

# FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD

## PRÁCTICAS



M. en C. MARÍA ESTHER GUEVARA RAMÍREZ  
M. en Ca. JOSÉ LUIS NAVARRETE MELÉNDEZ

Revisor Interno: Dr. Sergio Martínez de la Piedra  
Revisor Externo: Dr. José Alfredo Jiménez García



No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado -electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc.-, sin el permiso previo de los titulares de los derechos de propiedad intelectual.

Primera edición: diciembre de 2024

Registro de obra ISBN:978-607-8561-23-0

Publicaciones: UPG, todos los derechos reservados

Impreso en México / Printed in Mexico

Imágenes: Freepik



# CONTENIDO

Práctica 1: Uso básico del Multímetro Digital .....	9
Práctica 2: Uso básico del Osciloscopio y Generador de señales .....	14
Práctica 3: Medición de Resistencias .....	25
Práctica 4: Ley de Ohm.....	33
Práctica 5: Circuitos resistivos serie, paralelo y mixto.....	39
Práctica 6: Carga y descarga de un capacitor. ....	48
Práctica 7: Inducción Electromagnética .....	57
Práctica 8: Aplicación de circuitos RC, RL y RLC.....	61
Práctica 9: Fundamentos del Relevador Eléctrico .....	67

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones de eliminadores .....	11
Tabla 2. Señales medidas en el osciloscopio señal 1 .....	17
Tabla 3. Señales medidas en el osciloscopio señal 2 .....	17
Tabla 4. Señales medidas en el osciloscopio señal 3 .....	18
Tabla 5. Señales medidas en el osciloscopio señal 4 .....	18
Tabla 6. Señales medidas en el osciloscopio señal 5 .....	19
Tabla 7. Señales medidas en el osciloscopio señal 6 .....	19
Tabla 8. Señales medidas en el osciloscopio señal 7 .....	20
Tabla 9. Señales medidas en el osciloscopio señal 8 .....	20
Tabla 10. Señales medidas en el osciloscopio señal 9 .....	21
Tabla 11. Señales medidas en el osciloscopio señal V1.....	22
Tabla 12. Señales medidas en el osciloscopio señal V2.....	22
Tabla 13. Señales medidas en el osciloscopio señal V3.....	23
Tabla 14. Señales medidas en el osciloscopio señal V4.....	23
Tabla 15. Valores teóricos de resistencias de carbón.....	28
Tabla 16. Valores teóricos y medidos de resistencias de carbón .....	28
Tabla 17. Medición para paso 12.....	36
Tabla 18. Medición para paso 13.....	36
Tabla 19. Medición para paso 14.....	37
Tabla 20. Registro de mediciones de circuito serie.....	43
Tabla 21. Registro de mediciones de circuito paralelo .....	44
Tabla 22. Registro de mediciones de circuito mixto .....	45
Tabla 23. Registro de mediciones por método de análisis de malla .....	46
Tabla 24. Código 101 para capacitores .....	49
Tabla 25. Tolerancia para capacitores .....	50

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Símbolo de medida de continuidad .....	10
Figura 2. Símbolo de medida de voltaje directo .....	11
Figura 3. Símbolo de medida de voltaje alterno .....	12
Figura 4. Generador de señales.....	14
Figura 5. Osciloscopio .....	15
Figura 6. Sonda de medición de un osciloscopio.....	15
Figura 7. Código de colores para resistencias .....	25
Figura 8. Código de colores para una resistencia de $1k\Omega$ .....	26
Figura 9. Tipos de resistencias .....	26
Figura 10. Medición de resistencia en potenciómetro para el paso 5 .....	29
Figura 11. Medición para paso 8 .....	29
Figura 12. Medición de resistencia para el paso 11 .....	29
Figura 13. Medición de resistencia para el paso 13.....	30
Figura 14. Medición de resistencia para el paso 15.....	30
Figura 15. Medición de resistencia para el paso 18.....	30
Figura 16. Triángulo de la ley de Ohm .....	33
Figura 17. Circuito eléctrico con resistencia.....	34
Figura 18. Medición de voltaje de resistencia en circuito eléctrico.....	35
Figura 19. Medición de resistencia .....	35
Figura 20. Medición de corriente de resistencia.....	36
Figura 21. Circuito Serie.....	39
Figura 22. Circuito paralelo.....	40
Figura 23. Circuito mixto con resistencias .....	41
Figura 24. Divisor de voltaje .....	41
Figura 25. Circuito eléctrico con arreglo serie de resistencias.....	43
Figura 26. Circuito eléctrico con arreglo en paralelo de resistencias.....	43
Figura 27. Circuito eléctrico con arreglo en mixto de resistencias .....	44
Figura 28. Circuito eléctrico con divisor de voltaje.....	45
Figura 29. Circuito para analizar por método de análisis de malla.....	46
Figura 30. Simbología de capacitores .....	49
Figura 31. Representación de los capacitores. ....	50
Figura 32. Comportamiento del voltaje en la carga del capacitor.....	51
Figura 33. Circuito de carga y descarga de un capacitor.....	52
Figura 34. Aspecto físico del circuito de carga y descarga de un capacitor..	53
Figura 35. Medición de la resistencia de la lámpara .....	53

Figura 36. Conexión de osciloscopio para medición de voltaje.....	54
Figura 37. Cierre de circuito para fase de carga .....	54
Figura 38. Registro de carga del capacitor .....	54
Figura 39. Cierre de circuito para fase de descarga .....	55
Figura 40. Descarga de capacitor.....	55
Figura 41. Inductancia mutua. ....	58
Figura 42. Construcción de electroimán .....	59
Figura 43. Relación de potencias .....	62
Figura 44. Circuito RC en serie .....	64
Figura 45. Circuito RC en paralelo.....	64
Figura 46. Circuito RCL en serie .....	65
Figura 47. Construcción de un relé .....	67
Figura 48. Aplicación básica de relevador.....	69
Figura 49. Sistema de encendido y apagado con enclavameinto en relé ...	69

# Introducción

La industria 4.0 busca maximizar la eficiencia y eficacia de las empresas mediante la correcta organización de todos los medios productivos, sin embargo, mucho ayudan los dispositivos eléctricos y electrónicos para lograrlo. Es por esto, que te presentamos en el presente manual una alternativa para poder poner en práctica una serie de actividades para lograr el entendimiento y comprensión de los elementos básicos de la electricidad y electrónica que pueden ser aplicada en entornos de la industria 4.0. Estos elementos, quizás muy básicos, pero los puedes encontrar en tarjetas electrónicas, Controladores Lógicos Programables, control de sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos, en la implementación de control basados en circuitos integrados y microcontroladores.

El manual tiene como propósito presentar y aplicar los conceptos básicos orientados al estudio del control eléctrico y electrónico, se trata de una recopilación de información práctica para el diseño y realización de circuitos eléctricos. El desarrollo de las actividades presentadas en este manual te ayudará a encontrar explicación de los conceptos, reflexiones sobre los principales aspectos asociados a las áreas de la electricidad y la electrónica.

Se pretende, cumplir con dos características: En primer lugar, que su contenido sea de fácil comprensión para que los estudiantes aprendan a realizar circuitos eléctricos y electrónicos. En segundo lugar, que los temas son expuestos y son explicados con un lenguaje sencillo, sin abusar de la terminología técnica.

## Práctica 1: Uso básico del Multímetro Digital



### Objetivo de la práctica

Manejar el multímetro digital, para la medición eléctrica de diferentes eventos.

### Planteamiento del problema

El uso adecuado del multímetro digital es de vital importancia para la medición de las diferentes variables eléctricas que se utilizarán durante todo el curso.

### Resultados del aprendizaje

El alumno aprenderá a manejar correctamente el multímetro digital.



### Marco teórico

#### Corriente eléctrica (I).

La unidad de comente eléctrica es el ampere. Un ampere (A) representa un flujo de carga con la rapidez de un coulomb por segundo, al pasar por cualquier punto. (Tippens, 2020, p. 534).

Se define la corriente en un punto específico y que fluye en una dirección específica como la rapidez instantánea a la cual la carga neta positiva se mueve a través de ese punto en la dirección específica. (Hayt Jr, Kemmerly, 2012, p. 12).

La corriente se representa por I o i, entonces:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

#### Voltaje (V).

El voltaje o tensión representa la diferencia de potencial existente entre dos puntos de un circuito eléctrico. Su unidad es el voltio (V).

La tensión entre un par de terminales significa una medida del trabajo que se requiere para mover una carga a través de un elemento. La unidad del voltaje es el volt (V) que es igual a  $1^J/C$  o sea  $E/q$  y se representa por V o v. (Hayt Jr, Kemmerly, 2012, p. 14).

#### Resistencia (R).

La resistencia (R) se define como la oposición a que fluya la carga eléctrica. Aunque la mayoría de los metales son buenos conductores de electricidad, todos ofrecen cierta oposición a que el flujo de carga eléctrica pase a través de ellos. La unidad de media de la resistencia eléctrica es el ohmio ( $\Omega$ ), y su aparato de medida el ohmímetro (Tippens, 2020, p. 537).

#### Potencia (P).

Se conoce como potencia eléctrica a la capacidad de transformar la energía eléctrica en otro tipo de energía, por ejemplo, una lámpara incandescente convierte la energía eléctrica en energía luminosa. Entre más rápido sea capaz de realizar esta transformación mayor será la potencia del mismo.

La potencia se representa por P ó p. Si para transportar un coulomb de carga a través del dispositivo se gasta 1 Joule de energía, entonces la tasa a la que se gasta la energía para transferir un coulomb de carga por segundo por el dispositivo es un watt. (Hayt Jr, Kemmerly, 2012, p. 15).

Por lo que la potencia absorbida queda definida por:

$$P = VI$$

### Energía (E).

La Energía (denominada E) es la que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, esto permite establecer una corriente eléctrica entre ambos puntos cuando se les pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. Así mismo, la energía es la potencia consumida o proporcionada por un elemento por unidad de tiempo, su unidad de medida es kilowatio-hora.



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 3 Cables de distinto calibre y longitud
- 1 Pila tipo AA
- 1 Pila tipo AAA
- 1 Pila tipo 9V
- 2 Eliminadores o cargadores de voltaje de corriente directa (Diferente voltaje)
- 2 Cables banana-caimán

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital

#### Herramienta.

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta



### Desarrollo

1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Localizar la escala para continuidad del multímetro digital. Ver Figura 1.

**Figura 1**  
Símbolo de medida de continuidad



4. Medir con el multímetro digital la continuidad de tres cables.
5. Registrar en cada caso lo que indica en multímetro.

Cable 1: \_\_\_\_\_ Cable 2: \_\_\_\_\_ Cable 3: \_\_\_\_\_

6. Colocar el multímetro en la escala de resistencia.
7. Medir con el multímetro digital la resistencia a tres cables.
8. Registrar en cada caso lo que indica en multímetro.

Cable 1: \_\_\_\_\_ Cable 2: \_\_\_\_\_ Cable 3: \_\_\_\_\_

9. Colocar el multímetro en la escala de VDC
10. Medir con el Multímetro digital el voltaje de 3 pilas.
11. Registrar en cada caso lo que indica en multímetro.

Pila 1 tipo AA: \_\_\_\_\_

Pila 2 Tipo AAA: \_\_\_\_\_

Pila 3 9V: \_\_\_\_\_

12. Registra en la Tabla 1 las especificaciones de los 2 eliminadores.

**Tabla 1**

Especificaciones de eliminadores (IAC: Corriente Alterna, VAC: Voltaje Alternó, IDC: Corriente directa, VDC: Voltaje directo y F: Frecuencia.)

	ELIMINADOR 1	ELIMINADOR 2
$I_{AC}$		
$V_{AC}$		
$I_{DC}$		
$V_{DC}$		
$F$		

13. Realiza el Cálculo de la potencia de salida máxima en DC para cada uno de los eliminadores.

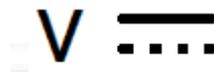
Potencia de eliminador 1: \_\_\_\_\_

Potencia de eliminador 2: \_\_\_\_\_

14. Colocar el multímetro en la escala de voltaje directo (VDC). Ver Figura 2.

**Figura 2**

Símbolo de medida de voltaje directo



15. Medir con el Multímetro digital el voltaje de los 2 eliminadores.
16. Registrar en cada caso lo que indica en multímetro.

Voltaje de salida del eliminador 1: \_\_\_\_\_

Voltaje de salida del eliminador 2: \_\_\_\_\_

17. Colocar el multímetro en la escala de voltaje de corriente alterna,  $V_{AC}$ . Ver Figura 3.

**Figura 3**  
Símbolo de medida de voltaje alterno



18. Medir con el Multímetro digital el voltaje en algunos de los contactos de  $V_{AC}$  de la mesa de trabajo (Importante: Recuerda no tocar las puntas de prueba metálicas con la yema de los dedos)

19. Registrar lo que indica en multímetro.

Voltaje del tomacorriente de AC: \_\_\_\_\_

20. Fin de la práctica.

21. Limpiar el área de trabajo.



### **Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa de los integrantes del equipo de trabajo en la realización de la práctica.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.
3. Producto obtenido.



### **Productos**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Conclusiones
  - c. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



**Notas del Docente**

## Práctica 2: Uso básico del Osciloscopio y Generador de señales



### Objetivo de la práctica

Utilizar el osciloscopio para realizar mediciones en voltaje alterna y voltaje directo, cálculo de frecuencias, así como el utilizar del generador de señales para simular señales eléctricas para la medición.

### Planteamiento del problema

El osciloscopio y el generador de señales son instrumentos básicos de medición en los circuitos eléctricos y electrónicos por lo que es de vital importancia que el alumno aprenda su uso básico.

### Resultados del aprendizaje

El alumno tendrá los conocimientos básicos para el uso del osciloscopio y el generador de señales.



### Marco teórico

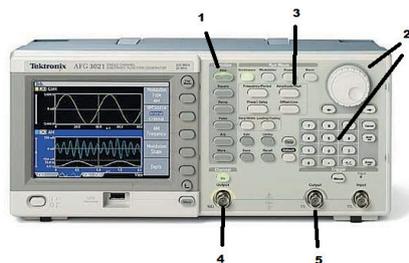
#### Generador de señales.

Un generador de señales es un instrumento que proporciona señales eléctricas. En concreto, se utiliza para obtener señales periódicas (la tensión varía periódicamente en el tiempo) controlando su periodo (tiempo en que se realiza una oscilación completa) y su amplitud (máximo valor que toma la tensión de la señal). Ver Figura 4.

Típicamente, genera señales de forma cuadrada, triangular y la sinusoidal, que es la más usada. Sus mandos de control más importantes son:

1. Selector de forma de onda (cuadrada, triangular o sinusoidal).
2. Selector de rango de frecuencias (botones) y de ajuste continuo de éstas (mando rotatorio). La lectura de la frecuencia en el mando rotatorio es tan sólo indicativa. La medida de tal magnitud debe realizarse siempre en el osciloscopio
3. Mando selector de amplitud sin escala. La amplitud debe medirse en el osciloscopio.
4. Salida de la señal (OUTPUT),
5. Señal estándar llamada TTL (es una señal cuadrada de control).

**Figura 4**  
Generador de señales



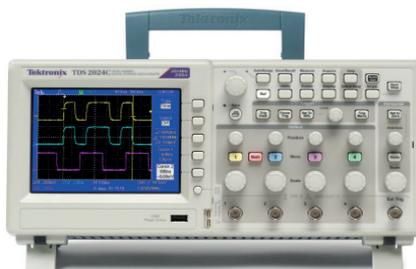
### Osciloscopio.

Es un aparato que permite visualizar tensiones eléctricas que varían en el tiempo. Cuando una señal de tensión es aplicada al terminal de entrada (INPUT) del osciloscopio, en la pantalla del mismo aparecerá una representación gráfica de la tensión en función del tiempo (siempre que los mandos de control del osciloscopio estén bien ajustados). Normalmente, los osciloscopios sólo permiten visualizar señales que son periódicas en el tiempo, pero esto es suficiente en la inmensa mayoría de las aplicaciones, un modelo de osciloscopio se puede observar en la Figura 5.

El osciloscopio no sólo permite visualizar la señal, sino también medir su periodo y su amplitud. Para ello se utilizan las escalas horizontal y vertical situadas en la pantalla. Los mandos adyacentes nos indican a qué cantidad de tiempo o de tensión equivale cada una de las divisiones de dicha escala.

El osciloscopio dispone de un sistema llamado Base de tiempos. Consiste en que, cuando el dibujo de la señal llega al final de la pantalla, comienza de nuevo a dibujarse desde el principio de la misma. Naturalmente, para que el nuevo punto de partida de la señal coincida con el primero, el tiempo que se tarda en dibujar la pantalla completa debe ser un múltiplo entero del periodo de la señal. Sin embargo, esto no siempre ocurre, lógicamente. Por ello existe un control llamado TRIGGER. Éste obliga a la base de tiempos a “esperar” hasta que la señal alcance la posición de partida para volver a dibujarla.

**Figura 5**  
Osciloscopio



Para introducir la señal en el osciloscopio se utilizan las sondas. Éstas se conectan a los conectores BNC, la pinza se conecta a tierra y la punta al punto del conductor donde se quiera visualizar la tensión. La sonda tiene un selector con las posiciones  $\times 1$  y  $\times 10$ . En la posición  $\times 10$  divide la amplitud de la señal por un factor 10, y por tanto hay que multiplicar por 10 la lectura que se haga en el osciloscopio. Ver figura 6.

**Figura 6**  
Sonda de medición de un osciloscopio





### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

N/A

#### Equipo.

- 1 Generador de Funciones
- 1 Osciloscopio c/sonda
- 1 Fuente DC

#### Herramienta.

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta
- 2 Cables banana-caimán



### Equipo y/o medidas de seguridad

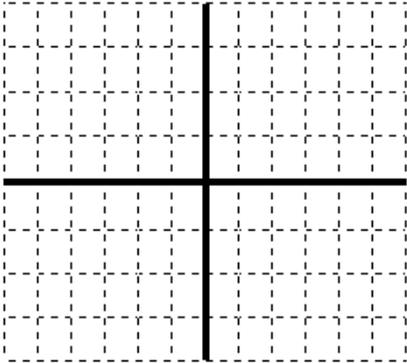
1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.



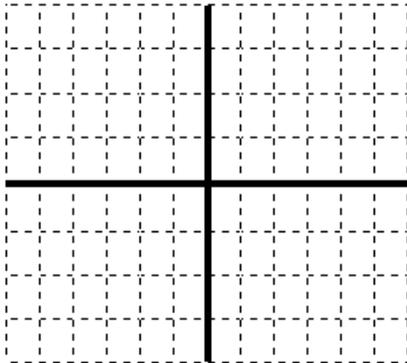
### Desarrollo de la Práctica

1. Encender el osciloscopio.
2. Localizar el trazo del barrido en paralelo al eje horizontal y en ello modifique los controles: INTEN, FOCUS, TIME/DIV, POSICIÓN Y, POSICION X.
3. Conectar la punta del osciloscopio al canal I (canal X) y la punta de medición a la señal de prueba que proporciona el osciloscopio. Observe lo que sucede en el desplegado al modificar los controles del canal I: IME/DIV, VOLTS/DIV y MODE Vertical.
4. Conectar la entrada canal 1 del osciloscopio al generador. Con ayuda del osciloscopio se comprobará que efectivamente se están generando las señales deseadas en el generador de señales. La verificación con el osciloscopio se realizará con el mayor grado de precisión posible y por tanto deberá estimarse el error cometido en cada una de las medidas teniendo en cuenta cuál es el máximo grado de resolución que ha tenido en su medida de acuerdo con la escala que ha empleado.
5. Completa de la Tabla 2 a la Tabla 10 con las señales dadas y dibuja la forma de onda para cada señal indicando la escala de tensión y de tiempo con las señales dadas.
6. Con estos registros calcula la amplitud, el periodo y la frecuencia.

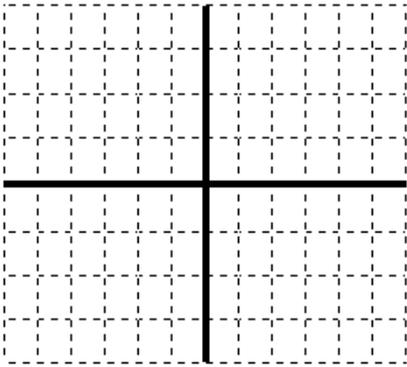
**Tabla 2**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 1

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
1. Sinusoidal	5	100					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

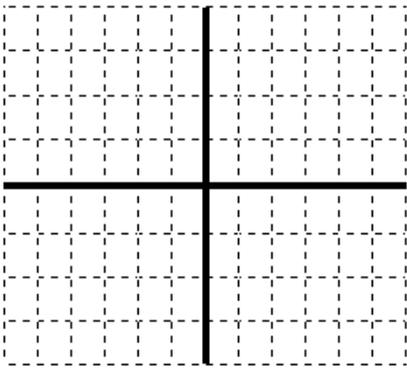
**Tabla 3**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 2

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
2. Sinusoidal	1.5	10K					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

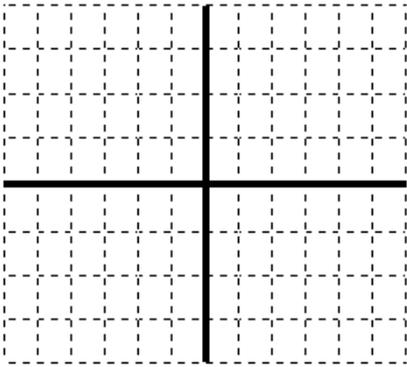
**Tabla 4**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 3

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
3. Sinusoidal	2.2	10					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

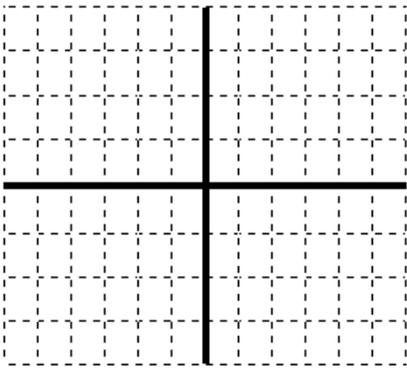
**Tabla 5**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 4

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
4. Triangular	8	1K					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

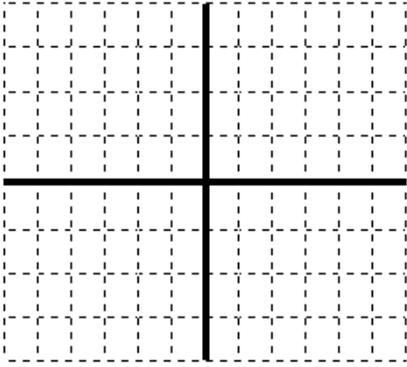
**Tabla 6**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 5

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
5. Triangular	3.5	10.5K					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

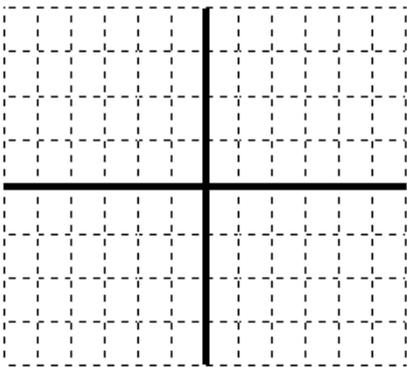
**Tabla 7**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 6

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
6. Triangular	10	60					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

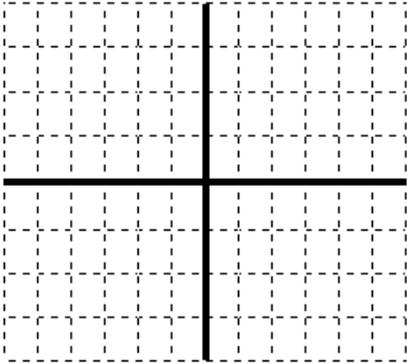
**Tabla 8**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 7

Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
7. Cuadrada	5.5	80					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

**Tabla 9**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 8

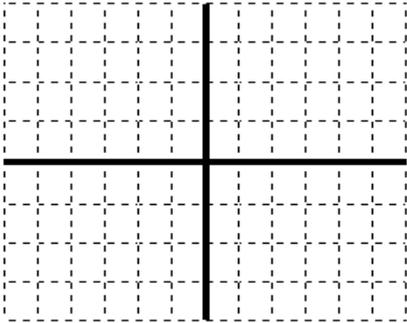
Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
8. Cuadrada	2.5	500K					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

**Tabla 10**  
Señales medidas en el osciloscopio señal 9

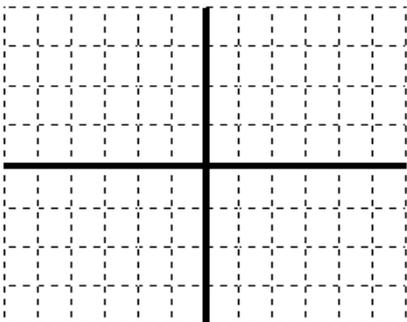
Tipo de Señal del generador de funciones	Vpp	Hz	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Calcula el valor medido de amplitud	Registra la escala en Tiempo (s/Div)	Calcula el valor medido del periodo (T)	
10. Cuadrada	9	1					
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:					Calcula la frecuencia:		

7. Conectar la fuente de alimentación DC.
8. Encender la fuente de alimentación DC y con los botones gire hasta que el indicador muestre 0V.
9. Conectar los cables banana/caimán a la fuente de alimentación (rojo positivo y azul negativo).
10. Conectar la sonda del osciloscopio con los cables de la fuente de alimentación (rojo con pinza y azul con caimán).
11. Configurar el osciloscopio para una medición DC.
12. Girar la perilla de la fuente de alimentación DC hasta que se visualice los siguientes valores y grafique la forma de la señal en el osciloscopio de la Tabla 11 a la Tabla 14.

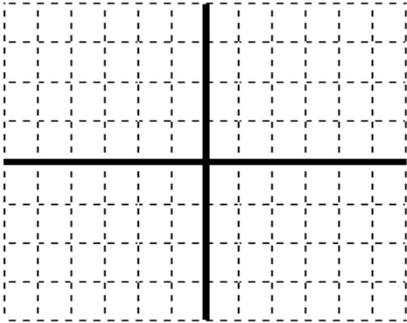
**Tabla 11**  
Señales medidas en el osciloscopio señal V1

Voltaje V1 de la fuente de alimentación:	5V	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Registra la escala en Tiempo (s/Div)
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:			

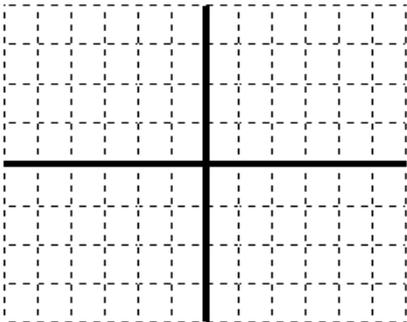
**Tabla 12**  
Señales medidas en el osciloscopio señal V2

Voltaje V2 de la fuente de alimentación:	3.3V	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Registra la escala en Tiempo (s/Div)
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:			

**Tabla 13**  
Señales medidas en el osciloscopio señal V3

Voltaje V3 de la fuente de alimentación:	15V	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Registra la escala en Tiempo (s/Div)
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:			

**Tabla 14**  
Señales medidas en el osciloscopio señal V4

Voltaje V4 de la fuente de alimentación:	9V	Registra la Escala en Tensión (V/Div)	Registra la escala en Tiempo (s/Div)
Dibuja la forma de onda de acuerdo a las escalas de medición seleccionadas:			

13. Fin de práctica.

14. Limpiar el área de trabajo.



### **Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



### **Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Conclusiones
  - c. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



### **Notas del Docente**

## Práctica 3: Medición de Resistencias



### Objetivo de la práctica

Medir de manera correcta la resistencia con las unidades internacionales.

### Planteamiento del problema

Un dispositivo pasivo utilizado en todos los circuitos eléctricos es la resistencia por lo que es necesario que el alumno conozca los tipos e identifique su valor de acuerdo al tipo.

### Resultados del aprendizaje

Al finalizar la práctica el alumno medirá resistencia con las unidades internacionales.



### Marco teórico

Para la medición de las resistencias hay que considerar:

1. La resistencia no debe de tener alimentación.
2. Seleccionar el multímetro en la unidad de  $\Omega$ . Se selecciona la escala adecuada, si tiene selector de escala (si se conoce el valor de la resistencia que se va a medir, escoger la escala más grande). Si no tiene selector de escala seguramente el multímetro escoge la escala automáticamente.
3. Conectar el multímetro en paralelo.

Para conocer el valor de las resistencias de carbón se utiliza la Figura 7.

**Figura 7**  
Código de colores para resistencias

Color	1ª Banda	2ª Banda	3ª Banda	Multiplificador	Tolerancia
Negro	0	0	0	1ohm	
Marrón	1	1	1	10ohm	1% (F)
Rojo	2	2	2	100ohm	2% (G)
Naranja	3	3	3	1Kohm	
Amarillo	4	4	4	10Kohm	
Verde	5	5	5	100Kohm	0.5% (D)
Azul	6	6	6	1Mohm	0.25% (C)
Violeta	7	7	7	10Mohm	0.10% (B)
Gris	8	8	8		0.05%
Blanco	9	9	9		
Oro				0.10	5% (J)
Plata				0.01	10% (K)

En la Figura 8 se tiene la representación de una resistencia común.

**Figura 8**  
Código de colores para una resistencia de 1kΩ



Para obtener el valor de la resistencia de la Figura 8, se considera que:

- La primera banda es el primer dígito y es **marrón=1**
- La segunda es el segundo dígito **negra=0**
- La tercera es la cantidad de ceros **roja=dos ceros**.

Entonces su valor será: 1000 ohm o sea 1KΩ.

### Tipos de resistencias

Existen industrial y comercialmente variedad de resistencias, como ejemplo las que se ilustran en la Figura 9.



Y las podemos clasificar de la siguiente manera:

- Las resistencias fijas son aquellas en las que el valor en ohmios que posee es fijo y se define al fabricarlas. Las resistencias fijas se pueden clasificar en resistencias de usos generales, y en resistencias de alta estabilidad.
- Resistencias variables son resistencias sobre las que se desliza un contacto móvil, variándose así el valor, sencillamente, desplazando dicho contacto. Las hay de grafito y bobinadas, y a su vez se dividen en dos grupos según su utilización que son las denominadas resistencias ajustables, que se utilizan para ajustar un valor y no se modifican hasta otro ajuste, y los potenciómetros donde el uso es corriente
- Las Resistencias especiales son aquellas en las que el valor óhmico varía en función de una magnitud física, por ejemplo, el termistor. Donde:
  - PTC (Positive Temperature Coefficient = Coeficiente Positivo de Temperatura); aumenta el valor óhmico al aumentar la temperatura de ésta.
  - NTC (Negative Temperature Coefficient = Coeficiente Negativo de Temperatura): disminuye el valor ohmico al aumentar la temperatura.

- LDR (Light Dependent Resistors = Resistencias Dependientes de Luz): disminuye el valor óhmico al aumentar la luz que incide sobre ella.
- VDR (Voltage Dependent Resistors = Resistencias Dependientes Voltaje): disminuye el valor óhmico al aumentar el voltaje eléctrico entre sus extremos.



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 1 Resistencia de  $100\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $220\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $470\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $1k\ \Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $68\ k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $1M\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $47k\Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $10k\ \Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $8.2\ k\ \Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de  $100k\ \Omega$  a  $\frac{1}{2}$  watt
- 1 Resistencia de cerámica o cementada de  $10\ k\Omega$  a  $2\ W$  o más
- 1 Resistencia de cerámica o cementada de  $\quad$  a  $2\ W$  o más
- 1 Fotorresistencia (cualquier valor)
- 1 Termistor
- 1 Una resistencia variable de  $100\ k\Omega$  (potenciómetro)
- 1 Protoboard.

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital

#### Herramienta.

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta



### Equipo y/o medidas de seguridad

1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.



**Desarrollo**

1. Completar la tabla 15 usando las resistencias de carbón.

**Tabla 15**  
Valores teóricos de resistencias de carbón

Resistencia	Color 1ra Banda	Color 2da Banda	Color 3ra Banda	Color 4ta Banda	Valor comercial	Tolerancia
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

2. Colocar el multímetro en la escala de Ohm ( $\Omega$ ) para cada una de las resistencias fijas a medir de la tabla 15.
3. Registrar los resultados en la tabla 16.

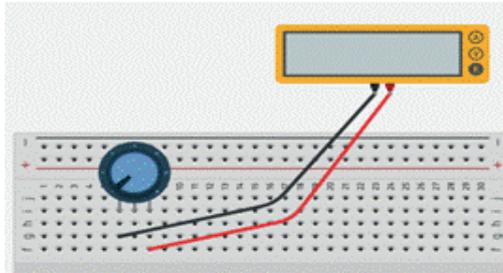
**Tabla 16**  
Valores teóricos y medidos de resistencias de carbón

Resistencia	Valor medido	Valor teórico
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

- Colocar el multímetro en la escala de Ohm ( $\Omega$ ) para la resistencia variable a medir.
- Colocar una punta del multímetro en la terminal derecha de la resistencia variable y la otra en la terminal izquierda.
- Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia la izquierda (Ver Figura 10).

**Figura 10**

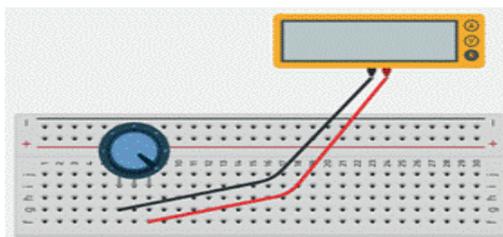
Medición de resistencia en potenciómetro para el paso 5



- Registrar el valor de la resistencia.  $R =$  \_\_\_\_\_
- Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia la derecha (Ver Figura 11).

**Figura 11**

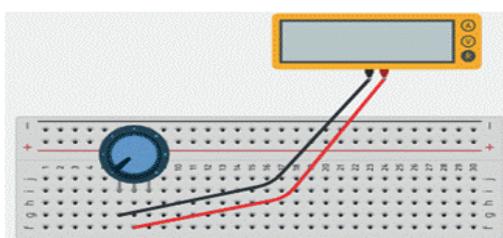
Medición para paso 8



- Registrar el valor de la resistencia.  $R =$  \_\_\_\_\_
- Colocar una punta del multímetro en la terminal central de la resistencia variable y la otra en la terminal izquierda.
- Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia la izquierda (Ver Figura 12).

**Figura 12**

Medición de resistencia para el paso 11

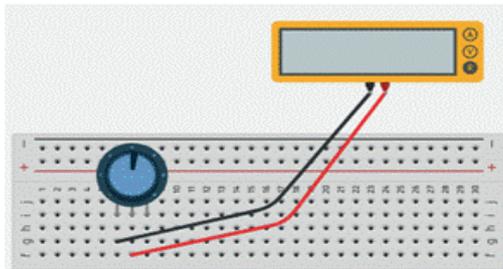


12. Registrar el valor de la resistencia.  $R =$  \_\_\_\_\_

13. Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia el centro (Ver Figura 13).

**Figura 13**

Medición de resistencia para el paso 13

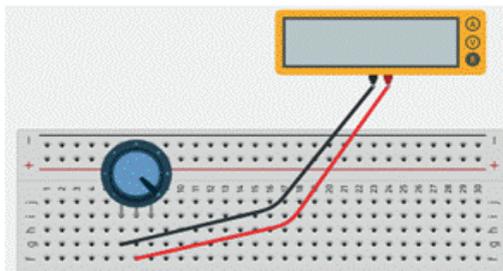


14. Registrar el valor de la resistencia.  $R =$  \_\_\_\_\_

15. Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia la derecha (Ver Figura 14).

**Figura 14**

Medición de resistencia para el paso 15



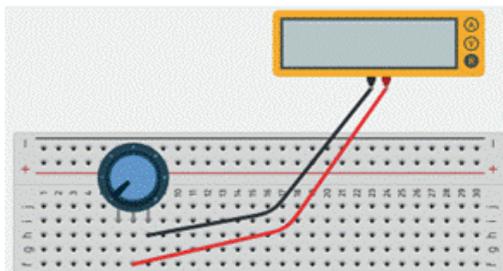
16. Registrar el valor de la resistencia.  $R =$  \_\_\_\_\_

17. Colocar una punta del multímetro en la terminal central de la resistencia variable y la otra en la terminal derecha.

18. Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia la izquierda (Ver Figura 15).

**Figura 15**

Medición de resistencia para el paso 18



19. Registrar el valor de la resistencia.

R = \_\_\_\_\_

20. Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia el centro.

21. Registrar el valor de la resistencia.

R = \_\_\_\_\_

22. Girar la parte móvil de la resistencia variable hacia la derecha.

23. Registrar el valor de la resistencia.

R = \_\_\_\_\_

24. Medir el valor de las dos resistencias de cerámica

R1 = \_\_\_\_\_ R2 = \_\_\_\_\_

25. Tapar la fotorresistencia con una tapa azul, una roja y una negra, en cada caso medir la resistencia

R = \_\_\_\_\_ R = \_\_\_\_\_ R = \_\_\_\_\_

26. Calentar el termistor a 30°, 40° y 50° en cada caso medir la resistencia

R = \_\_\_\_\_ R = \_\_\_\_\_ R = \_\_\_\_\_

27. Fin de práctica.

28. Limpiar el área de trabajo.



### **Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



### **Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Conclusiones
  - c. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



**Notas del Docente**

## Práctica 4: Ley de Ohm



### Objetivo de la práctica

Comprobar la ley de Ohm mediante un dispositivo experimental.

### Planteamiento del problema

La principal ley que rige el análisis de circuitos eléctricos es la Ley de Ohm por lo cual es necesario que el alumno domine esta ley tanto en teoría como en práctica.

### Resultados del aprendizaje

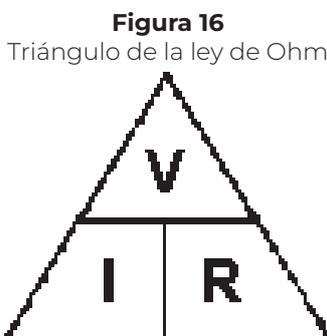
Al finalizar la práctica el alumno comprobará la ley de Ohm mediante un dispositivo experimental.



### Marco teórico

Según Tippens (2020) en la ley de Ohm, Cuanto mayor sea la resistencia  $R$ , tanto menor será la corriente  $I$  para un voltaje dado  $V$ . La unidad de medición de la resistencia es el ohm, cuyo símbolo es la letra griega mayúscula omega ( $\Omega$ ).

Para recordar las tres expresiones de la Ley de Ohm se utiliza el triángulo de la Figura 16.



De allí que:

$$V = I \times R \quad I = V / R \quad R = V / I$$



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 1 Resistencia de  $1K\Omega$
- 1 Resistencia de  $10K\Omega$
- 1 Resistencia de  $100K\Omega$
- 2 Banana-caimán
- 1 Protoboard
- 1 Lámpara tipo arroz 12V

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente DC

#### Herramienta.

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta



### Equipo y/o medidas de seguridad

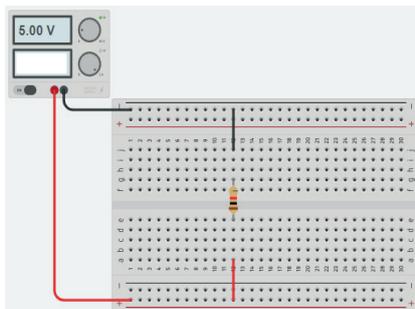
1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.



### Desarrollo

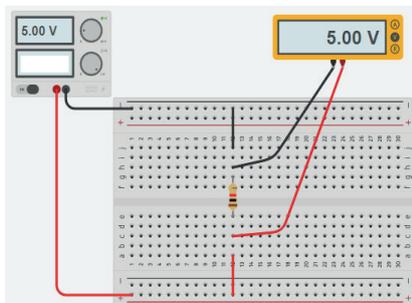
1. Armar el circuito de la Figura 17 con la resistencia de  $1k\Omega$  y un voltaje de alimentación de 5V.

**Figura 17**  
Circuito eléctrico con resistencia



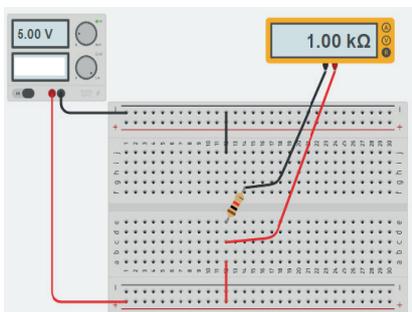
2. Coloca el multímetro en escala de medición de voltaje (V) y mide el voltaje en la resistencia. La medición de voltaje se realiza en paralelo a la carga en el circuito. Ver Figura 18.

**Figura 18**  
Medición de voltaje de resistencia en circuito eléctrico



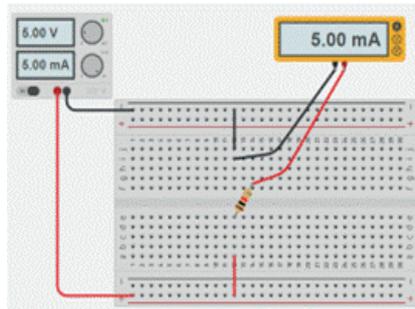
3. Registra el valor medido \_\_\_\_\_
4. Coloca el multímetro en escala de medición de resistencia ( $\Omega$ ) y mide la resistencia en el circuito, la medición de resistencia en un circuito se realiza desconectando la resistencia del circuito. Ver Figura 19.

**Figura 19**  
Medición de resistencia



5. Registra el valor medido: \_\_\_\_\_
6. En escala de medición de corriente directa (A) y mide la resistencia en el circuito, la medición de corriente en la resistencia en un circuito se realiza desconectando la resistencia del circuito y colocando el instrumento en serie (Ver Figura 20).

**Figura 20**  
Medición de corriente de resistencia



7. Registra el valor medido: \_\_\_\_\_
8. De acuerdo a los valores previos medidos de voltaje y resistencia, realiza el cálculo para determinar teóricamente el valor de la corriente eléctrica medida.
9. Registro del valor de corriente teórica calculado: \_\_\_\_\_
10. ¿Los valores de corriente medida y calculado son semejantes? \_\_\_\_\_
11. Con los valores medidos de resistencia, voltaje y corriente, calcula la potencia de la resistencia \_\_\_\_\_
12. Colocar la fuente en 10V<sub>DC</sub>, cambiar la resistencia de 1kΩ por la 10kΩ y repite los pasos 2,3, 4 y 5. Registra los valores obtenidos en la Tabla 17.

**Tabla 17**  
Medición para paso 12

Valor medido de Voltaje	Valor medido de resistencia	Valor medido de corriente	Potencia calculada

13. Colocar la fuente en 10V<sub>DC</sub>, cambiar la resistencia de 10kΩ por la 100kΩ y repite los pasos 2, 3, 4 y 5. Registra los valores obtenidos en la Tabla 18.

**Tabla 18**  
Medición para paso 13

Valor medido de Voltaje	Valor medido de resistencia	Valor medido de corriente	Potencia calculada

14. Colocar la fuente en 12V<sub>DC</sub>, cambiar la resistencia de 10kΩ por la lámpara tipo arroz y repite los pasos 2,3, 4 y 5. Registra los valores obtenidos en la Tabla 19.

**Tabla 19**  
Medición para paso 14

Valor medido de Voltaje	Valor medido de resistencia	Valor medido de corriente	Potencia calculada

15. Fin de la práctica.
16. Limpiar el área de trabajo.



**Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



**Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Conclusiones
  - c. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



**Notas del Docente**

A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for the teacher's notes.

## Práctica 5: Circuitos resistivos serie, paralelo y mixto.



### Objetivo de la práctica

Elaborar circuitos electrónicos, realizando simplificación de los elementos del circuito.

### Planteamiento del problema

Los circuitos serie, paralelo y mixto son la base para la conexión de los elementos de un circuito eléctrico por lo que es importante el análisis y la medición en estos circuitos.

### Resultados del aprendizaje

Al finalizar la práctica el alumno podrá armar circuitos electrónicos, realizando simplificación de los elementos del circuito.



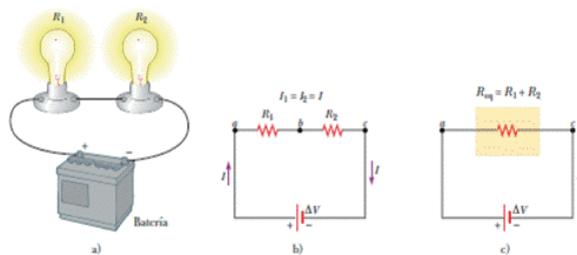
### Marco teórico

#### Circuitos serie de resistencias

Se define un circuito serie como aquel circuito en el que la corriente eléctrica solo tiene un solo camino para llegar al punto de partida (ver Figura 21).

**Figura 21**

Circuito Serie. a) Combinación en serie de dos lámparas de resistencias  $R_1$  y  $R_2$ . b) Diagrama de circuito para un circuito de dos resistores. La corriente en  $R_1$  es la misma que en  $R_2$ . c) Los resistores han sido reemplazados por un solo resistor de resistencia equivalente  $R_{eq} = R_1 + R_2$ .



NOTA: Obtenido de "FÍSICA para ciencias e ingeniería, Volumen 2", Serway, Jewett, 2018, pp 779.

En los circuitos series debemos considerar que:

$$I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

donde  $I$  la corriente de la fuente

$V$  el voltaje de la fuente

$R$  es la resistencia a total

$R_i$  la resistencia a  $i$

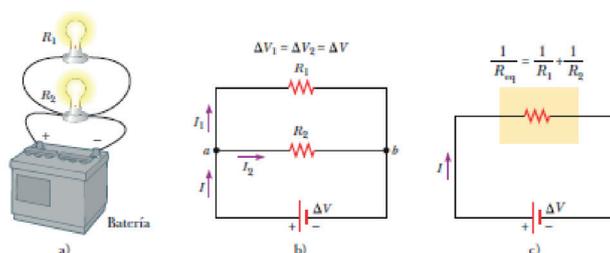
$V_i$  de la resistencia a  $R_i$

### Circuitos Paralelo de Resistencias

Se define un circuito paralelo como aquel circuito en el que la corriente eléctrica se divide en cada nodo. Ver Figura 22.

**Figura 22**

Circuito paralelo. a) Combinación en paralelo de dos lámparas con resistencias  $R_1$  y  $R_2$ . b) Diagrama de circuito para un circuito de dos resistores. La diferencia de potencial en las terminales de  $R_1$  es la misma que la aplicada a  $R_2$ . c) Los resistores han sido reemplazados por un solo resistor de resistencia equivalente.



NOTA: Obtenido de "FÍSICA para ciencias e ingeniería, Volumen 2", Serway, Jewett, 2018, pp 779.

En los circuitos en paralelo debemos considerar que:

Donde, en general:

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

donde  $I$  la corriente de la fuente

$V$  el voltaje de la fuente

$R$  es la resistencia a total

$R_i$  la resistencia a  $i$

$V_i$  de la resistencia a  $R_i$

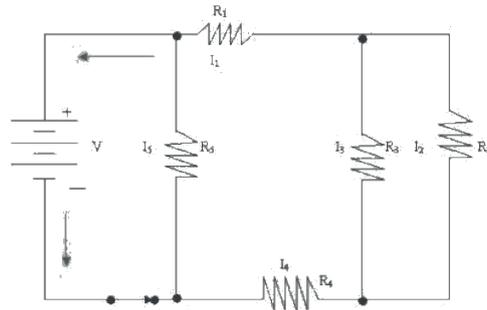
$I_i$  la corriente  $i$  de la resistencia a  $R_i$

### Circuito Mixto de Resistencias

Es una combinación de elementos tanto en serie como en paralelos. Ver Figura 23.

**Figura 23**

Circuito mixto con resistencias

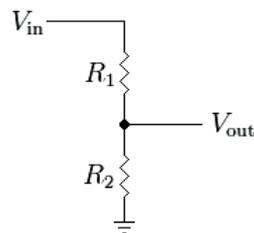


Un divisor resistivo es un caso especial de un circuito serie (ver figura 24) y se determina con la siguiente fórmula:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

**Figura 24**

Divisor de voltaje



### Leyes de Kirchhoff

Según Serway y Jewett (2018) las leyes de Kirchhoff se describen de la siguiente forma:

1. Ley de la unión. En cualquier unión, la suma de las corrientes debe ser igual a cero.
2. Ley de la espira. La suma de las diferencias de potencial a través de todos los elementos alrededor de cualquier espira de un circuito cerrado debe ser igual a cero.



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 2 Resistencias de  $1k\Omega$
- 1 Resistencia de  $220\Omega$
- 1 Resistencia de  $470\Omega$
- 1 Resistencia de  $5.6k\Omega$
- 1 Resistencia de  $68k\Omega$
- 1 Resistencia de  $120k\Omega$
- 1 Resistencia de  $330\Omega$
- 1 Resistencia de  $8.2k\Omega$
- 1 Preset de  $5 K\Omega$
- 1 Plantilla de proyectos

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente DC

#### Herramienta.

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta
- 2 Banana-caimán



### Equipo y/o medidas de seguridad

1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.

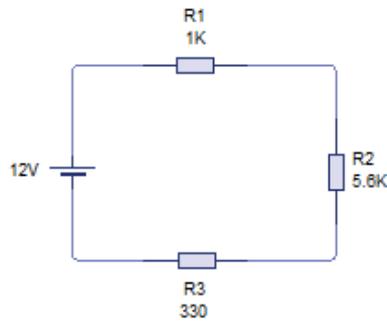


### Desarrollo de la Práctica

- I. Actividades a desarrollar por el alumno previas a la práctica:
  1. Realizar los análisis necesarios para los circuitos de las Figuras 25, 26, 27, 28 y 29.
- II. Actividades a desarrollar por el alumno en la práctica:
  1. Armar el circuito de la Figura 25.

**Figura 25**

Circuito eléctrico con arreglo serie de resistencias



2. Con los resultados teóricos y prácticos completar la tabla 20.

**Tabla 20**

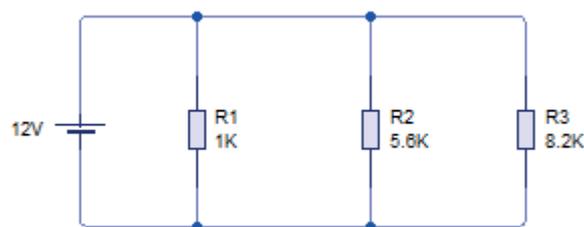
Registro de mediciones de circuito serie

Elemento	Valor medido $\Omega$	Voltaje Medido V	Corriente medida mA	Valor teórico $\Omega$	Corriente teórico mA	Voltaje Teórico V	POTENCIA (W)
R1							
R2							
R3							
TOTAL	$R_T =$	$V_T =$	$I_T =$	$R_T =$	$I_T =$	$V_T =$	$P_T =$

3. Armar el circuito de la Figura 26.

**Figura 26**

Circuito eléctrico con arreglo en paralelo de resistencias



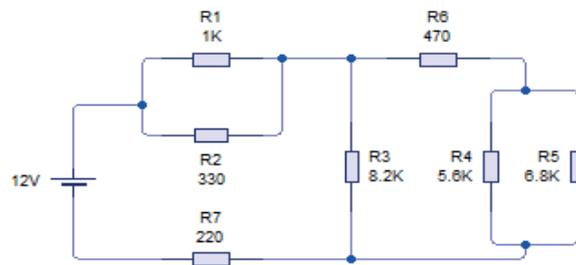
4. Con los resultados teóricos y prácticos completar la tabla 21.

**Tabla 21**  
Registro de mediciones de circuito paralelo

Elemento	Valor medido $\Omega$	Voltaje Medido V	Corriente medida mA	Valor teórico $\Omega$	Corriente teórico mA	Voltaje Teórico V	POTENCIA (W)
R1							
R2							
R3							
TOTAL	R <sub>T</sub> =	V <sub>T</sub> =	I <sub>T</sub> =	R <sub>T</sub> =	I <sub>T</sub> =	V <sub>T</sub> =	P <sub>T</sub> =

5. Armar el circuito de la Figura 27.

**Figura 27**  
Circuito eléctrico con arreglo en mixto de resistencias



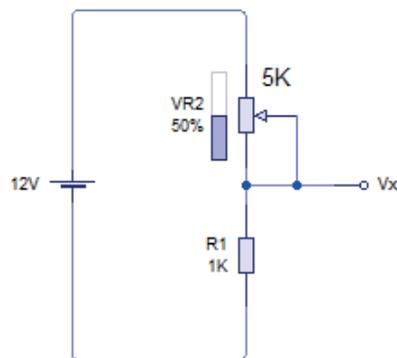
6. Con los resultados teóricos y prácticos completar la Tabla 22.

**Tabla 22**  
Registro de mediciones de circuito mixto

Elemento	Valor medido $\Omega$	Voltaje Medido V	Corriente medida mA	Valor teórico $\Omega$	Corriente teórico mA	Voltaje Teórico V	POTENCIA (W)
R1							
R2							
R3							
R4							
R5							
R6							
R7							
TOTAL	$R_T =$	$V_T =$	$I_T =$	$R_T =$	$I_T =$	$V_T =$	$P_T =$

7. Armar El circuito de la Figura 28.

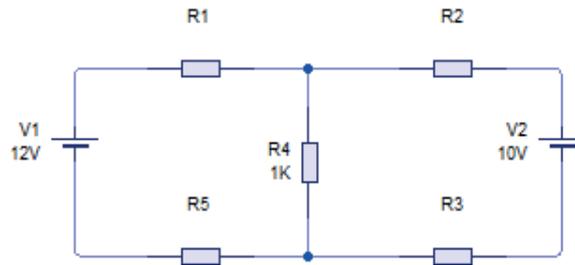
**Figura 28**  
Circuito eléctrico con divisor de voltaje



8. Poner la resistencia variable  $V_{R2}$  en su valor mínimo.
9. Medir el voltaje  $V_x$ .
10. Registrar resultados.  $V_x =$  \_\_\_\_\_
11. Poner la resistencia variable  $V_{R2}$  en su valor medio.
12. Medir el voltaje  $V_x$ .
13. Registrar resultados.  $V_x =$  \_\_\_\_\_
14. Poner la resistencia variable  $V_{R2}$  en su valor máximo.
15. Medir el voltaje  $V_x$ .
16. Registrar resultados.  $V_x =$  \_\_\_\_\_
17. Armar el circuito de la Figura 29, las resistencias serán las que tu elijas.

**Figura 29**

Circuito para analizar por método de análisis de malla



18. Con los resultados teóricos y prácticos completar la tabla 23.

**Tabla 23**

Registro de mediciones por método de análisis de malla

Elemento	Valor de la resistencia	Voltaje Medido V	Voltaje Teórico V
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			

19. Fin de la práctica

20. Limpiar el área de trabajo.



**Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



### Producto obtenido

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Análisis necesarios para los circuitos de las Figuras 20, 21,22,23 y 24.
  - c. Conclusiones
  - d. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



### Notas del Docente

## Práctica 6: Carga y descarga de un capacitor.



### Objetivo de la práctica

Determinar la carga y descarga del capacitor de manera práctica y teóricamente.

### Planteamiento del problema

El capacitor tiene una gran aplicación como filtro, generador de pulso, fuente de almacenamiento debido a su funcionamiento de carga-descarga, por lo cual es de gran importancia que el alumno comprenda este funcionamiento.

### Resultados del aprendizaje

Al finalizar la práctica el alumno podrá determinar la carga y descarga del capacitor.



### Marco teórico

#### Capacitancia

Se define como la capacidad del conductor para almacenar carga:

$$C = \frac{Q}{V}$$

La unidad de la capacitancia es el Faradio (F), que es el coulomb por volt.

#### Cálculo de la Capacitancia

La capacidad depende de las características físicas de condensador:

1. Si el área de las placas que están frente a frente es grande la capacidad aumenta.
  2. Si la separación entre placas aumenta, disminuye la capacidad.
- El tipo de material dieléctrico que se aplica entre las placas también afecta la capacidad.
3. Si se aumenta el voltaje aplicado se aumenta la carga almacenada.

La capacitancia de un condensador está dada por la fórmula:

$$C = k \frac{\epsilon_0 \times A}{d}$$

donde:

C = capacidad

k = permitividad

$$\epsilon_0 = 8.85^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$$

A = área entre placas

d = separación entre las placas

Los capacitores pueden ser polarizados o no. La simbología se observa en la Figura 30.

**Figura 30**  
Simbología de capacitores



**El código 101**

Los condensadores cerámicos tienen su valor impreso en tres cifras.

Para capacitores de menos de 1  $\mu\text{f}$ , la unidad de medida es ahora el pF (picoFaradio) y se expresa con una cifra de 3 números. Los dos primeros números expresan su significado por sí mismos, pero el tercero expresa el valor multiplicador de los dos primeros.

**Ejemplo**

Un condensador que tenga impreso 103 significa que su valor es  $10 \times 1000 \text{ pF} = 10,000 \text{ pF}$ . Ver que 1000 son 3 ceros (el tercer número impreso).

En otras palabras 10 más 3 ceros = 10 000 pF

El significado del tercer número se muestra en la tabla 24.

**Tabla 24**  
Código 101 para capacitores

Tercer número	Factor de multiplicación
0	1
1	10
2	100
3	1000
4	10000
5	100000
6	
7	
8	0.01
9	0.1

Después del tercer número aparece muchas veces una letra que indica la tolerancia expresada en porcentaje.

La Tabla 25 nos muestra las distintas letras y su significado (porcentaje).

**Tabla 25**  
Tolerancia para capacitores

Letra	Tolerancia en pF
D	± 0.5 %
F	± 1%
G	± 2%
H	± 3%
J	± 5%
K	± 10%
M	± 20%
P	+100%, -0%
Z	+80%, -20%

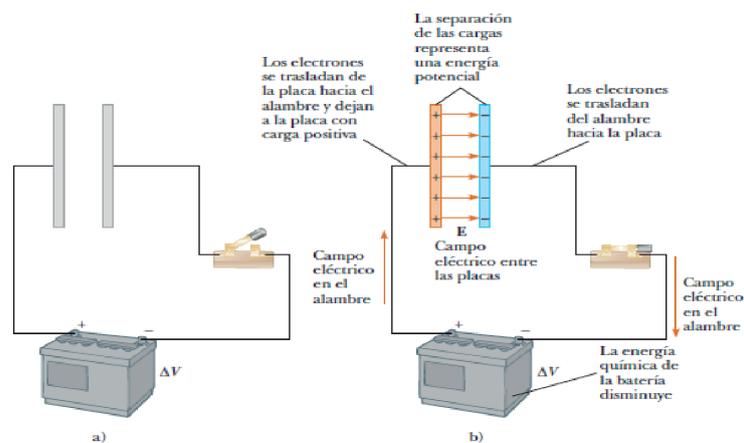
**Energía almacenada en un capacitor con carga**

Según Serway y Jewett (2018) ya que las cargas positiva y negativa están separadas en el sistema de dos conductores en un capacitor, en el sistema se almacena energía potencial eléctrica.

La Figura 31a muestra una batería conectada a un solo capacitor de placas paralelas, con un interruptor en el circuito. Identifique el circuito como un sistema. Cuando el interruptor se cierra (Figura 31b), la batería establece un campo eléctrico en los alambres y circula carga entre ellos y el capacitor.

**Figura 31**

Representación de los capacitores. a) Circuito que consiste en un capacitor, una batería y un interruptor. b) Cuando el interruptor se cierra, la batería establece un campo eléctrico en el alambre que hace que los electrones se muevan de la placa izquierda hacia el alambre y hacia la placa derecha desde el alambre. Como resultado, en las placas existe una separación de carga, lo que representa un aumento en la energía potencial eléctrica del sistema del circuito. Esta energía en el sistema se transformó a partir de energía química en la batería



NOTA: Obtenido de "FÍSICA para ciencias e ingeniería, Volumen 2", Serway, Jewett, 2018, pp 731.

Voltaje de carga:

$$V_c = E (1 - e^{-t/RC})$$

Donde:

$V_c$ = Voltaje de capacitor

$E$ = Voltaje suministrado de la fuente de alimentación

$C$ = Capacitancia total

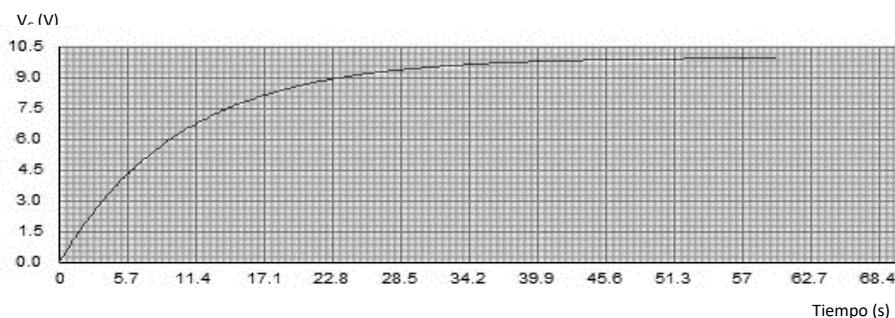
$R$ = Resistencia total

$t$ = Tiempo transcurrido en la carga

La carga de un capacitor se presenta en forma exponencial, como lo muestra la Figura 32.

**Figura 32**

Comportamiento del voltaje en la carga del capacitor



La descarga del capacitor se calcula con la siguiente fórmula:

$$V_c = V_0 \times e^{-t/RC}$$

Donde:

$V_c$ = Voltaje de capacitor

$V_0$ = Voltaje inicial

$C$ = Capacitancia total

$R$ = Resistencia total

$t$ = Tiempo transcurrido en la descarga del capacitor



### Equipo y materiales requeridos

**Material.**

- 3 Capacitores electrolítico de 1000  $\mu$ f a 16V
- 2 Resistencia de 1k $\Omega$
- 2 Resistencia de 10k $\Omega$
- 1 Mini interruptor deslizante 3 pin
- 1 Lámpara tipo arroz 12V

- 1 Capacitor cerámico 0.22  $\mu\text{f}$
- 1 Capacitor cerámico de 0.01  $\mu\text{f}$
- 1 Capacitor cerámico de 0.1  $\mu\text{f}$
- Protoboard.

**Equipo.**

- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente DC
- 1 Osciloscopio
- 1 Sonda de osciloscopio

**Herramienta.**

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta
- 2 Cables Banana-caimán



**Equipo y/o medidas de seguridad**

1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.

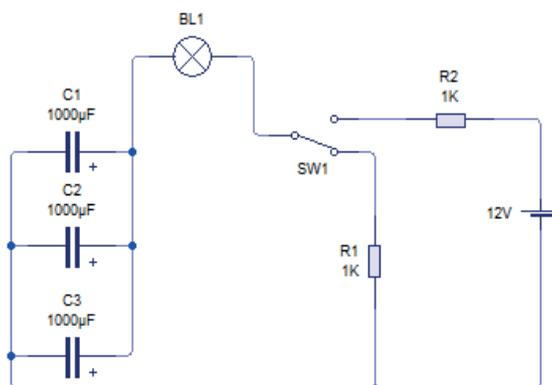


**Desarrollo de la Práctica**

I. Actividades a desarrollar por el alumno previas a la práctica:

1. Realizar el análisis transitorio de la fase de carga y descarga del circuito de la Figura 33.

**Figura 33**  
Circuito de carga y descarga de un capacitor.

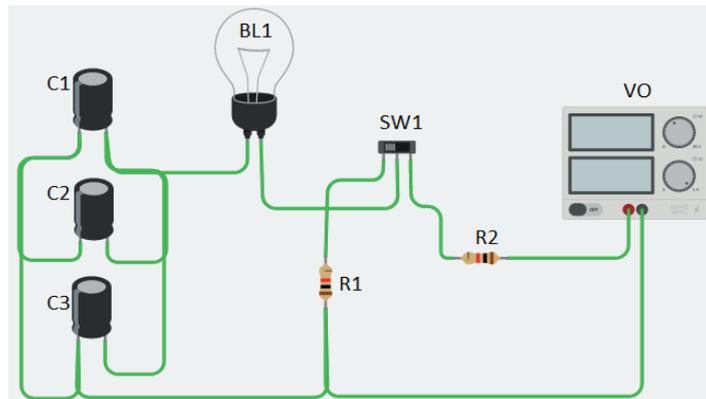


II. Actividades a desarrollar por el alumno en la práctica:

1. Arma el circuito de la Figura 33. El aspecto físico se muestra en la Figura 34, toma en consideración la polaridad del capacitor al momento de armar.

**Figura 34**

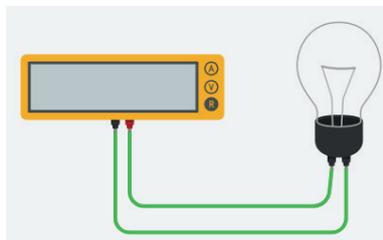
Aspecto físico del circuito de carga y descarga de un capacitor.



2. Mide la resistencia de la lámpara como se ilustra en la Figura 35 y regístralo.

**Figura 35**

Medición de la resistencia de la lámpara

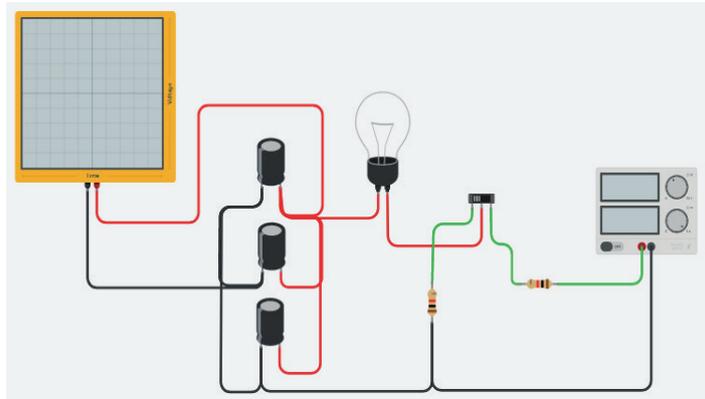


R<sub>lámpara</sub>: \_\_\_\_\_

3. Conecta el osciloscopio en capacitor para medir el voltaje como se muestra en la Figura 36:

**Figura 36**

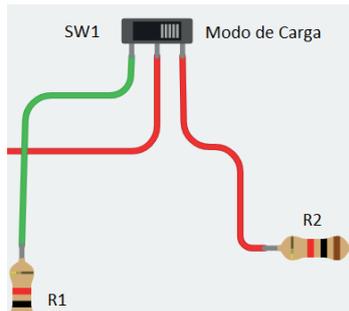
Conexión de osciloscopio para medición de voltaje



4. Moviendo el interruptor SW1, cierra el circuito en modo de carga. (Ver Figura 33)

**Figura 37**

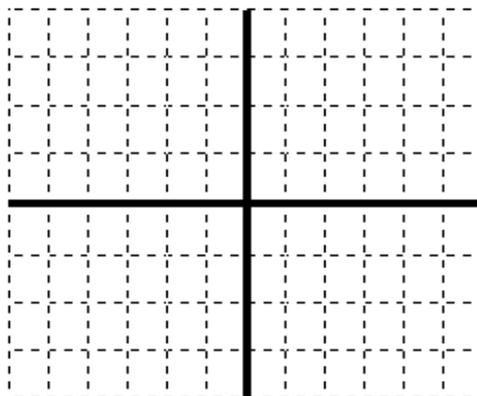
Cierre de circuito para fase de carga



5. Tomar el tiempo en que alcanza los 12 volts. Dibuja en la Figura 38 el comportamiento del osciloscopio en la señal de voltaje medido.

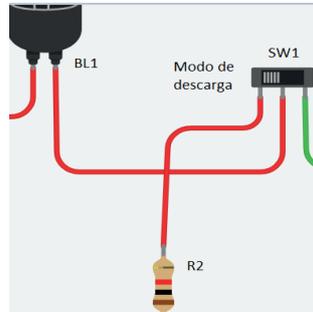
**Figura 38**

Registro de carga del capacitor



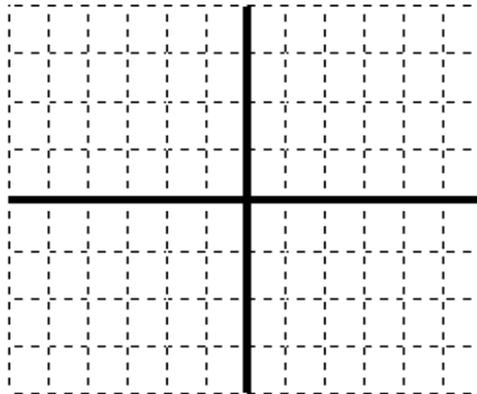
6. Registrar tiempo en que logra los 12 volts = \_\_\_\_\_
7. Mueve el interruptor SW1 para cerrar el circuito en modo de descarga (ver Figura 39).

**Figura 39**  
Cierre de circuito para fase de descarga



8. Toma el tiempo en que se apaga la lámpara. Dibuja en la Figura 40 el comportamiento del osciloscopio en la señal de voltaje medido.

**Figura 40**  
Descarga de capacitor



9. Registrar tiempo en que logra los 0V (apagado),  $T =$  \_\_\_\_\_
10. Comprueba que los gráficos obtenidos en el análisis transitorio de la Figura 33 y los obtenidos en los gráficos de las figuras 38 y 40 sean similares a los registrados y medidos por el osciloscopio en las fases de carga y descarga del capacitor. ¿Consideras que son las correctas? \_\_\_\_\_
11. Fin de la práctica.
12. Limpiar el área de trabajo.



### **Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



### **Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Análisis necesarios para los circuitos de las Figura 33.
  - c. Conclusiones
  - d. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



### **Notas del Docente**

## Práctica 7: Inducción Electromagnética



### Objetivo de la práctica

Analizar el comportamiento de un inductor como electroimán y como inductor de corriente eléctrica.

### Planteamiento del problema

El alumno realizará un circuito eléctrico conformado por el inductor.

### Resultados del aprendizaje

El alumno comprenderá el uso de los inductores como dispositivos eléctricos en el uso de elementos de transferencia de energía eléctrica.



### Marco teórico

#### Ley de inducción de Faraday.

Faraday se dio cuenta de que una fem y una corriente pueden inducirse en un lazo. Encontró, además, que la “cantidad de campo magnético” se puede visualizar en términos del número de líneas de campo magnético que pasan por el lazo. (Halliday, Resnick y Walker, 2018, pp 782).

Un inductor se puede utilizar para producir un campo magnético deseado, la inductancia puede calcularse por medio de la siguiente fórmula:

$$L = \frac{N\Phi_m}{I} = \frac{\mu_0 N^2 A}{l}$$

Donde:

$L$ = Inductancia (Hr)

$N$ = Número de vueltas

$A$ = Área transversal

$l$ = Longitud de la bobina

$\Phi_m$  =Flujo magnético

$I$ = Corriente

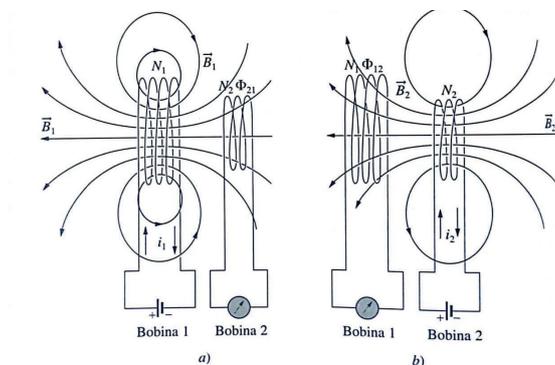
$\mu_0$  =Permeabilidad de núcleo

#### Inductancia Mutua

Sí dos bobinas están cerca entre ellas, como se muestra en la figura 41 la corriente que circula de forma constante en una de las bobinas creará un flujo magnético en la otra, de la misma forma sucedería si ahora la corriente circula por la otra bobina, a esto se le llama Inductancia mutua.

**Figura 41**

Inductancia mutua. a) Si cambia la corriente en la bobina 1, en la bobina 2 se induce una fem. b) Si cambia la corriente en la bobina 2, en la bobina 1 se induce una fem



NOTA: Tomado de Halliday, Resnick y Walker, 2018, pp 804



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 1 Tornillo  $\frac{3}{4}$  x 2" con 2 rondanas y una tuerca.
- 50g Alambre magnético de 32 AWG, alambre de cobre esmaltado.
- 1 Toroide de ferrita 4cm diámetro.
- 1 Interruptor de botón NA.

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente DC

#### Herramienta.

- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta
- 2 Cables banana-caimán



### Equipo y/o medidas de seguridad

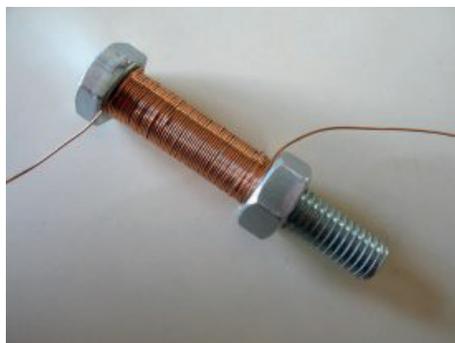
1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.



### Desarrollo de la Práctica

- I. Actividades a desarrollar por el alumno previas a la práctica:
  1. Realizar el análisis necesario para calcular el valor de la inductancia.
  2. Realizar el análisis necesario para calcular el valor del voltaje del secundario.
  3. Mide la cantidad de metros del alambre magnético.
- II. Actividades a desarrollar por el alumno en la práctica:
  1. Enrolla  $\frac{3}{4}$  partes del alambre adquirido alrededor del tornillo como se muestra en la Figura 42.
  2. Este embobinado será tu embobinado primario.

**Figura 42**  
Construcción de electroimán



2. Mide la resistencia del electroimán.
3. Registra los resultados.  $R = \underline{\hspace{2cm}}$ .
4. Quita un poco de esmalte al alambre y conecta los dos extremos a la fuente de alimentación (9V) y acércalo a monedas, clips o trocitos de hierro y observa si el electroimán que acabas de construir los atrae.
5. Mide la corriente que circula por el electroimán.
6. Registra los resultados.  $I = \underline{\hspace{2cm}}$ .
7. Desconecta la corriente y observa lo que ocurre.
8. Enrolla la  $\frac{1}{4}$  parte de alambre adquirido (secundario) de sobra por encima del primario.
9. Conecta el primario a un voltaje de 10V.
10. Quita un poco de esmalte al alambre y mide el voltaje en el alambre secundario.
11. Registrar el voltaje del secundario.  $V = \underline{\hspace{2cm}}$
12. ¿Cuál fue la relación de vueltas del primario vs el secundario para obtener el voltaje medido en el secundario?  $\underline{\hspace{4cm}}$
13. Fin de práctica.
14. Limpiar el área de trabajo.



### **Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



### **Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica
  - a. Lista de cotejo de prácticas
  - b. Análisis necesario para calcular el valor de la inductancia.
  - c. Análisis necesario para calcular el valor de Voltaje en el secundario.
  - d. Conclusiones.
  - e. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica).



### **Notas del Docente**

## Práctica 8: Aplicación de circuitos RC, RL y RLC



### Objetivo de la práctica

Determinar el comportamiento de los componentes pasivos (Resistencia, capacitor e inductor) en un circuito de corriente alterna.

### Planteamiento del problema

La combinación de los elementos pasivos (resistencia, capacitor e inductor) es de gran aplicación en el desarrollo de filtros para la transmisión de señales, además del control de motores y fuentes conmutadas.

### Resultados del aprendizaje

Al finalizar la práctica el alumno podrá resolver problemas en circuitos formados por inductores, capacitores y resistores en corriente alterna.



### Marco teórico

En corriente alterna se consideran 3 tipos de potencias tanto para circuitos serie como paralelos.

- Potencia Aparente (S)
- Potencia activa o real (P)
- Potencia reactiva (Q)

La potencia aparente es la que se entrega al circuito, es equivalente a la potencia total. Se define como la rapidez con que los elementos de un circuito disipan o almacenan la energía eléctrica. Su unidad son los volts-ampere (VA). Esta representa la potencia cuando no hay carga. Esta potencia se calcula mediante las siguientes fórmulas:

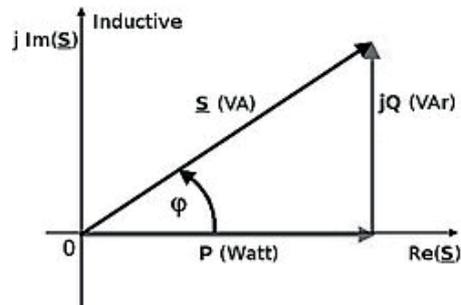
$$S = V \times I \qquad S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

La potencia activa es la rapidez con que se disipa la energía en forma de calor en los elementos que presentan resistencia (ya existe una carga), su unidad es el watt (W). Para su cálculo:

$$P = S \cos \theta \qquad P = \sqrt{S^2 - Q^2}$$

La potencia reactiva es la rapidez con que se almacena energía en forma de campo magnético en el inductor o en forma de campo eléctrico en un capacitor su unidad son los volts-ampere reactivos (VAR). Se calcula como lo ilustra la Figura 43:

**Figura 43**  
Relación de potencias



Donde

$$Q = S \sin \theta$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

El factor de potencia es la relación entre la potencia aparente y activa.

$$F_p = \cos \theta = \frac{R}{Z} = \frac{P}{S}$$

#### Capacitancia en AC.

Debido a que el capacitor se opone a cambios bruscos de tensión, cuando se conecta a una fuente de AC defasa el voltaje  $90^\circ$  respecto a la corriente.

#### Reactancia capacitiva.

Se denomina Reactancia a la parte imaginaria de la impedancia ofrecida, al paso de la corriente alterna, su unidad es el  $\Omega$ .

La reactancia capacitiva se representa por  $X_C$  y su valor viene dado por la fórmula:

$$X_C = -\frac{1}{2\pi fC}$$

En la que:

$X_C$ = Reactancia capacitiva en ohmios

$C$ =Capacitancia en faradios

$f$ =Frecuencia en hercios

#### Inductancia en AC.

El voltaje en el inductor está adelantado con respecto a la corriente que pasa por él. (el valor máximo de voltaje sucede antes del valor máximo de corriente en  $90^\circ$ ).

#### Reactancia inductiva.

La bobina como la resistencia se opone al flujo de a corriente, pero a diferencia de esta, el valor de esta oposición se llama reactancia inductiva ( $X_L$ ) y se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$X_L = 2\pi fL$$

En la que:

$X_L$  = reactancia capacitiva en ohmios

$f$  = frecuencia en Hertz (Hz)

$L$  = Inductancia en Henrios (Hr)



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 2 Resistencia de  $100\Omega$  a 1 Watt
- 1 Capacitor de poliéster de  $1\mu F$  a 250V
- 1 Transformador de 127V/12V
- 1 Bobina (construida en la práctica anterior)
- 1 Plantilla de proyectos

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital

#### Herramienta.

- 2 Cables banana-caimán
- 1 Pinzas de corte
- 1 Pinzas de punta



### Equipo y/o medidas de seguridad

1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.



### Desarrollo de la Práctica

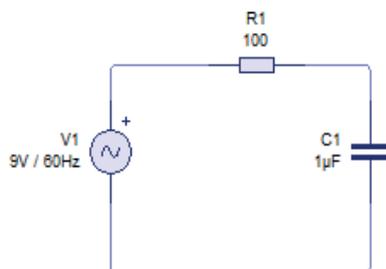
I. Actividades a desarrollar por el alumno previas a la práctica:

1. Realizar el análisis necesario para el calcular el valor de  $X_C$ ,  $X_L$ .
2. Realizar el análisis necesario para el calcular el valor de  $Z$ ,  $I$ ,  $V_R$  y  $V_C$  del circuito de la Figura 40.
3. Realizar el análisis necesario para el calcular el valor de  $Z$ ,  $V$ ,  $I_R$  e  $I_C$  del circuito de la Figura 41.
4. Realizar el análisis necesario para el calcular el valor de  $Z$ ,  $I$ ,  $V_R$ ,  $V_L$  e  $V_C$  del circuito de la Figura 42.

II. Actividades a desarrollar por el alumno en la práctica:

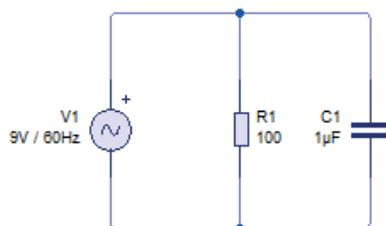
1. Colocar el multímetro en la escala de  $\Omega$ .
2. Medir  $X_C$  del capacitor.
3. Registrar resultado.  $X_C =$  \_\_\_\_\_
4. Medir  $R$ .
5. Registrar resultado.  $R =$  \_\_\_\_\_
6. Armar el circuito de la Figura 44.

**Figura 44**  
Circuito RC en serie



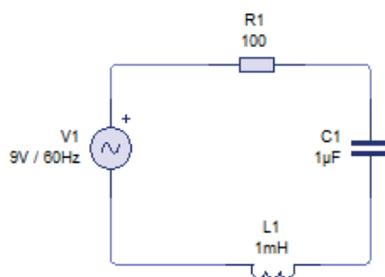
7. Medir  $Z$ .
8. Registrar resultado.  $Z =$  \_\_\_\_\_
9. Medir  $I$ .
10. Registrar resultado.  $I =$  \_\_\_\_\_
11. Medir voltaje en cada uno de los componentes del circuito.
12. Registrar resultados.  $V_C =$  \_\_\_\_\_  $V_R =$  \_\_\_\_\_
13. Armar el circuito de la Figura 45.

**Figura 45**  
Circuito RC en paralelo



14. Medir  $Z$ .
15. Registrar resultado.  $Z =$  \_\_\_\_\_
16. Medir  $V$ .
17. Registrar resultado.  $V =$  \_\_\_\_\_
18. Medir la corriente en cada uno de los componentes del circuito.
19. Registrar resultados.  $I_C =$  \_\_\_\_\_  $I_R =$  \_\_\_\_\_
20. Armar el circuito de la Figura 46.

**Figura 46**  
Circuito RCL en serie



21. Medir  $Z$ .
22. Registrar resultado.  $Z =$  \_\_\_\_\_
23. Medir  $I$ .
24. Registrar resultado.  $I =$  \_\_\_\_\_
25. Medir voltaje en cada uno de los componentes del circuito.
26. Registrar resultados.  $V_L =$  \_\_\_\_\_  $V_R =$  \_\_\_\_\_  $V_C =$  \_\_\_\_\_
27. Limpiar el área de trabajo.



**Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



**Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica.
  - a. Lista de cotejo de prácticas.
  - b. Análisis necesario para el calcular el valor de  $X_C$ ,  $X_L$ .
  - c. Análisis necesario para el calcular el valor de  $Z$ ,  $I$ ,  $V_R$  y  $V_C$  del circuito de la Figura 40.
  - d. Análisis necesario para el calcular el valor de  $Z$ ,  $V$ ,  $I_R$  e  $I_C$  del circuito de la Figura 41.
  - e. Análisis necesario para el calcular el valor de  $Z$ ,  $I$ ,  $V_R$ ,  $V_L$  e  $V_C$  del circuito de la Figura 42.
  - f. Conclusiones.
  - g. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica)



**Notas del Docente**

A large, empty rectangular box with rounded corners, intended for the teacher's notes.

## Práctica 9: Fundamentos del Relevador Eléctrico



### Objetivo de la práctica

El alumno implementará un arreglo eléctrico con el uso del relevador eléctrico para manipular la circulación de la corriente eléctrica.

### Planteamiento del problema

El alumno realizará un circuito eléctrico para manipular intensidades de alta potencia a partir de intensidades de baja potencia.

### Resultados del aprendizaje

El alumno comprenderá el comportamiento y uso de un relevador eléctrico.



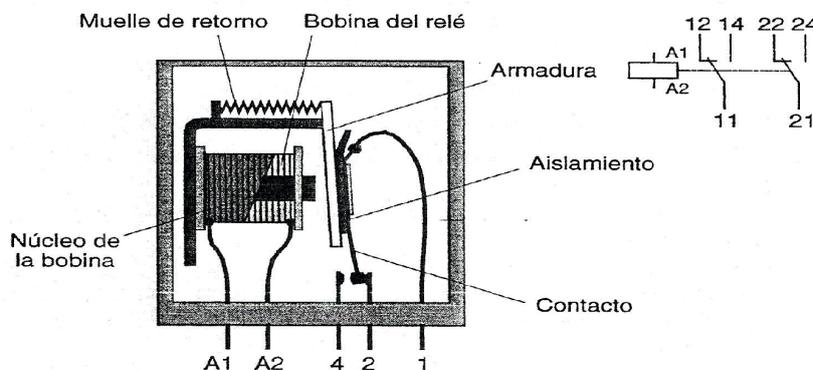
### Marco teórico

En la Figura 47 se muestra un relé que es un interruptor accionado electromagnéticamente. Cuando se energiza la bobina del solenoide, se genera un campo magnético por lo que se genera una conmutación entre sus contactos. Un muelle de retorno devuelve la armadura a su posición cuando se interrumpe la corriente de la bobina.

La bobina de un relé puede conmutar uno o varios contactos. Existen otros tipos de interruptores accionados electromagnéticamente:

- Relés de remanencia: Responde a pulsos de corriente.
- Temporizadores: Hay dos tipos de temporizadores: a la conexión y a la desconexión. El temporizador a la conexión se activa transcurrido un tiempo tras la aplicación de la tensión y se desactiva inmediatamente al cortarse la tensión. En el temporizador a la desconexión, el tiempo empieza a contar a partir del momento en que se corta la tensión.

**Figura 47**  
Construcción de un relé



NOTA: Obtenido de "Electroneumática Nivel Básico", Pany y Scharf, 2010, pp 49.



### Equipo y materiales requeridos

#### Material.

- 1 Interruptor de botón NA.
- 1 Interruptor de botón NC.
- 2 Led
- 2 Resistencias de 1k $\Omega$
- 1 Plantilla de proyectos.
- 2 relevadores: 5 terminales a 5 Volts 1 polo 2 tiros.
- 1 Motor de DC a 5 V
- 1 Motor AC 15 W
- 1 Lámpara de AC
- 1 Interlock tomacorriente para extensión, de 1,5 m calibre 20 AWG

#### Equipo.

- 1 Multímetro digital
- 1 Fuente de voltaje de CD

#### Herramienta.

- 2 Cables banana-caimán
- 1 Pinzas de punta
- 1 Pinzas de corte



### Equipo y/o medidas de seguridad

1. Verificar las conexiones antes de alimentar el circuito.
2. Antes de realizar alguna medición colocar el instrumento en la escala adecuada.
3. Limpiar el área de trabajo.



### Desarrollo de la Práctica

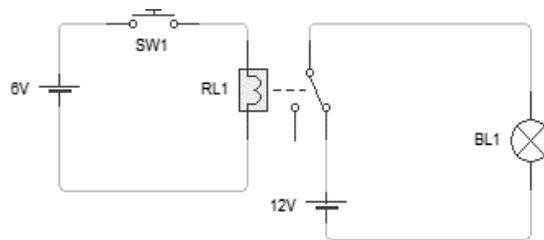
#### I. Actividades a desarrollar por el alumno previas a la práctica:

1. Investigar la configuración del relevador utilizado en la práctica.

#### II. Actividades a desarrollar por el alumno en la práctica

1. Armar el circuito de encendido con relé de la Figura 48.

**Figura 48**  
Aplicación básica de relevador



2. Presiona el botón SW1.
  3. Observa que pasa con la bobina del relevador.
  4. Registra los resultados.
- 
- 
- 
5. Observa que pasa con la lámpara.
  6. Registra los resultados, ¿Qué pasa cuando no se pulsa el botón?

---



---



---

7. Realiza los cambios necesarios al circuito de la Figura 47 moviendo el cable del contacto normalmente abierto al normalmente cerrado para que tenga un funcionamiento contrario, es decir que mientras no se presione el botón la lámpara se encuentre encendida.
8. Registra los resultados.

---



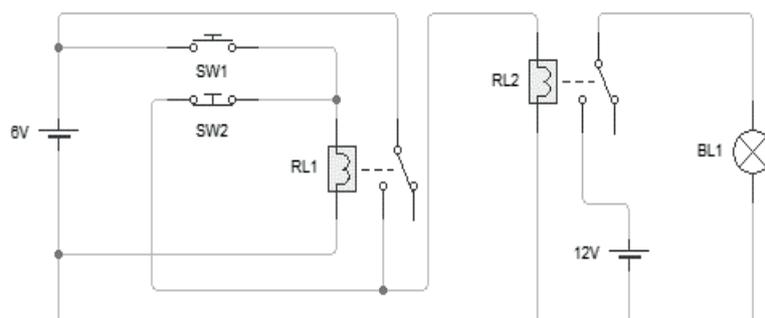
---



---

9. Armar el circuito de enclavamiento con relé como se ilustra en la Figura 49.

**Figura 49**  
Sistema de encendido y apagado con enclavamiento en relé



10. Observa la función de la bobina al presionar el SW1 y después SW2.

11. Registra los resultados.

---

---

---

12. Cambia la lámpara ahora por el motor de DC.

13. Registra los resultados.

---

---

---

14. Limpiar el área de trabajo.



### **Criterios de desempeño en la realización de la práctica.**

1. Distribución equitativa del trabajo.
2. Manejo adecuado de los instrumentos de medición.



### **Producto obtenido**

1. Formato de práctica con los resultados obtenidos después de llevar a cabo la práctica.
2. Reporte de práctica.
  - a. Lista de cotejo de prácticas.
  - b. Configuración de relevador utilizado en la práctica.
  - c. Conclusiones.
  - d. Cuestionario individual (será proporcionado por el docente al final de la práctica).



### **Notas del Docente**



## Bibliografía

1. Serway R., Jewett J. (2018). FÍSICA para ciencias e ingeniería, Volumen 2. México: Cengage Learning
2. Tippens p (2020). Física conceptos y aplicaciones. México: McGraw Hill.
3. Halliday D., Resnick., Walker J. (2018). Fundamentos de Física, Volumen 2. México: CECSA
4. Hayt Jr W., Kemmerly J. (2012) Análisis de Circuitos en Ingeniería. México Mac Graw Hill.
5. Pany, M. y Scharf, S. (2010). Electroneumática Nivel Básico. Denkendorf, Alemania. Festo Didactic.



ISBN: 978-607-8561-23-0



9 786078 561230