



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN.**

TEMA:

**ACTUALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DEL LABORATORIO DE
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS**

MODALIDAD:

ACTIVIDAD DE APOYO A LA DOCENCIA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO
(ELÉCTRICA – ELECTRÓNICA).**

PRESENTA:

JAVIER JAIR FRAGOSO MORALES.

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN C. RODRIGO OCÓN VALDEZ.



CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO A 9 DE OCTUBRE DE 2018.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Resumen.

El presente trabajo tiene la intención de formar en el alumno una mejor comprensión y resolución del manual de Prácticas de laboratorio de Dispositivos Electrónicos, no sin olvidar una mejora continua que todo proceso conlleva.

Se han actualizado los circuitos de las prácticas, al igual que se ha agregado un modelado del mismo, para ayudar al alumno en el alambrado, simulación y su funcionamiento.

En la práctica 1 se anexa un ejemplo para ayuda en la distinción ,selección y compra de resistencias; se han integrado las soluciones para calcular voltajes y corrientes en resistencias conectadas en serie o en paralelo.

En la práctica 2 se actualizaron la imágenes y se editó el previo para que haya un mejor manejo en el uso del osciloscopio y el generador de funciones, ya que son dispositivos que se usan de manera recurrente durante toda su formación; de igual manera se incluyen imágenes de moldelado de circuitos.

En la práctica 3 se actualizan imágenes y , se incluyen dos puntos en el previo, con la intención de dejar más claro el comportamiento y características de los diodos.

En la práctica 4 se ha corregido el ejemplo para calcular la capacitancia y se protege el diodo del circuito rectificador implementando una resistencia.

En la practica 5 se corrigen las figuras, evitando confusiones y se protege el diodo reemplazando la resistencia en el circuito regulador.

En la práctica 6 se corrigen y editan las tablas de llenado para los transistores, se anexan la señalización en fuentes, salidas y entradas, para esclarecer y tener una mejor comprensión en la polarización y comportamiento del BJT.

En la práctica 7 se han señalado las terminales del BJT, para obtener una correcta conexión, evitando el daño del mismo, se suprime el circuito amplificador de corriente, por cuestiones de seguridad al estudiante; se complementa el circuito regulador de voltaje agregando el multímetro y la carga (celular) para comprobar su funcionamiento.

En la práctica 8 se editaron las tablas de llenado, se agrega graficar los resultados para complementar el funcionamiento y comportamiento del JFET.

En la practica 9 se ha cambiado el circuito de “control de iluminación” por el de “control con relay”, por la seguridad e integridad del alumno.

En la práctica 10 se agregan circuitos de configuraciones y funciones variadas, que proporciona el amplificador operacional, se incluyen unas consideraciones a tomar para saber a identificar su uso y especificaciones de trabajo.

Índice:

Resumen.....	2
Índice:	3
Agradecimientos.....	8
Introducción.....	9
Objetivo general.....	10
Enfoque.....	10
Planteamiento del problema.....	10
PRÁCTICA I Resistencia y Potenciómetro.....	11
Objetivo.....	11
Objetivos específicos.....	11
Conceptuales.....	11
Procedimentales.....	11
Aptitudinales.....	11
Introducción.....	12
Equipo.....	27
Material.....	27
Previo.....	28
Trabajo de laboratorio.....	32
Bibliografía.....	33
PRÁCTICA II Generador de funciones y Osciloscopio.....	34
Objetivo.....	34
Objetivos específicos.....	34
Conceptuales.....	34
Procedimentales.....	34
Aptitudinales.....	34
Introducción.....	35
Equipo.....	39
Material.....	39
Previo.....	40

Trabajo de laboratorio	42
Bibliografía	43
PRÁCTICA III Diodos y Led.	44
Objetivo.	44
Objetivos específicos.	44
Conceptuales.	44
Procedimentales.	44
Aptitudinales.	44
Introducción.	45
Equipo.	49
Material.....	49
Previo.....	50
Trabajo de laboratorio.	54
Bibliografía.	56
PRÁCTICA IV Rectificador con diodos.	57
Objetivo.	57
Objetivos específicos.	57
Conceptuales.	57
Procedimentales.	57
Aptitudinales.	57
Introducción.	58
Equipo.	61
Material.....	61
Previo.....	62
Trabajo de laboratorio.	66
Bibliografía.	67
PRÁCTICA V Aplicaciones del diodo.	68
Objetivo.	68
Objetivos específicos.	68
Conceptuales.	68
Procedimentales.	68
Aptitudinales.	68

Introducción	69
Equipo	71
Material.....	71
Previo.....	72
Trabajo de laboratorio.....	76
Bibliografía	79
PRÁCTICA VI El transistor bipolar de juntura (BJT).....	80
Objetivo	80
Objetivos específicos.	80
Conceptuales.	80
Procedimentales.	80
Aptitudinales.	80
Introducción	81
Equipo	84
Material.....	84
Previo.....	85
Trabajo de laboratorio.....	86
Bibliografía	91
PRÁCTICA VII Aplicación del BJT.....	92
Objetivo	92
Objetivos específicos.	92
Conceptuales.	92
Procedimentales.	92
Aptitudinales.	92
Introducción	93
Equipo	94
Material.....	94
Previo.....	95
Trabajo de laboratorio.....	99
Bibliografía	100
PRÁCTICA VIII El transistor efecto de campo (JFET).....	101
Objetivo	101

Objetivos específicos.	101
Conceptuales.	101
Procedimentales.	101
Aptitudinales.	101
Introducción.	102
Equipo.	104
Material.	104
Previo.	105
Trabajo de laboratorio.	109
Bibliografía.	112
PRÁCTICA IX Aplicaciones del JFET.	113
Objetivo.	113
Objetivos específicos.	113
Conceptuales.	113
Procedimentales.	113
Aptitudinales.	113
Introducción.	114
Equipo.	116
Material.	116
Previo.	117
Trabajo de laboratorio.	120
Bibliografía.	121
PRÁCTICA X El amplificador operacional.	122
Objetivo.	122
Objetivos específicos.	122
Conceptuales.	122
Procedimentales.	122
Aptitudinales.	122
Introducción.	123
Equipo.	124
Material.	124
Previo.	125

Trabajo de laboratorio	130
Bibliografía	134
Conclusiones:	135

Agradecimientos.

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la conclusion de éste trabajo: familiares, amigos, el maestro y asesor Rodrigo Ocón Valdez, a los ingenieros Fernando Xavier Vázquez y Jose Luis Ramirez compañeros y amigos a lo largo de la Ingenieria y a esa persona especial que me motivo a retomar los estudios, Mirta Araceli Sánchez Ramirez.

A todos los que no mencione, de igual forma, agradezco todo su apoyo.

Javier Jair Fragoso Morales.

Introducción.

La electrónica es una rama de la física aplicada que se enfoca en el flujo y control de los electrones. Para cumplir este objetivo se utilizan mayormente los dispositivos pasivos como los resistores, capacitores e inductores; también los dispositivos activos como los diodos, transistores y amplificadores operacionales, entre otros (al iniciarse en la electrónica la gran variedad de dispositivos y su complejidad en la interpretación, análisis, diseño, búsqueda de fallas, etc; es por ello que es básico y necesario tener el conocimiento en el campo laboral y de investigación, ya que puede volverse más complicado). Por esta razón el laboratorio de dispositivos electrónicos es ideal para los estudiantes que inician sus estudios en electrónica, el cual tiene como objetivos: cultivar habilidades analíticas, técnicas y de campo.

El laboratorio consta de 10 prácticas, en las prácticas 1 y 2 se explica el uso de los instrumentos de medición, como lo son el osciloscopio y el multímetro; además de los instrumentos de prueba como la fuente de poder y el generador de señales. Pasando por el uso de la tarjeta de prototipos y dispositivos electrónicos pasivos (resistores, capacitores e inductores) tomando en cuenta las leyes y teoremas como: la ley de Ohm, ley de Kirchhoff de Tensión, y de Intensidad, teorema de Thévenin y configuraciones serie y paralelo.

En la práctica 3, 4 y 5 se analizan los diodos: rectificadores, zener y de emisión de luz; considerando sus características para la elaboración de circuitos recortadores, duplicadores, sujetadores y rectificadores en fuentes de tensión.

En las prácticas 6 y 7 se estudian los transistores BJT; en general las regiones de operación, se usan las configuraciones más comunes como regulador y como amplificador, con la intención de interiorizar en el estudiante los conceptos aprendidos.

En las prácticas 8 y 9, en caso similar al BJT, se estudian los JFET, sus características y su comportamiento.

En la práctica 10 se observan las configuraciones más comunes de los amplificadores operacionales.

Cada una de las prácticas contiene una investigación o previo, que prepara al estudiante con preguntas abiertas de datos de fabricante, conceptos, objetivos, y diagramas electrónicos referentes a la práctica, para analizar y simular antes de armar algún circuito, llevando al estudiante por una metodología que promueva una sólida formación profesional.

Objetivo general.

El alumno aprenderá el uso de los equipos de instrumentación y prueba, para caracterizar y distinguir los dispositivos y circuitos electrónicos. También desarrollará habilidades de análisis y diseño, para simular, armar y medir circuitos electrónicos, con la finalidad de conocer el comportamiento de las componentes electrónicas y poder calcular cual es la que requiere en su trabajo a realizar, de acuerdo a la configuración y características de los dispositivos.

Enfoque.

En la actualidad, se usan diferentes dispositivos de medición para llevar a cabo las prácticas de laboratorio, así como videos tutoriales, en los cuales el alumno puede apoyarse para la realización de las mismas, así como una breve explicación, para mayor entendimiento.

En la plataforma digital educativa de los laboratorios, estarán disponibles, tanto este material como los recursos digitales que a éstas complementan, a fin de lograr una mayor comprensión para el alumno, y donde el profesor se pueda apoyar.

Planteamiento del problema.

El Laboratorio de Dispositivos Electrónicos es uno de los más básicos e importantes para la comprensión de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica, por ello el motivo de actualización del material, para una mayor comprensión, estudio y funcionamiento de las componentes electrónicas básicas.

PRÁCTICA I Resistencia y Potenciómetro.

Objetivo.

Analizar los circuitos propuestos utilizando la leyes de Ohm, Kirchhoff y teoremas de Thévenin. Armar y simular los circuitos propuestos utilizando la fuente de poder, protoboard y resistores.

Medir a las corrientes y tensiones para comprobar los analisis previos y los valores obtenidos en la simulación.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Capacitarse en el uso de la fuente de poder y el multímetro.

Identificar el valor de un resistor mediante el código de colores.

Aplicar las leyes de Ohm, Kirchhoff y teorema de Thévenin.

Realizar mediciones de corriente y voltaje en CD y AC en resistores con el multímetro.

Identificar las configuraciones en serie, paralelo, divisores de tensión y corriente.

Analizar y comparar los resultados teóricos, simulados y experimentales.

Procedimentales.

Usar el multímetro para medir los valores de corriente, voltaje y resistencia.

Usar la fuente de poder para alimentar circuitos electrónicos.

Usar un potenciómetro para variar y observar el valor de su resistencia.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades analíticas, críticas y de investigación

Desarrollar habilidades de trabajo colaborativo y compromiso ético.

Introducción.

El resistor es un elemento que se constituye normalmente de carbón, alambre o material semiconductor en circuitos integrados. Éste elemento tiene la función de impedir el flujo de corrientes eléctricas a través de él. El voltaje entre sus terminales es directamente proporcional a la corriente que pasa por ella. La cantidad de oposición a las cargas es el valor óhmico de la resistencia; esta relación, se puede calcular con la llamada ley de Ohm, la cual se expresa a continuación:

$$V = R I$$

Donde: R = resistencia; I = corriente ; y V = voltaje.

En éste elemento, su valor se especifica en el cuerpo de la misma, ya sea en forma numérica o mediante un código de colores, el cual se muestra en la Figura 1.

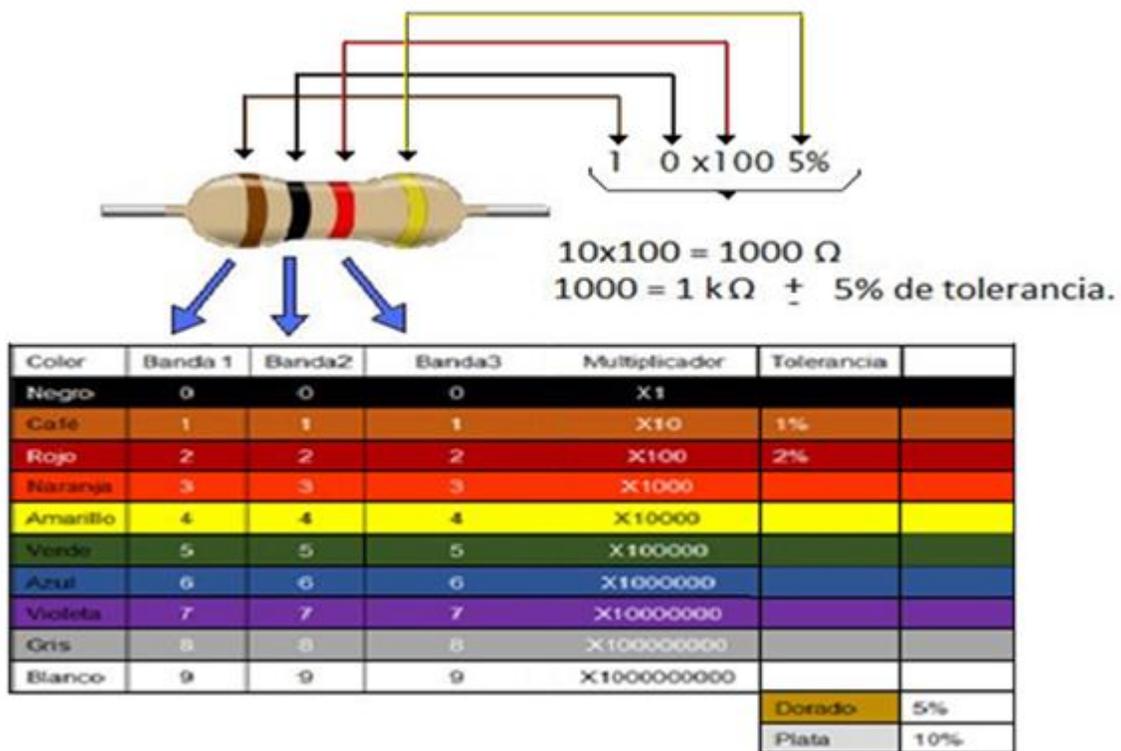


Figura 1 Tabla de Código de colores.

EL MULTÍMETRO : Es un instrumento capaz de medir voltaje y corriente de CA y CD, temperatura, ganancia, frecuencia, capacitancia, resistencia, inductancia, continuidad y niveles lógicos. Vease Imagen 1.

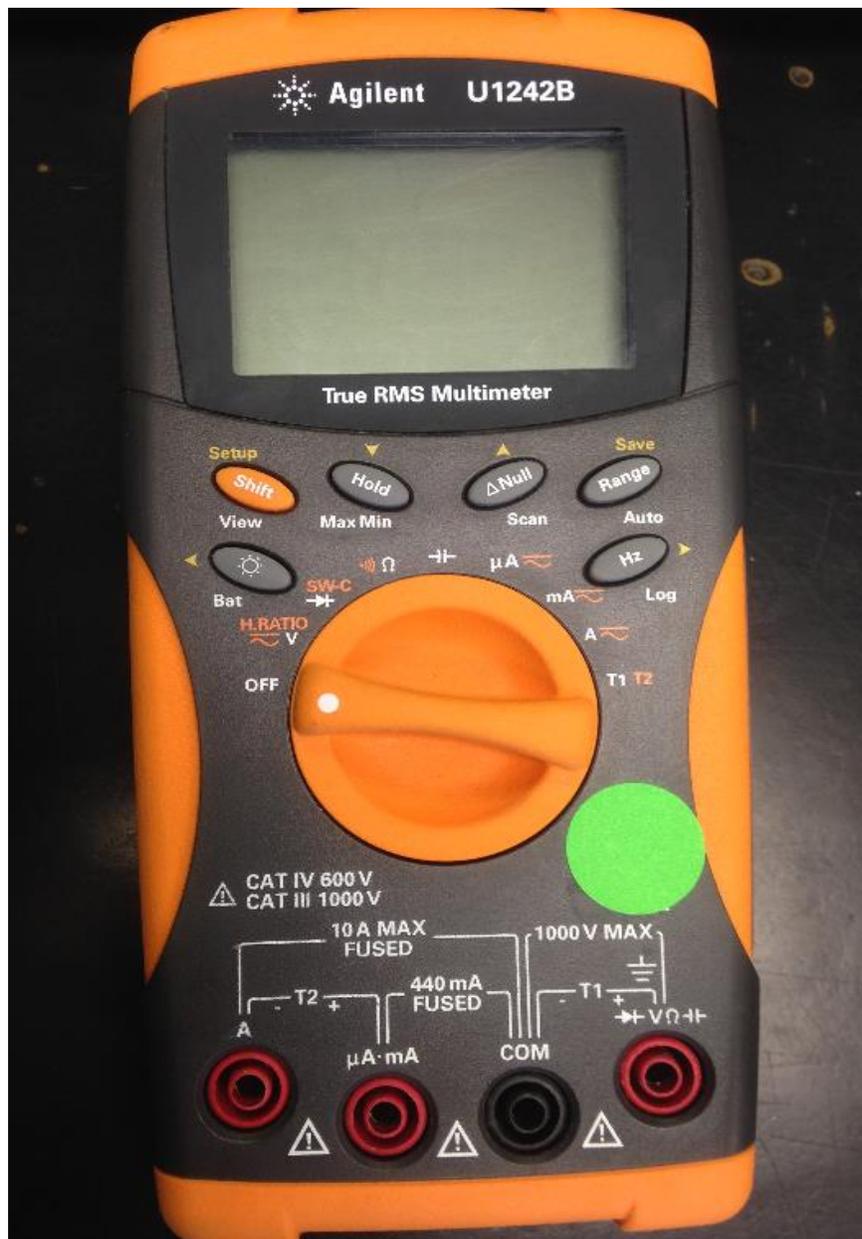


Imagen 1 Multímetro Agilent U1242B.

LA FUENTE DE PODER: Es un instrumento que convierte voltaje de corriente alterna a voltaje de corriente directa. Vease imagen 2.



Imagen 2 Fuente de poder Agilent E3649A.

EL POTENCIÓMETRO: Un potenciómetro es un dispositivo que contiene 2 resistencias en serie, las cuales pueden variar los valores usando una perilla de ajuste, véase Figura 2.

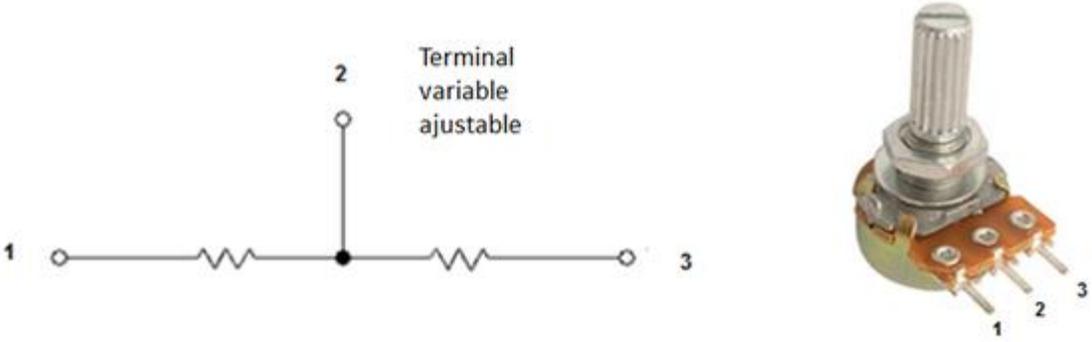


Figura 2 Potenciómetro.

PROTOBOARD: Es una tableta con orificios, en la cual se pueden conectar e insertar componentes electrónicos y cables para armar circuitos electrónicos.

La Figura 3 muestra cómo se conectan resistores en serie y en paralelo y sus terminales positivas y negativas.

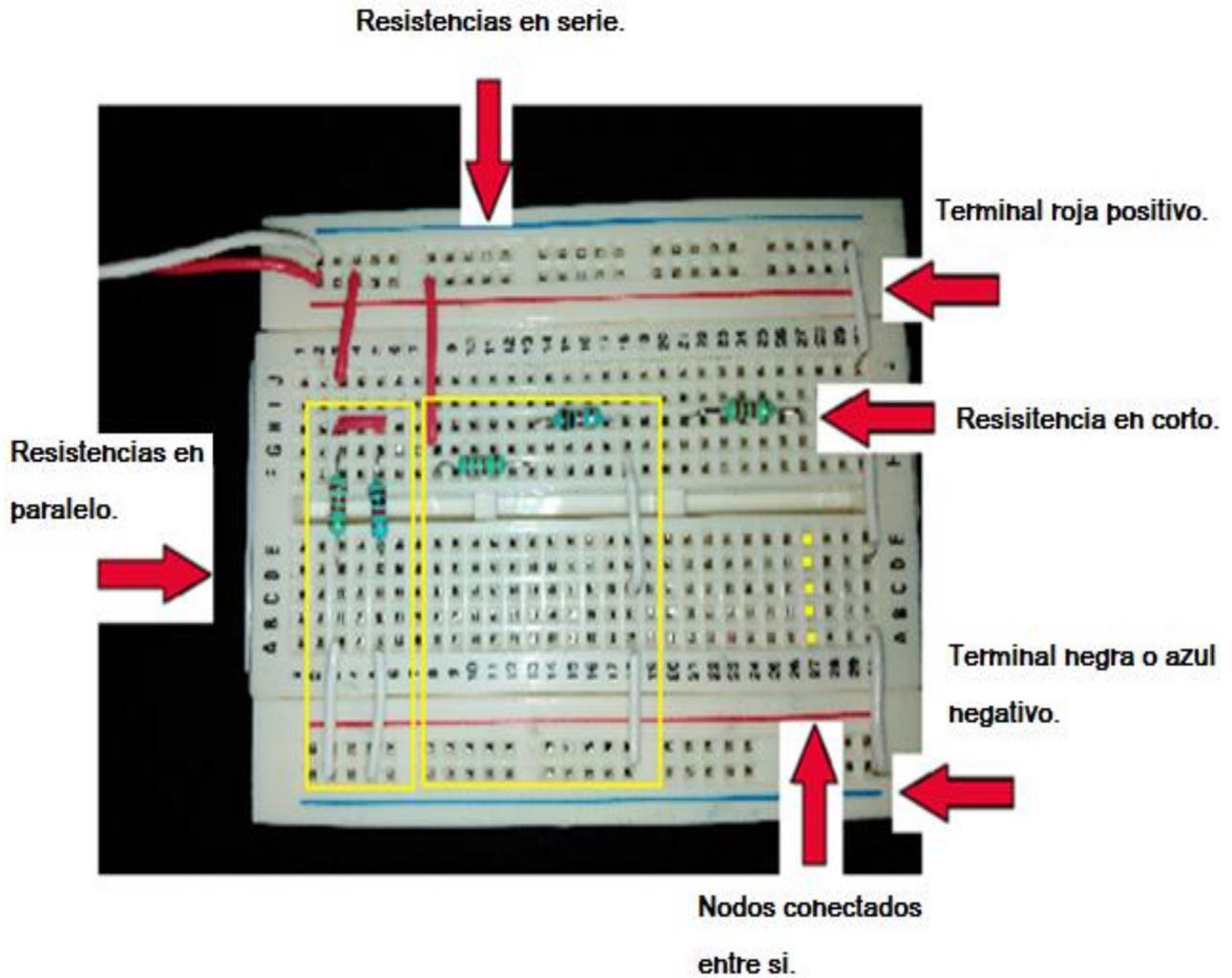


Figura 3 Protoboard.

Nota: Revisa el video de Teoría en la plataforma, para la explicación de la lectura de resistores y como se miden voltajes y corrientes.

Aplicaciones de resistencias.

El divisor de voltaje: divide el voltaje en los resistores conectados en serie.

Si consideramos un circuito con un solo lazo cerrado que tiene 2 resistores en serie, sabemos que por ambos fluye la misma corriente, más sin embargo su voltaje no es el mismo cuando tienen un valor de resistencia diferente.

Calcula, simula y arma un divisor de voltaje donde la salida V_s debe ser 10v como muestra la Figura 4 y solo tenemos una fuente de DC no variable de 15V.

Para este circuito de la Figura 4 conocemos el resistor R_1 con un valor de $330\ \Omega$, la fuente de entrada de 15 v, el voltaje de salida de 10 v y no se conoce el valor de R_2 ; entonces el circuito se debe diseñar calculando el valor de R_2 .

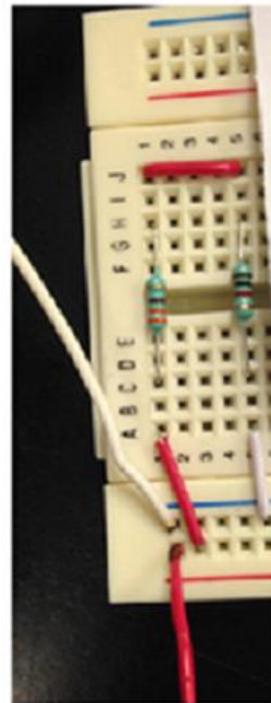
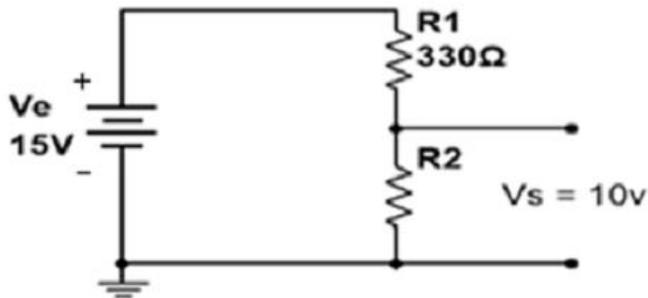


Figura 4 Divisor de tensión.

Debemos calcular el voltaje en R1 y R2 con la ley de Ohm.

Datos: $V_e = 15 \text{ v}$; $V_s = 10 \text{ v}$; $R_1 = 330 \Omega$;

$$V_1 = i R_1$$

$$V_2 = i R_2 \dots\dots\dots(1).$$

Aplicando la ley de tensiones de Kirchhoff, tenemos que:

$$- V_e + V_1 + V_2 = 0$$

$$V_e = V_1 + V_2$$

$$V_e = i (R_1 + R_2)$$

$$i = \frac{V_e}{R_1 + R_2} \dots\dots\dots(2).$$

Reemplazamos (2) en (1) y se obtiene:

$$V_1 = \left[\frac{V_e}{R_1 + R_2} \right] R_1 \quad \text{y} \quad V_2 = \left[\frac{V_e}{R_1 + R_2} \right] R_2$$

Sustituimos y se despeja a R2.

$$10 v = \left[\frac{15 v}{R1 + R2} \right] R2$$

$$10 v = \left[\frac{R2}{R1 + R2} \right] 15 v$$

$$15 v = \frac{10 v}{\frac{R2}{R1 + R2}}$$

$$15 v = \frac{\frac{10 v}{1}}{\frac{R2}{R1 + R2}}$$

$$15 v = \frac{10 v (R1 + R2)}{R2}$$

Resolviendo:

$$15 \text{ v} = \frac{10 \text{ v } R1 + 10 R2}{R2}$$

$$15 \text{ v} = \frac{10 \text{ v } R1}{R2} + \frac{10 \cancel{R2}}{\cancel{R2}}$$

$$15 \text{ v} - 10 \text{ v} = \frac{10 \text{ v } R1}{R2}$$

$$5 \text{ v} = \frac{10 \text{ v} (330 \Omega)}{R2}$$

$$R2 = \frac{3300 \text{ A}}{5 \text{ v}}$$

$$R2 = 660 \Omega$$

APROXIMADAMENTE 1 K Ω

NOTAS:

- 1.- Recuerda que éste es un valor teórico y cuando alambres el circuito debes de poner el resistor con el valor comercial que se acerque al valor calculado.
- 2.- Revisa el video del divisor de voltaje para comprobar los resultados.

3.- Para comprobar el valor de R2 podremos obtener el voltaje de salida.

$$V_s = \left[\frac{V_e}{R_1 + R_2} \right] R_2$$

$$V_s = \left[\frac{15 \text{ v}}{R_1 + R_2} \right] 660 \Omega$$

$V_s = 9.99 \text{ v}$; aproximadamente 10 v.

El divisor de corriente: divide una corriente entre resistores en paralelo.

Para dos resistores en paralelo de igual valor, la corriente se dividirá en forma equitativa.

Para resistores en paralelo con valores diferentes, a menor resistencia, menor será la porción de la corriente que impida pasar y la corriente se dividirá entre la inversa de los valores de sus resistores es decir $1 / R$.

Ley de Kirchhoff para corriente.

Establece que la suma algebraica de las corrientes que concurren a un nodo es idénticamente es igual a cero en todo instante. Este principio es consecuencia del hecho de que una carga no puede acumularse en un nodo.

Corrientes que entran al nodo = Corrientes que salen del nodo.

Corrientes que entran al nodo - Corrientes que salen del nodo = 0.

Calcula, simula y arma un divisor de corriente donde la corriente total es 20mA y se requiere que en el resistor R1 circulen 15.33 mA. Considere el resistor R2 de 1kΩ y un voltaje de entrada de 5 v. Véase Figura 5.

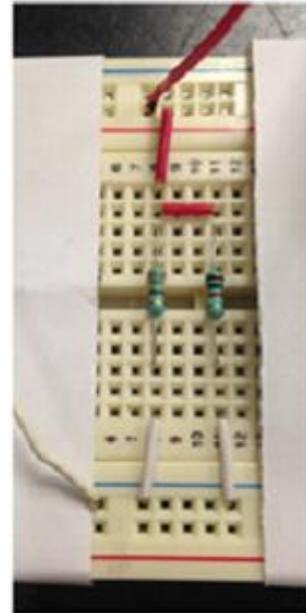
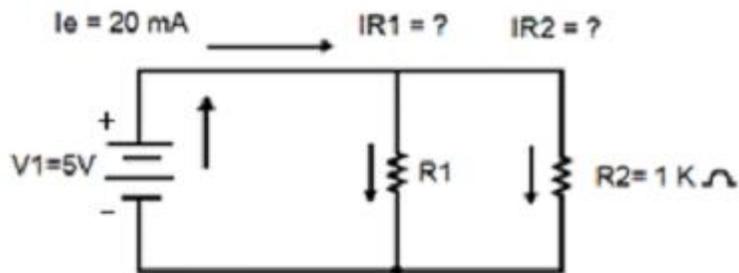


Figura 5 Divisor de corriente.

Datos:

$I_e = 20 \text{ mA}$; $I_{R1} = 15.33 \text{ mA}$; $R_2 = 1\text{k}\Omega$; $V_1 = 5\text{v}$; $R_1 = ?$; $I_{R2} = ?$

Debemos de saber el valor de I_{R2} .

$$I_e = I_{R1} + I_{R2}$$

$$20\text{mA} = 15.33 + I_{R2}$$

$$I_{R2} = 20 \text{ mA} - 15.33 \text{ mA}$$

$$I_{R2} = 4.67 \text{ mA}.$$

Ahora encontramos el valor de R1

$$IR1 = v / R1$$

$$R1 * IR1 = v$$

$$R1 = v / IR1$$

$$R1 = 5 \text{ v} / 15.33 \text{ mA}$$

$$R1 = 326.16 \text{ } \Omega ; \text{ aproximadamente } R1 = 330 \text{ } \Omega.$$

Notas: Recuerda que éste es un valor teórico y cuando alambres el circuito debes de poner el resistor con el valor comercial que se acerque al valor calculado, revisa el video del Divisor de Corriente para comprobar los resultados.

Fuente de voltaje variable usando potenciómetro.

Se puede usar el potenciómetro para variar el voltaje de una fuente, para la Figura 6 solo se sustituye R2 por un resistor variable (potenciómetro) y puedes calcular su valor con la ley ohm. En este ejemplo ya se sabe el valor de R1 ya que en la Figura 4 menciona como calcular la resistencia.

Para ajustar su valor con un multímetro puedes medir el valor deseado tomando en cuenta la terminales 1 y 2 y ajustando el valor con la perilla.

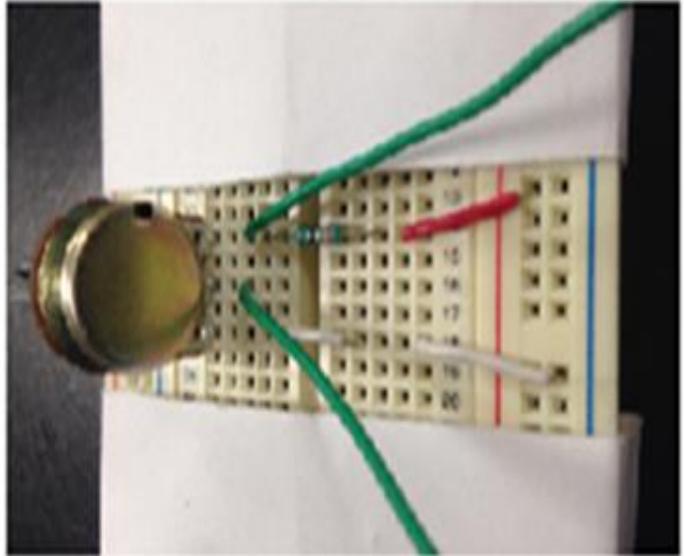
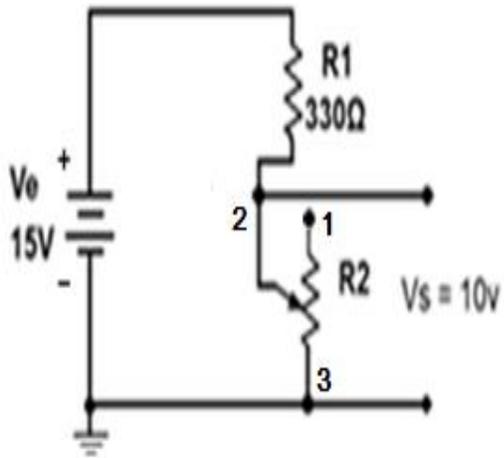


Figura 6 Fuente de voltaje variable.

Notas: Consulta el video del Divisor de voltaje variable que se encuentra en la plataforma para que puedas armar el circuito y calcular su teoría.

Debes de llevar los circuitos armados que te piden en el trabajo de laboratorio, para poder medir los valores en presencia del instructor y resuelvas dudas.

Puente de Wheatstone, vease Figura 7.

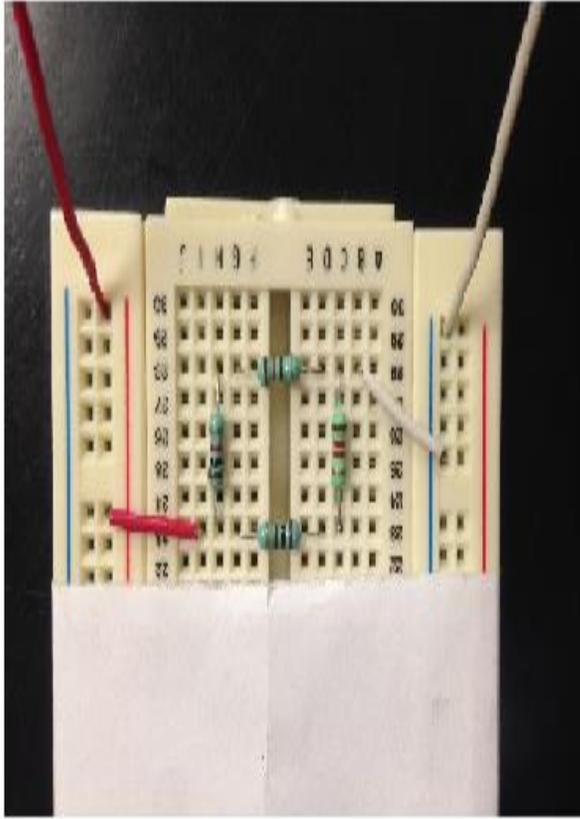
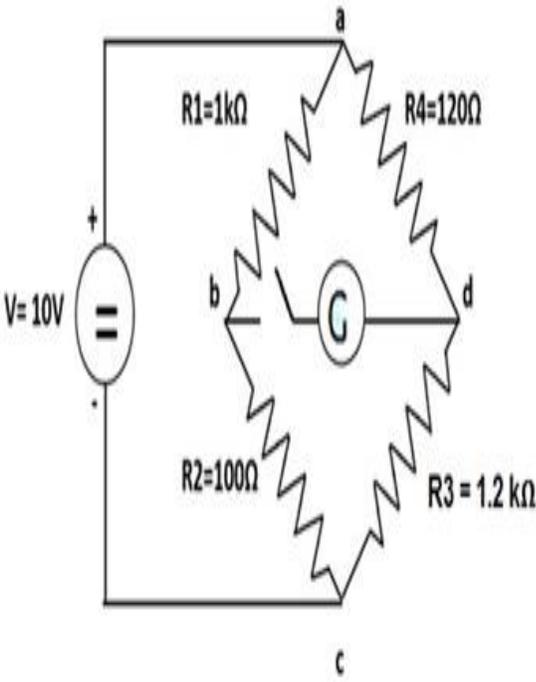


Figura 7 Puente de Wheatstone.

Circuito Escalera para Conversión Digital-Analógico de 4 bits. Vease Figura 8.

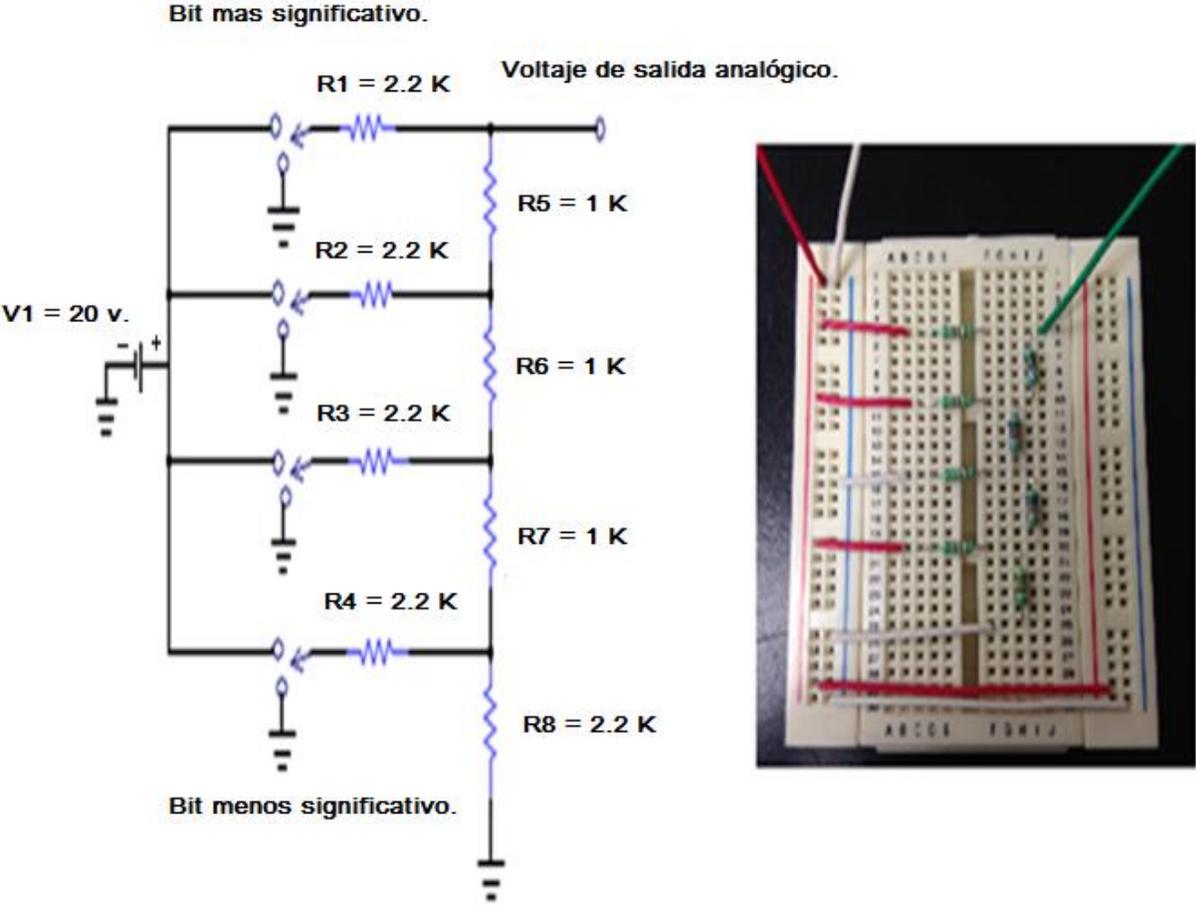


Figura 8 Conversión Digital - Analógico de 4 bits.

Equipo.

Nombre	Identificación
Fuente de poder	Agilent E3640A
Multímetro	Fluke 175

Material.

Nombre	Descripción	Cantidad.
Resistor	1 k Ω	10
Resistor	2.2 K Ω	10
Resistor	100 Ω	5
Resistor	1.2 k Ω	5
Resistor	120 Ω	5
Resistor	330 Ω	5
Resistor	220 Ω	5
1 Potenciometro	10 k Ω	1
Jumpers	Jumpers de 15 cm de largo.	10 piezas varios colores.
Banana Caiman	Un par	1 juego
Protoboard	Tarjeta de prototipos.	2
Caimanes medianos o chicos	Cable caiman-caiman de 30 cm	10 piezas.

Previo.

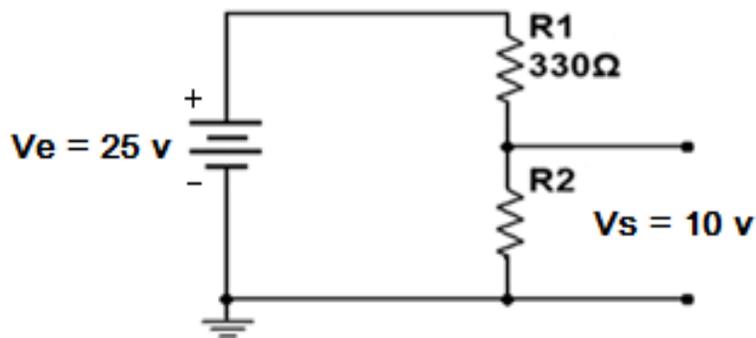
1. Investigue:

- a) Especificaciones para comprar un resistor.
- b) ¿Para qué sirve la ley de Ohm y cuál es su ecuación?
- c) ¿Para qué sirven las leyes de Kirchhoff y cuáles son sus ecuaciones?
- d) ¿Por qué la corriente eléctrica se mide abriendo un circuito?
- e) Las precauciones que se deben de tomar para medir corriente a través de un multímetro
- f) ¿Cuál es la fórmula de divisor de tensión y para que sirve?
- g) ¿Cuál es la fórmula de un divisor de corriente y para qué sirve?

2. Describa el procedimiento para medir con el multímetro digital lo siguiente:

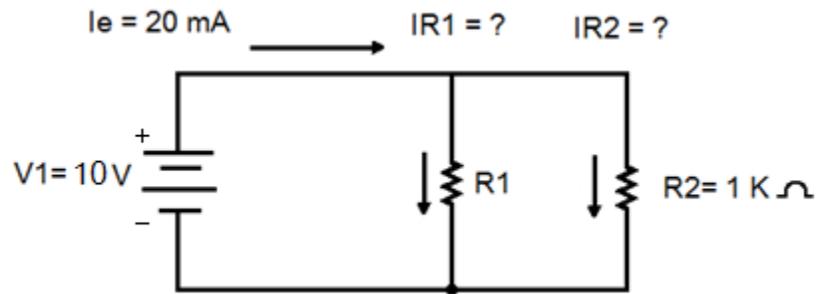
- a) Voltaje alterno (AC).
- b) Corriente alterna (AC).
- c) Voltaje en directa (DC).
- d) Corriente en directa (DC).

3.- Diseñe el Circuito 1 calculando el valor de R2, para tener una salida de voltaje de 10 volts



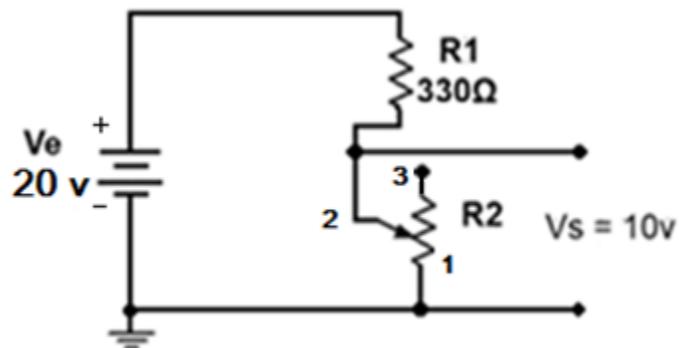
Circuito 1 Divisor de voltaje.

4.- Calcule el divisor de corriente del Circuito 2



Circuito 2 Divisor de corriente.

5.- Calcule por Ley de Ohm que resistencia variable (Potenciometro)se necesita para que varíe de 1v a 10v la fuente del divisor de voltaje del Circuito 3.

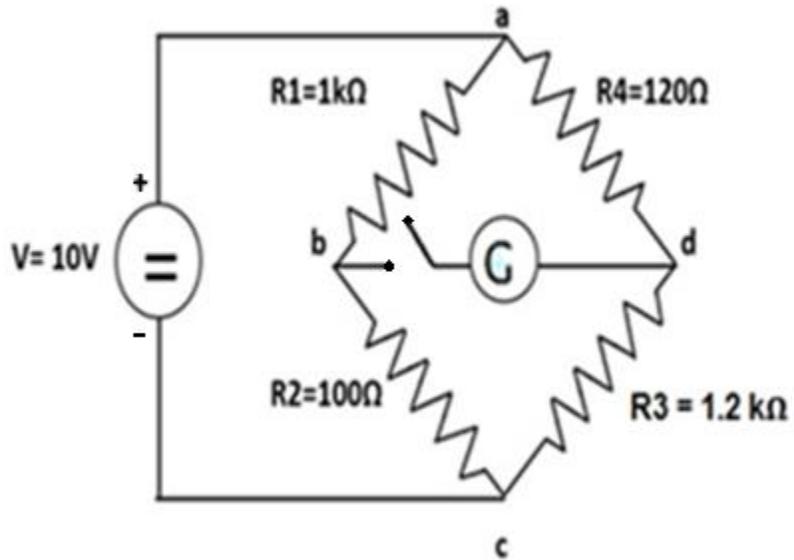


Circuito 3 Fuente variable con potenciometro.

NOTA: Aquí solo se sustituye la resistencia R_2 por un resistor variable (potenciómetro).

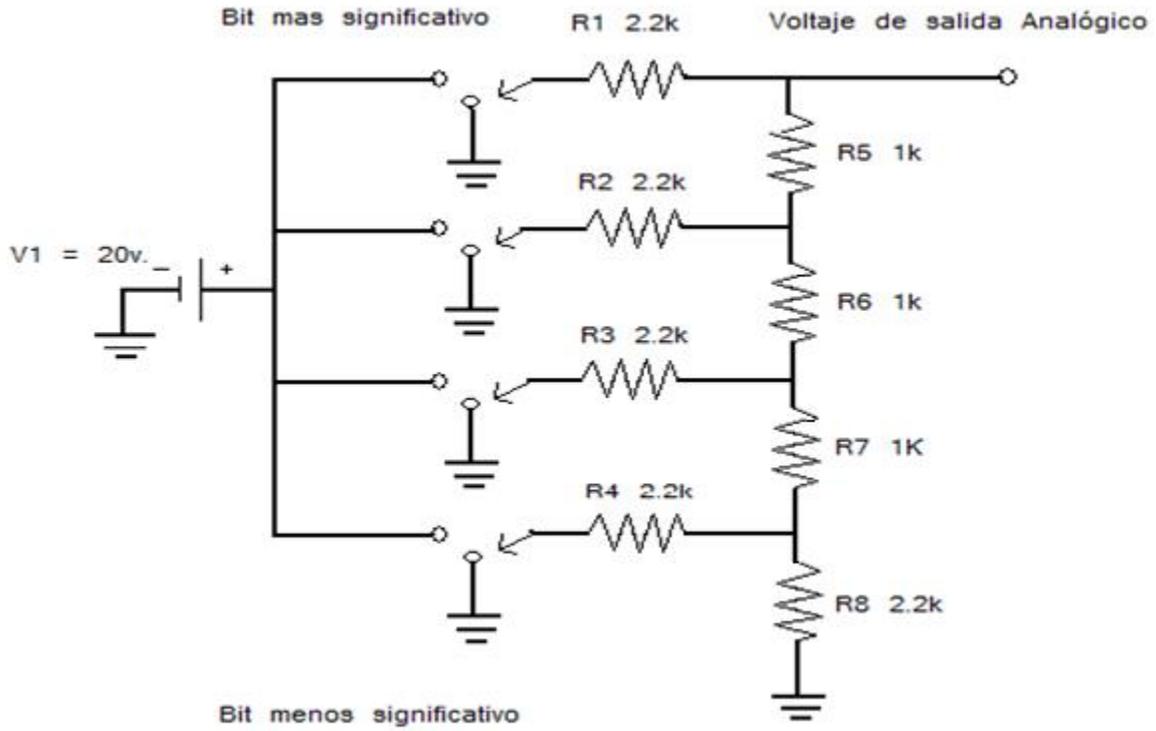
6.- Para el Puente de Wheastone con galvanómetro abierto calcule:

- a) El valor de la corriente que pasa por R1, R2, R3 y R4.
- b) El valor de voltaje en el punto a, b, c y d.



Circuito 4 Puente de Wheastone.

7.- Para el Circuito 5, calcule el valor del voltaje en la señal de salida analógica, con la entrada digital 1101.



Circuito 5 Conversión Digital- Analógico de 4 bits.

Trabajo de laboratorio.

- 1.- Mida los valores de las resistencias que va a emplear en esta práctica.
- 2.- ¿Qué función del multímetro se selecciona para la medición de resistencia?
- 3.- ¿Qué función del multímetro se selecciona para la medición de tensión en DC?
- 4.- ¿Qué función del multímetro se selecciona para la medición de corriente en DC?
- 5.- Medir con el multímetro de laboratorio ¿Cuál es el intervalo de voltaje promedio que proporciona la fuente de poder del laboratorio?
- 6.- ¿Cómo debe identificar la fase y el neutro de la línea de tensión?
- 7.- Usando el multímetro mida el V_{rms} .
- 8.- Calcule el voltaje pico de la línea, medir y anotar.
- 9.- Arme el circuito 1 y mida la tensión en R1 y R2.
- 10.- Argumentar la relación teórica y práctica en el circuito.
- 11.- Arme el circuito 2 y mida las corrientes en R1 y R2.
- 12.- Argumentar la relación teórica y práctica en el circuito.
- 13.- Arme el circuito 3 y mida el voltaje en el potenciómetro.
- 14.- Argumentar la relación teórica y práctica en el circuito.
- 15.- Arme el circuito 4 y mida los voltajes en los puntos a, b, c y d, mida las corrientes en R1, R2, R3 y R4.
- 16.- Argumentar la relación teórica y práctica en el circuito.
- 17.- Arme el circuito 5 y mida el voltaje a la salida.
- 18.- Argumentar la relación teórica y práctica en el circuito.

Bibliografía.

L. Boylestad, R. (2009). Electrónica: Teoría de Circuitos. Naucalpan de Juárez, estado de México: Pearson Prentice-Hall Hispanoamericana.

PRÁCTICA II Generador de funciones y Osciloscopio.

Objetivo.

Usar el generador de funciones y el osciloscopio para interpretar mediciones de una onda senoidal.

Conocer el uso del generador de funciones y el osciloscopio para identificar el defasamiento entre dos ondas senoidales.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el funcionamiento de los controles del generador de funciones y el osciloscopio.

Procedimentales.

Usar el generador de funciones para generar señales senoidales.

Usar el osciloscopio para visualizar e interpretar ondas senoidales.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda de información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente, y a las personas que nos rodean, compromiso ético.

Introducción.

Osciloscopio.

El osciloscopio es un dispositivo de visualización gráfica, que muestra señales u ondas variables en el tiempo.

El eje vertical Y, representa el voltaje y el eje horizontal X representa el tiempo. Vease Figura 9.



Figura 9 Osciloscopio Agilent 54621A.

Nota: Consulta el video del uso del osciloscopio para apoyar tu aprendizaje.

Generador de funciones.

El generador de funciones, es un instrumento que genera diferentes formas de ondas, sus frecuencias son ajustables, las ondas de salida más comunes que genera son: senoidales, triangulares, cuadradas. Vease Figura 10.



Figura 10 Generador de funciones Agilent 33220 A.

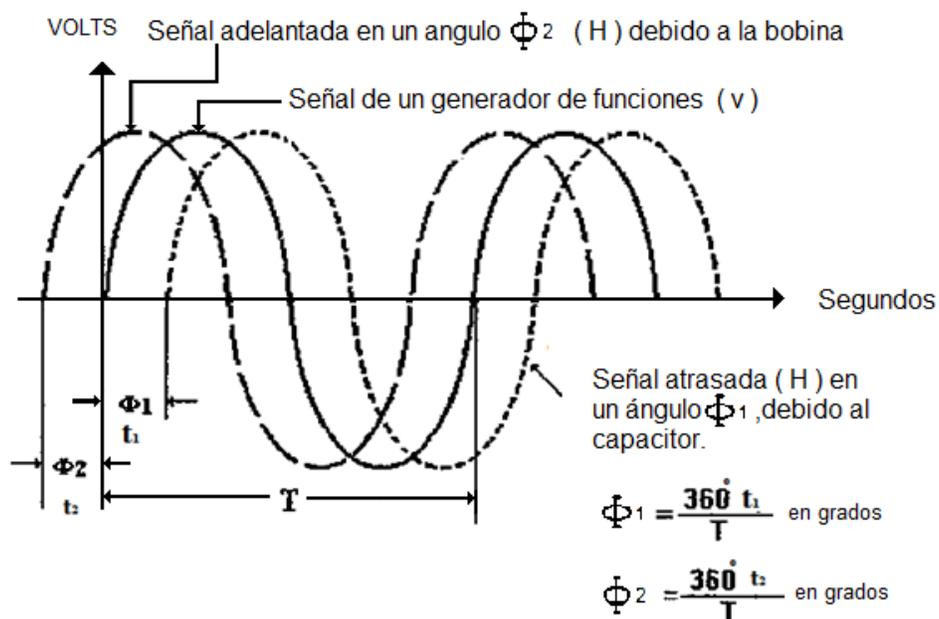


Figura 11 Señal senoidal en adelanto y atraso.

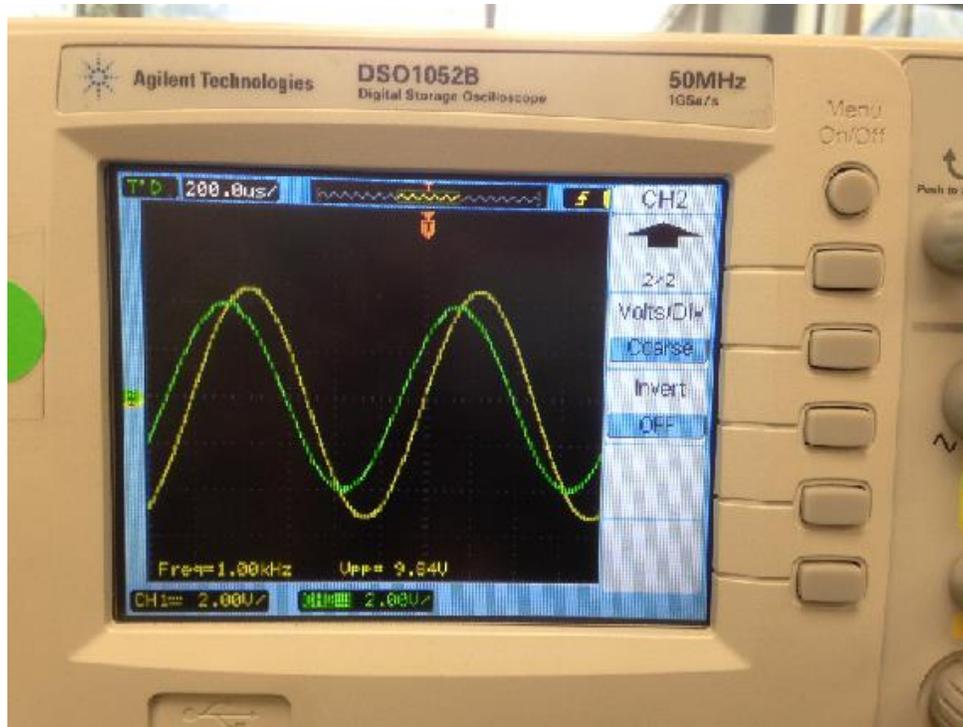


Figura 12 Onda en atraso debido al capacitor.

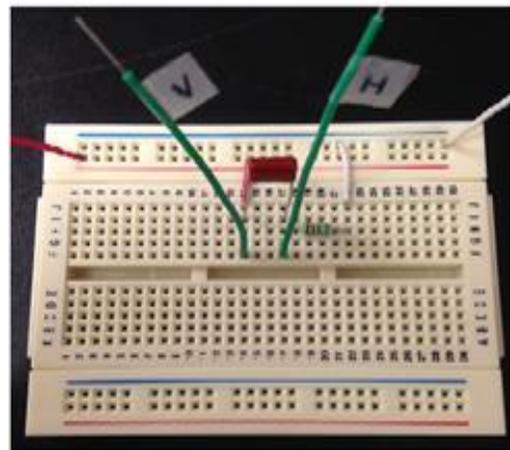
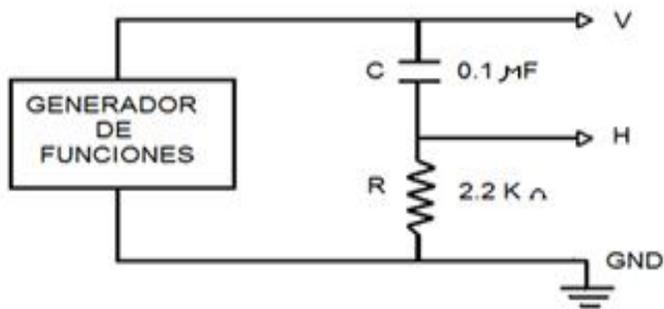


Figura 13 Modelado con capacitor.

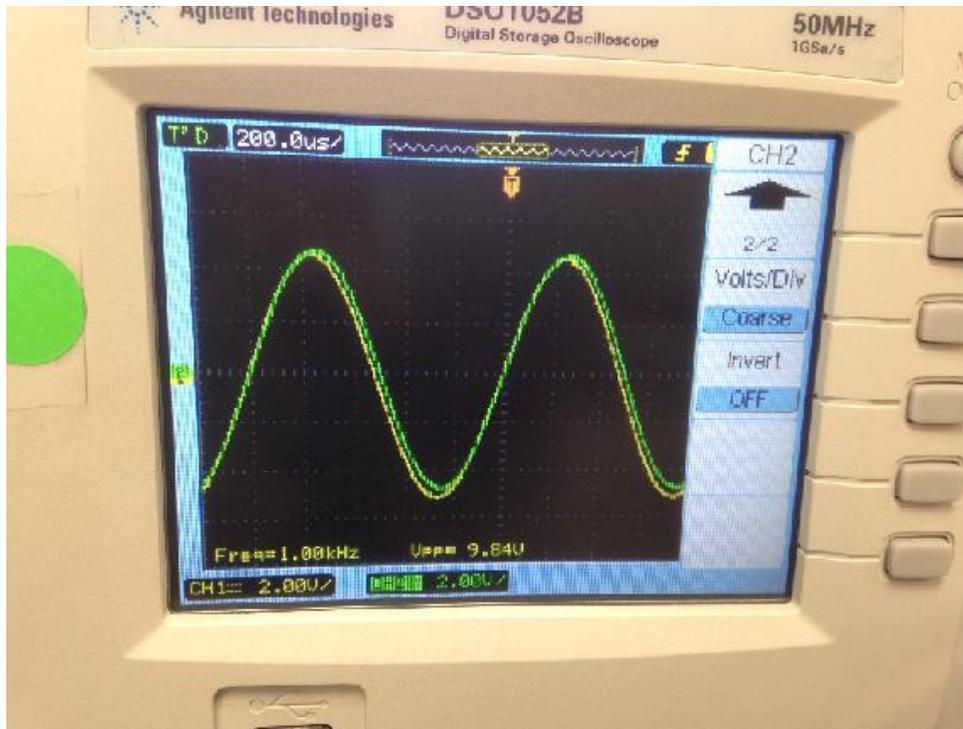


Figura 14 Onda senoidal en adelanto debido a la bobina.

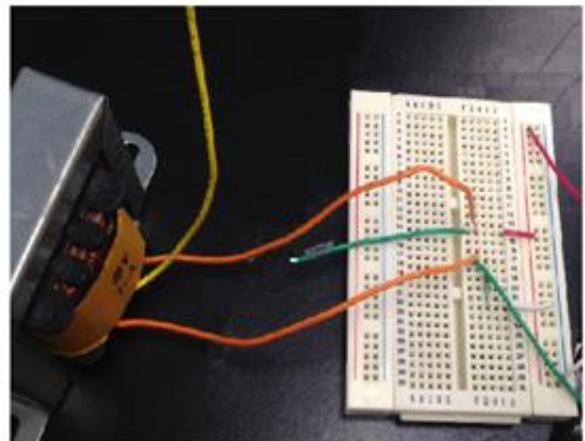
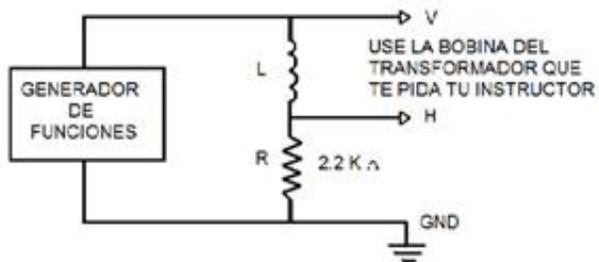


Figura 15 Modelado con bobina.

Equipo.

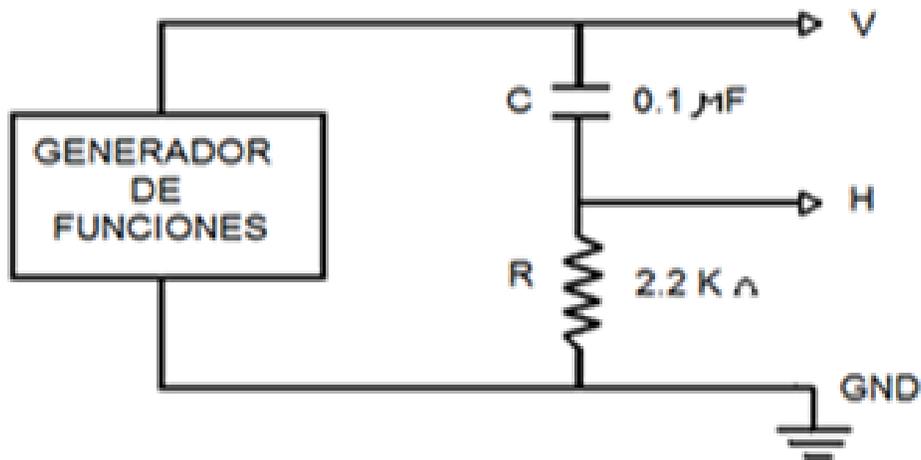
Nombre.	Especificación.
Osciloscopio.	Agilent 54621A
Generador de funciones.	Agilent 33220A

Material.

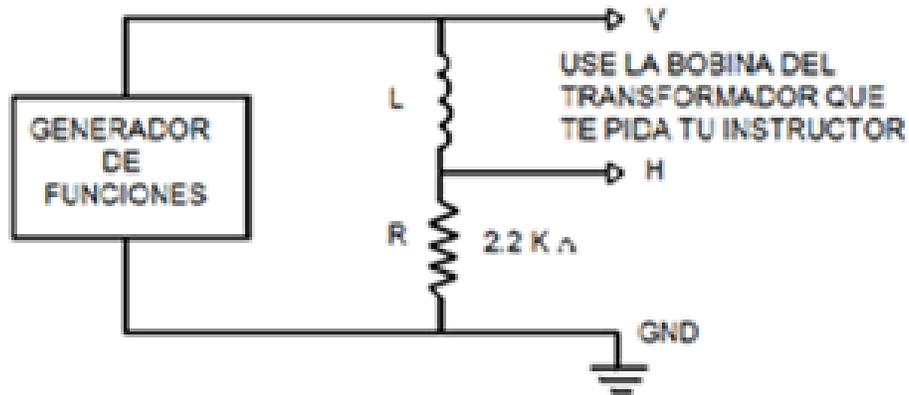
Nombre.	Descripción.	Cantidad.
Resistencia	2.2 K Ω	5
Capacitor	0.1 μ F a 250 v	2
Transformador	127 / 30 v a 1A con tap central.	1

Previo.

- 1.- Investigue cuáles son los controles para el uso del generador de funciones (Agilent 33220A), e indica el uso de cada uno.
- 2.- Investigue cuáles son los controles para el uso del osciloscopio (Agilent 54621A), e indica que función tiene cada uno.
- 3.- En un par de señales senoidales, ¿Qué es el ángulo de defasamiento y por qué es importante conocerlo?
- 4.- Matemáticamente ¿Cómo se expresa una señal senoidal?
- 5.- Matemáticamente ¿Cómo se expresa una señal senoidal defasada?
- 6.- ¿Qué es un fasor?
- 7.- En el Circuito 6 describa un procedimiento para calcular el voltaje en la resistencia y el ángulo de defasamiento.



Circuito 6 Circuito C-R con osciloscopio.



Circuito 7 Circuito L-R con osciloscopio.

Trabajo de laboratorio.

1. Encienda el generador de funciones y el osciloscopio.
2. Presione el botón seno (sine), el botón azul de la misma columna del botón seno, presione alternadamente hasta seleccionar la frecuencia.
3. Presione en el teclado numérico el botón 1.
4. Seleccione el botón azul correspondiente a la escala de KHz.
5. Presione el botón azul correspondiente al de la columna de amplitud.
(Asegúrese que la opción amplitud esté seleccionada -"sombreada"- de no ser así repetir el procedimiento).
- 6.- Presione el botón del teclado numérico 1 y después 0.
- 7.- Seleccione el botón azul correspondiente a Vpp.
- 8.- Conectar con un cable BNC-BNC a la salida del generador de funciones al canal 1 del osciloscopio.
- 9.- Presione el botón "Output" del generador de funciones.
- 10.- Presione el botón "Autoscale" en el osciloscopio.
- 11.- Presione el botón de "medición rápida"(Quick Meas).
- 12.- De izquierda a derecha, presione el botón de la segunda columna, a la operación "Select" ; inmediatamente utilice la perilla que tiene el indicador con el mismo símbolo, para seleccionar la opción frecuencia y enseguida presione el botón del lado derecho (Measure Frec).
- 13.- Repita el paso # 12 y seleccione la opción pico a pico (PK-PK).
- 14.- Ajuste la perilla de la escala del tiempo a 200 μ s/s.
- 15.- Observe la onda que se muestra en el osciloscopio.

NOTA: En el menú de programación del generador de funciones, el menú sombreado es el menú de acción.

Consulta el video del armado y medición del circuito, para apoyar tu aprendizaje.

Bibliografía.

Klein, P. &. (1996). El osciloscopio. México: Alfaomega.

Holman, J., Gajda, W., & Fournier González, J. (1988). Métodos Experimentales para ingenieros. México : McGraw Hill.

Creus Solé, A. (2014). Industrial instrumentation. Barcelona : Marcombo.

Wolf, S., & Smith, R. (1997). Guia para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio. México : Prentice-Hall Hispanoamericana.

PRÁCTICA III Diodos y Led.

Objetivo.

Analizar el funcionamiento básico de un diodo semiconductor (rectificador, zener y LED), utilizando el multímetro y fuente de poder para observar las curvas características de los diferentes tipos de diodos semiconductores.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar físicamente los diferentes tipos de diodos.

Obtener las curvas características de los diodos semiconductores.

Comprender el funcionamiento de los diodos semiconductores.

Procedimentales.

Usar la protoboard para armar los circuitos electrónicos y obtener con la ayuda del multímetro y la fuente de poder las curvas características de cada uno de los diodos.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente y las personas que lo rodean, compromiso ético.

Introducción.

Un semiconductor es un elemento químico sólido de valencia 4, que puede conducir electricidad bajo algunas condiciones, siendo un buen medio para el control de la corriente eléctrica. El material semiconductor más popular es el silicio, cuya conductividad se incrementa bastante rápido con la temperatura. Para hacer que un semiconductor sea útil en electrónica, se le agregan más átomos de impurezas para incrementar su conductividad eléctrica y manipular su comportamiento en las bandas de energía (conductor / dieléctrico).

Este proceso se conoce como dopaje del semiconductor. La conductividad del silicio puede incrementarse de manera importante agregando las impurezas apropiadas. El número de electrones libres puede incrementarse haciendo el dopaje con átomos donadores, y el número de huecos puede incrementarse haciendo el dopaje con átomos receptores. Si se crea un exceso de electrones, el material se denomina tipo "N"; si se crea un exceso de huecos, el material es tipo "P" . A una unión PN se le denomina diodo.

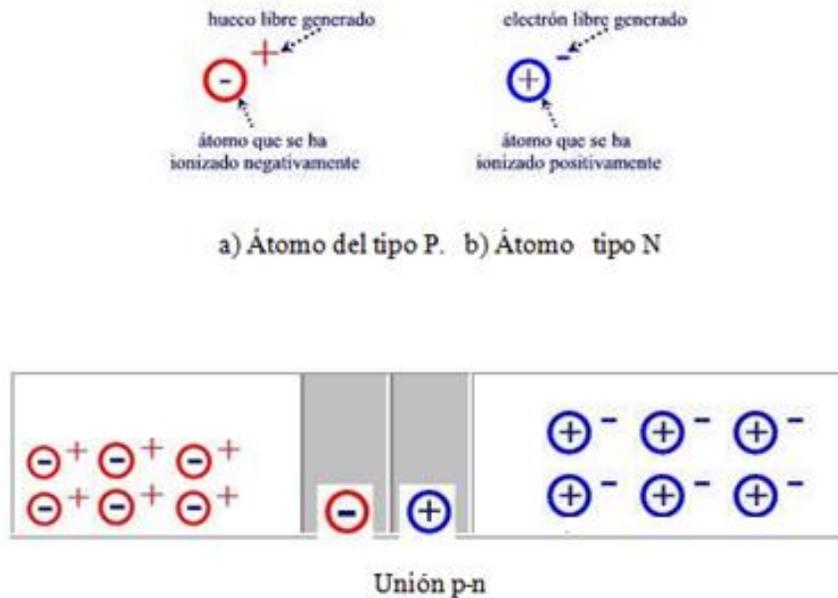


Figura 16 Estructura de un diodo.

Algunos elementos en circuitos se consideran lineales, se les llama de esta manera porque la representación de la corriente en función de la tensión es una línea recta, es decir, la corriente es directamente proporcional a la tensión. Un ejemplo es el resistor.

Un diodo se considera un dispositivo no lineal ya que la representación de la corriente en función de la tensión es una curva (En la Figura 17 se observa tanto el símbolo, así como la curva característica).

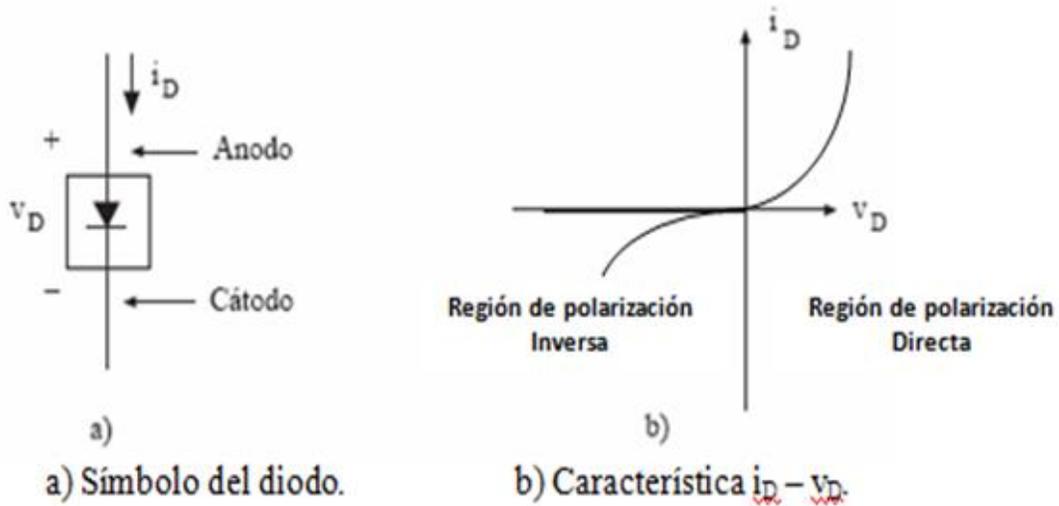


Figura 17 Características del diodo.

En la Figura 18 se observa la apariencia física de diodos de la serie 1N4XXX y MRXXX y su representación simbólica en circuitos, aunque ambos diodos cumplen con la misma función (diodos rectificadores), tienen diferente nomenclatura (1N / MR) debido a los estándares desarrollados por diferentes fabricantes.

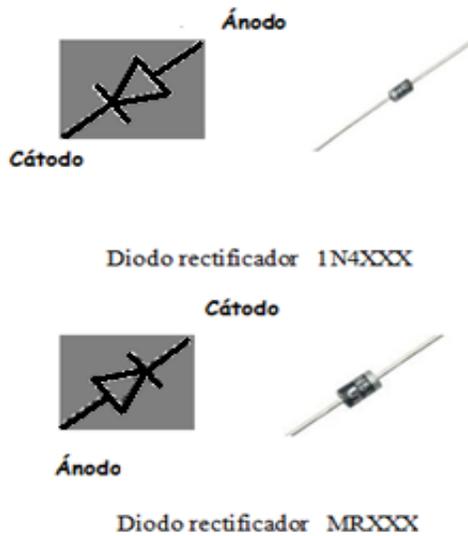


Figura 18 Algunos tipos de diodo.

Entre las principales aplicaciones del diodo rectificador está la rectificación, los circuitos limitadores, fijadores, multiplicadores etc.

El diodo Zener: Es un diodo que se alimenta normalmente en polarización inversa para hacer uso de la región de ruptura. En la Figura 19 se observa la apariencia física de un zener, el símbolo para representar al diodo zener y su curva característica corriente - voltaje.

Es un diodo que ha sido diseñado para trabajar en la región de ruptura. En la región de ruptura la corriente cae casi verticalmente. Esto significa que, aunque la corriente que atraviesa el diodo en inversa varíe mucho (pero siempre dentro de la región de ruptura), la tensión en sus terminales se mantiene a un valor casi constante. Vease Figura 20.



Figura 19 Diodo zener.

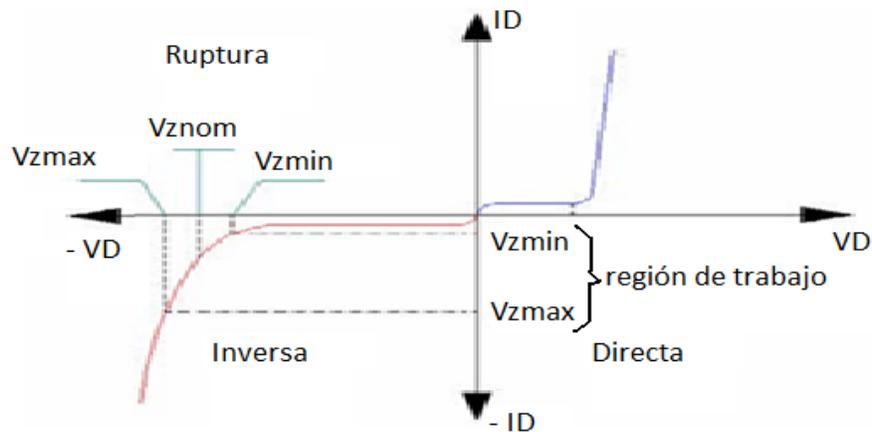


Figura 20 Curva característica V- I.

El diodo LED: Es un tipo especial de diodo, que eléctricamente se comporta igual que un diodo de silicio o germanio, pero que, al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz. Existen diodos LED de varios colores que dependen del material con el cual fueron construidos. Debe de escogerse bien la corriente que atraviesa el LED para obtener una buena intensidad luminosa y evitar que este se pueda dañar.

El LED tiene un voltaje de operación que va de 1.5 V a 2.2 volts aproximadamente y la gama de corrientes que deben circular por él está entre los 10 y 20 miliamperes (mA), en los diodos de color rojo es de entre los 20 y 40 miliamperes (mA) para los otros LED's. La Figura 21 muestra la representación simbólica del LED así como su apariencia física, además muestra también el nombre de sus terminales y su polaridad.

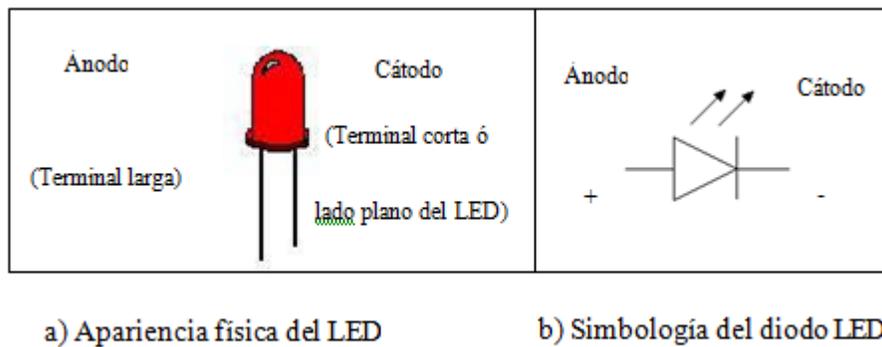


Figura 21 Diodo LED.

Nota: Ver el video de Diodos en la plataforma.

Equipo.

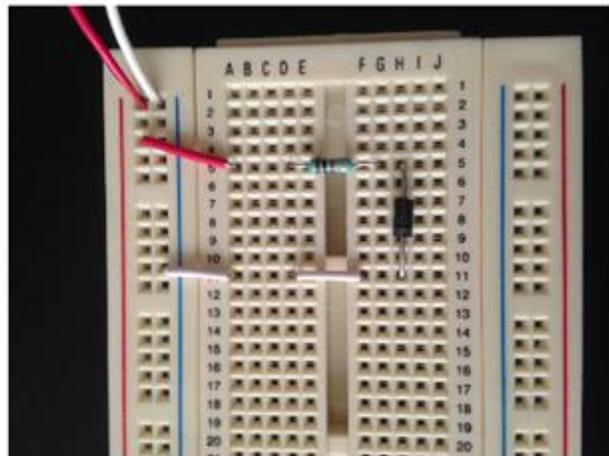
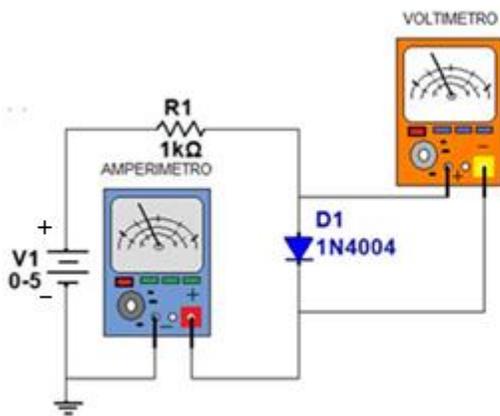
Nombre.	Especificación.
Fuente de poder.	
Multímetro con puntas.	

Material.

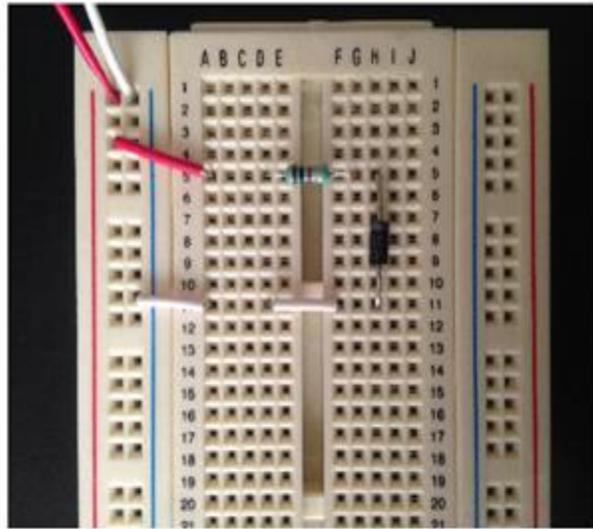
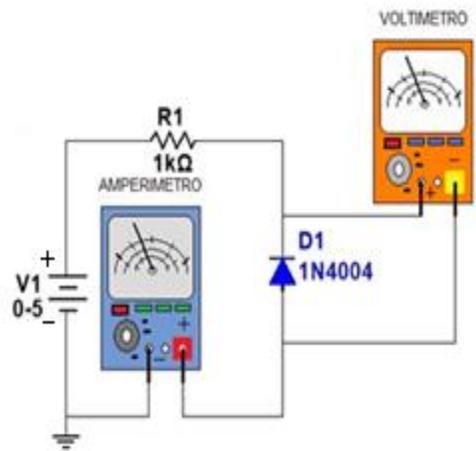
Nombre.	Descripción.	Cantidad.
Diodo zener	5v a 1 watt	1
Diodo zener	12v a 1 watt	1
Diodo de silicio	1N4004 ó 1N4005	2
Diodo LED	Cualquier color	2
Resistencia	1K Ω a ½ watt	5

Previo.

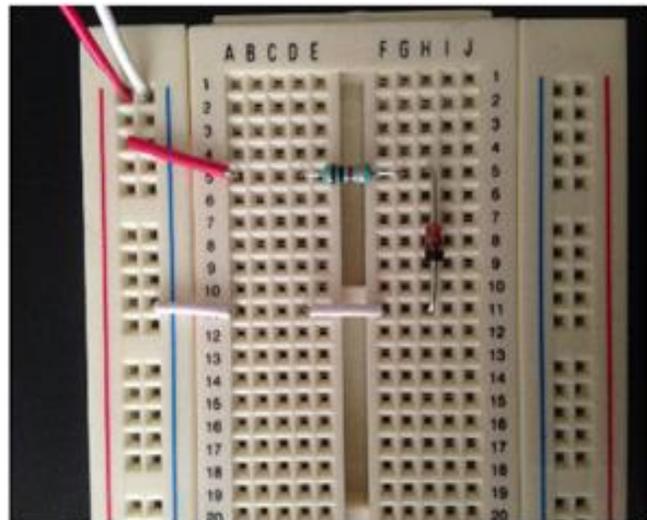
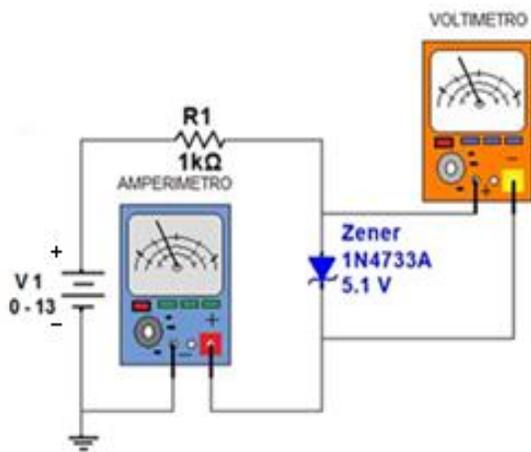
- 1.- Arme en casa los circuitos: Circuito 8, Circuito 9, Circuito 10, Circuito 11, Circuito 12 y Circuito 13.
- 2.- Consulte en el "Datasheet" u hoja de especificaciones, ¿Cuál es el voltaje de encendido del diodo 1N4004?.
- 3.- Indique las características del tipo diodo que se va usar.
- 4.- Indique el tipo de polarización con el que se alimentara el diodo.
- 5.- Indique si el diodo conduce corriente en las dos polarizaciones que se muestran en la figuras.
- 6.- ¿Qué voltaje máximo soporta el diodo de cada circuito?
- 7.- ¿Qué corriente máxima soporta el diodo de cada circuito?
- 8.- ¿Cuál es la potencia que soporta el diodo de cada circuito?
- 9.- ¿Cómo se calcula la potencia de un diodo?
- 10.- Arme los circuitos en su tarjeta de pruebas (protoboard) para poder medirlos en el laboratorio.
- 11.- ¿Cuál es el punto de operación de los diodos en cada configuración Q (V_D , I_D)?



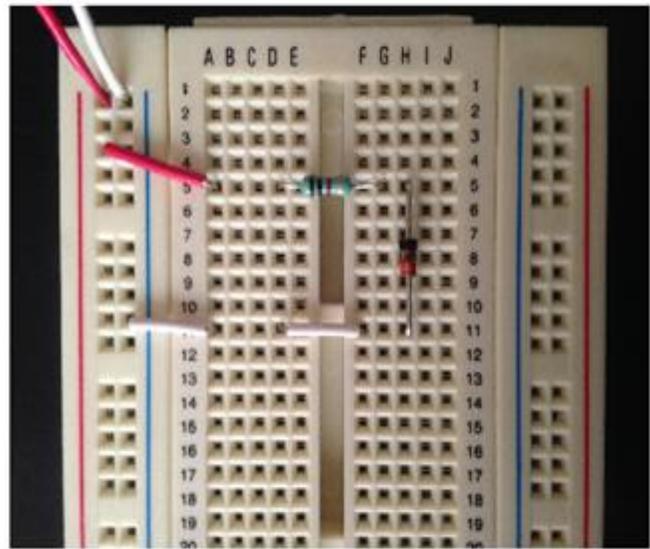
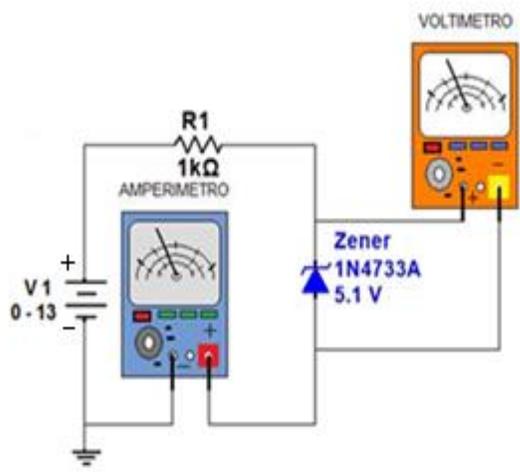
Circuito 8 Diodo rectificador en directa.



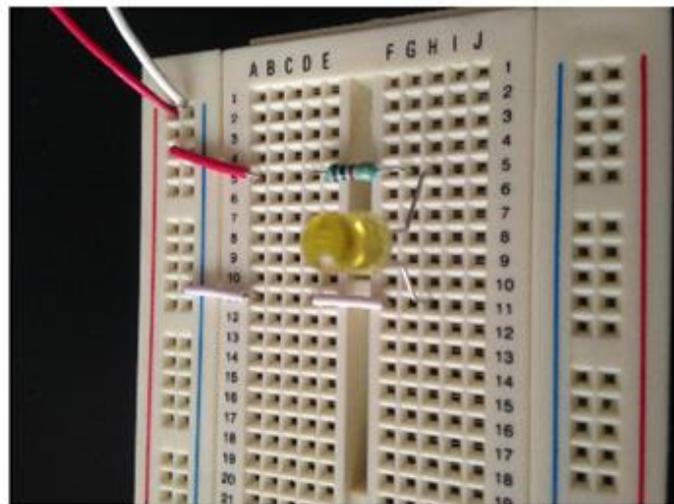
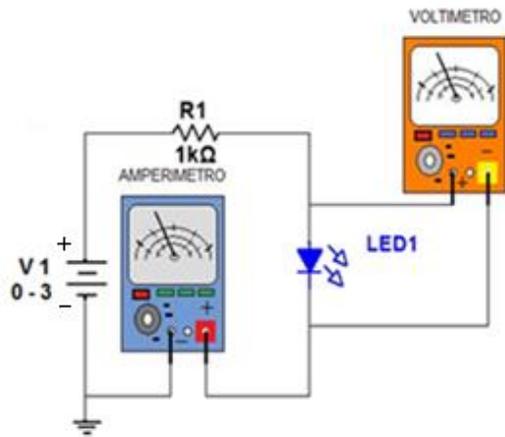
Circuito 9 Diodo rectificador en inversa.



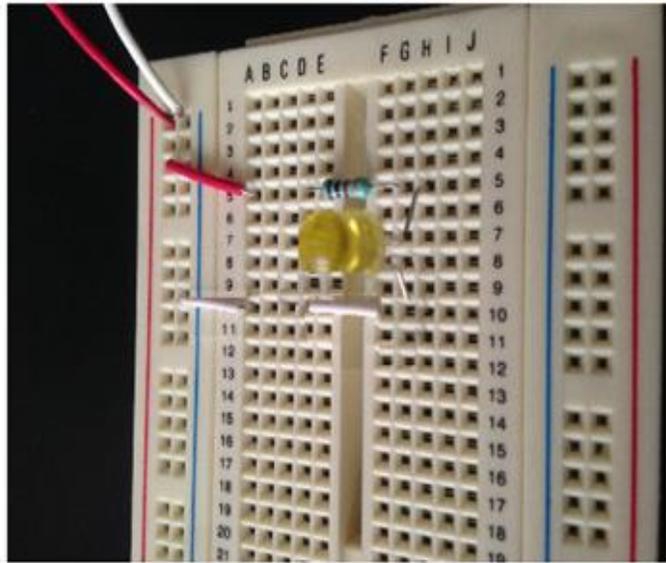
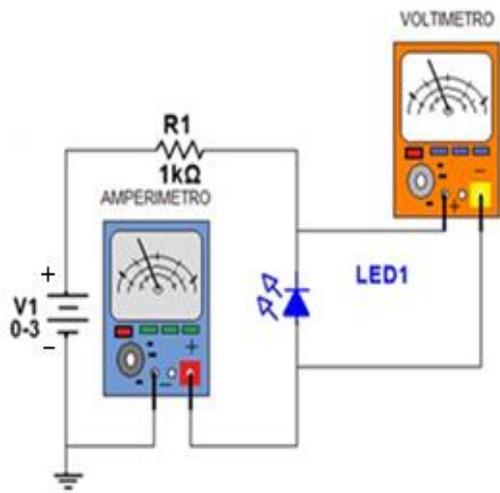
Circuito 10 Diodo zener en directa.



Circuito 11 Diodo zener en inversa.



Circuito 12 Diodo led en directa.



Circuito 13 Diodo led en inversa.

Trabajo de laboratorio.

- 1.- Alimente con la fuente los circuitos: Circuito 8 y Circuito 9, que debe haber armado del trabajo de casa y mida con el multímetro los valores de corriente o voltaje.
- 2.- Anote en la Tabla 1 los valores de voltajes y corrientes medidos.
- 3.- Anote en la Tabla 2 los valores de voltajes y corrientes medidos.
- 4.- Con los valores tomados dibuje la curva característica.

	V ₁ volts													
	0	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
I _D														
V _D														

Tabla 1 Diodo rectificador en directa.

	V ₁ volts													
	0	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
I _D														
V _D														

Tabla 2 Diodo rectificador en inversa.

- 5.- Alimente con la fuente los circuitos: Circuito 10 y Circuito 11, que ya traé armados del trabajo de casa y mida con el multímetro los valores de corriente o voltaje.
- 6.- Anote en la Tabla 3 los valores de voltajes y corrientes medidos.
- 7.- Anote en la Tabla 4 los valores de voltajes y corrientes medidos.
- 8.- Con los valores medidos, dibuje la curva característica.

	V ₁ volts													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I _D														
V _D														

Tabla 3 Diodo zener en directa.

	V ₁ volts													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I _D														
V _D														

Tabla 4 Diodo zener en inversa .

9.- Alimente con la fuente los circuitos: Circuito 12 y Circuito 13 que ya traé armados del trabajo de casa y mida con el multímetro los valores de corriente o voltaje.

10.- Anote en la los valores de corriente medidos.

11.- Anote en la los valores de voltaje medidos.

	V ₁ volts													
	0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3
I _D														
V _D														

Tabla 5 Diodo LED en inversa.

	V ₁ volts													
	0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3
I _D														
V _D														

Tabla 6 Diodo LED en inversa.

Bibliografía.

Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica*. México: Pearson Educación.

García Burciaga de Cepeda, M., & Cepeda Salinas, A. (2010). *Dispositivos electrónicos*. Tomo I y II. Instituto Politécnico Nacional. Carlson A. Bruce. (2001) *Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales*. México: Ed. Thomson Learning.

Comer, D., & Comer, D. (2005). *Diseño de circuitos electrónicos*. México: Limusa Wiley.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. (2008) *Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos*. México: UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón.

PRÁCTICA IV Rectificador con diodos.

Objetivo.

Analizar el funcionamiento de un diodo como puente rectificador de media y de onda completa, para construir una fuente de poder de C.D.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el funcionamiento de los diodos en el proceso de rectificación de una onda senoidal.

Identificar el funcionamiento de los capacitores para la etapa de filtrado RC.

Procedimentales.

Armar un circuito rectificador de media onda y onda completa.

Armar un circuito rectificador para construir una fuente de corriente directa.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas y búsqueda.

Introducción.

Si se conecta una fuente de tensión al diodo de forma que el potencial negativo esté unido al cátodo y el positivo al ánodo, es decir conectados en paralelo (Figura 22), se dice que el diodo está polarizado directamente. Al aplicar esta tensión el diodo conduce, es decir, la corriente circula en el sentido de ánodo a cátodo, y aparece una caída de tensión entre ambas terminales, igual al voltaje en sentido directo V_F especificado por el fabricante.(V_F = voltaje forward, voltaje en directa).

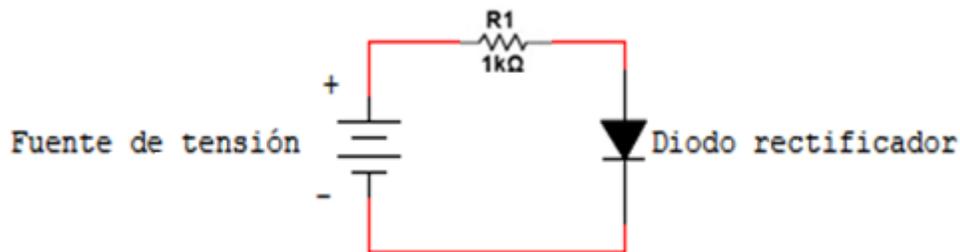


Figura 22 Diodo polarizado en directa.

En cambio, en la polarización inversa de un diodo se conecta la fuente de tensión a los extremos del diodo, de manera que el terminal negativo de la fuente se una al ánodo, el positivo al cátodo y el equivalente a un circuito abierto. A través del diodo fluye una pequeña corriente, denominada de fuga o corriente inversa de saturación del diodo. Esta corriente es muy pequeña, pero aumenta con la temperatura del medio ambiente, por lo tanto, la resistencia inversa del diodo disminuye con la temperatura.

Esta corriente es independiente de la tensión aplicada, siempre que esta sea menor a un valor denominado tensión de ruptura. A partir de esta tensión la corriente aumenta rápidamente con pequeños incrementos de tensión inversa. Es decir, un diodo se puede considerar como un interruptor que se cierra al estar polarizado directamente y se abre al estar polarizado en inversa.

La idea general de un circuito rectificador (Figura 23) es transformar una señal alterna, comúnmente sinusoidal, en una señal rectificada, con esta idea se busca conseguir el diseño para fuentes de voltaje.

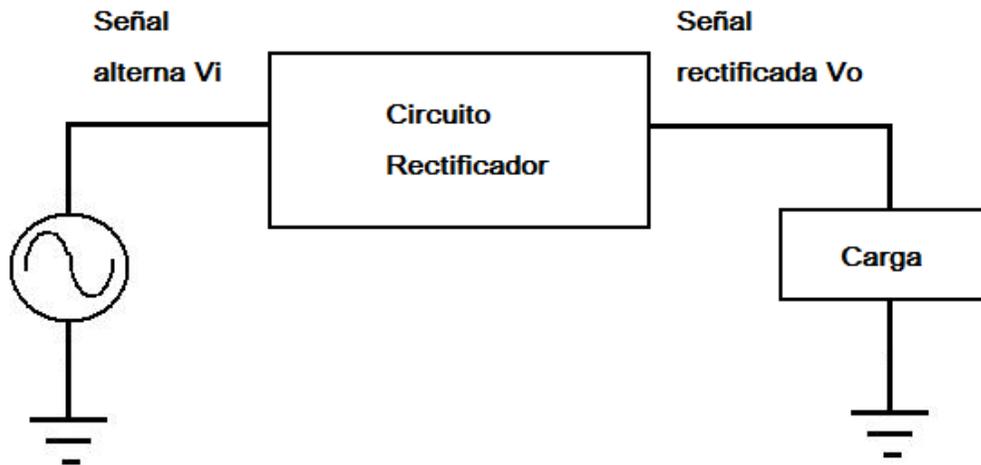


Figura 23 Diagrama a bloques de un circuito rectificador.

El análisis de circuitos con diodos, se realiza aplicando las leyes de Kirchhoff de tensiones y de corrientes, junto con las relaciones entre la corriente y la tensión (ley de Ohm, divisor de corriente, divisor de voltaje, teoremas de Thévenin y Norton) de todos los elementos del circuito. Es decir, se deben dibujar y escribir las ecuaciones de malla o de nodo, aplicándolas en circuitos donde se hayan sustituidos previamente los circuitos equivalentes de los diodos y resolver dichas ecuaciones.

En un capacitor o condensador su función es almacenar cargas eléctricas de forma instantánea y liberarla de la misma forma en el momento que se requiera.

El capacitor a diferencia de la batería se carga de forma instantánea en cuanto la conectamos a una fuente de energía eléctrica, pero no la conserva por mucho tiempo.

¿Como calcular la capacitancia del Circuito 18?

Valor Eficaz (Rms=root mean square=raiz media cuadratica.)

Estos significan la misma cosa "para los circuitos AC:
 -"voltaje de C.C equivalente"
 -"voltaje eficaz"
 -"voltaje Rms"

$$V_{DC\ equivalent} = V_{eff} = V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{max}$$

Se usara el valor pico a pico, es decir: $V_{pp}=15$ v.

$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} V_{max}$	$V_{medio} = \frac{2}{\pi} V_{rms}$	$I_{media} = \frac{V_{medio}}{R}$	$C = \frac{I_{media}}{V_{media} 2 F}$
$V_{rms} = (0.7071)(15 \text{ volts})$	$V_{med} = (0.6366) (10.60 \text{ volts})$	$I_{med} = \frac{6.74 \text{ volts}}{10000 \Omega}$	$C = \frac{0.000674}{(6.74)(2)(60)}$
$V_{rms} = 10.60 \text{ volts}$	$V_{med} = 6.74 \text{ volts}$	$I_{med} = 0.000674 \text{ A}$	$C = 0.833 \mu F$
		$I_{med} = 0.674 \text{ mA}$	

Calcular resistencia del potenciómetro para un led de color azul de la figura 7.

$$R = \frac{V_e - V_{led}}{I_{led}}$$

$$R = \frac{15 \text{ v} - 3.4 \text{ v}}{20 \text{ mA}}$$

$$R = 580 \Omega$$

Equipo.

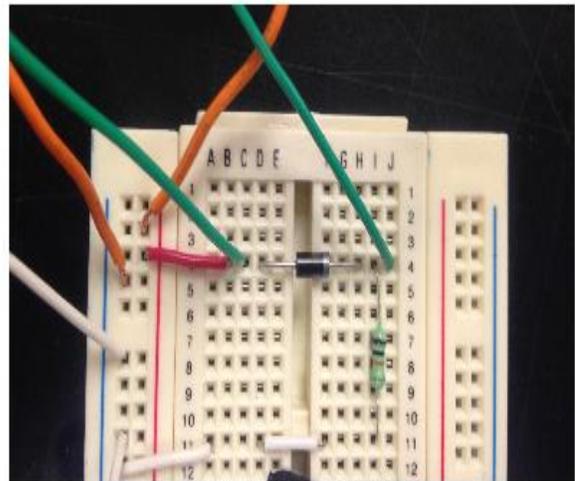
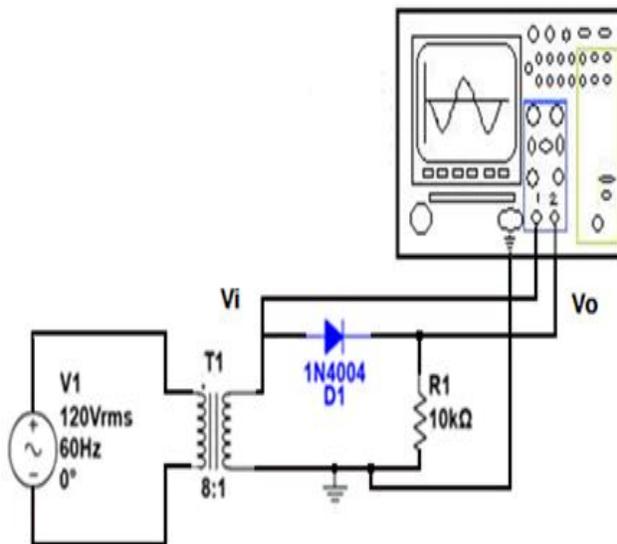
Nombre	Especificación
Osciloscopio	Agilent 54621A

Material.

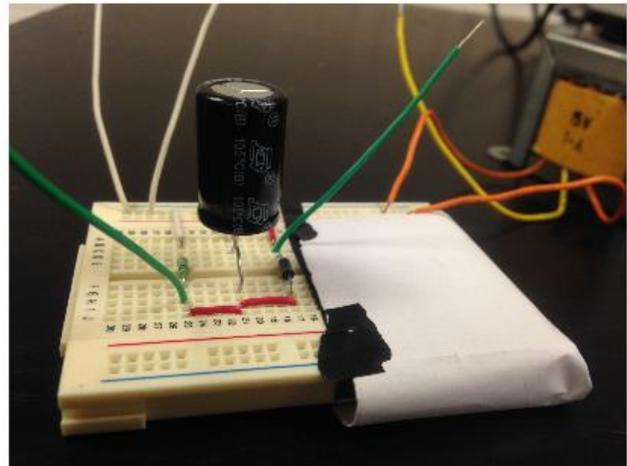
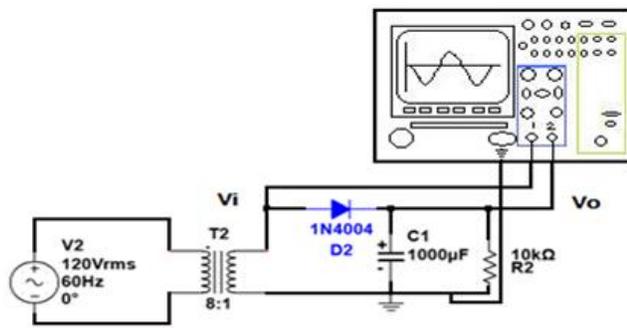
Nombre	Descripción	Cantidad
Capacitor electrolítico	1000 μ F a 63 volts	1
Capacitor electrolítico	0.33 μ F a 50 volts	1
Diodo	1N4004	4
Potenciómetro	1 k Ω	1
Resistor	10 k Ω a ½ watt	5
Resistor	1 k Ω a ½ watt	5
Transformador	127/15 volts con tap central a 1A	1
Cable	BNC-Caiman	2

Previo.

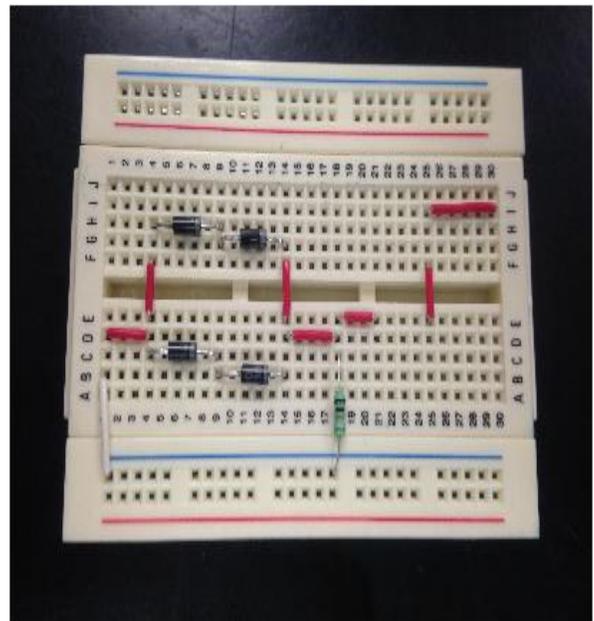
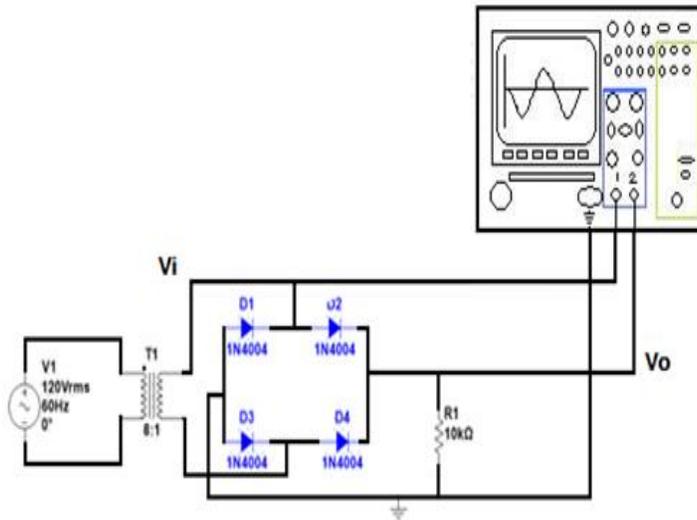
- 1.- Mencione algunas aplicaciones de los diodos rectificadores.
- 2.- ¿Para qué son utilizados los puentes rectificadores de media onda y de onda completa?
- 3.-¿Cuál es la importancia de colocar un capacitor a la salida del puente rectificador?
- 4.- Dibuje la forma de una onda:
 - Senoidal
 - Rectificada de media onda positiva
 - Rectificada de onda completa
- 5.- Arme los siguientes circuitos: Circuito 14, Circuito 15, Circuito 16, Circuito 17 y Circuito 18 en su protoboard.



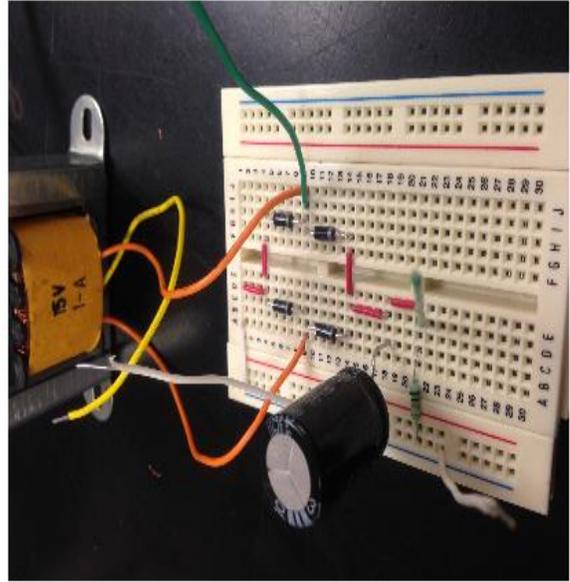
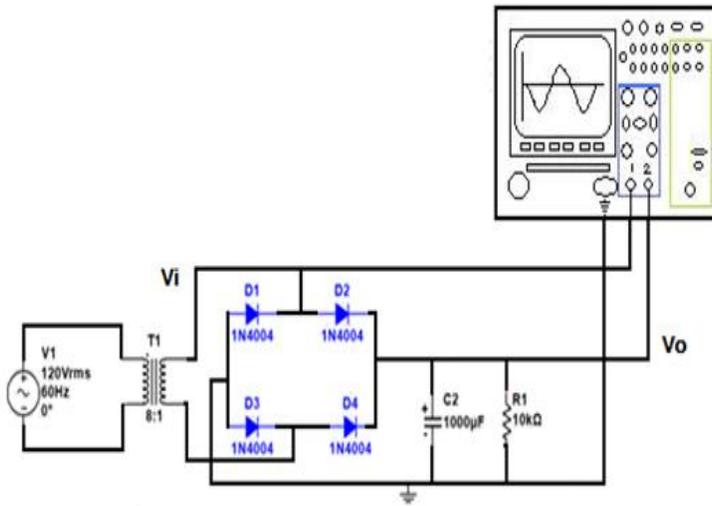
Circuito 14 Rectificador de media onda sin filtro.



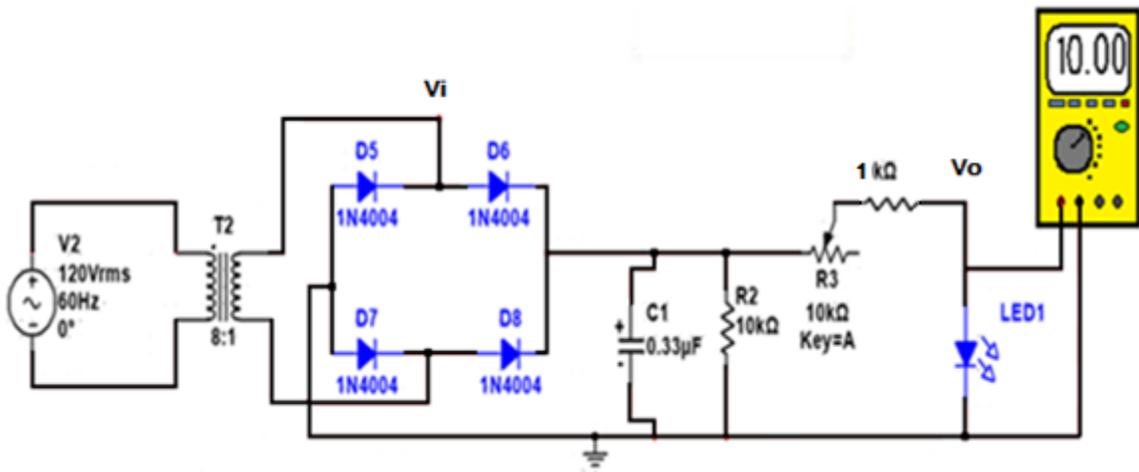
Circuito 15 Rectificador de media onda con filtro.



Circuito 16 Rectificador de onda completa sin filtro.



Circuito 17 Rectificador de onda completa con filtro.



Circuito 18 Rectificador de onda completa con filtro y potenciómetro.

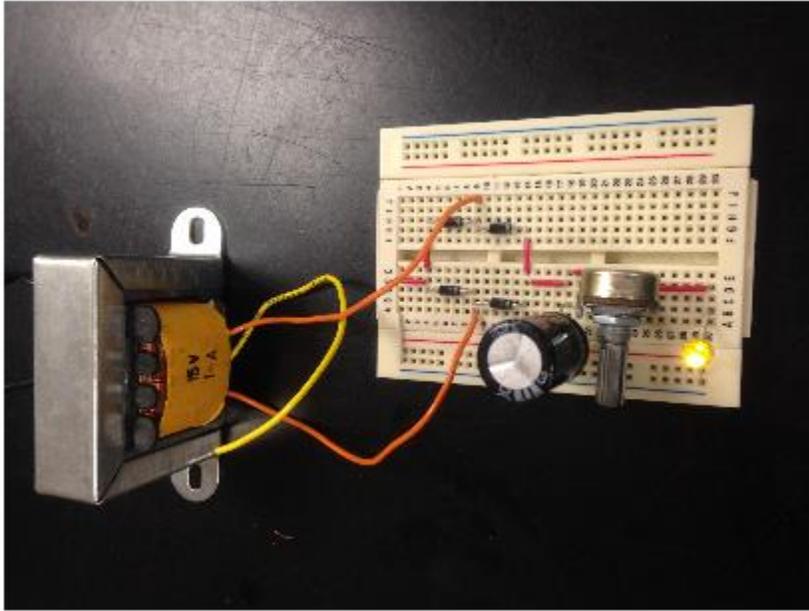


Figura 24 Modelado de circuito rectificador de onda completa.

Trabajo de laboratorio.

- 1.- Para el Circuito 14 conecte la clavija de T1 en el voltaje de la línea. El canal 1 del osciloscopio en el nodo de V_i y el canal 2 en el nodo de V_0 .
 - 2.- Observe la forma de onda mostrada en el osciloscopio para el voltaje V_i y V_0 y compárelos anotando sus diferencias.
 - 3.- Conecte el capacitor en paralelo con RL como se muestra en el Circuito 15, conecte la clavija del transformador T1 en el voltaje de línea y el canal 1 del osciloscopio en V_i , y el canal 2 en V_0 .
 - 4.- Observe la forma de onda mostrada en el osciloscopio para el voltaje existente en V_i y V_0 y compárelos anotando sus diferencias.
 - 5.- Para el Circuito 16, conecté la clavija del transformador T1 en el voltaje de línea y el canal 1 del osciloscopio en V_i y el canal 2 en V_0 .
 - 6.- Observe la onda mostrada en el osciloscopio para el voltaje existente en V_i y V_0 compárelos anotando sus diferencias.
- Nota: Para este circuito no se deben de conectar la entrada V_i y la salida V_0 del puente rectificador al mismo tiempo, ya que se estarían puenteando las tierras. La manera correcta de hacerlo es por partes, primero V_i y después V_0 .**
- 7.- Conecte el capacitor en paralelo con RL, como se muestra en el Circuito 17, conecte la clavija del transformador T1 en el voltaje de línea y el canal 1 del osciloscopio en V_i y el canal 2 en V_0 .
 - 8.- Observe la onda mostrada en el osciloscopio para el voltaje existente en V_i y V_0 compárelos anotando sus diferencias.
 - 9.- Conecte el capacitor calculado en paralelo a RL como se muestra en el Circuito 18, conecte la clavija del transformador T1 en el voltaje de línea y conecte la terminal 1 del potenciómetro en serie a RL y la terminal 2 del potenciómetro al LED.

Bibliografía.

Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica*. México: Pearson Educación.

García Burciaga de Cepeda, M., & Cepeda Salinas, A. (2010). *Dispositivos electrónicos*. Tomo I y II. Instituto Politécnico Nacional. Carlson A. Bruce.(2001) *Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales*. México: Ed. Thomson Learning.

Comer, D., & Comer, D. (2005). *Diseño de circuitos electrónicos*. México: Limusa Wiley.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. (2008) *Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos*. México: UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón.

PRÁCTICA V Aplicaciones del diodo.

Objetivo.

Analizar el uso de los diodos de uso común y diodos zener para la construcción de circuitos recortadores, sujetadores y reguladores de tensión.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el funcionamiento de un diodo de uso común y diodo zener, en el control y manipulación del voltaje.

Aplicar las leyes y teoremas para el cálculo de voltaje y corrientes del zener, y del diodo rectificador.

Procedimentales.

Usar multímetro para medir corrientes y voltajes del diodo zener.

Usar el osciloscopio para analizar una onda senoidal y ondas rectificadas.

Usar el generador de funciones para enviar una señal de tipo senoidal.

Usar la fuente de poder para alimentar circuitos recortadores, sujetadores y reguladores.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente y las personas que lo rodean, compromiso ético.

Introducción.

Los diodos tienen otras aplicaciones aparte de la rectificación, entre ellas están las de recortar una señal de entrada, multiplicarla o sujetar sólo partes de la señal.

A veces hay cargas que necesitan una tensión muy alta y que absorben una corriente pequeña, entonces hay que elevar la tensión de la red, para ello se podría usar un transformador elevador de voltaje, el principal problema es que el transformador elevador sería muy voluminoso porque necesitaría muchas espiras, además el campo eléctrico sería grande, por eso no se usa un transformador elevador sino que se utiliza un multiplicador de tensión (ver diagrama a bloques, Figura 25). Hay varios tipos de multiplicadores de tensión, entre ellos se encuentran el doblador de tensión de onda completa, el triplicador y el cuadruplicador.

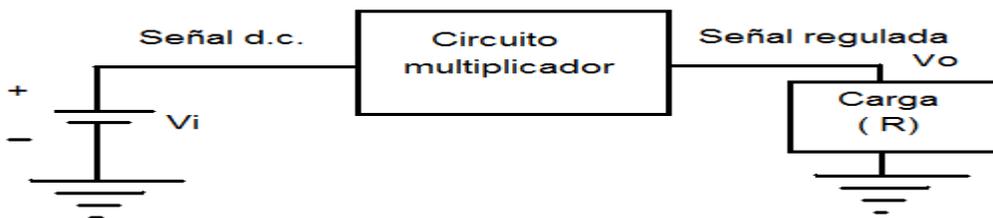


Figura 25 Diagrama a bloques de un circuito multiplicador.

Los circuitos recortadores: Se conocen a veces como limitadores, selectores de amplitud o rebanadores (Figura 26), estos circuitos eliminan parte de una forma de onda que se encuentre por encima o por debajo de algún nivel de referencia. En decir, se desea obtener de una forma de onda senoidal de entrada a una salida limitada con un voltaje en específico, dentro de un nivel de referencia.

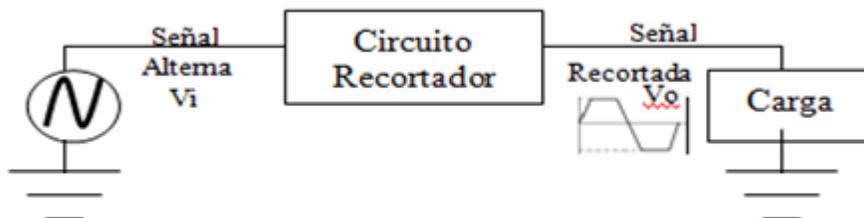


Figura 26 Diagrama a bloques de un circuito recortador.

Los circuitos sujetadores: También son conocidos como circuitos cambiadores de nivel, estos circuitos producen un desplazamiento de una forma de onda hacia un ciclo positivo hacia un ciclo negativo, para que se encuentren fijos a un nivel de referencia. Es decir, se encarga de no sobrepasar el voltaje máximo que le podría llegar a la carga, en el que se le haya fijado dentro del circuito, por lo que se busca no pasar el voltaje ya fijado dentro de un nivel de referencia (Figura 27).

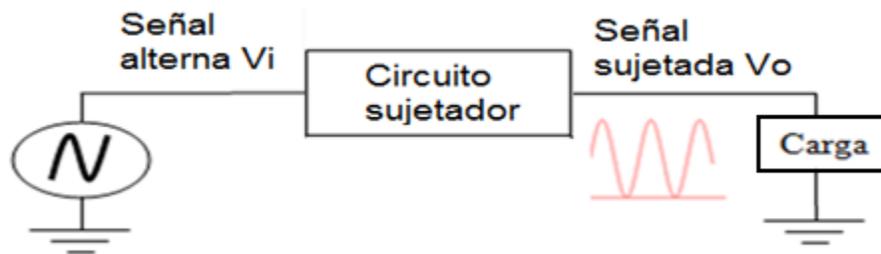


Figura 27 Diagrama a bloques de un circuito sujetador.

Nota: Recuerde que los valores calculados son teóricos, y se usara el valor comercial.

Para mayor comprensión ver el video de Teoría.

Equipo.

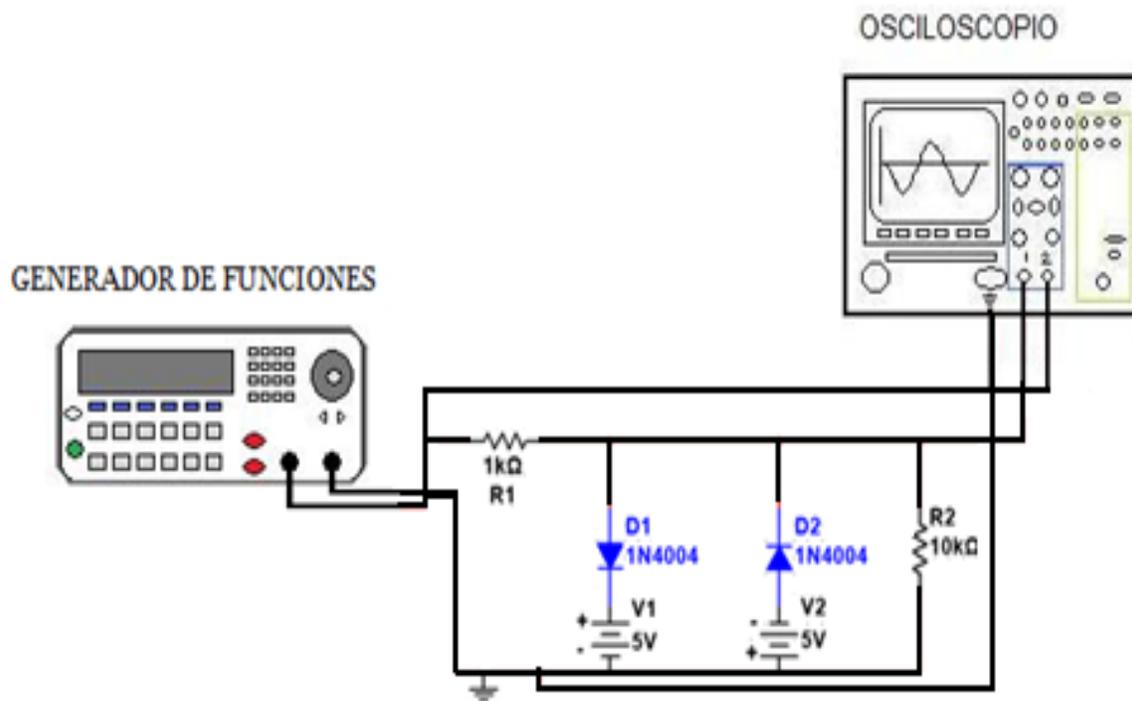
Nombre	Especificación
Multímetro	
Osciloscopio	Agilent 54621 A
Generador de funciones	Agilent 33220 A

Material.

Nombre	Descripción	Cantidad
Diodo zener	6 a 12 volts	1
Motor	DC de 5 a 12 volts	1
Cable	BNC-Caiman	4
Capacitor	Electrolítico de 1000 μ F a 63v.	1
Capacitor	Electrolítico de 0.33 μ F a 25v.	1
Transistor	TIP41C	1
Diodo	1N4004	4
Resistor	68 Ω a 3 watts	5
Resistor	1 k Ω a ½ watt	5
Resistor	10 K Ω a ½ watt	5
Diodo	Led	2
Cables	Caiman-Caiman	4
Transformador	De 127 a 15 v con TAP central de 1A.	1

Previo.

- 1.- Explicar el uso que tiene un circuito recortador de tensión.
- 2.- Explicar el uso que tiene un circuito sujetador de tensión.
- 3.- Explicar el uso que tiene un circuito regulador de tensión.
- 4.- Arme los circuitos: Circuito 19, Circuito 20, y Circuito 21 en una protoboard.
- 5.- La medición se hará en el laboratorio.



Circuito 19 Circuito recortador.

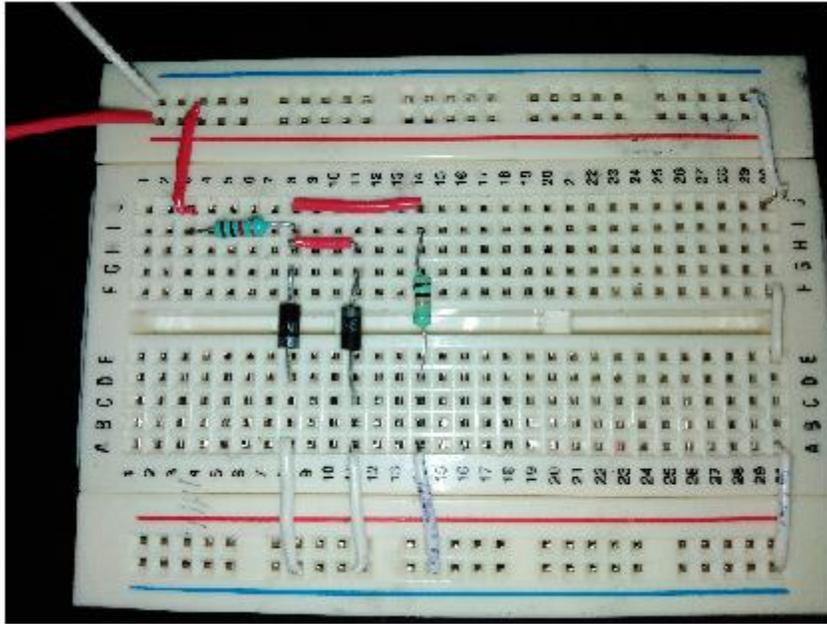
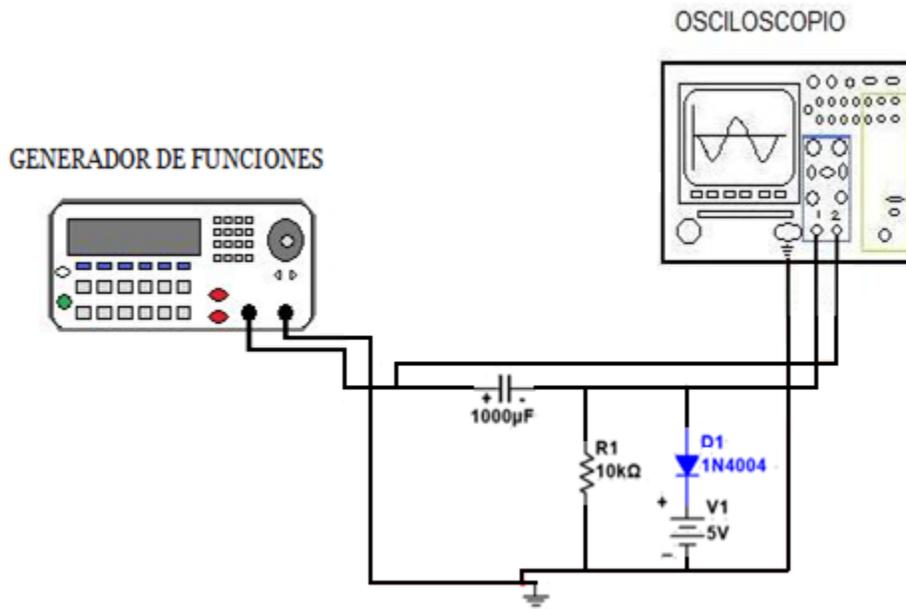


Figura 28 Modelado de circuito recortador.



Circuito 20 Circuito sujetador.

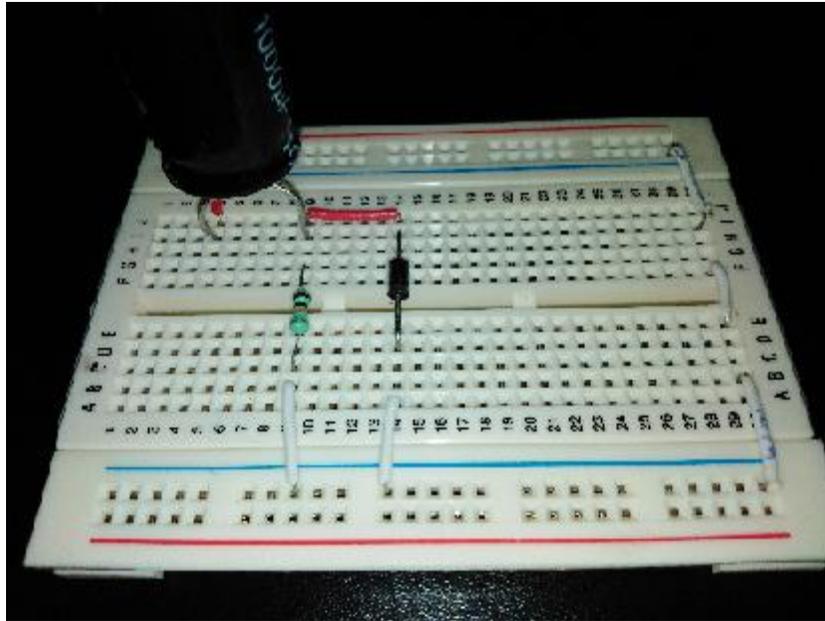
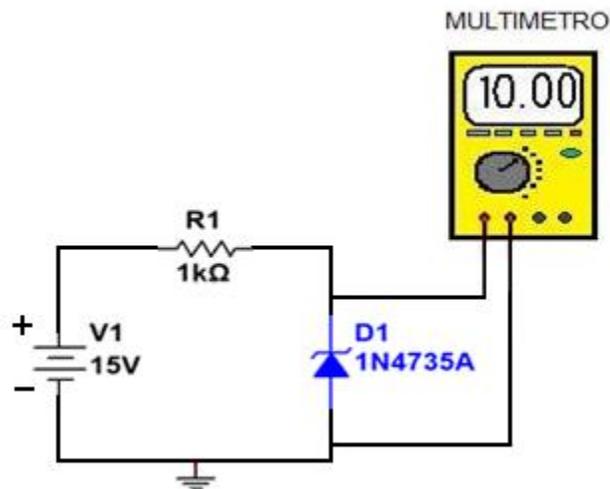


Figura 29 Modelado de circuito sujetador.

Nota: Ver el video de sujetador como amplificador en la plataforma.



Circuito 21 Circuito regulador.

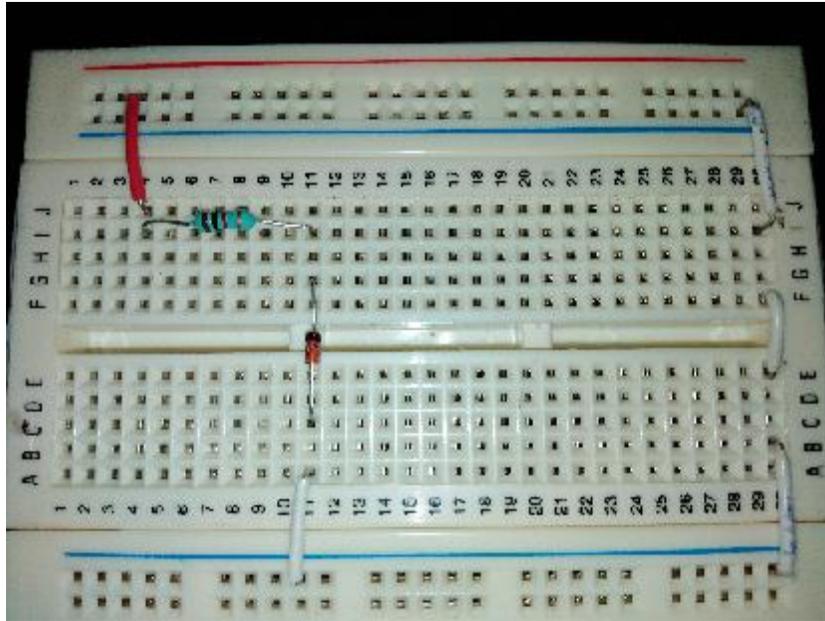


Figura 30 Modelado de circuito regulador.

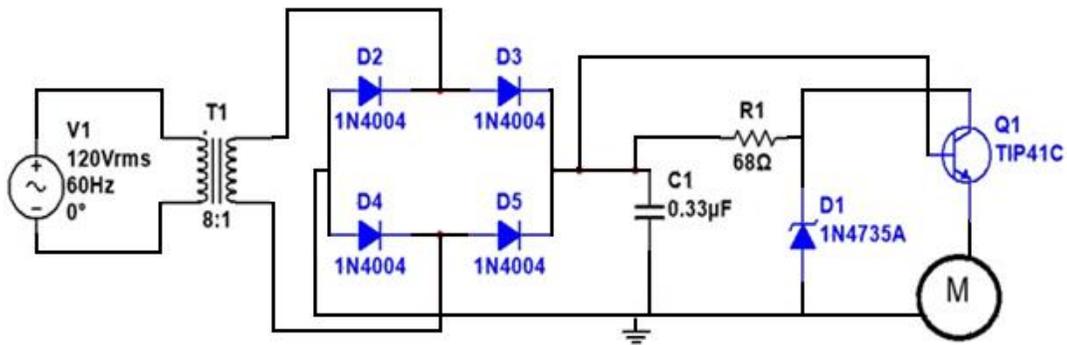
Trabajo de laboratorio.

Circuito recortador.

- 1.- Arme el siguiente Circuito 19, ajuste y conecte el generador de funciones para una señal senoidal de 5 Vpp a 1kHz. Las 2 fuentes de DC deben tener un valor de 5 volts. Conecte el canal 2 del osciloscopio en Vi y el canal 1 en Vo.
- 2.- Observe la forma de onda mostrada en el osciloscopio para el voltaje Vo, posteriormente dibuje dicha forma de onda incluyendo sus valores principales. Haga la comparación de Vo con Vi y anote sus diferencias.
- 3.- Varíe los voltajes V1 y V2 alternadamente de 0 a 5 V y observe el cambio de Vo, explique dichos cambios, ¿cómo funcionan los diodos en el circuito recortador?

Circuito sujetador.

- 4.- Arme el siguiente Circuito 22.



Circuito 22 Circuito sujetador.

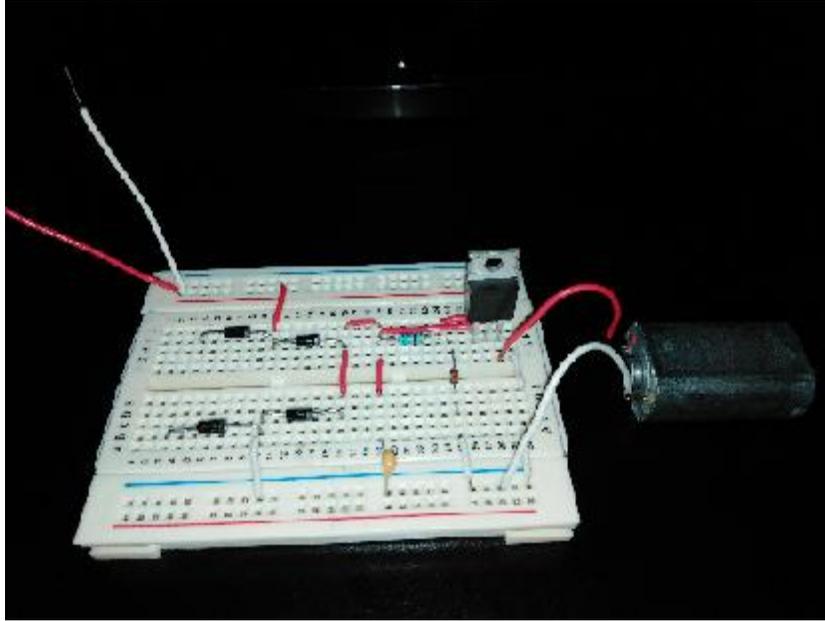


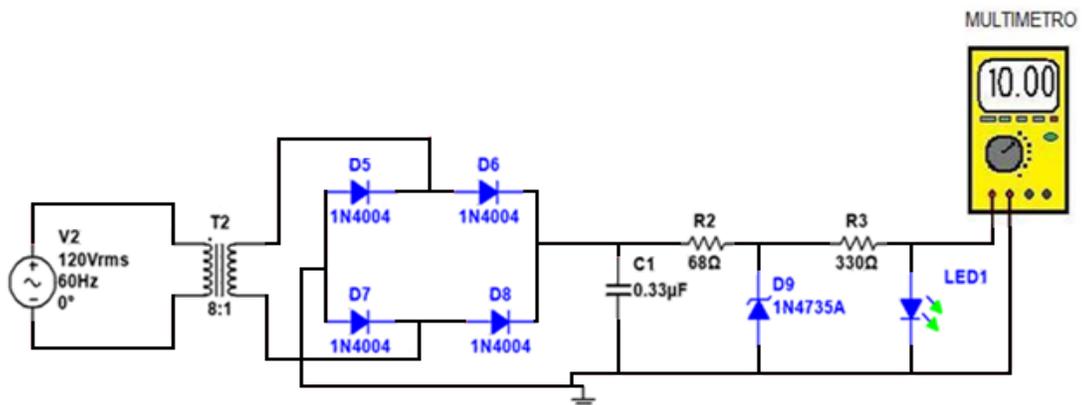
Figura 31 Modelado de circuito sujetador.

5.- Conecte el transformador de 15v a 1 A en el puente de diodos una vez que el circuito este armado correctamente, y coloque una terminal del motor a la tierra lógica, y la otra terminal al emisor del TIP41C.

6.- Observe como el motor gira con la corriente amplificada que sale del transistor.

Circuito regulador.

7.- Para el Circuito 23, conecte el transformador de 15 V a 1A al puente de diodos.



Circuito 23 Circuito regulador.

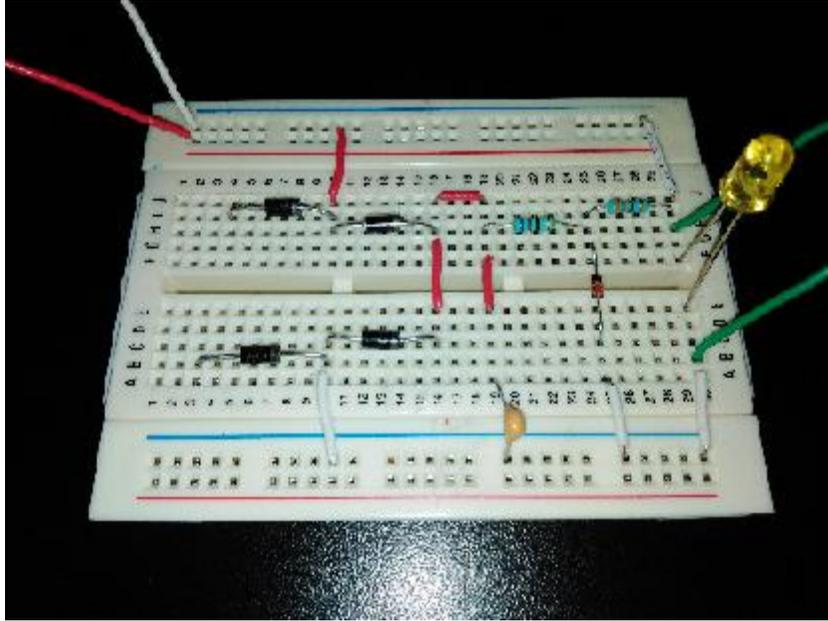


Figura 32 Modelado de circuito regulador.

- 8.- Con el multímetro mida y anote el valor de la salida del capacitor para observar el valor la fuente.
- 9.- Con el multímetro mida y anote el valor de la salida del diodo zener (entre el resistor del zener y el zener) y observe su regulación.
- 10.- Con el multímetro mida y anote el valor de la carga, en el LED.
- 11.- En base a sus observaciones anote las funciones del diodo zener.

Bibliografía.

Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). Electrónica. México: Pearson Educación.

García Burciaga de Cepeda, M., & Cepeda Salinas, A. (2010). Dispositivos electrónicos. Tomo I y II. Instituto Politécnico Nacional.

Carlson A. Bruce.(2001) Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales. México: Ed. Thomson Learning.

Comer, D., & Comer, D. (2005). Diseño de circuitos electrónicos. México: Limusa Wiley

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

PRÁCTICA VI El transistor bipolar de juntura (BJT).

Objetivo.

Analizar la configuración del transistor BJT de tipo NPN y PNP, usando circuitos electrónicos, fuente de poder y multímetro para aprender su funcionamiento en sus diferentes formas de operación.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el funcionamiento del transistor bipolar BJT (PNP / NPN).

Identificar el tipo del transistor bipolar BJT (PNP / NPN).

Identificar las terminales del transistor bipolar BJT (base, colector y emisor).

Identificar las configuraciones del transistor bipolar BJT y su punto de operación.

Identificar las regiones de operación del transistor bipolar BJT.

Identificar al BJT como amplificador.

Procedimentales.

Usar el multímetro para identificar las terminales del BJT (base, colector y emisor).

Armar circuitos electrónicos para identificar las tres configuraciones del transistor BJT usando fuentes de poder y multímetro.

Armar la configuración en emisor común para verificar la función de amplificación.

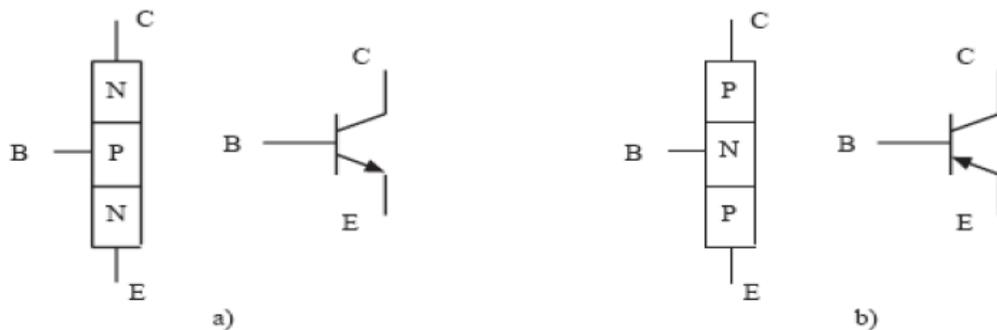
Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente y a las personas, compromiso ético.

Introducción.

El transistor bipolar de juntura, conocido también como BJT (siglas de su denominación inglesa Bipolar Junction Transistor), es un dispositivo de tres terminales denominadas emisor, base y colector. La propiedad más destacada de este dispositivo es que aproxima una fuente dependiente de corriente, es decir, dentro de ciertos márgenes, la corriente en la terminal de colector es controlada por la corriente en la terminal de base.

La estructura física de un transistor bipolar consta de dos uniones PN dispuestas una a continuación de la otra. Entre los terminales de emisor y base hay una unión PN, denominada unión emisora, y entre los de base y colector otra unión PN, llamada unión colectora. Hay dos tipos de transistores bipolares: el NPN y el PNP (la apariencia física de los transistores usados en ésta práctica y su representación simbólica se observan en la Figura 34). Estos nombres proceden de la descripción de su estructura física. En el transistor NPN el emisor es un semiconductor tipo N, la base es tipo P y el colector es tipo N. La estructura física del transistor PNP es inversa a la anterior cambiando las regiones P por regiones N, y las N por P. La Figura 33 representa a estos tipos de transistores.



Tipos y símbolos de transistores bipolares. a) Transistor NPN. b) Transistor PNP

Figura 33 Estructura y simbolo del transistor "PNP" y "NPN".

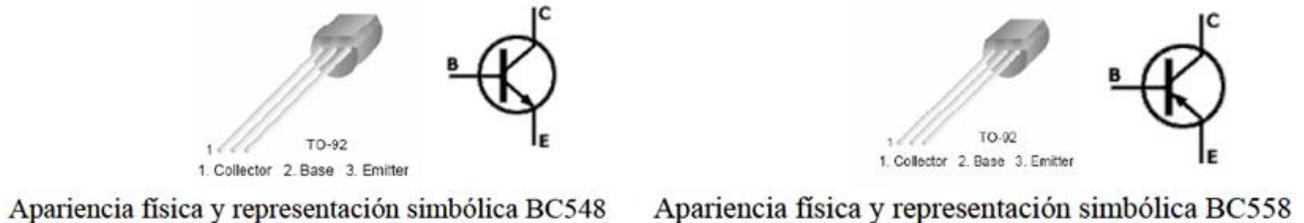


Figura 34 Transistor BC548 y BC558.

Según las polarizaciones de los diodos de emisor y colector se dice que el transistor bipolar trabaja en determinados modos o regiones de operación, los cuales se indican en la Figura 35.

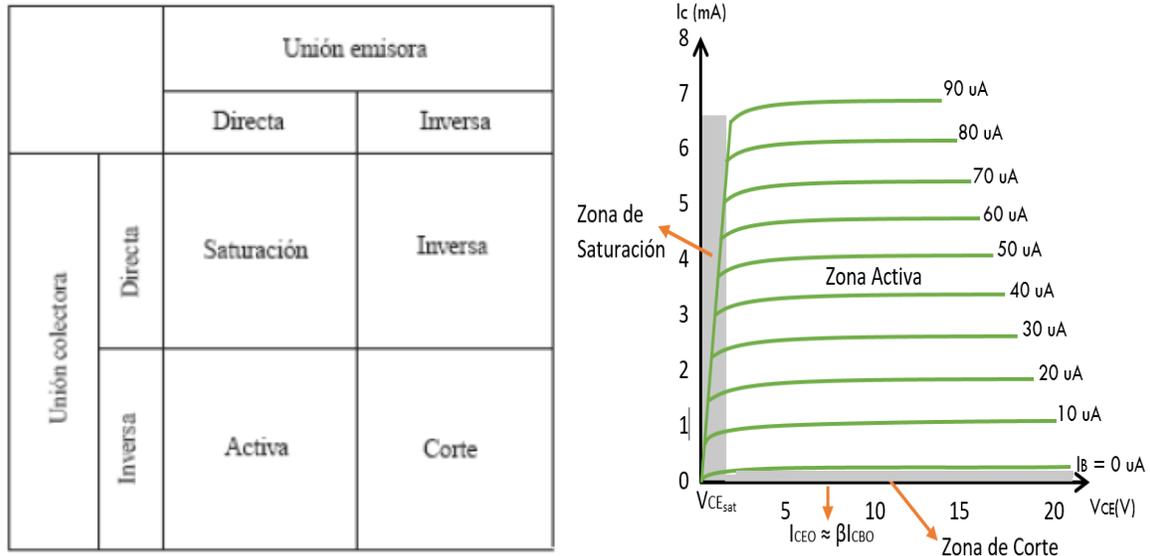


Figura 35 Regiones de operación del BJT.

Cuando el transistor bipolar se usa en un circuito electrónico, las tres formas que existen para conectarlo se denominan base común, emisor común y colector común.

En la configuración base común el terminal de base es común, tanto para la entrada como para la salida (conectado a tierra), tal como se indica en la Figura 36 a), esta configuración tiene mayor ganancia de tensión, ya que el voltaje de entrada es menor al voltaje de salida. En la configuración emisor común, el terminal común es el emisor y sirve como referencia para la entrada y salida de la corriente del transistor, tal como se indica en la Figura 36 b), esta configuración es la más utilizada, ya que se utiliza para amplificar la corriente. En la configuración de colector común, el colector es el común, tanto para la entrada como para la salida, como se indica en la Figura 36 c), principalmente se utiliza para igualar las impedancias, ya que tiene una alta impedancia a la entrada y una baja a la salida.

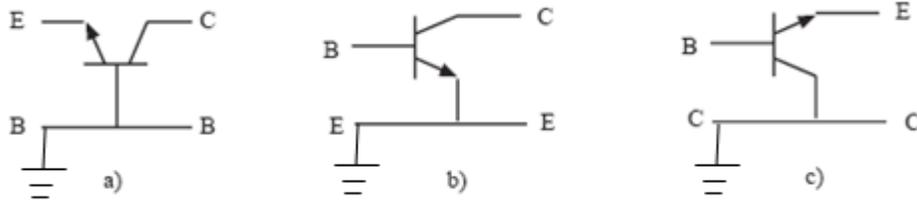


Figura 36 Configuraciones del BJT.

La mayoría de funciones electrónicas se realizan con circuitos que emplean transistores, sean bipolares, o de efecto de campo, los cuales se estudiarán en las próximas prácticas; para el diseño de circuitos es necesario primero conocer los parámetros eléctricos que caracterizan al BJT, éstas características están contenidas en el manual que brinda el fabricante o pueden obtenerse realizando pruebas eléctricas.

Equipo.

Nombre	Especificación
Fuente de poder	
Multimetro	

Material.

Nombre	Descripción	Cantidad
Resistor	1 k Ω a ½ watt	5
Resistor	10 k Ω a ½ watt	5
Resistor	100 k Ω a ½ watt	5
Transistor	BC548	1
Transistor	BC558	1

Previo.

- 1.- Investigar el rango de valores que tiene la ganancia en voltaje (A_v) y en corriente (A_i) para la configuración base, emisor y colector.
- 2.- Investigar en la especificación técnica de BJT los valores de: HFE y V_{BE} ;para los transistores de la práctica.
- 3.- Investigar el valor de V_{CE} que existe en el BJT cuando se encuentra trabajando en su región de su saturación inversa, activa y corte.
- 4.- Conecte los resistores y el transistor BC548 de la Figura 37 en la tableta de pruebas (protoboard).

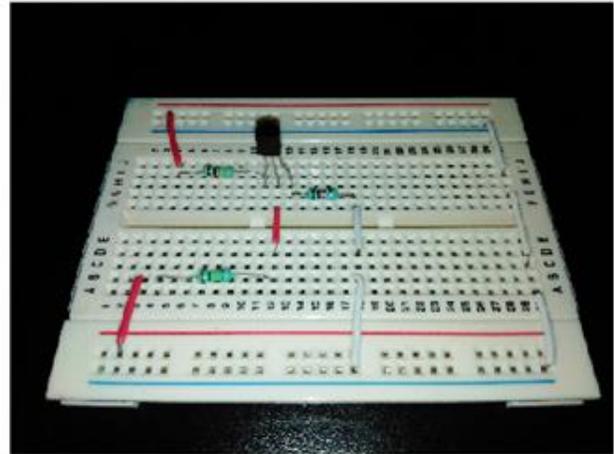
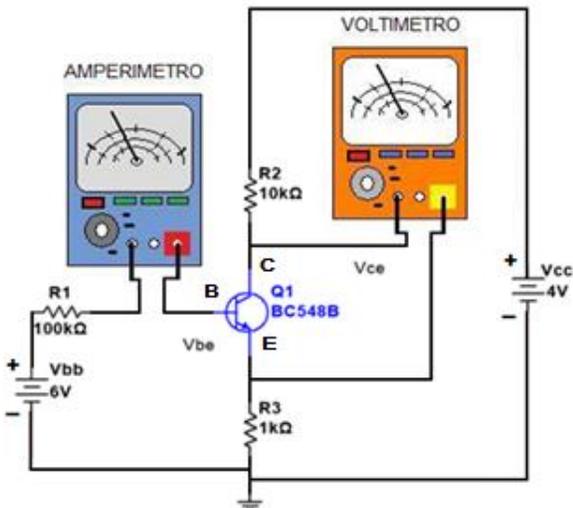


Figura 37 Polarización inversa en la unión colector y en directa en la unión emisora.

Trabajo de laboratorio.

1.- Para cada transistor determinar qué tipo de transistor es (PNP/NPN) y cuáles son sus terminales (base, emisor y colector) usando el multímetro en su función de óhmetro.

2.- Para cada transistor realice las mediciones de resistencia (multímetro en su función de óhmetro). Anote las mediciones realizadas entre terminales en las siguientes tablas:

Transistor BC548		Punta negra multímetro	
		Terminal 2	Terminal 3
Punta roja multímetro	Terminal 1		
		Terminal 1	Terminal 3
	Terminal 2		
		Terminal 1	Terminal 2
	Terminal 3		

Tabla 7 Mediciones del transistor BC548.

Transistor BC558		Punta roja multímetro	
		Terminal 2	Terminal 3
Punta negra multímetro	Terminal 1		
		Terminal 1	Terminal 3
	Terminal 2		
		Terminal 1	Terminal 2
	Terminal 3		

Tabla 8 Mediciones del transistor BC558.

Nota: Ver el video de Teoría en la plataforma.

3.- Localice en cada tabla el renglón donde se presenten dos resistencias, la que marca más indica el emisor y la que marca menos indica el colector, si existen más de dos renglones con valores menores a infinito en alguna de las tablas el transistor está dañado.

4.- Si el transistor marca baja resistencia de base a emisor y base a colector teniendo la punta roja en base quiere decir que el transistor es del tipo "NPN", por el contrario si el transistor marca dos bajas resistencias teniendo la punta negra en base, el transistor es del tipo "PNP".

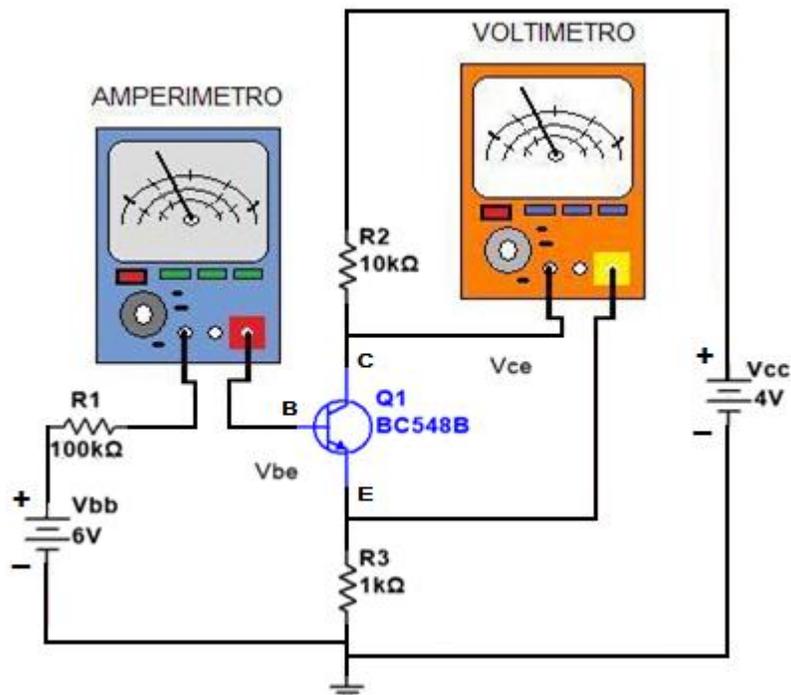
5.- Para conocer el valor de tensión VBE que debe consumir el transistor para poder funcionar, se selecciona el multímetro en su función diodo y repita las mediciones del segundo renglón de las tablas: Tabla 7 y Tabla 8.

Polarización inversa y directa para el transistor BJT tipo NPN

6.- Para el Circuito 24 ajuste y conecte los 2 multímetro y las 2 fuentes.

7.- Anote las mediciones de $I_B = \text{_____ ma}$ y $V_{CE} = \text{_____ Volts}$.

8.- Según los valores medidos, determine en que región está trabajando el BJT.

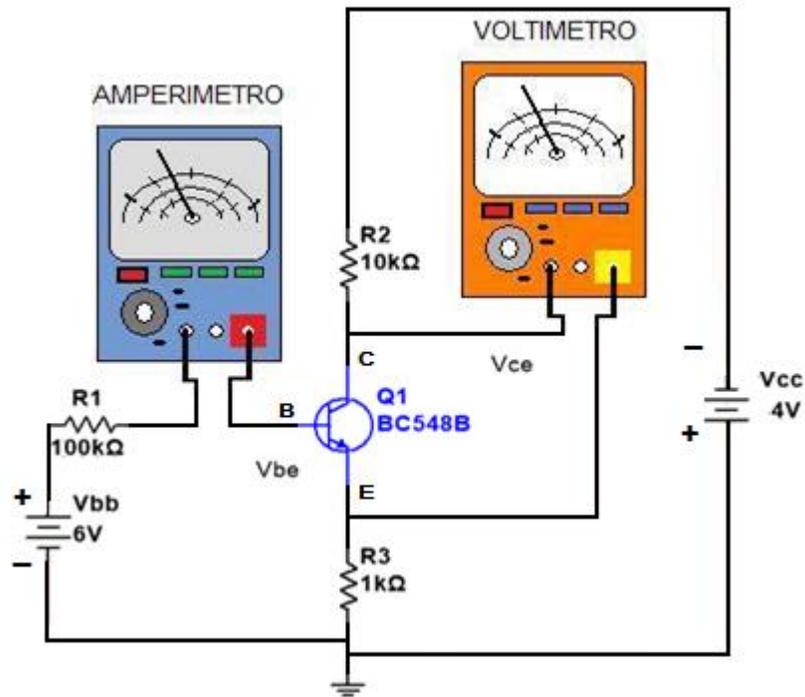


Circuito 24 Polarización inversa en la unión colector y en directa en la unión emisora.

Nota: Ver el video en la plataforma del Transistor en operación activa.

9.- Para el Circuito 25 ajuste y conecte los 2 multímetros y las dos fuentes.

10.- Repita los puntos 7 y 8.

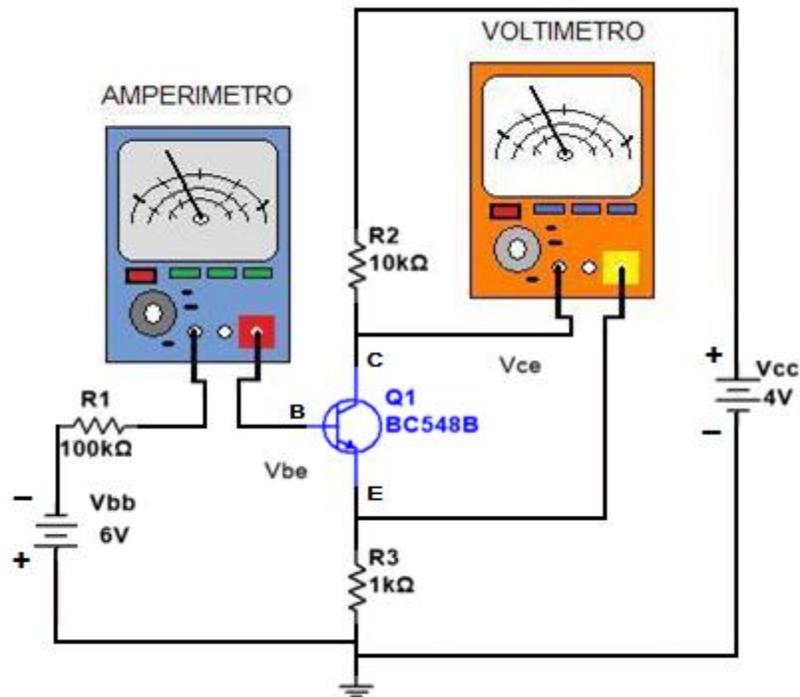


Circuito 25 Polarización en directa en la unión colector y la unión emisora.

Nota: Ver el video en la plataforma del Transistor en operación de saturación.

11.- Para el Circuito 26 ajuste y conecte los 2 multímetros y las dos fuentes.

12.- Repita los puntos 7 y 8.

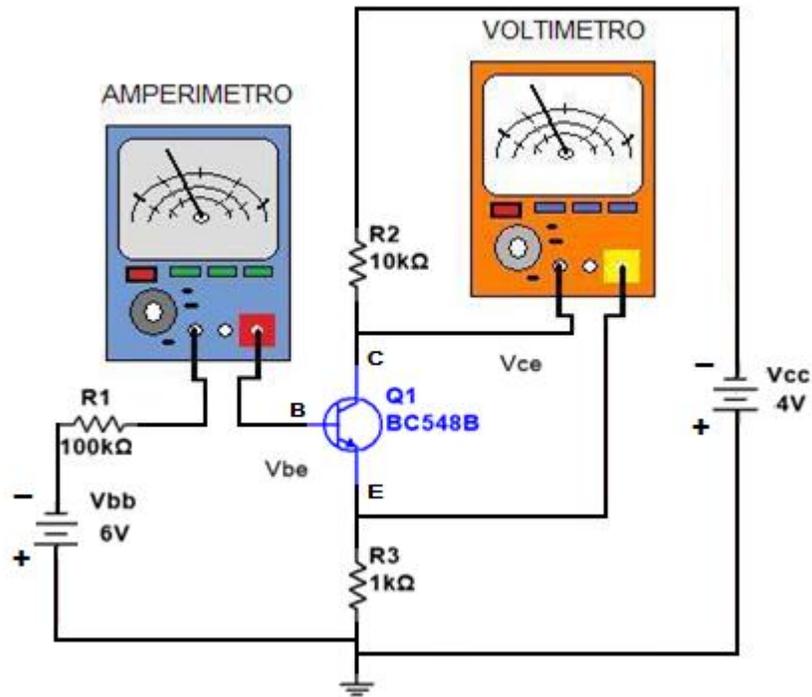


Circuito 26 Polarización en directa en la unión colector y en inversa en la unión emisora.

Nota: Ver el video en la plataforma del Transistor en operación activo-inverso.

13.- Para el Circuito 27 ajuste y conecte los 2 multímetros y las dos fuentes.

14.- Repita los puntos 7 y 8.



Circuito 27 Polarización inversa en la unión colector y emisora.

Bibliografía.

Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica*. México: Pearson Educación.

García Burciaga de Cepeda, M., & Cepeda Salinas, A. (2010). *Dispositivos electrónicos*. Tomo I y II. Instituto Politécnico Nacional. Carlson A. Bruce.(2001) *Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales*. México: Ed. Thomson Learning.

Comer, D., & Comer, D. (2005). *Diseño de circuitos electrónicos*. México: Limusa Wiley.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. (2008) *Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos*. México: UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón.

PRÁCTICA VII Aplicación del BJT.

Objetivo.

Construirá circuitos amplificadores, reguladores y de potencia usando el transistor BJT, para aprender su funcionamiento en una aplicación real.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el uso del transistor BJT como amplificador de tensión.

Identificar el uso del regulador integrado LM7805.

Identificar el uso del transistor BJT como regulador de voltaje.

Procedimentales.

Usar la protoboard para alambrear circuitos amplificadores, reguladores y de potencia.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente y a las personas que lo rodean, compromiso ético.

Introducción.

Cuando se trata de amplificadores, se necesitan circuitos cuya configuración esté en la región activa y tengan ganancia de voltaje y ganancia de corriente, esto se logra a través de una polarización de emisor común (Figura 38). La señal de entrada V se acopla a la base mediante un condensador, y la señal de salida V se acopla a la carga mediante un condensador, la señal amplificada de salida se invierte, lo que equivale a que esté desfasada 180° respecto a la tensión de entrada.

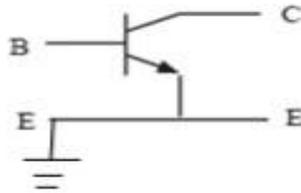


Figura 38 Transistor BJT en emisor común.

Un amplificador actúa de una forma para DC y de otra para AC, es por ello que se debe recurrir a sus modelos equivalentes para su análisis, ya que por ejemplo, para DC los capacitores son circuitos abiertos, y para su análisis en AC se encuentran en corto circuito (Figura 39).

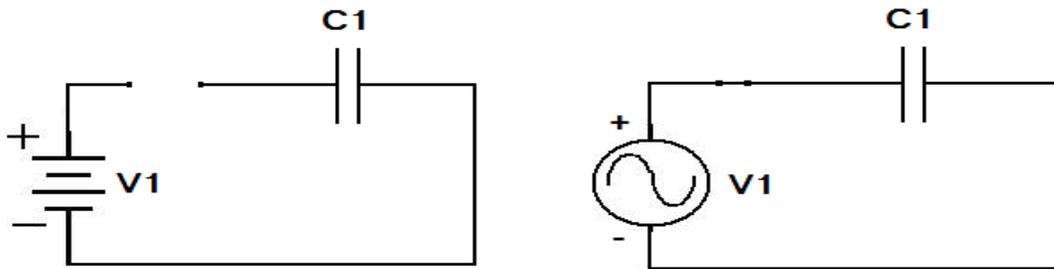


Figura 39 Capacitor en DC y capacitor en AC.

El transistor bipolar de unión fue durante mucho tiempo el dispositivo más importante de la industria electrónica, su gama de aplicaciones es tan amplia que abarca desde la alimentación hasta el tratamiento de señales analógicas y digitales, ejecutando funciones de acoplamiento, amplificación y filtrado y esto tanto para pequeña señal, como para aquellas que portan gran cantidad de energía.

Nota: Ver el video de Teoría en la plataforma.

Equipo.

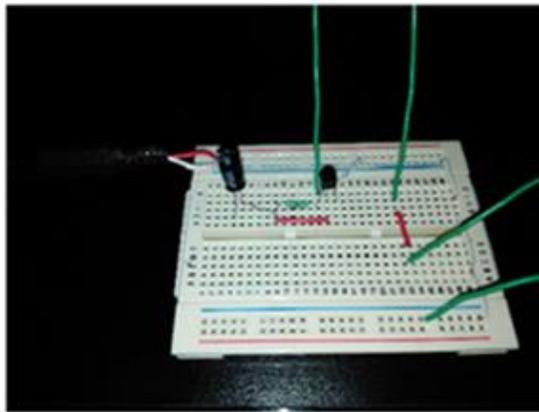
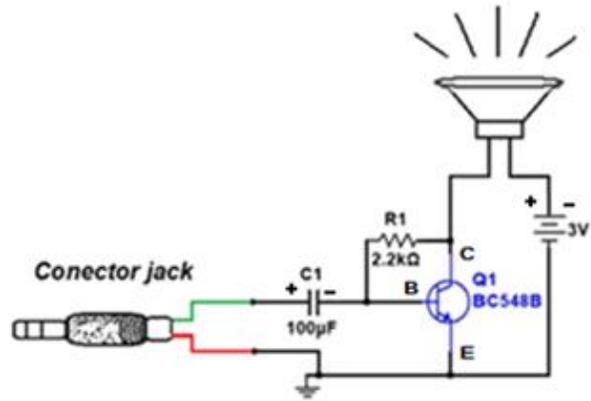
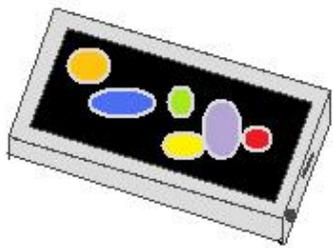
Nombre	Especificación
Fuente DC y puntas para fuente	
Multimetro con puntas	

Material.

Nombre	Descripción	Cantidad
Capacitor	Electrolítico 100 μ F a 25 v	1
Regulador	LM7805CT	1
Resistor	2.2 k Ω a ½ watt	5
Resistor	10 k Ω a ½ watt	5
Resistor	330 Ω	5
Transistor	TIP41C	1
Motor	DC de 5 a 12 volts	1
Dispositivo electrónico.	Carga a 5 VDC	1
Bocina	Tipo comun a 9v	1
Conector USB A hembra	Soldado en terminales 4 y 1	1

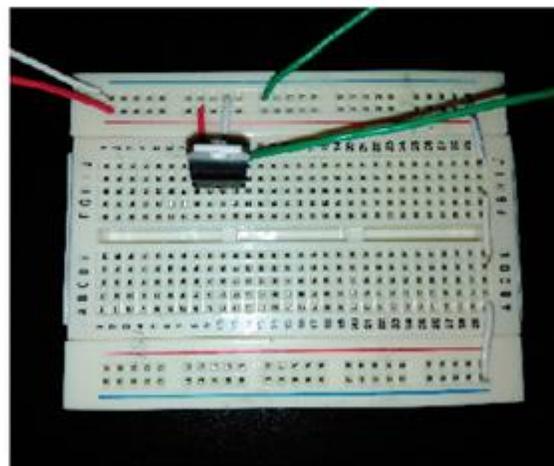
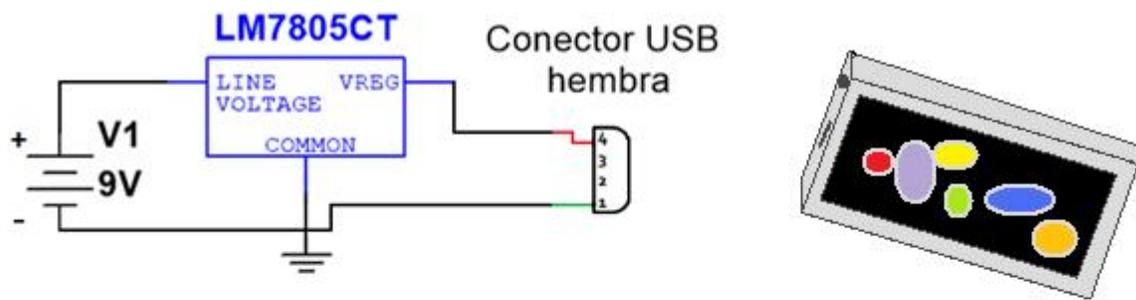
Previo.

- 1.- ¿Qué es y cómo se mide el punto Q?
- 2.- Explique el funcionamiento:
 - a) Motor de C.D.
 - b) Conector Jack.
 - c) Bocina.
- 3.- ¿Qué se entiende por ganancia de voltaje?
- 4.- Investigue las especificaciones del regulador LM7805CT en el data sheet.
- 5.- Investigar la especificaciones del transistor TIP41C.
- 6.- Arme los siguientes circuitos: Circuito 28, Circuito 29 y Circuito 30.



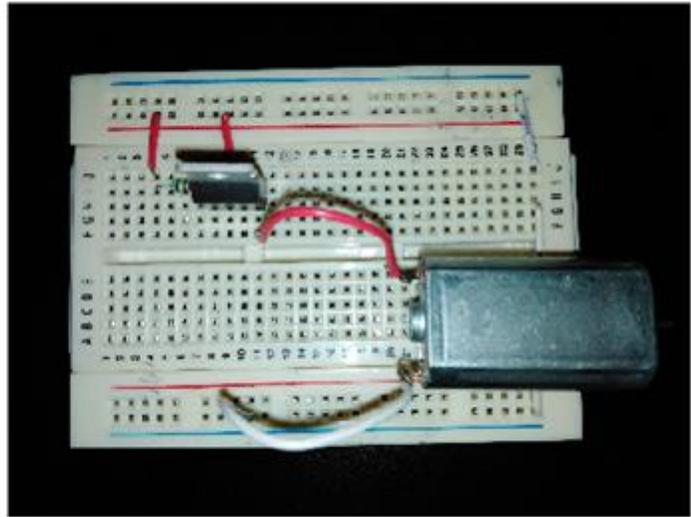
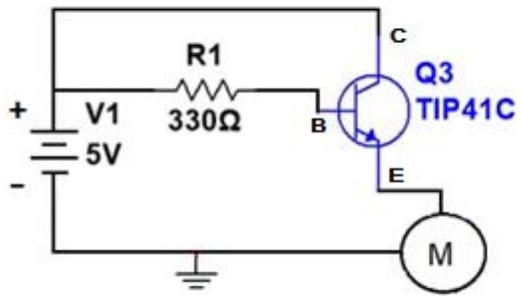
Circuito 28 Amplificador de audio.

NOTA: Mida el voltaje el voltaje de la salida antes de conectar el dispositivo (celular).



Circuito 29 Regulador de voltaje.

NOTA: Mida el voltaje de salida antes de conectar el dispositivo (celular).



Circuito 30 Regulador de corriente.

NOTA: Mida la corriente a la salida antes de conectar el motor.

Trabajo de laboratorio.

AMPLIFICADOR DE SEÑAL PEQUEÑA CON BJT.

- 1.- Para el Circuito 28 conecte la fuente con 3v.
- 2.- Mida la corriente entre el conector Jack y el capacitor.
- 3.- Mida la corriente "Ic" abriendo el circuito entre la salida de R1 y la salida en el colector.
- 4.- Mida la corriente "Ib" abriendo el circuito entre la salida de C1 y la salida en la base del colector.
- 5.- Haga el cálculo de la $\beta = I_c / I_b$.

REGULADOR DE VOLTAJE CON CIRCUITO INTEGRADO.

- 1.- Para el Circuito 29 conecte la fuente con 9 volts.
- 2.- Con el multímetro mida el voltaje que sale del conector USB hembra, en las terminales 4 y 1.
- 3.- Coloque el conector USB macho al USB hembra y de ahí hacia el dispositivo a cargar.
- 4.- Observe el comportamiento de la fuente al conectar el dispositivo.
- 5.- Determine si esta aplicación sirve para cargar un celular.

CONTROL DE MOTOR CON TRANSISTOR DE POTENCIA BJT.

- 1.- Para el Circuito 30 conecte la fuente con 5 volts.
- 2.- Conecte el motor en el circuito, con una terminal hacia la tierra lógica, y la otra terminal en el emisor del Transistor TIP41C.
- 3.- Observe el comportamiento del motor al conectarlo en el circuito.

Bibliografía.

Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). Electrónica. México: Pearson Educación.

García Burciaga de Cepeda, M., & Cepeda Salinas, A. (2010). Dispositivos electrónicos. Tomo I y II. Instituto Politécnico Nacional. Carlson A. Bruce.(2001) Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales. México: Ed. Thomson Learning.

Comer, D., & Comer, D. (2005). Diseño de circuitos electrónicos. México: Limusa Wiley.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. (2008) Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos. México: UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón.

PRÁCTICA VIII El transistor efecto de campo (JFET).

Objetivo.

Analizar la configuración del transistor JFET de tipo N y P, usando circuitos electrónicos, fuente de poder y multímetro para aprender su funcionamiento en sus diferentes formas de operación.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el funcionamiento del transistor de efecto de campo JFET (N y P).

Identificar el tipo del transistor de efecto de campo JFET (N y P).

Identificar las terminales del transistor de efecto de campo JFET (Drain, Source y Gate).

Identificar las configuraciones del transistor de efecto de campo JFET (N y P).

Identificar las regiones de operación del transistor de efecto de campo JFET (N y P).

Procedimentales.

Usar el multímetro para identificar las terminales del JFET (compuerta, drenador y surtidor).

Armar circuitos electrónicos para identificar las configuraciones de operación del transistor JFET usando fuentes de poder y multímetro.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente y a las personas que lo rodean, compromiso ético.

Introducción.

Un JFET es un transistor con tres terminales denominadas compuerta (Gate), drenador (Drain) y fuente o surtidor (Source). La corriente fluye por su canal el cual se encuentra entre los terminales de drenador y surtidor, y está controlada por la tensión aplicada entre el terminal de puerta y el de surtidor. Hay dos tipos de JFET: el de canal N y el de canal P (Figura 40).

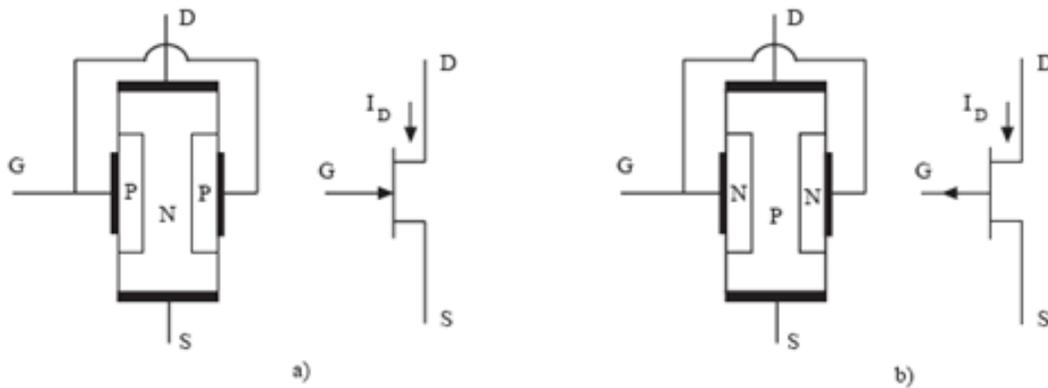


Figura 40 Estructura y símbolo de JFET.

En la Figura 41 se representan las curvas características del JFET de canal N donde se observa que existe una región próxima al origen, denominada región óhmica, y otra región más alejada en la que las curvas son rectas casi horizontales, que se denomina región de saturación.

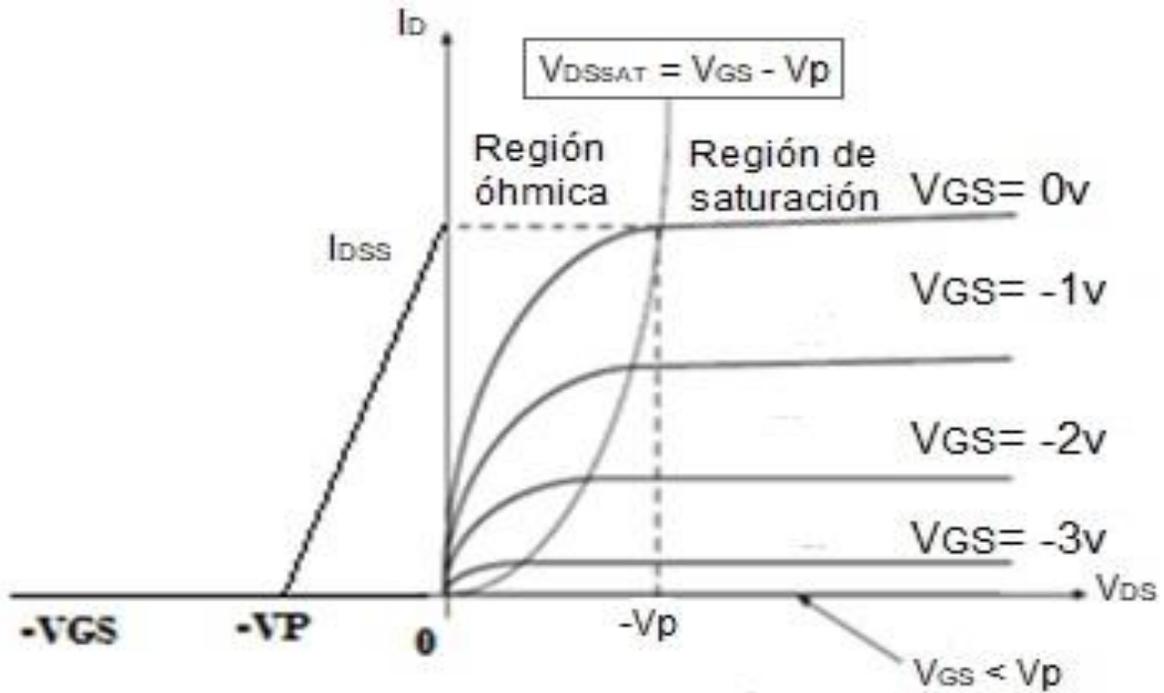


Figura 41 Curva característica del canal "N".

Los transistores del tipo JFET se han convertido en la herramienta más dúctil en el diseño tanto de circuitos analógicos como digitales debido a sus notables características eléctricas que le permiten un bajo consumo de potencia y altos niveles de integración.

En la Figura 42, se observa la apariencia física y la representación simbólica del JFET 2N5457.

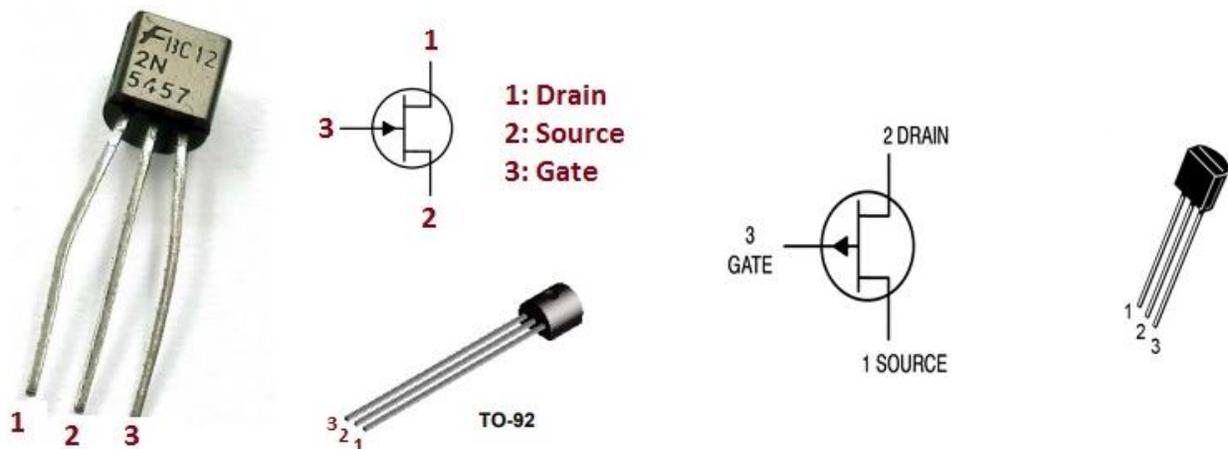


Figura 42 Estructura y simbología del JFET 2N5457 y 2N5462.

Equipo.

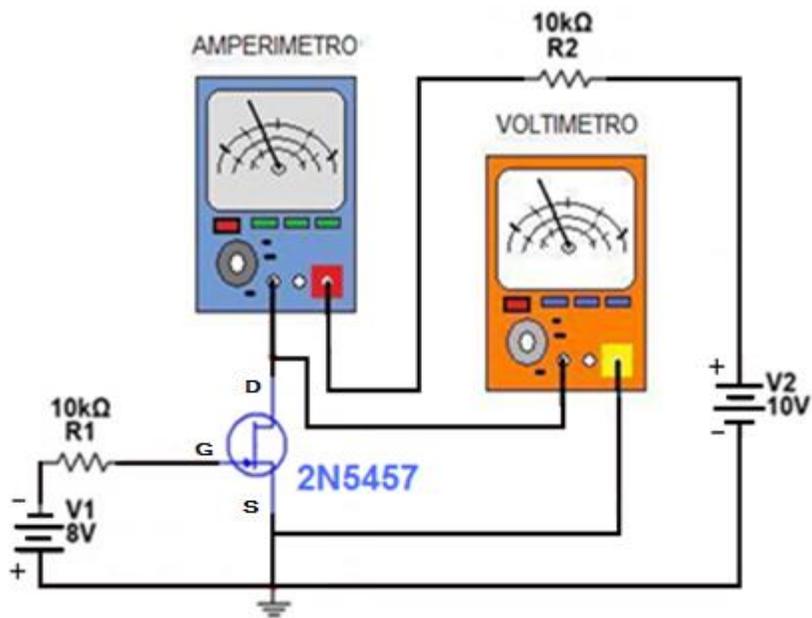
Nombre	Especificaciones
Fuente de poder de DC	Puntas para fuente
Multímetro	

Material.

Nombre	Descripcion	Cantidad
Transistor	2N5462	1
Transistor	2N5457	1
Resistor	10 k Ω a ½ watt	5
Resistor	1 k Ω a ½ watt	5

Previo.

- 1.- Copiar la tabla de especificaciones del transistor 2N5462.
- 2.- Copiar la tabla de especificaciones del transistor 2N5457.
- 3.- Investigar el nombre de las regiones de operación de JFET.
- 4.- investigar el nombre de algunas formas de alimentar un JFET.
- 5.- Arme los siguientes circuitos: Circuito 31, Circuito 32 y Circuito 33.



Circuito 31 Polarización fija.

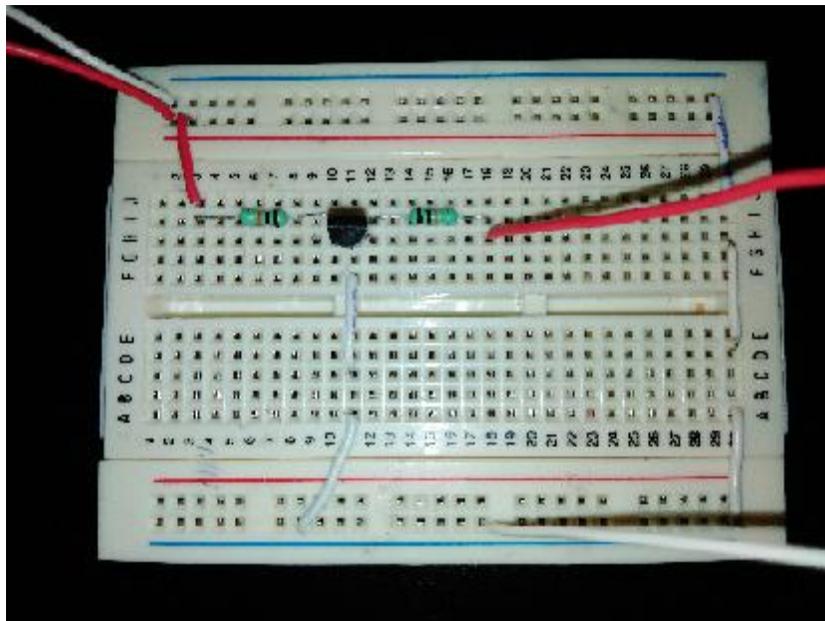
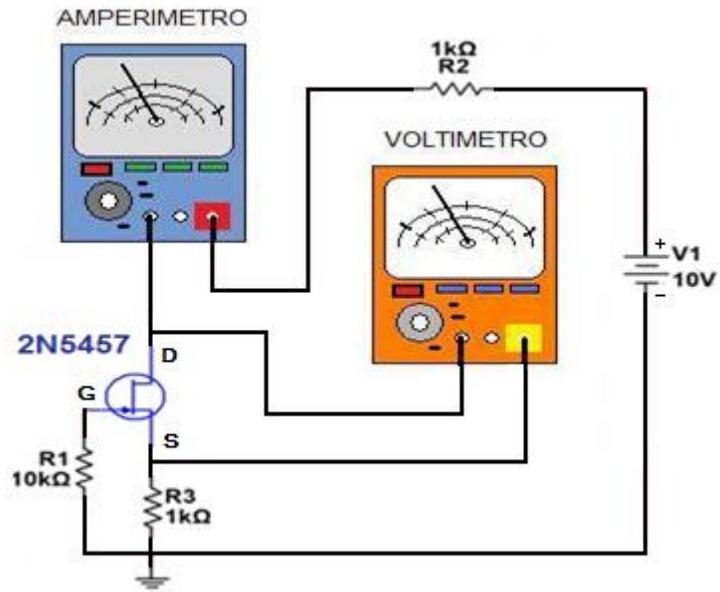


Figura 43 Modelado del circuito de Polarización fija.



Circuito 32 Autopolarización.

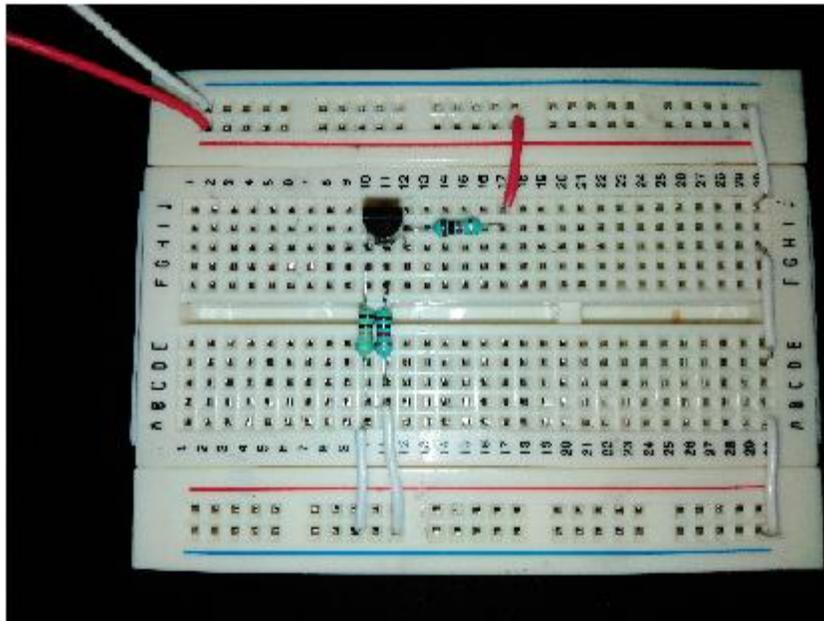
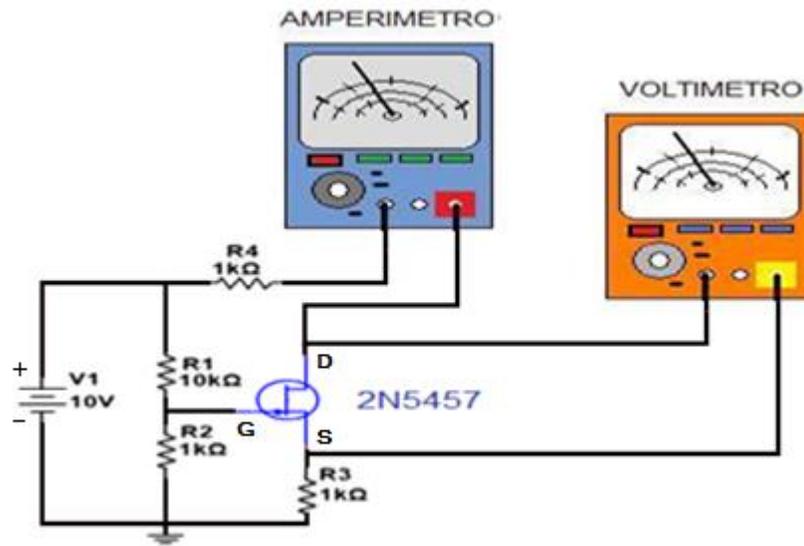


Figura 44 Modelado del circuito de Autopolarización.



Circuito 33 Polarización por divisor de voltaje.

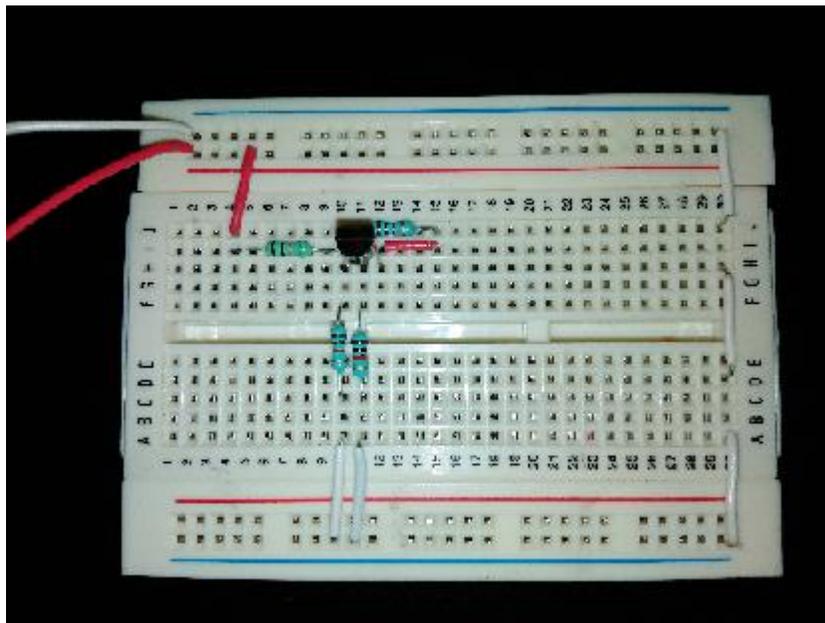


Figura 45 Modelado del circuito de Polarización por divisor de voltaje.

Trabajo de laboratorio.

1.- Para cada transistor realice las mediciones de resistencia (multímetro en su función de óhmetro). Reporte las mediciones realizadas entre terminales en las siguientes tablas.

2N5457 canal N		Punta negra <u>multímetro</u>	
		Terminal 2	Terminal 3
<u>Punta roja</u> <u>multímetro</u>	Terminal 1		
		Terminal 1	Terminal 3
	Terminal 2		
		Terminal 1	Terminal 2
	Terminal 3		

Tabla 9 Resultados del JFET 2N5457.

2N5462 canal P		Punta roja <u>multímetro</u>	
		Terminal 2	Terminal 3
<u>Punta negra</u> <u>multímetro</u>	Terminal 1		
		Terminal 1	Terminal 3
	Terminal 2		
		Terminal 1	Terminal 2
	Terminal 3		

Tabla 10 Resultados del JFET 2N5462.

Identifique el renglón de las tablas en donde se encuentran dos valores de resistencia menores a infinito. El renglón que haya registrado lecturas menores a infinito nos indica la terminal que es la compuerta del JFET. Posteriormente identifique la lectura más baja de las tablas, el transistor JFET marca una sola lectura baja de surtidor a drenador, colocando la punta roja en el drenaje y la negra en el surtidor.

Nota: Ver el video de Teoría para apoyo a la práctica.

Polarización del transistor JFET canal N.

- 1.- Del Circuito 31, ajuste y conecte el multímetro y las 2 fuentes.
- 2.- En la Tabla 11 anote las dos mediciones del multímetro.
- 3.- Según los valores medidos anote en que regiones se encuentra trabajando el JFET 2N5457.
- 4.- Grafique los datos obtenidos en la gráfica (Figura 41 de la introducción).

V_{DS}	
I_D	

Tabla 11 Resultados de la polarización fija.

- 5.-Del Circuito 32, ajuste y conecte el multímetro y la fuente.
- 6.- En la Tabla 12 anote las dos mediciones del multímetro.
- 7.- Según los valores medidos anote en que regiones se encuentra trabajando el JFET 2N5457.
- 8.- Grafique los datos obtenidos en la gráfica (Figura 41 de la introducción).

V_{DS}	
I_D	

Tabla 12 Resultados de la autopolarización.

- 9.-Arme el Circuito 33, ajuste y conecte el multímetro y la fuente.
- 10.- En la Tabla 13 anote las dos mediciones de los multímetros.
- 11.- Según los valores medidos anote en que regiones se encuentra trabajando el JFET2N5457.

12.- Grafique los datos obtenidos en la gráfica (Figura 41 de la introducción).

V_{DS}	
I_D	

Tabla 13 Resultados de polarización por divisor de voltaje.

Bibliografía.

Boylestad, Robert L, Nashelsky, Louis, Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, 10ma Edición, Editorial Pearson, México 2010.

Burciaga de Cepeda Margarita. Dispositivos electrónicos, Tomo I y II. Ed. IPN. México 2001.

Carlson A. Bruce. Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales, Ed. Thomson Learning. México 2001.

Comer David. Diseño de circuitos electrónicos, Ed. Limusa Wiley. México 2005.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón, México 2008.

PRÁCTICA IX Aplicaciones del JFET.

Objetivo.

Construirá circuitos amplificadores, reguladores y de potencia usando el transistor de efecto de campo de juntura JFET para aprender su funcionamiento en una aplicación real.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Identificar el uso del transistor JFET como amplificador de tensión.

Identificar el uso del transistor JFET como control de relevador.

Procedimentales.

Usar la protoboard para alambrear circuitos amplificadores, reguladores y de potencia.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda de información confiable, trabajo en equipo, respeto y tolerancia al medio ambiente y a las personas que lo rodean, compromiso ético.

Introducción.

Para cuestiones de diseño y aplicación, deben considerarse algunas de las características del JFET, en contraste con las características del TBJ:

El JFET tiene impedancias de entrada mucho más altas (en la compuerta, debido a que existe un valor resistivo alto en dicha terminal) y corrientes de salida mucho más bajas que los BJT (debido a que existe un valor resistivo bajo en la terminal drenador). La ganancia de voltaje de un BJT es mucho más alta que la de un JFET.

Mientras que el BJT controla una corriente de salida (colector) grande mediante una corriente de entrada (base) relativamente pequeña, el dispositivo JFET controla una corriente de salida (drenaje) por medio de un voltaje de entrada (voltaje de la compuerta) pequeño.

Por norma general, los JFET sólo se utilizan cuando los BJT no son la solución más conveniente, por ejemplo, cuando la corriente de fuga de la base de un BJT es demasiado elevada.

El JFET puede emplearse como un amplificador lineal o como un dispositivo digital en los circuitos lógicos. En aplicaciones de lógica digital, el uso de los JFET es importante, ya que son mucho más rápidos y disipan menos energía. Sin embargo, la mayoría de estas aplicaciones utilizan MOSFET, que presentan impedancias mucho más elevadas incluso que los JFET. Los dispositivos JFET también se utilizan en las aplicaciones de altas frecuencias y en las aplicaciones de acoplamiento (interfases).

Los JFET se pueden utilizar también en circuitos conmutadores, amplificadores, fuentes de alimentación DC, controladores de relevadores, como osciladores, etc.

Un relevador, es un dispositivo que controla el estado de un interruptor mediante una entrada eléctrica. En su interior, posee comúnmente una bobina que al energizarse induce una fuerza magnética que cambia el estado del interruptor para hacer una conexión, esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por un electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta dos o más terminales del relevador.

Existen relevadores con interruptores normalmente abiertos (es decir no permiten el flujo eléctrico) y normalmente cerrados. En la Figura 46 se observa la apariencia física y representación simbólica del relevador MD-12 utilizado en ésta práctica.



Figura 46 Relevador modelo MD-12.

Nota: Ver el video de Teoría, para apoyo en la práctica.

Equipo.

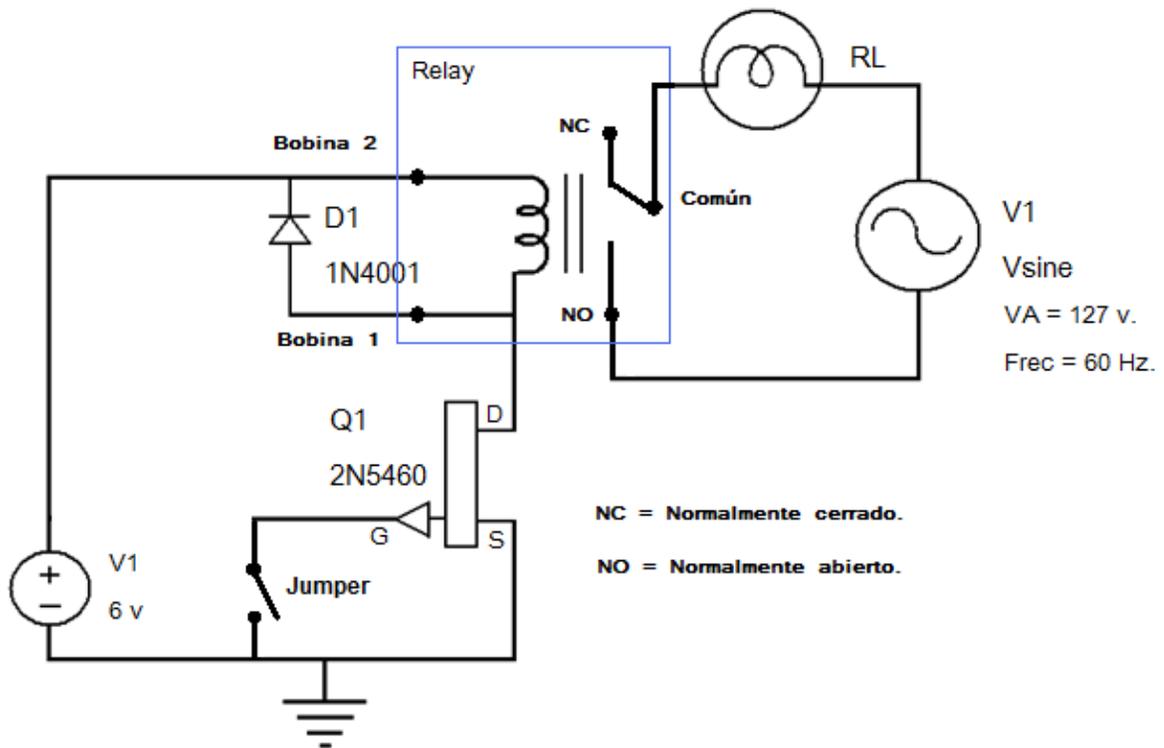
Nombre	Especificaciones
Osciloscopio	Agilent 54621A
Generador de funciones	Agilent 33220A
Fuente de poder	
Multimetro	Fluke 165

Material.

Nombre	Descripcion	Cantidad
Resistor	10 Ω a ¼ watt	5
Resistor	10k Ω a ¼ watt	5
Capacitor	Electrolitico de 100 μ f a 25v	2
Transistor	2n5462, to-92	2
Transistor	2n5457, to-92	2
Diodo	Rectificador 1N4001 a 1 watt	1
Relay	A 5v cd	1
Alambre	Calibre 22 rojo, blanco, negro	1m
Foco	\leq a 100 watts con zóquete y clavija	1

Previo.

- 1.- Investigar la ecuación general para encontrar la corriente I_D , para los JFET.
- 2.- Investigar la configuración que tienen los transistores usados en la práctica.
- 3.- Calcular los voltajes y corrientes que se esperan tener en los circuitos de la práctica.
- 4.- Armar el Circuito 34 y Circuito 35.



Circuito 34 Control con relay.

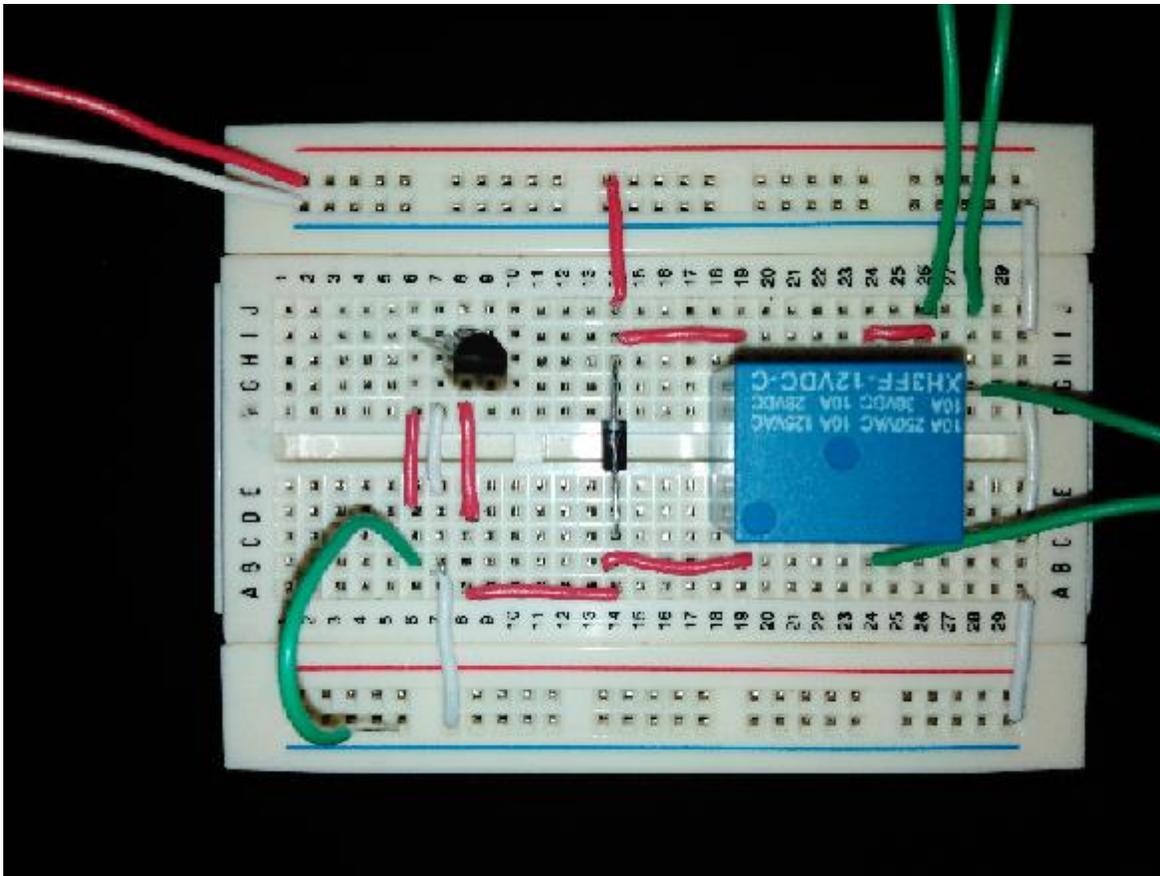
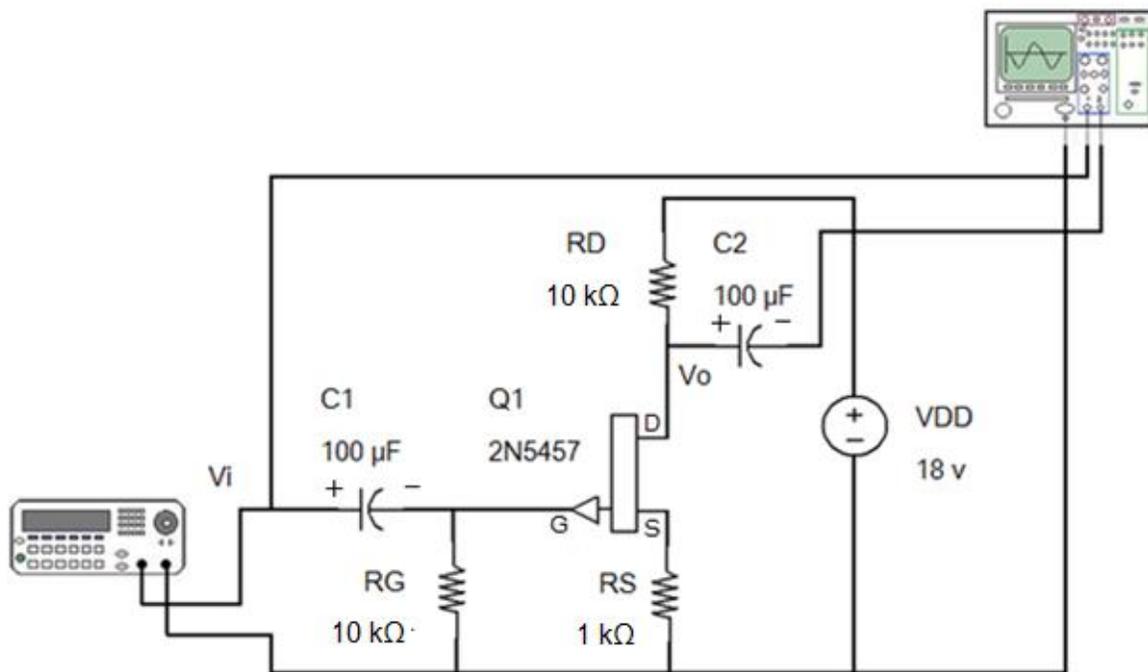


Figura 47 Modelado del circuito Control con relay.



Circuito 35 Amplificador con JFET 2N5457.

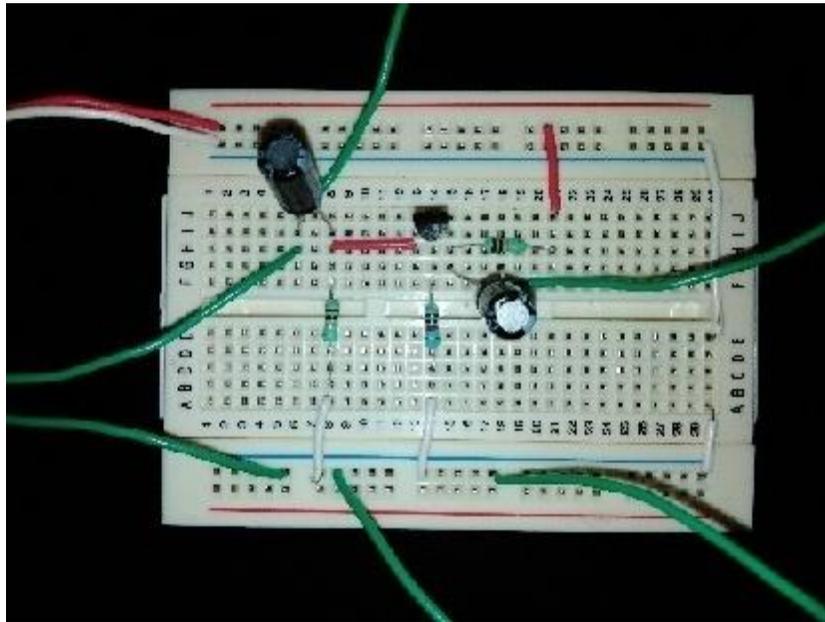


Figura 48 Modelado del circuito Amplificador con JFET 2N5457.

Trabajo de laboratorio.

- 1.- Verificar que la etapa de control del Circuito 34 éste funcionando (conecte / desconecte el jumper para alimentar el relay).
- 2.- Una vez que esté funcionando la etapa de control, conecta en serie el foco con el relay, después con precaución y utilizando la cinta, aisle la línea de alimentación AC.
- 3.- Repite el paso 1 y anote lo que ocurre en el foco
- 4.- Alimente el Circuito 35 con el generador de funciones y la fuente de 18 Vdc.
- 5.- Ajuste el generador de funciones con una señal senoidal de 100mVpp a una frecuencia de 100KHz.
- 6.- Medir la tensión entre el drenador y el surtidor; anote el nombre de la región de operación.
- 7.- Con el canal 1 del osciloscopio mida y grafique a la señal V_i ; con el canal 2 a V_o .
- 8.- Calcule la ganancia $A_v = V_o / V_i$.

Bibliografía.

Boylestad, Robert L, Nashelsky, Louis, Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, 10ma Edición, Editorial Pearson, México 2010.

Burciaga de Cepeda Margarita. Dispositivos electrónicos, Tomo I y II. Ed. IPN. México 2001.

Carlson A. Bruce. Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales, Ed. Thomson Learning. México 2001.

Comer David. Diseño de circuitos electrónicos, Ed. Limusa Wiley. México 2005.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón, México 2008.

PRÁCTICA X El amplificador operacional.

Objetivo.

Conocer algunas características del amplificador operacional.

Objetivos específicos.

Conceptuales.

Conocer el uso del amplificador operacional como un sustractor.

Conocer el uso del amplificador operacional como un amplificador de onda senoidal.

Procedimentales.

Usar el multímetro para medir voltajes y corrientes del amplificador operacional.

Amar circuitos electrónicos usando el amplificador operacional.

Aptitudinales.

Desarrollar habilidades de investigación, resolución de problemas, búsqueda de información confiable, trabajo en equipo, respeto, tolerancia al medio ambiente y a las personas que lo rodean, compromiso ético.

Introducción.

Los amplificadores operacionales (opamp's), se usan en electrónica de baja potencia tanto en aplicaciones analógicas como digitales, sin embargo, hay que recordar que la principal causa de usar un opamp es por sus aplicaciones analógicas que implican realizar tanto circuitos lineales como no lineales. El término amplificador operacional originalmente significó un circuito amplificador usado en computadoras analógicas, para realizar operaciones matemáticas tales como la integración. la diferenciación, suma, resta, etc.

La versatilidad matemática del opamp no está, sin embargo, limitada a este tipo básico de expresiones lineales. Mediante el uso de elementos no lineales, como diodos, relays, switches, semiconductores exponenciales, etc., en sus retroalimentaciones, los amplificadores operacionales pueden ejecutar una gran variedad de funciones. Algunas de las configuraciones básicas de circuitos empleando opamp's son: amplificadores no inversores, inversores, sumadores, restadores, integradores, derivadores, seguidores de voltaje, etc. Algunos de ellos se implementarán y se verificará su funcionamiento durante la presente práctica. Vease Figura 49.

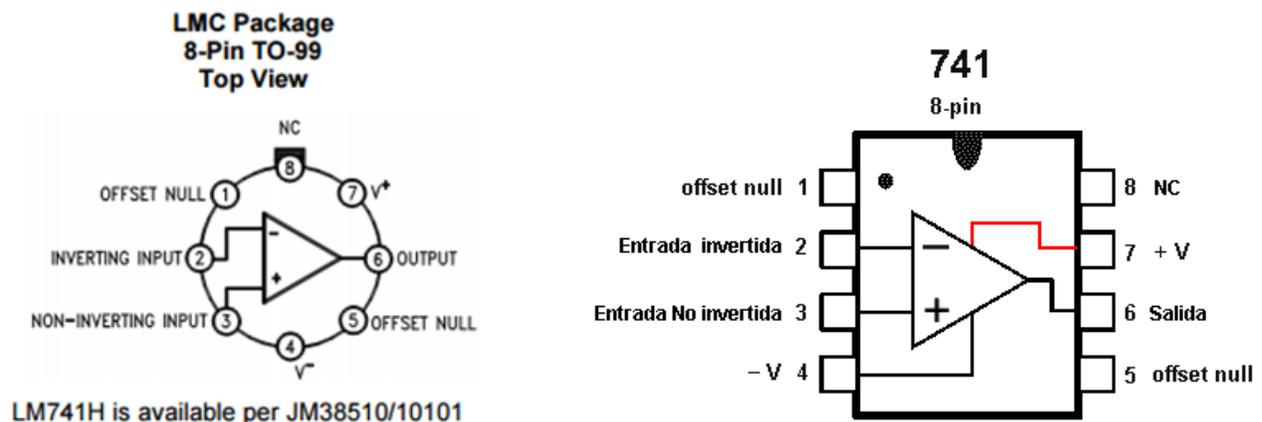


Figura 49 Configuración del LM741H.

Nota: Ver el video de teoría para apoyo en la práctica.

Equipo.

Nombre	Especificaciones
Osciloscopio	Agilent 54621 ^a
Generador de funciones	Agilent 33220 ^a
Fuente de poder	
Multimetro	Fluke 165

Material.

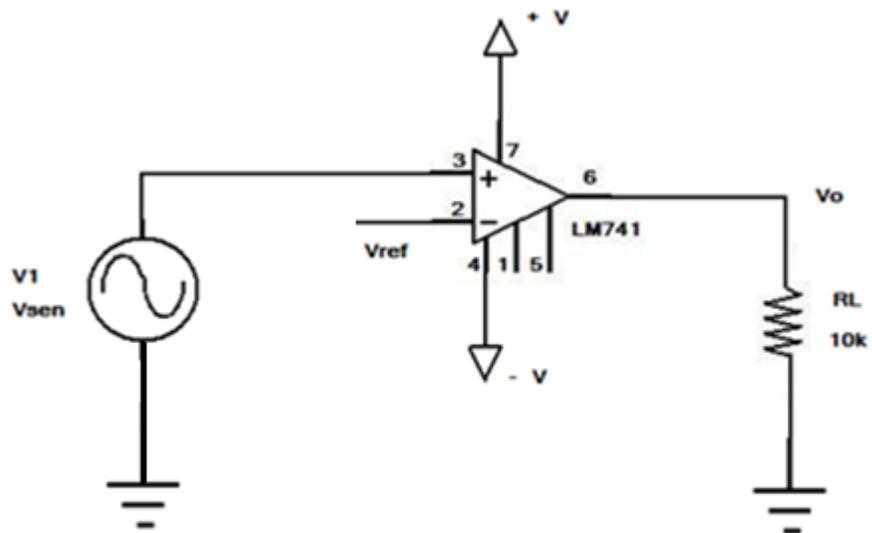
Nombre	Descripcion	Cantidad
Resistencia	1 k Ω a ¼ de watt	5
Resistencia	10 k Ω a ¼ de watt	5
Potenciometro	10 k Ω a ¼ de watt	1
Potenciometro	100 k Ω a ¼ de watt	1
Amplificador operacional	Ua741 ó lm741	2

Previo.

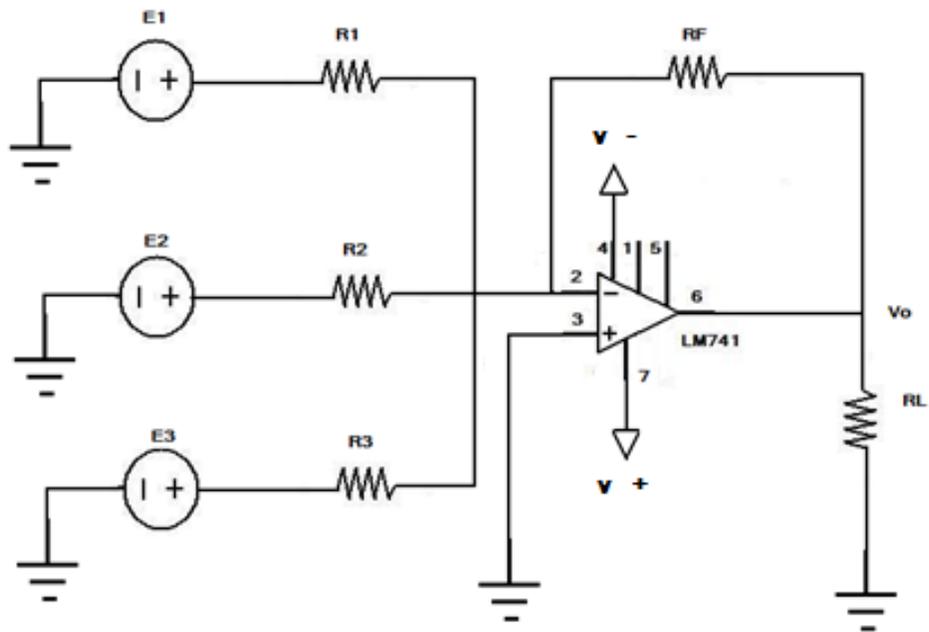
1.- Descargar el datasheet del amplificador operacional LM741 y contestar:

- El número de pin que se debe de alimentar con DC.
- El número de pin donde se conecta la señal de entrada V_i .
- El número de pin donde se obtiene a la señal de salida V_o .

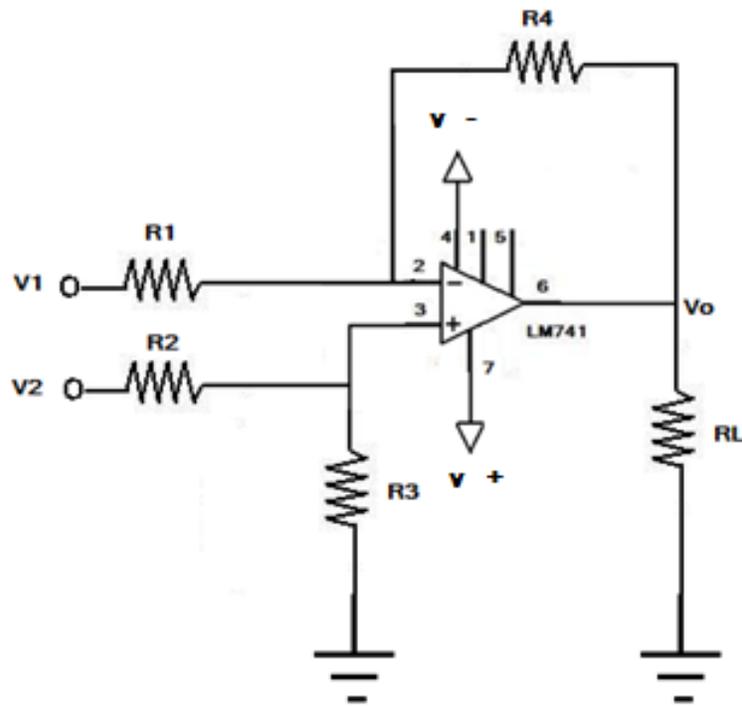
2.- Investigar la ecuación que permite calcular a la señal de salida V_o , en los siguientes circuitos:



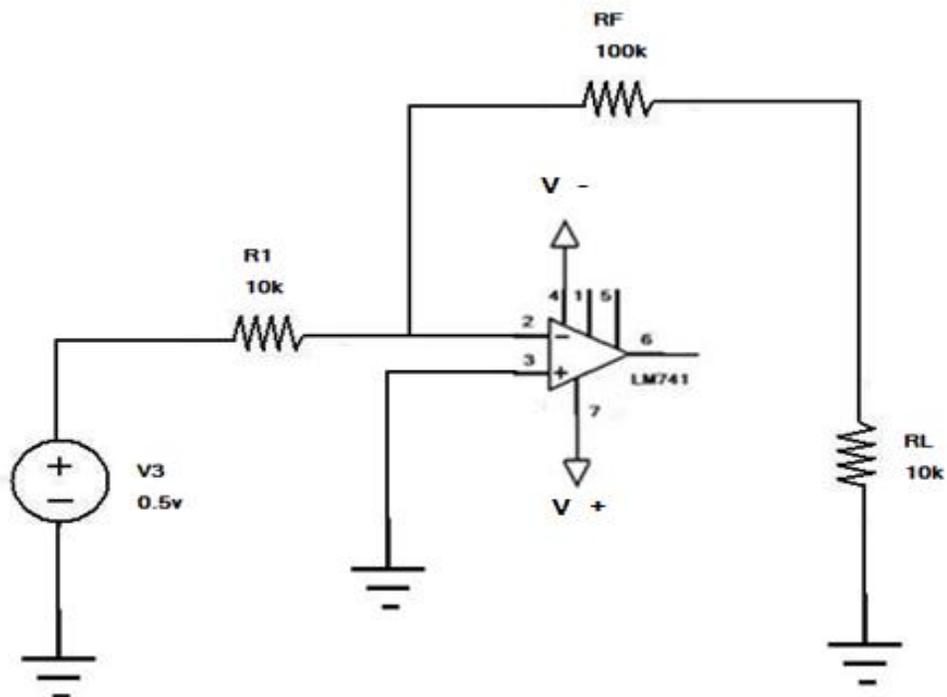
Circuito 36 Comparador.



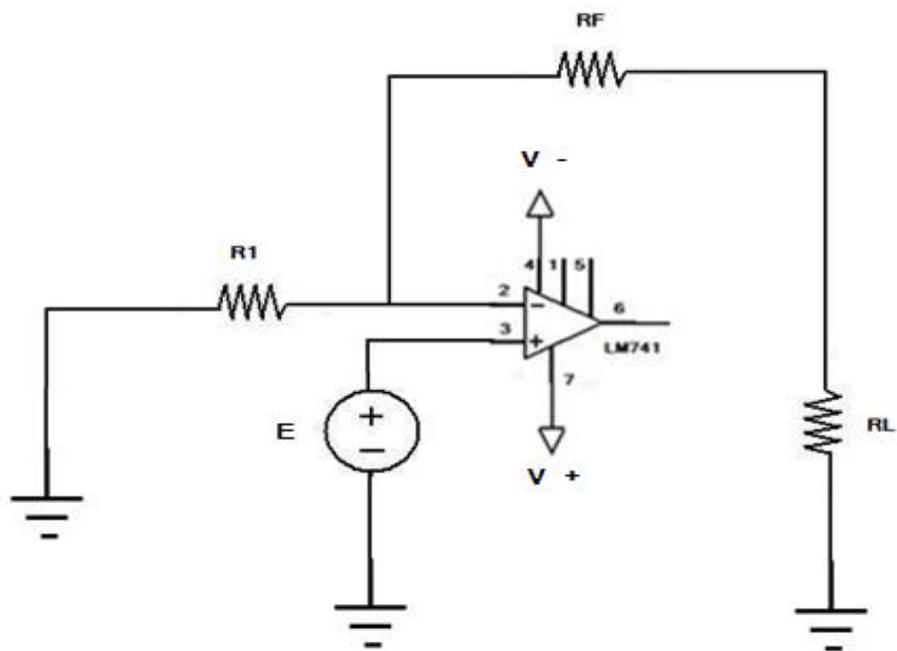
Circuito 37 Sumador inversor.



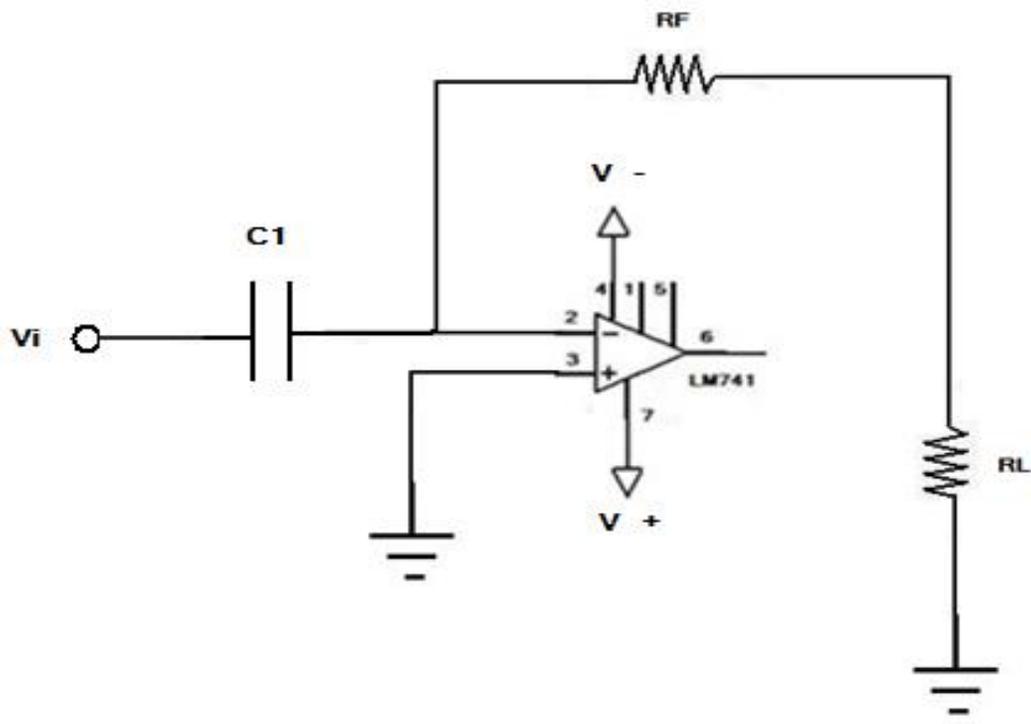
Circuito 38 Sustractor.



Circuito 39 Inversor.



Circuito 40 No inversor.



Circuito 41 Diferenciador.

Notas:

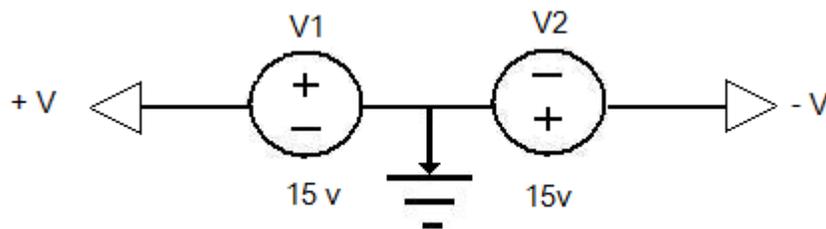
De acuerdo a (Coughlin, 1993) hay algunas recomendaciones de cómo cablear los amplificadores operacionales con base en la experiencia..

- 1.- Realizar todo el cableado con la fuente apagada.
- 2.- Procurar que el alambrado y las terminales de los componentes sean lo más corto posible.
- 3.- Conectar primero las alimentaciones V+ y V- del amplificador operacional. Este es un paso decisivo.
- 4.- Tratar de cablear todos los conductores de tierra a un punto de unión, el común de la fuente de poder. Este tipo de conexión recibe el nombre de tierra en estrella. No use un cable de tierra, podría producirse un lazo de tierra y generarse voltaje de ruido indeseable.
- 5.- Verifique por segunda vez el alambrado antes de aplicarle corriente al amplificador operacional.
- 6.- Conecte voltajes V_i al circuito sólo después que el amplificador tenga corriente.
- 7.- Tome todas las mediciones respecto de tierra; por ejemplo, si una resistencia está conectada entre dos terminales de un circuito integrado, no se conecta un medidor ni un Osciloscopio a las terminales de la resistencia; por el contrario, mida el voltaje en un lado de la resistencia y después en el otro y calcule la caída de voltaje.
- 8.- En lo posible, no utilice amperímetros. Mida en el voltaje como en el paso 7 y calcule la corriente.
- 9.- Desconecte la señal de entrada antes de quitar la corriente directa. De lo contrario podría destruirse el circuito integrado.
- 10.- Estos circuitos integrados resisten mucho el mal uso. Pero nunca invierta la polaridad de las fuentes de DC.
- 11.- Si aparecen oscilaciones indeseables en la salida y las conexiones parecen correctas:
 - a) Conecte un capacitor $0.1\mu\text{F}$ entre la terminal +V del amplificador operacional y tierra y otro capacitor de $0.1\mu\text{F}$ entre la terminal -V del amplificador operacional y tierra.
 - b) Acorte los alambres o conductores.
 - c) Verifique los alambres de tierra del instrumento de prueba, del generador de señal, de la carga y de la fuente de poder; deberán juntarse en algún punto.
- 12.- Los principios anteriores se aplican a todos los circuitos integrados lineales.

Trabajo de laboratorio.

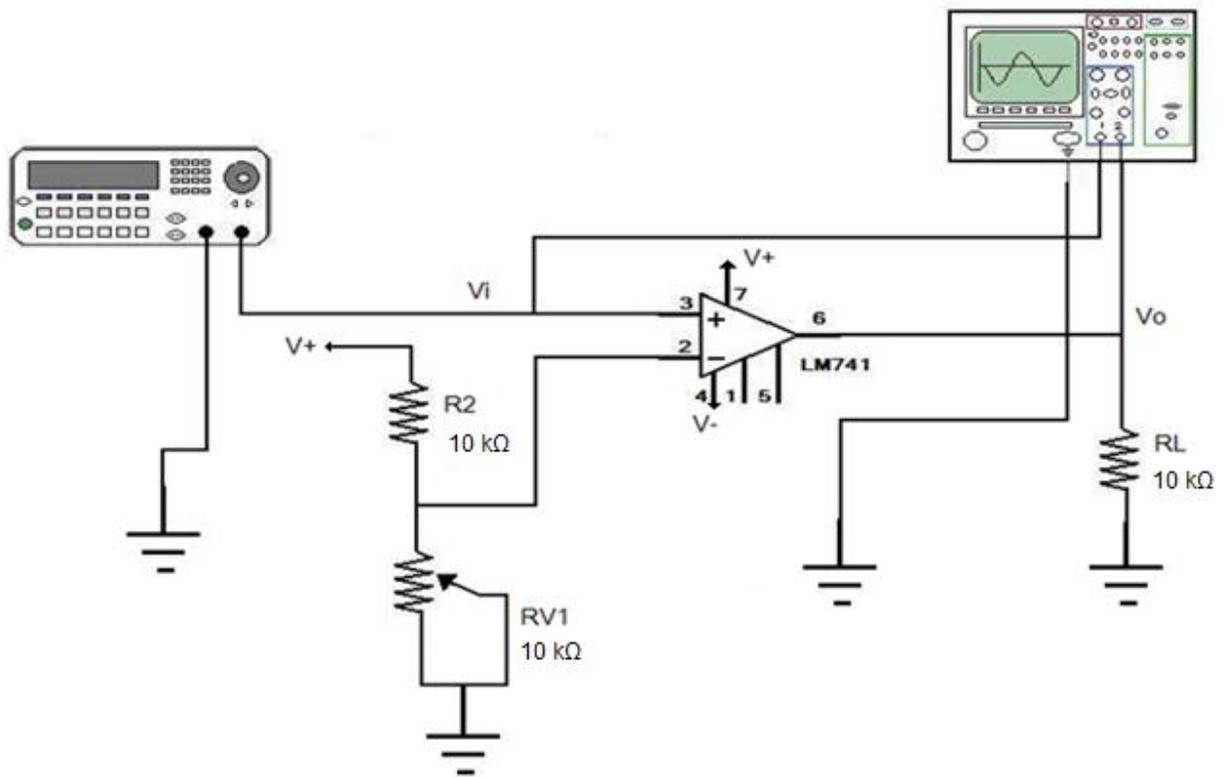
- 1.- Programar ambos canales a 15V.
- 2.- Puentear un canal positivo al negativo en la fuente. Ver Circuito 42.
- 3.- La salida libre positiva es +V, y se conecta al pin 7 del OPAM, la salida libre negativa es -V y se conecta al pin 4 del OPAM.

Los canales puenteados se conectan a la tierra que se eligió en el protoboard.



Circuito 42 Fuente bipolar.

- 4.- Alambrear el Circuito 43.
- 5.- Programar el generador de señales con un voltaje pico de 5V, una frecuencia de 1KHz y forma triangular.
- 6.- Conectar en el canal 1 del osciloscopio a la señal del generador y en el canal 2 la salida del opamp.
- 7.- Compare a las 2 señales y anote si son parecidas.
- 8.- Compare a V_o con V_+ y anote si son parecidas.
- 9.- Variar lentamente el potenciómetro hasta su otro extremo y anote lo ocurrido en V_o .



Circuito 43 Comparador que detecta el cruce por cero de V_i .

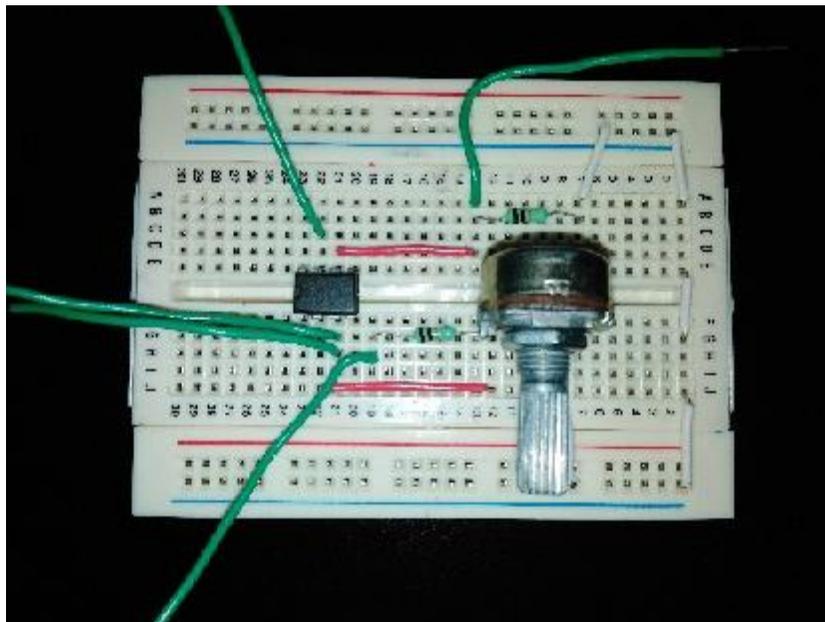
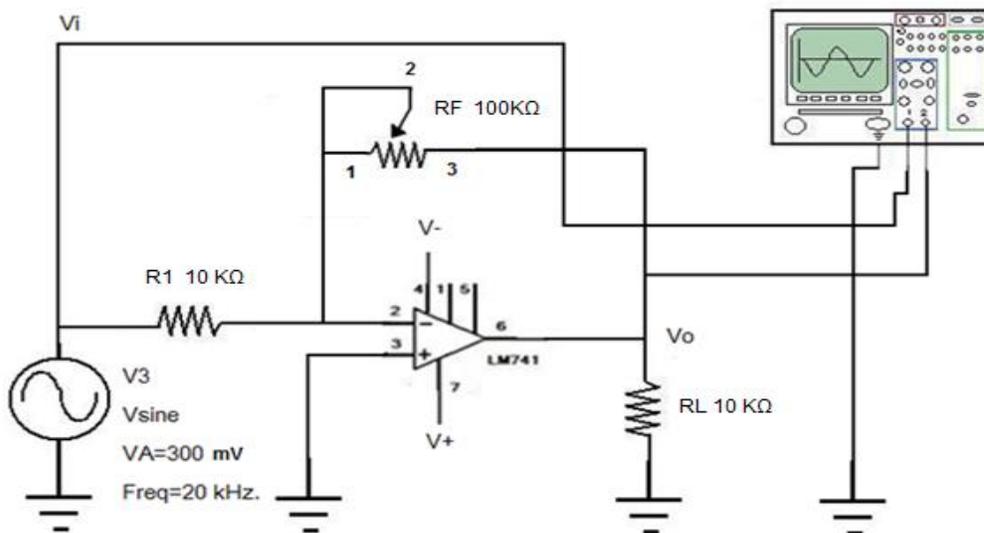


Figura 50 Modelado del circuito comparador que detecta el cruce por cero.

- 10.- Alambrear el ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..
- 11.- Programar el generador de señales con una señal senoidal con voltaje pico $V_p = 300\text{mV}$ y una frecuencia de 1KHz .
- 12.- Conectar el canal 1 a la señal del generador y el canal 2 a la salida del OPAM.
- 13.- Compare a las 2 señales y anote si se parecen.
- 14.- Variar lentamente el potenciómetro hasta su otro extremo y anote lo ocurrido en V_o .



Circuito 44 Amplificador inversor.

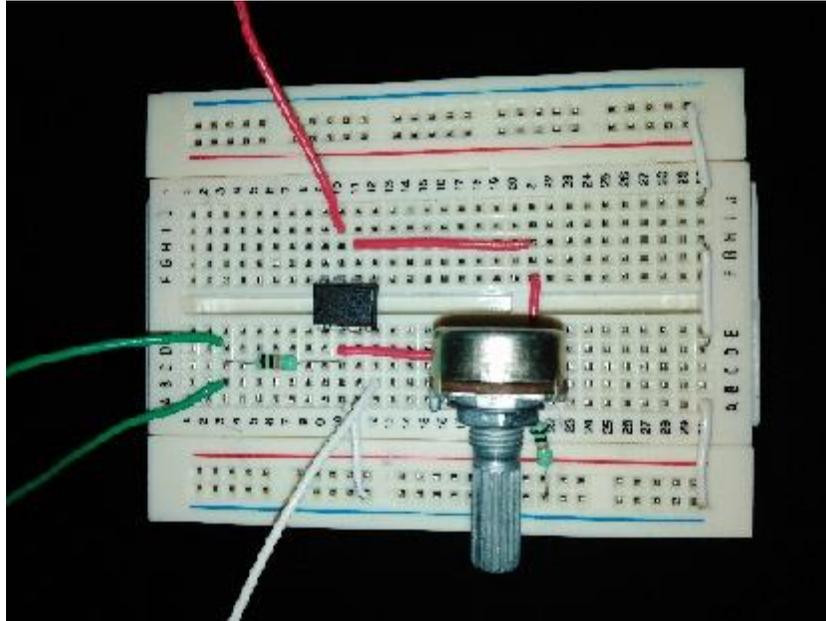


Figura 51 Modelado del Circuito Amplificador inversor.

Bibliografía.

Boylestad, Robert L, Nashelsky, Louis, Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos, 10ma Edición, Editorial Pearson, México 2010.

Burciaga de Cepeda Margarita. Dispositivos electrónicos, Tomo I y II. Ed. IPN. México 2001.

Carlson A. Bruce. Circuitos, Ingeniería, conceptos y análisis de circuitos eléctricos lineales, Ed. Thomson Learning. México 2001.

Comer David. Diseño de circuitos electrónicos, Ed. Limusa Wiley. México 2005.

Manual de Prácticas de Dispositivos Electrónicos de la FES Aragón.

Serrano Fibela, José Rodolfo. Propuesta De Prácticas De Dispositivos Electrónicos UNAM Facultad de Estudios Superiores Aragón, México 2008.

Conclusiones:

Como se pudo verificar en el laboratorio, únicamente se dan a conocer una poca de la alta variedad de componentes eléctricas y electrónicas que existen en el mercado, con la finalidad de diseñar y utilizar como mejor nos convenga. Conforme el alumno curse materias y laboratorios conocerá a mayor profundidad las características de las componentes, las básicas se estudian en las 10 prácticas de laboratorio presentes.

Esperando que el trabajo realizado pueda brindarles ayuda en el curso de la asignatura, se ha redactado de manera transparente, que pueda ser comprendida por el alumno, de igual manera se incluye la bibliografía en cada práctica para poder reducir las dudas que logren surgir.

Las componentes usadas no las desheches, ya que podrias ocuparlas en otras prácticas ó en otros laboratorios más adelante.

Recuerda que el trabajo realizado en los previos es para fortalecer el conocimiento y ayuda a que la actividad se lleve a cabo de mejor manera y también forma parte de la evaluación.