



Manual de Practicas

Código

FGA-73 v.00

Página

1 de 3



	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	2 de 3

INDICE DE CONTENIDO
Introducción
Normas de seguridad
Practica 1: FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS
Practica 2: RESISTIVIDAD
Practica 3: SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES
Practica 4: LEY DE OHM
Practica 5: LEYES DE KIRCHHOFF
Practica 6: CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR
Practica 7: INDUCCION ELECTROMAGNETICA
Practica 8: RELACION CARGA MASA

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	3 de 3

--

INTRODUCCION

El laboratorio de Electromagnetismo representa un espacio esencial dentro del proceso formativo de los estudiantes de Ciencias Básicas e Ingenierías, al permitir la comprensión práctica de los fenómenos eléctricos y magnéticos que se abordan teóricamente en el curso. A través de la experimentación, el estudiante desarrolla competencias para observar, analizar y cuantificar principios fundamentales que sustentan la física electromagnética clásica, y que son fundamentales en el desarrollo tecnológico y científico.

Este laboratorio busca consolidar los conceptos del campo eléctrico, corriente, potencial, resistencia, capacitancia, campo magnético e inducción, mediante el uso de instrumentos de medición, fuentes de voltaje, resistencias, capacitores, bobinas, sensores y software de análisis. Además, se promueve el razonamiento crítico y la validación experimental de modelos matemáticos.

La práctica inicial sobre **Fenómenos Electrostáticos** permite al estudiante explorar la interacción entre cargas en reposo y comprender la ley de Coulomb y la distribución de carga en materiales. La segunda práctica sobre **Resistividad** introduce la relación entre las propiedades eléctricas de los materiales y su estructura interna, sentando bases para el análisis de circuitos.

En la práctica de **Superficies Equipotenciales**, se visualiza el campo eléctrico a través de mapas de potencial, desarrollando la comprensión del trabajo eléctrico y del gradiente de potencial. Posteriormente, la **Ley de Ohm** y las **Leyes de Kirchhoff** permiten el estudio sistemático de redes eléctricas, mediante la verificación experimental de la relación entre corriente, voltaje y resistencia, y la aplicación de la conservación de la carga y la energía en nodos y mallas.

El estudio de la **Carga y Descarga de un Condensador** introduce conceptos clave de transitorios eléctricos en circuitos RC, donde el estudiante puede observar el comportamiento temporal de la energía almacenada y liberada en un campo eléctrico. Con la práctica de **Inducción Electromagnética**, se aborda una de las leyes fundamentales del electromagnetismo —la ley de Faraday-Lenz—, clave para el funcionamiento de generadores, transformadores y motores eléctricos.

Finalmente, la práctica de **Relación Carga-Masa** permite aplicar conceptos de campo eléctrico y magnético para investigar experimentalmente el comportamiento de partículas cargadas en movimiento, conectando así los principios básicos del electromagnetismo con aplicaciones modernas como el espectrómetro de masas o el ciclotrón.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	4 de 3

Este conjunto de experiencias experimentales permite al estudiante vincular directamente la teoría con la práctica, favoreciendo el aprendizaje significativo de los fenómenos electromagnéticos, desarrollando habilidades técnicas en la manipulación de instrumentos y fortaleciendo la formación científica desde una perspectiva integral.

NORMAS DE SEGURIDAD

Con el fin de proteger la integridad de los estudiantes, docentes y el equipo del laboratorio, se establecen las siguientes normas de seguridad que rigen el desarrollo de las prácticas del curso de Electromagnetismo. Estas normas deben ser conocidas y cumplidas rigurosamente por todos los participantes.

1. Ingreso y comportamiento general

El ingreso al laboratorio solo está permitido en presencia del docente o monitor responsable.

Es obligatorio el uso de bata de laboratorio, cabello recogido y calzado cerrado.

Se debe mantener una actitud responsable, evitar distracciones, juegos o manipulaciones indebidas de equipos.

Está prohibido ingerir alimentos, bebidas o manipular objetos ajenos a la práctica dentro del laboratorio.

2. Manejo de instalaciones eléctricas

Los tomacorrientes y cables colgantes están señalizados: no deben ser manipulados sin la debida instrucción del docente.

Aunque **no se utilizan fuentes de alta tensión**, se debe asumir que todo equipo conectado puede representar un riesgo si no se manipula adecuadamente.

Verificar que los dispositivos estén **apagados y desconectados** antes de realizar conexiones o ajustes.

Nunca conectar o desconectar aparatos eléctricos con las manos húmedas o mojadas.

Evitar el uso de alargadores o conexiones improvisadas sin autorización.

3. Seguridad durante el trabajo experimental

Leer atentamente las instrucciones de cada práctica antes de manipular el material.

Usar correctamente los instrumentos de medición (multímetros, fuentes de voltaje, generadores, etc.) de acuerdo con su rango y especificaciones.

No tocar directamente los componentes activos de un circuito durante la operación.

Prestar especial atención al montaje de **circuitos con condensadores**, ya que estos pueden almacenar carga incluso después de apagados.

Mantener despejadas las zonas donde se encuentren **bobinas, conductores o imanes**, para evitar perturbaciones electromagnéticas accidentales.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	5 de 3

4. En caso de emergencia

Conocer la ubicación del **botiquín de primeros auxilios, extintor y ruta de evacuación**, todos debidamente señalizados.

Reportar cualquier accidente, descarga, cortocircuito o falla en un equipo inmediatamente al docente.

En caso de incidente eléctrico, **no tocar directamente a una persona que esté en contacto con una fuente activa**: primero cortar la corriente desde la fuente.

5. Al finalizar la práctica

Apagar todos los equipos utilizados y desconectarlos si es necesario.

Dejar el área de trabajo limpia, ordenada y con los equipos en su lugar asignado.

No abandonar el laboratorio sin autorización del docente o sin dejar constancia del estado de los equipos utilizados.



**PRACTICA Nro. 1
FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS**

1.OBJETIVOS

- Entender la naturaleza de la fuerza eléctrica.
- Cargar eléctricamente cuerpos por diferentes métodos y analizar sus propiedades.
- Entender el concepto de campo.
- Experimentar con materiales conductores, semiconductores y dieléctricos.

2. MATERIALES:

CANTIDAD	MATERIALES O INSUMOS
1	Condensador de placas paralelas
1	Fuente de alta tensión
1	Amplificador electrómetro
2	Bolitas de icopor con hilo
6	Materiales de diferente tipo
1	Galvanómetro
1	1 Condensador de 10 nF
1	Generador de van de Graaff

3.MARCO TEÓRICO:

La electrostática es la rama de la física que estudia las cargas eléctricas en reposo. A diferencia de la corriente eléctrica, donde las cargas se mueven, en los fenómenos electrostáticos se analizan los efectos de las cargas estacionarias y las fuerzas que ejercen entre sí.

CARGA ELÉCTRICA

La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia, responsable de

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	7 de 3

los fenómenos eléctricos. Existen dos tipos de carga: positiva y negativa, denominadas así convencionalmente. Las partículas subatómicas asociadas con estas cargas son:

- Electrones: tienen carga negativa.
- Protones: tienen carga positiva.

Las cargas del mismo signo se repelen y las de signo contrario se atraen.

LEY DE CONSERVACIÓN DE LA CARGA

La carga eléctrica no se crea ni se destruye, solo se transfiere de un cuerpo a otro. Esta es la base de muchos fenómenos electrostáticos, donde al frotar dos materiales (como vidrio y seda), los electrones pueden pasar de uno al otro.

ELECTRIZACIÓN

Un cuerpo neutro puede adquirir carga eléctrica mediante diferentes procesos:

- Frotamiento: se transfiere carga por fricción entre dos materiales.
- Contacto: un cuerpo cargado transfiere carga a otro al tocarlo.
- Inducción: un cuerpo cargado induce una redistribución de cargas en otro cuerpo sin tocarlo.

4.CUESTONARIO:

- a) ¿Que es el campo eléctrico?
- b) ¿Cómo se carga un cuerpo por inducción?
- c) ¿Qué es y cómo funciona un electroscopio?
- d) ¿Qué es y cómo funciona un electrómetro?
- e)¿Qué es la conexión a tierra?

5.PROCEDIMIENTO:

EXPERIMENTO 1

1. Se suspende una barra de plástico (gancho de ropa) de un hilo, se acerca una barra de vidrio, una de acrílico, una de lapicero, y una de ebonita a uno de sus extremos alternadamente. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema).
2. Se frota la barra de plástico suspendida con paño de seda, y se acerca una barra de vidrio frotada con seda al extremo frotado del plástico. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema).
3. Se acerca una barra de un bolígrafo frotada con seda al extremo frotado del plástico. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema).
4. Se acerca ahora la barra de un bolígrafo frotada con seda al extremo no frotado del plástico. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema).

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	8 de 3

EXPERIMENTO 2

1. Se acerca un globo a la pared. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
2. Se frota ahora el globo en el pelo y se acerca a la pared. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema).
3. Se frota un globo en el pelo y se acerca a una lata de aluminio vacía, colocada previamente sobre la mesa. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)

EXPERIMENTO 3

1. Se frota en lana una barra de plástico (gancho de ropa), se acerca sin tocar, a la bolita de icopor de un péndulo electrostático (la bolita esta forrada de papel aluminio) ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
2. Repita el paso anterior pero ahora acerque hasta tocar. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
3. Se frota de nuevo la barra de plástico y se acerca cuidadosamente por la parte inferior de la bolita del péndulo electrostático, tratando de no tocar ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
4. Sin retirar la barra, toque por la parte superior a la bolita de icopor con el dedo índice (conexión a tierra) ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)

EXPERIMENTO 4

1. Se cargan las bolitas de dos péndulos electrostáticos (icopor recubierto de grafito) con el mismo tipo de carga. Se acerca una frente a otra... ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
2. Se cargan dos péndulos electrostáticos de globo con el mismo tipo de carga. se acerca uno frente a otro ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
3. Se cargan dos bolitas de sendos péndulos electrostáticos, pero ahora con cargas de signos diferentes ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)

EXPERIMENTO 5

1. Se cargan las placas de un condensador de aluminio con signos diferentes y se colocan bolitas de icopor recubiertas de grafito entre ellas. ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)

EXPERIMENTO 6

1. Se frota un bolígrafo en el pelo. Se abre el grifo del agua un poco y se acerca el bolígrafo al chorrillo de agua ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso?

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	9 de 3

(Elabore un esquema)

EXPERIMENTO 7

1. Se enciende el Generador de van de Graaff y se acerca sin tocar un péndulo electrostático (icopor recubierto de aluminio o grafito) ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)
2. Con el Generador de van de Graaff encendido, se acerca un péndulo electrostático (icopor recubierto de aluminio o grafito) hasta hacer contacto ¿Que observo? ¿Por qué ocurrió eso? (Elabore un esquema)

6.PREGUNTAS DE CONTROL:

1. Especifique para cada uno de los procedimientos, el, o los tipos de electrización.
2. ¿En cuáles de los materiales utilizados la carga se trasmite con mayor facilidad y en cuales no? y ¿porque?
3. ¿Cómo funciona el Generador de van de Graaff? Y ¿Qué tipo de carga genera?

7.Conclusiones

8.Bibliografías

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	10 de 3

PRACTICA Nro. 2 RESISTIVIDAD

1.OBJETIVOS

- Determinar la resistividad de un material conductor.
- Analizar la resistencia de un material conductor.
- Determinar si y como varia la resistencia dependiendo de la temperatura utilizando resistencias NTC (Negative Temperature Coeent) y PTC (Positive Temperature Coeent).

2. MATERIALES:

CANTIDAD	MATERIALES O INSUMOS
1	Multímetro
2	Bananas-caimán
1	Tornillo Micrométrico
1	Regla graduada
2	Alambres de distintos materiales
1	Resistencia NTC 1.3 k
1	Resistencia PTC
1	Fósforos

MARCO TEÓRICO:

Si tenemos diferentes materiales en forma de conductores cilíndricos idénticos y les aplicamos a toda la misma diferencia de potencial en sus extremos podemos observar experimentalmente que sus corrientes son diferentes. Suponemos que el campo eléctrico dentro de cada cilindro es constante, de ahí que los portadores de carga tengan una velocidad de desplazamiento. Vemos que a un mayor campo aplicado al conductor tenemos mayor corriente y por consiguiente una velocidad de desplazamiento más grande, por lo tanto, existe una relación directa entre la velocidad de desplazamiento y el campo, considerando este hecho y la relación entre el campo y el potencial eléctrico como la ley de Ohm se puede establecer una relación entre el potencial y la corriente en el conductor esta relación es conocida como la ley de Ohm, y se escribe como:

$$V = IR \quad (3.1)$$

Donde V es la diferencia de potencial aplicada, I es la corriente que circula por el conductor y R es la resistencia del material, la cual depende de las propiedades del material y de la temperatura del medio.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	11 de 3

$$R = \rho L/A \quad (3.2)$$

Donde L es la longitud del conductor, A es el área transversal del conductor y ρ es una propiedad del material llamada resistividad, la cual es una propiedad exclusiva para cada material que cambia con la temperatura. Para algunos materiales disminuye con la temperatura, que es frecuentemente en los aislantes y los semiconductores. Lo contrario pasa en los metales en los cuales aumenta conforme aumenta la temperatura.

En general podemos suponer que la resistividad aumenta con la temperatura, de modo que podemos decir que:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha(T - T_0)) \quad (3.3)$$

donde el subíndice cero denota una temperatura de referencia que por lo general

es 20°C, α es el coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura, que es negativo en el caso en el cual la resistencia disminuya con la temperatura y T es la temperatura a la cual se mide la resistividad.

4.CUESTONARIO:

- I. Explicar la diferencia que existe entre la resistencia y la resistividad.
- II. Defina que establece la ley de Ohm

5.PROCEDIMIENTO:

CALCULO DE LA RESISTIVIDAD DE UN MATERIAL

1. Realizar el Montaje de la Figura



	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	12 de 3

Figura 5.1: Montaje para determinar la resistividad de un material conductor

2. Encienda la fuente de alimentación y ajuste una corriente entre 0.1 y 0.5 amperios y anotar el valor correspondiente.
3. Medir la diferencia de potencial cada 10cm de longitud del alambre y registrarlos en la Tabla 5.1.
4. Medir el diámetro del alambre y registrarlo como L1 en la Tabla 5.1.
5. Repita los pasos anteriores para cada uno de los alambres.

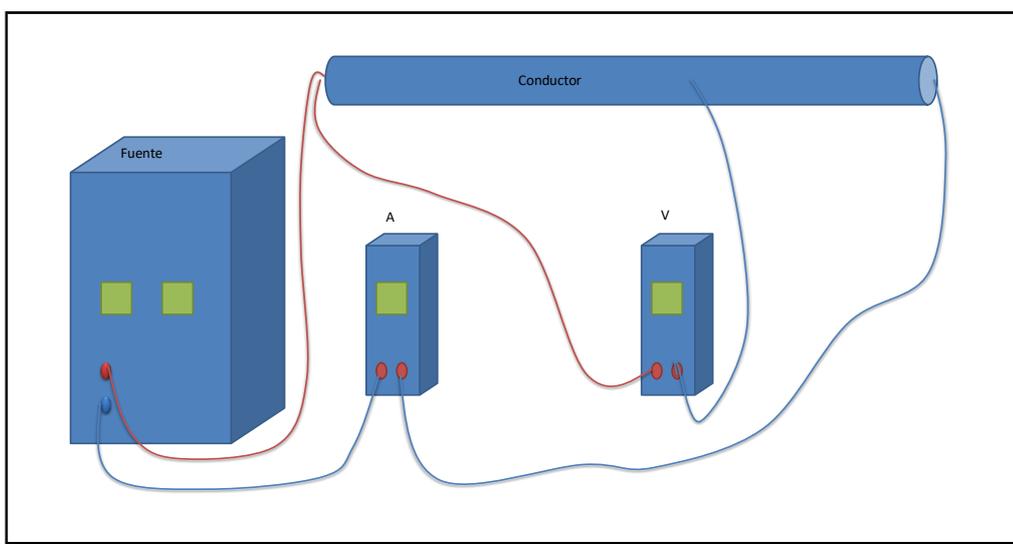


Figura 5.2: Montaje para determinar la resistividad

VARIACIÓN DE LA RESISTIVIDAD DE UN MATERIAL CON LA TEMPERATURA

1. Monte el esquema ilustrado en la figura 5.3(a)
2. Encienda la fuente de alimentación y coloque el voltaje en 3V. Tome nota del valor de corriente.
3. Aumente la tensión en la fuente hasta obtener un valor de corriente igual a 30mA, en caso de superar este valor baje inmediatamente el valor de la tensión. Tome nota del valor de tensión necesario.
4. Nuevamente ajuste el valor de la corriente hasta 15mA. Tome nota del valor de tensión.
5. Caliente la resistencia con un fosforo. Coloque el fosforo a 5mm de la resistencia si lo coloca muy cerca la dañara y la pagara. Anote sus observaciones.
6. Monte el esquema de la figura 5.3(b)



7. Encienda la fuente de alimentación y ajuste la tensión hasta que la corriente sea de 15mA y 30mA. Tome nota de sus respectivas tensiones.
8. Caliente la resistencia con un fosforo. Coloque el fosforo a 5mm de la resistencia si lo coloca muy cerca la dañara y la pagara. Anote sus observaciones.

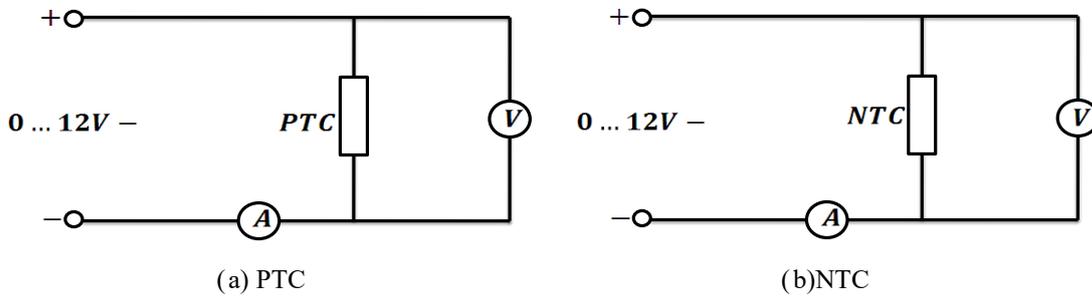


Figura 5.3: Esquemas para la variación de la resistencia con la temperatura

9. Con los valores de corriente y potencial dados en la Tabla 5.1 y utilizando la ley de Ohm calcular la resistencia y completar la tercera columna de la Tabla 5.1.
10. Con el diámetro del conductor, calcular el área del conductor.
11. Utilizando este valor del área calcular la relación L/A y completar la cuarta columna de la Tabla 5.1.
12. Realizar una gráfica de R vs L/A.
13. Calcular la pendiente de esta gráfica.

L(cm)	L ₁				L ₂			
	I(A)	V(V)	R(Ω)	L/A	I(A)	V(V)	R(Ω)	L/A
0.1								
0.2								
...								
1.0								

Tabla 5.1: Resistividad de un material

6.PREGUNTAS DE CONTROL:

1. ¿Qué significado físico tiene la pendiente calculada en el punto 13?

7.CONCLUSIONES

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	14 de 3

8. BIBLIOGRAFÍAS

PRACTICA Nro. 3: SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES

1. OBJETIVOS

- Dibujar las líneas de campo a través del mapeo de líneas equipotenciales.
- Medir el valor del potencial eléctrico en la dirección de su gradiente para corrientes estacionarias y realizar la analogía correspondiente con la situación electrostática.

2. MATERIALES:

CANTIDAD	MATERIALES O INSUMOS
1	Fuente de alimentación
1	Voltímetro
3	Papel conductor diferentes configuraciones
2	Banana-caimán

3. MARCO TEÓRICO:

El campo de una fuerza conservativo es un campo en el cual el trabajo que se hace al mover una particular en una trayectoria cerrada, es cero. Una condición lógica equivalente es que el trabajo hecho por el campo de fuerza sobre un particular que se mueve de un punto A a B, es independiente de la trayectoria tomada por la partícula de A a B. El concepto de campo de fuerza conservativo puede ser aplicado al campo eléctrico ya que su dependencia de la posición es la misma que la de la fuerza.

Por esto se puede afirmar que los campos eléctricos en electrostática son conservativos. El trabajo que se realiza al llevar la carga prueba positiva q_0 del punto A al punto B, lo representamos por W_{AB} . La diferencia de potencial entre A y B, está determinada por la ecuación:

$$V_B - V_A = W_{AB}/q_0 \quad (3.1)$$

La diferencia de potencial entre dos puntos es igual al trabajo realizado al llevar la carga prueba entre dichos puntos por un agente externo, dividida por la magnitud de la carga prueba.

El trabajo que se realiza para llevar una carga prueba del punto A al punto B está determinada por:



$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F} \cdot d\vec{l} \quad (3.2)$$

A partir de esta definición y la definición de fuerza electrostática se puede obtener una relación que permite calcular la diferencia de potencial a partir del campo eléctrico, la cual es:

$$V_B - V_A = \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (3.3)$$

De igual forma también se puede obtener el campo eléctrico a partir del potencial eléctrico

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (3.4)$$

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial}{\partial z} \hat{k}$$

El operador vectorial ∇ , se conoce como nabla y depende del sistema de coordenadas escogido.

En una región donde existe un campo eléctrico, las superficies donde el potencial tiene el mismo valor se llaman equipotenciales. Es decir, la diferencia de potencial entre dos puntos sobre una superficie equipotencial es cero. Cuando una carga se desplaza sobre una superficie equipotencial, el cambio en el potencial es cero

4.CUESTONARIO:

- Explicar detalladamente las ecuaciones 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4
- Usando la ecuación 3.3 demuestre que la diferencia de potencial en una superficie equipotencial es cero

5.PROCEDIMIENTO:

Para cada configuración:

- Conecte los electrodos del generador en los electrodos del papel tal como lo indica la Figura 5.2.



	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	16 de 3

Figura 5.1: Montaje para describir las superficies equipotenciales

2. Coloque la fuente de DC a 12 V aproximadamente.
3. Con las puntas del voltímetro se miden los potenciales en distintos puntos del papel (utilizando la simetría de cada configuración se evitará el tener que realizar muchas medidas). En el papel se anotan los valores del potencial en las coordenadas correspondientes del punto.
4. Unir todos los puntos que tienen igual potencial para obtener las superficies equipotenciales.
5. Basados en las superficies equipotenciales, dibujar las líneas de campo eléctrico, las cuales son perpendiculares.
6. Compare las superficies obtenidas en forma experimental con las teóricas.

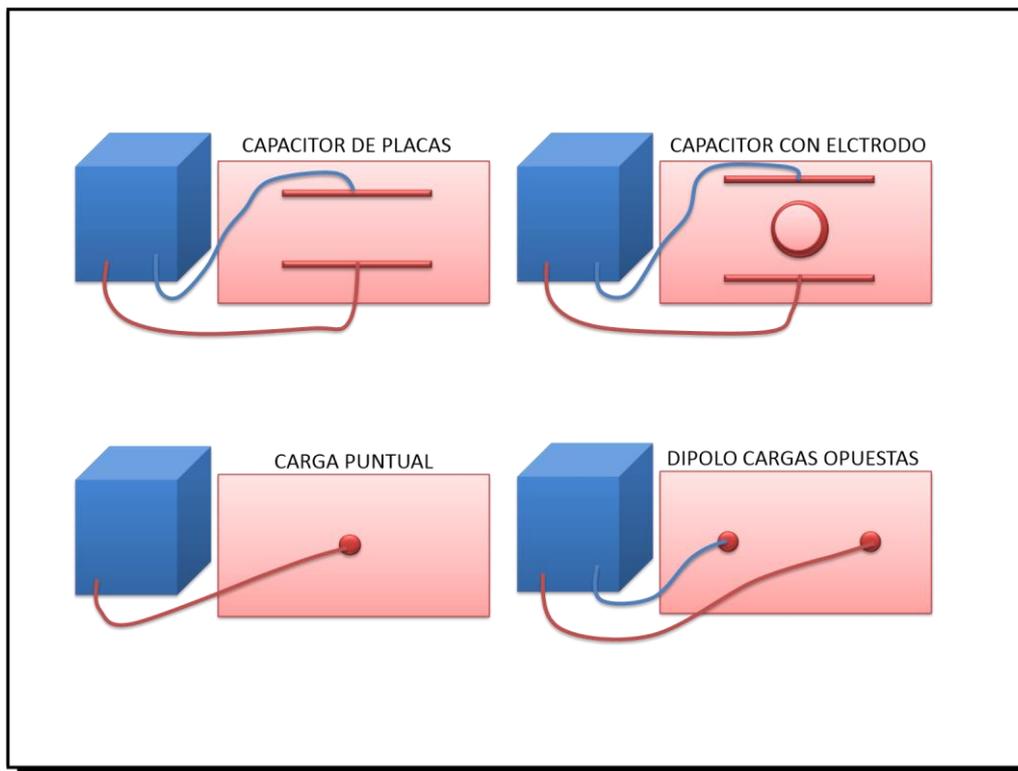


Figura 4.2: Configuraciones para describir las superficies equipotenciales

5.PREGUNTAS DE CONTROL:

1. ¿Por qué las líneas de campo eléctrico que emanan desde una

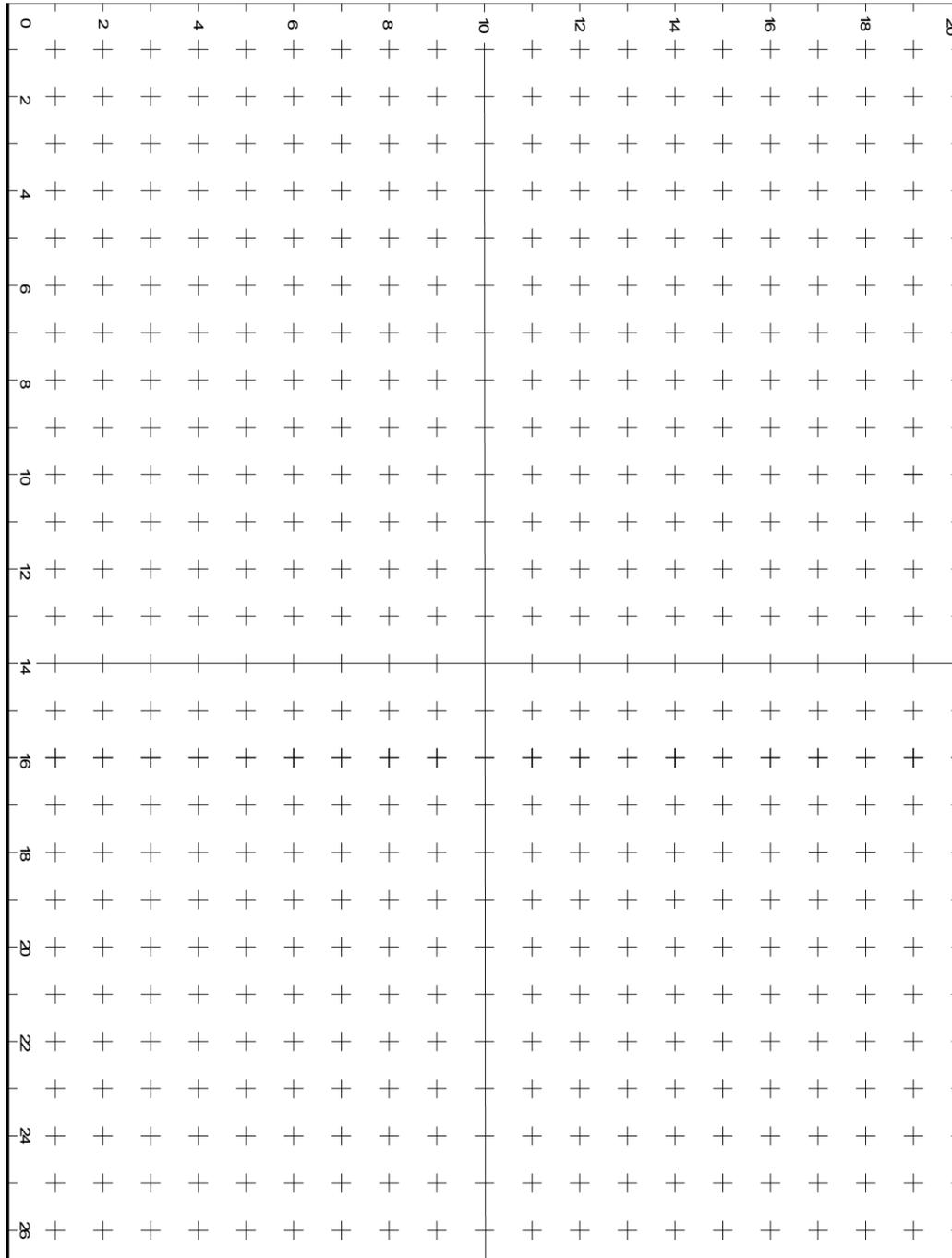
	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	17 de 3

superficie equipotencial deben ser perpendiculares a la superficie?

2. Dibujar las líneas de campo eléctrico para cada una de las configuraciones utilizadas en el experimento. (formato anexo)
3. ¿Por qué las líneas de campo deben ser perpendiculares a las superficies equipotenciales?
4. ¿Qué valor tiene el campo fuera de las placas del capacitor?

5. Conclusiones

6. Bibliografías



**PRACTICA Nro. 4:
LEY DE OHM**

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	19 de 3

1.OBJETIVOS

- Determinar la relación entre el potencial V y la corriente I.
- Calcular la intensidad y resistencia totales en un circuito en serie.
- Calcular la intensidad y resistencia totales en un circuito en paralelo.
- Indagar que sucede cuando se conectan dos lámparas en serie.

2. MATERIALES:

CANTIDAD	MATERIALES O INSUMOS
1	Multímetro
1	Fuente de alimentación
1	ProtBoart
2	Bombillas
6	Bananas-caiman
3	Resistencias

3.MARCO TEÓRICO:

Si a un pedazo de alambre metálico a temperatura constante le aplicamos diferentes voltajes obtenemos que pasan diferentes corrientes por el alambre; al hacer la gráfica del voltaje aplicado contra la corriente obtenida resulta una recta; esto significa que el alambre metálico tiene una resistencia constante y que es independiente del voltaje que se le aplique. Este resultado experimental, que es válido únicamente para los metales, se conoce como ley de Ohm. la ley de Ohm se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E} = \sigma \mathbf{J}, \quad (3.1)$$

donde **E** es el campo eléctrico y **J** es la densidad de corriente, un conductor obedece la ley de Ohm cuando σ es independiente de **E** y **J**, el equivalente macroscópico de la ecuación 3.1 es

$$V = IR, \quad (3.2)$$

donde V es el voltaje aplicado, I es la corriente obtenida y R es la resistencia del conductor R.

El principio de conservación de la energía y el de la conservación de la carga se pueden formular de una forma práctica para la solución de circuitos. las dos leyes de Kirchhoff se basan en estos principios y las podemos enunciar de la manera siguiente:

Primera ley de Kirchhoff. Para cualquier nodo de un circuito la suma algebraica de las corrientes debe ser cero.



$$\sum_{j=1}^N I_j = 0 \tag{3.3}$$

Esta ley se basa en el principio de conservación de la carga, ya que en ningún punto del circuito se puede crear ni destruir.

Segunda ley de Kirchhoff. La suma algebraica de los cambios de potencial en el recorrido de cualquier malla de un circuito es cero

$$\sum_{j=1}^N V_j = 0 \tag{3.4}$$

Esta ley se basa en el principio de conservación de la energía, ya que de no ser así una resistencia podría disipar cantidades de energía indeterminadas que la fem no suministraría.

Resistencias en serie. Se dice que dos o más resistencias están en serie cuando se conectan de forma tal que solo hay una trayectoria de conducción entre ellas, es decir, que la corriente que pasa por ellas es la misma. Si tenemos tres resistencias R1, R2 y R3 conectadas en serie, la resistencia equivalente R de estas tres resistencias se obtiene como:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \tag{3.5}$$

Resistencias en paralelo. Cuando varias resistencias se conectan de forma tal, que la diferencia de potencial que se les aplica es la misma para todas, se tiene una combinación en paralelo. Si tenemos tres resistencias R1, R2 y R3 conectadas en paralelo, la resistencia equivalente R de estas tres resistencias se obtiene como:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \tag{3.6}$$

4.CUESTONARIO:

- a) Demuestre las ecuaciones 3.5 y 3.6
- b) Obtener la ecuación 3.2 a partir de la ecuación 3.1

5.PROCEDIMIENTO:

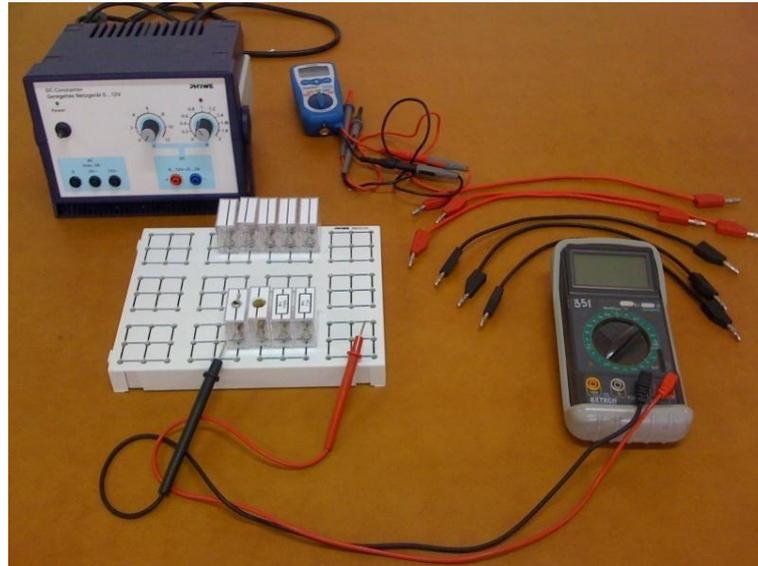


Figura 5.1: Montaje para el estudio de la ley de ohm

PARTE A (Relación entre la tensión y la intensidad)

1. Realizar el montaje de la Figura 5.1; utilizando inicialmente la resistencia de 47Ω (designada como R1 en la Tabla 3.8).
2. Encienda la fuente de alimentación e inicie con 0 V aumente la tensión a incrementos de 2 V. Mida la respectiva intensidad y registre sus valores en la Tabla 3.8.
3. Regrese la tensión a 0 V y remplace R1 de 47Ω con la resistencia R2 de 100Ω .
4. Nuevamente aumente la tensión en incrementos de 2 V, mida la respectiva intensidad y regístrela en la Tabla 3.8.
5. Apague la fuente de alimentación y cuidadosamente conecte al circuito, una lámpara en lugar de la resistencia.
6. Incremente el valor de la tensión en incrementos de 2 V iniciando en 0 V, mida y registre los valores de intensidad en la Tabla 3.9.
7. Observe el brillo de la lámpara durante el experimento y anótelo.

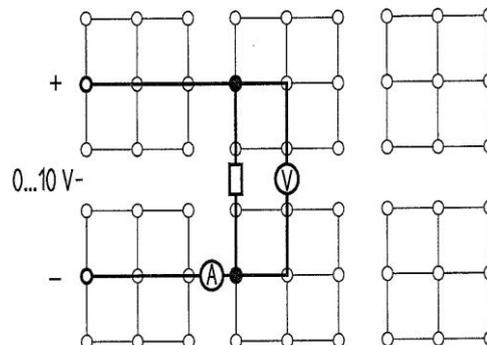


Figura 5.2: Relación entre la intensidad y la corriente



PARTE B (Conexión en serie de dos lámparas)

1. Realizar el montaje de la Figura 5.3.
2. Fije en 4 V la tensión directa de la fuente de alimentación y anote la luminosidad de la lámpara.
3. Reemplace el alambre en bloque de conexión 1 con la segunda lámpara. Observe la luminosidad de las dos lámparas y compárela con la luminosidad previa de una lámpara.
4. Monte el experimento de la Figura 5.4 utilizando inicialmente la resistencia R1 de 47Ω .

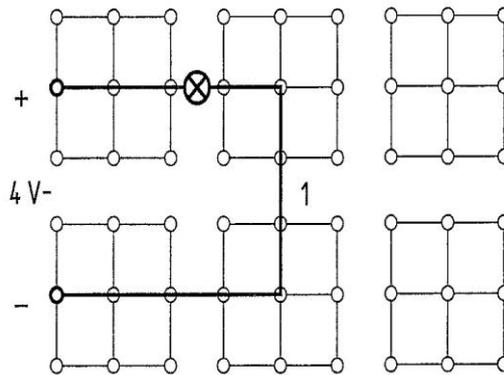


Figura 5.3: Conexión en serie de dos lámparas parte 1

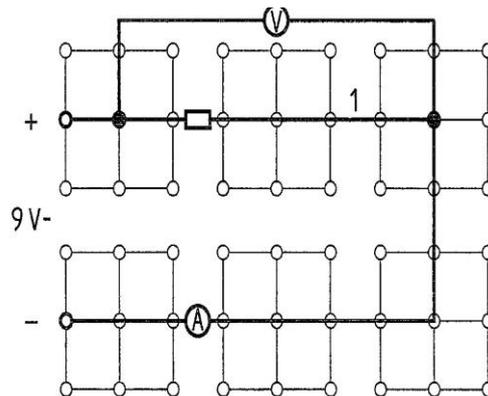


Figura 5.4: Conexión en serie de dos lámparas parte 2

5. Encienda la fuente de alimentación y fije el voltaje en 9 V, medir la intensidad y tomar nota de este valor.
6. Reemplace la resistencia R1 con la resistencia R2 de 100Ω .
7. Encienda la fuente de alimentación y fije el voltaje en 9 V, medir la intensidad y tomar nota de este valor.
8. Reemplace el bloque de conexión 1 con la resistencia R1 y encienda la fuente de alimentación, fije el voltaje en 9 V y mida la intensidad, anotar este valor.
9. Cambie la conexión a la mostrada en la Figura 5.5, encienda la fuente de alimentación y fije un voltaje de 10 V.
10. Realice sucesivas mediciones de la intensidad antes de R1, entre R1

y R2 y, después de R2 y anote sus medidas.

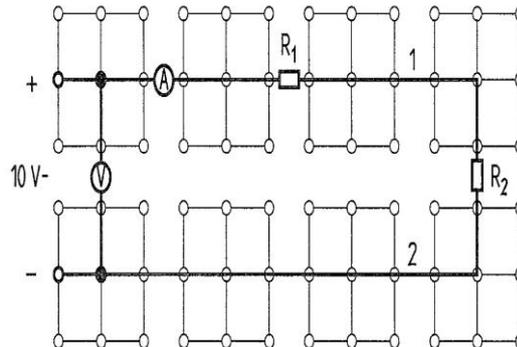


Figura 5.5: Conexión en serie de dos lámparas parte 3

PARTE C (Calculo de la intensidad total y resistencia total de un circuito en paralelo)

1. Realice el montaje de la figura 6 encienda la fuente de alimentación y fije la tensión en 8 V.
2. Mida la intensidad en la parte no ramificada del circuito y regístrela en la Tabla 5.1.
3. Retire el alambre en bloque de conexión 1 y ponga el amperímetro en su lugar. Mida la intensidad parcial I1 y anótela.
4. Retire el alambre en bloque de conexión 2 y ponga el amperímetro en su lugar. Mida la intensidad parcial I2 y anótela.

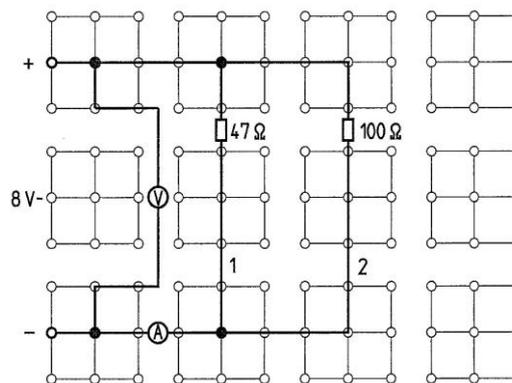


Figura 5.6: Conexión en paralelo

1. Graficar los valores medidos de la Tabla 5.1 para los componentes R1 y R2.
2. ¿Qué conjeturas haría sobre la probable relación entre la intensidad I y la tensión U para cada componente? Verifique su hipótesis calculando el cociente de U/I a partir de las mediciones y registre los valores en la columna 3 de la Tabla 5.1.
3. ¿Qué se evidencia de los resultados?
4. Calcule los valores promedio de U/I para R1 y R2 y, compare estos con los valores impresos en los componentes usados en el experimento.

¿Por qué estos valores se desvían uno del otro?

5. Realizar un gráfico a partir de las mediciones de U e I para la lámpara
Tabla
6. Calcule los cocientes U/I para la Tabla 5.2 y regístrelos en la columna 3
7. Con los resultados obtenidos en las preguntas 5 y 6. ¿La ley de Ohm también se aplica a la lámpara? ¿Por qué o porque no?
8. Explique su observación en la parte B del experimento.
9. Calcule los valores para las resistencias R_1 y R_2 , tanto como para la resistencia R_T , para la conexión en serie de los componentes y registre los valores en la última columna de la Tabla 5.3.
10. Considerando los posibles errores de medición en mente, ¿Que relación general puede usted ver entre la resistencia total R_T y los valores de las resistencias parciales? Explique esta relación y escriba una ecuación para expresarla.
11. A partir de la Tabla 5.4 se evidencia alguna relación general. Explique esta relación y escriba una ecuación que la exprese.
12. 11 Utilizando las medidas de la Tabla 5.4 complete la Tabla 5.5.
13. 12 A partir de los valores recíprocos de la Tabla 5.5 se evidencia una relación general. Explique esta relación y escriba una ecuación que la exprese.

$U(V)$	$I(A)$		$U/I(\Omega)$	
	R_1	R_2	R_1	R_2
0				
2				
4				
6				
8				
10				

Tabla 5.1: Relación entre corriente y tensión

$U(V)$	$I(A)$	$U/I(\Omega)$
0		
2		
4		
6		
8		

10		
----	--	--

Tabla 5.2: Relación entre la corriente y la tensión

Resistencias en el circuito	$U(V)$	$I(A)$	$R(\Omega)$
R_1 (valor nominal = 47Ω)			
R_2 (valor nominal = 100Ω)			
R_1 y R_2 en serie			

Tabla 5.3: Conexión en serie

$U(V)$	$I_T(mA)$	$I_1(mA)$	$I_2(A)$
8			

Tabla 5.4: Conexión en paralelo

$R_T(\Omega)$	$R_1(\Omega)$	$R_2(\Omega)$	$1/R_T(\Omega^{-1})$	$1/R_1(\Omega^{-1})$	$1/R_2(\Omega^{-1})$

Tabla 5.5: Conexión en paralelo

5.PREGUNTAS DE CONTROL:

- a) ¿Obedecen las lámparas la ley de Ohm?
- b) Cual es la relación entre la resistencia total y las resistencias

5.Conclusiones

6.Bibliografias



**PRACTICA Nro. 5:
LEYES DE KIRCHHOFF**

1.OBJETIVOS

- Entender las leyes de conservación de energía eléctrica y de la conservación de la carga en circuitos eléctricos
- comprobar experimentalmente las Leyes de Kirchhoff a partir de tensiones y corrientes en los circuitos

2. MATERIALES:

CANTIDAD	MATERIALES O INSUMOS
Protoboard	1
Multimetro	1
Fuente de voltaje DC	1
Cables Banana-caimán	2
Cables de conexión	varios
Resistencias $100\Omega \leq R \leq 100\Omega$	3

3.MARCO TEÓRICO:



En la práctica, muchas redes de resistencias no se pueden reducir a combinaciones simples en serie o en paralelo. La Figura 3.1 representa un circuito de “puente”, que se utiliza en muchos tipos distintos de sistemas de medición y control. No es necesario recurrir a ningún principio nuevo para calcular las corrientes en estas redes, pero hay ciertas técnicas que facilitan el manejo sistemático de este tipo de problemas.

Describiremos las técnicas ideadas por el físico alemán Gustav Robert Kirchhoff, que están basadas en dos leyes importantes. La primera ley, es la Ley de corriente de Kirchhoff, la cual establece que la suma algebraica de las corrientes que entran a cualquier nodo (punto de conexión de dos o más elementos del circuito) es cero o también que la suma de las corrientes que entran en un nodo es igual a las sumas de las corrientes que salen del nodo. En forma matemática, la ley aparece como:

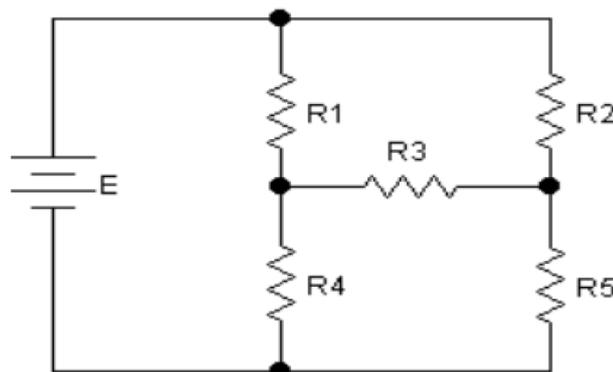
$$\sum_{j=1}^N I_j = 0 \tag{3.1}$$

y físicamente significa que en un punto del conductor (nodo) la carga no puede acumularse, donde I_j es la j -ésima corriente que entra al nodo a través de la rama j y N es el número de ramas (parte del circuito que tiene un solo elemento) conectados al nodo.

La segunda ley de Kirchhoff, llamada Ley del voltaje de Kirchhoff, establece que la suma algebraica de los voltajes alrededor de cualquier malla (trayectoria cerrada en la cual un nodo no se encuentra más de una vez) es cero. Físicamente significa la conservación de la energía eléctrica. En general la representación matemática de la ley de voltaje de Kirchhoff es:

$$\sum_{j=1}^N V_j = 0 \tag{3.2}$$

Donde V_j es el voltaje a través de la j -ésima rama en una malla que contiene N voltajes.



	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	28 de 3

Figura 3.1 Circuito puente

4.CUESTONARIO:

- a) Consulta el código de colores de Resistencias
- b) Explicar más detalladamente las Leyes de Kirchoff.
- c) Realizar ejercicios en donde aplique (no compruebe) ambas leyes de Kirchoff.
- d) Consultar en que consiste en método Delta-Estrella y para qué sirve.

5.PROCEDIMIENTO:

PARTE 1: LEY DE VOLTAJES

1. Implemente el circuito de la Figura 5.1 utilizando resistencias menores a 1000Ω . Anote en la Tabla 5.1 los valores de las resistencias. Sin que circule corriente mida la resistencia total del circuito entre los puntos A y B. y anótelo como la resistencia total R_t .
2. Con el circuito conectado a la alimentación, y la corriente circulando, mida las tensiones en cada una de las resistencias y tome nota de los valores en la Tabla 5.1.
3. Ahora mida la corriente que circula por cada resistencia. Interrumpe el circuito y coloque el multímetro en serie para obtener la corriente. Asegúrese de medir y anotar todas las corrientes individuales y la corriente total que ingresa o sale del circuito, I_T .

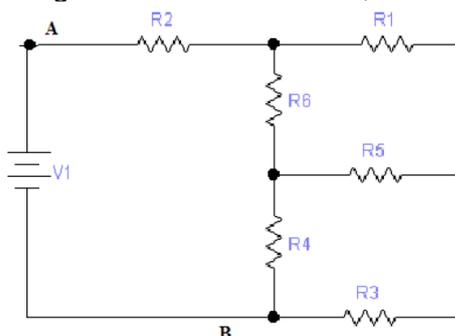


Figura 5.1 circuito puente.

PARTE 2: LEY DE CORRIENTES.

1. Implemente el circuito de la Figura 5.2 utilizando resistencias menores a 1000Ω y las dos fuentes. Anote en la Tabla 5.2 los valores de las resistencias
2. Con el circuito conectado a la alimentación, y la corriente circulando, mida las tensiones en cada una de las resistencias y tome nota de los valores en la Tabla 5.2.
3. Ahora mida la corriente que circula por cada resistencia. Abra el circuito y coloque el multímetro en serie para obtener la corriente. Asegúrese de medir y anotar todas las corrientes individuales.

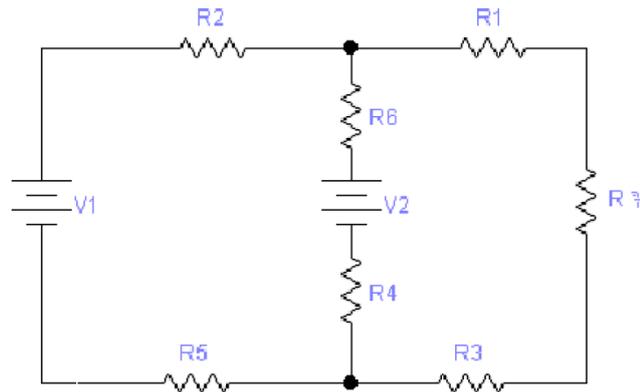


Figura 5.2 Circuito mixto con dos fuentes.

Resistencia (Ω)		Tensión (V)		Corriente (mA)	
R1		V1		I1	
R2		V2		I2	
R3		V3		I3	
R4		V4		I4	
R5		V5		I5	
R6		V6		I6	
R _T		V _T		I _T	

Tabla 5.1

Error	I1	I2	I3	I4	I5	I6
Corriente medida						
Corriente calculada						
% error						

Tabla 5.2

PARTE 2:

Resistencia (Ω)		Corriente (mA)		Tensión (V)	
R1		I1		V1	
R2		I2		V2	
R3		I3		V3	
R4		I4		V4	
R5		I5		V5	

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	30 de 3

R6		I6		V6	
R7		I7		V7	

Tabla 5.3

Error	V1	V2	V3	V4	V5	V7
Tensión medida						
Tensión calculada						
% error						

Tabla 5.4

$$\%Error = \left| \frac{V_{calculado} - V_{medido}}{V_{calculado}} \right| * 100\% \quad (5.1)$$

6.PREGUNTAS DE CONTROL:

PARTE 1

1. Determine el flujo neto de corriente que ingresa o egresa de cada nodo del circuito usando la ley de mallas, es decir; determine analíticamente las corrientes de mallas que le permitan calcular las corrientes sobre cada resistencia. Anótelas en la Tabla 5.2 y calcule el error.
2. ¿Coinciden los datos medidos con los calculados? Justifique su respuesta

PARTE 2

1. Determine analíticamente las tensiones sobre cada resistencia aplicando ley de corriente (sugerencia: individualice las ramas de corriente y establezca un punto de referencia a tierra). Anótelas en la Tabla 5.4 y calcule el error.
2. ¿Coinciden los datos medidos con los calculados? Justifique su respuesta
3. ¿Qué observó en la aplicación de cada método? ¿Cuál es mejor? Compara los resultados analíticos con sus mediciones para fundamentar las conclusiones.

7.Conclusiones

8.Bibliografias



**PRACTICA Nro. 6:
CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR**

1.OBJETIVOS

- Determinar el comportamiento de la carga y descarga de un condensador en función de la resistencia.
- Determinar el comportamiento de la carga y descarga de un condensador en función de la capacitancia.
- Determinar el comportamiento de la carga y descarga de un condensador en función de la diferencia de potencial aplicada.

2. MATERIALES:

CANTIDAD	MATERIALES O INSUMOS
1	Multímetro
1	Fuente de alimentación
1	Proto Board
3	condensadores
3	resistencias
3	Conectores bananas-caimán

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	32 de 3

3.MARCO TEÓRICO:

En la Figura 3.1 si inicialmente el interruptor está abierto la carga en el condensador es cero y esto se refleja en que su diferencia de potencial es cero, al pasar el interruptor al punto a fluye una corriente de tal forma que el condensador se empieza a cargar produciéndose una diferencia de potencial en el condensador que tiende a ser igual al valor de la fuente de alimentación a medida que transcurre el tiempo, con la utilización de la ley de Ohm se obtiene una expresión para la diferencia de potencial en el condensador dada por:

$$V = U (1 - e^{-t/RC}) \quad (3.1)$$

Después de mantener el interruptor en el punto a por un largo tiempo y luego trasladarlo a la posición b se empieza a descargar el condensador a través de la resistencia R1, en este caso la ecuación que describe la diferencia de potencial en el condensador está dada por:

$$V = Ue^{-t/RC} \quad (3.2)$$

El termino $\tau = RC$, tiene un significado especial y es el tiempo que tarda el condensador ya sea bien en cargarse o en descargarse el 63% del valor de la fuente de alimentación.

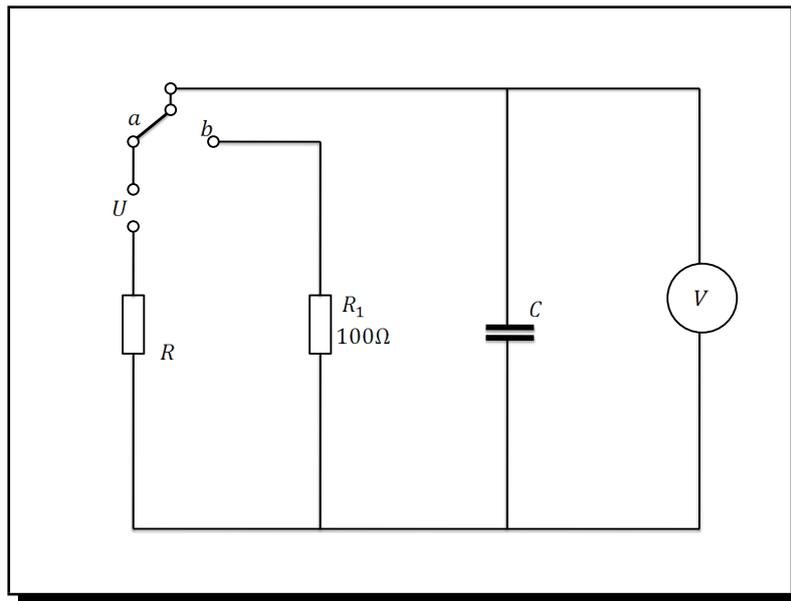


Figura 3.1: Carga y descarga de un condensador

4.CUESTONARIO:

- a) Obtener las ecuaciones 3.1 y 3.2.
- b) Investigar el comportamiento grafico de las ecuaciones 3.1 y 3.2.

5. PROCEDIMIENTO:

1. Configure el experimento como se muestra en la Figura 5.1.
2. Fije un voltaje de $V = 9V$, una resistencia $R = 2,2M\Omega$ y para diferentes valores de capacitancia, coloque el interruptor en la posición a y mida los tiempos a los cuales el potencial en el capacitor es el porcentaje indicado en la Tabla 5.1, con respecto al potencial de $9V$, registre sus resultados en la Tabla 5.1.
3. Espere hasta que el potencial en el capacitor se establezca en un potencial final de $V = 9V$ y cambie el interruptor a la posición, y mida nuevamente los porcentajes del potencial correspondientes, registre sus resultados en la Tabla 5.1.
4. Repita el procedimiento de los numerales 1-3 pero manteniendo constante el valor de la capacitancia y variando el valor de la resistencia, registre sus resultados en la Tabla 5.2.
5. Repita el numeral anterior, pero en este caso, fije un valor de resistencia, $R = 4M\Omega$ capacitancia $C = 20\mu F$ y varíe el potencial aplicado, registre sus resultados en la Tabla 5.3.
6. Realice tres graficas en una misma hoja del potencial vs tiempo, para la carga de un condensador, utilizando los valores de la Tabla 5.1.
7. Realice tres graficas en una misma hoja del potencial vs tiempo, para la descarga de un condensador, utilizando los valores de la Tabla 5.1.
8. Calcule la pendiente de cada una de las gráficas realizadas.
9. Repetir los numerales 6, 7 y 8 para cada una de las Tablas 5.2 y 5.3

$R = 2,2M\Omega$				$V = 9V$			
Carga	Tiempo (s)			Descarga	Tiempo (s)		
Porcentajes	$C_1 =$	$C_2 =$	$C_3 =$	Porcentajes	$C_1 =$	$C_2 =$	$C_3 =$
10%=0.9				10%=0.9			
15%=				15%=			
25%=				25%=			
35%=				35%=			
45%=				45%=			

55%=				55%=			
63%=				63%=			
70%=				70%=			
80%=				80%=			
90%=				90%=			

Tabla 5.1: Carga y descarga de un condensador para varios valores de capacitancia

$C = 20\mu F$				$V = 9V$			
Carga	Tiempo (s)			Descarga	Tiempo (s)		
Porcentajes	$R_1 =$	$R_2 =$	$R_3 =$	Porcentajes	$R_1 =$	$R_2 =$	$R_3 =$
10%=0.9				10%=0.9			
15%=				15%=			
25%=				25%=			
35%=				35%=			
45%=				45%=			
55%=				55%=			
63%=				63%=			
70%=				70%=			
80%=				80%=			
90%=				90%=			

Tabla 5.2: Carga y descarga de un condensador para varios valores de resistencia

$C = 20\mu F$	$R = 4M\Omega$
---------------	----------------



Carga	Tiempo (s)			Descarga	Tiempo (s)		
	V ₁ =	V ₂ =	V ₃ =		Porcentajes	V ₁ =	V ₂ =
10%=				10%=			
15%=				15%=			
25%=				25%=			
35%=				35%=			
45%=				45%=			
55%=				55%=			
63%=				63%=			
70%=				70%=			
80%=				80%=			
90%=				90%=			

Tabla5.3: Carga y descarga de un condensador para varios valores del potencial aplicado

6.PREGUNTAS DE CONTROL:

1. Explique el significado físico de las pendientes obtenidas para las gráficas.
2. ¿Coinciden los valores de $\tau = RC$, con los valores experimentales? En caso de no ser así explique porque
3. Coinciden los valores teóricos con los valores experimentales de τ .

7.Conclusiones

8.Bibliografías



**PRACTICA Nro. 7
INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

1. OBJETIVOS

- Estudiar y comprobar los principios de la inducción electromagnética descritos por la ley de inducción de Faraday y la ley de Lenz.
- Aplicar los conceptos involucrados en la ley de Faraday y la ley de Lenz al transformador.

2. ESQUEMA DEL LABORATORIO Y MATERIALES

Equipo requerido	Cantidad	Observaciones
Galvanómetro de cuadro móvil con cero en el centro de la escala	1	
Bobinas cilíndricas	2	
Barras magnéticas	2	
Fuente de CC	1	
Transformador de bobinas desmontables y bobinas	1	
Auto transformador variable	1	

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	37 de 3

Multímetro de Corriente alterna	1	
Cables para conexión	Varios	
Barras de diferentes materiales	4	

3. MARCO TEÓRICO

LEY DE INDUCCIÓN DE FARADAY

En 1831 Faraday observó experimentalmente que cuando en una bobina se establece un flujo magnético variable mediante el movimiento de un imán, como se ilustra en la figura 1.

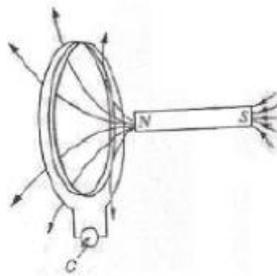


Figura 1: Circuito con flujo magnético variable.

Y se produce una desviación en el galvanómetro, lo que es equivalente a producir una corriente inducida en la bobina. Este fenómeno sucede únicamente cuando el imán está en movimiento. De este y otros experimentos, Faraday estableció que se induce una fem (fuerza electromotriz) en la bobina donde está conectado el galvanómetro, y que la magnitud de la fem inducida depende de la rapidez de la variación de flujo magnético. El flujo magnético está definido como:

$$\Phi = \iint B \cdot dS. \quad (7.1)$$

Y la fem inducida está definida como:

$$\varepsilon = - d\Phi/dt. \quad (7.2)$$

A la ecuación anterior se le conoce como “Ley de la Inducción de Faraday”, donde “ ε ” es la fem inducida, y $d\Phi/dt$ es la razón del cambio del flujo magnético con respecto al tiempo.

LEY DE LENZ

En la sección anterior se analizó cómo se inducen las fem pero no se mencionó nada acerca de la dirección de esta fem, y por tanto de la corriente inducida. Fue el físico Alemán Heinrich Lenz (Dorpat, 1804 - Roma, 1865), contemporáneo de Faraday, quien, en una forma sencilla, estableció el sentido de las corrientes inducidas, mediante el siguiente enunciado que se conoce con el nombre de Ley de Lenz: “La corriente que es inducida en un circuito tendrá una dirección de tal forma que se oponga a la causa que la produce”; que es una consecuencia directa del principio de la conservación de la energía.



Cuando a la espira le aproximamos un polo norte de un imán como se observa en la figura 2, la corriente inducida circulará en un sentido tal que la cara enfrentada al polo norte del imán es también Norte, con lo que ejercerá una acción magnética repulsiva sobre el imán, repulsión que debes vencer para que se siga manteniendo el fenómeno de la inducción.

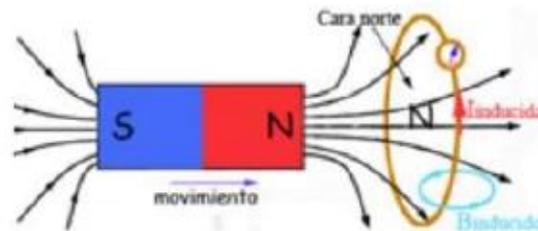


Figura 2: Campo magnético en dirección sur-norte.

A la inversa como se observa en la figura 3, si alejas el polo norte del imán, de la espira, la corriente inducida creará un polo Sur que se oponga a la separación de ambos.

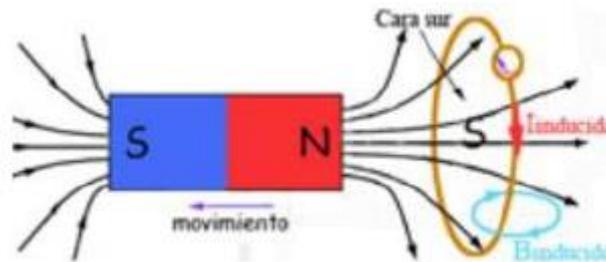


Figura 3: Campo magnético en dirección norte-sur.

FEM INDUCIDA

De acuerdo a la Ley de Faraday que se define con la ecuación (7.1) se pueden inducir fem cuando existe una razón de cambio del flujo magnético con respecto al tiempo, vamos a considerar un ejemplo sencillo en el cual se tiene una espira dentro de un campo magnético (el eje de la espira es paralelo a la dirección del campo para simplificar el ejemplo) si el campo magnético varía con el tiempo, entonces, se induce una fem en la espira, si movemos la espira perpendicularmente a la dirección del campo magnético, que se mantiene uniforme (con una velocidad constante), también se induce una fem.

4. PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LOS MATERIALES

No todos los materiales se comportan de igual manera frente a los campos magnéticos. El comportamiento de los materiales frente a los campos magnéticos

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	39 de 3

depende de la estructura interna del material. El movimiento de los electrones que forman un material hace que se induzcan pequeños campos magnéticos. En función de cómo se ordenen estos pequeños campos magnéticos en presencia de un campo magnético externo, los materiales presentan estas propiedades:

- **Diamagnéticos:** Esta propiedad magnética consiste en que parte de los pequeños campos magnéticos inducidos por el movimiento de rotación de los electrones del propio material, en presencia de un campo magnético externo, se orientan de forma opuesta este. Como consecuencia, un material diamagnético tiende a desplazarse a la zona donde el campo magnético externo es más débil.
- **Paramagnéticos:** Esta propiedad magnética consiste en que parte de los pequeños campos magnéticos inducidos por el movimiento de rotación de los electrones del propio material, en presencia de un campo magnético externo se alinean en la misma dirección que este. Como consecuencia, el campo magnético en el interior se hace más intenso, y el material tiende a desplazarse al lugar donde el campo magnético externo es más intenso.
- **Ferromagnéticos:** En los materiales ferromagnéticos, las fuerzas entre los átomos próximos, hace que se creen pequeñas regiones, llamadas dominios, en las que el campo magnético originado por el movimiento de rotación de los electrones está alineado en la misma dirección. En ausencia de campo magnético externo, los dominios están orientados al azar, pero al aplicar un campo magnético externo, estos dominios se alinean en la misma dirección, con lo que el campo se intensifica en el interior del material de forma considerable. Parte de estos dominios conservan la orientación incluso una vez que el campo magnético externo desaparece, hecho que explica el fenómeno de la imanación.

5. CUESTIONARIO

Este cuestionario debe desarrollarse antes de la realización de la práctica y debe entregarse en el pre-informe según indicaciones del docente.

1. Explicar el concepto de Flujo Magnético y realizar un esquema que lo represente.
2. Explicar cómo se genera una FEM (Fuerza electromotriz) inducida a partir de un campo magnético.
3. Explicar las propiedades de Paramagnetismo, Ferromagnetismo y diamagnetismo. Dar ejemplos para cada caso.
4. Explicar el funcionamiento del transformador
 - Razón de voltajes.
 - Potencia.
 - Pérdidas.
 - Relación del transformador.
 - Partes de un transformador.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	40 de 3

5. Explicar el principio de funcionamiento del galvanómetro.
6. Explicar el comportamiento de la señal de corriente alterna.

6. PROCEDIMIENTO

Parte 1: Inducción electromagnética

La corriente en una bobina puede describirse a partir de la deflexión del galvanómetro como circulan en sentido horario o anti horario. Para cada uno de los experimentos tomar nota de la dirección de la corriente en las bobinas.

1. Conectar los terminales de la bobina a los terminales del galvanómetro como se observa en la figura 4.

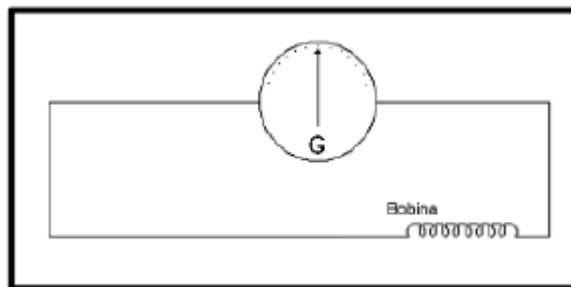


Figura 4: Montaje para generar una fem.

2. Coloque la barra magnética, con el polo norte hacia abajo, dentro de la bobina. Tomar nota de lo observado en el galvanómetro. (Completar tabla 1).
3. Insertar el imán con la polaridad invertida. Tomar nota de las observaciones. (Completar tabla 7.1).
4. Colocar la bobina primaria dentro de la secundaria y conectar aquella, a la fuente de corriente continua como se observa en la figura 5.

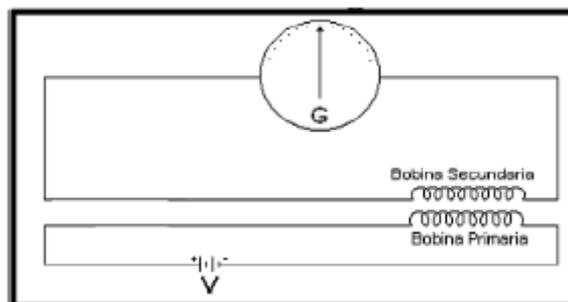


Figura 5: Montaje para generar una FEM inducida en la bobina secundaria.

1. Con la polaridad de la fuente e inspeccionando los arrollamientos de las bobinas, determine la dirección de la corriente inducida en la bobina secundaria. (Tome nota de lo observado para dar solución a las preguntas

de control).

- Relacionar las deflexiones del galvanómetro con la dirección de la corriente en la bobina secundaria. Reducir al mínimo el tiempo de conexión del circuito para evitar recalentamiento de la bobina.
- Con la bobina secundaria introducida en la primaria, introduzca las barras de diferentes materiales alternadamente y registre lo sucedido en la tabla 7.2.

Parte 1: Transformador

- Realizar el montaje como se observa en la figura 6.

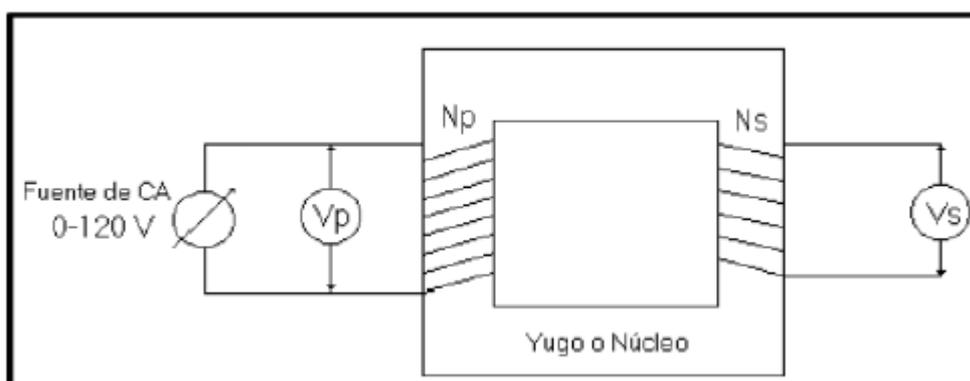


Figura 6. Circuito del transformador

- Utilizando una bobina de 500 espiras en el primario (N_p) y otra de 250 vueltas en el secundario (N_s). Variar el voltaje de entrada de 10 en 10 voltios hasta 120 V y en cada caso registre los valores correspondientes a V_s , sin sobrepasar el máximo de la escala del voltímetro y registre estos datos en la tabla 7.3.
- Invierta el transformador de manera que en el primario se tengan las 250 vueltas y en el secundario las 500 vueltas. Variar el voltaje de entrada de 10 en 10 voltios hasta 120 V y en cada caso registre los valores correspondientes a V_s , y registre estos datos en la tabla 7.3.

7. ANÁLISIS DE DATOS

DISPOSICIÓN DE LA BARRA MAGNÉTICA	¿QUÉ SE OBSERVÓ?	¿POR QUÉ OCURRIÓ ESTO?
POLO NORTE HACIA ABAJO		
POLO SUR HACIA ABAJO		

--	--	--

Tabla 7.2: Comportamiento del Galvanómetro al introducir barras de diferentes materiales en el circuito de bobina primaria dentro de secundaria.

MATERIAL	¿QUÉ SE OBSERVÓ?	¿POR QUÉ OCURRIÓ ESTO?
COBRE		
ALUMINIO		
ACERO		
BRONCE		

Tabla 7.2: Comportamiento del Galvanómetro al introducir barras de diferentes materiales en el circuito de bobina primaria dentro de secundaria.

1. Describir y dar la explicación física de los efectos observados en la parte 1 del procedimiento (tabla 7.1 y tabla 7.2)

Primario: 500		Primario: 250	
Secundario: 250		Secundario: 500	
V _p (V)	V _s (V)	V _p (V)	V _s (V)
0		0	
10		10	
20		20	
30		30	
40		40	
50		50	
60		60	
70		70	
80		80	
90		90	



PRACTICA Nro. 8 RELACIÓN CARGA MASA

OBJETIVOS

- Observar y describir la interacción magnética entre cargas eléctricas en movimiento y campos magnéticos creados por bobinas.
- Determinar qué clase de partícula emite un filamento al calentarse midiendo su relación carga-masa.

MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

Elemento	Cantidad
Tubo de rayos catódicos filiformes	1
Par de bobinas de Helmholtz	1
Fuente de 0-600V DC	1
Fuente Universal	1
Amperímetro	1
Voltímetro	1
Materiales	13 Conectores

MARCO TEÓRICO

BOBINAS DE HELMHOLTZ

El montaje experimental según el cual se producen campos magnéticos homogéneos según (Helmholtz-Guagain), se caracteriza por el hecho de que a través de dos conductores separados circulares del mismo radio, cuyos centros se encuentran sobre un eje común a una distancia igual a su radio, pasa la misma corriente.

Es posible mantener pequeñas las fluctuaciones en la homogeneidad, si en lugar de conductores circulares separados, se usan bobinas con una sección transversal mejor, y se consideran ciertas condiciones respecto a la sección transversal de las

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	44 de 3

bobinas, siendo la distancia entre los centros de las bobinas idénticas al radio medio de ellas. La densidad del flujo magnético B en el interior de tal sistema de bobinas de Helmholtz podrá ser calculada partiendo del radio R, de la intensidad de corriente I en las bobinas y de la separación a de las mismas, como:

$$B = \mu_0 \cdot I \cdot R^2 \cdot [((R^2 + (z - a/2)^2)^{-3/2}) + ((R^2 + (z + a/2)^2)^{-3/2})], \quad (8.1)$$

donde $\mu_0 = 1,257 \times 10^{-6} \text{ V} \cdot \text{s}/\text{Am}$. Para el caso en el cual $a = R$ y consideramos que cada bobina posee un número n de vueltas, el campo se puede calcular en la forma simplificada:

$$B = (4/5)^{3/2} * \mu_0 * n * I / R^2 . \quad (8.2)$$

Para las bobinas utilizadas en este experimento $R = 0,2 \text{ m}$ y $n = 154$.

MOVIMIENTO DE LAS PARTÍCULAS EN EL CAMPO MAGNÉTICO

Cuando colocamos una partícula en una diferencia de potencial adquiere una velocidad v, que está determinada por la diferencia de potencial aplicada V, la masa m y la carga q de la partícula. Esta relación se obtiene igualando la energía potencial eléctrica y la energía cinética:

$$qV = \frac{1}{2} m v^2. \quad (8.3)$$

Si se coloca esta partícula con velocidad v en presencia de un campo magnético de magnitud B, la partícula experimenta una fuerza $F = q v \times B$. Si llamamos θ al ángulo entre la velocidad y el campo magnético, la velocidad tiene dos componentes: una paralela al campo ($v \cos\theta$) y otra perpendicular ($v \sin\theta$). La componente perpendicular produce una trayectoria circular de radio R, y la paralela un desplazamiento helicoidal. Cuando $\theta = 90^\circ$ la trayectoria es circular, y su radio se obtiene igualando la fuerza magnética y la fuerza centrípeta:

$$q v B = m v^2 / R. \quad (8.4)$$

Despejando (8.3) y sustituyendo en (8.4), se obtiene la relación carga-masa de la partícula:

$$q / m = 2 V / (B^2 R^2). \quad (8.5)$$

PROCEDIMIENTO



Figura 1: Montaje para la determinación de la relación carga masa

1. Realice las conexiones mostradas en la Figura 1, teniendo en cuenta el siguiente diagrama de conexión para la alimentación del tubo de rayos catódicos filiformes.

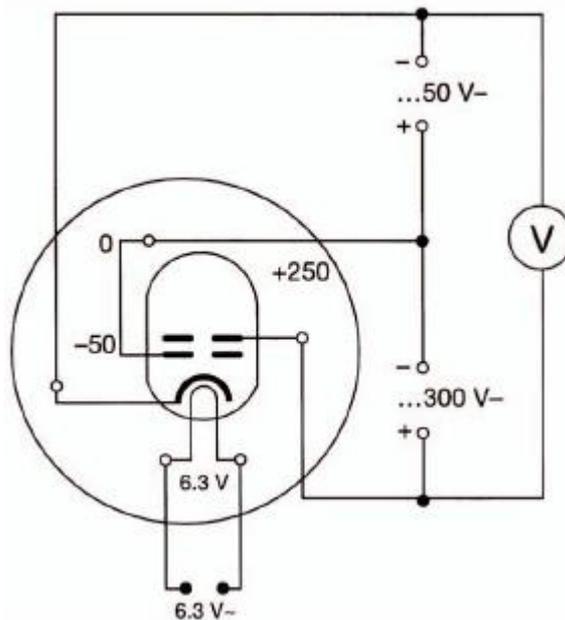


Figura 2: Diagrama de conexión de la alimentación del tubo de rayos catódicos.

2. Conecte la alimentación eléctrica de las bobinas de Helmholtz de acuerdo al esquema mostrado en la Figura 3.

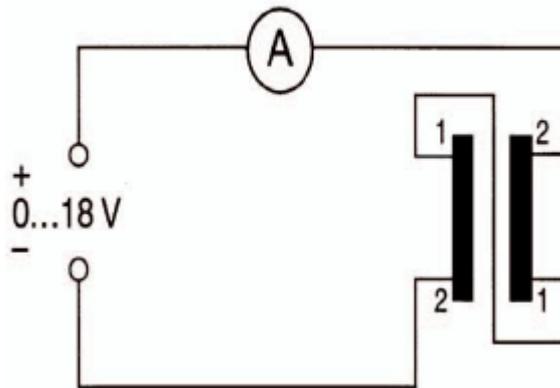


Figura 3: Alimentación de las bobinas de Helmholtz.

3. Encender la fuente de alimentación del tubo de rayos catódicos, teniendo en cuenta que el voltaje aplicado esté en cero voltios (0 V), en este caso solo está funcionando la fuente de calentamiento de 6.3 V, se debe observar una pequeña luz.
4. Ajustar el voltaje a 220 V, en este caso se debe observar un rayo de color violeta, que corresponde a las partículas en movimiento.
5. Encender la fuente de alimentación de las bobinas de Helmholtz, y ajustar una corriente de 3 A (PRECAUCIÓN, SE DEBE APLICAR MÁXIMO 5 A), en este caso se debe observar la trayectoria circular, Figura 4.

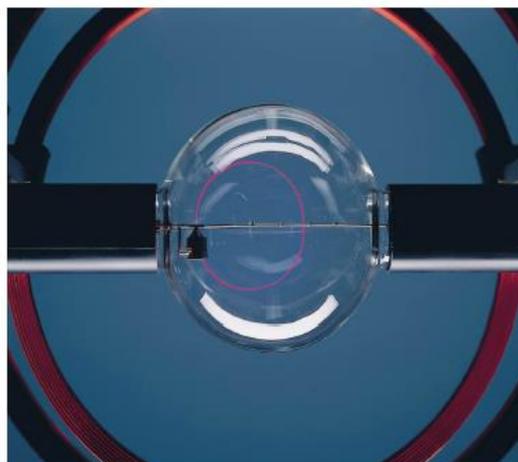


Figura 4: Trayectoria circular de las partículas.

6. Colocar el voltaje en 100 V y ajustar la corriente hasta que el radio coincida con la marca $R = 2$ cm y registre su dato en la Tabla 8.1, ajuste la corriente hasta que su radio coincida con la marca $R = 3$ cm, registre su dato en la Tabla 8.1, repita el mismo procedimiento con todos los radios.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	47 de 3

7. Realizar el procedimiento [6] para todas las diferencias de potencial descritas en la Tabla 8.1.
- Para cada una de las corrientes obtenidas calcule el campo magnético de las bobinas de Helmholtz, para tal fin utilice la ecuación (8.2) y llene la Tabla 8.1.
 - Obtenga los valores de B^2R^2 / V y llene la Tabla 8.2.
 - Realizar una gráfica para cada uno de los radios de V vs $B^2R^2 / 2$ y obtenga la pendiente.

8.4 NIVEL DE RIESGO

Nivel 1 (Bajo)

8.5 Anexos

- Cuestionario
- Consultar más sobre las bobinas de Helmholtz
- Deducir la ecuación (8.1)
- Realizar el desarrollo de las ecuaciones (8.2) - (8.5)
- Consultar qué es y cómo funciona un tubo de rayos catódicos filiformes
- Consultar la relación carga masa de varias partículas

V (V)	R = 2cm	R = 3cm	R = 4cm	R = 5cm
	I	I	I	I
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				
240				
260				
280				
300				

Tabla 8.1: Datos de la relación carga masa.

$V (V)$	$R = 2cm$	$R = 3cm$	$R = 4cm$	$R = 5cm$
	B	B	B	B
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				
240				
260				
280				
300				

Tabla 8.2: Datos de los campos magnéticos.

$V (V)$	$R = 2cm$	$R = 3cm$	$R = 4cm$	$R = 5cm$
	$B^2R^2/2$	$B^2R^2/2$	$B^2R^2/2$	$B^2R^2/2$
100				
120				
140				
160				
180				
200				
220				
240				
260				
280				
300				

Tabla 8.3: Datos de los campos magnéticos.

8.6 PREGUNTAS DE CONTROL

- ¿Por qué se utilizan bobinas de Helmholtz?
- ¿A qué partícula corresponde la relación carga masa?
- ¿Con qué finalidad se calcula el término $B^2R^2/2$?
- ¿Qué significado físico tiene la pendiente de las gráficas obtenidas?
- Explique un mecanismo que le permita con los mismos datos obtener la relación carga masa, pero esta vez su gráfica debe ser con el radio y no con el potencial.

	Manual de Practicas	Código	FGA-73 v.00
		Página	49 de 3

f) En caso de tenerse una trayectoria helicoidal ¿cómo haría para obtener el ángulo entre el campo y la velocidad de las partículas?