Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Departamento de Ingeniería
Sección Electrónica

Asignatura Electrónica Industrial

Clave de la carrera 37 Clave de la asignatura 1500

ELECTRONICA INDUSTRIAL

Manual de Prácticas de Laboratorio

SEMESTRE 2025-2

Fecha de Elaboración: 2003
Fecha de Modificación: Enero 2025

Autor: Ing. Noemi Hernández Domínguez
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez

ÍNDICE

Índice		1
Contenido.		2
Reglamento de laboratorio		3
Instrucciones para la elaboración del reporte y Criterios de Evaluación		5
Práctica 1.	Polarización del Diodo. *Tema I de la Asignatura*	6
Práctica 2.	Circuitos con Diodos. *Tema II de la Asignatura*	9
Práctica 3.	Circuitos Rectificadores. *Tema II de la Asignatura*	12
Práctica 4.	Fuente de Poder. *Tema II de la Asignatura*	15
Práctica 5.	Polarización del Transistor Bipolar de Juntura (TBJ) *Tema III de la Asignatura*	19
Práctica 6.	Amplificador con TBJ. *Tema III de la Asignatura*	22
Práctica 7.	Amplificador Operacional: Circuitos Básicos *Tema IV de la Asignatura*	25
Práctica 8.	El Integrador y el Derivador. *Tema IV de la Asignatura*	29
Práctica 9.	Compuertas Lógicas. *Tema V de la Asignatura*	32
Práctica 10.	Circuitos Combinacionales *Tema VI de la Asignatura*	36
Apéndice A	Descripción del equipo de laboratorio	38
Apéndice B	Sección introductora 1 para C.D y C.A	45
Apéndice C	Hojas técnicas	50
Bibliografía		56

Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez
2025-2

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 estudiantes 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 estudiantes 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 estudiante lea el contenido de cada una de las prácticas antes de desarrollarla.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN** **DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA** **SECCIÓN ELECTRÓNICA**
	REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS

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

1. Queda estrictamente prohibido, al interior de los laboratorios

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

El reporte de prácticas de laboratorio debe incluir los elementos detallados a continuación:

1. **Portada: Incluir los siguientes datos**

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Laboratorio de: _____ Grupo: _____
Profesor: _____
Estudiante:
Nombre de Práctica: _____ No de práctica: _____
Fecha de realización: _____ Fecha de entrega: _____ Semestre: _____

2. **Objetivo (s)** Hay que indicar que se pretende lograr al realizar la práctica.
3. **Introducción**: En esta sección se deberá presentar una breve descripción del contenido del reporte.
4. **Materiales y Equipos**: Enunciar todos los materiales utilizados, así como la descripción de los equipos y herramientas empleadas.
5. **Procedimiento**: Describir los pasos que se siguieron en la práctica, haciendo una interpretación de los resultados utilizando tablas y gráficas, además de las observaciones realizadas durante la práctica, comparar los conceptos teóricos y analizar posibles fuentes de error que pudieron haber afectado los resultados obtenidos.
6. **Cuestionario**: Complementar respondiendo las preguntas que refuerzan el conocimiento práctico.
7. **Conclusiones**: Un resumen de lo aprendido y una evaluación sobre el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio.
8. **Referencias Bibliográficas**: Citas de libros, artículos o recursos que se utilizaron para elaborar la práctica.

Criterios de Evaluación de cada sesión de práctica

No. de Criterio	Criterio de Evaluación para el laboratorio	Porcentaje
C1	Actividades previas	30%
C2	Funcionalidad del circuito y uso correcto del equipo	20%
C3	Interpretación correcta de los resultados	20%
C4	Reporte entregado con todos los puntos indicados en el manual de prácticas	30%

PRÁCTICA 1. "POLARIZACIÓN DEL DIODO"

OBJETIVOS

- El estudiante conocerá el concepto de polarización directa e inversa en tres tipos de diodos y su funcionamiento en cada circuito.

INTRODUCCIÓN

Los diodos son componentes electrónicos fundamentales en una amplia gama de aplicaciones, desde la rectificación en fuentes de alimentación hasta funciones específicas en dispositivos electrónicos avanzados. Comprender la polarización de los diodos es esencial para aprovechar al máximo sus propiedades y funcionalidades. La polarización se refiere a la aplicación de voltajes externos a los terminales del diodo, determinando así su comportamiento y operatividad en un circuito.
Existen varios tipos de diodos, cada uno con características y aplicaciones particulares. Los más comunes incluyen el diodo de unión PN, el diodo Zener, el diodo LED (diodo emisor de luz), y el diodo Schottky, entre otros. La presente práctica tiene la finalidad de conocer cómo se polarizan diferentes tipos de diodos y qué efectos tiene esta polarización en su funcionamiento.

Tipos de Diodos y su Polarización

Diodo de Unión PN

Es el tipo más básico de diodo, formado por la unión de dos materiales semiconductores, uno tipo P y otro tipo N. La polarización directa y la polarización inversa afectan de manera diferente su comportamiento, permitiendo el flujo de corriente en una dirección y bloqueándola en la otra.

Diodo Zener

Diseñado para operar en la región de ruptura inversa, el diodo Zener permite el paso de corriente en sentido inverso cuando el voltaje aplicado supera un valor específico llamado voltaje Zener. Este tipo de diodo es fundamental en aplicaciones de regulación de voltaje.

Diodo LED

Este diodo emite luz cuando está polarizado directamente. La recombinación de electrones y huecos en la región de unión emite fotones, produciendo luz visible. Los LEDs se utilizan ampliamente en indicadores y dispositivos de iluminación.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El estudiante deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realizar una investigación previa del comportamiento de los diodos de unión PN, diodo Zener y diodo LED.
3. Realizar el análisis de la figura 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4. para calcular el voltaje de los nodos A y B y las corrientes que circulan por el diodo.

EQUIPO

Fuente de voltaje.
Multímetro.

MATERIAL

Tableta de conexiones.
Juegos de bananas y caimanes

1 Resistencia de 100 Ω a **½ watt**	R1
1 Resistencia de 330 Ω a **½ watt**	R2
1 Diodos Zener de 7.5V a **1 watt**	DZ1
1 Diodos 1N4007	D1
2 LED´s (diferente color)	LED1, LED2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme los circuitos mostrados en la figura 1.1 1.2 alimentando Vcc= 5 V (uno a la vez).
2. Mida los voltajes en los nodos A y B conectando correctamente las puntas del voltímetro en el circuito, ajustando adecuadamente la escala en el selector, anotando los valores de que se piden en la Tabla 1.1
3. Mida los valores de corriente que circulan por el diodo D1 conectando correctamente las puntas del amperímetro, ajustando adecuadamente la escala en el selector, anotando los valores de que se piden en la Tabla 1.1
4. Arme los circuitos mostrados en la figura 1.3 y 1.4 alimentando con Vcc= 10 V (uno a la vez).
5. Mida los voltajes en los nodos A y B conectando correctamente las puntas del voltímetro en el circuito, ajustando adecuadamente la escala en el selector, anotando los valores de que se piden en la Tabla 1.1
6. Mida lo valores de corriente que circulan por el diodo DZ1 conectando correctamente las puntas del amperímetro, ajustando adecuadamente la escala en el selector, anotando los valores de que se piden en la Tabla 1.1

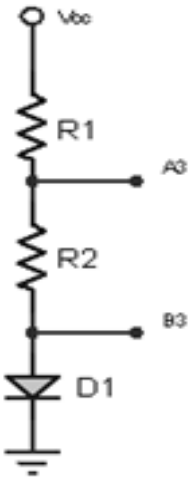


Figura 1.1

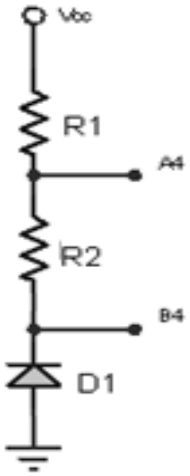


Figura 1.2

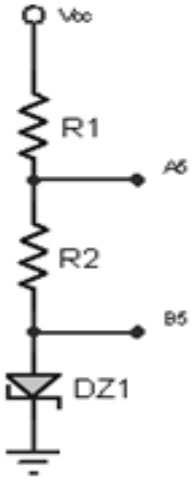


Figura 1.3

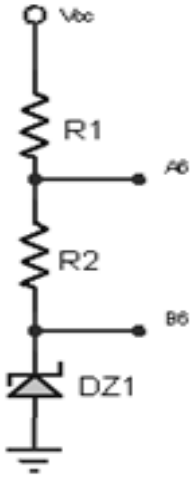


Figura 1.4

Fig.	VA (V)	VB (V)	I_D (mA)
1.1			
1.2			
1.3			
1.4			

Tabla 1.1

Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez
2025-2

7. Arme los circuitos mostrados en la figura 1.5 y 1.6 con un Vcc= 5 V. Anote los valores que se piden en la Tabla 1.2

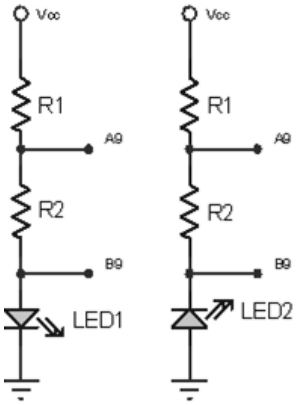


Figura 1.5 *Figura 1.6*

Fig.	VA (V)	VB (V)	I_D (mA)
1.5			
1.6			

Tabla 1.2

CUESTIONARIO

1. En base a las mediciones realizadas, ¿cómo puede definir polarización directa para un diodo de unión PN?

2. En base a las mediciones realizadas, ¿cómo puede definir polarización inversa para un diodo de unión PN?

3. En base a las mediciones realizadas, ¿cómo puede definir polarización directa para un diodo Zener?

4. En base a las mediciones realizadas, ¿cómo puede definir polarización inversa para un diodo Zener?

5. En base a las mediciones realizadas, ¿cómo puede definir polarización directa para un diodo LED?

6. En base a las mediciones realizadas, ¿cómo puede definir polarización inversa para un diodo LED?

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 2. "CIRCUITOS CON DIODOS"

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 estudiante 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 estudiante 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 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4.

EQUIPO

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

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.

1 Resistencia de 1 kΩ a **½ watt**	R_1
2 Capacitores de 47 µF a 25V	C_1, C_2
2 Diodos 1N4007	D_1, D_2
1 Diodo Zener de 5.6 V a **1 watt**	D_Z

Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme los circuitos mostrados en las figuras 2.1 y 2.2.

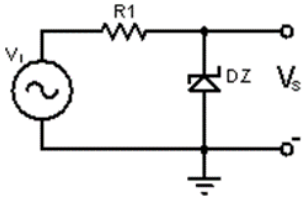


Figura 2.1

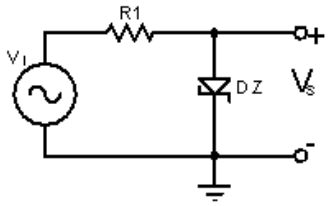


Figura 2.2

2. Encienda Vi con una señal senoidal de 18Vpp y una frecuencia de 2kHz. Observe en el osciloscopio las señales Vi y Vs, dibújelas en papel milimétrico anotando su amplitud, frecuencia y periodo.

3. Arme el circuito de la figura 2.3.

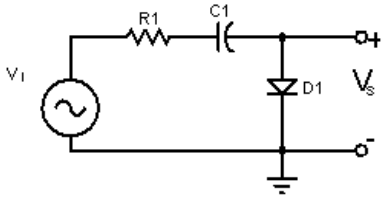


Figura 2.3

4 Encienda Vi con una señal senoidal de 10Vpp y una frecuencia de 1kHz. Observe en el osciloscopio las señales Vi y Vs, dibújelas en papel milimétrico, observando cuidadosamente el nivel de tierra.

5. Arme el circuito de la figura 2.4.

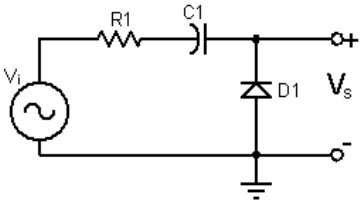


Figura 2.4

6. Encienda Vi con una señal senoidal de 8Vpp y una frecuencia de 1kHz. Observe en el osciloscopio las señales Vi y Vs, dibújelas en papel milimétrico **(no desarme este circuito).**

7. A la salida del circuito de la figura 2.4 conecte el circuito de la figura 2.5. Observe en el osciloscopio las señales Vi y V_{S1}, dibújelas en papel milimétrico. Observando los valores del nivel de voltaje en CD.

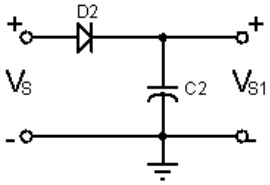


Figura 2.5

CUESTIONARIO

1. Dé una breve explicación del funcionamiento del diodo de acuerdo con las formas de onda que obtuvo en los circuitos de las figuras 2.1 y 2.2.

2. Dé una breve explicación de la función del capacitor C_1 en el circuito de la figura 2.4.

3. ¿A qué valor de voltaje de CD "sujeta" a la senoidal el circuito de la figura 2.4?

4. Idealmente, ¿qué valor de CD se obtendría en V_{S1} en el punto 7 del procedimiento? Explique la diferencia en el valor que midió.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 3. "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 estudiante sea capaz de explicar cualitativamente el funcionamiento de cada circuito en base a los resultados obtenidos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El estudiante 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. Al transformador ponerle clavija y caimanes.

EQUIPO

Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.

1 Resistencia de 1 kΩ a **½ watt**	R_1
1 Capacitor de 470 µF a 25V	C_2
1 Capacitor de 47 µF a 25V.	C_1
4 Diodos 1N4007	D_1-D_4
1 Transformador de 127 – 24V @ 500mA con **TAP central**	Tr

NOTA: Deberá colocarle una clavija al primario del transformador, pregunte al profesor)

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 3.1, utilizando una terminal del transformador y el **TAP central**. Aún no conecte el transformador a la línea.

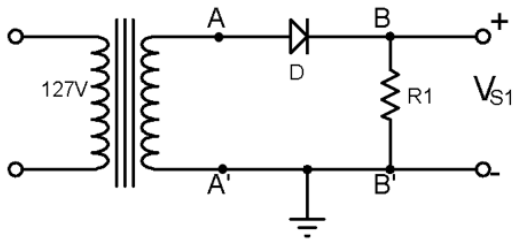


Figura 3.1

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 3.2 utilizando una terminal del transformador y el **TAP central**.

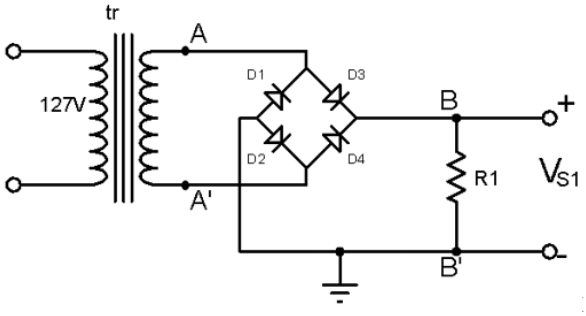


Figura3.2

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 3.3.

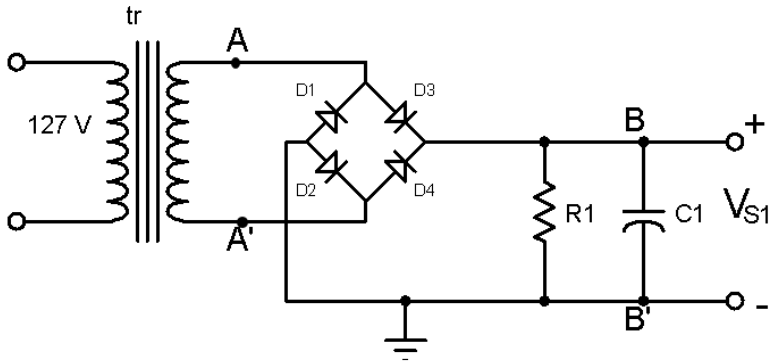


Figura 3.3

9. 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.

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 47µF por uno de 470µF y repita el paso 10.

12. Mida con el multímetro el voltaje de CD a la salida Vs.

CUESTIONARIO

1. Diga qué función tiene R_1 en el circuito de la figura 3.1.

2. ¿Qué efecto provocaría en el circuito de la figura 3.3 si el capacitor fuera mayor que C_1? Explique su respuesta.

3. ¿Qué función tiene el capacitor en el circuito de la figura 3.3?

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.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

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.

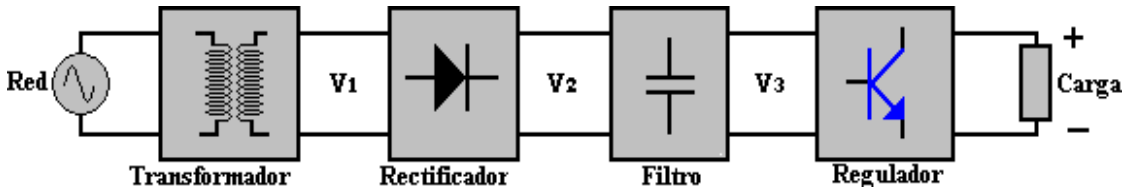


Figura 4.1

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 estudiante 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 sω_1), B–B' (cerrado ω_1) y C–C' (cerrado ω_1 y ω_2) acotándolas debidamente.
3. Al transformador ponerle clavija y caimanes.

EQUIPO

Multímetro
Osciloscopio

MATERIAL

Tableta de conexiones
Alambres y cables para conexiones

1 Resistencia de 1 kΩ a **½ watt**	R_1
1 Resistencia de 270 Ω a **½ watt**	R_2
1 Potenciómetro de 50 kΩ	R_3
1 Capacitor de 1500 µF a 25V	C_1
1 Capacitores de 470 µF a 25V	C_2
2 Diodos 1N4007	D_1, D_2
1 Diodo zener de 12 V a **1 watt**	D_{Z2}
1 Diodo zener de 9.1 V a **1 watt**	D_{Z1}
1 Led rojo	LED
1 Transistor TIP29C	T_1
1 Transistor TIP31C	T_2
1 Motor de CD 12 V	M
1 Transformador 127-24V @ 500mA con **TAP central**	Tr

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

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

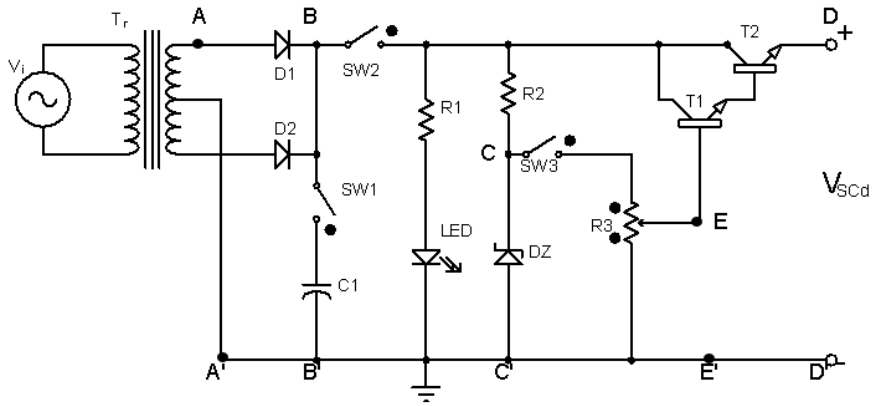


Figura 4.2

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.

3. 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.**

4. Cierre el interruptor $S\omega_2$, acople ambos acanales del osciloscopio en CD y observe la forma de onda de los puntos C–C' y D–D' y grafíquelos en papel milimétrico.

5. 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		

Tabla 4.1

7. Desconecte el transformador. Cambie el diodo zener DZ_1 por el diodo zener DZ_2, repita los puntos 5 y 6.

8. Desconecte el transformador. Coloque el capacitor C_2, el motor de CD y el amperímetro como se observa en la figura 4.3.

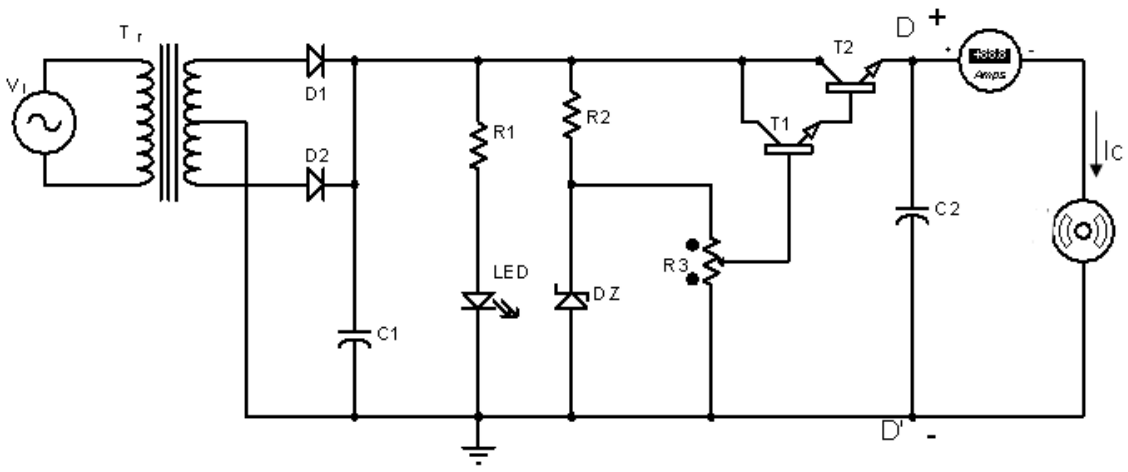


Figura 4.3

9. Con el potenciómetro a la mínima resistencia, 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. En base a las lecturas de la tabla 4.2 calcule la potencia que suministra la fuente a la carga en cada uno de ellos.

4. Si se desconecta uno de los diodos rectificadores del circuito que sucede en la fuente de voltaje, de una breve explicación.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

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 estudiantes dominen los teoremas de Thévenin y Norton, así como las leyes de Kirchhoff.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

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

EQUIPO

Fuente de voltaje de CD.
Multímetro.
Osciloscopio.

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.

1 Resistencia de 15 kΩ a **½ watt**	R_B, R_1
1 Resistencia de 680 Ω a **½ watt**	R_C
1 Resistencia de 120 Ω a **½ watt**	R_E
1 Resistencia de 3.9 kΩ a **½ watt**	R_2
1 Resistencia de 2.2 kΩ a **½ watt**	R_3
1 Resistencia de 4.7 kΩ a **½ watt**	R_4
1 Resistencia de 10 Ω a **½ watt**	R_{P1}
1 Resistencia de 2.7 kΩ a **½ watt**	R_{P2}
1 Resistencia de 5.6 kΩ a **½ watt**	R_{P3}
1Transistor 2N3904	T

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme los circuitos de las figuras 5.1a y 5.1b alimentando Vcc con 10v y Anote los valores que se piden en la tabla 5.1 y especifique en que región se encuentra el transistor.

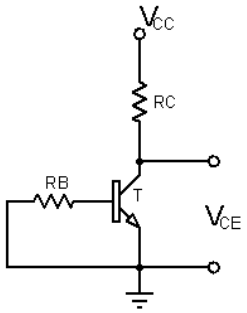


Figura 5.1a

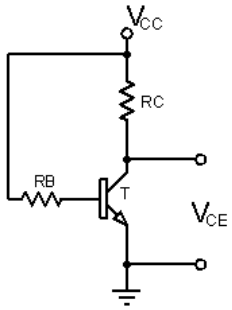


Figura 5.1b

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

Tabla 5.1

2. Arme el circuito de la figura 5.2. alimentando Vcc con 10v.

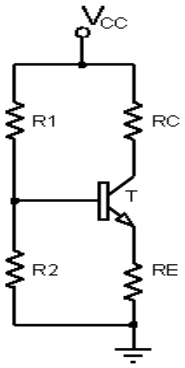


Figura 5.2

Figura 5.2

3. 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. alimentando Vcc con 10v

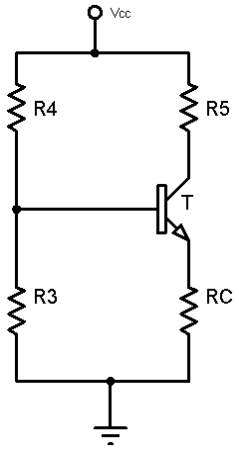


Figura 5.3

5. Cambie R3 de acuerdo a la tabla 5.3 con los tres valores de resistencia. Primero (Rp1) 10Ω, luego (Rp2) 2.7kΩ y por último (Rp3) 5.6kΩ. Llene la tabla 5.3.

R_P kΩ	V_B (V)	V_E (V)	V_C (V)	V_{CE} (V)	I_B (μA)	I_C (mA)	β	REGIÓN
10 Ω								
2.7 kΩ								
5.6 kΩ								

Tabla 5.3

CUESTIONARIO

1. 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**).

2. De la tabla 5.3, ¿por qué cambia el valor de β cuando se varía el potenciómetro?

3. 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.

4. Realice una tabla comparativa que incluya los datos teóricos anteriormente calculados con los obtenidos en la práctica. Comente sus resultados.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

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 desvió Ce.

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 estudiante 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.

EQUIPO

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

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta de conexiones.

1 Resistencia de 12 kΩ a **½ watt**	R_2
1 Resistencia de 10 kΩ a **½ watt**	R_1
1 Resistencia de 1.5 kΩ a **½ watt**	R_3
1 Resistencia de 1 kΩ a **½ watt**	R_C
1 Resistencia de 56 Ω a **½ watt**	R_E
1 Capacitor 100 µF a 25V	C_e
1 Capacitores 47 µF a 25V	C_i
1 Capacitores 10 µF a 25V	C_C
1 Transistor 2N3904	T

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 6.1 alimentando Vcc con 12v, sin conectar Ce y con Vi apagado, mida y anote en la tabla 6.1 los datos que se piden.

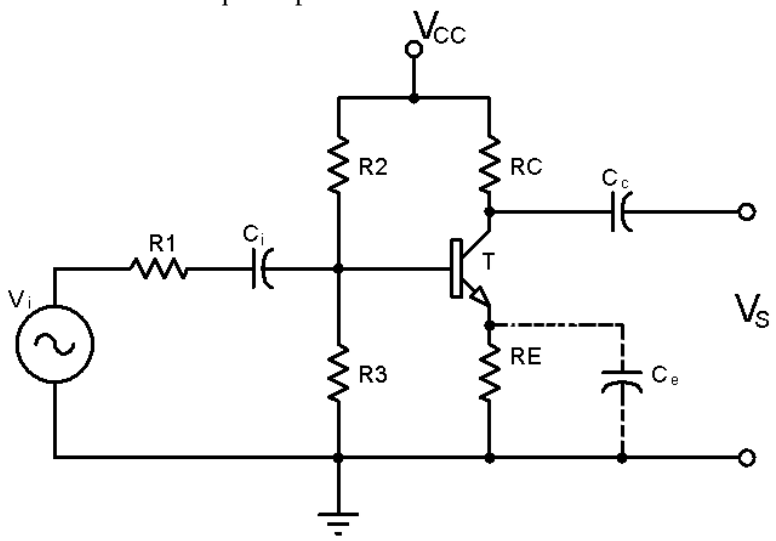


Figura 6.1

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

Tabla 6.1

2. Encienda Vi con una señal senoidal de 125mVpp y una frecuencia de 2kHz. Observé en el osciloscopio las señales Vi y Vs, dibújelas en papel milimétrico anotando su amplitud, frecuencia y fase.
3. Aumenté gradualmente el valor de Vi para llenar la tabla 6.2.

V_i mV$_{PP}$]	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Vs [V$_{PP}$]											
Δv sin capacitor Ce											
Comentarios sobre las formas de onda											
Δv con capacitor Ce											

Tabla 6.2

4. Conecte el capacitor Ce como lo indica la línea punteada de la figura 6.1 y repita los pasos 2 y 3.

CUESTIONARIO

1. 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.

2. ¿Cuál es el propósito de utilizar el capacitor *Ce*?

3. De los datos obtenidos en la tabla 6.2 mencione ¿en qué punto se obtiene la mayor ganancia de voltaje?

4. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos obtenidos en el previo con los prácticos en CD. Coméntelos.

5. Realice una tabla comparativa entre los resultados teóricos obtenidos en el previo con los prácticos en CA Coméntelos.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 7. "AMPLIFICADOR OPERACIONAL: CIRCUITOS BÁSICOS"

OBJETIVOS

- Comprobar experimentalmente el funcionamiento de un amplificador operacional.
- Medir la ganancia de voltaje Δvf 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 estudiantes al menos leer sus notas o los libros sobre el tema de amplificadores operacionales.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El estudiante 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.

EQUIPO

Fuentes de voltaje de CD.
Generador de funciones
Osciloscopio

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta para conexiones

5 Resistencias de 10 kΩ a **½ watt**	R_1 - R_5
1 Resistencia de 6.8 kΩ a **½ watt**	R_7
1 Resistencia de 3.3 kΩ a **½ watt**	R_6
3 Resistencias de 1 kΩ a **½ watt**	R_8 – R_{10}
1 Amp-Op LM-741	CI

Ing. Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez
2025-2

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 7.1, alimentando V_{CC} con 12v y V_{EE} con -12v y Vi con una señal senoidal de 0.5Vpp a una frecuencia de 1kHz. **(conserve estos valores para los circuitos 7.2 y 7.3).**

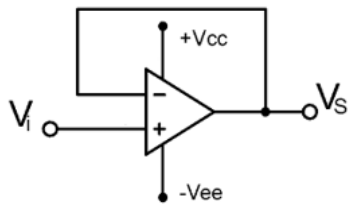


Figura 7.1

2. Observé las señales Vi y V_S en el osciloscopio y dibújelas en papel milimétrico, anotando su amplitud, frecuencia y periodo.

3. Arme el circuito de la figura 7.2.

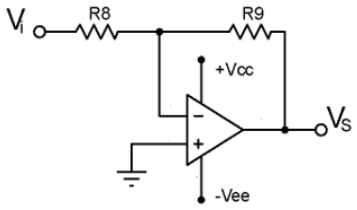


Figura 7.2

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, frecuencia y periodo.

6. Arme el circuito de la figura 7.3.

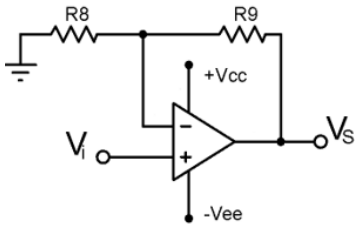


Figura 7.3

7. Repita el paso 2.

8. Arme el circuito de la figura 7.4. alimentando V_{CC} con 12v y V_{EE} con -12v.

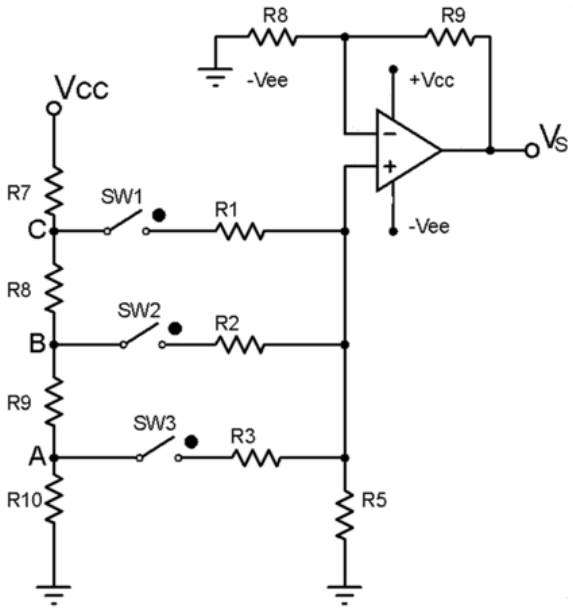


Figura 7.4

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

1. En base a los resultados obtenidos en la práctica y a las gráficas del punto 2 del procedimiento experimental, calcule la ganancia de voltaje para cada circuito.

2. Describa brevemente con sus palabras el funcionamiento del circuito de la figura 7.4.

3. 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.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

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 estudiante 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.

EQUIPO

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

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta para conexiones

1 Resistencia de 33 kΩ a **½ watt**	R_2
1 Resistencia de 3.3 kΩ a **½ watt**	R_1
1 Resistencia de 330 Ω a **½ watt**	R_3
1 Capacitor de 15 nF	C
1 Amp-Op LM-741	CI

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 8.1 alimentando V_{CC} con 12v y V_{EE} con -12v, con una señal senoidal Vi, de 1Vpp y una frecuencia de 4kHz. Observe y dibuje las señales V_i y V_S, en papel milimétrico anotando su amplitud, frecuencia y periodo.

2. Varíe la frecuencia para llenar la tabla 8.1.

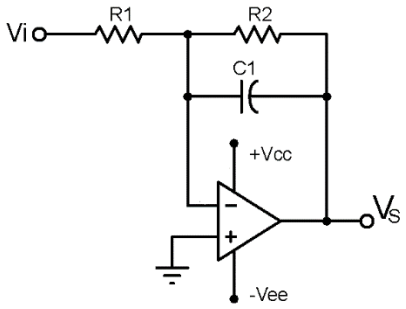


Figura 8.1

f (kHz)	Vi (V)	Vs (V)	Δvf
1			
2			
3			
4			
5			
6			
10			

Tabla8.1

3. Cambie la forma de onda del voltaje de entrada a una señal triangular con Vi, = 1Vpp y una frecuencia de 4kHz, 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.

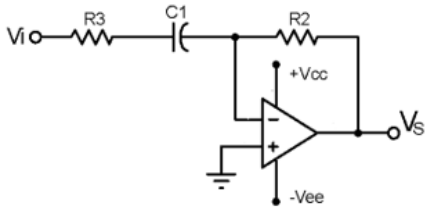


Figura 8.2

6. Utilizando una señal senoidal con Vi = 1Vpp y una frecuencia de 3kHz, observé en la pantalla del osciloscopio la forma de onda de los voltajes V_i y V_S grafíquelas en papel milimétrico anotando su amplitud, frecuencia y periodo.

Ing. Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez
2023-2

7. Varié la frecuencia para llenar la tabla 8.2.

F (kHz)	Vi (V)	Vs (V)	Δvf
1			
2			
4			
6			
8			
9			
10			

Tabla 8.2

8. Cambie la forma de entrada a una señal triangular con Vi = 1Vpp y una frecuencia de 3kHz, 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 grafíquelas.

Señal de entrada Vi	Forma de onda a la salida de la figura 9.1	Forma de onda a la salida de la figura 9.2
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.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

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 estudiante 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 330 Ω a **½ watt**	$R_1 - R_4$
4 LED	$L_1 - L_4$
1 Circuito integrado 7404	CI
1 Circuito integrado 7408	CI
1 Circuito integrado 7432	CI

Ing. Ing. Noemí Hernández Domínguez
Ing. José Ubaldo Ramírez Urizar
Ing. Ernesto Aguilar Rodríguez
2023-2

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

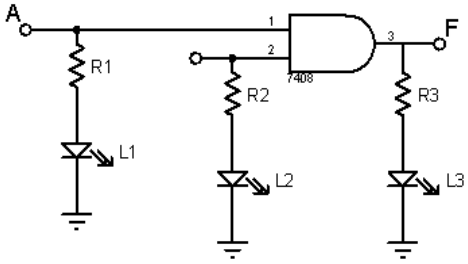


Figura 9.1

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.1

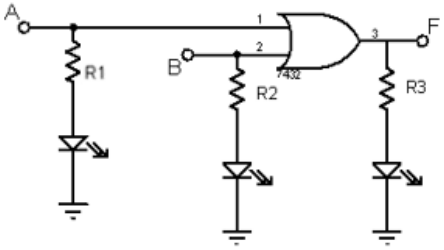


Figura 9.2

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.2

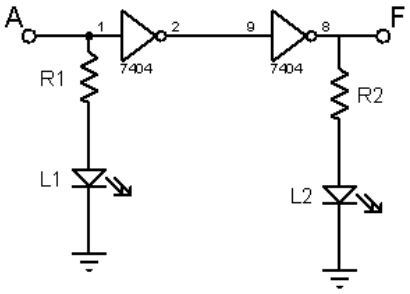


Figura 9.3

A	F
0	
1	

Tabla 9.3

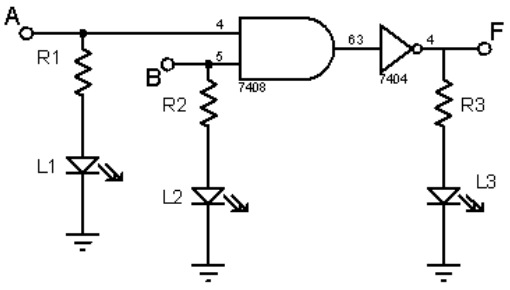


Figura 9.4

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.4

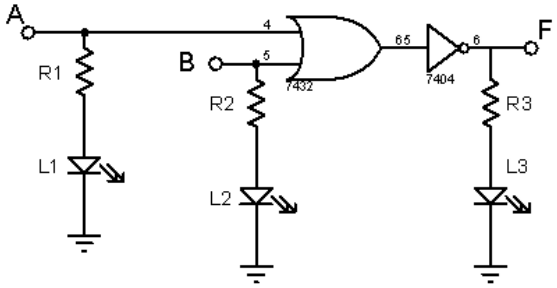


Figura 9.5

A	B	F
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Tabla 9.5

2. Arme el circuito de la figura 9.6. Variando las entradas, llene la tabla 9.6.

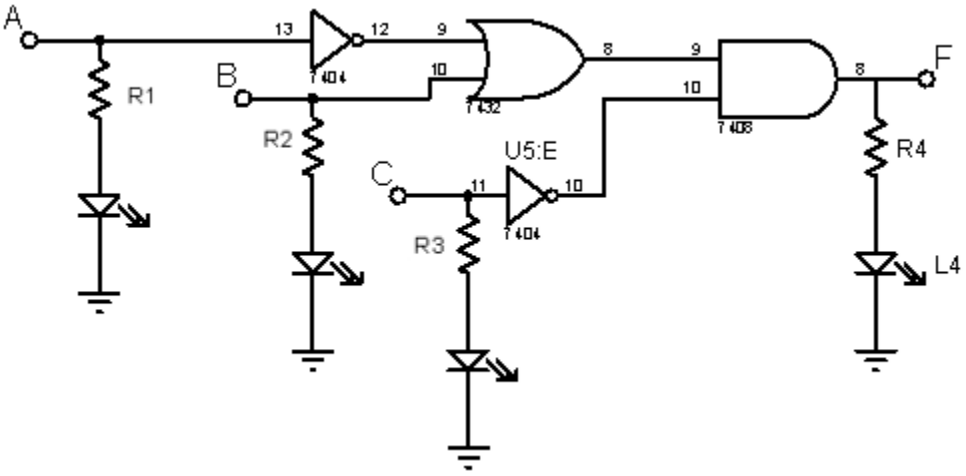


Figura 9.6

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 9.6

CUESTIONARIO

1. Obtenga la expresión booleana de cada uno de los circuitos armados en la práctica a partir de los resultados obtenidos en las tablas.
2. Para los circuitos de las figuras 9.1, 9.2, 9.4 y 9.5 de la práctica obtenga su respectiva tabla de verdad para cuando se tienen 3 entradas.
3. Investigar la tabla de verdad de la compuerta AND y OR de tres entradas.

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA 10. "CIRCUTOS COMBINACONALES"

OBJETIVO

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

INTRODUCCION

Los sistemas combinacionales son componentes esenciales en la electrónica digital y la ingeniería de sistemas. Estos sistemas desempeñan un papel crucial en el diseño y funcionamiento de dispositivos electrónicos, circuitos y sistemas que realizan operaciones lógicas basadas en las entradas presentes en un momento dado, sin necesidad de almacenar información.

Los sistemas combinacionales utilizan en su mayoría a las compuertas lógicas AND, OR y NOT, que realizan operaciones lógicas fundamentales. Mediante la interconexión y combinación dichas compuertas, es posible diseñar circuitos que realicen operaciones más complejas, como sumadores binarios, comparadores, multiplexores, demultiplexores y decodificadores.

Un ejemplo importante de sistemas combinacionales aritméticos es el sumador completo. Este circuito aritmético se utiliza para realizar la operación de suma en números binarios. A diferencia del sumador medio, que solo suma dos bits y no considera acarreos previos, el sumador completo toma tres entradas: dos bits a sumar (A y B) y un acarreo de entrada (Cin).

El proceso de suma en un sumador completo implica tres pasos: la suma de bits individuales utilizando una operación XOR, la generación de acarreo mediante puertas AND y la propagación de acarreo mediante una operación OR. Esto permite obtener la suma resultante suma y el acarreo de salida (Cout), que se utilizará en la siguiente etapa de suma.

Los sumadores completos son esenciales para la aritmética binaria y se utilizan en la construcción de sumadores de múltiples bits, como sumadores de 4 bits, 8 bits, etc. La interconexión de varios sumadores completos permite sumar números binarios de mayor longitud de manera eficiente.

En resumen, los sistemas combinacionales, como los sumadores completos, desempeñan un papel vital en la electrónica digital y la ingeniería de sistemas. Estos circuitos permiten realizar operaciones lógicas y aritméticas fundamentales, lo que a su vez es esencial para el diseño y funcionamiento de una amplia gama de dispositivos electrónicos y sistemas tecnológicos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

1. El estudiante deberá leer la práctica de laboratorio.
2. Realizar la simulación del circuito de la práctica.

EQUIPO

Fuente de voltaje

MATERIAL

Alambres y cables para conexiones
Tableta para conexiones

5 Resistencias de 330Ω a **½ watt**	R1 – R5
5 LED de diferente color	L1 – L5
1 Circuito integrado 74LS08	CI
1 Circuito integrado 74LS86	CI
1 Circuito integrado 74LS32	CI

DESARROLLO

1. Arme el circuito de la figura 10.1.

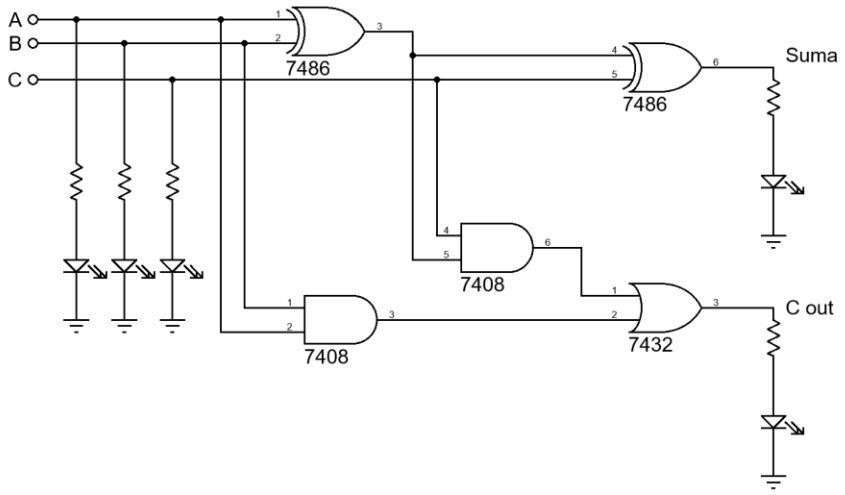


Figura 10.1

2. Alimente el circuito con 5 Volts en cada uno de los circuitos integrados en el pin 14.

3. Compruebe el correcto funcionamiento del circuito llenando la tabla 10.1, registrando el encendido y apagado de los leds para cada una de las combinaciones de las entradas A, B, Cin.

NOTA: (Para este punto deberá realizar las combinaciones necesarias asumiendo que 0V = conexión a tierra y 5V = 1)

Entradas			Salidas	
A	B	C in	SUMA	C out
0	0	0		
1	0	0		
0	1	0		
0	0	1		
1	1	0		
1	0	1		
0	1	1		
1	1	1		

Tabla 10.1

CUESTIONARIO

1. ¿Qué diferencias existen en un sistema combinacional y un sistema secuencial?

2. ¿Qué importancia tienen los sistemas digitales en los sistemas electromecánicos?

3. ¿Cuáles son algunas aplicaciones comunes de los sistemas combinacionales en la electrónica moderna?

CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICE A

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE LABORATORIO

TABLETA DE CONEXIONES

Tableta blanca y de forma rectangular, figura A1.1, 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.

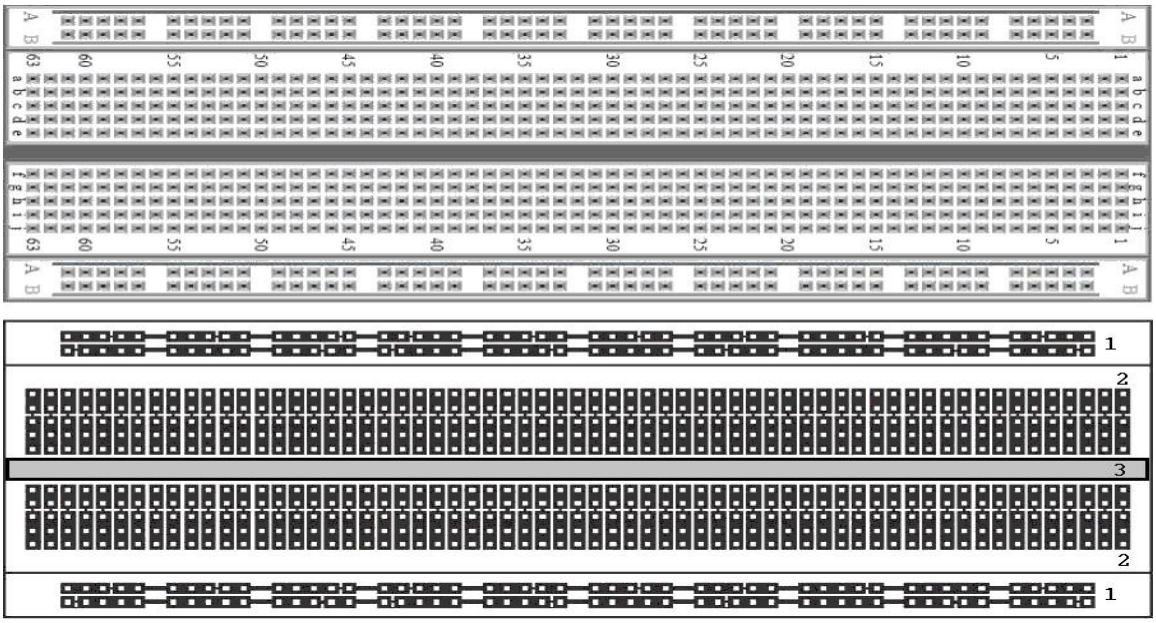


Figura A1.1

1. La línea horizontal superior e inferior (1) es un solo nodo, es decir, todos los puntos están unidos.
2. Las líneas verticales superior e inferior (2) son un grupo de cinco puntos unidos entre sí, siendo independientes una de otra lateralmente.
3. El espacio central (3) 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 A1.2.

La fuente de la figura A1.2 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 A1.2

La descripción del panel frontal de la fuente de voltaje, figura A1.2 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 A1.3, proporciona señales de voltaje variables en el tiempo con la característica de poder controlar los parámetros siguientes:

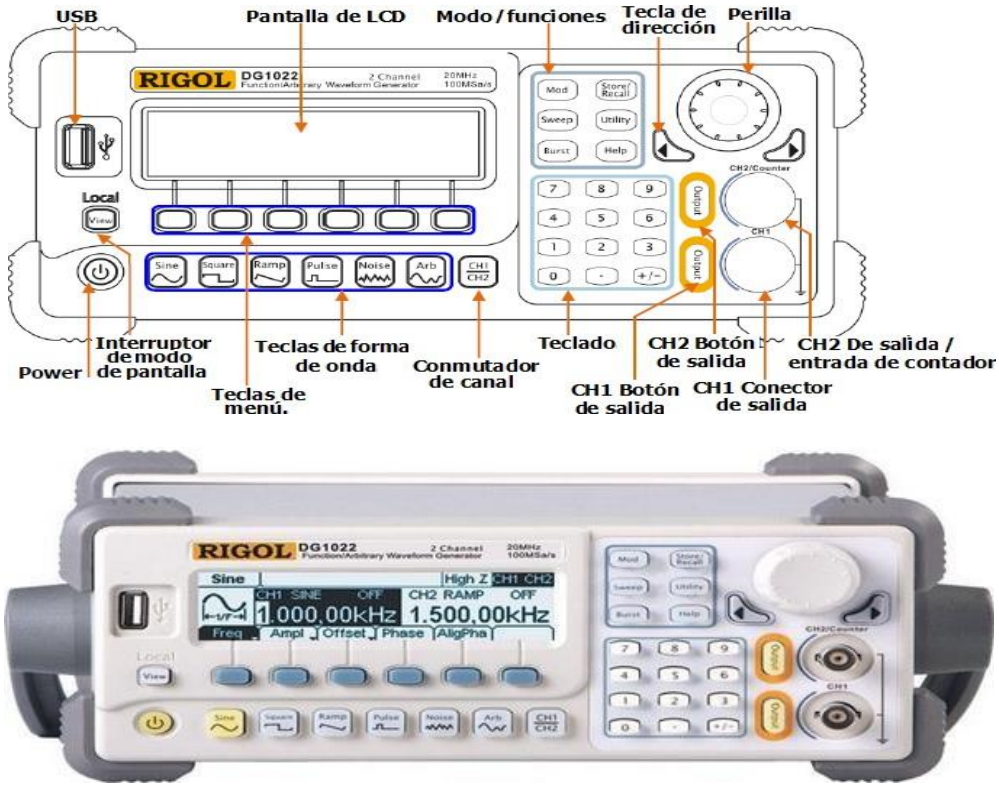


Figura A1.3

MULTÍMETRO

La figura A1.4 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 A1.5 muestra el control giratorio y teclado. Las funciones y operaciones, relacionadas con la figura A1.5 se describen en la tabla A1.1 y tabla A1.2.

Figura A1.4

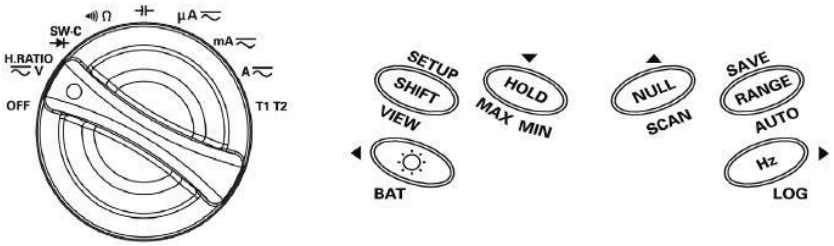


Figura A1.5

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 ≂**V**	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	
Ω	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 A1.1

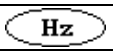
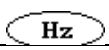
Acciones	Pasos
Enciende la luz de fondo	Presione
Comprueba la capacidad de la batería	Mantenga presionado por > 1 segundo
Congela el valor de la medición	Presione
Comienza la grabación MIN/MAX/AVG	Mantenga presionado por > 1 segundo
Desvía el valor medido	Presione
Explora la temperatura medida (sólo 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 A1.2

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.

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 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 (TRC) 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 A1.6 se muestran el osciloscopio existente en el laboratorio, el cual tiene controles distribuidos en cinco secciones: Control de visualización, Vertical, Horizontal, Disparo y Conectores

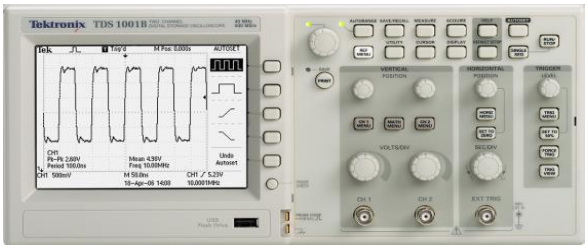


Figura A1.6

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	
MENU MATEM	Muestra el menú de operaciones matemáticas de forma de onda y activa y desactiva la presentación de la forma de onda matemática.	
MENU CH1 y CH2	Muestran y eliminan la forma de onda, ajustan la posición y la escala vertical, 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 MENU	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 MENU	Muestra el menú de dispar	
PONER AL 50%	El nivel de disparo se establece en el punto medio (50%) vertical entre los picos de la señal de dispar	
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

APÉNDICE B

Sección Introductoria 1.
Mediciones en Corriente Directa (C.D.)

OBJETIVOS

- Conocer el manejo y uso del equipo que se utiliza en el laboratorio para la realización de las prácticas para mediciones en C.D.
- Realizar el armado de un circuito básico con elementos resistivos en la tableta protoboard

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 para 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

Equipo

- Fuente de voltaje.
- Multímetro
- Tableta de conexiones.

Material

- 2 Juegos Cables Banana-Caimán
- 2 Resistencia de 220Ω
- 2 Resistencia de 330Ω
- 2 Resistencias de 470Ω
- 1 Resistencias de 680Ω
- 1 Resistencia de 10KΩ

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Mida con el multímetro en el rango adecuado, los valores de las resistencias. Anote su valor obtenido en la tabla 1.1 y compárelo con su valor teórico de acuerdo con el código de colores.

Resistencia	Valor teórico	Valor real
R_1		
R_2		
R_3		
R_4		
R_5		
R_6		
R_7		
R_8		

Tabla 1.1

2. Arme el circuito de la figura 1.2a, la forma en que el circuito queda en la tableta de conexiones se muestra en la figura 1.2b.

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 R_1 se conecta el multímetro en paralelo con la resistencia R_1 como se observa en la figura 1.2a. Si se desea medir la caída de voltaje en la resistencia R_6, se conectará el multímetro en paralelo con la resistencia R_6, y así sucesivamente.

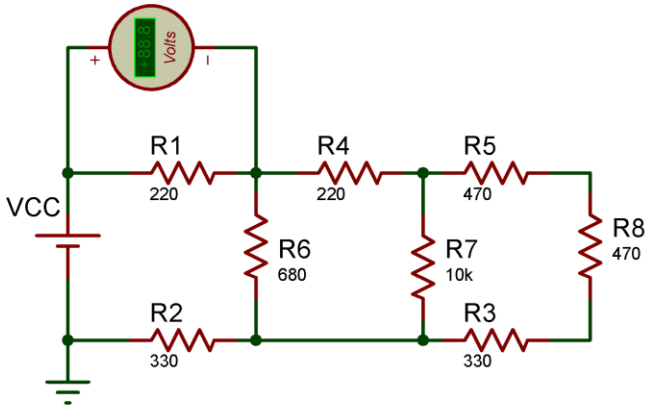


Figura 1.2a

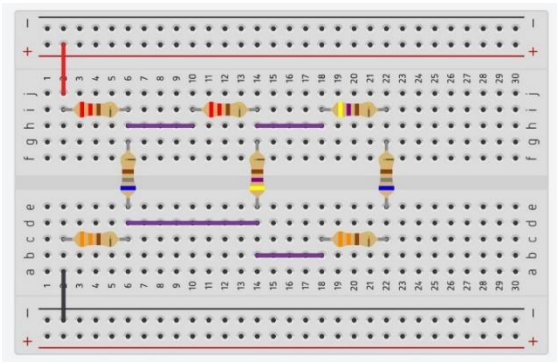


Figura 1.2b

3. Encienda la fuente de voltaje y mida el voltaje en las resistencias anotando los resultados obtenidos en la tabla. 1.2. 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		
R_8		

Tabla 1.2

Nota. La forma de medir corriente es conectando el multímetro en serie con el elemento como lo muestra la figura 1.3. 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.**

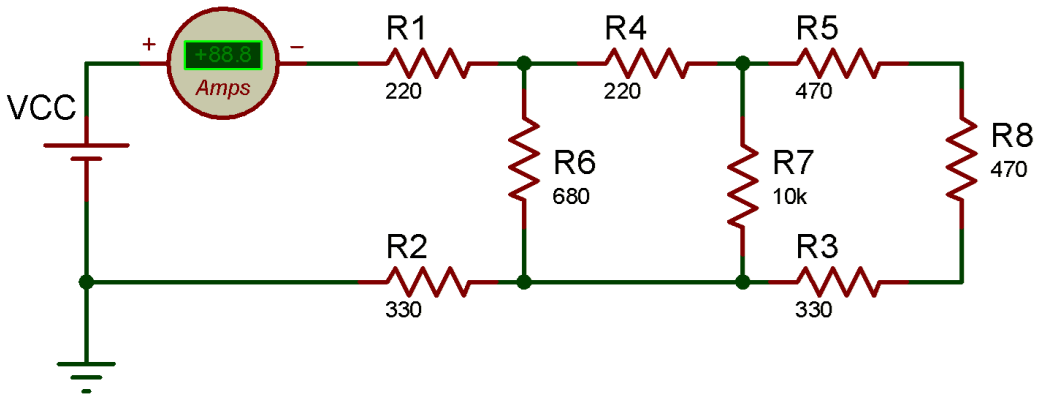


Figura 1.3

4. Encienda la fuente de voltaje y mida la corriente en la resistencia R_1. Anote el valor obtenido en la tabla 1.2. 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 1.4.

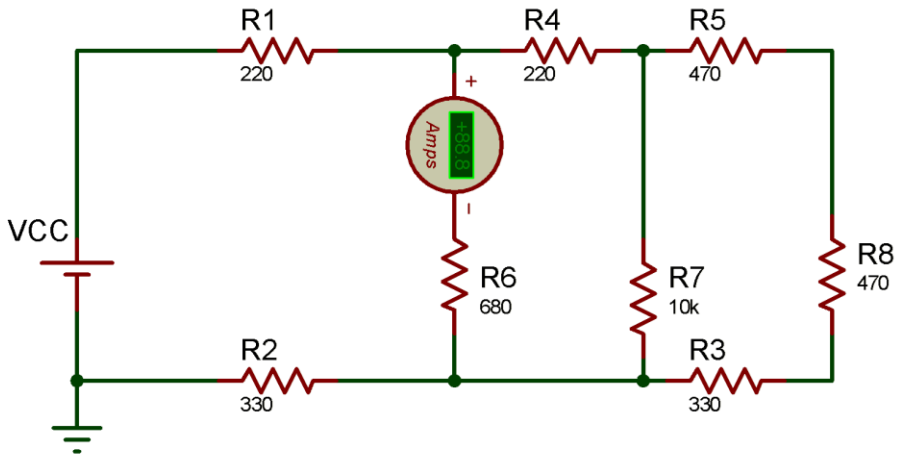


Figura 1.4

6. Encienda la fuente de voltaje y mida la corriente de la resistencia R_6. Anote el valor obtenido en la tabla 1.2.

7. Mida las corrientes para cada una de las resistencias del circuito de la figura 1.4 y anote los valores obtenidos en la tabla 1.2.

CUESTIONARIO

1. Realice una tabla comparativa que incluya los datos teóricos (voltajes, corrientes y potencias) del circuito de la figura 1.1 con los valores obtenidos prácticamente. Comente sus resultados.

Sección Introductora 2.
Mediciones para Corriente Alterna.

OBJETIVOS

- Conocer el manejo y uso del equipo que se utiliza en el laboratorio para la realización de las prácticas para la parte de C.A
- Comprensión y análisis de un circuito para la parte de C.A.

EQUIPO

Generador de funciones.
Osciloscopio.
Tableta de conexiones.

MATERIAL

- 2 Juegos de cables banana-caimán
- 2 Resistencias de 220 Ω a ½ watt
- 2 Resistencias de 330Ω a ½ watt
- 2 Resistencias de 470 Ω a ½ watt
- 1 Resistencia de 680Ω a ½ watt
- 1 Resistencia de 10 KΩ a ½ watt

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Arme el circuito de la figura 1.5. Calibré el generador de funciones con una señal cuadrada para obtener un Vi igual a 16Vpp, a una frecuencia de 1kHz.

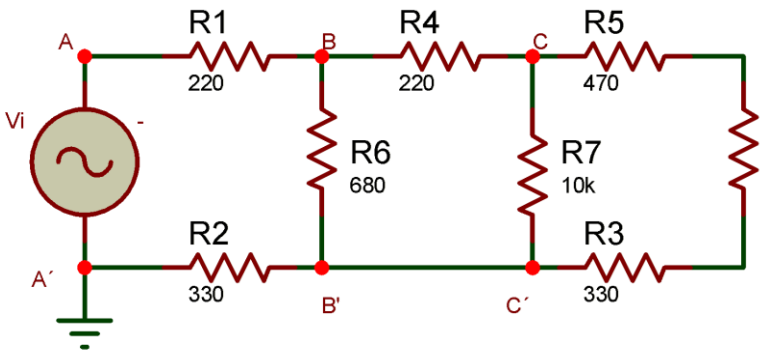


Figura 1.5

2. Mida con el canal 1 los voltajes entre los puntos A–A', B–B' y C–C'. Dibuje las formas de onda obtenidas en la pantalla del osciloscopio indicando su amplitud, frecuencia y periodo.

3. Utilizando ahora una señal cuadrada de 15V_{PP} y una frecuencia de 5kHz repita el punto anterior.

CUESTIONARIO

1. Con tus propias palabras explica para qué sirve el:

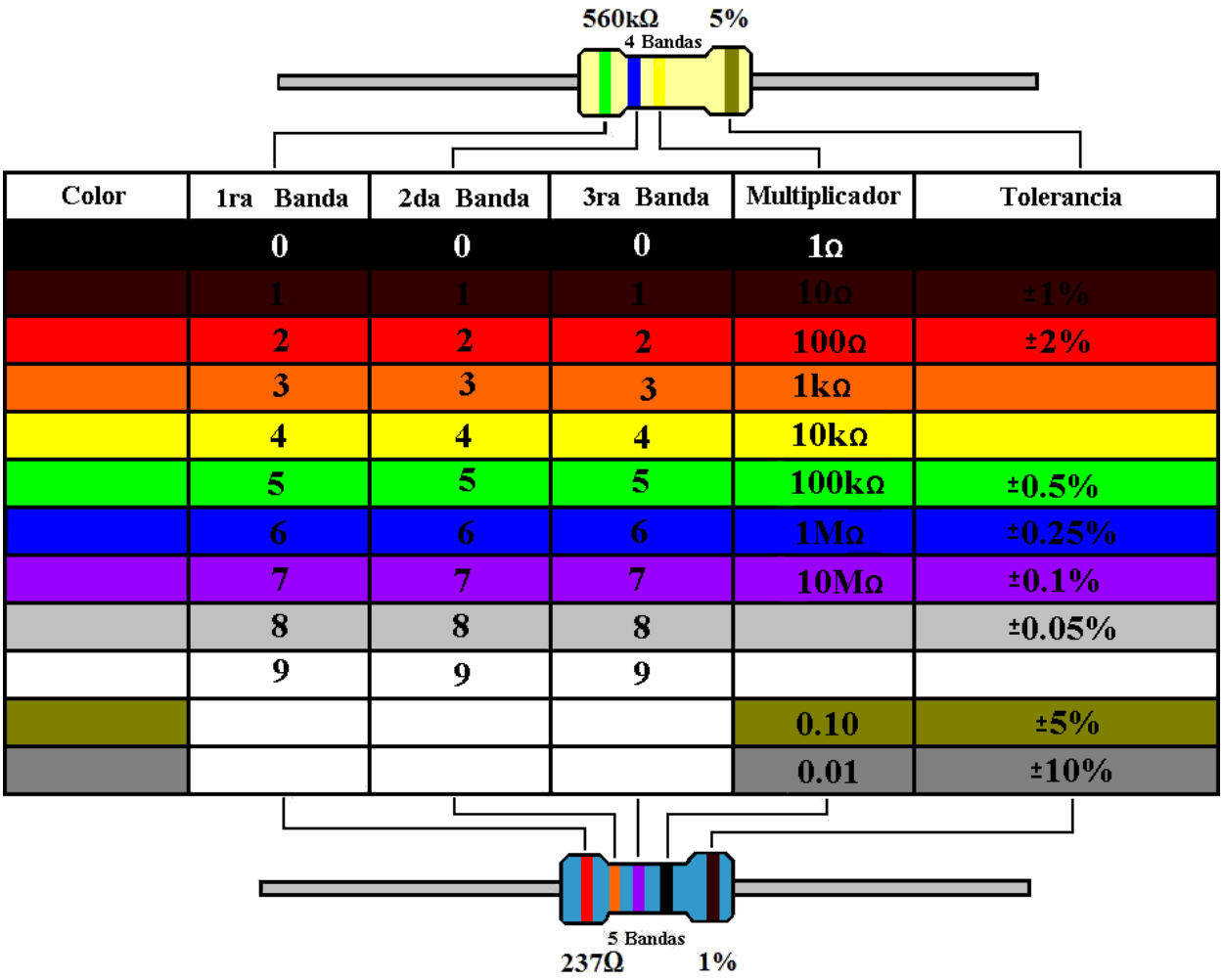
- Osciloscopio.
- Generador de funciones.
- Multímetro.
- Fuente de voltaje.

2. ¿Qué aprendizaje te llevas con esta sesión?

APÉNDICE C

HOJAS TÉCNICAS

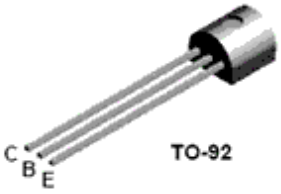
Código de barras



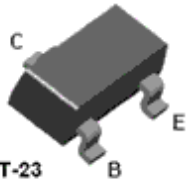
Color	1ra Banda	2da Banda	3ra Banda	Multiplicador	Tolerancia
	0	0	0	1Ω	
	1	1	1	10Ω	±1%
	2	2	2	100Ω	±2%
	3	3	3	1kΩ	
	4	4	4	10kΩ	
	5	5	5	100kΩ	±0.5%
	6	6	6	1MΩ	±0.25%
	7	7	7	10MΩ	±0.1%
	8	8	8		±0.05%
	9	9	9		
				0.10	±5%
				0.01	±10%

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR TM

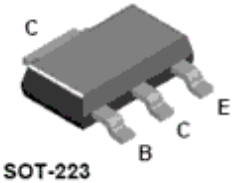
2N3904 MMBT3904 PZT3904



TO-92



SOT-23
Mark: 1A



SOT-223

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°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EBO}	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	°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*

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

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

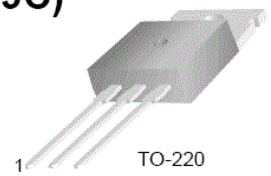
**Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm^2.

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

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

Medium Power Linear Switching Applications

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



TO-220

1.Base 2.Collector 3.Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings T_C=25°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°C)	30	W
	Collector Dissipation (T_a=25°C)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	°C
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	°C

Electrical Characteristics T_C=25°C unless otherwise noted

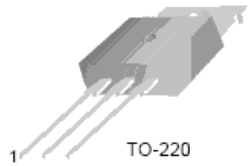
Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
V_{CEO}(sus)	*Collector-Emitter Sustaining Voltage				
	: TIP29	I_C = 30mA, I_B = 0	40		V
	: TIP29A		60		V
	: TIP29B		80		V
	: TIP29C		100		V
I_{CEO}	Collector Cut-off Current				
	: TIP29/29A	V_{CE} = 30V, I_B = 0		0.3	mA
	: TIP29B/29C	V_{CE} = 60V, I_B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

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR™

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

Medium Power Linear Switching Applications

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



TO-220

1.Base 2.Collector 3.Emitter

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings T_C=25°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°C)	40	W
P_C	Collector Dissipation (T_a=25°C)	2	W
T_J	Junction Temperature	150	°C
T_{STG}	Storage Temperature	- 65 ~ 150	°C

Electrical Characteristics T_C=25°C unless otherwise noted

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

* Pulse Test: PW≤300µs, Duty Cycle≤2%

FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR®

www.fairchildsemi.com

LM741

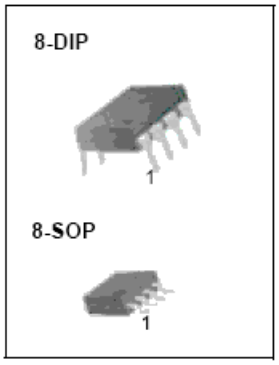
Single Operational Amplifier

Features

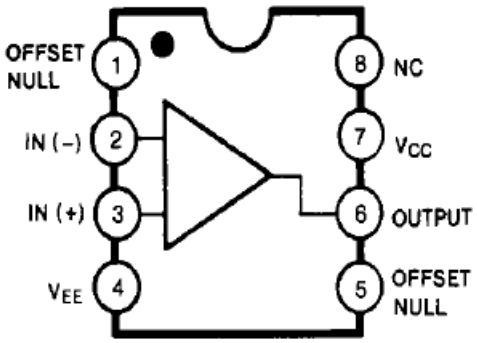
- Short circuit protection
- Excellent temperature stability
- Internal frequency compensatio
- High Input voltage range
- Null of offset

Description

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

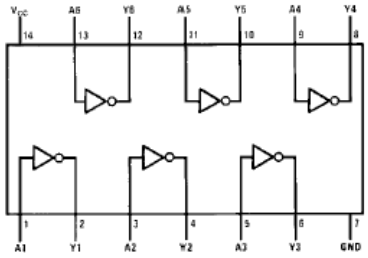


Internal Block Diagram



74LS04
Hex Inverting Gates

Connection Diagram



Function Table

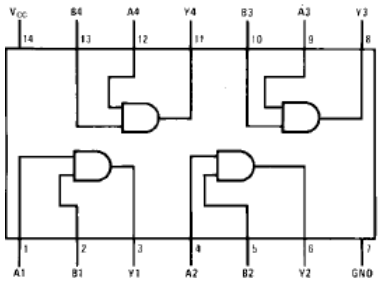
$Y = \overline{A}$

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

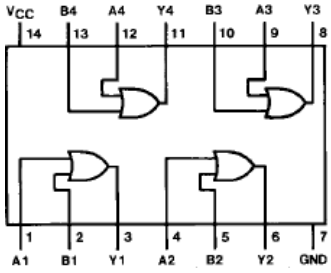
$Y = AB$

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



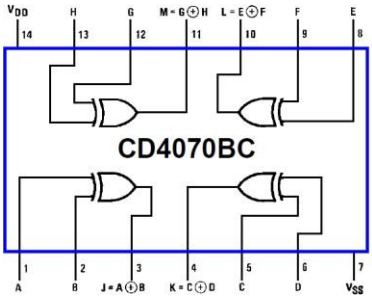
Function Table

$Y = A + B$

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

BIBLIOGRAFÍA

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 Linéales, 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.