

Guía práctica de electricidad y magnetismo

Facultad de Ingeniería Universidad del Magdalena



EDITORIAL
UNIMAGDALENA

**GUÍA PRÁCTICA
DE ELECTRICIDAD Y
MAGNETISMO**



**Universidad del Magdalena
Facultad de Ingeniería**

Jean R. Linero Cueto
John J. de la Hoz Villar
Eiccer Perea De la Espriella



Guía práctica de electricidad y magnetismo

Edición: Primera - Marzo de 2009

ISBN: 978958832075-5

Autores: Jean R. Linero Cueto

John J. De La Hoz Villar

Eiccer Perea De La Espriella

Diseño y Diagramación: Katerine Castañeda Díaz Granados

Julio C. Valle Navarro

Andrés Caiaffa Vidal

Gráficos: Luis Felipe Márquez

Ciudad: Santa Marta, D.T.C.H. - Colombia

Manual de prácticas para el apoyo a la docencia en los programas académicos de la Facultad de IngenieríaEl presente material no puede ser duplicado, ni reproducido por ningún medio, sin previa autorización escrita de la Editorial UniMagdalena.

©EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
Dirección de publicaciones y propiedad intelectual



EDITORIAL
UNIMAGDALENA

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA

Rector: Ruthber Escorcía Caballero

Vicerrector de Investigación: José Henry Escobar Acosta

Vicerrector de Docencia: Pedro Eslava Eljaiek

Vicerrector de Extensión: Roberto Aguas

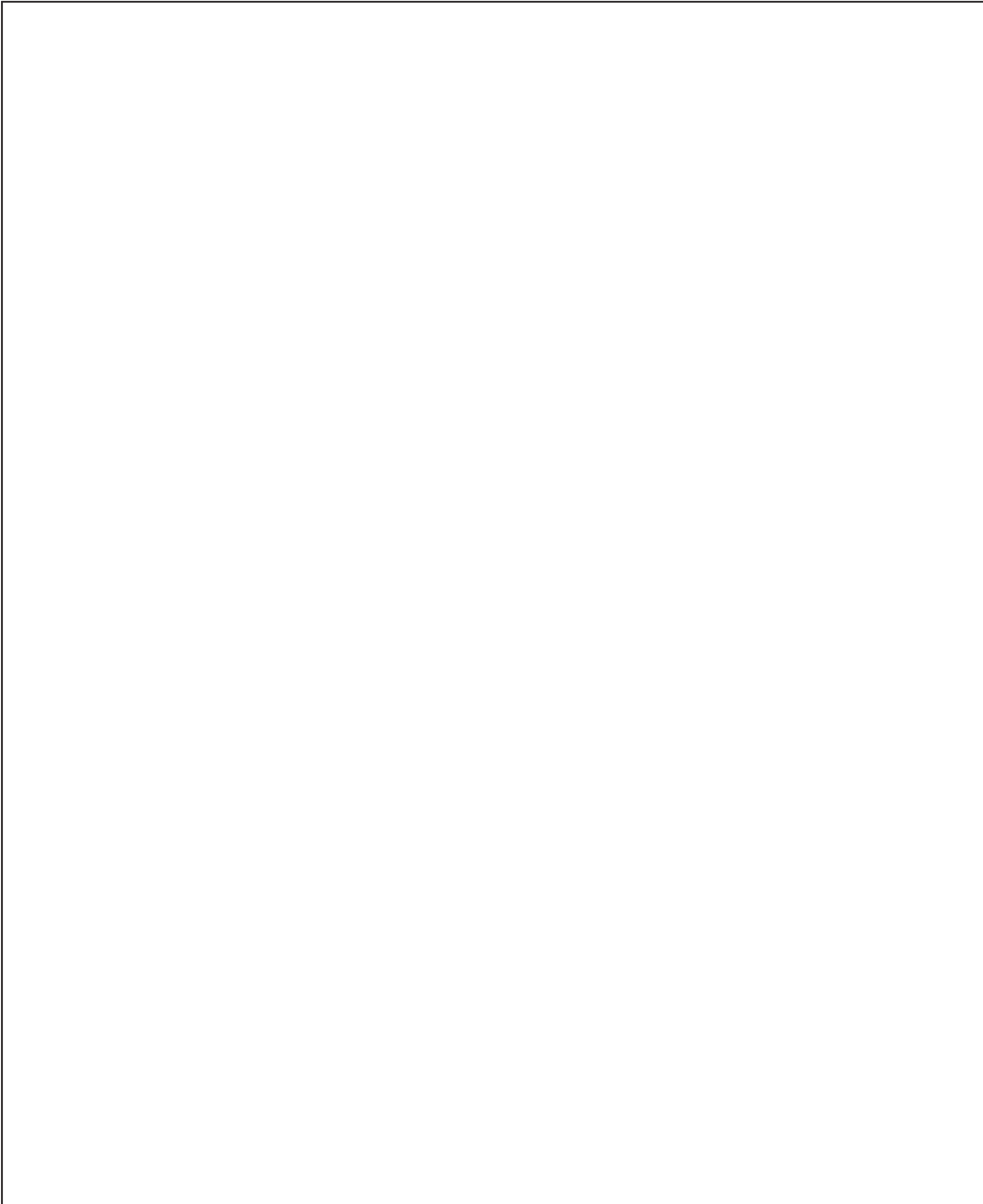
Director Financiero: Ricardo Campo Redondo

Coordinador de publicaciones y propiedad intelectual(e): Raúl Sarabia-Gómez

A Carolina, Alfonso y Blanca

A Nicolás Camilo

A mi madre: Ledys



AGRADECIMIENTOS

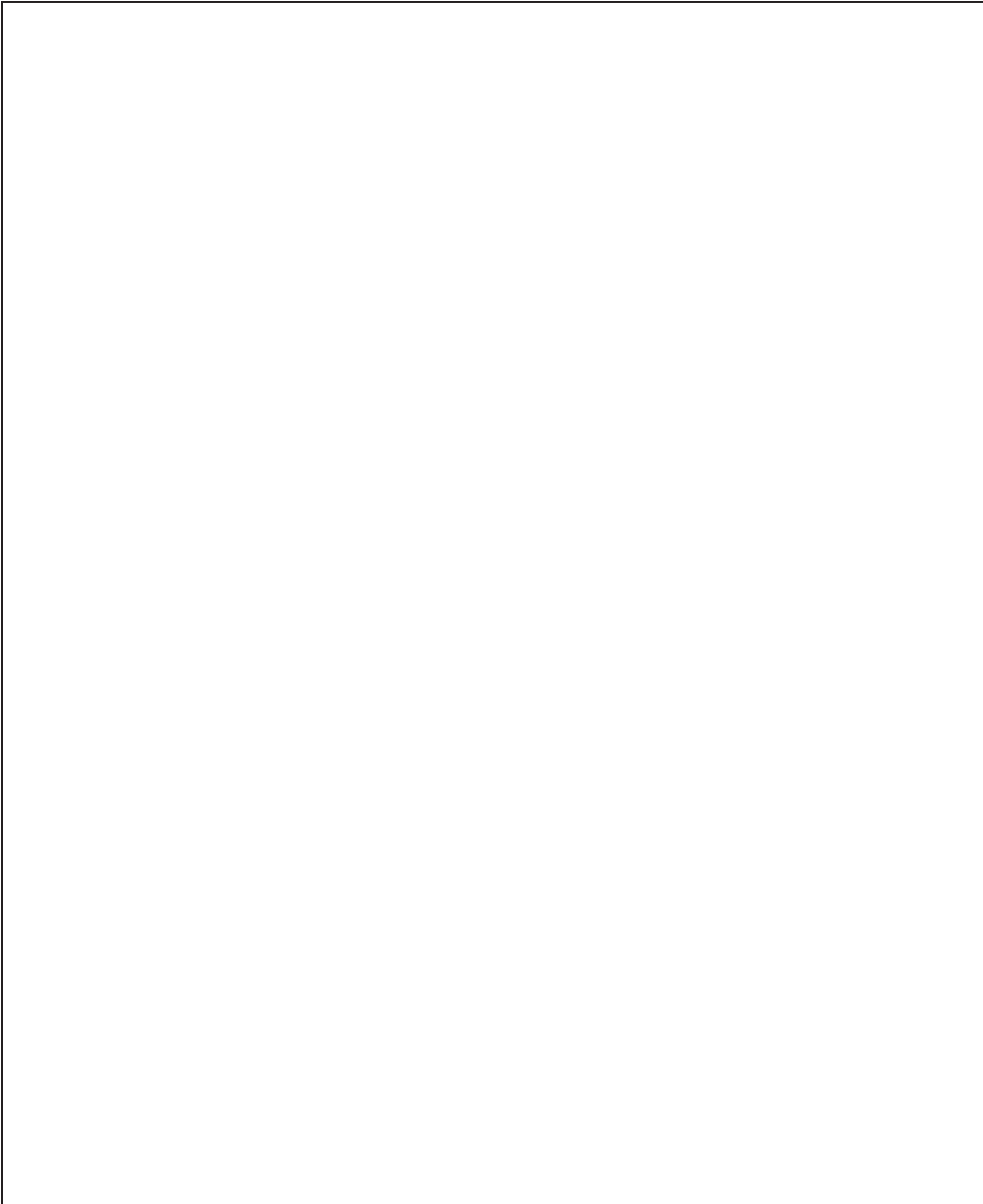
Eternos agradecimientos al profesor José Sierra Ortega, PhD. por la confianza depositada en cada uno de nosotros, y por brindarnos una visión futurista de trabajo.

Al profesor Gerineldo Mendoza Cuello, por su dedicación, colaboración incondicional y por una vida de trabajo al servicio de la Física de la Universidad del Magdalena.

Al ingeniero Antonio Correa Collante, persona que nos inició en el estudio de los fenómenos electromagnéticos. A él nuestros conocimientos y sus mejores críticas.

Agradecemos a la Universidad del Magdalena por brindar espacios de expansión e intercambio de conocimientos.

A todos aquellos que nos brindaron sus negativas y respaldos, por darnos esa voz de aliento.



PRESENTACIÓN

El presente texto es un esfuerzo del equipo de docentes de Física para modernizar la metodología, hasta hace poco tiempo utilizada en la enseñanza de la física, a través de los laboratorios de los cursos magistrales programados por la Facultad de Ingeniería y la coordinación del área de Física de la Universidad del Magdalena.

La física a través de los años ha sido una ciencia experimental y más recientemente se ha desarrollado como teórica, sin embargo, luego de la propuesta teórica, se necesita de la validación experimental.

Tradicionalmente en los cursos de Física se trabaja con una visión desde la teoría, y luego con comprobaciones prácticas (Laboratorios), provocando con ello, en muchas ocasiones, la animadversión de los estudiantes con influencia negativa en su formación. La presentación de estas sin sustento experimental ocasiona que el alumno se forme una idea incompleta, distorsionada y pobre de esta disciplina Experimental-Teórica.

Deben estimularse las actividades de laboratorio en las que el estudiante desarrolle su creatividad y se enfrente con experimentos cercanos a su persona y a su ambiente. Por lo cual los autores proponen una metodología acorde con el objeto del estudio de la Física: explicación del comportamiento de la Naturaleza (transformaciones masa-energía).

Es importante recordar que cualquier práctica de laboratorio no es permitirle al estudiante reproducir la teoría, sino investigar hasta qué punto un sistema real es descrito por los sistemas ideales estudiados en dicha teoría. Es decir se propone trabajar desde la experiencia y que a través de ésta se pueda confrontar y enriquecer lo que muchos físicos a lo largo de la historia han desarrollado. Por lo tanto no se necesita de un tratado teórico previo para la realización de una práctica, pero sí de un acompañamiento permanente del docente para ayudar al estudiante en el desarrollo, observación y posterior análisis de esos resultados, y con esto permitirle confrontar sus resultados con los reportados en las diferentes publicaciones.

Los objetivos principales de esta forma de trabajar son:

- ☉ Permitir al estudiante la adquisición de conocimientos a través de la experimentación, no necesariamente de la teoría a la práctica, que puede crear preconceptos y en algún momento dificultar la consecución de los objetivos planteados.
- ☉ Presentar al estudiante una visión global de la importancia del laboratorio para el trabajo en Física y para el conocimiento científico de la naturaleza, como actividad fundamental, viva y enriquecedora; a través de los cuales, el estudiante no sólo podrá afianzar sus conocimientos sino ser capaz de formular y plantear sus propios interrogantes y por qué no, crear conocimiento, partir de su propia actividad de investigación.
- ☉ Iniciar al estudiante en la elaboración de comunicaciones escritas, usando las formas y criterios propios de la actividad científica. Esto es que los informes deben ser breves, concisos y a la vez ricos en el análisis de las condiciones experimentales y de los propios resultados obtenidos.

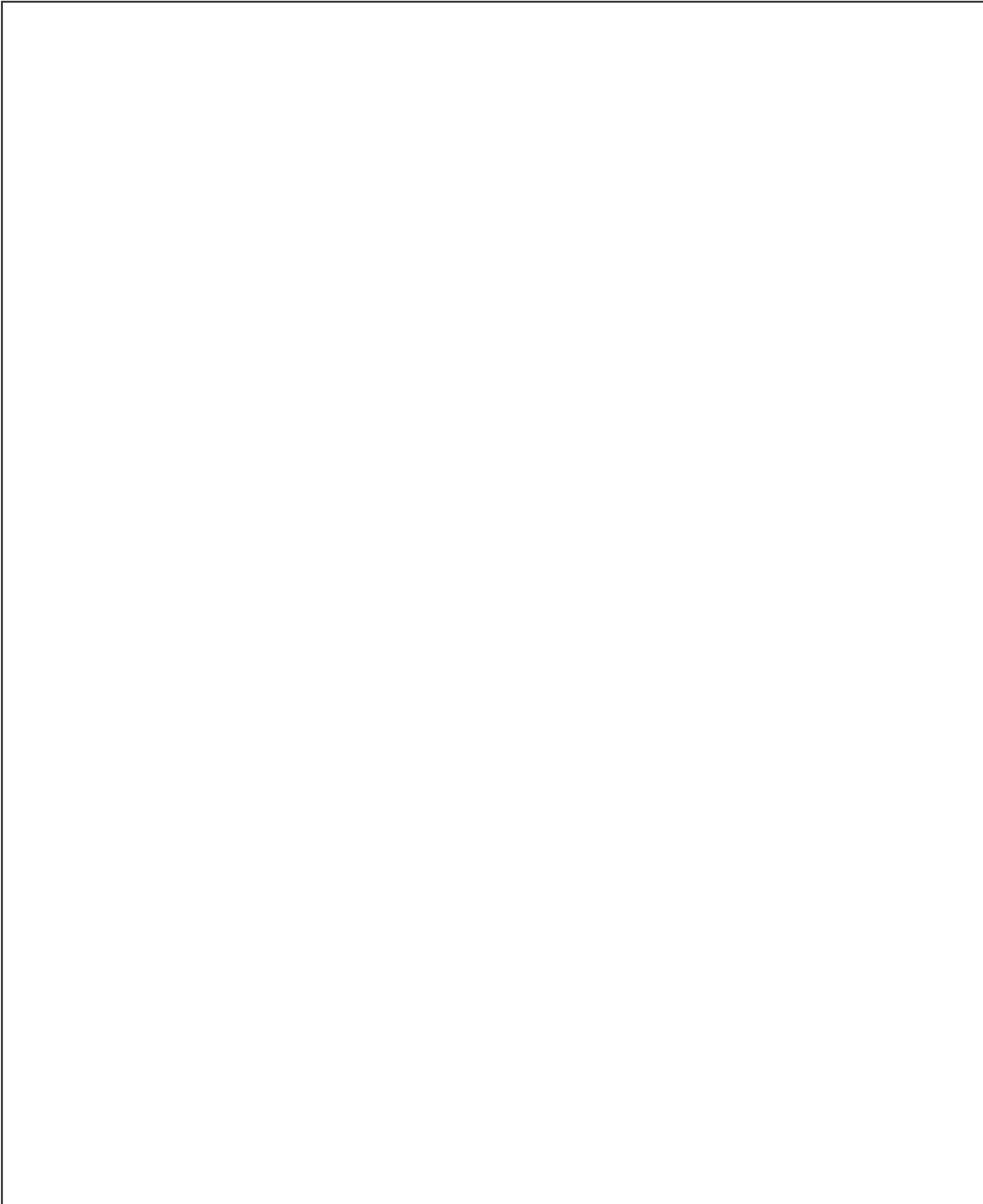
Al final de esta propuesta de trabajo se incluyen links de páginas que presentan fislets o applets en java, que son de gran ayuda en la visualización del comportamiento fenomenológico que se quiere estudiar. De igual forma, se incluyen nombres de algunas revistas de Física que tratan sobre electricidad y magnetismo, con el fin de que el estudiante inicie su lectura científica y empiece a desarrollar las competencias lecto-escritora, interpretativa, argumentativa y propositiva, en la medida en que amplía su espectro de conocimiento. Obviamente se necesita

del acompañamiento docente, para la aclaración de la gran cantidad de inquietudes que se generarán a través de la lectura científica.

El sólo hecho de concretar la producción intelectual en un texto, sitúa a la coordinación de Física y a la misma Vicerretoría de Investigación, al nivel de universidades de reconocida trayectoria nacional lo que, además, ayuda al proceso de acreditación y contribuye al cumplimiento de la misión de la Universidad del Magdalena.

ÍNDICE GENERAL

Presentación	11
Observaciones Generales	13
Reglamento de Prácticas	14
Presentación Escrita del Informe	15
Formato de Evaluación Docente de los Informes Escritos	18
ELECTRIZACIÓN - CONDUCTORES Y AISLADORES	19
INDUCCIÓN DE CARGA Y LA HIELERA DE FARADAY	25
INDUCCIÓN DE CARGA. Parte 2	31
LÍNEAS DE FUERZA SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES	35
CONDENSADOR DE PLACAS PLANO PARALELAS.	43
LEY DE OHM	49
CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO	57
LEYES DE KIRCHHOFF.	65
CIRCUITO RC - CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR	71
EQUIVALENTE ELÉCTRICO DE CALOR	81
LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO	87
FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UN ALAMBRE CONDUCTOR	94
INDUCCIÓN MAGNÉTICA.	99
CAMPO MAGNÉTICO Y BOBINAS DE HELMOLTZ.	105
RELACIÓN e/m	111
USO DEL OSCILOSCOPIO: INTRODUCCIÓN.	117
USO DEL OSCILOSCOPIO: APLICACIONES EN CIRCUITOS.	125
ALGUNAS REFERENCIAS EN INTERNET	133
REVISTAS RECOMENDADAS.	134
Anexo 1. EL MULTÍMETRO	135
Anexo 2. CONTROLES DEL OSCILOSCOPIO	136



INTRODUCCIÓN

Desde la época de las antiguas civilizaciones hasta nuestros tiempos, el hombre ha indagado en la naturaleza por los fenómenos que ella encierra. Este continuo interrogar ha pasado, desde entonces, por diversos escenarios hasta llegar a la era actual: la Informática.

Todo este flujo de pensamiento filtrado durante más de 25 siglos erige a la Física como la más desarrollada de las Ciencias Naturales. Esta afirmación expresa el avance de una ciencia en la que se ha logrado una estructura teórica notable y múltiples aplicaciones en las diferentes áreas, incluidas las Ingenierías.

La Física como ciencia útil tiene un gran valor, y en este sentido apuntan los programas de FÍSICA que ofrece la Universidad del Magdalena. Por ello, la Coordinación de Física ofrece sus programas dentro del campo teórico y experimental, que son de gran utilidad en otras ciencias y en proyectos tecnológicos. El estudiante tiene entonces la oportunidad de familiarizarse con varios aspectos de la Física, y enfatizar su preparación de acuerdo con su campo profesional y preferencia personal.

Este curso está enfocado de tal manera que permita al estudiante adquirir los conocimientos y las destrezas básicas propias de la física experimental, en el campo del Electromagnetismo.

RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Las siguientes recomendaciones tienen como finalidad, orientar el trabajo del alumno antes y durante la realización de cualquier sesión de laboratorio.

1. Seguridad. Si se siente inseguro con algún procedimiento, suspenda el trabajo y consulte al profesor.
2. Trabaje de la forma más ordenada posible.
3. Cuando manipule cualquier instrumento de medida, asegúrese de conocer la forma de hacerlo funcionar adecuadamente (de ser necesario consulte al profesor).
4. El alumno deberá leer el contenido de la práctica correspondiente con anterioridad, con el fin de conocer los objetivos que se persiguen, y los procedimientos establecidos para cada experiencia.
5. Los datos obtenidos y las preguntas que contiene cada experiencia deberán ser entregados al profesor, una vez terminado el tiempo programado, en original y copia. El informe escrito será entregado al profesor, con dos hojas de presentación, exactamente ocho días después de realizada la práctica (leer recomendaciones para la presentación de éste). Se deja a criterio docente la consecución de plazos en la entrega del informe, previa demostración de trabajo y dificultades en el desarrollo de éste, que necesiten de nuevas mediciones.
6. El informe escrito debe contener dos hojas de presentación, al igual que dos formatos para la evaluación de dicho informe. Una para el docente y otra para constancia de recibido.
7. El estudiante recibirá la correspondiente nota, una semana después de entregado el informe escrito (ver formato de calificación).
8. Finalizado cada seguimiento, cada estudiante presentará una evaluación escrita, que será previamente programada y su nota será promediada con los demás informes de laboratorios.
9. Se propone que el trabajo de laboratorio tenga una nota de 20%, y el desarrollo-presentación del informe escrito 80% (ver formato de calificación). Se deja a criterio docente.

REGLAMENTO DE PRÁCTICAS

1. La práctica de laboratorio se debe iniciar a la hora programada según el horario establecido por la Universidad. Después de **15 minutos no se permitirá el acceso al aula correspondiente**. Por razones de espacio-tiempo, del bloque de laboratorio de física y del docente, no es posible la reposición de la práctica.
2. El estudiante deberá portar su bata de laboratorio de color blanco las cuales de carácter obligatorio para el ingreso.
3. Se prohíbe dentro del laboratorio: **fumar, comer, correr, recibir visitas y el uso de celular**.
4. Los objetos personales tales como maletines y libros que no vayan a utilizarse durante la realización de la práctica, deberán ser colocados en los sitios asignados para tal fin (casilleros de laboratorio).
5. Al momento de recibir los materiales de laboratorio, el estudiante deberá verificar su estado. Las observaciones que tenga que hacer, deberán estar dirigidas al profesor, ya que una vez la práctica se haya iniciado las pérdidas o daños causados correrán por parte del estudiante.
6. Cualquier inquietud en el manejo de los equipos, deberá ser consultada con el profesor o en su defecto, con el coordinador de laboratorio.
7. No se podrá sacar del laboratorio, ningún elemento sin la respectiva autorización por escrito.
8. Los estudiantes responderán por el material puesto a su disposición: no deberán retirarse de la mesa sin la entrega formal al profesor a cargo. En caso de pérdida o deterioro, deberán responder por el hecho y devolverlo en buen estado al coordinador de laboratorio, en un plazo no mayor a 15 días. El material devuelto deberá tener las mismas características que aquel que fue puesto a su servicio.
9. El estudiante deberá obtener el paz y salvo de los laboratorios, una vez terminado el semestre (requisito indispensable para la digitación de la nota final).
10. Durante el transcurso del semestre, se desarrollarán entre 14 y 17 prácticas (*Criterio docente*), su asistencia será de carácter obligatorio.

NOTA: Los casos de inasistencia justificada, serán objeto de estudio por parte del profesor, el coordinador y el comité de Área.

PRESENTACIÓN ESCRITA DEL INFORME

Un informe de laboratorio debe permitir a cualquier persona reproducir la experiencia realizada y obtener resultados similares en calidad y en valor numérico a los presentados. También debe mostrar el contexto y las condiciones experimentales para permitir un análisis crítico de los resultados.

Se recomienda investigar en la Internet tópicos relacionados con el tema tratado, no se aceptará el uso de fuente externa como materia para el informe (en forma copiar-pegar), excepto en forma debidamente justificada y referenciada (ver referencias externas). De no cumplir con este requisito y comprobarse la "copia-pegar", su informe será anulado.

El informe debe contener el título del trabajo, los nombres de los autores, firma y fecha.

ESTRUCTURA DEL INFORME

El informe será presentado en forma de un artículo científico. No serán considerados y evaluados informes que no presenten: Discusión y Conclusión.

Nota: se recomienda numerar las páginas del informe.

1. **Encabezado:** Título del informe, autores (agregar códigos), nombre de la institución a la que pertenecen (Coordinación Área de Física, programa de Ingeniería Pesquera, Universidad del Magdalena) y eventualmente el correo electrónico de los autores.
2. **Resumen / ABSTRACT (en español e inglés, respectivamente).** Permite al lector tener una rápida idea del contenido del informe. No olvide que un resumen está constituido por: ¿Qué se hizo?, ¿Cómo lo hizo? (sin confundir con el desarrollo experimental) y conclusiones importantes. Debe ser breve, no pasar de media página. Por esto debe ser lo último que se escribe.

No contiene: Referencias bibliográficas, tablas, gráficas o ecuaciones.

3. **Palabras claves** (en español e inglés)
4. **Introducción.** Se restringe únicamente al tema específico a tratar: contextualiza, justifica, presenta la motivación y los objetivos de trabajo. Debe ir al grano, por ejemplo, si va a hablar de las palancas en el cuerpo humano, no es necesario hacer un tratado teórico-histórico acerca de todas las leyes de Newton. Si escribe ecuaciones anote las que de verdad va a utilizar en el trabajo, no se trata de hacer copie-pegue de libros y/o páginas en Internet. Eventualmente es necesario deducir explícitamente paso a paso alguna(s) ecuación(es) debido a su valor aclaratorio o explicativo. Numerar las ecuaciones, por lo menos aquellas que sean referenciadas posteriormente en el texto. Si introduce símbolos y/o letras aclare cual es su significado. No debe exceder dos (2) páginas.
5. **Método experimental.** Describir y justificar el principio, los métodos y técnicas de medición. Describir el dispositivo experimental con un esquema completo, claro y detallado. Describir los puntos críticos del procedimiento (estimación de errores e incertidumbres). Descripción de los parámetros utilizados. Descripción del desarrollo de la experiencia.

6. **Resultados.** Presentación de los resultados obtenidos, en la forma de tabla, gráficos, etc., (con leyendas, unidades físicas, cálculo de errores, entre otros). Cada gráfico, tabla, figura, debe estar anunciado en el texto, debidamente numerado y con una leyenda que lo identifique. Es imprescindible el correcto manejo de los errores e incertidumbres. Presentar los cálculos correspondientes, necesarios para alcanzar los resultados esperados, sin necesidad de incurrir en las repeticiones para cada dato, para esto son las tablas.
7. **Interpretación y discusión.** (Es la parte principal del informe). Extraer la información útil de los resultados obtenidos. Evaluar la validez, los valores de los resultados en relación con los modelos teóricos u otros resultados. Comparación con otras fuentes, con estimación anteriores. Interpretar los resultados con su error respectivo, en relación con modelos existentes o nuevos (propuestos en el trabajo). Discusión de su significado y su relación con diversas publicaciones del tema. Discusión de los resultados en relación con otros métodos. Crítica del trabajo propio. Este punto puede ser más desarrollado en un informe de laboratorio que en un artículo publicado. Aquí se trata no sólo de anunciar un resultado, sino también, permitir su repetición en las mejores condiciones y de proponer mejoras.
8. **Conclusiones.** Resumen crítico de la experiencia. Debe contestar a la introducción, guardar relación con los objetivos propuestos y consecuente con los resultados sobresalientes y la discusión e interpretación de los resultados obtenidos y anunciar futuros desarrollos, aplicaciones, etc. Deben ser breves, concisas y numeradas; mejor escriba pocas con mucho sentido que muchas sin sentido alguno. Evite escribir lo publicado por otros autores, esta debe ser consecuencia de su trabajo y de lo reportado a lo largo de su informe. Haga referencias alusivas al texto de donde de obtiene(n) esa(s) conclusión(es).

En las conclusiones no se escribe la teoría, ésta la reproduce el experimento. Lo más normal es que haya errores introducidos por el experimentador, los cuales deben ser reportados. No existe el experimento 100% perfecto. De igual forma no se trata de halagar al profesor y/o a la institución, ni de anotar lo importante o no que es para usted o para su carrera el desarrollo de la experiencia, sino de mencionar aplicaciones tecnológicas, científicas o del día a día del principio físico en el que se fundamenta la experiencia desarrollada.

9. **Bibliografía.** Presente los recursos complementarios necesarios a la comprensión del trabajo y citados en el cuerpo del informe y las fuentes externas al trabajo, como trabajos realizados por otros grupos, etc. Evite hacer una lista al final del informe de los libros que hablan sobre el tema tratado, es decir, que debe mencionar aquellos de los cuales hizo uso, la referencia debe ser puntual: debe citar el lugar exacto del texto en donde es necesario, incluyendo también las ecuaciones y citarlas entre corchetes. Cada libro en la bibliografía debe ser encontrado en el texto y cada cita referenciada en el texto debe estar en la bibliografía.

En este curso se pide que las referencias electrónicas relacionadas con el tema sean referenciadas, evitando la cita de páginas poco serias en la temática que tratan. De igual forma se sugiere, con el debido respeto al trabajo desarrollado por sus autores, hacer referencias de enciclopedias caseras, bien sean libros o programas de computador.

Ejemplos:

Para libros: autor, título, editor y año de publicación, capítulo y página.

[1] TUSZYNSKI, J. DIXON, J. Biomedical Applications of Introductory Physics. Wiley. USA. 2002. ISBN 0-471-41295-3.

Para artículos: Autor, Título, Nombre de la revista, Volumen, año de publicación, páginas.

[2] FICKER, T. Electrification of human body by walking. Journal of Electrostatics. Vol 64. (2006) p. 10 - 16.

Para revistas: Autor, título, nombre de la revista, Número, año, página.

[3] Armstrong, C. Bezanilla, F. Nature 242. (1.993). p. 459 - 1973.

Para referencias en Internet:

<http://web.mit.edu/afs/athena/cours.html> (física electromagnética: campo magnético)

10. **Anexos.** Información útil o complementaria, sin embargo no necesaria para la comprensión del trabajo.

Aplique las siguientes recomendaciones:

- Precisión del lenguaje.
- Correcto uso de los términos.
- Frases cortas y claras.
- Numeración de páginas.
- Definir cada uno de los parámetros utilizados en el lugar donde aparecen por primera vez.
- Coherencia en el uso de los parámetros.
- Realizar dibujos y esquemas para definir los parámetros.
- Introducir (justificar) cada parte del informe.

Referencias

Se pueden distinguir:

Referencias internas. Se trata de referencias a "objetos" (ecuaciones, tablas, figuras, capítulos, entre otras) del mismo informe. Ejemplos: ... ver EC. (3). ... según fig. (7)

Referencias externas. Son referencias a otros trabajos (artículos, libros, ...). Aparecen entre "[" y "]" y se listan al final del informe, en la parte Bibliografía o Referencias, según un formato definido (ver arriba)

Las referencias externas son importantes por razones de ética y de derechos de autor. Permiten aliviar el trabajo evitando reproducir un desarrollo matemático por ejemplo.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

FORMATO DE EVALUACIÓN DOCENTE DE LOS INFORMES ESCRITOS

NOTA

Nombre de la experiencia					No.	
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora	
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

EVALUACIÓN FORMATIVA

Ítem	Puntaje (%)	Nota
Responsabilidad, Consulta previa, Trabajo de laboratorio y preinforme	0 - 20	
Total	0 - 20	

EVALUACIÓN - INFORME

Ítem	Puntaje (%)	Nota
Organización. Claridad y redacción	0 - 5	
Resumen - Abstract	0 - 5	
Introducción	0 - 5	
Método experimental	0 - 5	
Resultados	0 - 10	
Interpretación y Discusión	0 - 25	
Conclusiones	0 - 20	
Bibliografía	0 - 5	
Total		

Observaciones: _____

 Firma del Docente

EXPERIENCIA No. 1

ELECTRIZACIÓN - CONDUCTORES Y AISLADORES

OBJETIVOS

- Describir las propiedades eléctricas que adquieren los cuerpos al ser frotados.
- Describir las propiedades eléctricas de los materiales conductores y las de los aislantes.
- Caracterizar eléctricamente un material.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Carga eléctrica.
- Electrización.
- Aislantes y conductores

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las fuerzas eléctricas se deben a las cargas eléctricas que hacen parte de la materia.

Los cuerpos, normalmente, están con las cargas en equilibrio. El cuerpo, como un todo, parece no tener carga –por lo que es llamado de cuerpo neutro– no obstante, si friccionamos el cuerpo, algunas cargas son trasladadas, pasando para el objeto que está friccionando o bien para el friccionado, dependiendo de la estructura eléctrica de los materiales en interacción; obteniendo así, un objeto cargado o electrizado. [1, 2, 4].

Constatamos, entonces, que la fricción puede separar las cargas eléctricas de la superficie de materiales, en la zona de interacción. Pero no todos los materiales, como ya se mencionó, tienen las mismas propiedades eléctricas, observando así que no todos los materiales son fácilmente electrificables y al igual que la propiedad de electrificación de permanecer en la zona de contacto; mostrándonos así la diferencia entre conductores y aislantes. [3, 5, 7].

Esta clase de experimentos se observan mejor en días secos, porque la excesiva humedad puede producir una carga dispersa del cuerpo electrificado a tierra a través de diversas trayectorias conductoras. [5, 8].

MATERIALES

- Barras de ebonita, PVC, acrílico, vidrio y metal.
- Acetato
- Piel
- Paño de seda
- Trocitos Papel**
- Bolitas de Poliestireno extendido, d 2 mm. (ICOPOR)**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



Figura 1.1

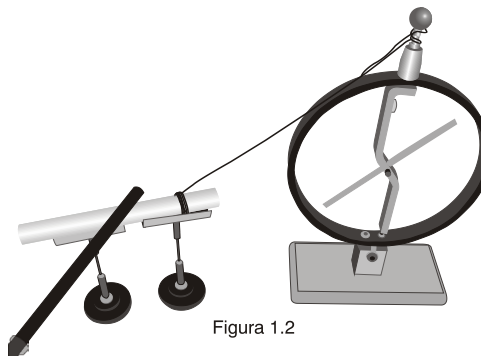


Figura 1.2

Figura 1.1. Materiales para experimentación por frotamiento

Figura 1.2. Montaje Conducción eléctrica

Fotografías Laboratorio de Física. Universidad del Magdalena. J. Linero. J. De la Hoz. E. Perea.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Para cada inciso es necesario detallar las observaciones y explicarlas. Recuerde que son la base para el análisis del informe.

1. Es necesario formar varios montoncitos con los trocitos de papel y con el poliestireno extendido. Tome las diferentes barras y acérquelas a los montoncitos.
2. Frote las barras con los diferentes materiales suministrados, durante el tiempo y vigorosidad que considere necesarios. Acérquela al área de estudio, sin tocarlos. Usted decide qué variables considera necesarias evaluar, por ejemplo, los tiempos, la intensidad de frotamiento, la distancia de acercamiento, etc.
3. Repita el inciso 2, pero antes de acercarse a los trocitos de papel o poliestireno extendido toque con su mano la barra en la región frotada.
4. Ahora, para la barra de metal se hace necesario sujetarla por uno de sus extremos con caucho (o similar). Repita el procedimiento 2.
5. Arme el montaje de la figura 1.2, frotando los diferentes materiales suministrados, intercambiando los hilos de cobre y de seda. Haga las combinaciones que considere necesarias para obtener un buen análisis.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.

8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia ELECTRIZACIÓN - CONDUCTORES Y AISLADORES					No. EXPERIENCIA No. 1			
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo		Hora		
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Frote las barras con los diferentes materiales suministrados, durante el tiempo y vigorosidad que considere necesarios. Acérquela al área de estudio, sin tocarlos. Usted decide que variables considera necesarias evaluar, por ejemplo, los tiempos, la intensidad de frotamiento, la distancia de acercamiento, etc.

2. Repita el inciso 1, pero antes de acercar a los trocitos de papel o poliestireno extendido toque con su mano la barra en la región frotada.

Recorte por la línea punteada

EXPERIENCIA No. 2

INDUCCIÓN DE CARGA Y LA HIELERA DE FARADAY

OBJETIVOS

- Estudiar el fenómeno de inducción de carga, utilizando la hielera de Faraday.
- Comparar los mecanismos de electrización por inducción y electrización por contacto.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Carga eléctrica
- Electrización
- El electrómetro
- La hielera de Faraday
- Conexión a tierra
- Máquina de Wimshurst

FUNDAMENTO TEÓRICO

El proceso de transferir carga de un conductor a otro mediante contacto "interno" (distribución de carga cuando un objeto cargado se introduce en la hielera) fue estudiado por Faraday, utilizando como conductor hueco el recipiente metálico donde guardaba el hielo que empleaba en el laboratorio. [5, 6 ,8].

Desde que la hielera de Faraday incursionó en las demostraciones electrostáticas, se debe examinar la relación entre la carga inducida en la hielera y la carga del objeto insertado. Usando la hielera, se puede entonces investigar la naturaleza del objeto cargado por contacto, como opuesto a la carga por inducción.

Toda medida de carga en el electrómetro es indirecta. Basado en este conocimiento, podemos decir que la carga de un objeto es proporcional a la diferencia de potencial. Las lecturas vienen dadas, entonces, en Volt (V) y no el Coulomb (C). La polaridad en el voltaje, sin embargo, muestra directamente los tipos de carga que se están dando.

Para estimación cuantitativa de la carga, si el objeto no adiciona una capacitancia significativa, lo puede hacer mediante la relación $Q = CE.V$; en donde V es el voltaje observado; CE, es la capacitancia interna del Electrómetro, cuyo valor para este caso es 27 pF. [9].

MATERIALES

- Hielera de Faraday
- Electrómetro
- Juego de objetos productores de carga
- Fuente de voltaje
- Esferas conductoras
- 2. Pilas cuadrada de 9 V**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

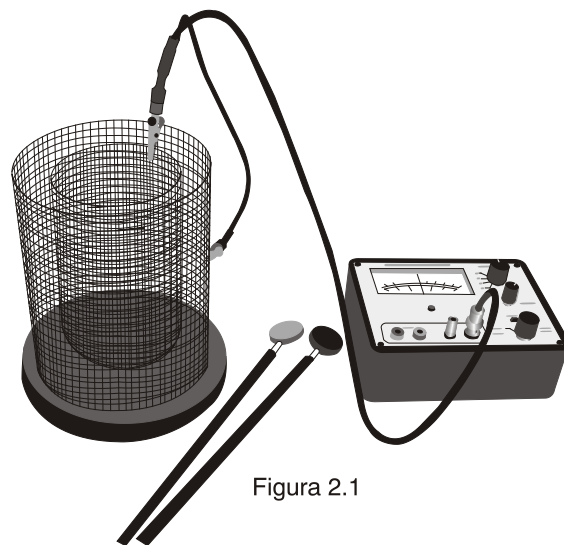


Figura 2.1

Figura 2.1. Montaje Hielera de Faraday (Pasco Scientific)

Advertencias.

- Nunca se debe usar el electrómetro para medir potenciales por encima de los 100 V.
- Nunca conecte el electrómetro a un generador electrostático, tales como el generador de Van de Graff o la máquina de Wimshurst.
- Evite tocar los terminales de salida hasta que usted haya sido "aterrizado".
- Asegúrese de tener la mejor escala para medir. Si tiene dudas consulte a su profesor y/o empiece por la mayor y disminuya paulatinamente hasta obtener la escala deseada.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PARTE NO. 1

Antes de empezar, esté seguro de que la lectura del electrómetro marque cero, esto indica que no hay carga en la hielera. ¡Aterrice la hielera!, para esto, cuando las jaulas se conectan al electrómetro, y éste se conecta a una tierra, simplemente se aprieta el botón cero, se debe además tocar al tiempo las dos mallas con el dedo para asegurarse de que ambas estén neutras.

Conecte la entrada del electrómetro (caimán rojo) en el cilindro interno de la hielera (como muestra la figura 2.1) para crear un sistema para medir cargas. Realice la otra conexión (caimán negro) al escudo de la hielera. Ajuste la sensibilidad del electrómetro para que la mayoría de las lecturas aparezca a los dos tercios (2/3) de la escala.

al inicio mediremos la carga que se produce en diferentes objetos debido a la fricción con otros. La forma en que lo haremos será por inducción. Recuerde que una carga de igual magnitud y signo contrario se induce en la superficie de la hielera.

Anote sus observaciones, mediciones, etc.

1. Coloque uno de los productores de carga dentro de la jaula interna, sin tocarla. Si el electrómetro indica alguna presencia de carga, toque con el productor la malla exterior hasta que se descargue. Realice el mismo procedimiento para cada uno de los productores, por separado.
2. Frote los diferentes productores de cargas para crear cargas en ellos e insértelos separadamente dentro de la jaula, sin tocarla. Calcule la carga que posee cada uno de los productores de carga.
3. Frote ahora dos productores de carga al tiempo, teniendo cuidado de que estén en contacto e introdúzcalos independientemente en la jaula y anote el tipo de relación que hay en la carga que posee cada uno.

4. Aterrice todo, frote dos productores de carga, introduzca una de ellas en la hielera, observe. Retírela y observe de nuevo la lectura. Luego inserte de nuevo la vara y toque con ella la hielera, ahora retírela.
5. Momentáneamente aterrice la hielera y entonces tóquela de nuevo con la vara. ¿Qué sucede?

PARTE NO. 2

Aterrice la hielera. Ahora la forma en que haremos nuestro experimento será por contacto.

6. Repita los pasos 2 a 4 de la parte 1, pero ahora tocando la malla interior de la hielera de Faraday, para realizar un cuadro comparativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
9. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia INDUCCIÓN DE CARGA Y LA HIELERA DE FARADAY				No. EXPERIENCIA No. 2				
Fecha		Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora		
			Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Coloque uno de los productores de carga dentro de la jaula interna, sin tocarla. Si el electrómetro indica alguna presencia de carga, toque con el productor la malla exterior hasta que se descargue. Realice el mismo procedimiento para cada uno de los productores, por separado.

2. Frote los diferentes productores de cargas para crear cargas en ellos e insértelos separadamente dentro de la jaula, sin tocarla. Calcule la carga que posee cada uno de los productores de carga.

Recorte por la línea punteada

EXPERIENCIA No. 3 INDUCCIÓN DE CARGA. PARTE 2

OBJETIVOS

- Electrizar un cuerpo por medio de la inducción eléctrica.
- Estudiar la magnitud y distribución de carga en objetos cargados y su dependencia con la distancia.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Carga eléctrica
- Inducción eléctrica
- Polarización
- Campo eléctrico

FUNDAMENTO TEÓRICO

Cuando un objeto cargado se coloca cerca de otro, el campo eléctrico del primero ejerce fuerzas en las cargas presentes en el segundo objeto. Si los objetos son conductores, se presenta un movimiento de las cargas que garantiza que en su interior el campo eléctrico es cero. [5, 6, 8, 9]. En este laboratorio, usted estudiará la redistribución de carga que ocurre en dos esferas conductoras (una de ellas cargada y la otra neutra) cuando se ponen una cerca de la otra.

MATERIALES

- Hielera de Faraday
 - Juego de objetos productores de carga
 - Fuente de voltaje (6 000 V)
 - 2. Pilas cuadrada de 9 V**
 - Electrómetro
 - Esferas conductoras
 - Regla
- ** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

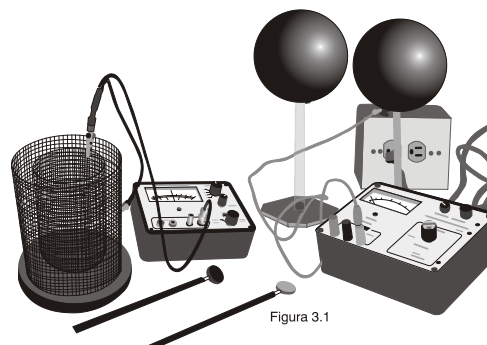


Figura 3.1. Montaje Inducción de Carga, utilizando Hielera de Faraday. (Pasco Scientific)

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Cuando un objeto cargado se coloca cerca de otro, el campo eléctrico del primero ejerce fuerzas en las cargas presentes en el segundo objeto. Si los objetos son conductores, se presenta un movimiento de las cargas que garantiza que en su interior el campo eléctrico es cero. En esta parte del laboratorio, usted estudiará la redistribución de carga que ocurre en dos esferas conductoras (una de ellas cargada y la otra neutra) cuando se ponen una cerca de la otra.

Conecte la terminal de la fuente de 6 000 V a una de las esferas (esfera cargada positivamente). Conecte la terminal COM a la tierra del electrómetro, dejando también conectada la tierra del electrómetro a la malla exterior de la hielera.

Coloque la otra esfera y un productor de carga en contacto con la tierra del montaje. Verifique que no haya carga en el productor de carga.

1. Toque con el productor de carga diferentes puntos de la esfera descargada y verifique que no haya carga en ella. Haga lo mismo con la esfera cargada y verifique que se encuentra uniformemente cargada.
2. Acerque las dos esferas. Mida la carga y realice un esquema de su distribución tocándola con el productor de carga en diferentes puntos. Repita este procedimiento con la esfera cargada.
3. Ahora ponga en contacto las dos esferas, aléjelas y estudie la magnitud y distribución de la carga en cada una de ellas después del contacto.
4. Toque con uno de los productores de carga la esfera cargada del punto anterior. Acérquelo ahora a la hielera por la parte externa. Anote sus observaciones.
5. Introduzca nuevamente el productor de carga (cargado) en el interior de la hielera y ponga la malla interna a tierra. Luego retire el productor de carga. Anote lo observado.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia INDUCCIÓN DE CARGA. Parte 2			No. EXPERIENCIA No. 3				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora		
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Acerque las dos esferas. Mida la carga y realice un esquema de su distribución tocándola con el productor de carga en diferentes puntos. Repita este procedimiento con la esfera cargada.

2. Ahora ponga en contacto las dos esferas, aléjelas y estudie la magnitud y distribución de la carga en cada una de ellas después del contacto. Haga tablas de datos.

Recorte por la línea punteada

3. Toque con uno de los productores de carga la esfera cargada del punto anterior. Acérquelo ahora a la hielera por la parte externa. Anote sus observaciones.

4. Introduzca nuevamente el productor de carga (cargado) en el interior de la hielera y ponga la malla interna a tierra. Luego retire el productor de carga. Anote lo observado.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 4

LÍNEAS DE FUERZA SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES

OBJETIVOS

- Identificar superficies equipotenciales
- Visualizar las líneas de fuerza de algunos campos eléctricos creado por cuerpos electrizados

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Carga eléctrica.
- Potencial eléctrico.
- Líneas equipotenciales
- Manejo del voltímetro
- Soluciones iónicas
- Ajuste de curvas
- Distribuciones de cargas
- Campo eléctrico

FUNDAMENTO TEÓRICO

Generalmente cuando hablamos de potencial eléctrico nos referimos a la diferencia de potencial. De acuerdo con la vecindad de un objeto aislado el potencial puede ser positivo o negativo según sea la carga. Además en la región del espacio en que todos los puntos tienen el mismo potencial eléctrico se le denomina región equipotencial.

Consideremos dos cuerpos, que están electrizados con carga Q_1 y Q_2 , si establecemos el contacto eléctrico entre las dos cargas, vamos analizar lo que sucederá con el potencial entre las dos cargas, cuando varía la distancia que lo separan. Si las cargas son puntuales cada una, generan un campo eléctrico (E), y estos a su vez crean superficies esféricas, dependiendo si el campo es uniforme.

La mayoría de las veces, no se puede calcular fácilmente el campo eléctrico cercano a un objeto material. Entonces, cobra importancia el poder trazar aproximadamente las líneas de campo eléctrico, sólo por simple observación. Puede hacerse esto con cierta facilidad, si se recuerdan unos cuantos hechos acerca de las líneas que se trazan para representar el campo:

- a. Las líneas muestran la dirección de la fuerza sobre una partícula cargada eléctricamente.
- b. Las líneas de fuerza son líneas imaginarias que son tangentes a la dirección del campo eléctrico en cada uno de sus puntos.
- c. Las líneas emergen de las cargas positivas y convergen en las cargas negativas, amenos que este campo eléctrico haya sido creado por un campo magnético variable, en cuyo caso las líneas de campo se cierran sobre sí mismas.
- d. La densidad de líneas es proporcional a la intensidad del campo. Donde están más unidas, el campo eléctrico es más intenso.

- e. Bajo condiciones electrostáticas, las líneas de campo eléctrico son perpendiculares a las líneas equipotenciales. [6, 7, 8, 9]

MATERIALES

- Cubeta acrílica para líneas equipotenciales con accesorios
- Fuente de 15 V DC
- Fuente de alto voltaje (6 000 V)
- Multímetro
- Balanza
- Probeta 200 cc
- 2 electrodos, cables conductores
- Placa básica y electrodos accesorios - líneas de fuerza
- Sal, agua**
- Papel milimetrado, (tamaño del informe)**
- Pegante**
- Aceite**
- Harina de maíz**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

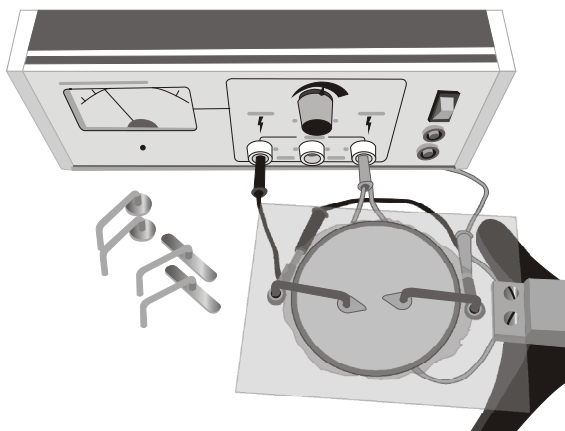


Figura 4.1

Figura 4.1 Montaje Líneas de Fuerza

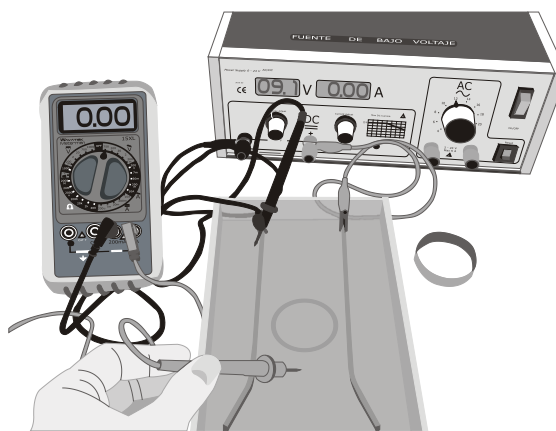


Figura 4.2

Figura 4.2 Montaje Líneas Equipotenciales

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Sin encender la fuente de Alto Voltaje, haga el montaje como el que se muestra en la figura 4.1, luego coloque un poco de aceite en la placa, en los extremos adapte dos placas paralelas, asegúrese de que las placas apenas toquen el aceite.

Para los siguientes tres pasos dibuje lo observado.

1. Distribuya uniformemente cierta cantidad de harina y poco a poco aumente el voltaje en la fuente.
2. Desconecte la fuente. Observe durante un tiempo la configuración de las líneas de fuerza del campo eléctrico.
3. Realice las combinaciones de placas que sean posibles.
4. En el informe escrito sustente en su análisis, basándose en sus observaciones y en literatura consultada, la siguiente pregunta: ¿En qué situaciones el campo eléctrico es más fuerte y en cual es más débil?

Arme el montaje de la figura 4.1. Vierta una cantidad conocida de agua en la cubeta, de tal forma que cubra aproximadamente las 2/3 partes de la altura de las placas. Esta cantidad será la misma durante toda la experiencia.

5. Inicialmente no agregue NaCl. Coloque los electrodos en el agua perpendicularmente a la superficie del vidrio. El extremo rojo que va al ánodo lo llamaremos "explorador". Mueva este extremo en el agua y observe, tanto para las placas lineales, como para la circular. Compare sus resultados para diferentes concentraciones de NaCl y diferentes voltajes.

Para el siguiente paso, deseche la solución y limpie correctamente la cubeta.

Seleccione un voltaje en la fuente y verifique antes de cualquier medición que su voltímetro está en el rango correcto. ¡Evite daños!

6. Con el explorador busque puntos de igual potencial (mínimo 10), cuando los encuentre anote las coordenadas. Hágalo tanto para las placas lineales como para la circular.
7. Desarrolle el paso 2, pero ahora utilice una placa circular y una lineal, conecte los terminales positivo y negativo en la placa que desee y luego intercámbielos.
8. Repita los pasos 2 y 3 para diferentes concentraciones de NaCl.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
9. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia LÍNEAS DE FUERZA SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES				No. EXPERIENCIA No. 4				
Fecha		Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora		
			Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Distribuya uniformemente cierta cantidad de harina y poco a poco aumente el voltaje en la fuente.
(Haga los dibujos en este espacio)

Recorte por la línea punteada

2. Desconecte la fuente. Observe durante un tiempo la configuración de las líneas de fuerza del campo eléctrico.

3. Realice las combinaciones de placas que sean posibles.

De aquí en adelante anexe los gráficos obtenidos en el papel milimetrado.

5. Inicialmente no agregue NaCl. Coloque los electrodos en el agua perpendicularmente a la superficie del vidrio. El extremo rojo que va al ánodo lo llamaremos "explorador". Mueva este extremo en el agua y observe, tanto para las placas lineales, como para la circular. Compare sus resultados para diferentes concentraciones de NaCl y diferentes voltajes.

6. Con el explorador busque puntos de igual potencial (mínimo 10), cuando los encuentre anote las coordenadas. Hágalo tanto para las placas lineales como para la circular.

7. Desarrolle el paso 2, pero ahora utilice una placa circular y una lineal, conecte los terminales positivo y negativo en la placa que desee y luego intercámbielos.

8. Repita los pasos 2 y 3 para diferentes concentraciones de NaCl.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 5

CONDENSADOR DE PLACAS PLANO PARALELAS

OBJETIVOS

- Hallar la relación existente entre la diferencia de potencial y la distancia de separación entre las placas de un condensador plano-paralelo.
- Hallar la relación existente entre la capacitancia y la distancia de separación entre las placas de un condensador plano-paralelo.
- Hallar la carga y la energía almacenada en un condensador de placas plano-paralelas.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Carga
- Campo eléctrico
- Diferencia de potencial
- Capacitancia
- Energía almacenada en un condensador
- Circuitos eléctricos.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Sabemos que la carga neta que de un conductor cargado en equilibrio electrostático se distribuye en la superficie del mismo y que todo el conductor se encuentra al mismo potencial relativo V , referido al potencial nulo en el infinito.

La relación entre la carga q y el potencial V del conductor en equilibrio electrostático es una constante (positiva) para dicho conductor, C , llamada capacidad del conductor, que depende únicamente de la geometría del mismo (tamaño, forma, etc.) del conductor y del medio en el que está inmerso. Siendo la capacitancia una medida de la propiedad que tiene un conductor para almacenar carga eléctrica. [1, 2, 3]

La carga almacenada en la superficie de un condensador es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre las placas. Así en un conductor en equilibrio electrostático tiene una carga Q con una diferencia de potencial V , le corresponderá una capacitancia:

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

Para un condensador de placas plano-paralelas la capacitancia se puede hallar mediante la expresión:

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (1)$$

donde A es el área de una placa y d es la distancia de separación entre placas. permitividad del espacio libre. [8, 9, 10]

MATERIALES

- Condensador variable plano - paralelo
- Cable de baja capacitancia
- Multímetro
- Fuente de voltaje 1000 V
- Electrómetro
- Cables de conexión
- Cronómetro
- 2 Pilas de 9 V**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

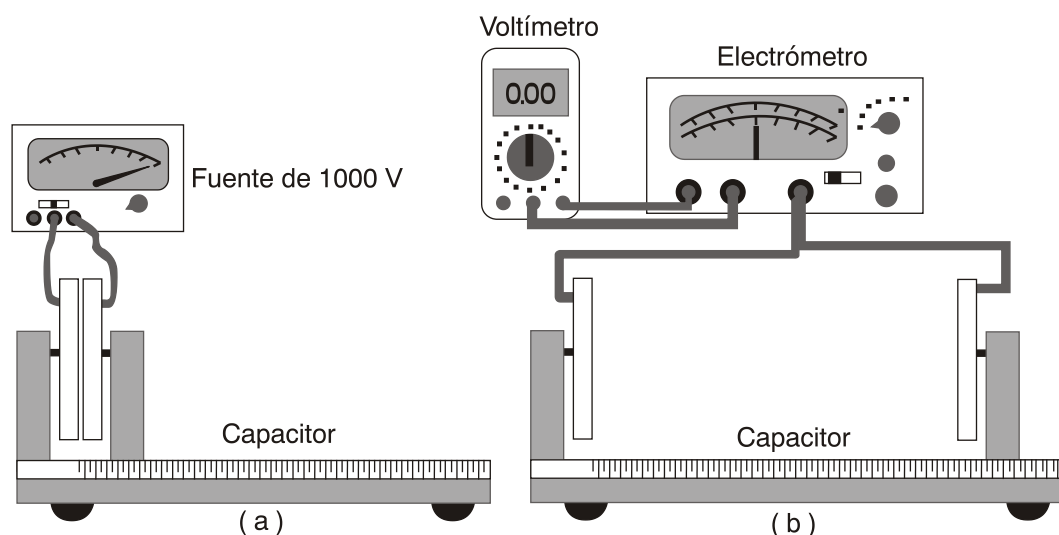


Figura 5.1

Figura 5.1 Montaje Condensador de Placas Plano paralelas. Modificado de PASCO Scientific.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Conecte la fuente de 1000 V y ajústelo en 95 V. Conecte a los extremos del condensador. Con las placas unidas, cárguelo durante el tiempo que considere necesario, pero tenga en cuenta que ese mismo tiempo lo debe utilizar para cada repetición. Ver figura 5.1(a).

Tenga cuidado de no tocar las placas del capacitor. Conecte las terminales a la entrada del electrómetro y abra las placas del capacitor paulatinamente. Coloque el voltímetro en su rango más alto. Conecte la salida del electrómetro al voltímetro.

1. Consigne en una tabla de datos los valores obtenidos del voltaje y la separación de las placas (La separación la puede obtener directamente de la base del condensador).
¡Tenga cuidado! si el voltaje del capacitor es más grande que el voltaje en la escala del voltímetro podría dañar el aparato, para evitar esto comience con escalas grandes para el voltímetro y vaya disminuyéndola hasta que éste registre un valor aceptable en la pantalla.
2. Repita para valores de carga para el capacitor de 80 V, 60 V, 30 V, y 10 V.
Recuerde el tiempo de carga.
3. Grafique voltaje entre las placas del condensador vs distancia de separación entre las placas, para cada caso.
4. ¿Cuál es el valor de la capacitancia del condensador utilizado?

Los siguientes pasos son para desarrollar en el informe

5. Linealice las gráficas obtenidas y establezca una expresión entre las variables. Incluya en su análisis el significado de cada uno de los términos de la expresión establecida.
6. Calcule el valor de la capacitancia y la carga para los diferentes casos.
7. Compare los valores de capacitancia obtenidos experimentalmente con los teóricos. Halle sus porcentajes de error
8. Halle la energía almacenada en cada caso.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
9. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.
10. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia CONDENSADOR DE PLACAS PLANO PARALELAS					No. EXPERIENCIA No. 5						
Fecha			Grupo Lab.		Horario de trabajo					Hora	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

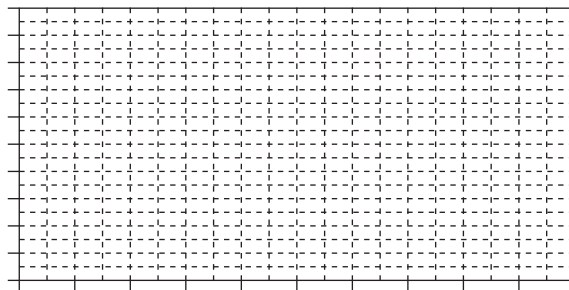
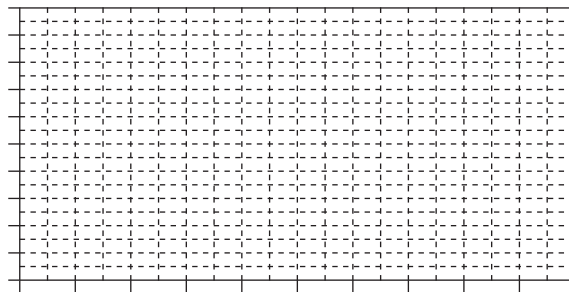
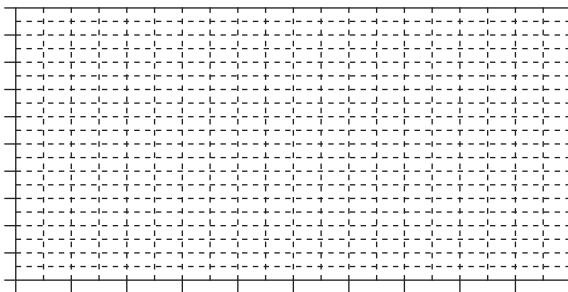
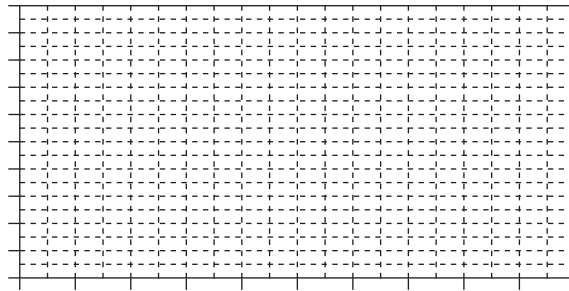
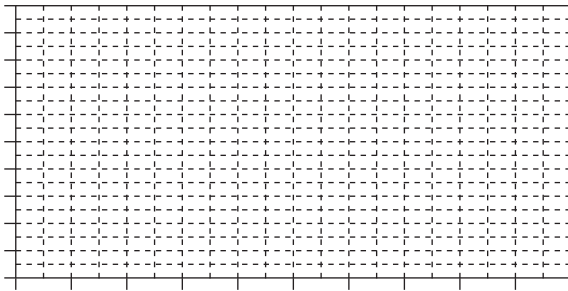
REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Consigne en una tabla de datos los valores obtenidos del voltaje y la separación de las placas (La separación la puede obtener directamente de la base del condensador).

2. Repita para valores de carga para el capacitor de 80 V, 60 V, 30 V, y 10 V. Recuerde el tiempo de carga.

Recorte por la línea punteada

3. Grafique voltaje entre las placas del condensador vs distancia de separación entre las placas, para cada caso.



4. ¿Cuál es el valor de la capacitancia del condensador utilizado?

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 6

LEY DE OHM

OBJETIVOS

- Describir el proceso por medio del cual se genera corriente eléctrica.
- Establecer la diferencia entre resistencia y resistividad.
- Hallar el coeficiente de resistividad del ferro-níquel
- Comprobar experimentalmente la ley de Ohm.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Uso del multímetro (anexo 1)
- Diferencia de potencial
- Carga eléctrica
- Corriente eléctrica
- Resistencia
- Área de figuras planas
- Regresión lineal

FUNDAMENTO TEÓRICO

Corriente y Densidad de Corriente. Los electrones libres en un conductor aislado, tal como un pedazo de alambre de cobre, se encuentran en movimiento irregular como las moléculas de un gas encerrado en un recipiente. No tienen ninguna dirección definida a lo largo del alambre. Si se hace pasar un plano hipotético a través del alambre, la rapidez con la cual pasan electrones a través de él, de derecha a izquierda, es la misma rapidez con la cual pasan de a izquierda a derecha; la rapidez neta es cero. [5, 6, 7]

Si los extremos del alambre se conectan a una batería, se establece campo eléctrico en todos los puntos del alambre. Este campo E actuará sobre los electrones y les dará un movimiento resultante en la dirección de E . Decimos que se ha establecido una **CORRIENTE ELÉCTRICA** y si pasa una carga neta q por una sección cualquiera del conductor en el tiempo t , la corriente supuesta constante, es:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1)$$

Las unidades son Ampères = C/s

El campo eléctrico que obra sobre los electrones en un conductor no produce una aceleración neta, debido a los choques entre los electrones y átomos que constituyen el conductor. El efecto total de estos choques es transformar energía cinética de los electrones que aceleran en energía de vibración de la red. Los electrones adquieren una velocidad de arrastre constante media V_d en la dirección E . [1, 2, 3, 4]

La corriente es una característica de un conductor dado. Es una cantidad macroscópica, como la masa de un objeto, o la longitud de una varilla. Una magnitud macroscópica relacionada con la corriente es la densidad de

corriente J . Es un vector, y es la característica de un punto dentro de un conductor; no es la característica de un conductor en su conjunto.

Si la corriente está distribuida uniformemente a través de un conductor de sección transversal A , la magnitud de la densidad de corriente para todos los puntos de esa sección es: $J = I/A$.

El vector J en un punto cualquiera está orientado en la dirección en que los portadores positivos de carga se moverían en ese punto. Un electrón en ese punto se movería en la dirección J . [4, 5, 6]

Resistencia, resistividad y conductividad. Si se aplica la misma diferencia de potencial entre los extremos de una barra de cobre y de una barra de aluminio se producen corrientes diferentes. La característica del conductor que interviene en esta diferencia es su resistencia (Oposición que el material presenta al paso de electrones). La relación entre Voltaje (V), Corriente (I) y la Resistencia (R), fue obtenida experimentalmente por el físico alemán Simon Ohm en 1927:

$$J = \sigma \cdot E \quad (2)$$

que luego de reorganizarla, teniendo en cuenta otras equivalencias, la tenemos en su expresión más común:

$$V = I \cdot R \quad (3)$$

En algunos materiales la resistencia eléctrica depende solamente del tipo de material y de la geometría del conductor, así:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (4)$$

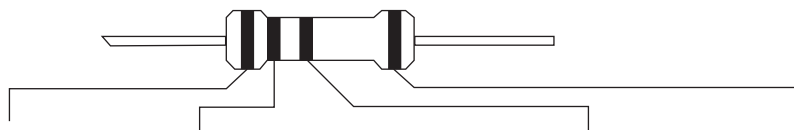
Donde ρ (Ωm) es la resistividad eléctrica del material ρ ($= E/J$), L su longitud y A su sección transversal.

La ley de Ohm es una aproximación lineal, ya que en general, la resistencia de un elemento depende de la corriente que circule a través de él. Los materiales que cumplen con la relación lineal reciben el nombre de materiales óhmicos. [5, 6, 8]

	Resistividad a 20 °C Ohm.m	Coefficiente de Temperatura para la Resistividad * α por C	Densidad g/cm ³	Punto de Fusión
Aluminio	2.8x10 ⁻⁸	3.9 x10 ⁻³	2.7	659
Cobre	2.8x10 ⁻⁸	3.9 x10 ⁻³	8.9	1080
Carbono (Amorfo)	3.6 x10 ⁻⁸	-5 x10 ⁻⁴	1.9	3500
Hierro	12 x10 ⁻⁸	5.0 x10 ⁻³	7.8	1530
Níquel	7.8 x10 ⁻⁸	6 x10 ⁻³	8.9	1450
Plata	1.6 x10 ⁻⁸	3.8 x10 ⁻³	10.5	960
Acero	1.8 x10 ⁻⁷	3 x10 ⁻³	7.7	1510
Wolframio (Tungsteno)	5.8 x10 ⁻⁸	4.5 x10 ⁻³	19	3400
Ferro-Níquel (Fe-Ni)	86 x10 ⁻⁸			

Tabla No. 1. Propiedades de los materiales como conductores

*Esta cantidad, definida por la expresión $\alpha = \frac{1}{\rho} \left(\frac{d\rho}{dT} \right)$; $R_T = R_0 [1 + \alpha(T - 0)]$
Modificado de Serway. Vol II. (2004)



Color	1ª Banda	2ª Banda	3ª Banda	4ª Banda	5ª Banda
Negro	0	0	0	1	
Marrón	1	1	1	10	1%
Rojo	2	2	2	100	2%
Naranja	3	3	3	1	
Amarillo	4	4	4	10	
Verde	5	5	5	100	0,50%
Azul	6	6	6	1	0,25%
Violeta	7	7	7	10	0,10%
Gris	8	8	8		0,05%
Blanco	9	9	9		
Oro				0,01	5%
Plata				0,01	10

Figura 6.1. Código de colores para resistencias.
Modificado de Serway. Vol II. (2004)

MATERIALES

- Resistencias de diferentes valores (fijas).
- 1 Reóstato
- 3 Multímetros
- 1 Fuente de voltaje 25 V
- 1 Tablero de conexiones
- Alambre de ferro-níquel (4 diferentes calibres x 1 m c/u)**
- Papel milimetrado**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

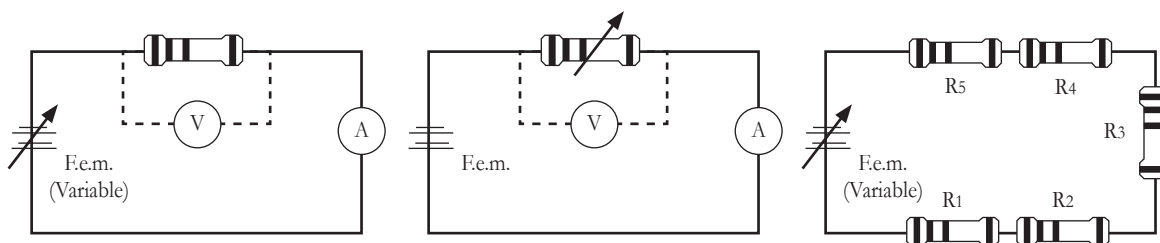


Figura 6.2. (a) Circuito simple con resistencia (b) Circuito simple con reóstato (c) Circuito resistencias en serie.
J. Linero. J. De la Hoz. E. Perea.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PRECAUCIONES. Esté seguro de lo que va a medir, coloque en la posición correcta al multímetro, colóquelo en la escala más alta antes de empezar cada medición y luego vaya disminuyendo gradualmente hasta que su lectura sea la adecuada. Consulte el Anexo (Pregunte al profesor).

Es necesario que se dividan el trabajo.

PARTE NO 1

En primera instancia encontraremos la dependencia de la resistencia de un material con su área transversal y su longitud.

Se necesita cortar los alambres con las siguientes longitudes: 10 cm, 20 cm, 30 cm y 40 cm.

1. Tome un alambre (de igual área) de ferro-níquel y mida la resistencia para diferentes longitudes del alambre. Esta operación la debe hacer cada miembro del grupo para realizar un tratamiento estadístico de las mediciones. Encuentre la dependencia entre estas dos variables (es necesario que realice una tabla y su respectiva gráfica. Halle la pendiente y su significado).
2. Ahora tome alambres de igual longitud y diferentes áreas y realice los procedimientos del numeral 1.
3. Ahora grafique R vs L/A . Encuentre la pendiente de la gráfica. Compare este valor con el teórico y halle su porcentaje de error.

PARTE NO 2

4. Realice el montaje mostrado en la figura 6.2 (junto con el profesor). Varíe el voltaje de la fuente manteniendo constante la resistencia (anote el valor de la resistencia), y mida la corriente que circula a través de ella. Haga la gráfica correspondiente y encuentre la relación entre las variables. Halle su pendiente. Analice la gráfica.
5. Realice el montaje mostrado en la figura 6.3. Mantenga constante el voltaje de la fuente (anote este valor), varíe el valor la resistencia (anote el valor de la resistencia), y mida la corriente del circuito. Haga la gráfica que corresponde y encuentre la relación entre las variables. Halle su pendiente. Analice la gráfica.
6. Realice el montaje mostrado en la figura 6.4. Mantenga constante la corriente (anote este valor), mida las caídas de voltaje en cada una de las resistencias. Haga la gráfica que corresponde y encuentre la relación entre las variables. Halle su pendiente. Analice la gráfica.

En todos los casos halle los porcentajes de error.

7. Anote las causas de los posibles errores presentados durante la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
9. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia LEY DE OHM					No. EXPERIENCIA No. 6						
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo			Hora				
					Lu	Ma	Mi	Ju	Vi		

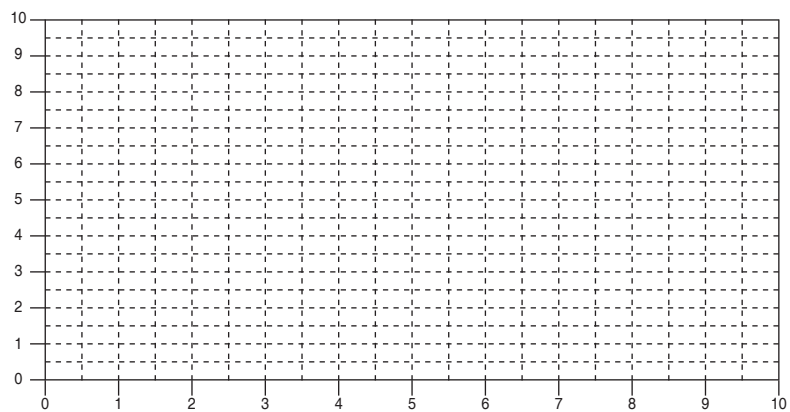
Nombre(s)

Código(s)

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

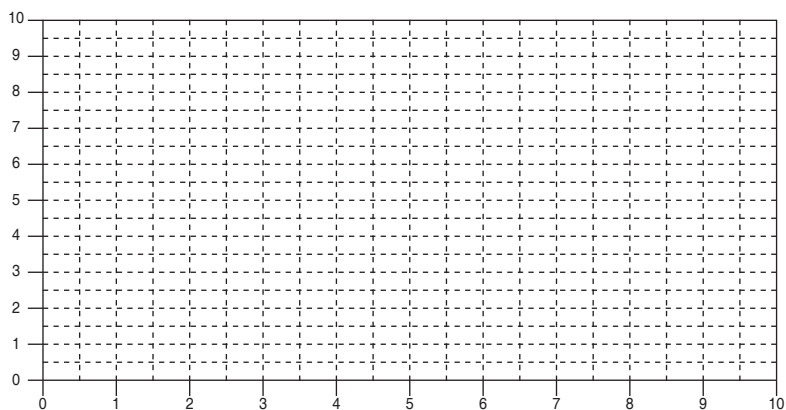
PARTE NO 1

1. Tome un alambre (de igual área) de ferro-níquel y mida la resistencia para diferentes longitudes del alambre. Esta operación la debe hacer cada miembro del grupo para realizar un tratamiento estadístico de las mediciones. Encuentre la dependencia entre estas dos variables (es necesario que realice una tabla y su respectiva gráfica. Halle la pendiente y su significado).

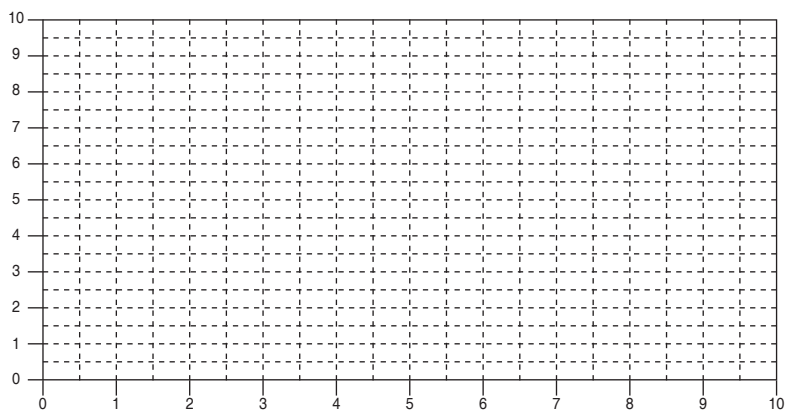


Recorte por la línea punteada

2. Ahora tome alambres de igual longitud y diferentes áreas y realice los procedimientos del numeral 1.

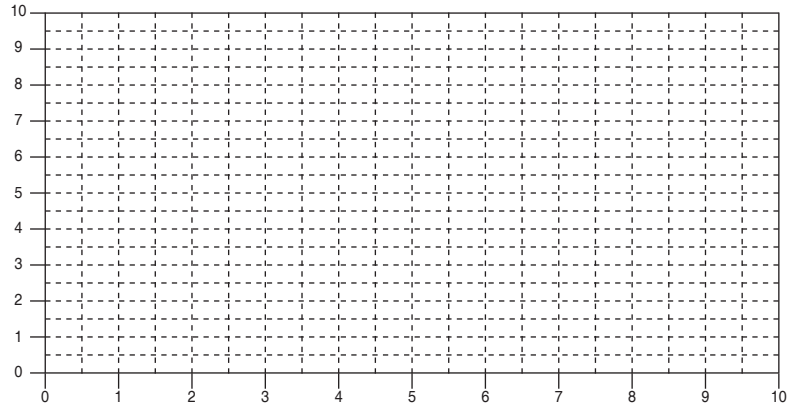


3. Ahora grafique R vs L/A . Encuentre la pendiente de la gráfica. Compare este valor con el teórico y halle su porcentaje de error.

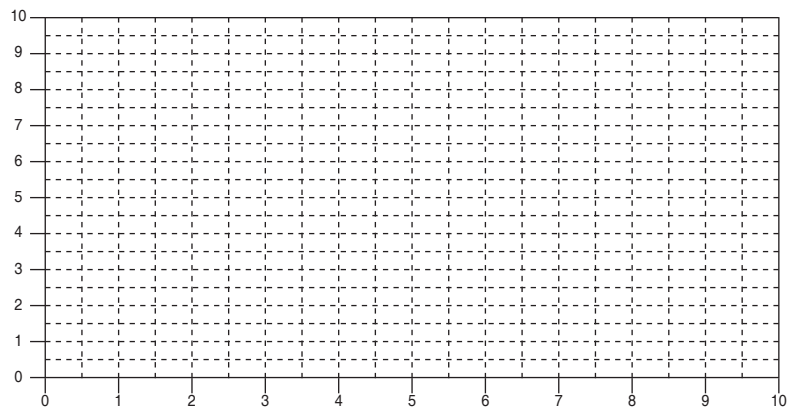


PARTE NO 2

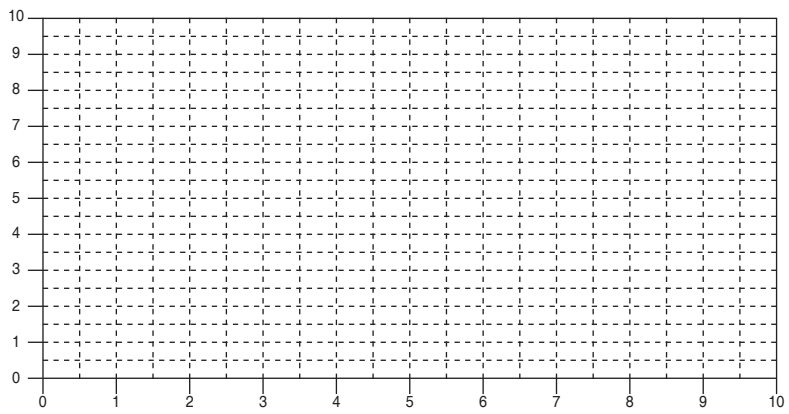
4. Realice el montaje mostrado en la figura 6.2 (junto con el profesor). Varíe el voltaje de la fuente manteniendo constante la resistencia (anote el valor de la resistencia), y mida la corriente que circula a través de ella. Haga la gráfica correspondiente y encuentre la relación entre las variables. Halle su pendiente. Analice la gráfica.



5. Realice el montaje mostrado en la figura 6.3. Mantenga constante el voltaje de la fuente (anote este valor), varíe el valor la resistencia (anote el valor de la resistencia), y mida la corriente del circuito. Haga la gráfica que corresponde y encuentre la relación entre las variables. Halle su pendiente. Analice la gráfica.



6. Realice el montaje mostrado en la figura 6.4. Mantenga constante la corriente (anote este valor), mida las caídas de voltaje en cada una de las resistencias. Haga la gráfica que corresponde y encuentre la relación entre las variables. Halle su pendiente. Analice la gráfica.



7. Anote las causas de los posibles errores presentados durante la práctica.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 7

CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO

OBJETIVOS

- Determinar experimentalmente cuál es la resistencia equivalente de un circuito
- Formular la regla que permite hallar la resistencia equivalente, de acuerdo con los datos experimentales
- Comprobar experimentalmente el comportamiento de los circuitos en serie y en paralelo

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Diferencia de potencial
- Corriente eléctrica
- Resistencia
- Regresión lineal
- Ley de Ohm
- Resistencia equivalente
- Circuitos eléctricos

FUNDAMENTO TEÓRICO

La manera más simple de conectar componentes eléctricos es disponerlos de forma lineal, es decir, una conexión detrás de la otra. A este tipo de conexión se le denomina "circuito en serie".

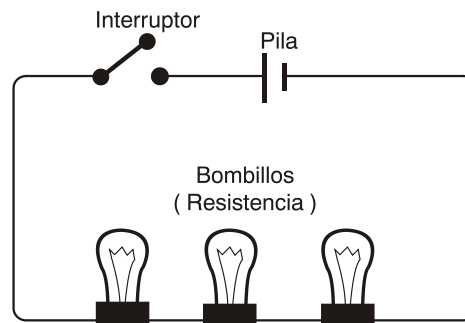


Figura 7.1

Figura 7.1. Circuito en serie.

J. Linero, J. De la Hoz, E. Perea.

Si una de las bombillas del circuito deja de funcionar, la otra también lo hará debido a que se interrumpe el paso de corriente por el circuito.

Al tratarse de un circuito conectado en serie, la corriente que atraviesa los diferentes elementos resistivos es la misma (por comprobar) y la diferencia de potencial (E) se "reparte" en las resistencias, en las cuales existe una caída de potencial IR (por comprobar). [2, 5, 6, 7, 8]

$$E = IR_1 + IR_2 + \dots + IR_n = I(R_1 + R_2 + \dots + R_n).$$

$$\text{Entonces } E = I R_e. R_e = \sum_i R_i \quad (7.1)$$

Otra manera de conectarlo sería que cada bombilla tuviera su propio suministro eléctrico, de forma totalmente independiente, y así, si una de ellas se funde, la otra puede continuar funcionando. Este circuito se denomina "circuito en paralelo". (Es el tipo de conexiones de casas, edificaciones, etc.)

Vemos que las resistencias conectadas en paralelo tienen dos puntos en común. Lo que se mantiene constante es el voltaje (por comprobar), en los extremos de cada una de las resistencias. Entonces, la suma de las corrientes que atraviesa cada una de las resistencias es la corriente total que proviene de la fuente de voltaje (por comprobar). [2, 5, 6, 7, 8]

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n, \text{ pero } I_i = \frac{E}{R_i}, \quad (7.2)$$

por lo que:
$$\frac{E}{R_e} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \dots + \frac{E}{R_n} = E \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right]$$

$$\frac{1}{R_e} = \sum_i \frac{1}{R_i} \quad (7.3)$$

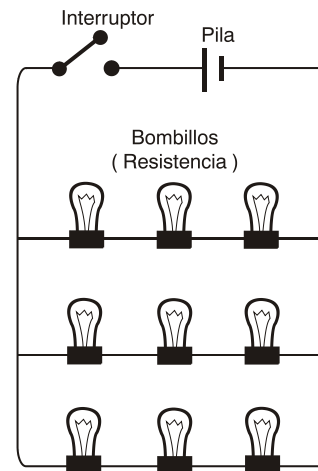


Figura 7.2

Figura 7.2. Circuito en paralelo.
J. Linero, J. De la Hoz, E. Perea.

MATERIALES

- 2 Multímetros
- 1 Fuente de voltaje 25 V
- 1 Tablero de conexiones
- Cables de conexión
- Papel milimetrado**
- 8 Resistencias de diferentes valores (fijas), entre 100 y los 2000**

** No disponibles en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

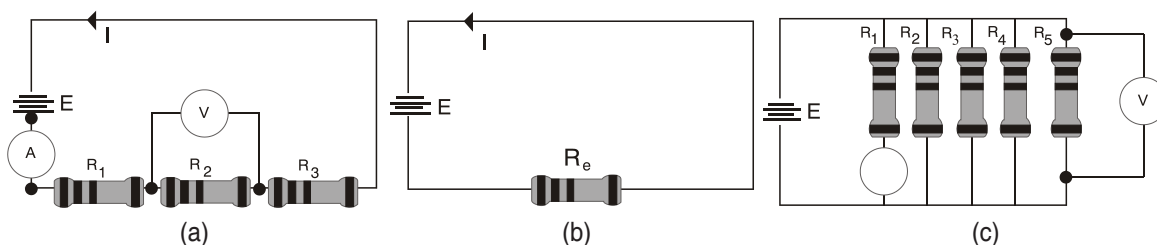


Figura 7.3. (a) Montaje para medición de voltaje y corriente en un circuito en serie, (A) es el amperímetro, que como lo muestra el esquema se conecta en serie, mientras que el voltímetro (V) se conecta en paralelo con las resistencias. (b) Esquema de circulación de corriente para la resistencia equivalente. (c) Montaje para la medición de corriente y voltaje de una conexión de resistencias en paralelo.

J. Linero, J. De la Hoz, E. Perea.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PRECAUCIONES. Esté seguro de lo que va a medir, para que coloque en la posición correcta al multímetro, Colóquelo en la escala más alta antes de empezar cada medición, y luego vaya disminuyendo gradualmente hasta que su lectura sea la adecuada. Consulte el anexo 1. (Pregunte al profesor)

PARTE NO 1

Antes de comenzar a armar el circuito, mida el valor de sus resistencias con el ohmímetro. Arme el montaje de la figura 7.3 utilizando cinco resistencias. (Para ajustar la escala en el multímetro utilice el código de colores).

Fije un valor de voltaje pequeño (para iniciar) propiciado por la fuente de alimentación.

1. Mida los valores de la corriente I_1 proporcionada por la fuente antes de la resistencia R_1 , luego entre R_1 y R_2 y así sucesivamente. Mida la diferencia de potencial V_1 entre los bornes de la resistencia R_1 . Repita el procedimiento para las demás resistencias. Finalmente mida la diferencia de potencial entre $R_1 - R_2$, $R_1 - R_3$, $R_1 - R_4$; y $R_1 - R_5$.
2. Realice el paso anterior, por lo menos cuatro veces más, aumentando el voltaje en cada ocasión (NO exceda de 15 V).
3. Compruebe la veracidad de la relación para resistencias conectada en serie. Grafique los pares de puntos (I, E) para cada una de las resistencias. Mediante regresión lineal, obtenga el valor de las resistencias R_1 a R_5 , y de la Resistencia equivalente R_e , como la pendiente de la recta resultante.

PARTE NO 2

Arme el circuito de la figura 7.5, de tal forma que el amperímetro esté inicialmente situado en serie con la resistencia R_1 . Fije un valor de voltaje pequeño (para iniciar) propiciado por la fuente de alimentación.

4. Mida el valor de la corriente proporcionada por la fuente. y de la corriente I_1 que pasa por R_1 , y así sucesivamente para las demás resistencias. Mida la diferencia de potencial E_1 entre los bornes de la resistencia R_1 . Repita el procedimiento para las demás resistencias.
5. Realice el paso anterior, por lo menos cuatro veces más, aumentando el voltaje en cada ocasión (NO exceda de 15 V).
6. Compruebe la veracidad de la relación para resistencias conectada en serie. Grafique los pares de puntos (E, I) para cada una de las resistencias. Mediante regresión lineal, obtenga los valores $1/R$ de las resistencias R_1 a R_5 , y $1/R_e$, de la Resistencia equivalente.

En todos los casos halle los porcentajes de error.

7. Anote las causas de los posibles errores presentados durante la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
9. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO				No. EXPERIENCIA No. 7	
Fecha		Grupo Lab.	Horario de trabajo		
			Lu	Ma	Mi
			Ju	Vi	Hora

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PARTE NO 1

Resistencia	Color banda 1	Color banda 2	Color banda 3	Tolerancia	Valor teórico	Valor medido

1. Mida los valores de la corriente I1 proporcionada por la fuente antes de la resistencia R1, luego entre R1 y R2 y así sucesivamente. Mida la diferencia de potencial V1 entre los bornes de la resistencia R1. Repita el procedimiento para las demás resistencias. Finalmente mida la diferencia de potencial entre R1 - R2, R1 - R3, R1 - R4; y R1 - R5.
2. Realice el paso anterior, por lo menos cuatro veces más, aumentando el voltaje en cada ocasión (NO exceda de 15 V).

Recorte por la línea punteada

Anote los datos obtenidos en los puntos uno y dos en la siguiente tabla.

Voltaje de fuente (V)	I en R_1 (mA)	V en R_1 (voltios)	I en R_2 (mA)	V en R_2 (voltios)	I en R_3 (mA)	V en R_3 (voltios)	I en R_4 (mA)	V en R_4 (voltios)	I en R_5 (mA)	V en R_5 (voltios)

Voltaje de fuente (V)	V en $R_1 - R_2$ (voltios)	V en $R_1 - R_3$ (voltios)	V en $R_1 - R_4$ (voltios)	V en $R_1 - R_5$ (voltios)

3. Compruebe la veracidad de la relación para resistencias conectada en serie. Grafique los pares de puntos (I, V) para cada una de las resistencias. Mediante regresión lineal, obtenga el valor de las resistencias R_1 a R_5 , y de la Resistencia equivalente R_e , como la pendiente de la recta resultante.

Los gráficos realícelos en papel milimetrado y anéxelos al informe

PARTE NO 2

4. Mida el valor de la corriente proporcionada por la fuente. y de la corriente I_1 que pasa por R_1 , y así sucesivamente para las demás resistencias. Mida la diferencia de potencial V_1 entre los bornes de la resistencia R_1 . Repita el procedimiento para las demás resistencias.
5. Realice el paso anterior, por lo menos cuatro veces más, aumentando el voltaje en cada ocasión (NO exceda de 15 V)

Anote los datos obtenidos en los puntos uno y dos en la siguiente tabla.

Voltaje de fuente (V)	I en R_1 (mA)	V en R_1 (voltios)	I en R_2 (mA)	V en R_2 (voltios)	I en R_3 (mA)	V en R_3 (voltios)	I en R_4 (mA)	V en R_4 (voltios)	I en R_5 (mA)	V en R_5 (voltios)

Voltaje de fuente (V)	V en $R_1 - R_2$ (voltios)	V en $R_1 - R_3$ (voltios)	V en $R_1 - R_4$ (voltios)	V en $R_1 - R_5$ (voltios)

6. Compruebe la veracidad de la relación para resistencias conectada en serie. Grafique los pares de puntos (V, I) para cada una de las resistencias. Mediante regresión lineal, obtenga los valores $1/R$ de las resistencias R_1 a R_5 , y $1/R_e$, de la Resistencia equivalente.

Los gráficos realícelos en papel milimetrado y anéxelos al informe.
En todos los casos halle los porcentajes de error.

7. Anote las causas de los posibles errores presentados durante la práctica.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 8

LEYES DE KIRCHHOFF

OBJETIVOS

- Realizar mediciones de corrientes y voltajes en un circuito de poder.
- Comprobar la distribución de corrientes y voltajes en elementos de un circuito conectado en serie y en paralelo.
- Conocer y aplicar las leyes de Kirchhoff para circuitos.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Diferencia de potencial
- Ley de Ohm
- Circuitos eléctricos
- Leyes de Kirchhoff.

FUNDAMENTO TEÓRICO

En algunos circuitos no se pueden resolver las diferentes incógnitas aplicando los conceptos simples de asociación en serie y en paralelo de componentes y se hace necesaria la utilización de métodos más generales, tales como las leyes de Kirchhoff.

El primer paso a seguir en la aplicación de estas reglas es el de seleccionar, marcar arbitrariamente la dirección de las corrientes a través de las diferentes partes del circuito. Esta convención de sentidos debe mantenerse durante todo el proceso de aplicación de las leyes de Kirchhoff. Si, después de resolver las ecuaciones resultantes, alguna de las corrientes aparece con signo negativo, significa que la dirección de circulación real es opuesta a la seleccionada, pero su valor numérico es correcto. [1, 3, 6, 8]

En todo circuito constituido por varias mallas verifica que:

1. La suma algebraica de todas las corrientes que concurren a un nodo es nula: $\sum I = 0$ (8.1)

2. La suma algebraica de los voltajes en las fuentes que se encuentran al recorrer un circuito cerrado cualquiera (malla) es igual a la suma algebraica de las caídas de potencial producidas en las resistencias óhmicas presentes en la misma malla:

$$\sum V = \sum R \quad (8.2)$$

Ambas sumas deberán efectuarse respecto a un mismo sentido de circulación a lo largo de la malla, elegido arbitrariamente y tomado como positivo.

Es importante tener en cuenta que:

- a) Si las resistencias son constantes, ambos grupos de ecuaciones constituyen un sistema de n ecuaciones lineales con n incógnitas.

- b) Para obtener dicho sistema se debe:
1. Fijar el sentido de las corrientes en cada rama.
 2. Fijar el sentido de la circulación a lo largo de cada malla.

Las ecuaciones deben plantearse simultáneamente, esto es, los sentidos de las corrientes adoptadas para el planteamiento de las ecuaciones (8.1) deben mantenerse en el planteamiento de las ecuaciones (8.2). [2, 3, 5, 7]

MATERIALES

- Fuente de Voltaje
- Multímetro
- Resistencias
- Tablero de conexiones
- Cables de conexión

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

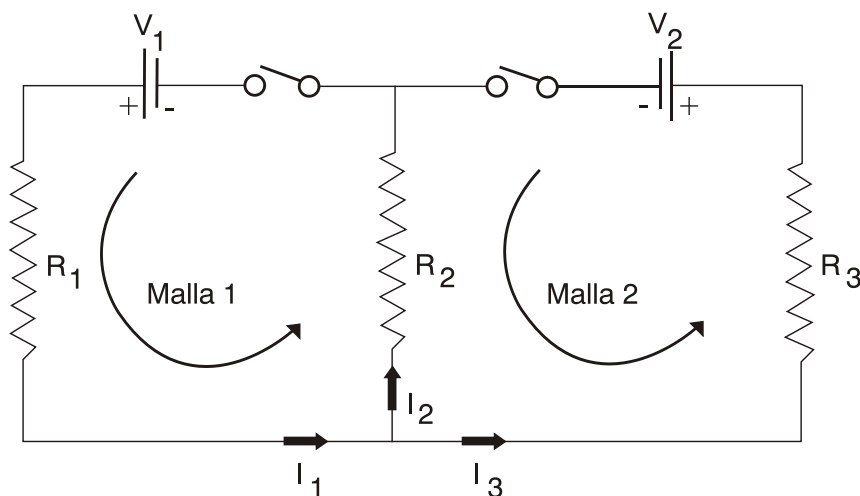


Figura 8.1. Esquema de un circuito con dos mallas, para el análisis de las reglas de Kirchhoff
J. Linero, J. De la Hoz, E. Perea.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PRECAUCIONES. Esté seguro de lo que va a medir, para que coloque en la posición correcta al multímetro. De no estarlo, colóquelo en la escala más alta antes de empezar cada medición, y luego vaya disminuyendo gradualmente hasta que su lectura sea la adecuada. (Pregunte al profesor)

- Mida con el voltímetro el valor de las fuentes de voltaje y anote los valores en la hoja de datos (tabla 8.1).
- Mida con el ohmímetro el valor de las resistencias.
- Arme el circuito de la figura sin cerrar las mallas. Preste atención a la polaridad de las fuentes para que queden conectadas de acuerdo la figura.

PARTE NO 1

En esta sección vamos a realizar el estudio de una sola malla.

1. Cierre la malla número 1 y mida con el voltímetro el voltaje de la fuente V1.
2. Con el valor de la fuente V1 y de las resistencias conectadas a la malla 1 calcule (aplicando la ley de Ohm) el valor de la corriente que circulará por la misma y las caídas de voltaje sobre cada resistencia y registre los valores en la hoja de datos. **Con estos valores teóricos, ajuste la escala de los instrumentos antes de comenzar a realizar las mediciones.**
3. Mida los voltajes sobre cada resistencia y registre los valores en la hoja de datos (tabla 8.2).

4. Conecte el amperímetro en el circuito y mida la corriente a través del mismo. Compare con los valores teóricos. Halle sus porcentajes de error.
5. Calcule la potencia sobre todos los elementos del circuito y verifique el principio de conservación de la energía.

PARTE NO 2

En esta sección vamos a realizar el estudio de dos mallas.

6. Plantee las ecuaciones del circuito, resuelva y registre el valor de las corrientes y caídas de potencial sobre cada resistencia en la hoja de datos (tabla No 8.3). **Con estos valores teóricos, ajuste la escala de los instrumentos antes de comenzar a realizar las mediciones.** Luego cierre los circuitos correspondientes a las mallas 1 y 2.
7. Mida las corrientes intercalando el amperímetro en cada malla.
8. Mida los voltajes sobre cada una de las resistencias y registre los valores en la hoja de datos (Tabla No. 8.3)
9. De acuerdo con lo obtenido en las mediciones, verifique si se cumplen las leyes de Kirchhoff en este circuito.
10. Calcule la potencia sobre todos los elementos del circuito, y verifique el principio de conservación de la energía.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
9. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO				No. EXPERIENCIA No. 8	
Fecha		Grupo Lab.	Horario de trabajo		
			Lu	Ma	Mi
			Ju	Vi	Hora

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

V_1	V_2	R_1	R_2	R_3

Tabla No. 8.1. Datos sobre los componentes utilizados

	Corriente del Circuito (mA)	Voltaje de la fuente (V)	Voltaje en R_1	Voltaje en R_2	Voltaje en R_3
Teórico					
Experimental					

Tabla No. 8.2. Valores medidos en los componentes del circuito de una malla.

	I1 (mA)	I2 (mA)	I3 (mA)	V1	V2	Voltaje en R1	Voltaje en R2	Voltaje en R3
Teórico								
Experimental								

Tabla No. 8.3. Valores medidos en los componentes del circuito de dos mallas.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Recorte por la línea punteada

EXPERIENCIA No. 9 CIRCUITO RC - CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

OBJETIVOS

- Determinar las constantes de tiempo que caracteriza a un circuito RC.
- Estudiar el comportamiento de la diferencia de potencial y de la corriente en un circuito RC.

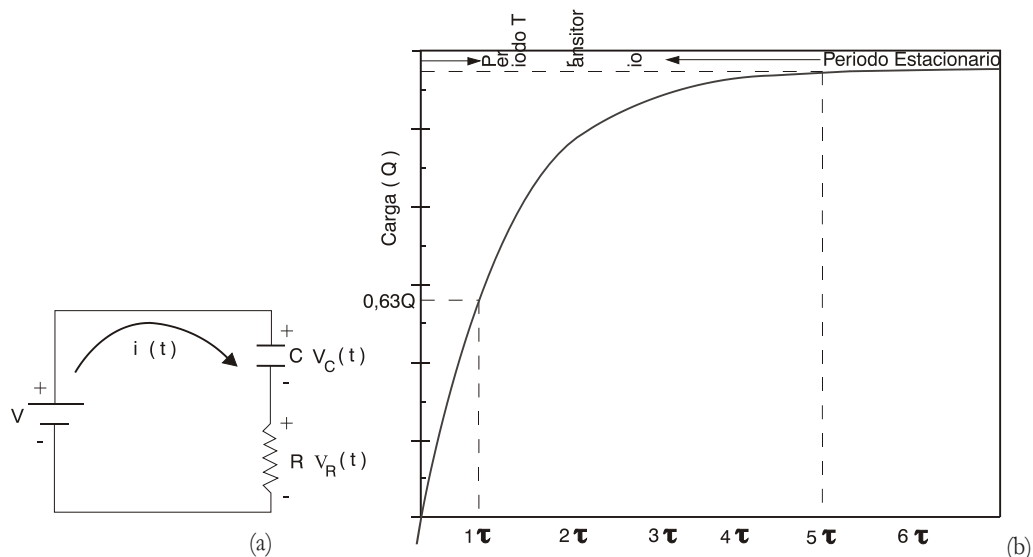
REQUISITOS CONCEPTUALES

- Ley de Ohm
- Circuitos eléctricos
- Regresiones lineales y exponenciales
- Manejo de papel semilog y log-log.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Considere un circuito que contiene una resistencia y un capacitor en serie con una fuente de voltaje continuo. Justo después de encender la fuente, la carga en el capacitor, la corriente, la diferencia de potencial en el capacitor y en la resistencia varían exponencialmente con el tiempo (ver figuras anexas). [5, 6, 7, 8] Si aplicamos las reglas de Kirchoff se obtienen las ecuaciones para la carga y la corriente del circuito:

$$q = \mathcal{E} \left(1 - e^{-t/\tau} \right) \quad (9.1) \quad I = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/\tau} \quad (9.2)$$



J. Linero, J. De la Hoz, E. Perca.

Figura 9.1. Proceso de Carga de un condensador. (a). Montaje del circuito. (b) Curva de carga del condensador.

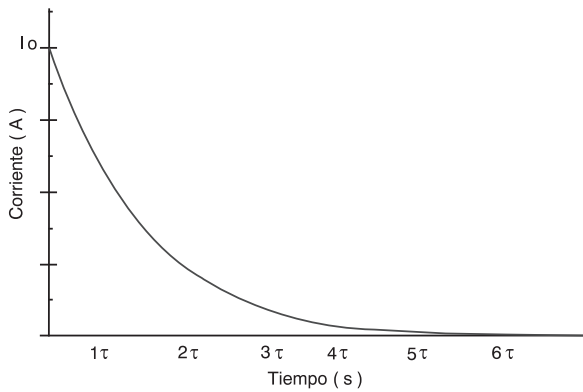
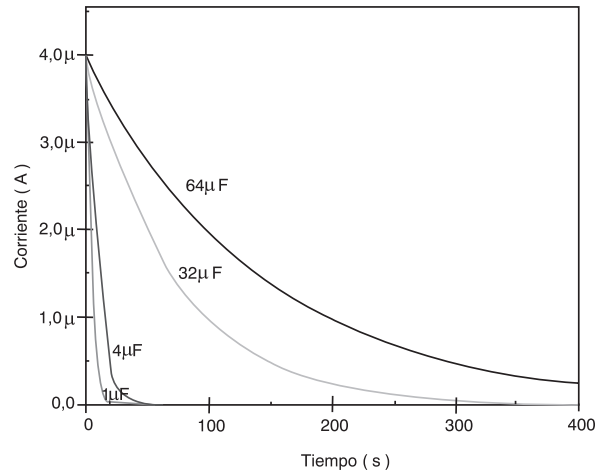


Figura 9.2. Corriente vs Constante de tiempo

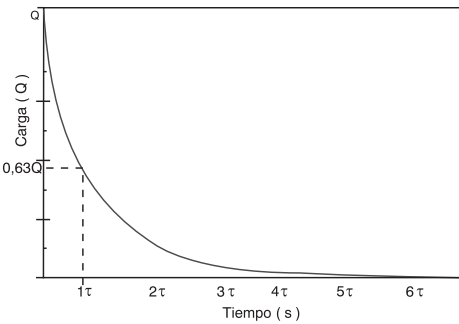
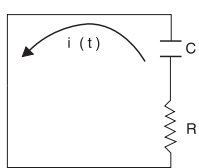


J. Linero. J. De la Hoz. E. Perea.

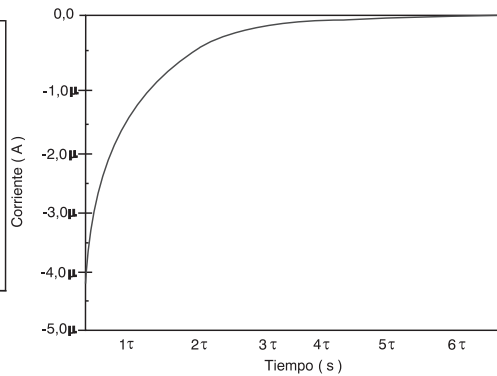
Figura 9.3. Corriente vs tiempo para diferentes valores de capacitancia, para voltaje y resistencia constante ($V = 9 \text{ V}$, $R = 2 \text{ M}$).

Igualmente, cuando el capacitor se descarga a través de la resistencia, la carga eléctrica y la corriente toman la forma: $q = q_0 e^{-t/R}$ (9.3)

$$I = -\frac{q_0}{R} e^{-t/R} \quad (9.4)$$



(a)



(b)

J. Linero. J. De la Hoz. E. Perea.

(c)

Figura 9.4. Proceso de Descarga de un condensador. (a) Montaje del circuito (b) Gráfica de descarga del condensador vs constante de tiempo (c) Gráfica de corriente en el proceso de descarga del condensador vs constante de tiempo.

El tiempo de relajación (o constante de tiempo) τ es el tiempo que tarda la corriente en disminuir a $1/e$ el valor inicial, $\tau = RC$. Al cabo de una constante de tiempo la carga almacenada, en el proceso de carga, a partir de una carga inicial nula es aproximadamente el 63% de la carga máxima que puede almacenar un condensador tras el proceso. Al cabo de cinco constantes de tiempo, el condensador adquiere casi toda la totalidad de la carga máxima, por lo que para efectos prácticos se puede considerar totalmente cargado. [1, 2, 6, 8]

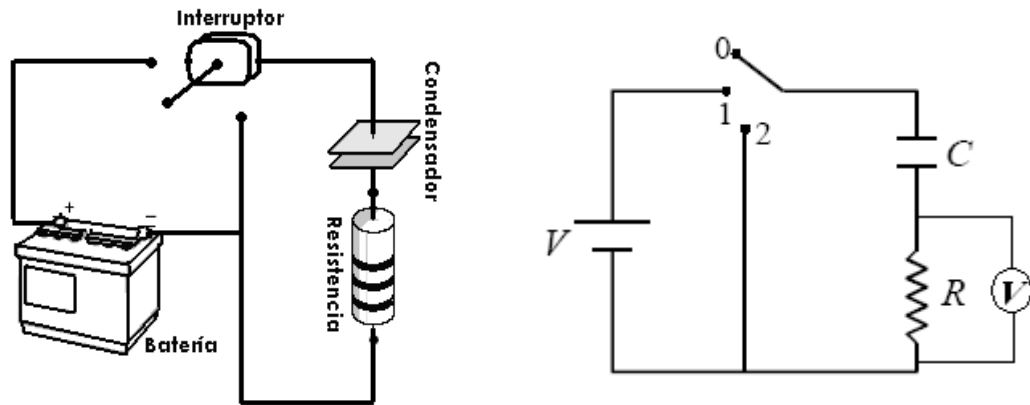
MATERIALES

- Fuente de Voltaje
- Multímetro
- Tablero de conexiones

- Cables de conexión
- Cronómetro
- Condensadores: $1\mu\text{F}$, $4\mu\text{F}$, $32\mu\text{F}$ y $64\mu\text{F}$ **
- Reóstato $5\text{ M}\Omega$ **
- Papel milimetrado**
- Papel log - log**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



J. Linero, J. De la Hoz, E. Perea.

Figura 9.5. Bosquejo y Esquema del montaje para los circuitos carga-descarga del condensador.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PRECAUCIONES. Esté seguro de lo que va a medir, para que coloque en la posición correcta al multímetro. De no estarlo, colóquelo en la escala más alta antes de empezar cada medición, y luego vaya disminuyendo gradualmente hasta que su lectura sea la adecuada. (Pregunte al profesor)

PARTE NO 1 CARGA DE UN CONDENSADOR

Arme del montaje de la figura 9.5.

1. Mida los valores resistencia, voltaje de la fuente y capacitancia.
2. Cierre el circuito 1, active el cronómetro y anote los tiempos con las respectivas lecturas de variación de voltaje en la Tabla 9.1.
3. Realice el procedimiento, manteniendo constante el voltaje y la resistencia, para otros dos valores de capacitancia Tabla 9.1.
4. Realice el procedimiento, manteniendo constante la capacitancia y la resistencia, para tres valores diferentes de voltaje. Tabla 9.2
5. Realice el procedimiento, manteniendo constante la capacitancia y el voltaje, para tres valores diferentes de resistencia. Tabla 9.3.
6. Grafique los datos obtenidos. Haga las linealizaciones pertinentes. Halle las pendientes de sus linealizaciones.
7. Verifique con sus gráficos las ecuaciones para este caso.
8. Anexe todo lo anterior al informe.

PARTE NO 2 DESCARGA DE UN CONDENSADOR

9. Mida los valores resistencia, voltaje de la fuente y capacitancia.
10. Cierre el circuito 2, active el cronómetro y anote los tiempos con las respectivas lecturas de variación de voltaje en la Tabla 9.4.
11. Realice el procedimiento, manteniendo constante el voltaje y la resistencia, para otros dos valores de capacitancia. Tabla 9.4.

12. Realice el procedimiento, manteniendo constante la capacitancia y la resistencia, para tres valores diferentes de voltaje. Tabla 9.5.
13. Realice el procedimiento, manteniendo constante la capacitancia y el voltaje, para tres valores diferentes de resistencia. Tabla 9.6.
14. Grafique los datos obtenidos. Haga las linealizaciones pertinentes. Halle las pendientes de sus linealizaciones.
15. Verifique con sus gráficos las ecuaciones para este caso.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. HEWITT. Paul. FÍSICA Conceptual. Tercera Edición. México. Addison Wesley Longman. 1999. 691 p.
5. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
6. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
7. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
8. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia CIRCUITO RC - CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR					No. EXPERIENCIA No. 9			
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo			Hora	
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

PARTE NO 1 CARGA DE UN CONDENSADOR

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 9.1. Voltaje y Resistencia Constantes

Recorte por la línea punteada

$R = \text{_____} \Omega$

$V = \text{_____} v$

$C = \text{_____} F$

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

$R = \text{_____} \Omega$

$V = \text{_____} v$

$C = \text{_____} F$

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

$R = \text{_____} \Omega$

$V = \text{_____} v$

$C = \text{_____} F$

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 9.2. Capacitancia y Resistencia Constantes

$R = \text{_____} \Omega$

$V = \text{_____} v$

$C = \text{_____} F$

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

$R = \text{_____} \Omega$

$V = \text{_____} v$

$C = \text{_____} F$

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 9.3. Capacitancia y Voltaje Constantes

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 9.3. Capacitancia y Voltaje Constantes

PARTE NO. 2 DESCARGA DE UN CONDENSADOR

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 4. Voltaje y Resistencia Constantes

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 5. Capacitancia y Resistencia Constantes

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 5. Capacitancia y Resistencia Constantes

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

R = _____ Ω V = _____ v C = _____ F

t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)	t (s)	V (v)

Tabla 6. Capacitancia y Voltaje Constantes

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 10 EQUIVALENTE ELÉCTRICO DE CALOR

OBJETIVOS

- Comprobar que la ley de calentamiento Joule.
- Comprobar el principio de conservación de la energía.
- Hallar el equivalente eléctrico de calor, es decir, el número de Jules de energía eléctrica que son equivalentes a una caloría de energía térmica.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Potencia eléctrica
- Equivalente mecánico de calor
- Ley de Conservación de la energía
- Calor específico
- Calor sensible
- Transferencia de calor
- Ley de Ohm
- Circuitos eléctricos
- Efecto Joule

FUNDAMENTO TEÓRICO

En un conductor de resistencia R , por el cual circula una corriente I , la rapidez de evolución de calor es proporcional a I^2R , o, llamado Q al calor total (en este caso, no a la carga eléctrica), desarrollado en un intervalo de tiempo t_1 y t_2 :

$$Q \propto \int_{t_1}^{t_2} I^2 R dt$$

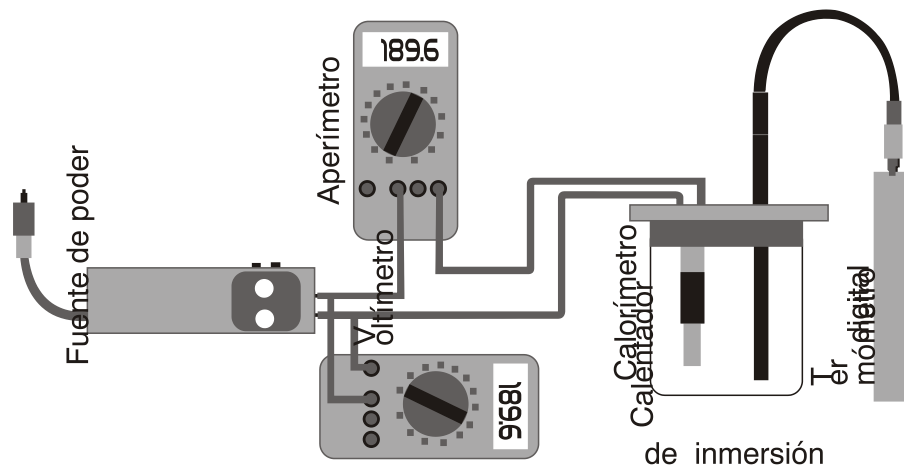
La relación anterior se conoce como ley de Joule y el calor desarrollado en un circuito eléctrico como el calor de joule. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]

MATERIALES

- Fuente de Voltaje (0 - 250 V)
- 2 Multímetros
- Termómetro digital
- Cables de conexión
- Probeta 250 ml
- Cronómetro
- Balanza
- 2 Vasos de espuma de estireno (~300 cc) con tapa**
- Calentador de inmersión**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



J. Linero, J. De la Hoz, E. Perca.

Figura 10.1. Bosquejo del sistema de conexiones del experimento, para determinar el calor de Joule y el calor específico del agua.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

- Mida la resistencia del calentador de inmersión.
 - Pese el vaso de poliestireno
 - Vierta una cantidad conocida de agua en el vaso, de tal forma que el calentador de inmersión, quede totalmente sumergido. Pese el conjunto.
 - Antes de conectar el montaje a la fuente de poder ajústela en un valor conocido de voltaje por encima de los 100 V. Luego apáguela. ¿Por qué debe hacerse de esta forma y no ajustarlo cuando ya todo el montaje está hecho y funcionando?
 - Arme el montaje de la figura 10.1. Asegúrese que el calentador no toque las paredes del vaso, ni el fondo. ¿por qué debe ser así?
 - Ajuste los multímetros es la escala adecuada de medición. Consulte a su profesor. ¡Cuidado con los equipos!
1. Registre el valor de la temperatura del agua.
 2. Encienda la fuente de poder, activando al mismo tiempo el cronómetro. Registre en una tabla de datos los valores de tiempo, temperatura, corriente del circuito y voltaje de operación.
 3. Repita el procedimiento las veces que considere necesarias, con las cantidades de agua que desee, para otros voltajes de operación.
 4. Realice las gráficas de todas las combinaciones de variables, que sean posibles y que considere necesarias para cumplir con los objetivos propuestos y desarrollar un excelente análisis de sus resultados; teniendo en cuenta para dichas gráficas las incertidumbres de las mediciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
2. Fundamentos de Física. Vol I. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 573 p.
3. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
4. . Física Universitaria. Vol. I. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 700 p.
5. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.

6. . Física para ciencias e Ingeniería, Tomo I. quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001706 p.
7. TIPPLER, Paul. Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 660 p.
8. . Física, Vol. I, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

EXPERIENCIA No. 11

LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO. LEYES DE AMPÈRE Y BIOT - SAVART

OBJETIVOS

- Observar las líneas de campo magnético formadas por imanes de diferente forma.
- Observar las líneas de campo magnético formadas por conductores rectos.
- Observar las líneas de campo magnético formadas por solenoide.
- Determinar la variación de intensidad de campo magnético en función de la distancia.
- Medir el campo magnético en el interior de un solenoide y compararlo con el valor teórico, de acuerdo con la corriente que circula por éste.
- Comprobar la ley de Ampère.
- Hallar el valor numérico de la constante de permeabilidad del espacio libre, μ_0 .

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Ley de Ampère
- Ley de Biot-Savart

FUNDAMENTO TEÓRICO

Es familiar para muchos de nosotros hablar de magnetismo, debido a materiales relacionados con el hierro, que utilizamos en brújulas, o para dejar mensajes en la puerta de la nevera, adornos, etc., y más modernamente en cintas magnéticas y discos duros de computadoras.

En realidad, estos "imanes permanentes" son casualidades de la naturaleza: buena parte del magnetismo en el universo no se produce de esta forma, sino a las corrientes eléctricas. [Autores]

El magnetismo de la "magnetita" natural es conocido desde los antiguos griegos, supuestamente observada por primera vez en la ciudad de Magnesia, de donde viene su nombre. La brújula (un descubrimiento chino) fue usada por Colón y otros antiguos navegantes, pero no fue hasta 1820 que el profesor danés Hans Christian Oersted, encontró por casualidad que la corriente eléctrica en un hilo podía desviar la cercana aguja de una brújula. Un francés, André-Marie Ampère mostró pronto, posteriormente, que el fenómeno básico del magnetismo era la fuerza entre dos corrientes eléctricas en hilos paralelos; se atraen mutuamente cuando discurren en la misma dirección y se repelen cuando son opuestas. [1,2,5]

A comienzos de 1800, Michael Faraday, introdujo el concepto de líneas de campo magnético. Él creía que el espacio en el que se podían observar las fuerzas magnéticas estaba modificado de alguna manera. Era como una visión mística, pero posteriores desarrollos matemáticos la encontraron útil y hoy en día nos referimos a tal región como un campo magnético.

Poco después del descubrimiento de Oersted, Jean Batiste Biot y Félix Savart desarrollaron un experimento cuantitativo acerca de la fuerza ejercida por una corriente eléctrica sobre un imán cercano. Sus resultados los llevaron a la expresión matemática, que muestra el campo magnético en algún punto del espacio, en términos de la corriente que produjo el campo:

$$\mathcal{B} = \frac{\mu_o I}{4\pi} \int \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} \quad (11.1)$$

Dentro de un solenoide largo, la intensidad del campo magnético está dada por la expresión: $B = \mu_o \cdot n \cdot I$. Donde $\mu_o = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$, I es la corriente (A), y n es el número de vueltas por unidad de longitud (No./m) del solenoide. Vemos, entonces, que esta expresión es independiente del radio de la bobina. [2, 3, 5, 7, 8]

MATERIALES

- 4 Imanes rectos
- Placa base con conexiones de conductores y solenoide.
- Soporte universal
- Limadura de Hierro fina
- Solenoides de diferente longitud y número de vueltas
- Sensor de Campo magnético
- Cables de conexión
- Fuente de voltaje (AC-DC)
- Fuente de Alto voltaje
- 2 Multímetros
- Regla
- 2 Pilas de 9 V**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

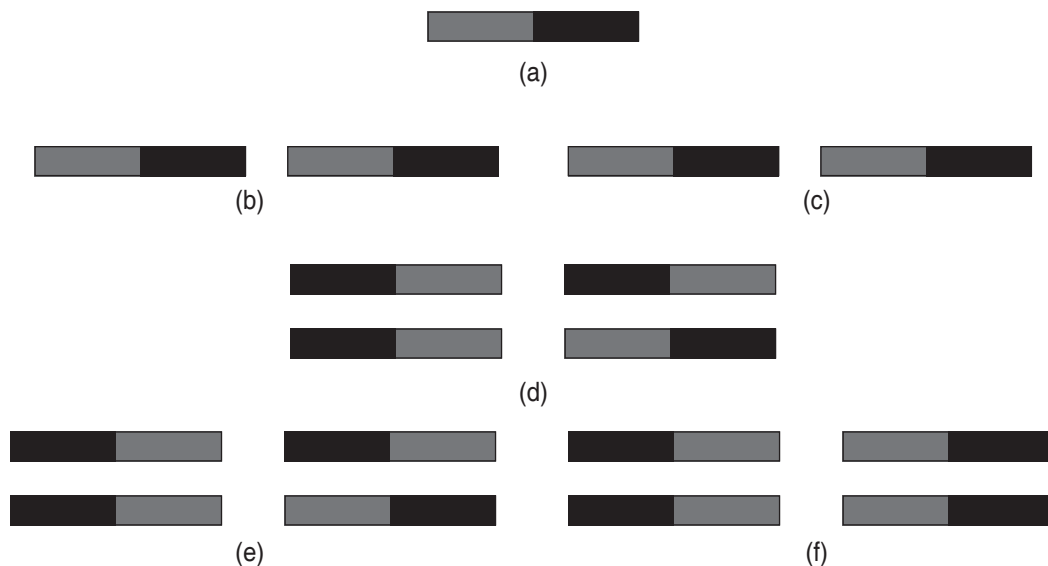


Figura 11.1. Posibles combinaciones de imanes para la observación de líneas de campo magnético

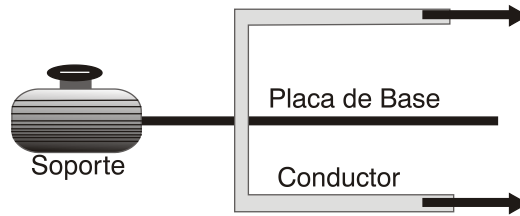


Figura 11.2. Montaje para observación de líneas de campo magnético formadas por un alambre portador de corriente.

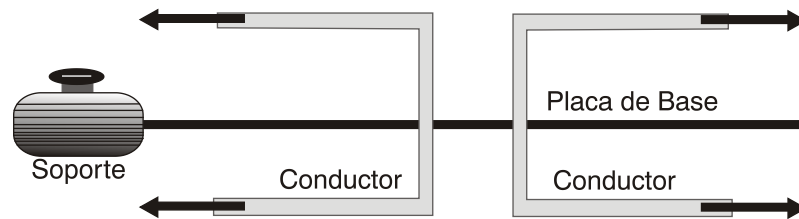


Figura 11.3. Montaje para observación de líneas de campo magnético formadas por dos alambres portadores de corriente.

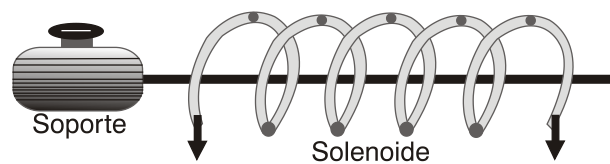


Figura 11.4. Solenoide que transporta una corriente I .

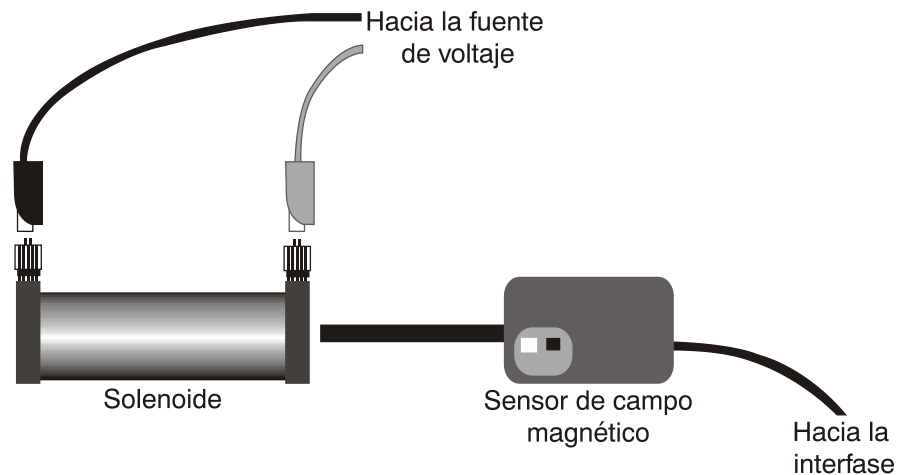


Figura 11.5. Medición de campo magnético producido por un solenoide

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. En esta primera parte, se colocará un papel blanco sobre cada una de las combinaciones de imanes mostradas en las figuras 11.1(a) a 11.1(f) (una a la vez) y se rociará limadura de hierro fina. Usted debe reproducir mediante un dibujo todo lo observado.
2. Acerque en cada caso una brújula y anote lo observado.
3. Haga el montaje de las figuras 11.2 y 11.4, conectándolos a una fuente de alto voltaje. (No olvide conectar una resistencia de potencia). Rocíe limadura de hierro fina sobre la placa base y mediante dibujos muestre lo observado.
4. Acerque en cada caso una brújula y anote lo observado.

5. Haciendo uso del montaje de la figura 11.5, mida la variación del campo magnético, en función de la distancia (dentro y fuera del solenoide), para determinada corriente del circuito. Este procedimiento lo debe realizar para diferentes voltajes de operación, primero utilizando una fuente de voltaje directo y luego uno de voltaje alterno. Realice las tablas de datos de cada caso. Cambie de bobina tantas veces como considere necesario, al igual que de voltajes de operación.
6. Grafique lo resultados obtenidos y desarrolle el análisis respectivo. En cuanto sea posible, realice sus gráficas en el mismo plano.
7. Determine, en cada caso, el valor de la constante μ_0 y calcule su porcentaje de error.

BIBLIOGRAFÍA

1. FISHBANE, P. GASIOROWICZ, S y THORNTON, S. Física para ciencias e Ingeniería, Vol. II. México. Editorial Prentice-Hall. 1994. 970 p. ISBN968-880-456-8.
2. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
3. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
4. REESE, Ronald. Física Universitaria. Vol. II. México. Editorial Internacional Thomson. 2002. 567 p.
5. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
6. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
7. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

Nombre de la experiencia LÍNEAS DE CAMPO MAGNÉTICO. LEYES DE AMPÈRE Y BIOT - SAVART			No. EXPERIENCIA No. 11	
Fecha 	Grupo Lab.	Horario de trabajo Lu Ma Mi <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		Hora

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. En esta primera parte, se colocará un papel blanco sobre cada una de las combinaciones de imanes mostradas en las figuras 11.1(a) a 11.1(f) (una a la vez) y se rociará limadura de hierro fina. Usted debe reproducir mediante un dibujo todo lo observado.

Recorte por la línea punteada

2. Acerque en cada caso una brújula y anote lo observado.

3. Haga el montaje de las figuras 11.2 y 11.4, conectándolos a una fuente de alto voltaje. (No olvide conectar una resistencia de potencia). Rocíe limadura de hierro fina sobre la placa base y mediante dibujos muestre lo observado.

4. Acerque en cada caso una brújula y anote lo observado.

5. Haciendo uso del montaje de la figura 11.5, mida la variación del campo magnético, en función de la distancia (dentro y fuera del solenoide), para determinada corriente del circuito. Este procedimiento lo debe realizar para diferentes voltajes de operación, primero utilizando una fuente de voltaje directo y luego uno de voltaje alterno. Realice las tablas de datos de cada caso. Cambie de bobina tantas veces como considere necesario, al igual que de voltajes de operación.

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

V (V)= _____ I (A) = _____ R ()= _____ N = _____

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 12

FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UN ALAMBRE CONDUCTOR. DIAMAGNETISMO Y PARAMAGNETISMO

OBJETIVOS

- Observar la Fuerza magnética sobre un alambre conductor de una corriente.
- Calcular la Fuerza magnética sobre un alambre conductor de una corriente.
- Observar propiedades de materiales paramagnéticos y diamagnéticos
- Calcular la magnetización para un material paramagnético

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Fuerza magnética
- Ley de Ampère
- Ley de Biot-Savart
- Diamagnetismo
- Paramagnetismo
- Ley de Curie

FUNDAMENTO TEÓRICO

André Ampère obtuvo las leyes cuantitativas de la fuerza magnética entre conductores que llevan corrientes eléctricas. También sugirió que órbitas de corriente eléctrica de magnitud molecular son los responsables de todos los fenómenos magnéticos. Esta es la base de la teoría moderna del magnetismo.

Experimentalmente se encuentra que la magnetización en una sustancia paramagnética es proporcional al campo aplicado e inversamente proporcional a la temperatura absoluta sobre una amplia gama de condiciones.

Es decir, $M = C \frac{B}{T}$, Esta relación se conoce como Ley de Curie, en honor a su descubridor, y la constante

C, se llama constante de Curie.

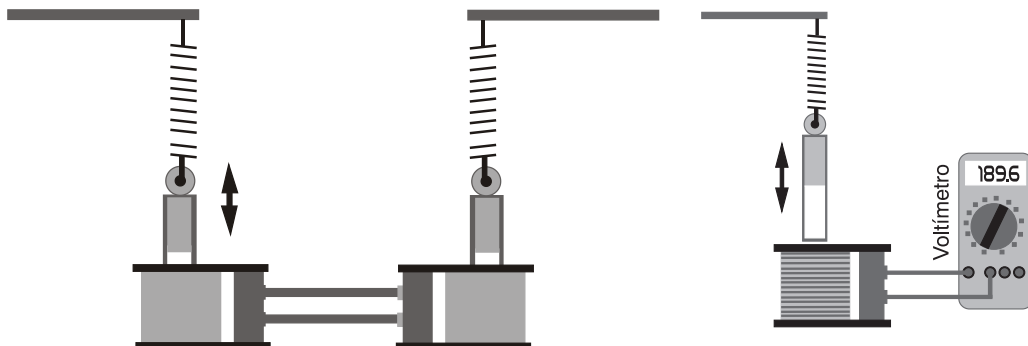
Cuando se aplica un campo magnético a un material diamagnético, como el Cu, Pb, etc., un momento dipolar débil es inducido en la dirección opuesta al campo aplicado. Aún cuando el efecto diamagnético está presente en toda la materia, éste es más débil que el paramagnetismo y el ferromagnetismo. [2, 5, 6, 7]

MATERIALES

- Imanes de Neodimio, de separación variable; con accesorios
- Fuente del Voltaje 0 - 25 V
- Sensor de campo magnético
- Termómetro
- Transportador**
- Hilo cáñamo**
- Pila de 9 V**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



Modificado de PASCO Scientific

Figura 12.1. Montaje para Fuerza magnética sobre un conductor Figura 12.2. Montaje para Día y Paramagnetismo

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Haga uso del sensor de campo magnético siempre que considere necesario para complementar su estudio y análisis cualitativo y cuantitativo.

Arme el montaje de la figura 13.1.

1. Determine el tipo de variables que puede medir en este caso y antes de hacer cualquier tipo de mediciones consulte con el profesor.
2. Desarrolle la(s) tabla(s) de datos que considere necesarias para dilucidar las dudas presentadas en la discusión grupal y que también le permitan alcanzar los objetivos 1 y 2. Anote sus observaciones.
3. Arme el montaje de la figura 13.2, tanto para la barra de vidrio como para la de aluminio. Determine las variables que puede medir. Anote sus observaciones.
4. Calcule la magnetización para la barra de aluminio.

BIBLIOGRAFÍA

1. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
2. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
3. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
4. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
5. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
6. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.
7. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

Nombre de la experiencia FUERZA MAGNÉTICA SOBRE UN ALAMBRE CONDUCTOR. DIAMAGNETISMO Y PARAMAGNETISMO			No. EXPERIENCIA No. 11	
Fecha 	Grupo Lab.	Horario de trabajo Lu Ma Mi Ju Vi		Hora

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Determine el tipo de variables que puede medir en este caso y antes de hacer cualquier tipo de mediciones consulte con el profesor.

2. Desarrolle la(s) tabla(s) de datos que considere necesarias para dilucidar las dudas presentadas en la discusión grupal y que también le permitan alcanzar los objetivos 1 y 2. Anote sus observaciones.

Recorte por la línea punteada

EXPERIENCIA No. 13 INDUCCIÓN MAGNÉTICA

OBJETIVOS

- Observar el proceso de inducción magnética.
- Medir la fuerza electromotriz inducida en una bobina por un imán oscilante a través del centro de ésta.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Ley de Ampère
- Ley de Biot-Savart
- Ley de Faraday
- Movimiento Armónico Simple

FUNDAMENTO TEÓRICO

"Michael Faraday nació durante los años de la revolución francesa (1791). Su niñez fue pobre y su educación formal; y puede ser considerada como bastante mediatizada.

A la edad de 13 años comenzó a trabajar como ayudante para mandados del encuadernador y bibliotecario Mr. G. Reibau, y al siguiente año ya era ascendido a aprendiz del oficio. Es en este periodo donde se puede decir que empezó el verdadero proceso de educación. Siendo un autodidacta, por su esfuerzo, pasó a ser el más eminente de los experimentadores del siglo XIX.

Fascinado por el contenido de unos artículos sobre electricidad, fabricó una pila voltaica con la que desarrolló diversos experimentos electroquímicos. Un feliz azar le permitió aprovechar las lecciones del célebre químico Sir Humphry Davy; con él tuvo la oportunidad de entrar en contacto con las ideas científicas más relevantes de la época.

En desacuerdo con los criterios de sus contemporáneos, que contemplaban la electricidad como un fluido que se desplazaba entre los cuerpos, Faraday propuso imaginarla más bien como un intercambio de cualidades energéticas. Durante sus experiencias destinadas a reforzar su idea describió el fenómeno de la descomposición de ciertas sales en sus componentes elementales al ser atravesadas por corrientes eléctricas, que él mismo bautizó como electrólisis.

Faraday consiguió esbozar las leyes generales que regían el comportamiento electromagnético de la materia. Acertó en su explicación sobre el fenómeno, atribuyéndolo a partículas eléctricas en movimiento y no a un fluido continuo, e inventó la noción al campo energético como un espacio surcado de líneas de fuerza invisibles que provocan los movimientos por diferencias de energía.

Si Oersted y Ampère, habían obtenido magnetismo por electricidad, ¿por qué no se podría invertir el procedimiento y producir electricidad por magnetismo?"

Tomado de <http://www.astrocosmo.cl/biografi/b-faraday.htm>

La ley de inducción de Faraday se expresa como sigue: La magnitud de una f.e.m. ε inducida en un lazo conductor es igual a la rapidez con el que el flujo magnético B , que pasa por ese lazo, cambia con el tiempo.

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (13.1)$$

El signo menos en la expresión 13.1 indica la oposición que la f.e.m inducida presenta al cambio de flujo, y la N indica el número de vueltas de la bobina.

Esta clase de experimentos de Faraday se consideran la fundación tecnológica para la partida del desarrollo de tecnologías centradas en la creación de la electricidad.

MATERIALES

- 2 Imanes cilíndricos, pequeños y de intensidad magnética alta
- 2 Resortes de baja constante elástica
- 2 Bobinas ($N = 400$)
- 2 Bobinas ($N = 250$)
- 2 Bobinas ($N = 600$)
- Cables de conexión
- Multímetro
- 2 Varillas
- 2 Nueces
- Cronómetro
- Regla
- Sensor de campo magnético
- 10 Tuercas pequeñas**
- Pila de 9 V**

** No disponible en el laboratorio

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

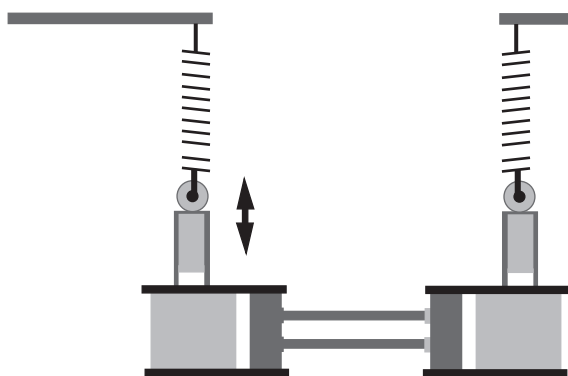


Figura 13.1. Observación de campos inducidos por oscilaciones de imanes permanentes

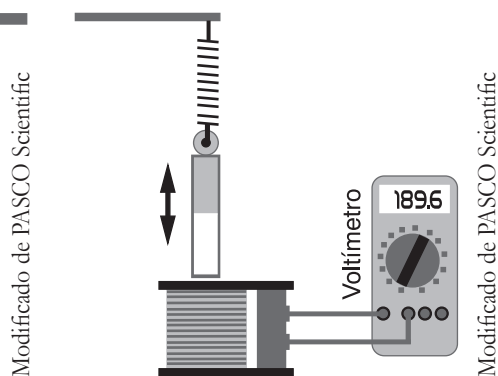


Figura 13.2. Medición de una f.e.m inducida por la oscilación armónica de un imán permanente.

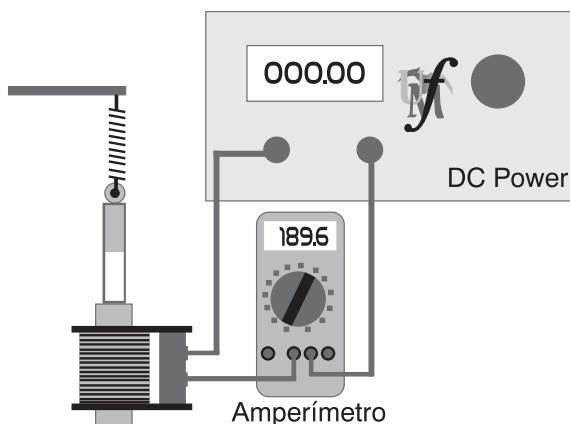


Figura 13.3. Montaje para observación de oscilaciones de un imán permanente y corriente inducida, por una fuente de voltaje directo.

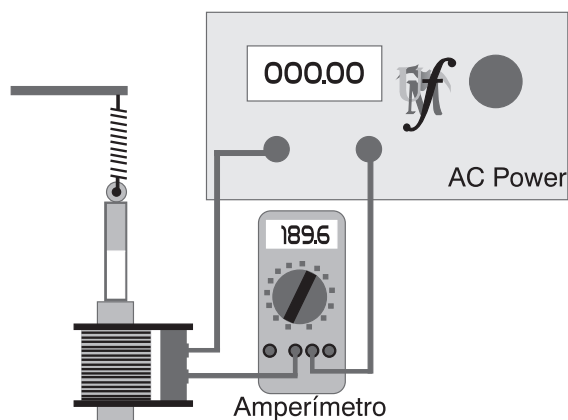


Figura 13.4. Montaje para observación de oscilaciones de un imán permanente y corriente inducida, por una fuente de voltaje alterno.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

Haga uso del sensor de campo magnético siempre que considere necesario para complementar su estudio y análisis cualitativo y cuantitativo.

Arme el montaje de la figura 12.1.

1. Mueva uno de los imanes hacia adentro de la bobina y luego libérela, de tal forma que lo haga oscilar de manera aproximadamente armónica. Calcule el periodo de oscilación. Anote sus observaciones.
2. Invierta los lados de las bobinas y repita el procedimiento anterior. De igual forma hágalo haciendo combinaciones de las polaridades de los imanes. Anote sus observaciones.
3. El procedimiento siguiente es desarrollado cambiando la masa de los imanes, para esto haga uso de las tuercas y debe ajustar la altura del resorte nuevamente. Describa lo sucedido.
4. Repita los pasos 1 a 3 para otro par de bobinas iguales.
5. Intercambie las bobinas y escriba lo sucedido.
6. Arme el montaje de la figura 12.2. Detalle la situación y determine qué variables se pueden analizar en el sistema. Haga la tabla de datos, grafique y analice.

Para los siguientes pasos tenga cuidado de colocar el multímetro en el rango adecuado. ¡Evite daños!

7. Arme los montajes de las figuras 12.3 y 12.4. Detalle las situaciones y determine qué variables se pueden analizar en dichos sistemas. Haga las tablas de datos correspondientes, grafique y analice.
8. Verifique la relación: $\varepsilon = -N \frac{d\Phi_B}{dt}$

BIBLIOGRAFÍA

1. GIANCOLI, D. Physics: Principles with Applications (5th edit.), Prentice Hall 1997. 806 p.
2. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
3. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
4. SERWAY, Raymond. BEICHNER, Robert. Física para ciencias e Ingeniería, Tomo II, quinta edición. México. Editorial Mc Graw-Hill. 2001. 583 p.
5. Tipler, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.

6. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.

7. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia INDUCCIÓN MAGNÉTICA			No. EXPERIENCIA No. 13				
Fecha	Grupo Lab.	Horario de trabajo			Hora		
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Mueva uno de los imanes hacia adentro de la bobina y luego libérela, de tal forma que lo haga oscilar de manera aproximadamente armónica. Calcule el periodo de oscilación. Anote sus observaciones.

2. Invierta los lados de las bobinas y repita el procedimiento anterior. De igual forma haga combinaciones de las polaridades de los imanes. Anote sus observaciones.

3. El procedimiento siguiente es desarrollado cambiando la masa de los imanes, para esto haga uso de las tuercas y debe ajustar la altura del resorte nuevamente. Describa lo sucedido.

Recorte por la línea punteada

4. Repita los pasos 1 a 3 para otro par de bobinas iguales.

5. Intercambie las bobinas y escriba lo sucedido.

6. Arme el montaje de la figura 12.2. Detalle la situación y determine qué variables se pueden analizar en el sistema. Realice la tabla de datos.

7. Arme los montajes de la figuras 12.3 y 12.4. Detalle las situaciones y determine qué variables se pueden analizar en dichos sistemas. Haga las tablas de datos correspondientes, grafique y analice.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 14

CAMPO MAGNÉTICO Y BOBINAS DE HELMHOLTZ

OBJETIVOS

- Examinar el campo producido por una corriente que circula en una pareja de bobinas de Helmholtz.
- Medir la intensidad de campo magnético entre las bobinas de Helmholtz y comparar el valor medido con el teórico.
- Determinar los valores numéricos aproximados del momento magnético de un imán y del campo magnético terrestre.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Movimiento Armónico Simple
- Momento de Inercia
- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Ley de Ampère
- Ley de Biot-Savart
- Ley de Faraday

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las bobinas de Helmholtz son un par de bobinas de igual radio, R . Las bobinas se colocan en paralelo a una distancia de separación igual a su radio, y a lo largo de la misma línea central.

Si ambas espiras tienen un número de arrollamiento igual a N y por ambas espiras circula una corriente I (en el mismo sentido), se tiene que el campo magnético en el centro de las espiras es constante dentro de un volumen de radio R^3 . El valor de este campo viene dado por:

$$B = \mu_0 \frac{8N}{\sqrt{125}} \frac{I}{R} \quad (14.1)$$

Donde $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$, I es la corriente en la bobina, R es el radio de las bobinas y N es el número de vueltas de alambre en una bobina.

Si en el centro de las bobinas colgamos de un hilo un imán permanente, el mismo se orientará en la dirección del campo magnético B de la bobina. Para colgar el imán es conveniente usar un hilo liviano y blando, que no ejerza un torque apreciable al torcerlo. Un aspecto a tener en cuenta es que el imán tiene longitud finita. Como el radio del imán es mucho menor que el radio de la bobina se puede considerar que en la región que ocupa el imán el campo magnético es uniforme y está dado por la ecuación 14.1.

Para un imán que oscila en campo magnético uniforme, unido a un péndulo de torsión la frecuencia está dada por:

$$\omega^2 = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 = \frac{m_B \cdot B}{I^*} \quad (14.2)$$

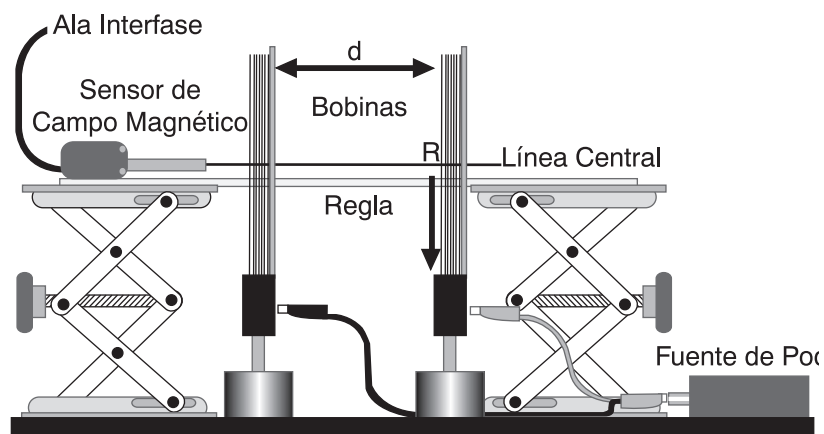
donde I^* representa el momento de inercia del imán, m_B su momento magnético y B el campo magnético externo (producido por las bobinas de Helmholtz). Suponemos que el campo magnético terrestre no modifica esta frecuencia porque la posición de equilibrio, alrededor de la que el imán realiza pequeñas oscilaciones, es perpendicular a la dirección del campo magnético terrestre. De esta manera, al apartarse el imán de la posición de equilibrio se produce una variación en la intensidad y dirección del campo magnético muy pequeña que puede despreciarse.

Conociendo la frecuencia de oscilación y el campo sobre el imán, es posible obtener el momento magnético del imán utilizado, mediante 14.2. [1, 2, 3, 4, 5]

MATERIALES

- | | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| ■ Bobinas de Helmholtz | ■ Regla |
| ■ Imán | ■ Bases graduables |
| ■ Sensor de campo magnético | ■ Cronómetro |
| ■ Soporte Universal | ■ Hilo delgado** |
| ■ Nueces | ■ Pila de 9 V** |
| ■ Conectores | ** No disponible en el laboratorio |

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



Modificado de PASCO Scientific

Figura 14.1. Montaje para la determinación del campo magnético producido por las bobinas de Helmholtz

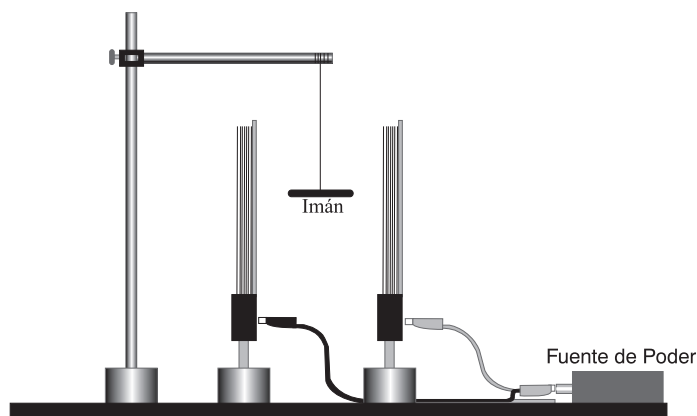


Figura 14.2. Montaje para la determinación de la frecuencia de oscilación de un imán permanente, en un campo magnético uniforme

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Realice el montaje de la figura 14.1. Determine el tipo de variables que se pueden medir. No encienda el equipo antes de consultar con el profesor. Desarrolle los pasos necesarios para determinar las variables a medir y obtener una tabla de datos que permita aclarar las dudas y alcanzar los objetivos 1 y 2.
2. Arme el montaje de la figura 14.2. Halle el periodo de oscilación del imán. Varíe la corriente. Obtenga una tabla de datos. Obtenga las respectivas gráficas y halle las relaciones entre variables y compárelas con las ecuaciones 14.1 y 14.2.

BIBLIOGRAFÍA

1. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CEECSA. 2001. 639 p.
2. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
3. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
4. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.
5. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia CAMPO MAGNÉTICO Y BOBINAS DE HELMOLTZ					No. EXPERIENCIA No. 14			
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo			Hora	
				Lu	Ma	Mi	Ju	Vi

Nombre(s)

Código(s)

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Realice el montaje de la figura 14.1. Determine el tipo de variables que se pueden medir. No encienda el equipo antes de consultar con el profesor. Desarrolle los pasos necesarios para determinar las variables a medir y obtener una tabla de datos que permita aclarar las dudas y alcanzar los objetivos 1 y 2.

2. Arme el montaje de la figura 14.2. Halle el periodo de oscilación del imán. Varíe la corriente. Obtenga una tabla de datos. Obtenga las respectivas gráficas y halle las relaciones entre variables y compárelas con las ecuaciones 14.1 y 14.2.

Recorte por la línea punteada

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 15

RELACIÓN E/M

OBJETIVOS

- Determinar la relación carga-masa del electrón (e/m), a partir de las trayectorias observadas de un haz de electrones que cruza una región en la que existe un campo magnético perpendicular a dicha trayectoria.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Movimiento Armónico Simple
- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Ley de Ampère
- Ley de Biot-Savart
- Ley de Faraday

FUNDAMENTO TEÓRICO

Se pueden "producir" electrones libres en un tubo al vacío calentando un filamento. Estos electrones pueden ser acelerados a través de una diferencia de potencial V , usando un campo eléctrico. Los electrones ganarán, entonces, energía cinética. De acuerdo con el principio de conservación de la energía:

$$\frac{1}{2} mv^2 = e \cdot V \quad (15.1)$$

Los electrones pueden ser enfocados y direccionados usando un campo eléctrico o bien uno magnético. El cañón de electrones se basa en este principio. Un electrón moviéndose con velocidad en un campo magnético, "siente" una fuerza transversal (de Lorentz) dada por:

$$\vec{F} = e\vec{v} \times \mathbf{B} \quad (15.2)$$

La fuerza magnética actúa en una dirección perpendicular a la velocidad y al campo magnético, así que los electrones se mueven en una trayectoria circular de radio R , como se muestra en la figura 15.1.

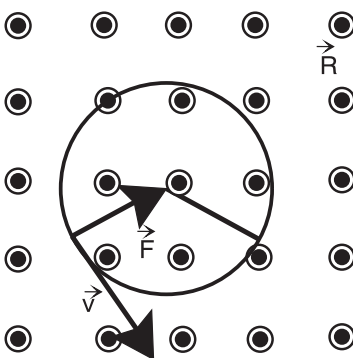


Figura 15.1. Camino seguido por un electrón en un campo magnético perpendicular.

La fuerza magnética tiene una magnitud $e v B$ y actúa como una fuerza centrípeta para este movimiento. Si aplicamos la segunda Ley de Newton, tenemos:

$$e v B = \frac{m v^2}{R} \quad (15.3)$$

Eliminando v de las ecuaciones 15.1 y 15.3 nos da una expresión para la cantidad e/m .

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{(BR)^2} \quad (15.4)$$

El campo magnético producido cerca de la línea central de las bobinas de Helmholtz es:

$$B = \frac{\mu_0 N}{\left(\frac{5}{4}\right)^{3/2} a} I \quad (15.5)$$

Donde a , es el radio de las bobinas. Al combinar 15.4 y 15.5, tenemos:

$$\frac{e}{m} = \frac{2 \left(\frac{5}{4}\right)^3 a^2}{(\mu_0 N I R)^2} V \quad (15.6)$$

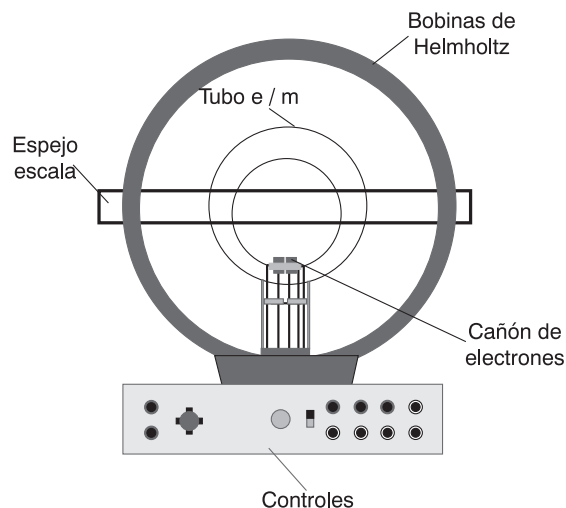
Donde V es el voltaje acelerador; a es el radio de las bobinas de Helmholtz; N es el número de vueltas de las bobinas; I es la corriente que circula por la bobinas y R es el radio de la trayectoria de los electrones. [1, 2, 3, 4, 5]

Para este caso esperamos el valor de $(1,75882017 \pm 0.0000007) \times 10^{11}$ C/Kg

MATERIALES

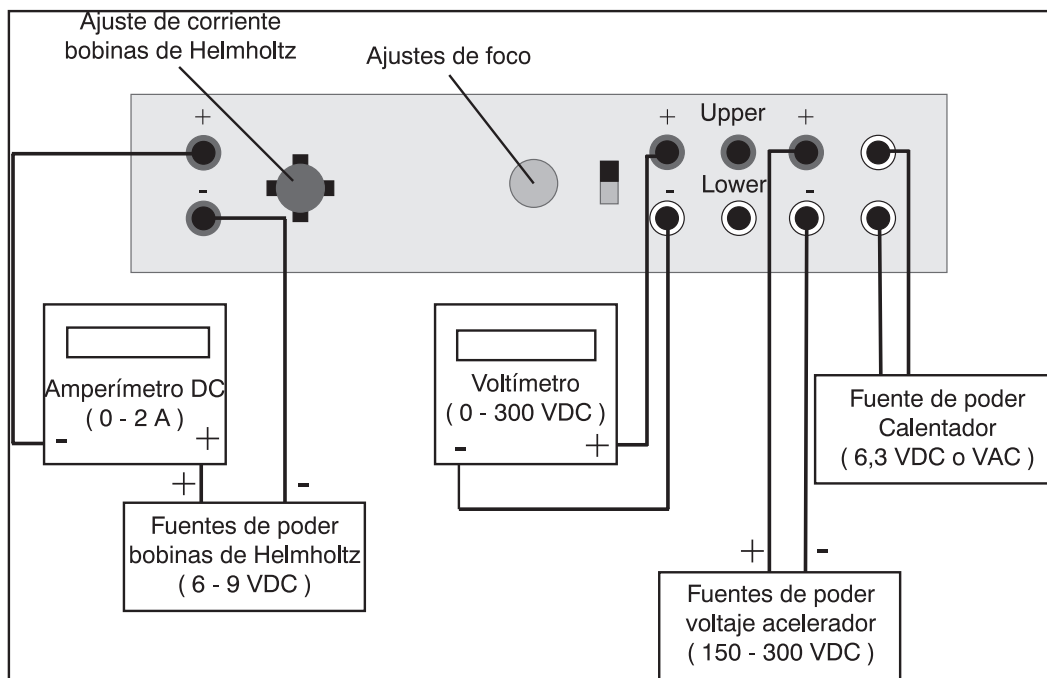
- Equipo e/m PASCO. Modelo SE-9638
- 3 Fuentes de voltaje

MONTAJE DEL EXPERIMENTO



Modificado de PASCO Scientific

Figura 15.2. Aparato e/m



Modificado de PASCO Scientific

Figura 15.3. Sistema de conexiones de Aparato e/m

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

En primer lugar se debe comprobar que todo el equipo esté bien armado, es decir, con las fuentes desconectadas nos aseguramos que la de electrones esté a 6 V, que la tensión de aceleración esté en el rango de 150 a 300 V y que no vaya a circular por las bobinas una corriente superior a los 2A.

1. Encienda el equipo. Mantenga fija la corriente que va a circular por las bobinas y varíe el potencial acelerador. Observe los cambios y obtenga su tabla de datos. Haga este procedimiento, por lo menos, para otras tres corrientes constantes. No olvide tener en cuenta las incertidumbres. Grafique los datos obtenidos.
2. Ahora escoja un potencial acelerador constante y cambie la corriente que circula por las bobinas. Recuerde que no debe superar los límites de tolerancia del equipo. Observe los cambios y obtenga su tabla de datos. Realice este procedimiento, por lo menos, para otros tres voltajes aceleradores. No olvide tener en cuenta las incertidumbres. Grafique los datos obtenidos.
3. Utilizando los datos obtenidos y las ecuaciones 15.1 a 15.6, obtenga el valor de e/m , y calcule su porcentaje de error.

BIBLIOGRAFÍA

1. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
2. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
3. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
4. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.
5. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia RELACIÓN e/m					No. EXPERIENCIA No. 15								
Fecha			Grupo Lab.		Horario de trabajo					Hora			
							Lu	Ma	Mi	Ju	Vi		

Nombre(s)	Código(s)
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

- Encienda el equipo. Mantenga fija la corriente que va a circular por las bobinas y varíe el potencial acelerador. Observe los cambios y obtenga su tabla de datos. Haga este procedimiento, por lo menos, para otras tres corrientes constantes. No olvide tener en cuenta las incertidumbres. Grafique los datos obtenidos.

- Ahora escoja un potencial acelerador constante y cambie la corriente que circula por las bobinas. Recuerde que no debe superar los límites de tolerancia del equipo. Observe los cambios y obtenga su tabla de datos. Realice este procedimiento, por lo menos, para otros tres voltajes aceleradores. No olvide tener en cuenta las incertidumbres. Grafique los datos obtenidos.

Recorte por la línea punteada

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 16**USO DEL OSCILOSCOPIO: INTRODUCCIÓN****OBJETIVOS**

- Analizar el funcionamiento básico del osciloscopio, así como el aprendizaje de su manejo.
- Manejar adecuadamente el osciloscopio para la visualización y medición de amplitudes y frecuencias con base de tiempos.
- Medir frecuencias con curvas de Lissajous y modulación

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Oscilador Armónico Simple
- Movimiento ondulatorio
- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Movimiento de partículas cargadas en campos electromagnéticos
- Figuras de Lissajous
- Fuentes de corriente alterna

FUNDAMENTO TEÓRICO

El osciloscopio de rayos catódicos es el aparato de medida electrónico más utilizado y de aplicaciones más diversas. Permite la visualización de la variación de un fenómeno en función de otro o en función del tiempo, en una amplia gama de frecuencias: desde cero (corriente continua) hasta frecuencias de 1 a 100 MHz según los casos (en osciloscopios especiales denominados "de muestreo", se llega a varios GHz), en otras palabras se pueden ver las formas de las ondas en él. Entre sus aplicaciones destacamos: medidas de tensiones, desfases, frecuencias, etc.

Para las instrucciones generales acerca de sus componentes y su uso, dirigirse al anexo 2.

MATERIALES

- Osciloscopio con sonda
- 2 Generadores de frecuencias

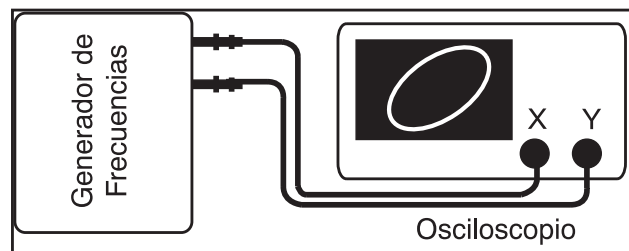
MONTAJE DEL EXPERIMENTO

Figura 16.1. Esquema general del montaje del osciloscopio, para la observación de señales.

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La experiencia a realizar, en esta primera parte, consiste de tres partes: 1) Visualización de señales, 2) medida de amplitudes y medida de frecuencias con base de tiempos y 3) Medida de frecuencia con curvas Lissajous y con modulación Z.

OPERACIÓN INICIAL

- Enchufar el aparato a la red teniendo cuidado de hacerlo a la tensión adecuada.
- Conectar el interruptor de puesta en marcha y ajustar la intensidad a un valor medio-alto.
- Asegurarse que la base de tiempos está conectada a las placas X y colocar una frecuencia media (correspondiente a 0.1-1 ms/cm)
- Selector de disparo en INT (canal 1 o canal 2), modo de disparo en AUTO y nivel de disparo en AUTO (o en un valor intermedio del mando correspondiente).
- Selector de sensibilidad en Y en un valor intermedio (del orden de 0.5 a 1 V/div) y multiplicadores (si los hay), en x1. Selector para la visualización de cada uno de los canales pulsado. Desconectar las señales conectadas a las entradas Y, o bien desconectarlas internamente poniendo el selector AC/DC/GND en la posición GND.
- Mover el mando de posición vertical de uno a otro extremo. Si no aparece la traza llevar el mando de desplazamiento en X a otra posición y repetir la operación con el vertical.
- Si después de repetir la operación anterior varias veces, sigue sin aparecer la traza, revisar si se ha realizado adecuadamente las operaciones anteriores. En caso contrario, puede existir algún problema con el aparato y debe llamarse al profesor de prácticas.
- Cuando ya se tenga la traza en pantalla, desplazarla a la derecha con el mando de desplazamiento en X hasta que el principio de aquella aparezca aproximadamente en el centro de la pantalla. Entonces desconectar la base de tiempos y el "spot" aparecerá en pantalla.
- Ajustar el foco (y, en su caso, el astigmatismo) hasta que el "spot" sea lo más circular y pequeño posible.
- Ajustar el brillo, de forma que el "spot" resulta claramente visible pero sin el halo que se observa cuando hay excesivo brillo.
- El osciloscopio está ahora dispuesto para la operación que se desee.

ATENCIÓN: si se deja el osciloscopio encendido y sin operar, no se deje nunca el "spot" con mucho brillo, pues podría dañarse la pantalla. Disminuirlo hasta hacerlo no visible.

- Volver a conectar la base de tiempos. Poner el selector AC/DC/GND del canal que se va a usar en la posición AC y mover la traza hasta que el comienzo de ésta coincida con la parte izquierda de la pantalla.

VISUALIZACIÓN, MEDIDA DE AMPLITUDES Y DE FRECUENCIAS CON BASE DE TIEMPOS.

Se desea, inicialmente, visualizar una onda sinusoidal proporcionada por el generador.

1. Conecte el generador a la red, a la tensión adecuada, y conecte el interruptor en encendido. Varíe la frecuencia y la amplitud. Observe con los respectivos mandos. Anote sus observaciones.
2. Cambie el nivel de disparo. Anote lo observado.
3. Repita los procedimientos 1 y 2 para ondas triangulares y cuadradas.
4. Evaluar el error de escala cometido al medir en la pantalla del osciloscopio. Con ese valor calcular el error cometido en la medida de la amplitud de la señal eléctrica. Comprobar que para una amplitud de entrada fija, la precisión de la medida varía con la sensibilidad. Determinar la situación óptima de medida.
5. Mida la frecuencia y la amplitud de la señal proporcionada por el oscilador, para diversas frecuencias. Realizar la medida para onda sinusoidal, triangular y cuadrada.
6. Apreciar los errores cometidos en cada medida. Comprobar que para una señal de frecuencia dada la precisión de la medida varía con la escala de la base de tiempos. Determinar la situación óptima de medida.
7. Ahora coloque en cada canal una señal senoidal de diferente amplitud, pero igual frecuencia. Para medir la diferencia de fase, de estas señales mida el periodo (T) y el tiempo que hay entre pico y pico (t). La diferencia de fase está dada por $= 2 t/T$. determine esta cantidad para diferentes frecuencias.

MEDIDA DE FRECUENCIA CON CURVA DE LISSAJOUS Y MODULACIÓN

En este apartado se utilizarán los dos generadores (onda sinusoidal) y el osciloscopio en modo X-Y.

- Conecte la salida de un generador (que denominaremos SG-1) a la entrada X y la del otro (SG-2) a la Y.

- ☑ Seleccione una frecuencia baja (por ejemplo 300 Hz) en el generador SG-1 y tomarla como patrón.
- 8. Varíe lentamente la frecuencia del SG-2, hasta encontrar las curvas de Lissajous en pantalla, y la proporción de frecuencias. Complete las tablas 16.1 y 16.2.

BIBLIOGRAFÍA

1. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
2. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
3. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
4. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS. Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.
5. RAMOS, Iván. Uso del Osciloscopio. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Serie Formación Tecnológica a Distancia. 1990. 65 p.
6. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia USO DEL OSCILOSCOPIO: INTRODUCCIÓN					No. EXPERIENCIA No. 16					
Fecha		Grupo Lab.		Horario de trabajo			Hora			
					Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Conecte el generador a la red, a la tensión adecuada, y conecte el interruptor en encendido. Varíe la frecuencia y la amplitud. Observe con los respectivos mandos. Anote sus observaciones.

2. Cambie el nivel de disparo. Anote lo observado.

3. Repita los procedimientos 1 y 2 para ondas triangulares y cuadradas.

Recorte por la línea punteada

4. Evaluar el error de escala cometido al medir en la pantalla del osciloscopio. Con ese valor calcular el error cometido en la medida de la amplitud de la señal eléctrica. Comprobar que para una amplitud de entrada fija, la precisión de la medida varía con la sensibilidad. Determinar la situación óptima de medida.

5. Mida la frecuencia y la amplitud de la señal proporcionada por el oscilador, para diversas frecuencias. Realizar la medida para onda sinusoidal, triangular y cuadrada.

6. Apremiar los errores cometidos en cada medida. Comprobar que para una señal de frecuencia dada la precisión de la medida varía con la escala de la base de tiempos. Determinar la situación óptima de medida.

7. Ahora coloque en cada canal una señal senoidal de diferente amplitud, pero igual frecuencia. Para medir la diferencia de fase ϕ , de estas señales mida el periodo (T) y el tiempo que hay entre pico y pico (Δt). La diferencia de fase está dada por $\phi = 2\pi \Delta t / T$. Determine esta cantidad para diferentes frecuencias.

Cálculos

8. Varíe lentamente la frecuencia del SG-2, hasta encontrar las curvas de Lissajous en pantalla, y la proporción de frecuencias. Complete las tablas 16.1 y 16.2.

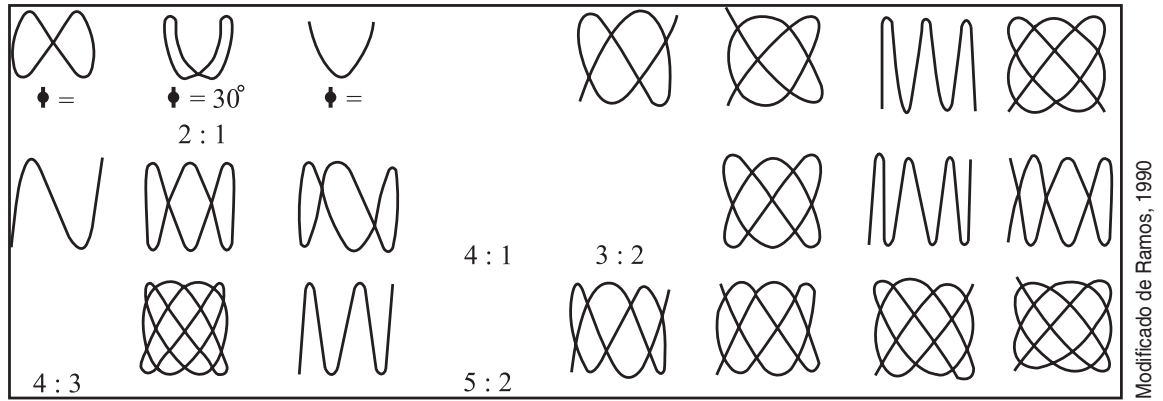


Tabla 16.1. Figuras de Lissajous 1.

$f_2 : f_1$ \ ϕ	0	$\pi/3$	$\pi/4$	$\pi/2$	$2\pi/3$	$3\pi/4$	π
1 : 1							
1 : 2							
2 : 3							
3 : 2							
3 : 5							
3 : 1							
4 : 3							
4 : 1							
5 : 1							
5 : 3							

Tabla 16.2. Figuras de Lissajous 2.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

EXPERIENCIA No. 17**USO DEL OSCILOSCOPIO: APLICACIONES EN CIRCUITOS**

Duración: 4 Horas

OBJETIVOS

- Analizar el funcionamiento básico del osciloscopio, así como el aprendizaje de su manejo.
- Manejar adecuadamente el osciloscopio para la visualización de las curvas de descarga natural en circuitos RC y RL.
- Manejar adecuadamente el osciloscopio para la visualización de las curvas de respuesta transitoria para un circuito RLC en serie.
- Calcular la frecuencia de resonancia de un circuito RLC en serie.

REQUISITOS CONCEPTUALES

- Solución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales
- Oscilador Armónico Simple
- Movimiento ondulatorio
- Campo eléctrico
- Campo magnético
- Movimiento de partículas cargadas en campos electromagnéticos
- Uso y manejo del osciloscopio

FUNDAMENTO TEÓRICO**DESCARGA NATURAL DE UN CONDENSADOR**

Esta experiencia ya fue desarrollada en la práctica 9, donde las ecuaciones que rigen el comportamiento de carga y descarga son 9.1 a 9.4. Los respectivos montajes y comportamientos de corriente y carga están representados en las figuras 9.1 a 9.5. Arme dichos montajes y observe con el osciloscopio los procesos de carga y descarga con la ayuda del profesor.

DESCARGA NATURAL DE UNA BOBINA

Sea el circuito de la figura 17.1, en el que el interruptor ha estado cerrado un tiempo suficientemente largo para alcanzar el régimen permanente de corriente continua. En esta situación la inductancia de la bobina se comportará como un cortocircuito y la intensidad i_0 que circula por la ella vendrá dada por la expresión $i_0 = \frac{E}{R_1 + R_1 R_B + R R_B}$ [1, 2]

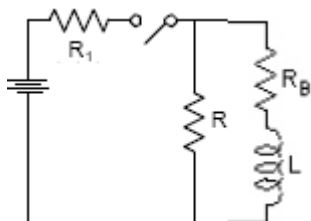


Figura 17.1. Esquema circuito RL

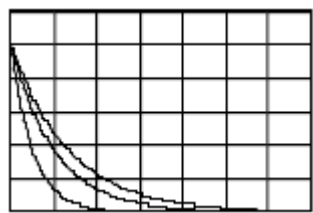


Figura 17.2. Curvas cualitativas de descarga (RL)

En un determinado instante, que llamaremos $t = 0$, se abre el interruptor. En esta nueva situación la energía almacenada en la inductancia de la bobina, por la que inicialmente circulaba una corriente i_0 , se descargará en la resistencia R y el tiempo que tardará en hacerlo completamente dependerá también de su constante de tiempo τ , que en este caso es igual al cociente $L/(R+R_B)$. La expresión temporal de la corriente en la bobina es:

$$i(t) = i_0 e^{-(R+R_B)t/L} \quad (17.1)$$

En la gráfica de la figura 17.2 se representa esta expresión para diferentes valores de la constante de tiempo, τ . []

RESPUESTA TRANSITORIA DE UN CIRCUITO R-L-C

Sea el circuito de la figura adjunta en el que el interruptor ha estado cerrado un tiempo suficiente para alcanzar el régimen permanente de Corriente Continua.

La inductancia y la capacidad se comportan como cortocircuito y circuito abierto. En un instante determinado, $t = 0$, se abre el interruptor; las condiciones iniciales son $i_0 = E/(R_1+R_B)$, y $V_0 = E \cdot R_B/(R_1+R_B)$. En esta situación, la respuesta transitoria del circuito evolucionará de manera diferente dependiendo de los valores de los elementos R , L y C . Así, la respuesta podrá ser de tres tipos: Sobreamortiguada, Subamortiguada y Críticamente Amortiguada. [1, 2, 3, 5]

Si se analiza teóricamente la respuesta transitoria de cualquier magnitud del circuito (tensión o intensidad) se obtienen las expresiones siguientes para la ecuación característica y sus raíces:

$$s^2 + \frac{R+R_B}{L}s + \frac{1}{LC} = 0$$

$$s_{1,2} = -\frac{R+R_B}{2L} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{R+R_B}{L}\right)^2 - \frac{4}{LC}} \quad (17.2)$$

Dependiendo del signo que tenga la cantidad subradical, que llamaremos ξ , se darán las tres situaciones indicadas anteriormente:

$\xi \geq 0 \rightarrow C \geq 4L/(R+R_B)$. Raíces reales y diferentes Respuesta Sobreamortiguada

$\xi < 0 \rightarrow C < 4L/(R+R_B)$. Raíces complejas conjugadas Respuesta Subamortiguada

$\xi = 0 \rightarrow C = 4L/(R+R_B)$. Raíces reales y dobles Respuesta Críticamente Amortiguada

En la gráficas 17.3 a 17.5 se representa cualitativamente la evolución temporal de la tensión en el condensador para estos tres casos.

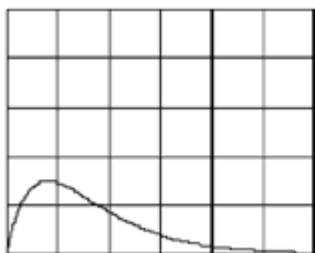


Figura 17.3 Caso Sobre amortiguado

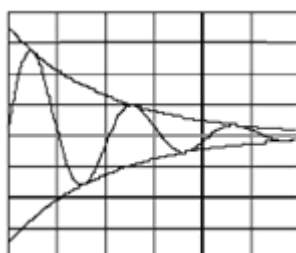


Figura 17.4. Caso Subamortiguado

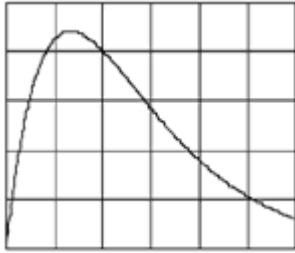


Figura 17.5 Caso Críticamente amortiguado

El cero del eje de coordenadas en las gráficas primera y tercera está en la parte inferior. En la segunda, en el centro de la gráfica.

En un circuito RLC, la impedancia viene dada por: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$, donde $X_L = \omega L$ es la reactancia inductiva y $X_C = \frac{1}{\omega C}$ es la reactancia capacitiva. La frecuencia de resonancia se puede hallar mediante la expresión:

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (17.3)$$

MATERIALES

- Osciloscopio con sonda
- Generador de frecuencia
- Fuente de poder AC - DC
- Bobina de inducción
- Tablero de conexiones
- Cables de conexión
- Reóstato de $500 \Omega^{**}$
- Resistencias de 10 y $50 \Omega^{**}$
- 5 Condensadores: entre 1 y $50 \mu F^{**}$

** No disponible en el laboratorio.

MONTAJE DEL EXPERIMENTO

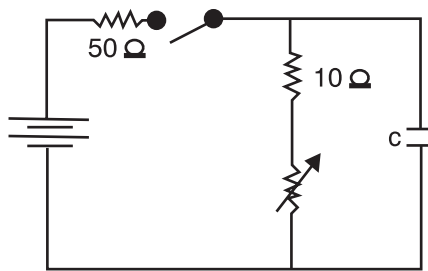


Figura 17.6. Esquema de conexiones Circuito RC

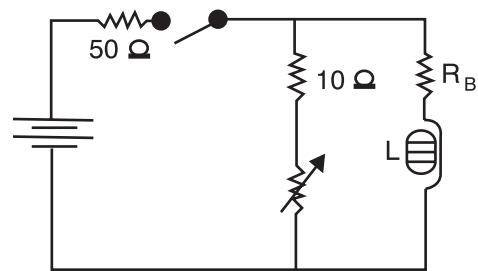


Figura 17.7. esquema de conexiones Circuito RL

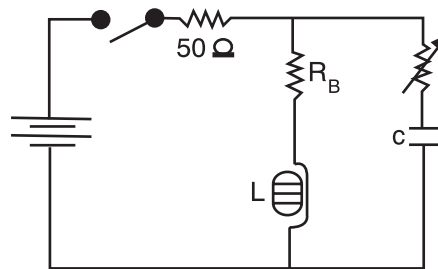


Figura 17.8. Esquema de conexiones Circuito RLC

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

DESCARGA NATURAL DE UN CONDENSADOR

- Monte el circuito correspondiente a la figura sin conectar la fuente de alimentación de CC y cierre el interruptor y espere el tiempo suficiente para que el condensador se cargue completamente. Su tensión deberá permanecer constante.
1. Coloque la punta de medida del osciloscopio de forma que mida la tensión del condensador. Abra el interruptor y almacene el transitorio en el osciloscopio para poder visualizarlo posteriormente. Dibuje la onda de tensión obtenida.
 2. Cambie por medio del reóstato la resistencia total y proceda de la misma forma para observar cómo varía la respuesta para diferentes valores de la constante de tiempo RC (También puede hacerlo variando la capacidad o incluso ambas a la vez, si así lo desea).

DESCARGA NATURAL DE UNA BOBINA

- Monte el circuito de la figura 17.9 sin conectar la fuente de alimentación de CC. Cierre el interruptor y espere el tiempo suficiente para que la inductancia de la bobina se cargue completamente. Su corriente deberá permanecer constante.
3. Coloque la punta de medida del osciloscopio digital de forma que mida la tensión en la bobina. Abra el interruptor y almacene el transitorio en el osciloscopio para poder visualizarlo posteriormente. Dibuje la onda de tensión obtenida.
 4. Varíe por medio del reóstato la resistencia total y proceda de la misma forma para observar cómo varía la respuesta para diferentes valores de la constante de tiempo $L/(R+R_b)$.

RESPUESTA TRANSITORIA DE UN CIRCUITO R-L-C

- Monte el circuito correspondiente a la figura 17.10 sin conectar la fuente de alimentación de CC. Cierre el interruptor y espere el tiempo suficiente alcanzar el régimen permanente.
5. Coloque la punta de medida del osciloscopio digital de forma que mida la tensión en el condensador. Abra el interruptor y almacene el transitorio en el osciloscopio para poder visualizarlo posteriormente. Dibuje la onda de tensión obtenida.
 6. Varíe la resistencia del circuito y proceda de la misma forma de tal manera que se observen los tres tipos de respuesta descritos anteriormente.
 7. Calcule las reactancias capacitiva e inductiva de sus circuitos RLC.
 8. Grafique Z en función de la frecuencia de oscilación. I vs $\log w$ y Z vs $\log w$, estos dos últimos en el mismo plano.
 9. Calcule la frecuencia de resonancia de sus circuitos RLC.

BIBLIOGRAFÍA

1. HALLYDAY, David. RESNICK, Robert. WALKER, Jearl. Fundamentos de Física. Vol II. Sexta Edición. México. CECSA. 2001. 639 p.
2. SEARS, ZEMANSKY, YOUNG, FREEDMAN. Física Universitaria. Vol. II. Novena edición. México. Addison-Wesley Longman.
3. TIPPLER, Paul. Física, Vol. II, Primera edición. México. Editorial Reverte. 2002. 670 p.
4. FEYNMAN, Richard. LEIGHTON, Robert. SANDS, Matthew. Lectures on Physics. Massachussets. 1964.
5. RAMOS, Iván. Uso del Osciloscopio. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Serie Formación Tecnológica a Distancia. 1990. 65 p.
6. Manual PASCO Scientific for Physics. 1999.

Consultar las referencias en Internet citadas al final del texto.

GUÍA PRÁCTICA DE ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO

HOJA DE RESPUESTAS (PARA ENTREGAR AL DOCENTE)

NOTA

Nombre de la experiencia USO DEL OSCILOSCOPIO: APLICACIONES EN CIRCUITOS			No. EXPERIENCIA No. 16		
Fecha 	Grupo Lab.	Horario de trabajo Lu Ma Mi Ju Vi			Hora

Nombre(s)

Código(s)

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

1. Coloque la punta de medida del osciloscopio de forma que mida la tensión del condensador. Abrir el interruptor y almacenar el transitorio en el osciloscopio para poder visualizarlo posteriormente. Dibuje la onda de tensión obtenida.

2. Cambie por medio del reóstato la resistencia total y proceder de la misma forma para observar cómo varía la respuesta para diferentes valores de la constante de tiempo RC (También puede hacerlo variando la capacidad o incluso ambas a la vez, si así lo desea).

Recorte por la línea punteada

7. Calcule las reactancias capacitiva e inductiva de sus circuitos RLC.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Recorte por la línea punteada

REFERENCIAS DE INTERNET

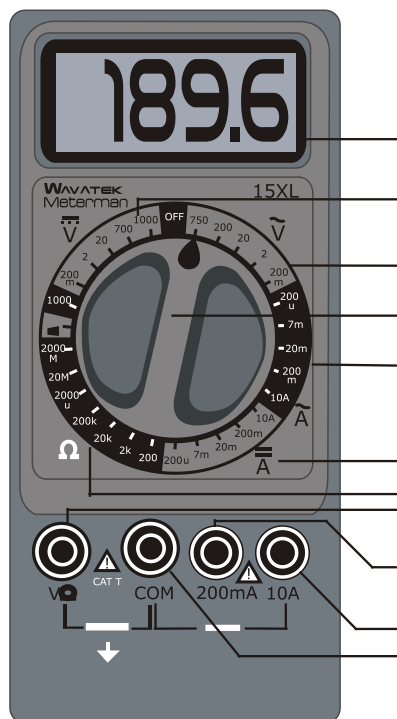
En las siguientes páginas electrónicas se encuentra literatura relacionada, al igual que muchas simulaciones que son de gran ayuda para la comprensión de los fenómenos referentes a la temática propia de esta propuesta de trabajo.

<http://www.unalmed.edu.co/fisica>
<http://uploader.wuerzburg.de/mm-physik/index.html>
<http://www.falstad.com/mathphysics.html>
<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/mmedia/index.html#estatics>
<http://wwwprof.uniandes.edu.co/~gtellez/exp-dem-fisica3.html>
<http://ar.geocities.com/labo5uba/>
<http://ar.geocities.com/labo3uba/>
<http://ar.geocities.com/labo3uba/>
<http://www.virtual.unal.edu.co/modulos/cursos/index.html>
<http://encuentro.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001601/index.html>
<http://www.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes/cienciasbasicas/fisica.php>
<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/teoria/AFranco/elecsmagnet/elecsmagnet.htm>
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>
<http://www.fisicarecreativa.com/>
<http://www.cupj.ca/indexe.html>
<http://sky.net.co/physics/electro.html>
<http://www.falstad.com/emstatic/>
<http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/>
<http://phet.colorado.edu/web-pages/simulations-base.html>
<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>
<http://estudios.universia.es/recursos/auladigital/fisica/applets/index.htm>
<http://departamento.fisica.unav.es/Lquimica/fis2quim/default.html>
<http://www-teaching.physics.ox.ac.uk/practicalcourse/Experiments.html>
<http://jersey.uoregon.edu/vlab/>
<http://surendranath.tripod.com/Applets.html>
<http://www.WALKER-fendt.de/ph14s/>
<http://physics.uwstout.edu/>
<http://physics.uwstout.edu/physapplets/>
<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html>
<http://www.cco.caltech.edu/~phys1/java.html>
<http://www.hazelwood.k12.mo.us/~grichert/sciweb/applets.html>
<http://www.ngsir.netfirms.com/englishVersion.htm#em>
<http://www.schulphysik.de/suren/Applets.html>
<http://www.ba.infn.it/didattica.html>
<http://www.phys.hawaii.edu/~teb/optics/index.html>
<http://www.geocities.com/SiliconValley/Lakes/3015/physicsRef.html>
<http://www.physics.northwestern.edu/vpl/other.html>
<http://www.univalle.edu.co/~protequi/index.php?page=cursos/fisica2>

REVISTAS RECOMENDADAS

- The electricity journal. ISSN 1040-6190. Editor Elsevier Science Limited
- Journal of Electrostatics. ISSN 0304-3886. Editor Elsevier Science Limited
- Journal of Magnetism and Magnetic Materials. ISSN 0304-8853. Editor Elsevier Science Limited
- Journal of Magnetism and Magnetic Materials. ISSN 0304-8853. Editor Elsevier Science Limited
- Applied Superconductivity. ISSN 0964-1807. Editor Elsevier Science Limited
- Computers & Electrical Engineering. ISSN 0045-7906. Editor Elsevier Science Limited
- Electronics Letters. ISSN 0013-5194 ISSN en línea 1350-911X. Editor Institution of Engineering and Technology - IET
- Journal of Electromagnetic Waves & Applications. ISSN 0920-5071 ISSN en línea 1569-3937. Editor VSP International Science Publishers
- Journal of Magnetic Resonance. ISSN 1090-7807. Editor Elsevier Science Limited
- Bioscience Education Electronic journal. ISSN 1479-7860.
- Crossings: Electronic Journal of Art and Technology. ISSN 1649-0460. Editor Composers Recordings
- E-STREAMS Electronic Reviews of Science & Technology. ISSN 1098-4399. Editor YBP Library Services
- Journal of Circuits, Systems, and Computers. ISSN 0218-1266. Editor World Scientific Publishing Company
- Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones. ISSN 1409-2441. Editor UNAM
- Ingeniería Industrial. ISSN 0258-5960
- Ingeniería y Desarrollo. ISSN 0122-3461

ANEXO 1. EL MULTÍMETRO



El multímetro es un instrumento compacto que nos permite medir voltaje (si el selector de funciones se coloca en este rango recibe el nombre de voltímetro), corriente (si el selector de funciones se coloca en este rango recibe el nombre de amperímetro), resistencia (si el selector de funciones se coloca en este rango recibe el nombre de ohmímetro), capacidad, test de continuidad, etc.

Esencialmente está compuesto de tres partes (para nuestro caso). La primera es una pantalla digital (1) que entrega el valor que estamos midiendo. La segunda, un conmutador rotatorio o perilla (4), que al girarlo se elige lo que se quiere medir. Y la tercera, cuatro orificios o terminales, dos de los cuales deben ser ocupados para conectar los cables, que van al elemento que se desea medir.

Para comenzar a usarlo debemos tener las siguientes precauciones previas:

1. Luego (de prender el aparato, esperar 10 segundos antes de realizar cualquier medida.
2. El conmutador se debe poner en la función antes de conectar los cables.
3. Desconectar los cables de prueba del componente que se está midiendo antes de cambiar el conmutador.

Ahora se explica de manera rápida, cómo se usa el multímetro para las funciones básicas:

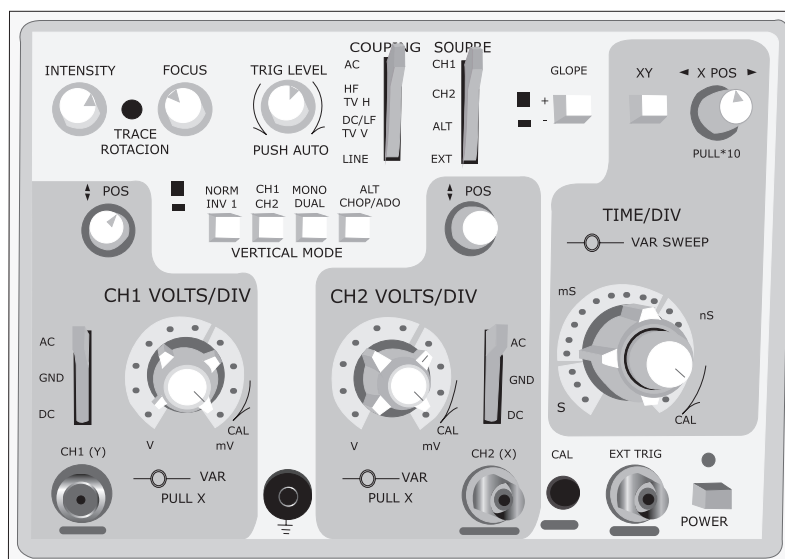
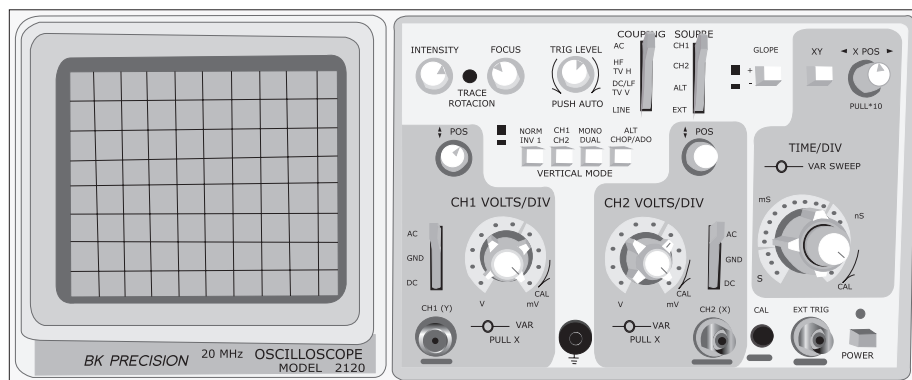
1. **RESISTENCIA:** Aísle la resistencia del circuito. Nunca medir una resistencia sometida a una diferencia de potencial. Conecte los cables a los terminales "COM" (11) y V (8). Ponga el conmutador (4) en " " o en "M", dependiendo de la resistencia que quiero medir. Conectar los cables a la resistencia.

2. **CORRIENTE:** Conecte un cable en la terminal "COM" (11), y el otro en 10A (hasta 10A) o en "mA" (hasta 200mA), dependiendo del rango en el que queremos medir. Si no está seguro, parta con "10A". Nunca exceda los rangos de corriente. Ponga el conmutador (4) en "10A", "200mA" o "2mA", dependiendo el rango y la precisión que se quiera. En (5) o (6) del conmutador (4) puede seleccionar corriente alterna (AC) o continua (DC), respectivamente. Conéctese con los cables con el multímetro en serie con el componente al que se va a medir la corriente. Nunca aplique voltaje entre los terminales "COM" y "10A" o "mA".

3. **VOLTAJE:** Conecte los cables en "COM" (11) y V (8). Ponga el conmutador (4) en "V". Escogiendo (2) o (3), para voltaje directo o alterno, respectivamente. Conecte los cables con el multímetro en paralelo con la componente en que vamos a medir la caída de voltaje. Nunca sobrepase el límite que se señala en cada rango AC o DC, entre los terminales, o un terminal y tierra.

4. **Test de continuidad:** Conecte los cables en los terminales "COM" (11) y V (8). Ponga el conmutador (4) en . Conecte los cables al circuito. El multímetro emitirá un sonido si la resistencia es inferior a 50 .

ANEXO 2. CONTROLES DEL OSCILOSCOPIO



FUNCIÓN	DESCRIPCIÓN
CRT	Tubo de rayos catódicos (Pantalla)
POWER	Encendido / apagado
INTEN	Ajuste de la intensidad de a línea del trazo
FOCUS	Ajuste de foco
GND	Tierra o referencia, para conectar a otros equipos
POSITION	Ajuste de la posición vertical de la señal
VOLTS/DIV	Selección de la sensibilidad vertical

AC-GND-DC	AC Elimina los componentes DC de la señal GND Aterriza la entrada del canal DC Deja intacta la componente DC
CH1 OR Y IN	<i>Conector del eje vertical para la señal de entrada. En el modo X-Y es la entrada del eje Y</i>
CH2 OR X IN	<i>Conector del eje vertical para la señal de entrada. En el modo X-Y es la entrada del eje X</i>
V MODE	CHi Muestra el canal 1 ALT Muestra alternadamente el canal 1 y el 2 CHOP Muestra a intervalos el canal 1 y el 2 ADD Suma las señales de los dos canales CR2 Muestra el canal 2
SOURCE De señal de disparo de barrido	VERT Se toma del modo VMODE CHI Se toma de la entrada del canal 1 CR2 Se toma de la entrada del canal 2 UNE Se toma de la señal de alimentación EXT Se toma de la señal puesta en EX. TRIG IN
TRIGGER LEVEL	Determina en qué punto de la señal de disparo se inicia el barrido
POSITION	Ajusta la posición horizontal de la señal mostrada
TIME/DIV	Selecciona el tiempo de barrido
VARIABLE	Ajuste continuo del tiempo de barrido