

Guía de Laboratorio

# **Física Electromagnética**

Erik Rodolfo Maldonado Menacho



Guía de Trabajo

*Física electromagnética*

Material publicado con fines de estudio.

Código: 24UC00468

Huancayo, 2024

Todos los derechos reservados.

La *Guía de Trabajo*, recurso educativo editado por la Oficina de Gestión Curricular, puede ser impresa para fines de estudio.

# Contenido

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>Primera Unidad</b>	<b>8</b>
<b>Fundamentos de Electrostatica y Campos Eléctricos</b>	
<b>Semana 1</b>	
Carga y fuerza eléctrica	9
<b>Semana 2:</b>	
Instrumentación básica	14
<b>Semana 3:</b>	
Curvas equipotenciales	25
<b>Semana 4:</b>	
Condensadores en serie y paralelo	37
<b>Segunda Unidad</b>	<b>43</b>
<b>Electrodinámica: Corriente continua</b>	
<b>Semana 5:</b>	
Circuitos serie, paralelo y mixtos	44
<b>Semana 6:</b>	
Leyes de Kirchhoff – parte 1	52
<b>Semana 7:</b>	
Leyes de Kirchhoff – parte 2	59
<b>Tercera Unidad</b>	<b>66</b>
<b>Fundamentos de campos magnéticos: fuentes, interacciones y aplicaciones</b>	
<b>Semana 9:</b>	
Líneas de campos magnéticos	67
<b>Semana 10:</b>	
Fuerza de Lorentz sobre una bobina y desarrollo de un motor casero	73
<b>Cuarta Unidad</b>	<b>83</b>
<b>Inducción electromagnética y análisis de circuitos de corriente alterna</b>	
<b>Semana 13:</b>	<b>84</b>

Ley de Faraday y desarrollo de un generador casero

**Semana 14:**

Circuito serie RLC

**96**

**Referencias**

**103**

# Presentación

Esta guía es un recurso importante para garantizar un aprendizaje eficaz y una experiencia exitosa en el curso de física electromagnética. Tiene como propósito principal brindar a los estudiantes las instrucciones detalladas tanto teórica como experimental para cada experimento a realizar. Seguir las instrucciones permitirá llevar a cabo los ensayos de manera segura, eficaz y desarrollando habilidades prácticas valiosas en el curso. También con esta guía permitirá profundizar su comprensión de los conceptos fundamentales y su capacidad para analizar e interpretar datos experimentales.

Esta guía cubre los fundamentos de la física electromagnética a través de cuatro unidades principales. La primera unidad se enfoca en los conceptos básicos de electrostática y campos eléctricos, incluyendo instrumentación, curvas equipotenciales y capacitores en serie y paralelo.

La segunda unidad aborda la electrodinámica de corriente continua, con énfasis en circuitos serie, paralelo y mixtos, así como las leyes de Kirchhoff.

La tercera unidad explora los fundamentos de los campos magnéticos, sus fuentes, interacciones y aplicaciones. Se estudiarán las líneas de campo magnético, la fuerza de Lorentz sobre una bobina y el desarrollo de un motor casero.

Finalmente, la cuarta unidad cubre la inducción electromagnética y el análisis de circuitos de corriente alterna. Se abordarán temas como la ley de Faraday, el desarrollo de un generador casero y los circuitos serie RLC.

A lo largo de las unidades, los estudiantes tendrán la oportunidad de realizar experimentos prácticos y desarrollar proyectos caseros que reforzarán su comprensión de los conceptos teóricos y les permitirán adquirir habilidades valiosas en el campo de la física electromagnética.

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de resolver problemas realizando experimentos de electricidad, aplicando métodos y recursos apropiados. En la unidad 1, cada estudiante será capaz de aplicar los principios de la electrostática para la resolución de problemas complejos de interacción entre cargas eléctricas, en la segunda unidad, será capaz de resolver problemas de circuitos eléctricos aplicando principios físicos en experimentos de electricidad, en la tercera unidad será capaz de calcular fuerzas y campos magnéticos en determinadas configuraciones eléctricas utilizando los principios físicos en el funcionamiento del motor eléctrico de corriente continua y en la cuarta será capaz de resolver problemas relacionados con la generación de energía eléctrica, aplicando los principios de la inducción electromagnética en la realización de experimentos de

electricidad.

Por último, estimados estudiantes se le recomienda que para todos los laboratorios:

Lea detenidamente los contenidos teóricos antes de cada sesión de laboratorio para comprender los conceptos que se aplicarán.

Preste atención a las instrucciones de seguridad y siga los protocolos estrictamente para prevenir accidentes.

Tome notas detalladas durante los experimentos y registre cuidadosamente las observaciones y datos obtenidos.

No tenga miedo de hacer preguntas al instructor si algo no está claro o si necesita ayuda adicional.

Aproveche los proyectos prácticos como el desarrollo del motor y generador caseros para consolidar su aprendizaje.

Analice críticamente sus resultados experimentales y compárelos con las predicciones teóricas.

Entregue los informes de laboratorio a tiempo y con atención a los detalles para demostrar su dominio de los temas.

Mantenga una mentalidad abierta y curiosa, la física es fascinante cuando se experimenta en la práctica.

Trabaje en equipo y aprenda de sus compañeros, pero asegúrese de comprender los conceptos por sí mismo.

Disfrute del proceso de aprendizaje y deje que esta guía lo guíe a través de los emocionantes conceptos de la física electromagnética.

Los docentes de Física electromagnética

# Primera **Unidad**

**Fundamentos de electrostática  
y campos eléctricos**

# Semana 1:

## Carga y Fuerza eléctrica

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

- Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.
- Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento
- Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.
- Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.
- Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.
- Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.
- Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

Al finalizar la sesión, los estudiantes serán capaces de describir la relación entre la fuerza eléctrica y la distancia entre dos cargas puntuales, así como la relación entre la fuerza eléctrica y el producto de las magnitudes de las cargas puntuales, deduciendo las proporcionalidades inversa y directa según la Ley de Coulomb. Además, podrán determinar la constante de Coulomb ( $K$ ) a partir de datos experimentales obtenidos en un simulador,



seguir un protocolo de laboratorio de manera eficiente y elaborar un reporte de laboratorio con una introducción teórica, descripción del procedimiento experimental, presentación y análisis de resultados, y conclusiones en un formato estándar.

## II. Fundamentos teóricos

Sabemos que, a nivel atómico y nuclear, las partículas que portan la llamada carga eléctrica son los electrones y protones, pero también sabemos que el protón y el neutrón se componen de lo que se conoce como quarks, por lo que podemos decir que, en el caso del protón y el neutrón, la carga reside en los quarks.

Hay dos comportamientos para la carga eléctrica en una misma naturaleza: un tipo de cargas tiene la característica denominada negativa y otra positiva, de modo que cargas del mismo signo se repelen y cargas de signos contrarios se atraen.

La fuerza de interacción entre las cargas, sean de atracción o repulsión obedecen a la llamada ley de Coulomb que establece:

La fuerza entre dos cargas eléctricas puntuales es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

La fuerza es de atracción si las cargas tienen signos opuestos (una carga positiva y una negativa) y de repulsión si las cargas tienen el mismo signo (ambas positivas o ambas negativas).

La fuerza actúa a lo largo de la línea de acción que une las dos cargas.

$$F = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

F es la fuerza de atracción o repulsión entre las cargas (en newtons, N)

k es la constante de Coulomb ( $k = 8.99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$  en el vacío)

$q_1$  y  $q_2$  son las magnitudes de las cargas eléctricas (en Coulombs, C)

r es la distancia entre las cargas (en metros, m)

## II. Equipos / Materiales

El simulador de acceso libre Phet

[https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law\\_all.html?locale=es\\_PE](https://phet.colorado.edu/sims/html/coulombs-law/latest/coulombs-law_all.html?locale=es_PE)

## III. Indicaciones y procedimientos

Acceder al simulador con el link correspondiente, se obtendrá:

*Figura 1. Primera pantalla del simulador*



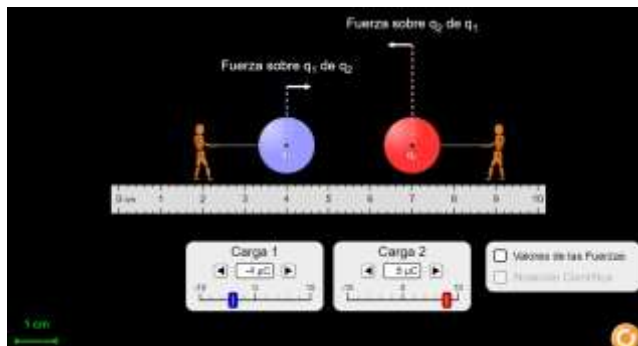
Tomada de <https://bit.ly/3Y8lclK>

Del cual elegimos "Escala macro"

Con ello se obtiene:

Para observar los valores de fuerza, activamos la casilla "valores de fuerza", puede manipular los otros controladores para variar valores de cargas

*Figura 2. Phet simulations*



Tomada de <https://bit.ly/3Y9P2wx>

### Actividad 01: Comportamiento de la fuerza con la variación de la distancia

Ubicar la carga  $q_1$  en la posición 0 cm según la regla.

Elegiremos las cargas  $q_1$  y  $q_2$ , ambas de valor  $2 \mu\text{C}$ .

Y observemos los valores de fuerza para distancias de separación de 2 cm, 3 cm, 4 cm, etc., hasta los 10 cm

**Tabla N.º1**

<b>r (m)</b>	<b>F (N)</b>

Grafique la relación F versus distancia

Analice la gráfica obtenida, determine la relación matemática que los vincula con ayuda del ajuste que proporciona el Excel

Determine la constante de Coulomb con las unidades correspondientes

### Actividad 02: Comportamiento de la fuerza con el producto de cargas

En esta actividad, mantendremos la distancia de separación de cargas constante, dicha distancia será de 5 cm y también mantendremos la carga  $q_1$  fija en  $2 \mu\text{C}$ , la otra carga variará desde  $1 \mu\text{C}$  hasta los  $10 \mu\text{C}$ . Complete la siguiente tabla

**Tabla N.º 2**

<b><math>q_1</math></b>	<b><math>q_2</math></b>	<b><math>q_1q_2</math></b>	<b>F(N)</b>
$2 \mu\text{C}$	$1 \mu\text{C}$		
$2 \mu\text{C}$	$2 \mu\text{C}$		
$2 \mu\text{C}$	$3 \mu\text{C}$		
$2 \mu\text{C}$	$4 \mu\text{C}$		

2 $\mu\text{C}$	5 $\mu\text{C}$		
2 $\mu\text{C}$	6 $\mu\text{C}$		
2 $\mu\text{C}$	7 $\mu\text{C}$		
2 $\mu\text{C}$	8 $\mu\text{C}$		
2 $\mu\text{C}$	9 $\mu\text{C}$		
2 $\mu\text{C}$	10 $\mu\text{C}$		

Grafique la relación  $F$  versus  $q_1q_2$

Analice la gráfica obtenida, determine la relación matemática que los vincula con ayuda del ajuste que proporciona el Excel

Determine la constante de Coulomb con las unidades correspondientes

### III. Resultados

En esta área debe colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

### IV. Conclusiones

En esta sección tenga en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.  
Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados

## Semana 2:

# Instrumentación Básica

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

Utilizar en forma adecuada un multímetro para medir resistencia, voltaje y amperaje.

Conectar adecuadamente un multímetro (Ohmímetro, voltímetro y amperímetro) en un circuito de corriente continua o directa para realizar las mediciones de ohmiaje, voltaje y amperaje

## II. Fundamentos teóricos

En la guía de laboratorio de física 2 de la Universidad Continental del año 2024 encontramos las siguientes definiciones:

**Fuente de Voltaje.** Consiste en un transformador incorporado que reduce el voltaje de entrada de 220 volts (CA) a voltajes menores los que son rectificadas a corriente continua (CC) obteniéndose salidas en el rango de 0-30 voltios. También podemos utilizar baterías (pilas) de diferentes diferencias de potencial (voltaje).

**Multímetro.** Instrumento de medición de electricidad que puede detectar los niveles de voltaje (V), corriente (I), resistencia (R), en circuitos abiertos y/o cerrados. Puede verificar valores de la corriente alterna (CA) como el de corriente continua (CC).

**Voltímetro:** Se utiliza para medir la tensión o voltaje (Voltios). Se conecta en paralelo a los puntos en donde se desea conocer la diferencia de potencial.

**Amperímetro:** Se utiliza para medir la Intensidad de corriente o corriente eléctrica (Amperio). Se conecta en serie dentro del circuito; o se utiliza una pinza amperimétrica en forma directa para medir la corriente.

**Ohmímetro:** Se utiliza para medir La resistencia (Ohmios). Se conecta en paralelo a los terminales de la resistencia para determinar su valor.

**Vatímetro:** Se utiliza para medir La potencia eléctrica (Watts). Se conecta serie y en paralelo; para medir el amperaje y el voltaje en forma simultánea.

**Resistencia:** Es un componente eléctrico muy frecuentemente empleado en los circuitos. Los valores van desde unos pocos Ohmios( $\Omega$ ) hasta los Kiloohmios (K $\Omega$ ) o Megohmios (M $\Omega$ ). El valor en Ohmios de una resistencia viene expresado mediante un conjunto de bandas de colores impreso en la envoltura de la resistencia. El valor de estas bandas es de acuerdo con la siguiente tabla

**Figura 3. Resistencia típica mostrando su código de colores**



Tomada de <https://bit.ly/3SeO9im>

Figura 4. Código de colores para resistencia de 4 bandas

COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	$\times 1 \Omega$	
MARRON	1	1	$\times 10 \Omega$	$\pm 1 \%$
ROJO	2	2	$\times 100 \Omega$	$\pm 2 \%$
NARANJA	3	3	$\times 1 \text{ k}\Omega$	
AMARILLO	4	4	$\times 10 \text{ k}\Omega$	
VERDE	5	5	$\times 100 \text{ k}\Omega$	$\pm 0,5 \%$
AZUL	6	6	$\times 1 \text{ M}\Omega$	$\pm 0,25 \%$
VIOLETA	7	7	$\times 10 \text{ M}\Omega$	$\pm 0,1 \%$
GRIS	8	8	$\times 100 \text{ M}\Omega$	$\pm 0,05 \%$
BLANCO	9	9	$\times 1 \text{ G}\Omega$	
DORADO			$\times 0,1 \Omega$	$\pm 5 \%$
PLATEADO			$\times 0,01 \Omega$	$\pm 10 \%$
			SIN BANDA $\rightarrow$	$\pm 20 \%$

Tomada de <https://bit.ly/4cJb0ev>

En la Figura 01 la resistencia tiene cuatro bandas de colores, igualmente espaciadas, muy cercanas a uno de los extremos. Si sujetamos la resistencia con la mano izquierda, por el lado donde está ubicada la banda de color más intenso, podemos deducir su valor de resistencia; con la tabla mostrada. El resultado se confecciona como  $0,4 \times 10^3 \Omega$ , o  $0,4 \text{ K}\Omega$  con un error de tolerancia del  $\pm 5\%$ .

**Cálculo del error.** El cálculo del error o error relativo porcentual ( $\epsilon_r$ ) se calcula mediante:

$$\epsilon_r = \left| \frac{V_t - V_m}{V_t} \right| \times 100\%$$

Siendo:  $V_t$  = Valor teórico y  $V_m$  = Valor medido o experimental (Universidad Continental, 2024, pp. 43-44)

### III. Equipos / Materiales

Tabla 3. Equipos materiales

Equipo	Característica	Cantidad
Multímetro	Permite hacer mediciones eléctricas	01
Módulo de Electricidad Básica	Módulo adaptado para diseñar circuitos eléctricos	01
Conectores	Elementos que nos permite vincular componente de circuito	01

## IV. Indicaciones y procedimientos

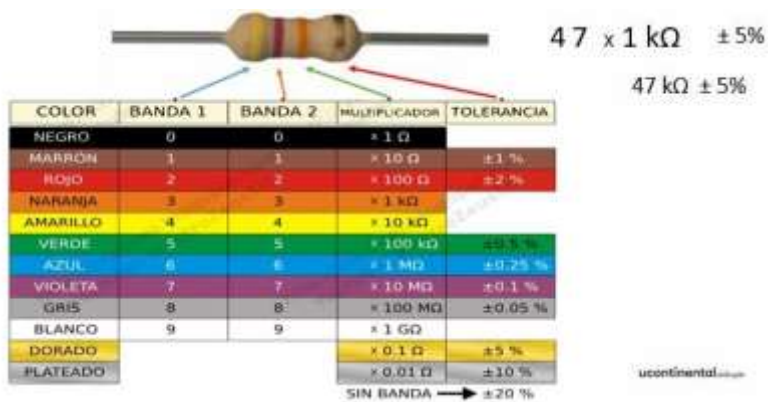
### Actividad 01: Medición de Resistencias

i. Determinar el valor de las 05 resistencias (R1, R2, R3, R4 y R5) en forma teórica, para lo cual se utilizará el código de colores. los valores obtenidos copiarlos en la TABLA 01 y se procederá de la siguiente manera:

- El color de la primera banda nos indica la cifra del primer número del valor de la resistencia, el color de la segunda banda la cifra del segundo número del valor de la resistencia y el tercer color nos indica por cuanto tenemos que multiplicar esas dos cifras para obtener el valor, o si nos es más fácil, el número de ceros que hay que añadir a los dos primeros números obtenidos con las dos primeras bandas de colores.

- La cuarta banda nos indica su tolerancia, es decir, el valor + o - que el valor puede tener por encima o por debajo del valor que marcan las 3 primeras bandas,

**Figura 4. Resistencia de 4 bandas y sus valores en el código de colores**



Adaptada de <https://bit.ly/4cJb0ev>

ii) Determinar el valor de las 05 resistencias (R1, R2, R3, R4 y R5) en forma experimental, para lo cual se utilizará un multímetro, los valores obtenidos copiarlos en la TABLA 01 y se procederá de la siguiente manera:

Colocar el selector del multímetro para medir resistencia, mayormente este se



encuentra dónde está el símbolo  $\Omega$

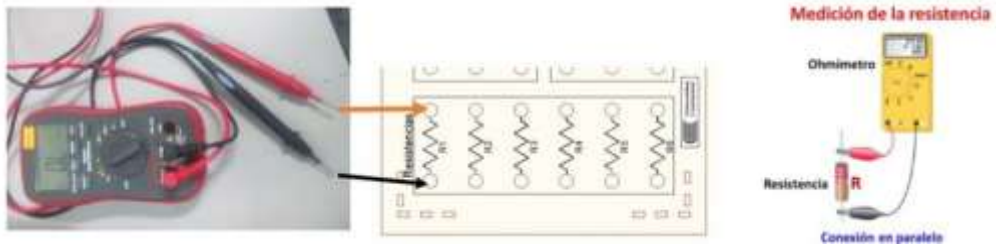
**Figura 6. Selector del multímetro ubicado para medir el valor de una resistencia**



**Fotografía del autor**

La forma de medir la resistencia es como se muestra a continuación, tener cuidado que cuando se mide el valor de la resistencia en un circuito este debe estar sin energía eléctrica.

**Figura 5. Medición de la resistencia**



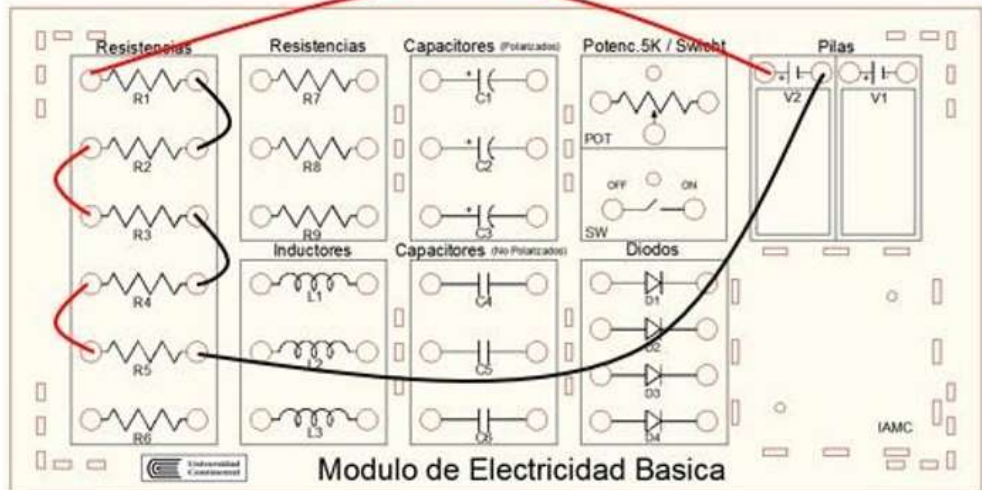
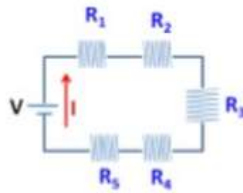
**Adaptada de <https://bit.ly/3W8Y4r8>**

Los valores deben ser anotados con la unidad que se muestra en la pantalla del multímetro en la TABLA 01.

### **Actividad 02: Medición de voltaje y corriente en un circuito en serie.**

- a. Hacer la conexión de un circuito en serie (5 resistencias) en el módulo de electricidad básica tal como se muestra a continuación.

Figura 7. Circuito de resistencias en serie y su conexión en el módulo de electricidad básica.



Adaptada de módulo de Electricidad Básica de la UC

Colocar el selector del multímetro para medir voltaje en CC

Figura 8. Selector del multímetro ubicado para medir el voltaje en CC

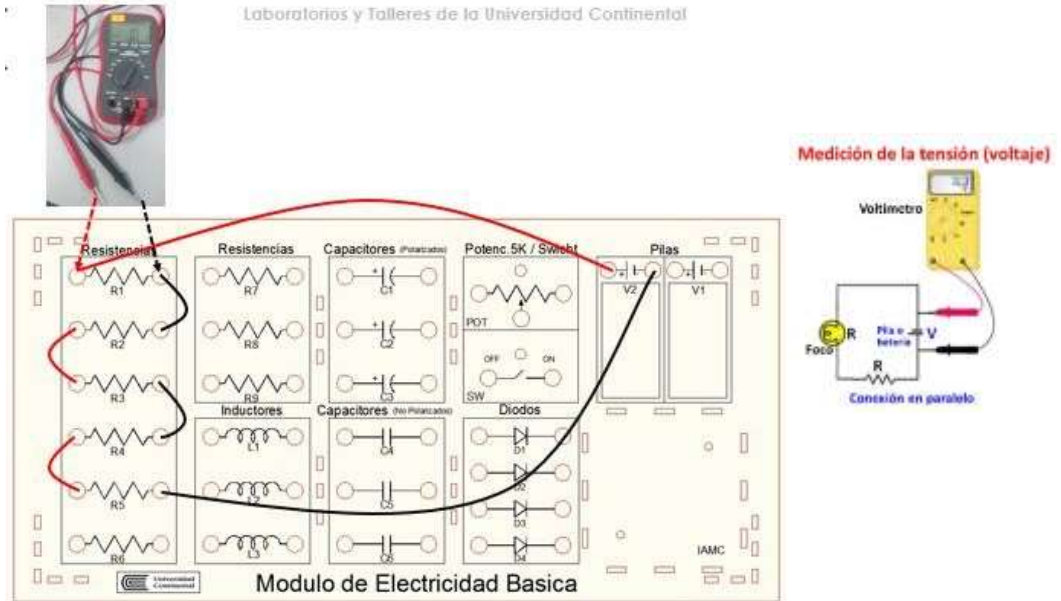


Fotografía del autor

La forma de medir el voltaje se muestra a continuación:

**Figura 9. Medición de voltaje**

Laboratorios y Talleres de la Universidad Continental



Adaptada de <https://bit.ly/3W8Y4r8>

Los valores deben ser anotados con la unidad que se muestra en la pantalla del multímetro en la TABLA 02

- b. La medición se realizará en el mismo circuito en serie (5 resistencias). Colocar el selector del multímetro para medir corriente en CC:

**Figura 10. Selector del multímetro ubicado para medir intensidad de corriente en CC**



**Fotografía del autor**

La forma de medir la corriente se muestra a continuación.

Los valores deben ser anotados con la unidad que se muestra en la pantalla del multímetro en la TABLA 02.

**Figura 11. Medición de intensidad de corriente**

Laboratorios y Talleres de la Universidad Continental

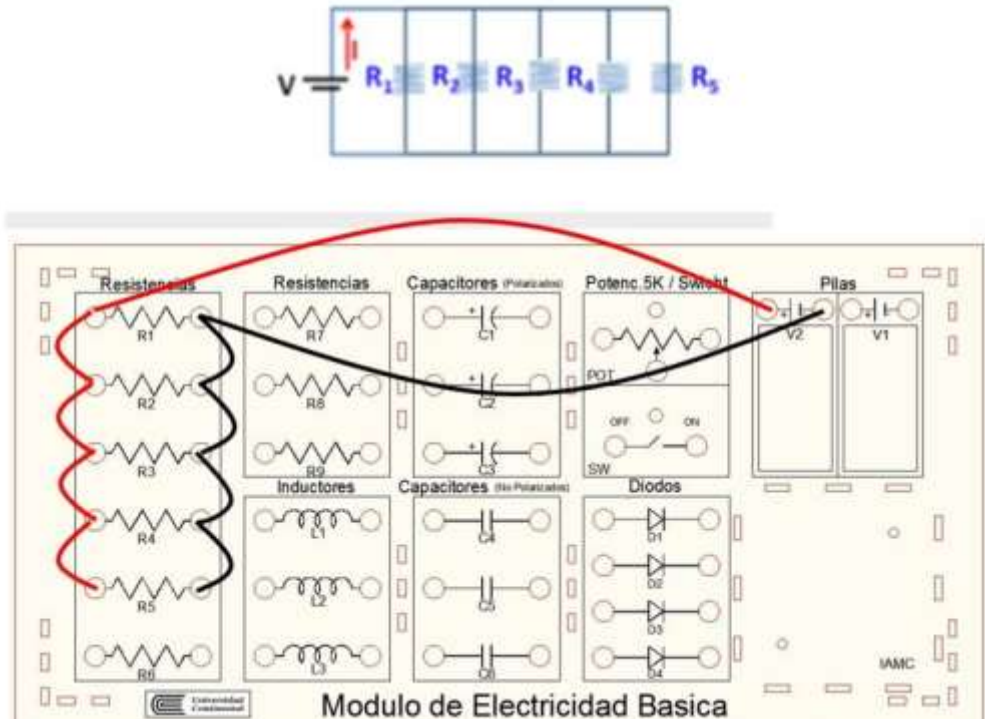
Medición de la corriente

Adaptada de <https://bit.ly/3W8Y4r8>

### Actividad 03: Medición de voltaje y corriente en un circuito en paralelo.

a. Hacer la conexión de un circuito en serie (5 resistencias) en el módulo de electricidad básica tal como se muestra a continuación.

Figura 12. Circuito de resistencias en paralelo y su conexión en el módulo de electricidad básica



Adaptada de <https://bit.ly/3W8Y4r8>

Para la medición de voltaje y corriente se procede igual que lo explicado anteriormente.

(Universidad Continental, 2024, pp. 44-47)

## V. Resultados

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## **VI. Conclusiones**

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados.

## **VII. Cuestionario**

7.1. Un voltímetro cuya resistencia es baja, ¿podría medir con precisión la diferencia de potencial en los extremos de una resistencia alta? Explicar.

7.2. Determinar el valor de la resistencia (en ohmios) cuyos colores son:

- Marrón-negro-rojo plateado
- Marrón-negro-amarillo-plateado
- Rojo-rojo-marrón-plateado
- Amarillo- verde- dorado-dorado

# RESUMEN DE DATOS

## Instrumentación básica

<b>Curso:</b> Física 2	<b>NRC:</b>	<b>Docente:</b>
<b>Fecha:</b> / /		<b>Duración:</b> 90 min.

<b>Integrantes:</b>	1.	2.
	3.	4.
		5.

**Tabla 01:**

Valores de las resistencias obtenidas en forma teórica y experimental (medido)

	VALOR TEÓRICO DE LA RESISTENCIA								VALOR MEDIDO DE LA RESISTENCIA	ERROR RELATIVO PORCENTUAL (%)
	BANDA (COLOCAR EL VALOR)				VALOR		RANGO			
	1	2	3	4	TEÓRICO DE R	TOLERANCIA	MÍNIMO DE R	MÁXIMO DE R		
(FORMA EL NÚMERO)	(MULTIPLICA)	(TOLERANCIA)								
R1										
R2										
R3										
R4										
R5										

**Tabla 02:**

Valores de los voltajes y amperajes obtenidas en forma experimental

	VALOR MEDIDO DE LA RESISTENCIA	CONEXIÓN EN SERIE		CONEXIÓN EN PARALELO	
		VALOR MEDIDO		VALOR MEDIDO	
		VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)
R1					
R2					
R3					
R4					
R5					

## Semana 3:

# Curvas equipotenciales

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

Determinar las Líneas de campo eléctrico y las líneas y superficies equipotenciales asociadas para varias configuraciones

Determinar campos eléctricos a partir de la medición de diferencias de potencial en una configuración de cilindro – cilindro.

Graficar las líneas equipotenciales en la vecindad de dos configuraciones de carga (electrodos)

Calcular la diferencia de potencial entre dos puntos



## II. Fundamentos teóricos

Las siguientes definiciones fueron tomadas de la Guía de Laboratorio de Física 2 de la Universidad Continental del 2024:

**Superficie equipotencial:** Se refiere a una región en el espacio donde el potencial eléctrico tiene el mismo valor en todos los puntos. En otras palabras, una superficie equipotencial es un conjunto de puntos que tienen la misma diferencia de potencial eléctrico con respecto a un punto de referencia dado. Estas superficies se pueden visualizar como líneas o superficies imaginarias que rodean cargas eléctricas o configuraciones de campos eléctricos. Las superficies equipotenciales tienen las siguientes propiedades:

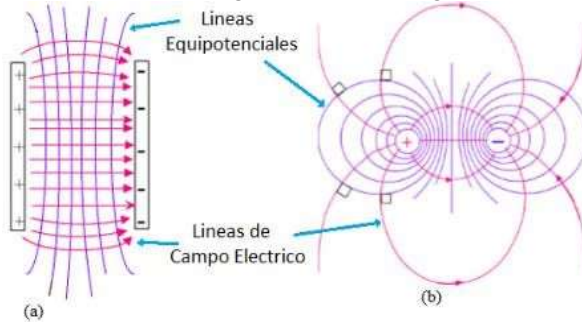
- No se cruzan entre sí, ya que en un punto del espacio solo puede haber un valor de potencial eléctrico.
- Son perpendiculares en cada punto a las líneas de campo eléctrico, que representan la dirección de la fuerza eléctrica.
- En conductores en equilibrio electrostático, las superficies equipotenciales coinciden con la superficie del conductor.

**Campo eléctrico:** Un campo eléctrico es una región del espacio que rodea a una carga eléctrica o a un conjunto de cargas eléctricas, en la cual se manifiestan fuerzas eléctricas. Más específicamente, el campo eléctrico es un campo vectorial que describe la fuerza ejercida sobre una carga de prueba positiva unitaria colocada en un punto determinado del espacio. La magnitud y dirección del campo eléctrico en un punto dado dependen de la magnitud, signo y ubicación de las cargas eléctricas presentes. Algunas propiedades importantes del campo eléctrico son:

- Es producido por cargas eléctricas estáticas o en movimiento.
- Las cargas positivas generan líneas de campo que salen de ellas, mientras que las cargas negativas generan líneas de campo que entran en ellas.
- Las líneas de campo eléctrico siempre comienzan en cargas positivas y terminan en cargas negativas.
- Las líneas de campo eléctrico son siempre perpendiculares a las superficies equipotenciales.
- En un punto sin cargas, el campo eléctrico es el vector suma de los campos eléctricos producidos por todas las cargas presentes.
- En un conductor en equilibrio electrostático, el campo eléctrico en su interior es cero. (Universidad Continental, 2024, pp. 50-51)

$$E = \frac{F}{|q_o|} = k \frac{|Q|}{r^2}$$

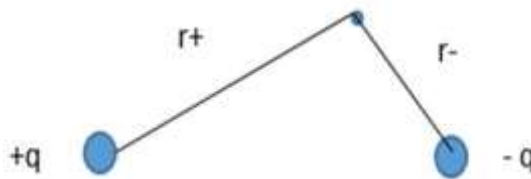
**Figura 13:** Configuración de líneas equipotenciales y de líneas de campo eléctrico para (a) placas planas paralelas y (b) dos cargas puntuales de signo contrario.



Tomado de <https://bit.ly/46e7ciB>

Para una configuración de cargas puntuales como se observa en la figura,  $r_+$  es la distancia del punto de interés a  $+q$  y  $r_-$  es la distancia del punto de interés a  $-q$ , si calculamos el potencial en este punto obtendremos:

**Figura 14:** Configuración de cargas puntuales



Elaboración propia

$$V = \frac{kq}{r_+} - \frac{kq}{r_-} = kq \left( \frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right)$$

Para un par de puntos "1" y "2", podemos obtener el voltaje:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = kq \left( \frac{1}{r_{+2}} - \frac{1}{r_{-2}} \right) - kq \left( \frac{1}{r_{+1}} - \frac{1}{r_{-1}} \right) = kq \left[ \left( \frac{1}{r_{+2}} - \frac{1}{r_{-2}} \right) - \left( \frac{1}{r_{+1}} - \frac{1}{r_{-1}} \right) \right]$$

(Universidad Continental, 2024, pp. 50-51)

### III. Equipos / Materiales

**Tabla 6**

Lista de equipos y materiales a utilizar

Ítem	Equipo	Cantidad
01	Fuente de Alimentación DC	01

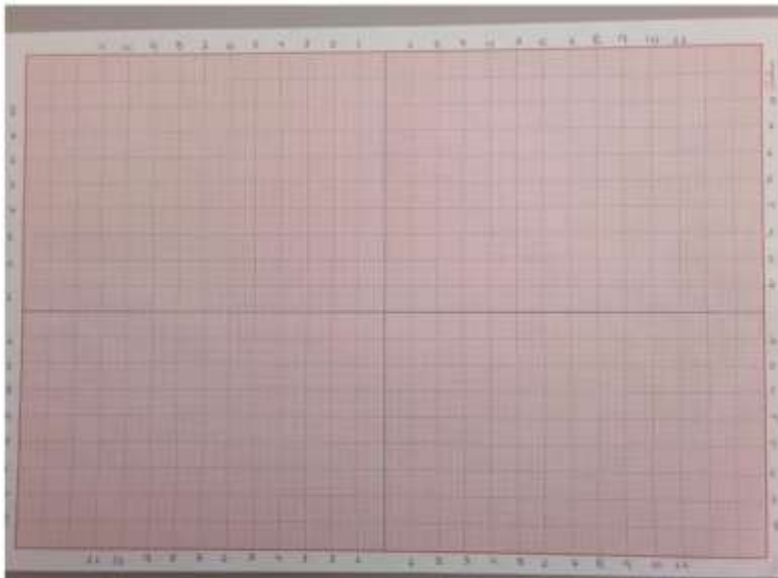
02	Multímetro	01
03	Cubeta de Vidrio o Acrílico	01
04	Electrodos	02
05	Cables de conexión	03
06	Papel milimetrado	02
07	Sal	15 gr

#### IV. Indicaciones y procedimientos

##### Actividad 01: Campo Eléctrico (Líneas equipotenciales)

a. Trace dos líneas por el centro del papel milimetrado horizontal y verticalmente y enumere partiendo de centro cada centímetro como se muestra en la figura. (Coordenadas X – Y). (En las dos hojas milimetradas).

**Figura 15. Modelo del papel milimetrado a usar**



*Fotografía del autor*

b. Llenar la cubeta de agua en aproximadamente 2 cm de alto y mezclarlo con la sal.

**Figura 16. Altura aproximada de agua en la cubeta**



**Fotografía del autor**

c. Coloque un papel milimetrado debajo de la cubeta de vidrio, tratando de centrarlo bien. Y los electrodos a 1 cm del borde en la línea central horizontal, como se muestra.

**Figura 17. Ubicación de los electrodos en la cubeta.**



**Fotografía del autor**

d. Conecte y encienda la fuente de alimentación, instale el multímetro. Mueva el potenciómetro de la fuente hasta conseguir 12 V. Como se muestra.

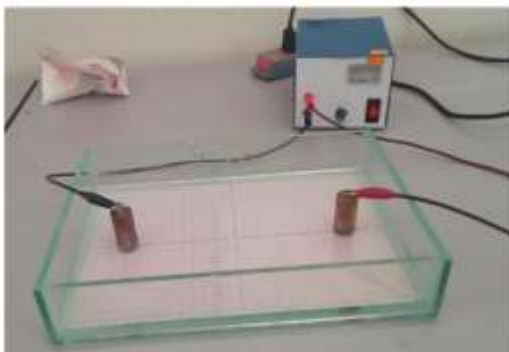
**Figura 18. Medición del valor en la salida CC de la fuente de alimentación**



*Fotografía del autor*

e. Conectar la fuente de alimentación (apagada) a los electrodos usando los conectores tal como se muestra en la fotografía

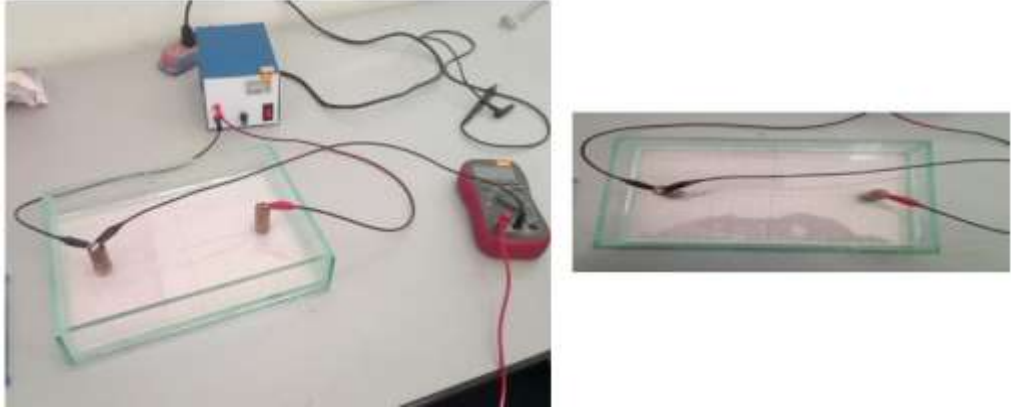
**Figura 19. Conexión de la fuente de alimentación a los electrodos**



*Fotografía del autor*

f. Seguidamente conectar el multímetro tal como se muestra a continuación

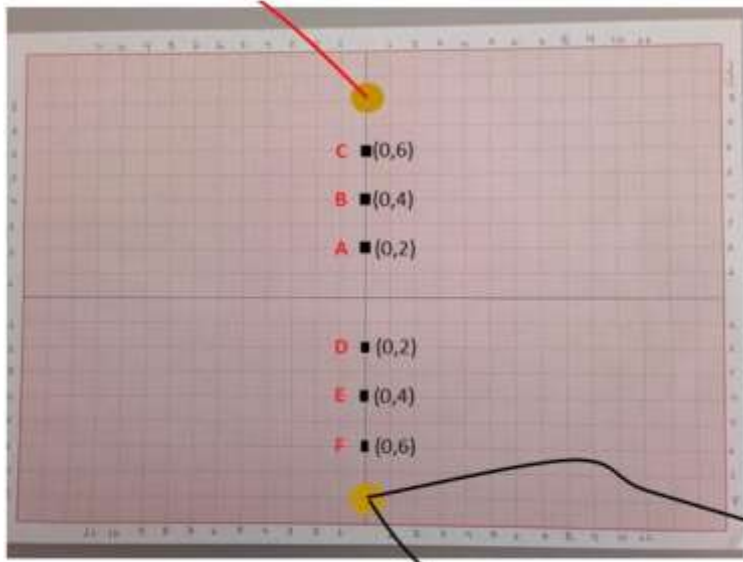
**Figura 20. Conexión completa del sistema.**



*Fotografía del autor*

g. Empezar las mediciones de voltaje en el punto A(0;2), B(0,4), C(0,6), D(0;2), E(0,4) y F(0,6) anotar los valores obtenidos en el otro papel milimetrado, la fuente de alimentación se debe encender para hacer cada medición (si se queda prendido mucho tiempo ocurrirá una reacción que impedirá que se continúe con el laboratorio).

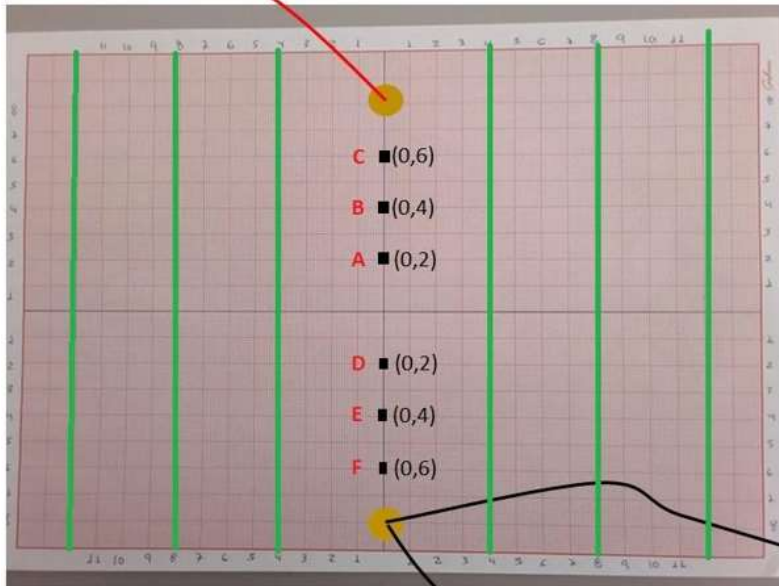
**Figura 21. Ubicación de los puntos donde se medirá el voltaje inicialmente**



*Fotografía del autor*

h. Seguidamente en las líneas de color verde mostradas en la figura, buscar los valores obtenidos en los puntos A, B, C, D, E, y F, anotarlos en el otro papel milimetrado la ubicación exacta y los valores obtenidos.

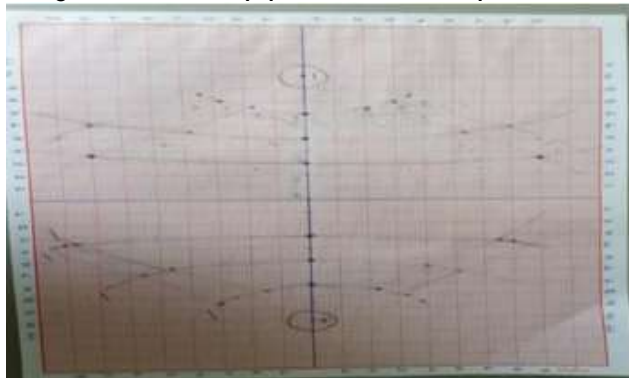
**Figura 22. Ubicación de líneas donde se buscarán los voltajes iniciales.**



**Fotografía del autor**

i. Unir los puntos que tiene el mismo voltaje, a estas líneas se les denomina Líneas Equipotenciales o curvas equipotenciales

**Figura 23. Curvas equipotenciales de campo eléctrico**

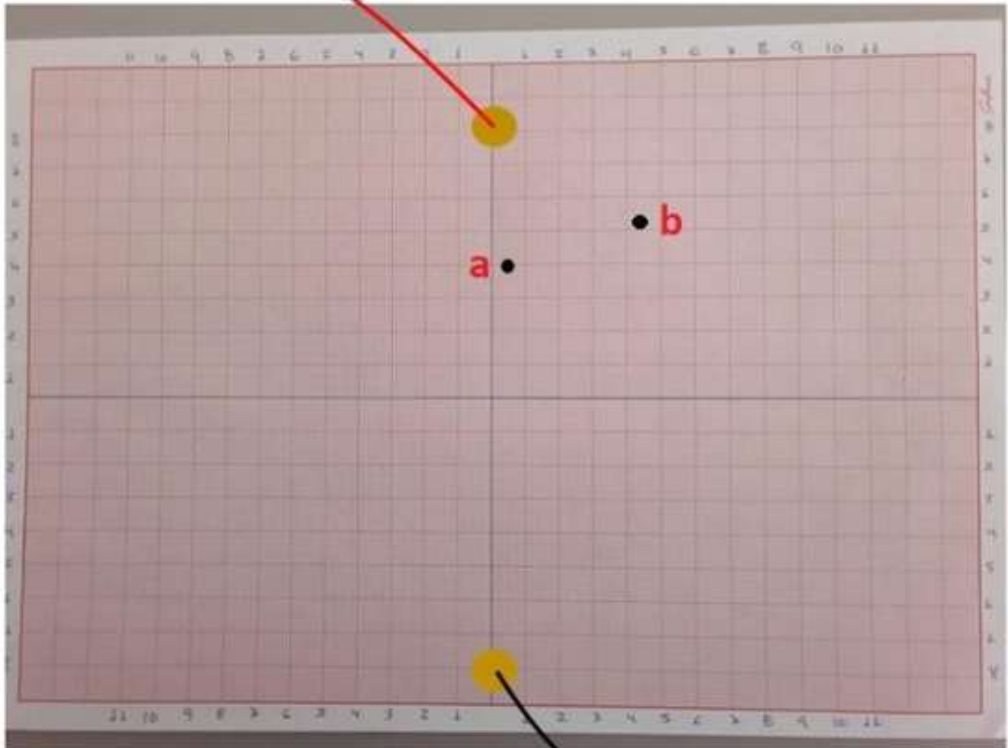


**Fotografía del autor**

## Actividad 02: Potencial Eléctrico

- Para esta segunda actividad desconectar el cable que va del multímetro al electrodo negativo, y colocar su cable del multímetro (el de color negro).
- Ubicar en forma arbitraria dos puntos (a-b) (ver figura siguiente)

**Figura 24. Ubicación de puntos arbitrariamente**

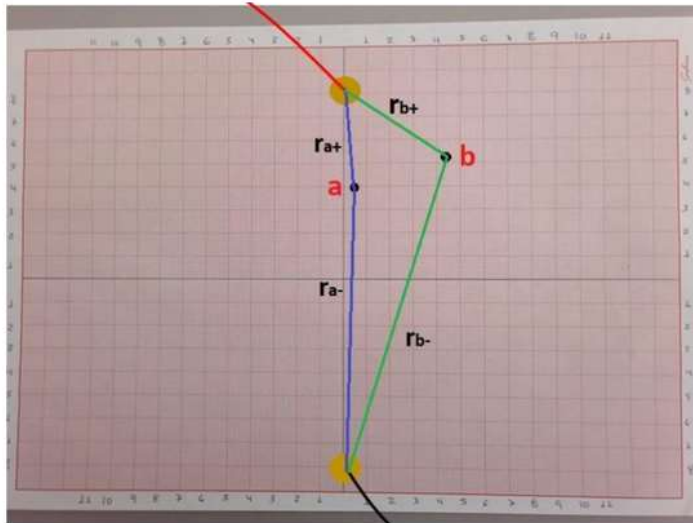


**Fotografía del autor**

- Medir la diferencia de potencial (voltaje) entre los puntos a-b (ubicar el cable rojo del multímetro en el punto a y el cable negro en el punto b) y anotarlos en la TABLA 01 ( $\Delta V$ ). Luego medir las distancias (en cm) desde el punto a al electrodo positivo ( $r_{a+}$ ), del punto a al electrodo negativo ( $r_{a-}$ ), del punto b al electrodo positivo ( $r_{b+}$ ) y del punto b al electrodo negativo ( $r_{b-}$ ). Los valores obtenidos anotarlos en la TABLA 01 del Resumen de Datos.



Figura 25: Medición de distancias



Fotografía del autor

d. Con la fórmula siguiente calcular el valor de  $Kq$ , anotar en la TABLA 01.

$$kq = \frac{\Delta V}{\left(\frac{1}{r_{b+}} - \frac{1}{r_{b-}}\right) - \left(\frac{1}{r_{a+}} - \frac{1}{r_{a-}}\right)}$$

e. Graficar  $Kq$  vs número de punto e interprete-  
(Universidad Continental, 2024, pp. 51-56)

## V. Resultados

Mediante las mediciones de los voltajes en distintos puntos dentro del papel milimetrado, obtendremos puntos que al ser unido y graficado en otro papel milimetrado nos dará las líneas equipotenciales que luego generará las líneas del campo eléctrico. (Universidad Continental, 2024, p. 56)

## VI. Conclusiones

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados

## **VII. Cuestionario**

7.1 Determine la magnitud del campo eléctrico entre las líneas equipotenciales. ¿El campo eléctrico es uniforme? ¿Por qué?

7.2. En su gráfica, dibuje algunas líneas equipotenciales para el sistema de electrodos que utilizó.

7.3 ¿Cómo serían las líneas equipotenciales si los electrodos fueran de diferentes formas?

7.4. ¿Por qué nunca se cruzan las líneas equipotenciales?

7.5. Si Ud. imaginariamente coloca una carga de prueba en una corriente electrolítica ¿Cuál será su camino de recorrido?

7.6. ¿Por qué las líneas de fuerza deben formar un ángulo recto con las líneas equipotenciales cuando las cruzan?

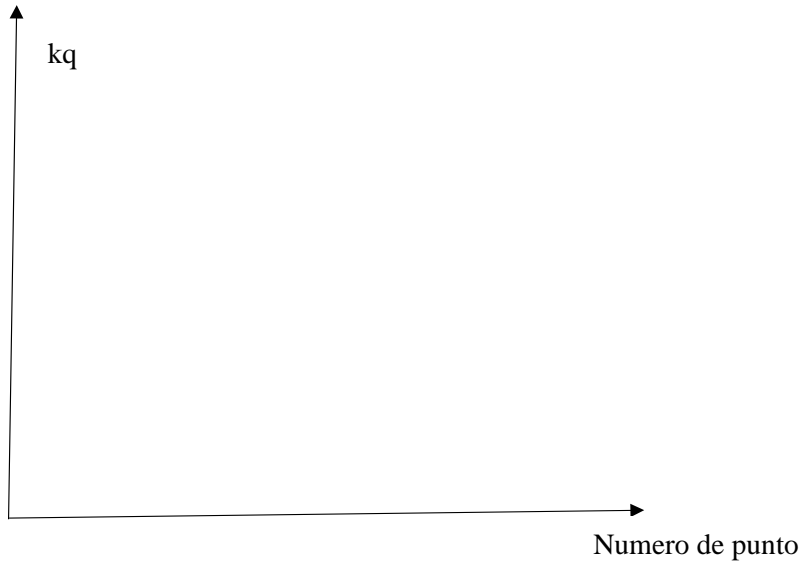
# RESUMEN DE DATOS

## Curvas Equipotenciales

Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha: / /	/ /	Duración: 90 min.
Integrantes:	1.	2.
3.	4.	5.

TABLA 01

Número de los dos puntos	Punto "a"		Punto "b"		Medición del voltaje entre los dos puntos. ( $\Delta V$ )	Calcular $kq$ $= \frac{\Delta V}{\left(\frac{1}{r_{b+}} - \frac{1}{r_{b-}}\right) - \left(\frac{1}{r_{a+}} - \frac{1}{r_{a-}}\right)}$
	ra+	ra-	rb+	rb-		
1						
2						
3						
4						
5						



## Semana 4:

# Capacitores en Serie y Paralelo

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 1

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

En el presente laboratorio contrastaremos los cálculos teóricos con las mediciones experimentales que se realizarán utilizando equipos de medición eléctrica, para luego obtener el porcentaje de error.

- Contrastar la teoría con la parte experimental de las conexiones de condensadores en serie y en paralelo.

- Instalar correctamente los condensadores en un circuito en serie y en paralelo, utilizando los accesorios de un circuito de corriente continua.

- Obtener el valor del condensador equivalente en un circuito conectado en serie y en paralelo, utilizando los instrumentos de medición eléctrica.

## II. Fundamentos teóricos

**Capacitador o condensador:** Es un dispositivo formado por dos conductores o armadura, generalmente en forma de placas o laminas separadas por material dieléctrico, que sometidos a una diferencia de potencia adquieren una determinada carga eléctrica. A esta propiedad de almacenamiento de carga se le denomina capacidad, y en el sistema internacional de unidades se mide en Faradios (F), siendo un faradio la capacidad de un condensador en el que, sometidas sus armaduras a una diferencia de potencia de 1 voltio, estas adquieren una carga eléctrica de un culombio. El valor de la capacidad viene dado por la formula siguiente:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{V_2 - V_1}$$

Donde:

C: Capacidad

Q1: Carga eléctrica almacenada en la placa 1

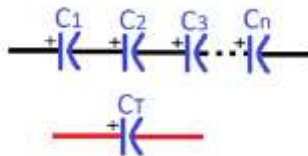
V1-V2: diferencia de potencia entre la placa 1 y 2

### Capacitores en serie:

Capacitores conectados uno después del otro, están conectados en serie. Estos capacitores se pueden reemplazar por un único capacitor que tendrá un valor que será el equivalente de los que están conectados en serie. (Universidad Continental, 2024, pp. 58)

**Figura 26:**

Circuito de capacitores en serie



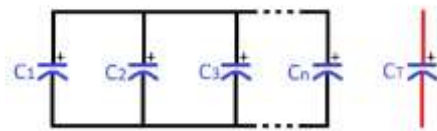
Obtener el condensador equivalente podemos usar:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Una propiedad importante de los condensadores conectados en serie es que todos ellos comparten la misma carga.

Capacitores en paralelo: Del gráfico se puede ver que, si se conectan 3 condensadores en paralelo, los terminales de cada lado de los elementos están conectados a un mismo punto. (Universidad Continental, 2024, pp. 58-59)

**Figura 27. Circuito de capacitores en paralelo**



El condensador equivalente puede calcularse mediante:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

Una propiedad importante cuando los condensadores están conectados en paralelo es que todos ellos tienen el mismo voltaje.

### III. Equipos / Materiales

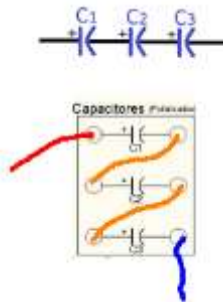
**Tabla 4. Equipos materiales**

Ítem	Equipo	Cantidad
01	Módulo de Electricidad Básica	01
02	Multímetro	01
04	Conectores	10

### IV. Indicaciones y procedimientos

a. Utilizar 3 capacitores (Polarizados) (C1, C2 y C3) y colocarlos en serie, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental el capacitor equivalente. Rellenar la TABLA 02 con los datos obtenidos.

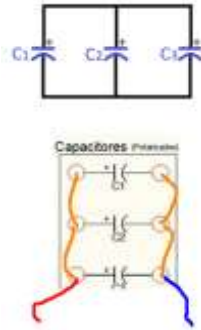
**Figura 27. Circuito de capacitores en serie**



b. Utilizar 3 capacitores (Polarizados) (C1, C2 y C3) y colocarlos en paralelo, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental el

capacitor equivalente. Rellenar la TABLA 03 con los datos obtenidos.

**Figura 28. Circuito de capacitores en paralelo**



(Universidad Continental, 2024, pp. 59-60)

## V. Resultados

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## VI. Conclusiones

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.  
Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados

## VII. Cuestionario

7.1. Compare valores obtenidos e interpreta la tabla 02. Explique razones para la diferencia

7.2. Compare valores obtenidos e interpreta la tabla 02. Explique razones para la diferencia.

# RESUMEN DE DATOS

## Capacitores serie y paralelo

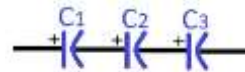
Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha: / /	/ /	Duración: 90 min.
Integrantes:	1.	2.
3.	4.	5.

### 1. TABLA 01: Valores de Capacitores

Capacitor	Capacitancia (F)	Voltaje (V)
C <sub>1</sub>		
C <sub>2</sub>		
C <sub>3</sub>		

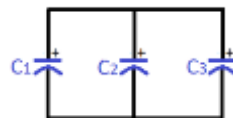
### 2. TABLA 02: CIRCUITO EN SERIE

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Capacitor equivalente			



### 3. TABLA 03: CIRCUITO EN PARALELO

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Capacitor equivalente			



**CONCLUSIONES:** (redacte las conclusiones del experimento)



Segunda

**Unidad**

**Electrodinámica: Corriente  
continua**

## Semana 5:

# Corriente eléctrica: Circuitos serie, paralelo y mixto

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos.

### I. Propósito

- Contrastar la teoría con la parte experimental de las conexiones de resistencias en serie, paralelo y combinaciones mixtas.
- Instalar correctamente las resistencias en un circuito, ya sea en serie, en paralelo o en combinaciones mixtas, utilizando los accesorios de un circuito de corriente continua.
- Obtener la resistencia total en un circuito conectado en serie y en

paralelo, utilizando los instrumentos de medición eléctrica (voltímetro, ohmímetro, amperímetro).

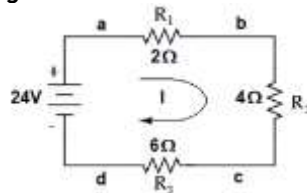
## II. Fundamentos teóricos

### Conexión serie de resistencias

Básicamente la conexión serie consiste en unir las resistencias una tras otra, donde, un extremo de la última resistencia se une o conecta a la fuente, en este arreglo, la corriente eléctrica es la misma en todas las resistencias y existirá una de tensión en cada una de las resistencias así conectados.

La resistencia equivalente en este arreglo siempre es mayor a cualquiera de los receptores conectados. Sea el siguiente circuito de la figura:

Figura 29. Circuito serie de resistencias



Adaptado de <https://bit.ly/3WrI0TR>

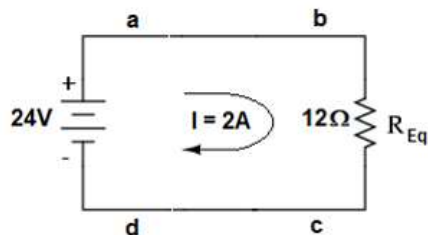
Donde podemos concluir lo siguiente:

- La corriente que circula por el circuito es de 2 amperios, ello quiere decir que 2 A circula por R1, R2 y R3. Todos ellos tienen la misma corriente porque están en serie.
- La corriente es inversamente proporcional al número de receptores conectados en serie.
- Las caídas de tensión serán: 4 V en R1, 8 V en R2 y 12V en R3
- La resistencia equivalente:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 2 + 4 + 6 = 12 \Omega$$

El circuito equivalente se muestra en la siguiente figura:

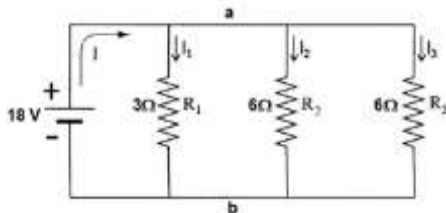
Figura 30. Resistencia equivalente



## Conexión paralela de resistencias

En una conexión en paralelo las resistencias tienen el mismo voltaje.

**Figura 31. Circuito paralelo de resistencias**



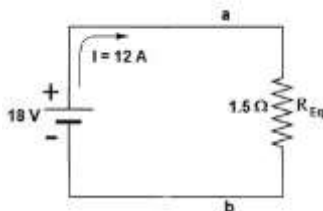
En el circuito de la figura se puede realizar las siguientes puntualizaciones:

- La corriente de alimentación es directamente proporcional al número de receptores conectados en este arreglo.
- La tensión es la misma en la fuente y en las resistencias.
- La resistencia equivalente siempre es menor a cualquiera de las resistencias.
- Existe demanda de corriente en cada resistencia.
- La resistencia equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6}$$
$$R_{eq} = 1.5 \Omega$$

El circuito equivalente está dado por el circuito siguiente:

**Figura 32. Resistencia equivalente**



En esta conexión es posible conectar y desconectar las distintas resistencias a voluntad e independientemente unos de otros.

En forma general, si se desea conectar dos o más resistencias en conexión paralelo deben unirse principios y finales de cada resistencia

## Conexión mixta de resistencias.

Un circuito tiene la conexión mixta de resistencias si al mismo tiempo cuenta con la conexión paralelo y serie, vale decir, que en este tipo de circuitos una o varias partes se encuentran conectado en serie y una o varias partes se encuentran conectados en paralelo.

(Universidad Continental, 2024, pp. 70-71)

### III. Equipos / Materiales

Tabla 5. Equipos materiales

Ítem	Equipo	Cantidad
1	Módulo de electricidad básica	1
2	Multímetro	1
3	Conectores	8

### IV. Indicaciones y procedimientos

a. Determinar el valor de las 04 resistencias (R1, R2, R3 y R4) en forma teórica, para lo cual se utilizará el código de colores

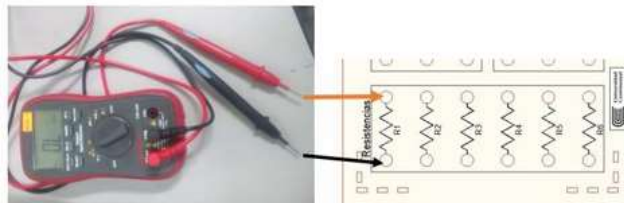
Figura 33: Código de colores para resistencias

COLOR	BANDA 1	BANDA 2	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	$\times 1 \Omega$	
MARRÓN	1	1	$\times 10 \Omega$	$\pm 1 \%$
ROJO	2	2	$\times 100 \Omega$	$\pm 2 \%$
NARANJA	3	3	$\times 1 \text{ k}\Omega$	
AMARILLO	4	4	$\times 10 \text{ k}\Omega$	
VERDE	5	5	$\times 100 \text{ k}\Omega$	$\pm 0.5 \%$
AZUL	6	6	$\times 1 \text{ M}\Omega$	$\pm 0.25 \%$
VIOLETA	7	7	$\times 10 \text{ M}\Omega$	$\pm 0.1 \%$
GRIS	8	8	$\times 100 \text{ M}\Omega$	$\pm 0.05 \%$
BLANCO	9	9	$\times 1 \text{ G}\Omega$	
DORADO			$\times 0.1 \Omega$	$\pm 5 \%$
PLATEADO			$\times 0.01 \Omega$	$\pm 10 \%$
			SIN BANDA	$\pm 20 \%$

Tomada de <https://bit.ly/4cJb0ev>

b. Determinar el valor de las 04 resistencias (R1, R2, R3 Y R4) en forma experimental, para lo cual se utilizará el multímetro para medir el valor de cada resistencia.

Figura 34. Medición de valores de resistencia con el multímetro



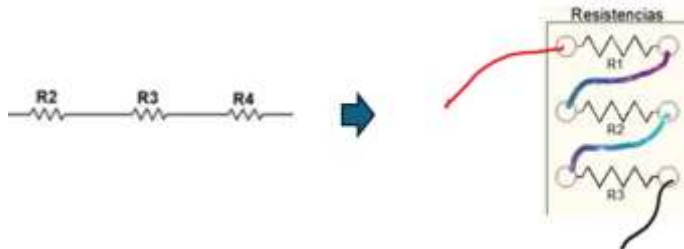
c. Completar la TABLA 01 con los datos obtenidos

**TABLA-01: VALORES DE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS EN FORMA TEORICA Y EXPERIMENTAL (MEDIDO)**

	VALOR TEORICO DE LA RESISTENCIA							VALOR MEDIDO DE LA RESISTENCIA	ERROR RELATIVO PORCENTUAL (%)	
	BANDA (COLOCAR EL VALOR)				VALOR		RANGO			
	1 (FORMA EL NUMERO)	2 (MULTIPLICA)	3 (TOLERANCIA)	4	TEORICO DE R	% TOLERANCIA	MINIMO DE R			MAXIMO DE R
R1										
R2										
R3										
R4										

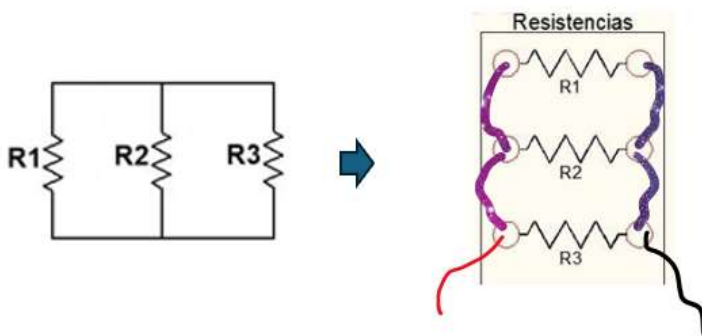
d. Utilizar 3 resistencias (R2, R3 Y R4) y colocarlos en serie, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente. Rellenar la TABLA 02 con los datos obtenidos.

**Figura 35. Conexión serie de 3 resistencias.**



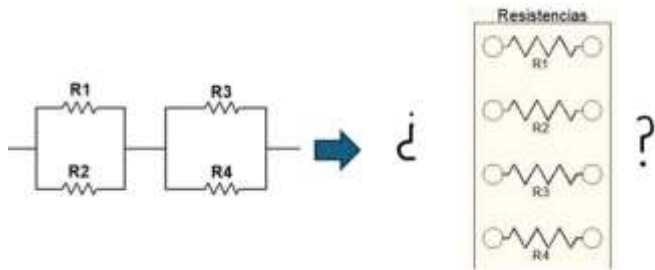
e. Utilizar 3 resistencias (R1, R2 Y R3) y colocarlos en paralelo, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente. Rellenar la TABLA 03 con los datos obtenidos.

**Figura 37. Conexión paralela de 3 resistencias**



f. Utilizar 4 resistencias (R1, R2, R3 y R4) y colocarlos en paralelo y luego en serie, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente. Rellenar la TABLA 04 con los datos obtenidos

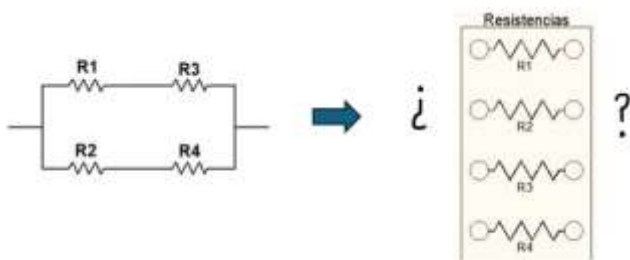
**Figura 36. Conexión mixta de resistencias.**



Haga las conexiones correspondientes sobre la figura e impleméntelo en el tablero eléctrico.

g. Colocar 4 resistencia (R1, R2, R3 y R4), en series y luego en paralelo como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente. Rellenar la TABLA 05 con los datos obtenidos

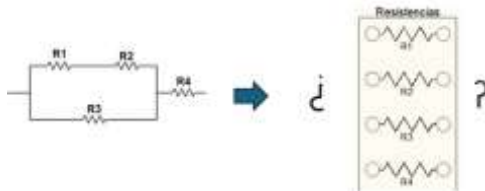
**Figura 38. Conexión mixta de resistencias.**



Haga las conexiones correspondientes sobre la figura e impleméntelo en el tablero eléctrico

h. Colocar 4 resistencia (R1, R2, R3 y R4), en serie, paralelo y en serie, como se muestra en la figura. Calcular en forma teórica y experimental la resistencia equivalente. Rellenar la TABLA 06 con los datos obtenidos

**Figura 39. Conexión mixta de resistencias.**



Haga las conexiones correspondientes sobre la figura e impleméntelo en el tablero eléctrico

(Universidad Continental, 2024, pp. 72-73)

## **V. Resultados**

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## **VI. Conclusiones**

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados

## **VII. Cuestionario**

7.1 Explica brevemente los criterios que utilizas para identificar si un circuito eléctrico está conectado en serie o en paralelo.

7.2 Analiza y compara los valores de la resistencia equivalente obtenidos a través de los cálculos teóricos y las mediciones experimentales realizadas con los instrumentos de laboratorio, como se muestra en las Tablas 02, 03, 04, 05 y 06. Comenta las posibles causas de las diferencias, si las hubiera, entre los resultados teóricos y experimentales para cada una de estas tablas. Además, indica si observas alguna tendencia o patrón en las discrepancias a través de las diferentes tablas.



# RESUMEN DE DATOS

## Circuitos serie, paralelo y mixto

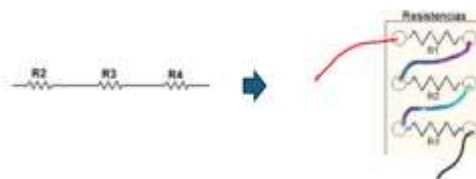
Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha: / /	/ /	Duración: 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

1. TABLA 01: VALORES DE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS EN FORMA TEÓRICA Y EXPERIMENTAL (MEDIDO)

	BANDA (COLOCAR EL VALOR)				VALOR		RANGO		VALOR MEDIDO DE LA RESISTENCIA	ERROR RELATIVO PORCENTUAL (%)
	1	2	3	4	TEÓRICO DE R	TOLERANCIA	MÍNIMO DE R	MÁXIMO DE R		
	(FORMA EL NÚMERO)	(MULTIPLICA)	(TOLERANCIA)							
R1										
R2										
R3										
R4										
R5										

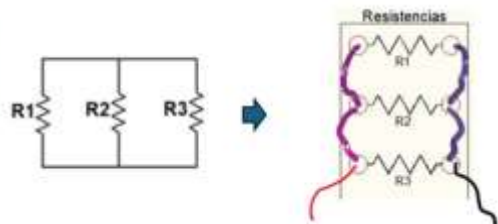
2. TABLA 02: CIRCUITO EN SERIE

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Resistencia equivalente ( $\Omega$ )			



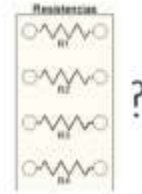
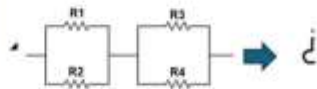
3. TABLA 03: CIRCUITO EN PARALELO

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Resistencia equivalente ( $\Omega$ )			



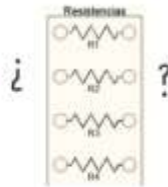
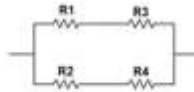
4. TABLA 04: CIRCUITO EN PARALELO Y LUEGO EN SERIE

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Resistencia equivalente ( $\Omega$ )			



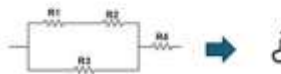
5. TABLA 05: CIRCUITO EN SERIE Y LUEGO EN PARALELO

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Resistencia equivalente ( $\Omega$ )			



6. TABLA 06: CIRCUITO EN SERIE, PARALELO Y SERIE

MEDICIONES	VALOR TEÓRICO CALCULADO	VALOR MEDIDO	ERROR %
Resistencia equivalente ( $\Omega$ )			



7. CONCLUSIONES:

(Universidad Continental, 2024, pp. 75-76)

Semana 6:

## Leyes de Kirchhoff – parte 1

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

Determinar, en un circuito de corriente continua, los valores de corriente y voltaje que circulan en cada ramal y malla. Contrastar estos resultados, tanto teóricos como experimentales, con las predicciones de las Leyes de Kirchhoff para verificar su validez.

Además, determinar experimentalmente si se cumple la Ley de los nodos,

también conocida como Ley de Kirchhoff de los nodos o Ley de conservación de la carga, para el circuito eléctrico dado.

## II. Fundamentos teóricos

Las leyes de Kirchhoff establecen principios básicos derivados de la conservación de la carga y la energía.

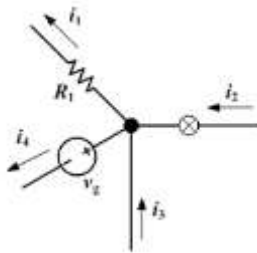
### Primera ley de Kirchhoff

La primera ley, conocida como la ley de los nudos, se obtiene del hecho que la carga tiene que conservarse si no se conocen procesos subyacentes desconocidos, establece que, en cualquier nudo del circuito, la suma algebraica de las corrientes entrantes debe ser igual a la suma de las corrientes salientes.

Matemáticamente, si definimos las corrientes entrantes al nudo como positivas y las salientes como negativas, la ley se expresa como:

$$\sum i = 0$$

Figura 40: Corrientes entrantes y salientes



En la figura 1 podemos observar que las corrientes  $i_1$  e  $i_4$  están saliendo y que las corrientes  $i_2$  e  $i_3$  están entrando al nudo, por lo que, se puede plantear la siguiente ecuación:

$$-i_1 - i_4 + i_2 + i_3 = 0$$

Cómo lo qué:

$$i_2 + i_3 = i_1 + i_4$$

### III. Equipos / Materiales

Tabla 6. Equipos materiales

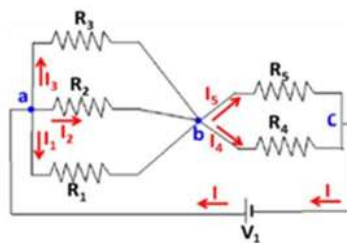
Ítem	Equipo	Cantidad
1	Módulo de Electricidad Básica	1
2	Multímetro	1
3	Conectores	10

### IV. Indicaciones y procedimientos

4.1 Resuelve teóricamente el siguiente circuito propuesto y completar la tabla A de "Cálculos teóricos" en el Resumen de Datos:

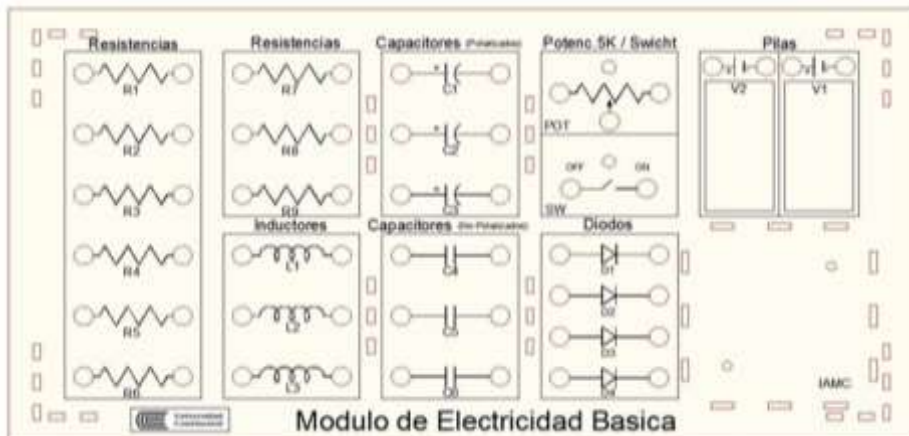
Figura 41. Circuito a resolver teóricamente

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
R1	10	KΩ
R2	30	KΩ
R3	51	KΩ
R4	68	KΩ
R5	82	KΩ
V1	2.4	V



4.2 Dibuja el diagrama de conexiones en el Módulo de Electricidad Básica suministrado por el laboratorio:

Figura 42. Dibuja el diagrama de conexiones con el circuito propuesto



4.3 Mide las corrientes  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$  e  $I_5$  en el circuito utilizando un multímetro. Registra los valores medidos en la 'TABLA 01' de la hoja 'MEDICIONES'. Además, calcula el porcentaje de error entre los valores teóricos y experimentales, y completa la 'TABLA 02' de la hoja 'RESUMEN DE DATOS MEDIDOS' con estos

porcentajes de error.

(Universidad Continental, 2024, pp. 79)

## **V. Resultados**

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## **VI. Conclusiones**

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados.

## **VII. Cuestionario**

7.1 Analiza si se cumple la primera Ley de Kirchhoff en los valores registrados en la TABLA A. Fundamenta tu respuesta luego de una discusión entre los miembros de tu grupo.

7.2 De manera similar, analiza si se cumple la primera Ley de Kirchhoff en los valores experimentales registrados en las TABLAS 01 y 02. Explica tu conclusión desde una perspectiva científica, después de discutirlo con los miembros de tu grupo.

7.3 Explica por qué, según los principios fundamentales de la electrodinámica, la carga eléctrica debe conservarse en un nudo o nodo del circuito. Describe qué implicaciones tendría si este principio de conservación de la carga no se cumpliera en los nudos del circuito.

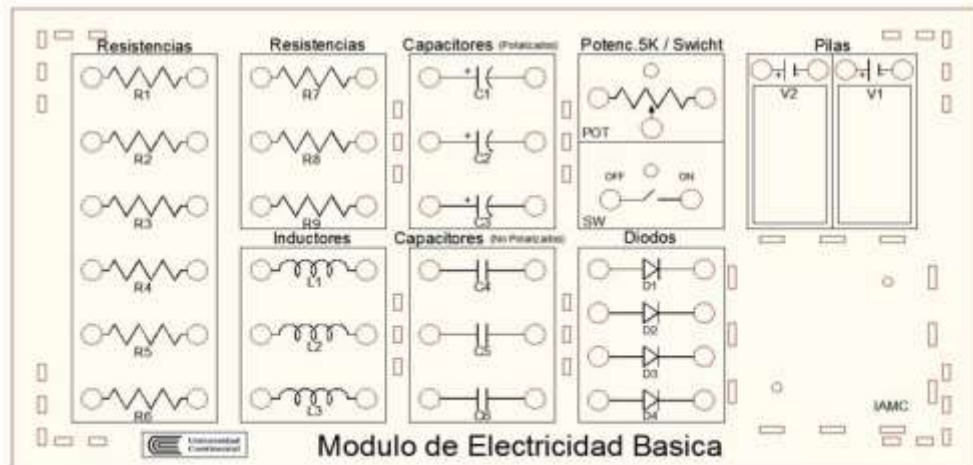
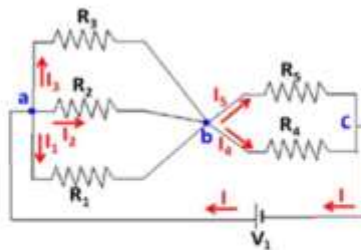
# RESUMEN DE DATOS

## Leyes de Kirchhoff – parte 1

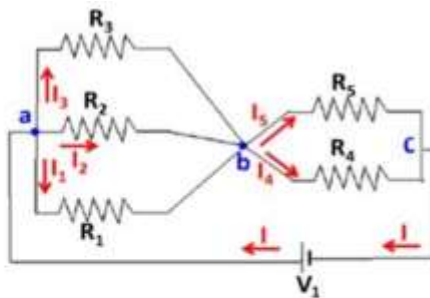
Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha: / /	/ /	Duración: 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

## DIAGRAMA DE CONEXIONADO

Dibuje las conexiones necesarias en el Módulo de Electricidad Básica para el circuito propuesto:



Resolverlo teóricamente con los valores de resistencias reales y completar las tablas



PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
R1	10	KΩ
R2	30	KΩ
R3	51	KΩ
R4	68	KΩ
R5	82	KΩ
V1	2.4	V

TABLA A: CÁLCULO TEÓRICO

Nº	V1 (V)	I (A)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	I4 (A)	I5 (A)	NODO a		NODO b		NODO c	
								Ingres	Sal	Ingres	Sal	Ingres	Sal
								I	I1 + I2 + I3	I1 + I2 + I3	I4 + I5	I4 + I5	I
1													

TABLA 01: DATOS MEDIDOS

Nº	V1 (V)	I (A)	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	I4 (A)	I5 (A)	NODO a		NODO b		NODO c	
								Ingres	Sal	Ingres	Sal	Ingres	Sal
								I	I1 + I2 + I3	I1 + I2 + I3	I4 + I5	I4 + I5	I
1													

TABLA 02: % DE ERROR

Nº	V1 (%)	I (%)	I1 (%)	I2 (%)	I3 (%)	I4 (%)	I5 (%)	NODO a		NODO b		NODO c	
								Ingres	Sal	Ingres	Sal	Ingres	Sal
								I	I1 + I2 + I3	I1 + I2 + I3	I4 + I5	I4 + I5	I
1													

**CONCLUSIONES:**



# Semana 7:

## Leyes de Kirchhoff – parte 2

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 2

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

Determinar, en un circuito de corriente continua, los valores de corriente y voltaje que circulan en cada ramal y malla. Contrastar estos resultados, tanto teóricos como experimentales, con las predicciones de las Leyes de Kirchhoff para verificar su validez.

Además, determinar experimentalmente la Ley de voltajes dada por Kirchhoff para un circuito complejo.

## II. Fundamentos teóricos

### Segunda ley de Kirchhoff

La segunda ley de Kirchhoff es obtenida por el necesario requisito que la energía debe conservarse en una malla de un circuito, es decir, que algunos elementos dan la energía y otros la consumen, por lo que: La suma algebraica de todos los voltajes debe ser cero, o dicho de otro modo, las caídas y subidas de voltaje en cualquier malla es igual a cero.

Expresado matemáticamente:

$$\sum V_i = 0$$

Otra forma de entender esto es también de la siguiente manera: Si movemos una carga alrededor de una espira de circuito cerrado y la carga regresa al punto de partida, el sistema carga-circuito debe tener la misma energía total que la que tenía antes de mover la carga.

La segunda ley de Kirchhoff permite establecer ecuaciones para determinar las corrientes y voltajes en redes complejas con múltiples mallas.

## III. Equipos / Materiales

*Tabla 7. Equipos materiales*

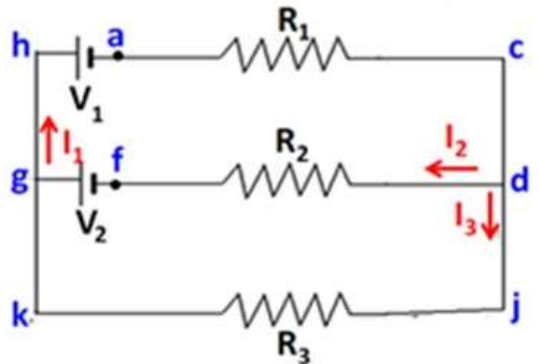
Ítem	Equipo	Cantidad
1	Módulo de Electricidad Básica	1
2	Multímetro	1
3	Conectores	10

## IV. Indicaciones y procedimientos

4.1 Cada integrante del grupo debe resolver teóricamente el siguiente circuito propuesto, aplicando las leyes de Kirchhoff. Una vez que todos hayan realizado sus cálculos individuales, deben socializar y comparar sus resultados. Luego, deben completar de manera consensuada la 'Tabla A' y la 'Tabla B' de la hoja 'Cálculos teóricos' en el 'Resumen de Datos' con los valores teóricos obtenidos.

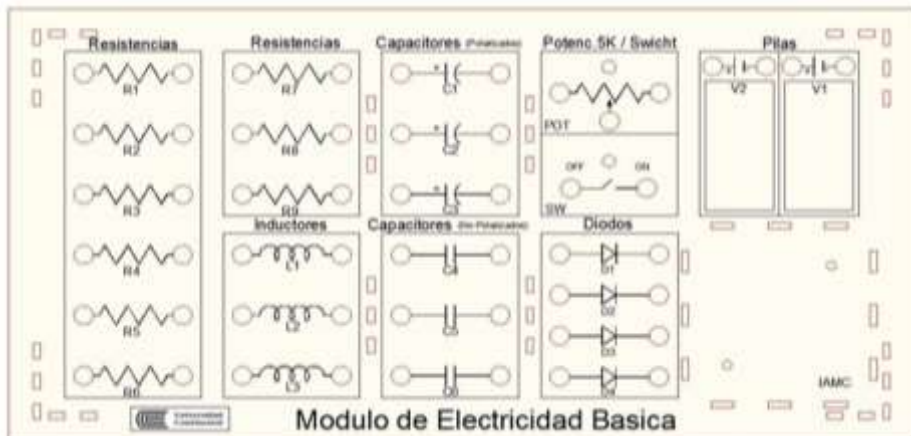
**Figura 43. Circuito que debe resolverse teóricamente utilizando las leyes de Kirchhoff.**

PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
R <sub>1</sub>	10	KΩ
R <sub>2</sub>	30	KΩ
R <sub>3</sub>	51	KΩ
V <sub>1</sub>	2.4	V
V <sub>2</sub>	2.4	V



4.2 Dibuja el diagrama de conexiones en el Módulo de Electricidad Básica suministrado por el laboratorio:

**Figura 44. Dibuja el diagrama esquemático de conexiones para el circuito eléctrico propuesto.**



4.3 Utilizando un multímetro, realiza las mediciones de corrientes y voltajes solicitados en el circuito. Registra los valores medidos en la 'TABLA 01' y la 'TABLA 02' de la hoja 'RESUMEN DE DATOS MEDIDOS'.

(Universidad Continental, 2024, pp. 84-85)

## V. Resultados

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## VI. Conclusiones

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados.

## **VII. Cuestionario**

7.1 Analiza si se cumplen las Leyes de Kirchhoff en los valores registrados en la TABLA A y la TABLA B. Fundamenta tu análisis luego de discutir con los miembros de tu grupo.

7.2 De manera similar, analiza si se cumple la Ley de Kirchhoff en los valores experimentales registrados en las TABLAS 01 y 02. Explica tus conclusiones, después de discutirlo con los miembros de tu grupo

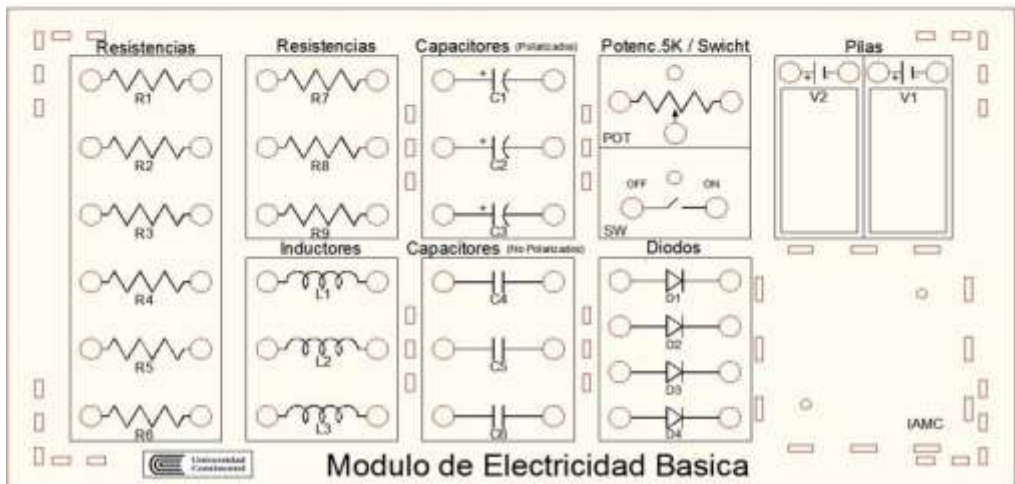
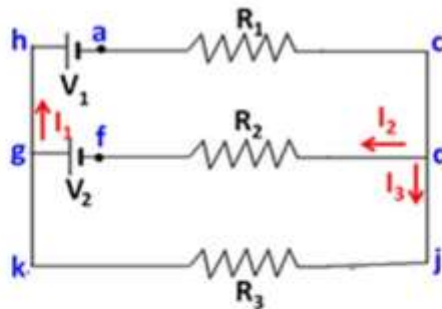
# RESUMEN DE DATOS

## Leyes de Kirchhoff – parte 2

Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha: / /	/ /	Duración: 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

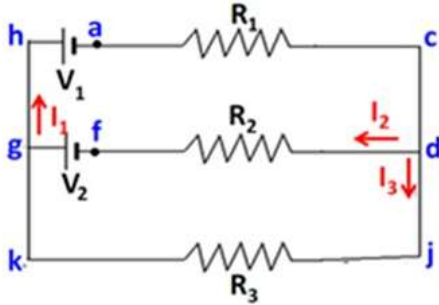
Dibuje el conexionado en el Módulo de Electricidad del circuito propuesto

### DIAGRAMA DE CONEXIONADO



## CÁLCULOS TEÓRICOS

Resolver el problema teóricamente utilizando la ley de mallas o la ley de tensiones de Kirchoff y anexar la solución.



PARAMETRO	VALOR	UNIDAD
R1	10	KΩ
R2	30	KΩ
R3	51	KΩ
V1	2.4	V
V2	2.4	V

TABLA A

TABLA B

MALLA 1 (ghacdfg) Sentido horario	VALOR TEÓRICO	UNIDAD
V1		V
V2		V
I1		A
I2		A
V en R1		V
V en R2		V
ΣV malla ghacdfg		V

MALLA 2 (gfdjkg) Sentido horario	VALOR TEÓRICO	UNIDAD
V2		V
I2		A
I3		A
V en R2		V
V en R3		V
ΣV malla gfdjkg		V

## RESUMEN DE DATOS MEDIDOS

TABLA 01

TABLA 02

MALLA 1 (ghacdfg) Sentido horario	VALOR MEDIDO	UNIDAD
V1		V
V2		V
I1		A
I2		A
V en R1		V
V en R2		V
ΣV malla ghacdfg		V

MALLA 2 (gfdjkg) Sentido horario	VALOR MEDIDO	UNIDAD
V2		V
I2		A
I3		A
V en R2		V
V en R3		V
ΣV malla gfdjkg		V

# CÁLCULO DEL ERROR PORCENTUAL

TABLA A - 01

MALLA 1 (ghacdfg) Sentido horario	VALOR MEDIDO	UNIDAD
V1		%
V2		%
I1		%
I2		%
V en R1		%
V en R2		%

TABLA B - 02

MALLA 2 (gfdjkg) Sentido horario	VALOR MEDIDO	UNIDAD
V2		%
I2		%
I3		%
V en R2		%
V en R3		%

## CONCLUSIONES

(Universidad Continental, 2024, pp. 84-85)

# Tercera **Unidad**

**Fundamentos de campos  
magnéticos: fuentes,  
interacciones y aplicaciones**



Semana 9:

## Líneas de campos magnéticos

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 75 minutos

Docente: ..... Unidad: 3

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

### I. Propósito

En esta actividad, analizaremos las líneas de campo magnético generadas por imanes de barra.

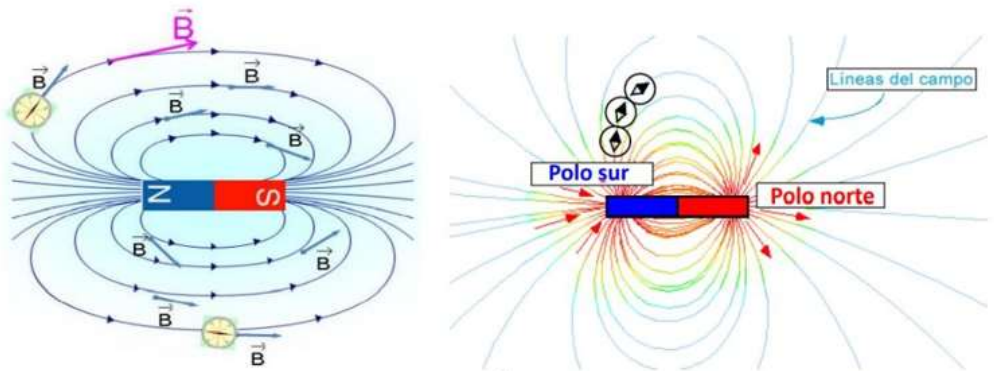
Visualizaremos las líneas de campo magnético producidas por un imán permanente y por múltiples imanes permanentes en diferentes configuraciones.

## II. Fundamentos teóricos

Por el efecto Oersted, sabemos que un campo magnético es originado por una corriente eléctrica constante; basta que una carga eléctrica se mueva a velocidad constante para que se genere un campo magnético. Esto explica los campos magnéticos de nuestro planeta y de los imanes permanentes de barra. Un imán se caracteriza por tener dos polos: un polo norte y un polo sur.

El campo magnético es intenso donde las líneas de campo magnético son densas y débil donde hay menos líneas. La dirección del campo magnético en un punto coincide con la de una brújula colocada en dicho punto. El campo magnético puede representarse por líneas de campo que, en cada punto, son tangentes al vector campo magnético. Las líneas de campo magnético son cerradas; salen del polo norte y entran en el polo sur (Figura 45).

Figura 45. Líneas de campo magnético



## III. Equipos / Materiales

Tabla 8. Equipos materiales

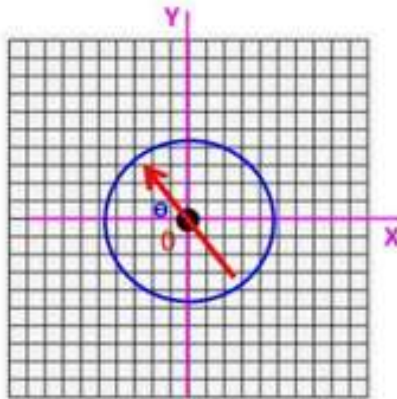
Ítem	Equipo	Cantidad
01	Brújula	01
02	Módulo de imanes	01
03	Limadura de hierro	100 gr
04	Papel milimetrado	01

#### IV. Indicaciones y procedimientos

##### ACTIVIDAD 1: DETERMINACIÓN DEL POLO NORTE GEOGRÁFICO (POLO SUR MAGNÉTICO)

- Aleje todo cuerpo magnético o metálico de la mesa, que pueda interferir la orientación de la brújula.
- Utilice una hoja de papel milimetrado u hoja blanca cuadrículado y trace sobre el papel las coordenadas X; Y.
- Ubique el centro de la brújula con el origen de las coordenadas XY; y trace la orientación de la brújula hacia el polo norte geográfico (Polo SUR magnético) y determine el ángulo de inclinación. (Figura 46)
- $(\alpha = 180 - \theta)$  con respecto al eje X. Repita tres gráficos con los pasos indicados

*Figura 46. Representación de un vector en un plano cartesiano*



##### ACTIVIDAD 2: LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO ALREDEDOR DE UN IMAN USANDO LIMADURAS DE HIERRO.

- Espolvoree las limaduras de hierro uniformemente sobre el módulo de imanes. Asegúrese de colocar un solo imán en la posición indicada en la figura adjunta. (Figura 47)

**Figura 47: Ubicación de un imán en el módulo**



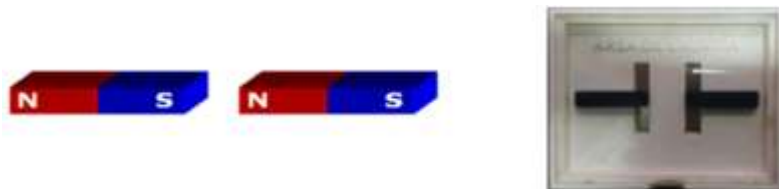
**Fotografía del autor**

b. Observe las líneas del campo magnético que salen del polo norte y se dirigen al polo sur, formadas por las limaduras de hierro sobre el módulo de imanes. Capture una fotografía de las líneas de campo magnético observadas.

**ACTIVIDAD 3: LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO ALREDEDOR DE DOS IMANES USANDO LIMADURAS DE HIERRO.**

a. Espolvoree las limaduras de hierro uniformemente sobre el módulo de imanes. Coloque los imanes en la posición indicada en la figura adjunta, con polos opuestos enfrentados. (Figura 48)

**Figura 48. Ubicación de dos imanes en el módulo**

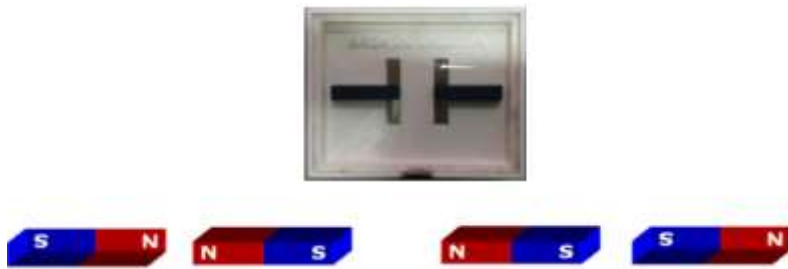


**Fotografía del autor**

b. Visualice las líneas del campo magnético que salen del polo norte y se dirigen al polo sur. Capture una fotografía de lo observado.

c. Espolvoree las limaduras de hierro en forma uniforme sobre el módulo de imanes (ubicar los imanes como se muestra a continuación, polos iguales) (Figura 49)

**Figura 49: Ubicación de dos imanes en el módulo**



**Fotografía del autor**

d. Visualice las líneas del campo magnético que salen del polo norte y se dirigen al polo sur. Capture una fotografía de lo observado

## **V. Resultados**

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## **VI. Conclusiones**

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados

## **VII. Cuestionario**

7.1 Explica cómo se aplica la regla de la mano derecha para determinar la dirección del campo magnético alrededor de un alambre largo y recto por el que circula una corriente eléctrica.

7.2 ¿Qué efecto tiene el aumento de la intensidad de la corriente eléctrica en la intensidad del campo magnético generado alrededor de un alambre conductor?

7.3 Menciona y explica los tres factores que determinan la intensidad del campo magnético generado por un electroimán.

# RESUMEN DE DATOS

## Líneas de campos magnéticos

<b>Curso:</b> F.EM.	<b>NRC:</b>	<b>Docente:</b>
<b>Fecha:</b> /        /		<b>Duración:</b> 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

Coloque a continuación las capturas fotográficas de la Actividad 1, Actividad 2 y Actividad 3 con sus respectivas leyendas

A continuación (en otra hoja A4) redacte las conclusiones grupales sobre las líneas de campos magnéticos observadas.

--

Semana 10:

# **Fuerza de Lorentz sobre una bobina y desarrollo de un motor casero**

## **Instrucciones**

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

## **I. Propósito**

Demostrar y comprender cualitativamente los efectos de una corriente eléctrica en presencia de un campo magnético, específicamente la fuerza de Lorentz que se ejerce sobre una bobina conductora.

Investigar y observar cómo el número de vueltas de la bobina afecta la intensidad de la fuerza de Lorentz experimentada, al variar la cantidad de vueltas (4, 8, 24, etc.) de la bobina construida in situ.

Documentar las observaciones y aplicar los conocimientos adquiridos para

construir un motor eléctrico casero y preparar una defensa teórico-experimental del mismo.

## II. Fundamentos teóricos

La fuerza de Lorentz es la fuerza ejercida sobre una partícula cargada que se mueve en un campo electromagnético. Esta fuerza es fundamental en la física electromagnética y se describe mediante la siguiente expresión:

$$F = q(E + vxB)$$

donde:

$q$  es la carga de la partícula,  $E$  es el campo eléctrico presente en la región,  $v$  es el vector velocidad,  $B$  es el vector de campo magnético

La componente  $qE$  actúa en la dirección del campo  $E$  y  $q(v \times B)$  actúa en forma perpendicular a  $v$  y  $B$

La fuerza de Lorentz es crucial en el análisis del movimiento de partículas cargadas en campos electromagnéticos, como en el caso de los electrones en un conductor, partículas en un acelerador de partículas, y el comportamiento de plasmas y haces de partículas en diversas aplicaciones tecnológicas y de investigación.

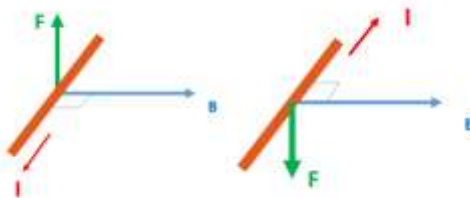
Si consideramos que  $E=0$ , tendremos que:

$$F = q(v \times B)$$

Para un cable recto de longitud  $L$  y con corriente  $I$ , la fuerza de Lorentz puede expresarse como:

$$F = I (L \times B)$$

**Figura 49.** Por la regla de la mano derecha, puede establecerse la dirección de la fuerza de Lorentz para cable recto con corriente. Podemos observar en el cable de la izquierda que la fuerza es hacia arriba, y en la derecha, al invertirse la corriente, la fuerza también se invierte.

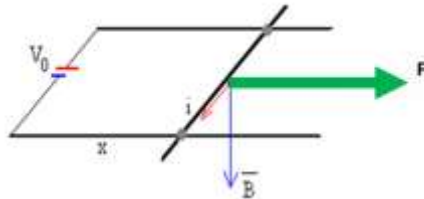




### Aplicaciones importantes:

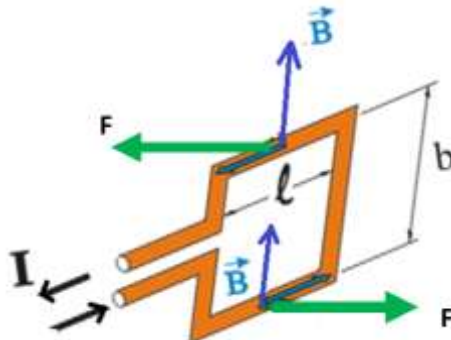
Por la regla de la mano derecha, puede establecerse la dirección de la fuerza de Lorentz para la varilla libre en contacto con los rieles de un cañón electromagnético.

Figura 50. Cañón electromagnético (electromagnetic gun).



La espira se encuentra inmersa dentro de un campo magnético, ni bien se activa la corriente, se generan las fuerzas  $F$  en sentidos contrarios (por qué). Si bien la suma de fuerzas traslacionales es cero, si hay un torque o momento de par que hace rotar a la espira.

Figura 51: Espira en campo magnético



### III. Equipos / Materiales

Tabla 9. Equipos materiales

Ítem	Equipo	Cantidad
01	Alambre esmaltado de cobre para construir la bobina (entre 22 AWG y 26 AWG)	01
02	Pilas o baterías de 9V	01
03	Un pequeño tubo de plástico para enrollar el alambre y construir la bobina	01
04	Un tubo de cartón de mayor diámetro para construir una bobina de mayor área	01

05	Un imán	01
06	Un soporte para montar y acomodar la bobina durante los experimentos	01
07	Multímetro digital	01
08	Cables de conexión	04
09	Pila grande tipo D	01
10	Regla	01

#### IV. Indicaciones y procedimientos

##### Actividad: Construcción de la bobina

1. Utilizando el tubo de plástico, enrolle el alambre esmaltado de modo de completar 4 vueltas u otro número de vueltas, luego 8 vueltas, luego 16, luego 32 vueltas (puede comenzar también con otro número de vueltas). Anote los diámetros del tubo de plástico, del tubo de rollo de papel o de una pila usada como soporte para las espiras de la bobina. Anote los diámetros:

**Tabla 10. Diámetros y áreas de bobina**

Material de soporte para las espiras	Diámetro (cm)	Área aproximada de espira (cm <sup>2</sup> )
Tubo de plástico	D1=	
Pila grande tipo D	D2=	
Tubo de rollo de papel	D3=	

**Figura 52: Construcción de bobina sobre pila**



*Fotografía del autor*

Construyendo la bobina sobre una pila grande como soporte, también puede usar un tubo de plástico o de un rollo de papel para diámetros y por tanto áreas diferentes.

**Figura 53: Vista esquemática y bobina construida sobre una pila grande como soporte**



**Fotografía del autor**

2. Anotando el número de vueltas y diámetro de bobina establecido montarlo sobre el soporte con los contactos correspondientes y hacer las pruebas, visualizaciones y capturas de video correspondientes.

**Figura 54. Vista de parte de la instalación**



**Fotografía del autor**

Anote los siguientes datos:

**Tabla 11. Corrientes de bobina versus números de vueltas y velocidad de rotación**

<b>Diámetro de bobina</b>	<b>Número de vueltas</b>	<b>Corriente de bobina</b>	<b>Link de captura de video</b>
D1			
D2			

D3			

3. Grafique la relación entre los números de vueltas y las corrientes de bobina para cada diámetro.

## V. Resultados

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## VI. Conclusiones

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados

## VII. Desarrollo de proyecto

Realice la siguiente actividad grupal:

En base a los conocimientos adquiridos y las observaciones realizadas durante la experiencia previa con la bobina y la fuerza de Lorentz, su grupo de trabajo debe construir un pequeño motor eléctrico de corriente continua. Para la próxima sesión, deberán presentar y sustentar su motor eléctrico casero,

incluyendo los siguientes aspectos:

- Explicación teórica del principio de funcionamiento del motor, haciendo referencia a la fuerza de Lorentz y la interacción entre la corriente eléctrica y el campo magnético. Esta explicación debe ser el resultado del trabajo colaborativo de todo el grupo.
- Descripción detallada del diseño y los materiales utilizados en la construcción del motor por parte de su grupo.
- Diagramas o esquemas que ilustren la configuración de los componentes clave del motor, como el rotor (bobina), el estator (imán) y las conexiones eléctricas. Estos diagramas deben ser elaborados por el grupo.
- Cálculos o estimaciones teóricas relacionadas con la velocidad de rotación esperada, el torque generado, o cualquier otro parámetro relevante del motor. Estas estimaciones deben ser el resultado del trabajo en equipo.
- Demostración práctica del funcionamiento del motor eléctrico casero construido por su grupo, mostrando su capacidad de rotación y, si es posible, midiendo su velocidad de rotación.
- Análisis de los resultados experimentales obtenidos y su relación con los principios teóricos involucrados. Este análisis debe ser el producto de una discusión grupal.
- Explicación de cualquier desviación o discrepancia entre los resultados teóricos y experimentales, identificando posibles fuentes de error o limitaciones en el diseño del motor. Esta explicación debe ser el resultado de una reflexión colectiva del grupo.
- Sugerencias para mejorar el diseño o el rendimiento del motor eléctrico casero en futuras ocasiones. Estas sugerencias deben ser propuestas por todo el grupo.

Preparar una presentación clara, organizada, utilizando recursos como diapositivas, videos o el propio motor como apoyo para su sustentación teórica - experimental. Asegúrense de fundamentarse en los conceptos estudiados y las observaciones realizadas durante la experiencia previa. La presentación y la sustentación deben ser del trabajo colaborativo de todo el grupo.

## RESUMEN DE DATOS

### Fuerzas de Lorentz sobre una bobina y desarrollo de un motor casero

Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha:        /        /		Duración: 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

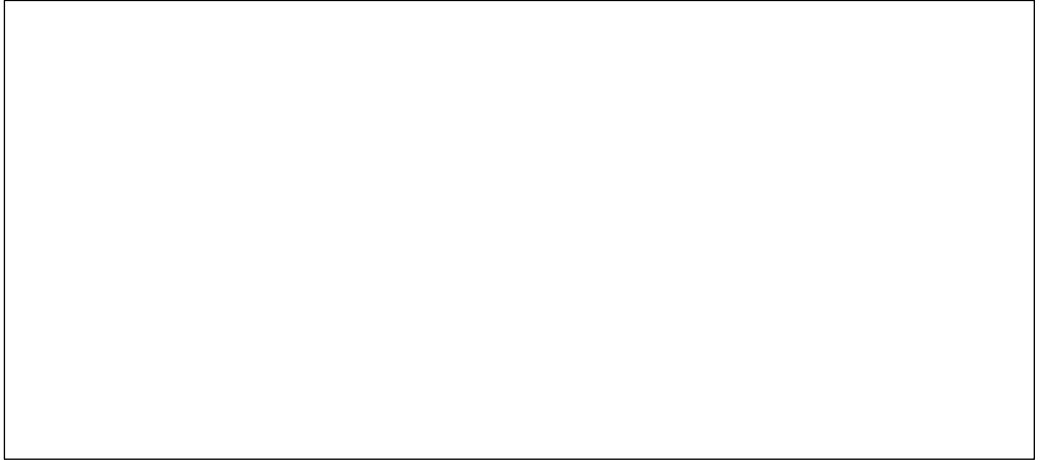
#### Diámetros y áreas de bobina

Material de soporte para las espiras	Diámetro (cm)	Área aproximada de espira (cm <sup>2</sup> )
Tubo de plástico	D1=	
Pila grande tipo D	D2=	
Tubo de rollo de papel	D3=	

#### Corrientes de bobina versus números de vueltas y velocidad de rotación

Diámetro de bobina	Número de vueltas	Corriente de bobina	Link de captura de video
D1			
D2			
D3			


3. Grafique la relación entre los números de vueltas y las corrientes de bobina para cada diámetro.



### **Conclusión**

# Cuarta **Unidad**

**Inducción electromagnética y  
análisis de circuitos de corriente  
alterna**



Semana 13:

# **Ley de Faraday y desarrollo de un generador casero**

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

## **Instrucciones**

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos

## **I. Propósito**

Estudiar de manera experimental los principios de la inducción electromagnética y la ley de Faraday.

Observar y registrar los valores de corriente inducida al acercar y alejar un imán a una bobina.

Investigar la relación entre el número de vueltas de una bobina y la corriente inducida en ella por la presencia de un campo magnético.

Estudiar el efecto del área de la bobina (determinada por el diámetro del tubo utilizado) en la corriente inducida.

Analizar la variación de la corriente inducida en función del número de vueltas de la bobina para diferentes diámetros (áreas).

## II. Fundamentos teóricos

La ley de Faraday, también conocida como la ley de inducción electromagnética, establece los principios fundamentales que rigen la producción de una fuerza electromotriz (fem) inducida en un circuito cerrado debido a un flujo magnético variable.

La ley de Faraday puede enunciarse de la siguiente manera:

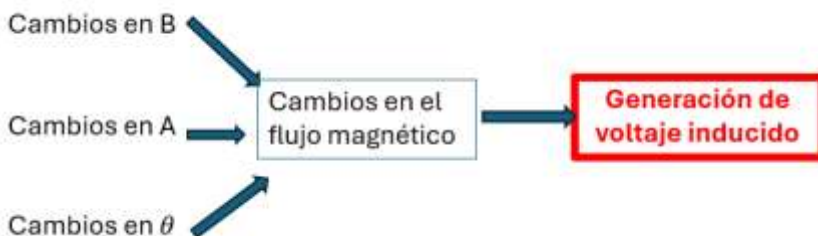
"La fuerza electromotriz inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie definida por dicho circuito."

El flujo magnético puede expresarse como

$$\varphi = \int B \cos \theta dA$$

Para que varíe el flujo y se produzca el voltaje inducido y con ello la corriente inducida, tiene que variar el campo B, el área o el ángulo entre ellos o todos o cualquier par de ellos.

**Figura 55. Todo cambio en B, A o el ángulo entre ellos, determinará un cambio en el flujo, ello determina la generación de un voltaje inducido y con ello una corriente inducida**



Matemáticamente, la ley de Faraday se expresa como:

$$\varepsilon = -N \frac{d\varphi}{dt}$$

Donde:

$\varepsilon$  es la fuerza electromotriz inducida (voltaje inducido)

$N$  es el número de vueltas del circuito o bobina

$\varphi$  es el flujo magnético que atraviesa la superficie definida por el circuito

El signo negativo indica que la dirección de la corriente inducida es tal que se opone al cambio del flujo magnético, de acuerdo con la ley de Lenz.

El efecto de Faraday describe el fenómeno observado cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético, o cuando hay un cambio en el campo magnético que atraviesa un circuito cerrado. En ambos casos, se induce una fuerza electromotriz (fem) en el conductor o circuito, lo que da lugar a una corriente eléctrica inducida.

La ley de Faraday establece que la magnitud de la fem inducida depende de la rapidez con que cambia el flujo magnético que atraviesa el circuito. Un cambio más rápido en el flujo magnético producirá una fem inducida mayor, mientras que un cambio más lento dará lugar a una fem inducida menor.

Este principio de inducción electromagnética es fundamental en el funcionamiento de generadores eléctricos, motores eléctricos, transformadores y muchos otros dispositivos electromagnéticos. En el caso de un generador eléctrico, por ejemplo, un imán en movimiento dentro de una bobina produce un cambio en el flujo magnético que atraviesa las espiras de la bobina, induciendo así una fem y generando una corriente eléctrica.

La ley de Faraday y el efecto de inducción electromagnética son conceptos clave en el estudio de la electricidad y el magnetismo, y tienen numerosas aplicaciones prácticas en la ingeniería eléctrica y la tecnología moderna.

### III. Equipos / Materiales

Tabla 12. Materiales y equipos

Item	Equipo	Cantidad
01	Alambre esmaltado de cobre para construir la bobina (entre 22 AWG y 26 AWG)	01
02	Un pequeño tubo de plástico para enrollar el alambre y construir la bobina	01
03	Un tubo de cartón de mayor diámetro para construir una bobina de mayor área	01
04	Un imán	01
05	Un soporte para montar y acomodar la bobina durante los experimentos	01
06	Multímetro digital	01
07	Cables de conexión	04
08	Pila grande tipo D	01
09	Regla	01

### IV. Indicaciones y procedimientos

#### Actividad 1: Construcción de la bobina y observando el efecto Faraday

Utilizando el tubo de plástico, enrolle el alambre esmaltado de modo de completar 10 vueltas u otro número de vueltas, luego 20 vueltas, luego 40, luego 80 vueltas (puede comenzar también con otro número de vueltas). Anote los diámetros del tubo de plástico, del tubo de rollo de papel o de una pila usada como soporte para las espiras de la bobina. Anote los diámetros:

Tabla 13. Diámetros y áreas de bobina

Material de soporte para las espiras	Diámetro (cm)	Área aproximada de espira (cm <sup>2</sup> )
Tubo de plástico	D1=	
Pila grande tipo D	D2=	
Tubo de rollo de papel	D3=	

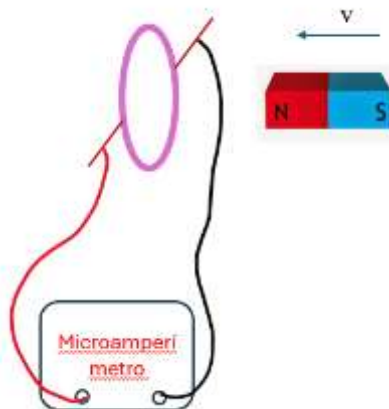
- **Construya** las bobinas según se muestra en la imagen de referencia:

**Figura 56. Vista de las bobinas construidas**



- **Acerque** el imán de barra por el polo norte hacia la bobina y anote la máxima corriente producida:

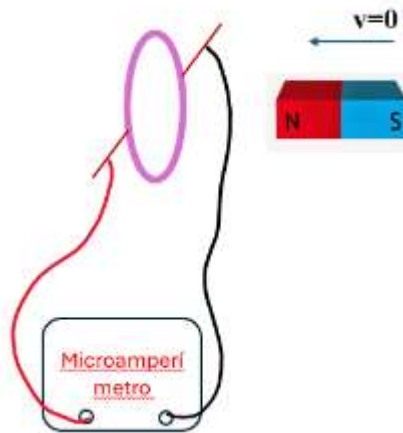
**Figura 57. Imán acercándose a la bobina.**



La bobina sólo está conectada al micro amperímetro. No hay fuente de energía que se suministre a la bobina

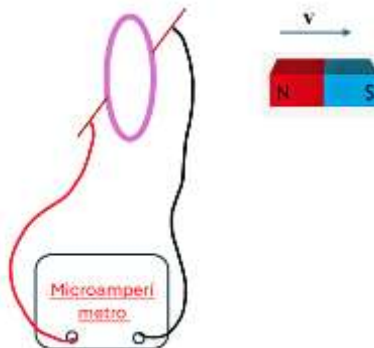
- **Estando** cerca de la bobina, detenga el imán. Observe la medición del microamperímetro.

Figura 58: Imán deteniéndose cerca de la bobina.



- **Ahora** aleje el imán y anote la nueva medición

Figura 59: Imán alejándose de la bobina. Anote lo observado en la tabla correspondiente.



Si las corrientes son medidas con signos negativos, anótelos en la tabla respectiva con el signo incluido

Elija la bobina con mayor número de vueltas para completar esta tabla

Tabla 14. Tabla para una sola bobina

Estado del imán	Número de vueltas	Mayor corriente detectada
Acercando el imán por su polo N		
Deteniendo el imán		

cerca de la bobina		
Alejando el imán por su polo N		

- **Haga** esta misma experiencia, pero esta vez invierta el imán y acérquelo por el polo S, complete la tabla y obtenga conclusiones

Elija la bobina con mayor número de vueltas para completar esta tabla

**Tabla 15. Tabla para una sola bobina**

Estado del imán	Número de vueltas	Mayor corriente detectada
Acercando el imán por su polo S		
Deteniendo el imán cerca de la bobina		
Alejando el imán por su polo S		

### Actividad 2: Medición de corrientes para diferentes diámetros de bobinas y número de vueltas

- **Anote** las máximas corrientes positivas detectadas y anótelos en la siguiente tabla:

**Tabla 16. Obtención de corrientes por efecto Faraday para diferentes bobinas**

Diámetro de bobina	Área de bobina (cm <sup>2</sup> )	N = Número de vueltas	Resistencia de la bobina	Corriente máxima detectada (μA)	Voltaje máximo inducido
D1					

D2					
D3					

- **Grafique** para cada diámetro de bobina la corriente máxima detectada vs número de vueltas
- **Grafique** para cada número de vueltas la corriente máxima detectada vs el área de la bobina
- **Grafique** para cada diámetro de bobina el voltaje máximo detectado vs número de vueltas
- **Grafique** para cada número de vueltas el voltaje máximo detectado vs el área de la bobina
- **Obtenga** las conclusiones que se pueden derivar de los gráficos.

## V. Resultados

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## VI. Conclusiones

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.



Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.

Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados.

## **VII. Desarrollo de proyecto**

Realice la siguiente actividad grupal:

Utilizando los conocimientos adquiridos y las observaciones realizadas durante la experiencia previa con las bobinas y la inducción electromagnética, su grupo debe construir un pequeño generador eléctrico. Para la próxima sesión, deberán presentar y sustentar su generador, incluyendo los siguientes aspectos:

Explicación teórica del principio de funcionamiento del generador, haciendo referencia a la ley de Faraday y los conceptos de inducción electromagnética. Esta explicación debe ser el resultado del trabajo colaborativo de todo el grupo.

Descripción detallada del diseño y los materiales utilizados en la construcción del generador por parte de su grupo. Diagramas o esquemas que ilustren la configuración de los componentes clave del generador, como la bobina, el imán y las conexiones eléctricas. Estos diagramas deben ser elaborados por el grupo.

Cálculos o estimaciones teóricas relacionadas con la corriente y el voltaje esperados en el generador, o cualquier otro parámetro relevante. Estas estimaciones deben ser el resultado del trabajo en equipo.

Demostración práctica del funcionamiento del generador eléctrico construido por su grupo, mostrando su capacidad de generar una corriente eléctrica y, si es posible, midiendo el voltaje o la corriente generados.

Análisis de los resultados experimentales obtenidos y su relación con los principios teóricos involucrados, como la ley de Faraday y la inducción electromagnética. Este análisis debe ser el producto de una discusión grupal.

Explicación de cualquier desviación o discrepancia entre los resultados teóricos y experimentales, identificando posibles fuentes de error o limitaciones en el diseño del generador. Esta explicación debe ser el resultado de una reflexión colectiva del grupo.

Sugerencias para mejorar el diseño o el rendimiento del generador eléctrico en futuras iteraciones. Estas sugerencias deben ser propuestas por todo el grupo.

Preparen una presentación clara y organizada, utilizando recursos visuales como diapositivas, videos o el propio generador como apoyo para su sustentación teórica y experimental. Asegúrense de fundamentar sus explicaciones en los conceptos estudiados y las observaciones realizadas durante la experiencia previa. La presentación y la sustentación deben ser el resultado del trabajo colaborativo de todo el grupo.

## RESUMEN DE DATOS

### Ley de Faraday y el desarrollo de un generador casero

Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha:            /            /		Duración: 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

**Tabla 2**

*Diámetros y áreas de bobina*

Material de soporte para las espiras	Diámetro (cm)	Área aproximada de espira (cm <sup>2</sup> )
Tubo de plástico	D1=	
Pila grande tipo D	D2=	
Tubo de rollo de papel	D3=	

**Tabla 3**

*Tabla para una sola bobina, elija la bobina con mayor número de vueltas para completar esta tabla*

Estado del imán	Número de vueltas	Mayor corriente detectada
Acercando el imán por su polo N		
Deteniendo el imán cerca de la bobina		
Alejando el imán por su polo N		

**Tabla 4**

*Tabla para una sola bobina, elija la bobina con mayor número de vueltas para completar esta tabla*

Estado del imán	Número de vueltas	Mayor corriente detectada
Acercando el imán por		

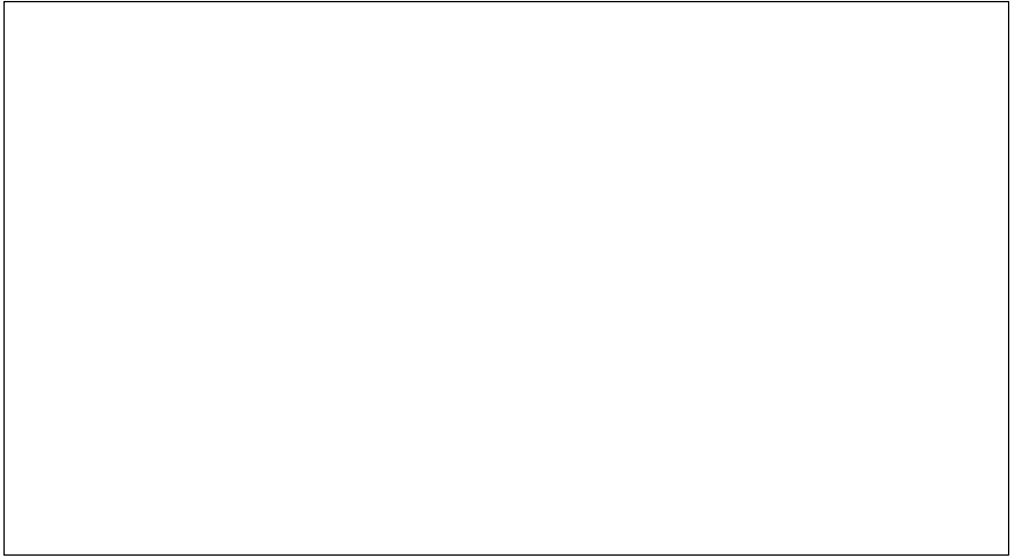
su polo S		
Deteniendo el imán cerca de la bobina		
Alejando el imán por su polo S		

**Tabla 5**

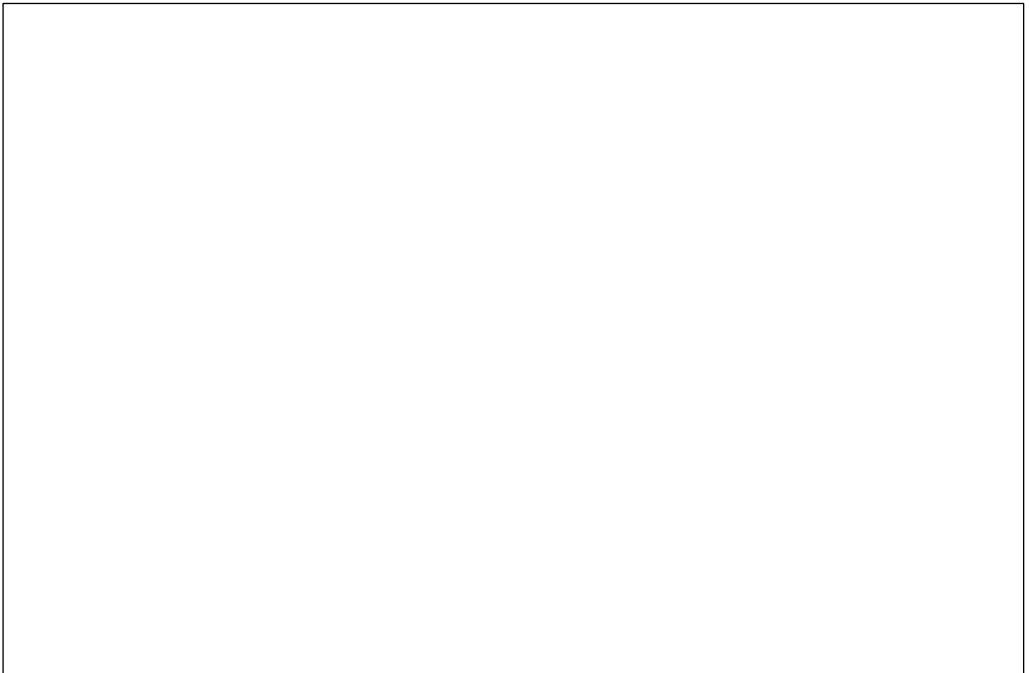
*Obtención de corrientes por efecto Faraday para diferentes bobinas*

<b>Diámetro de bobina</b>	<b>Área de bobina (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>N = Número de vueltas</b>	<b>Resistencia de la bobina</b>	<b>Corriente máxima detectada (μA)</b>	<b>Voltaje máximo inducido</b>
D1					
D2					
D3					

## GRÁFICOS



## CONCLUSIONES



# Semana 14:

## Circuito serie RLC

Sección: ..... Fecha: ...../...../..... Duración: 60 minutos

Docente: ..... Unidad: 4

Nombres y apellidos: .....

### Instrucciones

Estimado estudiante, Ud. debe revisar la guía de laboratorio y familiarizarse con los conceptos teóricos y los experimentos que se realizarán.

Utilice el equipo de protección personal adecuado, como bata de laboratorio y gafas de seguridad si lo requiere el experimento

Siga cuidadosamente las instrucciones del profesor o del manual de laboratorio para cada experimento.

Tome notas detalladas de tus observaciones y mediciones durante los experimentos.

Realice los cálculos necesarios y analice sus resultados en relación con los conceptos teóricos.

Asegúrate de que tu área de trabajo esté limpia y ordenada antes de salir del laboratorio.

Entrega los informes de laboratorio requeridos dentro de los plazos establecidos.

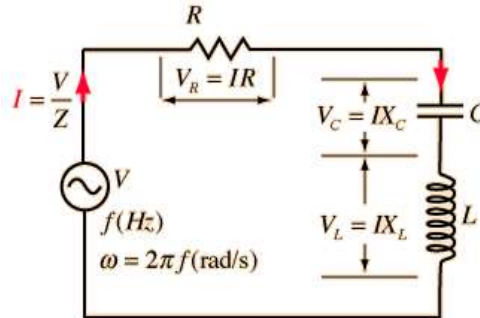
### I. Propósito

- Estudiar las características de un circuito serie RLC de corriente alterna.
- Medir los voltajes eficaces en cada uno de los elementos del circuito y la corriente eficaz.
- Determinar la impedancia total y las reactancias inductivas, capacitivas en el circuito y compararlas con los valores teóricos.
- Calcular el ángulo de desfase entre el voltaje y la corriente para circuitos RLC y compararlos con los valores teóricos.

## II. Fundamentos teóricos

Este tipo de circuito es fundamental en el estudio de la teoría de circuitos y tiene aplicaciones en filtros, resonadores y sistemas de comunicaciones.

Figura 60. Circuito serie RLC alimentado por una fuente alterna



Cuando un circuito RLC en serie es alimentado por una fuente de CA sinusoidal, su comportamiento está determinado por la interacción de los componentes resistivos, inductivos y capacitivos. La corriente en el circuito y las tensiones a través de cada componente pueden desfasarse entre sí debido a las diferentes formas en que R, L y C responden a la corriente alterna

La magnitud de la impedancia Z del circuito está dada por

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$$

Donde la reactancia capacitiva es

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Y la reactancia inductiva es

$$X_L = \omega L$$

donde

$$\omega = 2\pi f$$

Y la frecuencia  $f$  es igual a 60 Hz.

La corriente en el circuito es dada por

$$i = I \sin \omega t$$

Donde el voltaje es desfasado por:

$$v = V \cos(\omega t + \varphi)$$

Donde:

$$\varphi = \text{Arctg}\left(\frac{X_L - X_C}{R}\right)$$

La intensidad eficaz de una corriente alterna se define como el valor de la intensidad de una corriente continua que desarrollase la misma cantidad de calor en la misma resistencia y en el mismo tiempo. Se demuestra que

$$I = \frac{V}{Z}$$

### III. Equipos / Materiales

Tabla 27. Materiales y equipos

Item	Equipo	Cantidad
01	Multímetro digital	01
02	Módulo de electricidad básica	01
03	Un tubo de cartón de mayor diámetro para construir una bobina de mayor área	01
04	Conectores	01

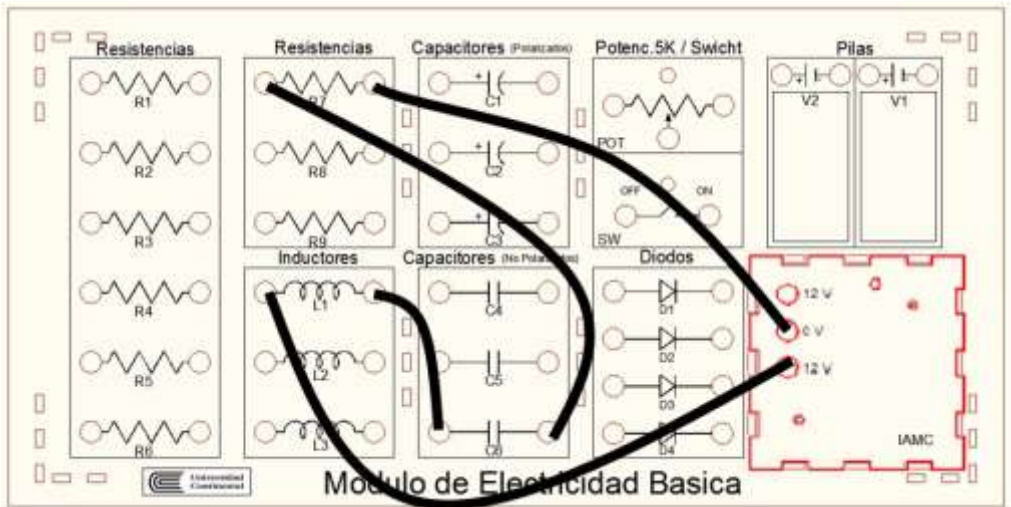
### IV. Indicaciones y procedimientos

#### Circuito RLC en serie

- Medir el valor de la resistencia  $R_7$  con el multímetro, sin energía, el valor obtenido colocar en el Cuadro 01 (VALOR MEDIDO en  $\Omega$ )
- Móntese el circuito de la Fig. (1), en el Módulo de Electricidad Básica, conecte los extremos libres con la fuente de alimentación en AC a 12 V. Ver figura:



**Figura 61. Diagrama de conexiones para el circuito serie RLC alimentado por una fuente alterna.**



- c. Mídase las tensiones eficaces entre los extremos de la resistencia VR, de la autoinducción VL, del condensador, VC, y de la fuente VT y anótelo en el Cuadro 01 (VALOR MEDIDO).
- d. Mídase con el miliamperímetro la intensidad eficaz en el circuito y anótelo en el Cuadro 01 (VALOR MEDIDO).
- e. Calcúlense  $X_L$ ,  $X_C$ , L y C con los valores medidos obtenidos y anótelo en el Cuadro 01 (VALOR MEDIDO).
- f. Calcúlese la impedancia Z del circuito RLC en serie a partir de los valores de la intensidad I y de la tensión total VT medidos y anótelo en el Cuadro 01 (VALOR MEDIDO).

## V. Resultados

En esta área, colocar los resultados de las actividades de laboratorio, sus cálculos, gráficos y tablas; previamente presente los resultados parciales en la hoja "resumen de datos".

## VI. Conclusiones

Para esta sección se tendrá en cuenta:

La verificación de los principios y leyes físicas estudiados en el experimento.

Comparación de los resultados experimentales con los valores teóricos esperados.

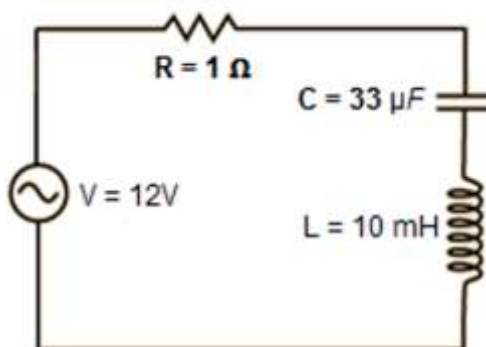
Análisis de las posibles fuentes de error y su impacto en los resultados.  
Importancia y aplicaciones prácticas de los conceptos abordados.

## RESUMEN DE DATOS

### Circuito serie RLC

Curso: F.EM.	NRC:	Docente:
Fecha:        /        /		Duración: 90 min.
<b>Integrantes:</b>	1.	2.
3.	4.	5.

1. Calcular los valores de  $V_R$ ,  $V_L$ ,  $V_C$ ,  $V_T$ ,  $I$ ,  $X_L$  y  $X_C$  del siguiente circuito y completar el Cuadro 01 (VALOR TEORICO)



2. Rellenar los valores del Cuadro 01

PARAMETRO	VALOR TEORICO	VALOR MEDIDO	ERROR PORCENTUAL
$V_R$ (V)			
$V_L$ (V)			
$V_C$ (V)			
$V_T$ (V)	12 V		
$I$ (A)			
$X_L$ ( $\Omega$ )			
$L$ (H)	0.01 H		
$X_C$ ( $\Omega$ )			
$C$ (F)	0.000033 F		
$R$ ( $\Omega$ )	1 $\Omega$		

# Referencias

Giancoli, D.C (2009). *Física para ciencias e ingenierías (4.ª ed.)*, vol. 2. Pearson Education

Young, H. y Freedman, R. (2019). Sears & Zemansky. *Física universitaria con física moderna (14.a ed.)*, Vol. 1. Pearson Educación.

Serway, R. y Jewett, J. (2018). *Física para ciencias e ingenierías (9.a ed.)* Vol. 2. Thomson.

Universidad de Colorado Boulder. (2024). *PhET: Simulaciones gratuitas en línea de física, química, biología, ciencias de la tierra y matemáticas.* [software] <https://phet.colorado.edu/>

Universidad Continental. (2024). Física 2: Guía de trabajo. Repositorio Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12655>

Prociencia. (18 de febrero del 2021). *Demostraciones experimentales de Física* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PL948achm3DFjzCH02p2ClzivVSQiaZBqW>