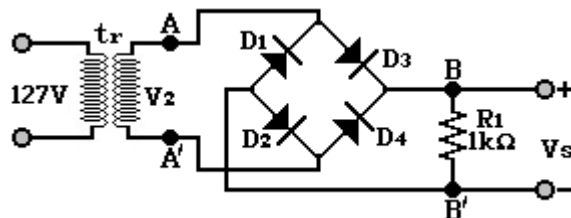


Figura 2.2

6. Repita los pasos 2 y 3.
7. Con el osciloscopio en acoplo de CD conecte el canal 2 entre los puntos B–B'. Dibuje la forma de onda en papel milimétrico, anotando su amplitud, período y frecuencia.
8. Conecte un capacitor en paralelo con la resistencia de carga R_1 como se observa en la figura 2.3.

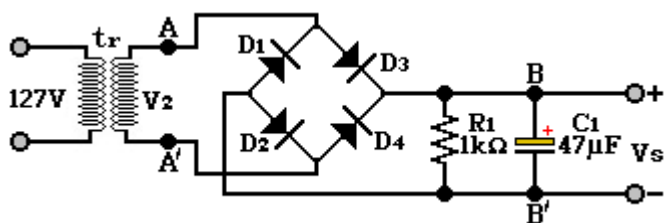


Figura 2.3

9. Repita el paso 7.
10. Con el osciloscopio en acoplo de CA, mueva la perilla VOLTS/DIV en sentido horario para obtener máxima sensibilidad. Si la forma de onda del voltaje de salida tiene rizo dibújelo en papel milimétrico, anotando su amplitud, período y frecuencia. Si no hay rizo indíquelo.
11. Sustituya el capacitor de $47\mu\text{F}$ por uno de $470\mu\text{F}$ y repita el paso 10.
12. Mida con el multímetro el voltaje de CD a la salida V_s .

CUESTIONARIO

1. Diga qué función tiene R_1 en el circuito de la figura 2.1.
2. ¿Qué efecto provocaría en el circuito de la figura 2.3 si el capacitor fuera mayor que C_1 ? Explique su respuesta.
3. ¿Qué función tiene el capacitor en el circuito de la figura 2.3?
4. ¿Por qué el voltaje entre los puntos A y A' en los puntos 3 y 6 (del punto 3) del desarrollo es igual a cero? Comente los resultados.
5. ¿Cuál es la diferencia que existe en las mediciones del punto 7 con el punto 9? Indique las causas si existen.
6. Explique el efecto provocado por el cambio en su circuito hecho en el punto 11 de su procedimiento.



PRÁCTICA 3. “APLICACIONES DEL DIODO”

OBJETIVO

- Obtener en el osciloscopio las diferentes formas de onda a las salidas de los circuitos, regulador de voltaje, sujetador y doblador.

INTRODUCCIÓN

La presente práctica muestra diversos circuitos en los que se aplica CA al diodo rectificador en polarización directa y como puede éste, en conjunto con fuentes de voltaje de CD, cambiar la forma o el “descentramiento” (offset) de una señal con respecto a un nivel de tierra.

Para ver el funcionamiento de los circuitos recortadores se armará un recortador típico con diodos rectificadores y fuentes de CD y CA y un recortador con diodos zener, viendo cómo afectan la amplitud de una señal senoidal.

El efecto de “descentrar” con respecto a tierra una señal senoidal se logrará mediante una combinación simple de diodo rectificador–capacitor–resistencia llamada circuito sujetador, viendo si se logra sujeción positiva o negativa con respecto a tierra. Finalmente se verá como agregando un diodo rectificador y un capacitor como filtro a la salida del circuito sujetador, se logra un circuito “doblador de voltaje”, el cual duplica el valor de voltaje de una onda senoidal.

El alumno debe de manejar los siguientes conceptos: polarización directa e inversa de un diodo rectificador, voltaje de ruptura inversa de un diodo zener, combinación de señales de CD y CA, carga y descarga de un capacitor, rectificación y filtrado.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Explique detalladamente el funcionamiento de un diodo rectificador y un diodo zener polarizados en directa.
3. Explique detalladamente el funcionamiento de un diodo rectificador y un diodo zener polarizados en inversa.
4. Realice el análisis teórico de los circuitos 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.
5. Realizar la simulación de todos los circuitos de la práctica.

EQUIPO

Fuentes de voltaje de CD.
Generador de funciones.
Osciloscopio.
Tableta de conexiones.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

1 Resistencia de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

2 Capacitores de $47\mu F$ a 25V

2 Diodos 1N4007

1 Diodo zener de 6.8V a $\frac{1}{2}$ watt

R_1

C_1, C_2

D_1, D_2

D_Z

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito mostrado en las figuras 3.1 y 3.2. Con V_i **en la máxima amplitud** y a 1kHz, dibuje y acote las señales V_i y V_s en papel milimétrico.

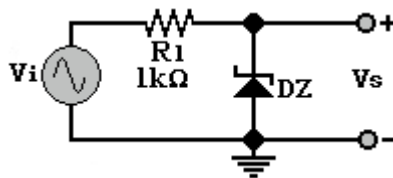


Figura 3.1

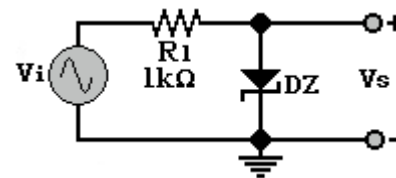


Figura 3.2

2. Arme el circuito de la figura 3.3. Si V_i es una señal senoidal de $12V_{PP}$ a 1kHz. Dibujé las señales V_i y V_s en papel milimétrico, observando cuidadosamente el nivel de tierra.

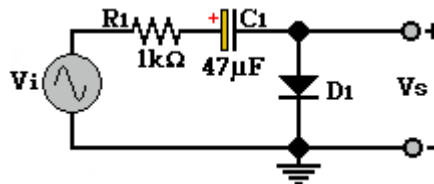


Figura 3.3

3. Arme el circuito de la figura 3.4. Dibuje y acote las señales V_i y V_s en papel milimétrico (no desarme este circuito).

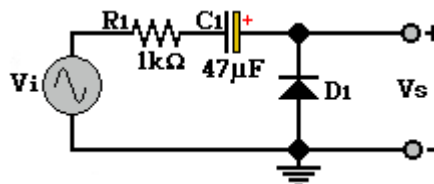


Figura 3.4

4. A la salida del circuito de la figura 3.4 conecte el circuito de la figura 3.5. Dibuje y acote las señales obtenidas en V_i y V_{s1} en papel milimétrico. Observando los valores del nivel de voltaje en CD.

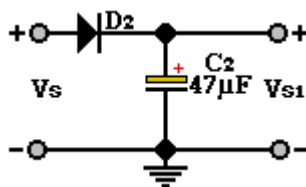


Figura 3.5

CUESTIONARIO

1. De una breve explicación del funcionamiento del diodo de acuerdo a las formas de onda que obtuvo en los circuitos de las figuras 3.1 y 3.2.
2. Dé una breve explicación de la función del capacitor C_1 en el circuito de la figura 3.4.
3. ¿A qué valor de voltaje de CD “sujeta” a la senoidal el circuito de la figura 3.4? ¿Cuál es la causa?
4. Idealmente, ¿qué valor de CD se obtendría en V_{s1} en el punto 4 del procedimiento? Explique la diferencia en el valor que midió.

PRÁCTICA 4. “FUENTE DE VOLTAJE”

OBJETIVOS

- Comprobar el funcionamiento del diodo zener como dispositivo regulador de voltaje.
- Obtener en la pantalla del osciloscopio la forma de los voltajes en diferentes puntos de una fuente de voltaje.
- Comprobar el funcionamiento de una fuente de voltaje variable.

INTRODUCCIÓN

En esta práctica se armará una fuente de poder. Ésta será un dispositivo básico cuya función primordial será proporcionar un voltaje de salida variable independientemente de la magnitud de la corriente que está proporcionando a la carga. Como se observará, la corriente que puede proporcionar a la carga, antes de que el voltaje caiga de un nivel dado, es limitada.

La fuente de voltaje estará constituida por un transformador, un circuito rectificador de onda completa, un filtro capacitivo, un diodo zener y un TBJ en configuración Darlington considerados en el bloque del regulador, como se muestra en el diagrama de bloques de la figura 4.1.

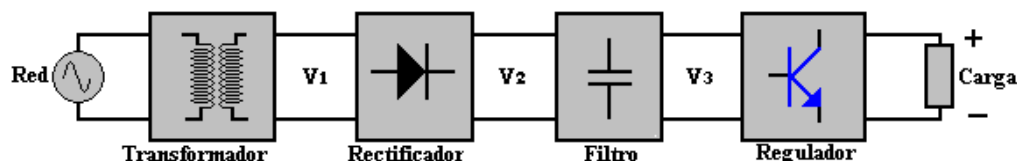


Figura 4.1

Se observarán en el osciloscopio las formas de onda del voltaje de salida en cada una de las etapas del circuito mencionado anteriormente y con el multímetro se obtendrá el nivel de voltaje de corriente directa en diferentes puntos.

Se aplicará carga a la salida del circuito y se medirá la corriente de carga variando el voltaje de salida, para determinar cuál es la potencia máxima que el circuito puede administrar a una carga a un voltaje determinado.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Traer en papel milimétrico las señales que se esperan obtener en los puntos A–A', B–B' (abierto ω_1), B–B' (cerrado ω_1) y C–C' (cerrado ω_1 y ω_2) acotándolas debidamente.
3. El alumno deberá traer el circuito armado. (para conectar los transistores refiérase al apéndice B),

EQUIPO

Multímetro
Osciloscopio
Tableta de conexiones.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

1 Resistencia de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

1 Resistencia de 270Ω a $\frac{1}{2}$ watt

1 Potenciómetro de $50k\Omega$

1 Capacitor de $1500\mu F$ a 25V

1 Capacitores de $470\mu F$ a 25V

2 Diodos 1N4007

1 Diodo zener de 12V a $\frac{1}{2}$ watt

1 Diodo zener de 9.1V a $\frac{1}{2}$ watt

1 Led rojo

1 Transistor TIP29C

1 Transistor TIP31C

1 Motor de CD 12V

1 Transformador 127-24V @ 500mA con TAP central

R_1

R_2

R_3

C_1

C_2

D_1, D_2

D_{Z2}

D_{Z1}

LED

T_1

T_2

M

Tr

Nota: El alumno deberá de colocar una clavija al primario del transformador.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 4.2 dejando todos los interruptores abiertos.

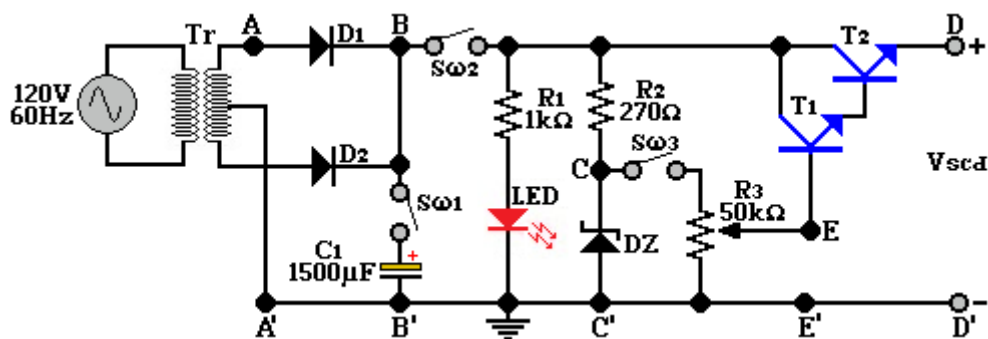


Figura 4.2

- Conecte el transformador a la línea y utilizando el canal 1 del osciloscopio en acoplo de CA y el canal 2 en acoplo de CD observe los voltajes en los puntos A-A', B-B', anotando su amplitud, frecuencia y período. Grafique las formas de onda de cada uno en papel milimétrico, acotadas debidamente.
- Desconecte el transformador. Cierre el interruptor $S_{\omega 1}$ y repita el paso 2. A partir de este punto todos los interruptores que se vayan cerrando se mantendrán cerrados.
- Cierre el interruptor $S_{\omega 2}$, acople ambos canales del osciloscopio en CD y observe la forma de onda de los puntos C-C' y D-D' y gráfíquelos en papel milimétrico.
- Gire el potenciómetro hasta obtener la mínima resistencia entre las terminales que se conectan en E-E' y cierre el interruptor $S_{\omega 3}$.

6. Observe en la pantalla los voltajes entre los puntos E-E' (canal 1) y entre los puntos D-D' (canal 2). Gire lentamente la perilla del potenciómetro para llenar la tabla 4.1.

E - E' (Volts)	DZ1 D - D' (Volts)	DZ2 D - D' (Volts)
1		
3		
5		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

Tabla 4.1

7. Desconecte el transformador. Cambie el diodo zener DZ₁ por el diodo zener DZ₂, repita los puntos 5 y 6.
8. Desconecte el transformador. Coloque el capacitor C₂, el motor de CD y el amperímetro como se observa en la figura 4.3.

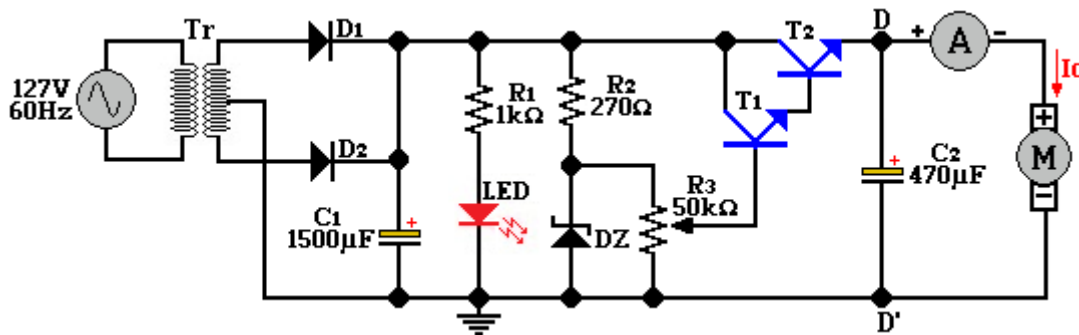


Figura 4.3

9. Conecte el transformador. Gire la perilla del potenciómetro para llenar la columna I_C de la tabla 4.2.

E - E' (Volts)	I _C (mA)	P (mW)
1		
3		
5		
6		
7		
8		
9		



10		
11		
12		

Tabla 4.2

CUESTIONARIO

1. Explique con sus palabras lo que sucede al intercambiar los diodos zener.
2. Explique paso a paso el funcionamiento de la fuente de voltaje de la figura 4.3.
3. Si se desconecta uno de los diodos rectificadores del circuito que sucede en la fuente de voltaje, de una breve explicación.



PRÁCTICA 5. “POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNTURA, TBJ”

OBJETIVOS

- Medir los parámetros del TBJ operando en las regiones de corte, saturación y activa.
- Medir el efecto que produce el polarizar la base del transistor bipolar en la región activa y establecer prácticamente un punto de operación determinado para un circuito con un TBJ.

INTRODUCCIÓN

Cuando se piensa en una aplicación del transistor, inevitablemente debemos relacionar a ésta con su punto de operación. En efecto, si deseamos que el transistor trabaje eficientemente en una aplicación dada, deberemos polarizarlo.

En esta práctica se verán las características que presenta el transistor en las regiones de corte, saturación y activa, así como el efecto de la circuitería externa asociada. Para ello se emplearán tres circuitos:

El primero está diseñado de manera que el transistor pase fácilmente del estado de corte al de saturación al variar el voltaje aplicado a la base (transistor como interruptor), debido a la ausencia de una resistencia en el emisor. El segundo, permite al transistor, mediante un arreglo de divisor de voltaje en la base (R_1 y R_2 figura 5.2), funcionar en el centro de la región activa. Finalmente, el tercer circuito permite polarizar al TBJ en las tres regiones, gracias a un divisor de tensión variable.

El estudiante deberá de aplicar sus conocimientos del diodo, para poder explicar el funcionamiento del transistor, así como de las características de las regiones de operación del transistor y los pasos para analizar un circuito con TBJ. Es importante que los alumnos dominen los teoremas de Thévenin y Norton, así como las leyes de Kirchhoff.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Encuentre los puntos de operación del circuito de la figura 5.3 para $R_P = 0k\Omega$, $2.5k\Omega$ y $5k\Omega$, (para el valor de $\beta = h_{FE}$ refiérase al apéndice B).
3. Realizar la simulación de todos los circuitos de la práctica.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD.
Multímetro.
Osciloscopio.
Tableta de conexiones.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
1 Resistencia de $15k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt
1 Resistencia de $2.7k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt
1 Resistencia de 680Ω a $\frac{1}{2}$ watt

R_B
 R_1
 R_C

- 1 Resistencia de 120Ω a $\frac{1}{2}$ watt
- 1 Potenciómetro de $5k\Omega$
- 1 Transistor 2N3904

R_E
 R_P
T

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme los circuitos de las figuras 5.1a y 5.1b y Anote los valores que se piden en la tabla 5.1 y especifique en que región se encuentra el transistor.

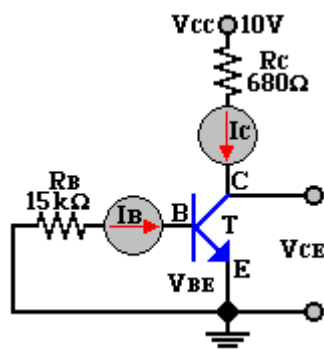


Figura 5.1a

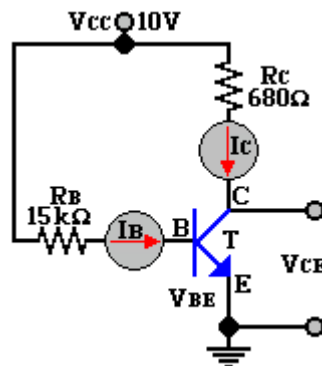


figura 5.1b

Fig.	V_{CE} (V)	V_{BE} (V)	I_B (μA)	I_C (mA)	REGIÓN
5.1a					
5.1b					

Tabla 5.1

- Arme el circuito de la figura 5.2.

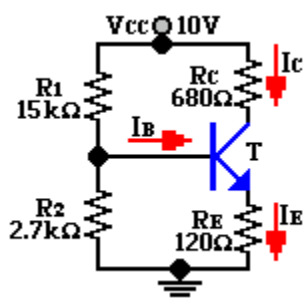


Figura 5.2

- Haga las mediciones necesarias para llenar la tabla 5.2, anotando a su vez el valor de β del transistor y en qué región se encuentra el transistor.

V_{CE} (V)	V_{BE} (V)	V_B (V)	I_B (μA)	I_C (mA)	β	REGIÓN

Tabla 5.2

4. Arme el circuito de la figura 5.3.

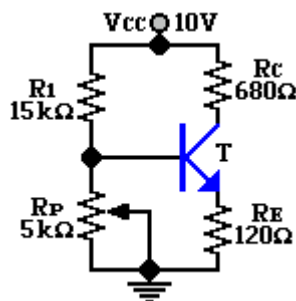


Figura 5.3

5. Varíe el potenciómetro R_P para obtener tres valores de resistencia. Primero 0Ω , luego $2.5k\Omega$ y por último $5k\Omega$. Llene la tabla 5.3.

R_P k Ω	V_{CE} (V)	V_{BE} (V)	V_B (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)	β	REGIÓN
0.0(tierra)							
2.5							
5.0							

Tabla 5.3

CUESTIONARIO

- Dibuje la línea de carga de CD y ubique el punto de operación Q para el circuito de la figura 5.2 (**utilice los datos de la tabla 5.2**).
- De la tabla 5.3, ¿por qué cambia el valor de β cuando se varía el potenciómetro?
- Calcule la potencia que disipa el transistor para cada una de las tres posiciones del potenciómetro que se indican en la tabla 5.3, y diga en que región de operación el transistor disipa más potencia.
- Realice una tabla comparativa que incluya los datos teóricos anteriormente calculados con los obtenidos en la práctica. Comente sus resultados.



PRÁCTICA 6. “AMPLIFICADOR CON EL TBJ”

OBJETIVO

- Obtener a partir de datos medidos experimentalmente la ganancia en voltaje y en corriente de un amplificador básico. Medir el efecto que causa en la impedancia de entrada y en la ganancia de voltaje el capacitor de desvío C_e .

INTRODUCCIÓN

En esta práctica se armará un amplificador básico clase A en configuración emisor común. La característica principal de este amplificador es que el transistor está polarizado en la región de amplificación y la corriente de colector fluye durante un ciclo de trabajo completo, o sea, 360° . La corriente de colector se mantiene siempre dentro de la porción lineal de la característica de colector.

Este amplificador es muy poco usado comercialmente ya que, a pesar de presentar una baja distorsión, que es una de las características de un buen amplificador, su eficiencia en el mejor de los casos es de solo el 25%, en otras palabras, si se usara un amplificador de este tipo en un aparato de audio con una potencia de salida de 1 watt el amplificador consumiría 4 watt.

Este tipo de amplificador encuentra aplicación en la amplificación de señales pequeñas en las cuales es necesaria una muy baja distorsión y una gran linealidad.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis de CD obteniendo los valores de la tabla 6.1.
3. Obtenga la ganancia de voltaje del circuito de la figura 6.1.
4. El alumno deberá traer el circuito armado.
5. Realizar la simulación del circuito de la figura 6.1.

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD.
Generador de funciones.
Multímetro.
Osciloscopio.
Tableta de conexiones.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

1 Resistencia de $12k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_2
1 Resistencia de $10k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_1
1 Resistencia de $1.5k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_3
1 Resistencia de $1k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt	R_C
1 Resistencia de 56Ω a $\frac{1}{2}$ watt	R_E
1 Capacitor $100\mu F$ a 25V	C_e
1 Capacitores $47\mu F$ a 25V	C_i
1 Capacitores $10\mu F$ a 25V	C_C
1 Transistor 2N3904	T

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Arme el circuito de la figura 6.1, sin conectar C_e y con V_i apagado, mida y anote en la tabla 6.1 los datos que se piden.

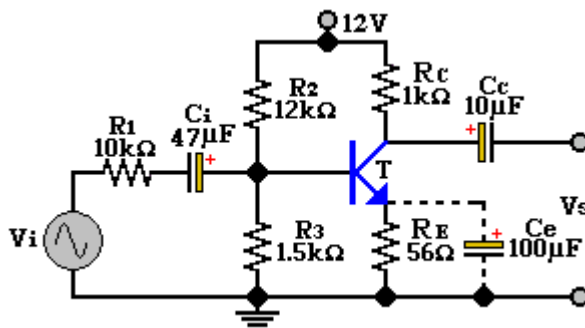


Figura 6.1

V_B (V)	V_E (V)	V_C (V)	V_{CEQ} (V)	I_B (μ A)	I_C (mA)

Tabla 6.1

- Encienda V_i con una señal senoidal de 100mVpp y una frecuencia de 1kHz. Observe en el osciloscopio las señales V_i y V_s , dibújelas en papel milimétrico anotando su amplitud, frecuencia y fase.
- Aumenté gradualmente el valor de V_i para llenar la tabla 6.2.

V_i [mV _{PP}]	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
V_s [V _{PP}]											
Δv											
Comentarios sobre las formas de onda											

Tabla 6.2

- Conecte el capacitor C_e como lo indica la línea punteada de la figura 6.1 y repita los pasos 2.

CUESTIONARIO

- En base a la gráfica obtenida en el punto 2 y a los datos obtenidos en la tabla 6.1 explique detalladamente y con sus propias palabras el funcionamiento de este amplificador.
- ¿Cuál es el propósito de utilizar el capacitor C_e ?
- De los datos obtenidos en la tabla 6.2 mencione ¿en qué punto se obtiene la mayor ganancia de voltaje?
- Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos obtenidos en el previo con los prácticos en CD. Coméntelos.
- Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos obtenidos en el previo con los prácticos en CA. Coméntelos.



PRÁCTICA 7. “EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL, Amp-Op. CIRCUITOS BÁSICOS

OBJETIVOS

- Comprobar experimentalmente el funcionamiento de un amplificador operacional.
- Medir la ganancia de voltaje Δv_f y comprobar la dependencia de ésta con respecto a los valores de los elementos del circuito, dentro de cierto rango de frecuencias.

INTRODUCCIÓN

El amplificador operacional, Amp-Op, es un dispositivo electrónico ampliamente utilizado hoy en día, debido a que es muy sencillo diseñar circuitos electrónicos, debido a su tamaño, bajo consumo de potencia y reducido costo.

Son también llamados operacionales porque además de amplificar señales de entrada pueden realizar operaciones sobre ellas tales como: sumar, diferenciar, derivar, integrar, comparar, etc. Debido a esto los Amp-Op son dispositivos capaces de desempeñar muchísimas funciones, que incluyen operaciones tanto lineales como no lineales, sobre señales eléctricas, como son: sistemas de telecomunicación, sistemas de control y medición, sistemas de procesamiento de información, sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, sistemas de control de máquinas eléctricas, control y automatización de sistemas electrónicos, etc.

En esta práctica se observará el funcionamiento del amplificador operacional con el armado de algunos circuitos básicos, así como la función que realiza cada uno de ellos.

Se recomienda a los alumnos al menos leer sus notas o los libros sobre el tema de amplificadores operacionales.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de todos los circuitos.
3. Dibuje las formas de onda de la entrada y de la salida que se esperan obtener de los circuitos de la figura 7.1, 7.2 y 7.3.
4. Realizar la simulación de todos los circuitos, con todos los puntos indicados en el procedimiento experimental.

EQUIPO

Fuentes de voltaje de CD.
Generador de funciones
Osciloscopio

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

Tableta para conexiones

5 Resistencias de $10\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

1 Resistencia de $6.8\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

1 Resistencia de $3.3\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

3 Resistencias de $1\text{k}\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

1 Amp-Op LM-741

$R_1 - R_5$

R_7

R_6

$R_8 - R_{10}$

CI

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 7.1. Con una señal senoidal de 0.5V_{pp} a una frecuencia de 1kHz .

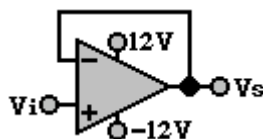


Figura 7.1

2. Observé las señales V_i y V_s en el osciloscopio y dibújelas en papel milimétrico, anotando su amplitud, periodo y fase.
3. Arme el circuito de la figura 7.2.

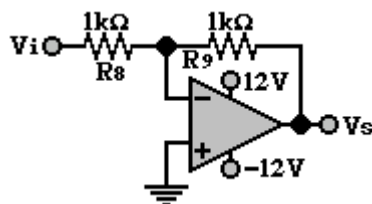


Figura 7.2

4. Repita el paso 2.
5. Cambie R_9 por R_2 en el circuito de la figura 7.2. Dibujé las señales V_i y V_s en papel milimétrico anotando su amplitud, periodo y fase.
6. Arme el circuito de la figura 7.3

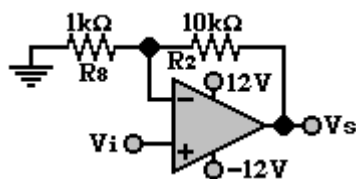


Figura 7.3

7. Repita el paso 2.
8. Arme el circuito de la figura 7.4.

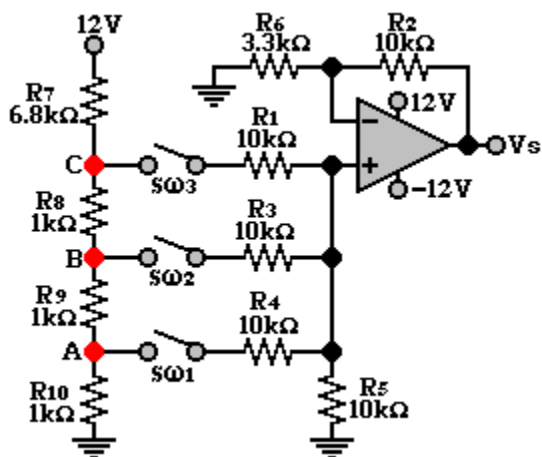


Figura 7.4

9. Mida con el osciloscopio los voltajes en los puntos A, B, y C. y anote los resultados obtenidos en la tabla 7.1.

Punto	A	B	C
Voltaje			

Tabla 7.1

10. Mida el voltaje de salida V_s , cerrando los interruptores como se indica en la tabla 7.2.

Puntos conectados	Voltaje de Salida (V)
$S\omega_1$	
$S\omega_1 + S\omega_2$	
$S\omega_1 + S\omega_2 + S\omega_3$	

Tabla 7.2.

CUESTIONARIO

- En base a los resultados obtenidos en la práctica y a las gráficas de la pregunta 2, calcule la ganancia de voltaje para cada circuito.
- Describa brevemente con sus palabras el funcionamiento del circuito de la figura 7.4.
- Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos anteriormente calculados con los obtenidos en la práctica y si existen diferencias diga cuáles son las posibles causas que las provocan.



PRÁCTICA 8. “EL INTEGRADOR Y DERIVADOR”

OBJETIVOS

- Comprobar experimentalmente el funcionamiento de un amplificador operacional. Medir la ganancia de voltaje y comprobar la dependencia de ésta con respecto a los elementos del circuito externo.
- Comprobar la dependencia de la forma de onda de salida con respecto a los elementos del circuito externo dada una forma de onda de voltaje de entrada determinado.

INTRODUCCIÓN

El Amp-Op también llamado operacional se deriva del hecho de que este dispositivo electrónico puede tanto amplificar una señal como operar sobre ella como se verá en esta práctica.

En esta práctica, se utilizarán capacitores y resistencias como elementos externos en los amplificadores operacionales. Estos circuitos sirven para acondicionar señales analógicas para la entrada de otro circuito. Estos circuitos se pueden considerar en términos del dominio del tiempo o de frecuencia, dependiendo de su aplicación.

Se verá en esta práctica la relación de voltaje de salida al voltaje de entrada la cual dependerá de los elementos del circuito, de los valores y de la disposición de ellos en el circuito.

Las características tales como la ganancia de voltaje y la forma de onda del voltaje de salida son también afectadas por las frecuencias de la señal de entrada.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Desarrollar el análisis teórico de todos los circuitos.
3. Dibuje las formas de onda de la entrada y de la salida que se esperan obtener en cada uno de los circuitos.
4. El alumno deberá traer el circuito armado de la figura 8.1.
5. Realizar la simulación de todos los circuitos, con todos los puntos indicados en el procedimiento experimental.

EQUIPO

Fuentes de voltaje de CD.
Generador de funciones.
Osciloscopio.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta para conexiones

1 Resistencia de $33k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

R_2

1 Resistencia de $3.3k\Omega$ a $\frac{1}{2}$ watt

R_1

1 Resistencia de 330Ω a $\frac{1}{2}$ watt

R_3

1 Capacitor de 15nF
1 Amp-Op LM-741

C
CI

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 8.1. Con una señal senoidal, V_i , de $2V_{PP}$ y una frecuencia de 5kHz. Observe y dibuje las señales V_i y V_s , en papel milimétrico anotando su amplitud, periodo y fase.
2. Varíe la frecuencia para llenar la tabla 8.1.

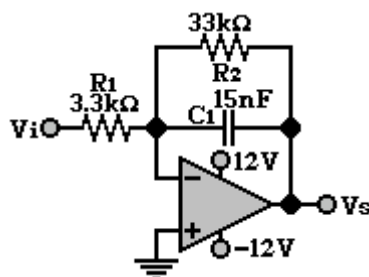


Figura 8.1

f (kHz)	V_i (V)	V_s (V)	Δv_f
1			
2			
3			
4			
5			
6			
10			

Tabla 8.1

3. Cambie la forma de onda del voltaje de entrada a una señal triangular con $V_i = 2V_{PP}$ y una frecuencia de 5kHz, grafique V_i y V_s en papel milimétrico anotando su amplitud, periodo y fase.
4. Repita el paso 3 ahora con una señal cuadrada.
5. Arme el circuito de la figura 8.2.

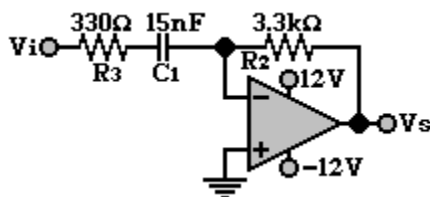


Figura 8.2



6. Observé en la pantalla del osciloscopio la forma de onda de los voltajes V_i y V_s gráfíquelas en papel milimétrico anotando su amplitud, frecuencia, periodo y fase.
7. Varié la frecuencia para llenar la tabla 8.2.

F (kHz)	V_i (V)	V_s (V)	Δv_f
1			
2			
4			
6			
8			
9			
10			

Tabla 8.2

8. Cambie la forma de entrada a una señal triangular con $V_i = 2V_{pp}$ y una frecuencia de 5kHz, grafique V_i y V_s en papel milimétrico anotando su amplitud, periodo y fase.
9. Repita el paso 8 utilizando ahora con una señal cuadrada.

CUESTIONARIO

1. En base a las gráficas explique detalladamente el funcionamiento de los circuitos de las figuras 8.1 y 8.2.
2. Explique la presencia de la resistencia R_2 en paralelo con el capacitor en la figura 8.1.
3. Si la señal de entrada en el circuito de la figura 8.1 es de forma triangular, y la salida de este se conecta al circuito de la figura 8.2 ¿Qué señal a la salida se obtendrá a la salida del circuito de la figura 8.2?
4. Si la señal de entrada para el circuito de la figura 8.1 y la figura 8.2 son las que se muestran en la tabla 8.3, indique el tipo de señal de salida que se obtiene para cada una de ellas y gráfíquelas.

Señal de entrada V_i	Forma de onda a la salida de la figura 8.1	Forma de onda a la salida de la figura 8.2
Triangular		
Senoidal		
Cuadrada		

Tabla 8.3

5. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos con los obtenidos en la práctica y si existen diferencias diga cuáles son las posibles causas que las provocan.



PRÁCTICA 9. “COMPUERTAS LÓGICAS”

OBJETIVO

- Comprobar el funcionamiento de las compuertas lógicas básicas de la familia lógica TTL (Lógica Transistor Transistor) a partir de sus tablas de verdad.

INTRODUCCIÓN

La electrónica digital ha alcanzado una gran difusión debido a que es relativamente sencillo y barato construir sistemas digitales. La aplicación de la electrónica digital se aplica en extensas áreas de la actividad humana: instrumentos de medición, en computación, calculadoras, aparatos de entretenimiento, en equipo biomédico, en las comunicaciones, etc.

En la presente práctica se verá el análisis de los dispositivos básicos de la electrónica digital que son las compuertas lógicas: AND, NAND, OR, NOR, NOT y OR EXCLUSIVA.

La tabla de verdad es el elemento que nos define el funcionamiento exacto de la compuerta, y se obtendrá con la ayuda de los LED como indicadores lógicos de la entrada y la salida de cada compuerta.

Cuando el LED encienda indicará 1 lógico o V_{CC} mientras que cuando el LED permanezca apagado indicará un 0 lógico o tierra [GND]. Los diodos emisores de luz estarán conectados en serie con una resistencia, con el fin de limitar la corriente que circula a través de ellos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Obtenga la expresión booleana del circuito 9.7
3. Obtenga la tabla de verdad del circuito 9.7.

EQUIPO

Fuente de voltaje.
Osciloscopio.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta para conexiones

4 Resistencias de 330Ω a $\frac{1}{2}$ watt

4 LED

1 Circuito integrado 7404

1 Circuito integrado 7408

1 Circuito integrado 7432

1 Circuito integrado CD4070 (Precaución es un circuito MOS)

$R_1 - R_4$

$L_1 - L_4$

CI

CI

CI

CI

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme los circuitos de las figuras 9.1 a 9.6. Variando las entradas, llene la tabla correspondiente.

Estados Lógicos
0V = 0 Lógico
5V = 1 Lógico

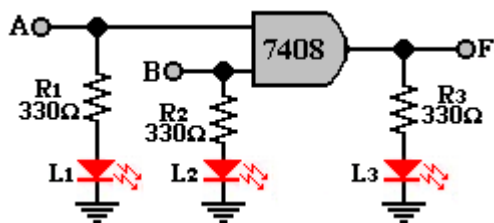


Figura 9.1

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.1

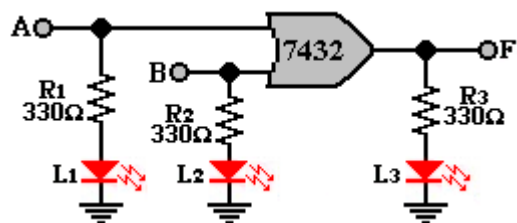


Figura 9.2

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.2

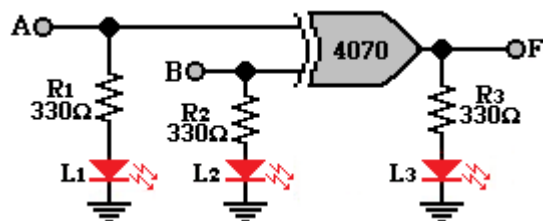


Figura 9.3

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.3

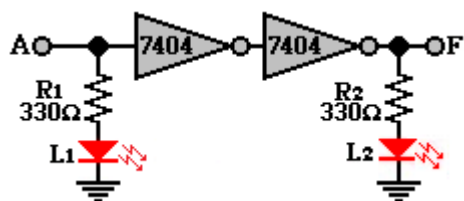


Figura 9.4

A	F
0	
1	

Tabla 9.4

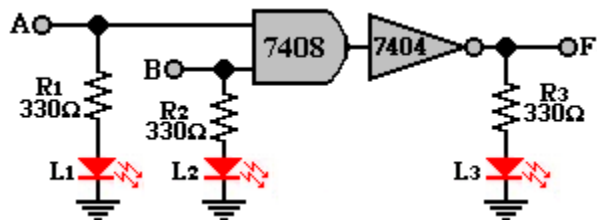


Figura 9.5

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.5

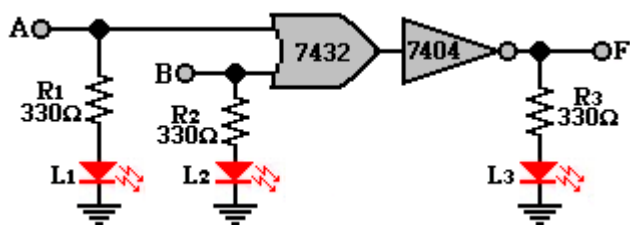


Figura 9.6

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.6

2. Arme el circuito de la figura 9.7. Variando las entradas, llene la tabla 9.7.

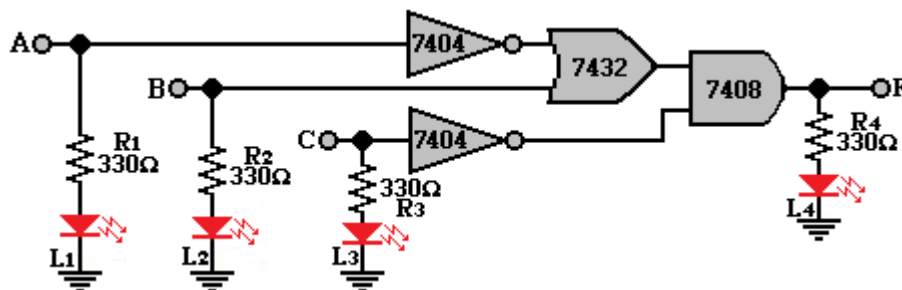


Figura 9.7

A	B	C	F
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Tabla 9.7

CUESTIONARIO

- Obtenga la expresión booleana de cada uno de los circuitos armados en la práctica a partir de los resultados obtenidos en las tablas.
- Para los circuitos de las figuras 9.1, 9.2, 9.5 y 9.6 de la práctica obtenga su respectiva tabla de verdad para cuando se tienen 3 entradas.
- Investigar la tabla de verdad de la compuerta AND y OR de tres entradas.



PRÁCTICA 10. “CIRCUITOS LÓGICOS COMBINACIONALES”

OBJETIVO

- Observar y aplicar los principios básicos de las compuertas lógicas en la implementación de circuitos lógicos combinacionales.

INTRODUCCIÓN

La electrónica digital emplea dentro de sus circuitos electrónicos básicos a las compuertas lógicas, con ellas se pueden implementar diferentes circuitos que realicen tareas específicas, circuitos lógicos, aritméticos, etc., los cuales son empleados en la industria ya que han reducido el tiempo de operación en las líneas de trabajo.

En esta práctica el alumno diseñará y construirá un circuito de aplicación que cumpla las características de un circuito lógico combinacional empleando compuertas lógicas básicas y los métodos de reducción de funciones.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El alumno deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realice la tabla de verdad del punto 1 del desarrollo experimental.
3. Utilizando mapas de Karnaugh para implementar el circuito lógico que realice la función especificada en el punto 1 del procedimiento experimental.
4. Traer armado el circuito correspondiente a su diseño.

EQUIPO

Fuente de voltaje.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones

Tableta para conexiones

El material del determinado por el diseño.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Diseñe un circuito que cumpla las siguientes condiciones: se tiene una electroválvula y un motor, los cuales serán controlados a través de señales de control llamadas detectores (utilice 4 detectores), mismos que actúan al ser activados bajo la siguiente lógica:
 - a) Si se activa el detector A o B, solo se activa la electroválvula (motor desactivado)
 - b) Si se activan simultáneamente los detectores A y B, solo se activa el motor (electroválvula desactivada)



c) Si se activan todos los detectores al mismo tiempo, se activa el motor y la electroválvula

Notas: Recuerde que activado corresponde a “1” lógico y no activado a “0” lógico.

Para indicar entradas y salidas utilice diodos LED que simularen la activación o desactivación en el sistema.

2. Compruebe el funcionamiento del circuito comparando los valores indicados en su tabla de verdad.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es una electroválvula?
2. ¿Qué diferencias existen en un sistema combinacional y un sistema secuencial?
3. ¿Qué importancia tienen los sistemas digitales en los sistemas electromecánicos?

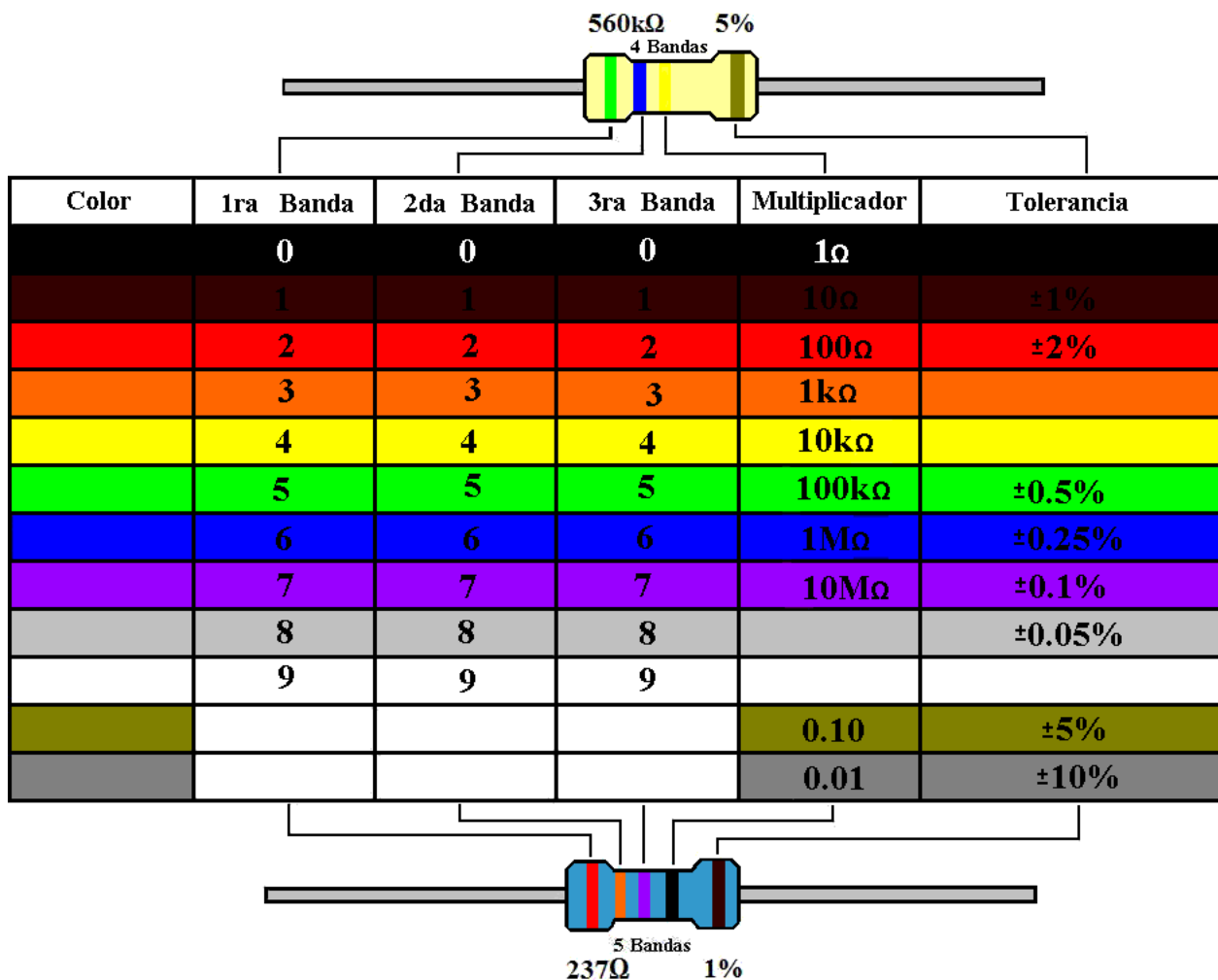


BIBLIOGRAFÍA

1. Circuitos Microelectrónicos análisis y diseño, Muhammad H. Rashid, Thomson, México, 2002, 1112p
2. Dispositivos Electrónicos, Thomas L Floyd, 8ed. Pearson Educación, México, 2008, 1008p
3. Electrónica Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, Robert L Boylestad, Louis Mashelsky, 10ed. Pearson Educación, México, 2009, 894p
4. Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales, Robert F Coughlin, Frederick F. Driscoll, 5ed. Pearson Educación, México, 1999, 552p
5. Sistemas Digitales principios y aplicaciones, Ronald J. Tocci, 5ed. Prentice Hall, México, 1993, 823p.

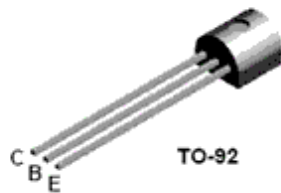
HOJAS TÉCNICAS

Código de barras

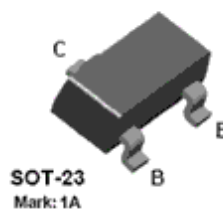




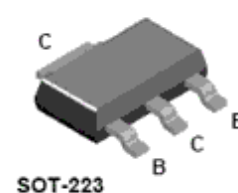
2N3904



MMBT3904



PZT3904



NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

Absolute Maximum Ratings*

$T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{CB0}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I_C	Collector Current - Continuous	200	mA
T_J, T_{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.

2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

ON CHARACTERISTICS*

f_{re}	DC Current Gain	$I_C = 0.1 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 1.0 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 50 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$ $I_C = 100 \text{ mA}, V_{CE} = 1.0 \text{ V}$	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$		0.2 0.3	V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10 \text{ mA}, I_B = 1.0 \text{ mA}$ $I_C = 50 \text{ mA}, I_B = 5.0 \text{ mA}$	0.65	0.85 0.95	V

* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."

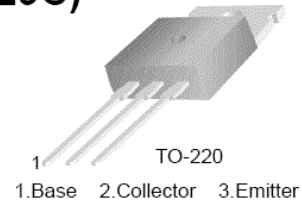
** Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 mm².



TIP29 Series(TIP29/29A/29B/29C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complementary to TIP30/30A/30B/30C



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP29	40	V
	: TIP29A	60	V
	: TIP29B	80	V
	: TIP29C	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP29	40	V
	: TIP29A	60	V
	: TIP29B	80	V
	: TIP29C	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	1	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	3	A
I_B	Base Current	0.4	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	30	W
	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

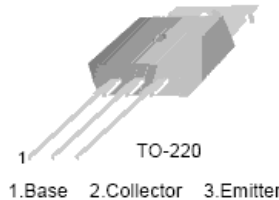
Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(sus)}$	*Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP29	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	40		V
	: TIP29A		60		V
	: TIP29B		80		V
	: TIP29C		100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP29/29A	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
	: TIP29B/29C	$V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP29	$V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP29A	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP29B	$V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP29C	$V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		1.0	mA
h_{FE}	*DC Current Gain	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 0.2\text{A}$	40		
		$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$	15	75	
$V_{CE(sat)}$	*Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 1\text{A}, I_B = 125\text{mA}$		0.7	V
$V_{BE(sat)}$	*Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$		1.3	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 200\text{mA}$	3.0		MHz



TIP31 Series(TIP31/31A/31B/31C)

Medium Power Linear Switching Applications

- Complementary to TIP32/32A/32B/32C



NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CBO}	Collector-Base Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage : TIP31	40	V
	: TIP31A	60	V
	: TIP31B	80	V
	: TIP31C	100	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	5	V
I_C	Collector Current (DC)	3	A
I_{CP}	Collector Current (Pulse)	5	A
I_B	Base Current	1	A
P_C	Collector Dissipation ($T_C=25^\circ\text{C}$)	40	W
P_C	Collector Dissipation ($T_a=25^\circ\text{C}$)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	$^\circ\text{C}$

Electrical Characteristics $T_C=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
$V_{CEO(SUS)}$	* Collector-Emitter Sustaining Voltage : TIP31	$I_C = 30\text{mA}, I_B = 0$	40		V
	: TIP31A		60		V
	: TIP31B		80		V
	: TIP31C		100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current : TIP31/31A	$V_{CE} = 30\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
	: TIP31B/31C	$V_{CE} = 60\text{V}, I_B = 0$		0.3	mA
I_{CES}	Collector Cut-off Current : TIP31	$V_{CE} = 40\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31A	$V_{CE} = 60\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31B	$V_{CE} = 80\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
	: TIP31C	$V_{CE} = 100\text{V}, V_{EB} = 0$		200	μA
I_{EBO}	Emitter Cut-off Current	$V_{EB} = 5\text{V}, I_C = 0$		1	mA
h_{FE}	* DC Current Gain	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 1\text{A}$	25		
		$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$	10	50	
$V_{CE(sat)}$	* Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 3\text{A}, I_B = 375\text{mA}$		1.2	V
$V_{BE(sat)}$	* Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE} = 4\text{V}, I_C = 3\text{A}$		1.8	V
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = 10\text{V}, I_C = 500\text{mA}$	3.0		MHz

* Pulse Test: $PW \leq 300\mu\text{s}$, Duty Cycles $\leq 2\%$

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

LM741

Single Operational Amplifier

Features

- Short circuit protection
- Excellent temperature stability
- Internal frequency compensation
- High Input voltage range
- Null of offset

Description

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

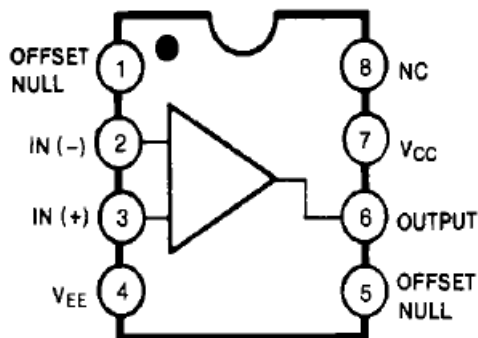
8-DIP



8-SOP

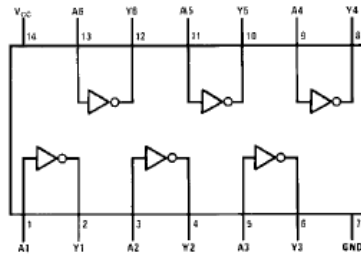


Internal Block Diagram



74LS04 Hex Inverting Gates

Connection Diagram



Function Table

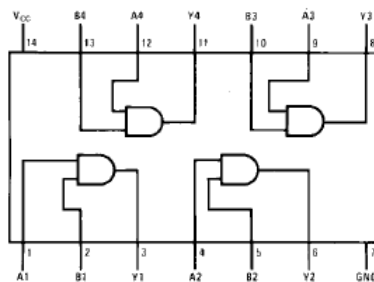
$$Y = \bar{A}$$

Input	Output
A	Y
L	H
H	L

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

74LS08 Quad 2-Input AND Gates

Connection Diagram



Function Table

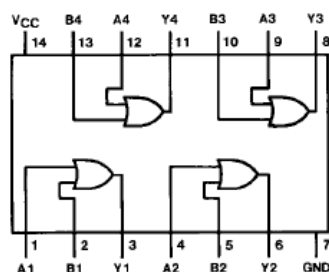
$$Y = AB$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

74LS32 Quad 2-Input OR Gate

Connection Diagram



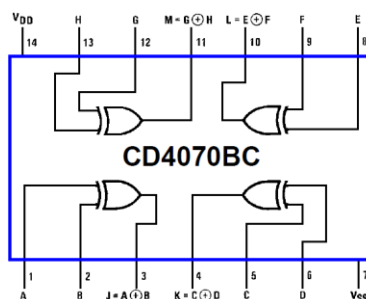
Function Table

$$Y = A + B$$

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

H = HIGH Logic Level
L = LOW Logic Level

CD4070BC Quad 2-Input EXCLUSIVE-OR Gate



Truth Table

Inputs		Outputs
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L