



ESCUELA DE INGENIERIA
LABORATORIO DE FISICA
Santiago



LABORATORIO FISICA
ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
Guía de Actividades Prácticas

UST[®]
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS



UST

En la elaboración de este documento han participado los siguientes profesores: Marjorie Ovalle Valdés.

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

TABLA DE CONTENIDOS

EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS	1
ASISTENCIA	1
EVALUACIONES.....	1
NORMAS BÁSICAS PARA EL TRABAJO EN LOS LABORATORIOS	2
NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL TRABAJO EN LOS LABORATORIOS GUIA 1..	4
HÁBITOS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO	4
EN CASO DE ACCIDENTES	5
GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES.....	6
GENERALIDADES	6
ESTRUCTURA DEL INFORME	7
PORTADA	7
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	8
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	8
RESULTADOS	8
DISCUSIÓN	8
CONCLUSIONES	9
REFERENCIAS.....	9
ANEXOS	10
RÚBRICA PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE INFORMES.....	11

EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Las actividades que se realizan en el laboratorio complementan la actividad teórica. Esta actividad pondera un 25% de la Nota Final de la asignatura, **existiendo una asistencia mínima y una nota mínima para que el laboratorio sea aprobado**, según se indica en las Disposiciones Reglamentarias.

ASISTENCIA

El trabajo en el laboratorio tiene una asistencia **mínima de un 90%**. Cualquier inasistencia adicional a ésta es causal de la reprobación automática de la asignatura. No obstante, el estudiante debe seguir asistiendo a Laboratorio hasta que finalice el semestre.

EVALUACIONES

En las Actividades Prácticas se considera 1 tipos de notas: Promedio de informes . Se requiere que el estudiante obtenga una **nota mínima igual o superior a 4,0** en el Laboratorio para que pueda evaluarse su presentación a Examen (por Reglamento se requiere que la Nota de Presentación a Examen (NPE) sea mayor o igual a 3,0 para que el estudiante tenga derecho a rendir Examen). La forma de calcular la NPE se presenta en los Programas de Asignatura.

NORMAS BÁSICAS PARA EL TRABAJO EN LOS LABORATORIOS

Las siguientes normas tienen por objetivo que los estudiantes logren los aprendizajes durante el semestre. Estas normas son comunes a todos los laboratorios de la universidad y deben ser aplicadas para trabajar adecuadamente en los laboratorios,

- Ingreso y Puntualidad: El ingreso al laboratorio solo debe efectuarse en presencia del profesor. No se permitirá el ingreso después de 15 minutos del horario de inicio. Transcurrido ese plazo no se autorizará el ingreso de estudiantes al laboratorio.
- Vestimenta. Para ingresar al laboratorio se debe vestir adecuadamente; esto es: usar pantalón largo y zapato cerrado. Para mayores indicaciones, refiérase al ítem correspondiente en Normas de Seguridad para el Trabajo en el Laboratorio.
- Seguridad: Verificar la ubicación de los implementos de seguridad (extintores) y las salidas de emergencia del laboratorio.
- Materiales permitidos: Sólo se permite el uso de cuadernos, lápices, calculadora, guía de laboratorio y libros de apoyo. Los laboratorios poseen lockers para guardar las mochilas y bolsos.
- Guía de laboratorio: Es obligatorio presentarse con la Guía de Laboratorio y el práctico estudiado.
- Área de trabajo: Cada grupo se responsabilizará de su zona de trabajo y de su material. Al finalizar el laboratorio el área de trabajo debe entregarse limpia, seca y ordenada. Revise que todos los instrumentos eléctricos o a gas que haya usado queden apagados.
- Conducta: Mantenga una conducta responsable y atenta dentro del laboratorio. No juegue, ni manipule innecesariamente los materiales o reactivos.
- Salidas: Si usted requiere salir del laboratorio, debe solicitar la autorización del profesor.
- Electrónicos: No está permitido el uso de aparatos de audio ni de

teléfonos celulares.

- Alimentos y bebidas: No está permitido el consumo de alimentos ni de ningún tipo de bebida (incluido el chicle).
- NO ESTÁ PERMITIDO FUMAR.



UST[®]

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL TRABAJO EN LOS LABORATORIOS

GUIA 1

Durante el trabajo en el laboratorio pueden ocurrir accidentes. El objetivo de estas normas es prevenir tales accidentes.

El primer considerando es ser muy cuidadoso mientras se esté en el interior de un laboratorio. Se debe vestir de una manera adecuada, protegiéndose convenientemente con un delantal apropiado. No se debe comer ni utilizar el celular, pues conducen a conductas riesgosas que potencialmente pueden traducirse en un accidente. No se debe circular o trabajar descuidadamente en los laboratorios; tampoco se debe jugar.

Las siguientes normas, comunes a todos los laboratorios de Ciencias Básicas, buscan propiciar un correcto desarrollo de su trabajo y el de sus compañeros en el laboratorio, en un ambiente de seguridad personal, previniendo potenciales accidentes.

Si tiene alguna duda, consulte a su profesor.

HÁBITOS DE TRABAJO EN EL LABORATORIO

- Siga el protocolo de trabajo indicado por el profesor; NO realice actividades por su cuenta o no autorizadas por el profesor.
- Nunca trabaje solo en el laboratorio; si debe realizar observaciones a experimentos de más de un día, coordínese con el encargado del laboratorio.
- No trabaje lejos del mesón, ni ponga objetos en su borde; pueden caerse y provocar un accidente.
- Verifique que el material que se le entregue esté en buen estado. El empleo de aparatos de vidrio rotos o trizados pueden hacer fracasar un experimento o bien puede causarle heridas. Evite accidentes.

EN CASO DE ACCIDENTES

ACCIDENTES - EN TODOS LOS CASOS AVISE AL PROFESOR.

- Si vierte cualquier ácido o producto corrosivo sobre la piel, lávese inmediatamente con abundante agua durante 10-15 minutos. Quítese la ropa y objetos mojados por el derrame.
- Si la salpicadura es en los ojos, emplee el lavaojos durante 10-15 minutos.
- Ácidos en la ropa: Si cae ácido en la ropa, aplique inmediatamente una solución de amoníaco.
- En cualquier tipo de incendio, cierre inmediatamente toda llave de salida de gas:
 - Fuego en la ropa: Cubra inmediatamente con una manta o con una toalla. Si es necesario, use la ducha de agua.
 - Incendio de reactivos: Cuando hay incendios en vasos o frascos de laboratorio, tape inmediatamente la boquilla de éstos con una plancha de asbesto o con una toalla húmeda. Para incendios mayores use el extinguidor de anhídrido carbónico.

UST®

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES

GENERALIDADES

Una etapa fundamental en el trabajo de laboratorio es la divulgación de los resultados obtenidos. Por ello, tras cada experiencia Ud. deberá confeccionar un informe de laboratorio, cuyas características fundamentales deben ser la objetividad, la claridad y la precisión del contenido. Utilice las siguientes normas generales en la elaboración de los informes:

- a) **INFORMACIÓN.** Sin dejar de ser conciso, ni perder la claridad, el informe debe contener el mayor número posible de informaciones sobre la actividad realizada y los resultados alcanzados. Se escribirá de manera organizada y comprensible para que el lector pueda entender inmediatamente los puntos esenciales del trabajo realizado.
- b) **DATOS Y RESULTADOS.** Todos los datos y resultados consignados en el informe deberán ir acompañados de las unidades correspondientes. Se deben confeccionar dos copias; una para preparar el informe y otra para entregar al profesor. Los resultados presentados en cada informe deben ser coherentes con los datos obtenidos. De lo contrario, el informe será evaluado con nota 1,0.
- c) **FORMATO.** El informe se presentará impreso por DOS caras y con hojas numeradas. Deberá utilizar tercera persona impersonal para redactar todo el informe. El formato de impresión es el siguiente:
 - Tamaño de hoja: carta.
 - Fuente: Arial, tamaño 11.
 - Alineación: Justificada.
 - Márgenes laterales, inferior y superior: 2,5 cm.

d) La extensión máxima del informe son 3 hojas (sin incluir portada y anexos). El formato de distribución de contenidos es el siguiente:

- Portada : Hoja 0
- Introducción : Hoja 1
- Procedimiento Experimental : Hoja 1
- Resultados : Hoja 2
- Discusión : Hoja 2-3
- Conclusiones : Hoja 3
- Referencias : Hoja 3
- Anexos : Hoja 4 en adelante.

e) **FIGURAS Y OTROS.** Figuras, tablas, gráficos y ejemplos de cálculo, deben ser incluidas en la sección de Anexo.

ESTRUCTURA DEL INFORME

El informe debe tener una extensión máxima de 3 hojas, sin incluir la portada y los anexos.

PORTADA

La estructura de la portada de cada informe debe tener los siguientes

INFORME DE LABORATORIO

Título del Trabajo Práctico:

Asignatura:

Nombre Autores, Grupo:
(Orden alfabético por Apellidos)

Nombre del Docente responsable y del ayudante:
.....

Fecha:.....

Figura 1. Ejemplo de portada de informe.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La introducción debe presentar brevemente la información que acerque el lector al tema (extensión máxima de 15 líneas). Esta información deberá estar basada en la literatura disponible y nunca copiada textualmente de una referencia. Como norma básica, siempre se debe exponer el tema desde lo general hasta lo particular, y los objetivos deben ser incluidos al final.

Deberá utilizar tercera persona impersonal en su redacción y utilizar la bibliografía de, al menos, dos libros distintos, la cual se colocará como indica la sección Referencias.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La elaboración de esta sección no es la copia del protocolo experimental de la guía de laboratorios, si no que describe el trabajo práctico paso a paso según el método y las técnicas utilizados por usted.

Debe especificar claramente cómo se procedió en el laboratorio y las modificaciones realizadas; debe registrar problemas o hechos fortuitos durante el desarrollo de las experiencias. No se debe realizar un listado de los materiales utilizados en el desarrollo del práctico, sino mencionarlos a medida que se describe cómo se realizó cada procedimiento durante el laboratorio.

Deberá utilizar tercera persona impersonal y tiempo verbal pasado para redactar esta sección.

RESULTADOS

Contiene una descripción ordenada y completa de todos los datos e información recopilados durante la experiencia. Los ejemplos de cálculo, tablas, gráficos y figuras deben ser citadas en el texto: Ej: Figura 1 (ver anexo).

Es muy importante que en esta sección solo se refiera a los datos obtenidos, y no se hagan relaciones con resultados esperados o comparaciones con referencias.

DISCUSIÓN

La discusión no debe considerarse una repetición de los resultados. Esta sección debe consistir en la explicación ordenada y sistemática de los

resultados obtenidos, así como también un análisis de los mismos, comparándolos con referencias conocidas y lo esperado por el grupo de trabajo. Es importante mencionar que un resultado negativo no es un resultado nulo, por lo que de ser ese el caso, se debe encontrar posibles explicaciones para el fenómeno y la forma de corregirlo.

Al desarrollar la discusión se podrá buscar las respuestas a las incógnitas planteadas originalmente en los objetivos, y se podrán relacionar las conclusiones obtenidas con las de otras experiencias.

Deberá utilizar tercera persona impersonal en su redacción y utilizar la bibliografía de, al menos, dos libros distintos, la cual se colocará como indica la sección Referencias.

CONCLUSIONES

Generalmente éstas son pocas y puntuales, y están directamente referidas a los objetivos del práctico. No coloque como conclusiones, afirmaciones (aunque correctas) que no sean consecuencia directa de los experimentos realizados.

REFERENCIAS

Consiste en un listado detallado de referencias bibliográficas y electrónicas, factibles de ser encontradas fácilmente para consulta. Un informe debe basarse al menos, en 3 referencias, de las cuales al menos 2 corresponderán a bibliográficas.

Recuerde que las referencias no solo debe colocarlas al final del informe. También deben estar citadas en el cuerpo del trabajo. Estas citas pueden ser con numeración latina entre paréntesis. Una de las metodologías de citación más utilizadas en ciencias es la establecida por la APA (American Psychological Association).

•Artículos de Revistas Científicas:

Debe ir el apellido del autor, seguido de una coma (,). Posteriormente se colocan las iniciales del nombre, seguidas de un punto si es el único autor, o de un punto y una coma (,) si son varios autores. Después de los autores se coloca el año de publicación entre paréntesis. Luego va el título del artículo, el nombre de la revista (con cursiva, y muchas veces abreviado), el volumen (en negrita) y finalmente la página inicial y la final.

Ej: Perez, T.D., Tamada, M., Sheetz, M.P., Nelson, W.J. (2008). Immediate-early signaling induced by E-cadherin engagement and adhesion. *J. Biol. Chem.* **283**, 5014-5022.

• **Libros:**

Se inicia con el nombre del autor o autores, luego el año de publicación entre paréntesis y el título del libro. Posteriormente se agrega el lugar de edición y la editorial. Si el libro no es la primera edición, ésta se incluye entre paréntesis luego del título.

Ej: Helfer, M., Keme, R., & Drugman, R. (1997). *The battered child* (5ta ed.). Chicago: University of Chicago Press.

• **Capítulos de un Libro:**

Se inicia con el nombre del autor o autores, luego el año y el título del capítulo. Luego se agrega “En” y se coloca el nombre del libro, las páginas entre paréntesis, el lugar de edición y la editorial.

Ej: Luban, D. (2000). The ethics of wrongful obedience. En *Ethics in practice: Lawyers’ roles, responsibilities, and regulation* (pp. 94-120). New York: Oxford University Press

• **Páginas Web:**

Para este caso, se deben citar la mayor cantidad disponible de detalles de estos elementos: Nombre del autor, fecha de publicación (si no se sabe, se agrega “n.d.”), título del documento (en cursiva) y la dirección URL.

Ej: Cain, A., & Burris, M. (1999, April). *Investigation of the use of mobile phones while driving*. Obtenido de

http://www.cutr.eng.usf.edu/its/mobile_phone_text.htm

Archer, D. (n.d.). *Exploring nonverbal communication*. Obtenido de <http://nonverbal.ucsc.edu>

ANEXOS

En esta sección se incluirán figuras, tablas, gráficos y ejemplos de cálculo. Cada uno de estos debe estar correctamente citado en el texto de RESULTADOS o DISCUSIÓN, cuando sea pertinente. No se debe olvidar que cada elemento añadido debe contener una pequeña nota explicativa al pie del mismo, y bajo ningún punto de vista debe colocar solo un compendio de gráficos fotografías o tablas.

- Gráficos: Deben incluir siempre su título, y los ejes deben estar claramente asignados. Si es pertinente, se debe denotar la unidad utilizada (Ej: tiempo en minutos; concentración en mM). Es

importante notar que muchas veces se deben graficar tendencias y no la unión de punto con punto.

- Tablas: También deben poseer un título y en ellas deben estar incluidas todas las variables, a manera de matriz. Es importante que si se realizan cálculos con los datos tabulados, se incluyan los datos crudos (en muchas ocasiones un ejemplo de cálculo también es deseable).
- Observaciones de microscopía: Debe presentarse un dibujo de la muestra observada, indicando claramente el nombre y los aumentos utilizados. Se debe describir lo observado con claridad, aduciendo las tinciones con que su muestra fue tratada. Ya sea que se presente un dibujo o una fotografía, estos deben indicar también el aumento particular utilizado para su obtención.

RÚBRICA PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE INFORMES

La rúbrica es una herramienta que te ayudará a elaborar buenos informes. Ésta considera todos los componentes que debe traer un informe, así como las evaluaciones correspondientes. Utilízala adecuadamente.

Rúbrica para evaluación de laboratorios

Criterios generales del informe				Puntaje
Formato de informe	No respeta las instrucciones, presentes en la guía para la confección de informes. (0 pto)	Se respeta parcialmente las instrucciones, presentes en la guía para la confección de informes. (0,2 pto)	Confecciona <u>todo</u> el informe según las normas exigidas en la guía de laboratorio. (0,5 ptos)	
Faltas de ortografía	Presenta un número <u>mayor a 10</u> faltas de ortografía. (0 pto)	Presenta un número <u>menor o igual</u> a 10 faltas de ortografía. (0,5 ptos)		
Introducción y objetivos				
Redacción de la Introducción	No entrega una visión general del tema a estudiar, o realiza una copia textual de la guía y/o páginas de internet. (0 pto)	Entrega una visión general del tema a estudiar, sin marco teórico y sin referencias. (0,3 ptos)	Entrega una visión general del tema a estudiar, con un marco teórico apoyado en al menos una referencia. (0,5 ptos)	Entrega una descripción general del tema, basada en la literatura disponible, la cual es citada en la sección "Referencias Bibliográficas". (0,7 ptos)
Objetivos generales y/o específicos	No se explicitan, o no tienen relación con las actividades realizadas.	Son una copia literal de la guía o están redactados incorrectamente.	Son una leve modificación de los objetivos ejemplificados en la guía.	Son originales y acordes a las actividades propuestas.

	(0 pto)	(0,1 pto)	(0,2 ptos)	(0,3 ptos)
Metodología				
Elaboración del procedimiento experimental	Es una copia del protocolo experimental presente en la guía, en informes de semestres anteriores, describe los procedimientos sin coherencia. (0 pto)	Describe en forma incompleta el procedimiento experimental sin considerar métodos y técnicas utilizadas, o no menciona materiales utilizados. (0,1 pto)	Describe forma incompleta el procedimiento experimental considerando materiales, métodos y técnicas utilizadas. (0,3 ptos)	Describe el procedimiento experimental realizado completo, considerando materiales, métodos y técnicas utilizadas en el laboratorio. (0,5 ptos)
Resultados (1)				
Registro escrito de las observaciones recopiladas en las actividades	Es plagio total o parcial, o no los presenta. (0 pto)	Describe de manera desordenada unos pocos resultados, o no hace referencia a las figuras, tablas o ejemplos de cálculos del anexo. Los datos no contemplan unidades.	Describe de manera ordenada gran parte de la información obtenida, y hace referencia a las figuras, tablas o ejemplos de cálculos del anexo. Solo	Describe de manera ordenada y completa toda la información obtenida, haciendo referencia a las figuras tablas o ejemplos de cálculos del anexo. Todos los

		(0,2 ptos)	algunos datos incluyen unidades (0,3 ptos)	datos incluyen unidades (0,5 ptos)	
Resultados (2)					
Confección de figuras (imágenes, tablas, cuadros y/o cálculos) obtenidas en las actividades	Presenta sólo una aproximación de las figuras, sin descripción, o presenta figuras que no corresponden a sus observaciones en el laboratorio. (0 pto)	Las figuras no presentan título o una breve descripción, o éstas son erróneas o incompletas (rótulos, unidades, escala, tamaño). (0,2 ptos)	Las figuras están elaboradas en forma incompleta (rótulos, unidades, escala, tamaño) o no tienen real coherencia con lo observado. (0,3 ptos)	Las figuras presentan título, breve descripción de su representación y están correctamente elaboradas (rótulos, unidades, escala, tamaño, color). (0,5 ptos)	
Discusión					
Análisis de resultados	Sólo describe los resultados obtenidos o realiza un análisis erróneo de los mismos. (0 pto)	Analiza sólo algunos de los resultados obtenidos y no los compara con bibliografía pertinente. (0,5 ptos)	Analiza los resultados obtenidos y esperados sin contextualizarlos ni proyectarlos en un marco teórico pertinente, fundamentado en	Analiza todos los resultados obtenidos y esperados y realiza proyecciones contextualizadas en un marco teórico pertinente, fundamentado en	

			al menos una referencia. (1,0 pto)	al menos dos referencias de distinto autor. (1,5 pto)
Conclusiones				
Elaboración de conclusiones	Resume o discute los resultados obtenidos. (0 pto)	No se relacionan con los objetivos planteados o son erróneas. (0,2 pto)	Se relacionan sólo con algunos de los objetivos planteados. (0,3 pto)	Son originales y se relacionan con los objetivos planteados y la discusión. (0,5 pto)
Referencias				
Referencias bibliográficas	Escribe referencias sin considerar el formato solicitado. (0 pto)		Escribe <u>todas</u> las referencias de acuerdo al formato. (0,5 pto)	
				TOTAL Suma de puntaje
				NOTA FINAL Puntaje + punto base

Guía de Laboratorio N°1

CAMPO Y POTENCIAL ELÉCTRICO

INTRODUCCION:

Los cuerpos cargados eléctricamente perturban el espacio que los rodea. Esta alteración se representa de dos formas distintas siguientes:

CAMPO ELECTRICO E: Entidad vectorial de la siguiente forma:

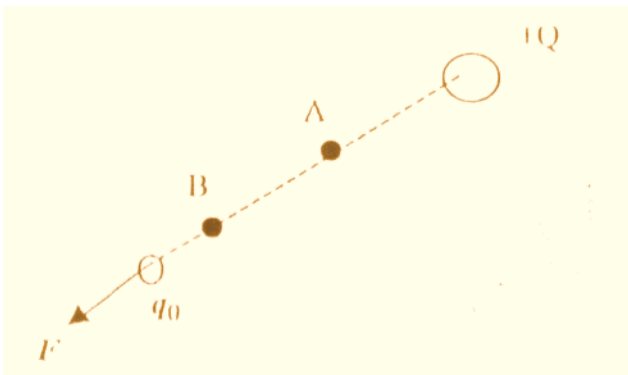
$$E = F / q_0$$

Donde las fuerzas que existen es entre las cargas $+Q$ y una carga q_0 como se ve en la figura.

POTENCIAL ELECTRICO ΔV (1): Entidad escalar asociada a la energía de la siguiente forma:

$$\Delta V \equiv V_{ab} = \Delta U_{ab} / q_0 = V_b - V_a$$

Donde ΔU_{ab} es el cambio de la energía potencial electrostática al trasladar la carga de prueba q_0 desde el punto A al B y $\Delta V \equiv V_{ab}$ es la diferencia de potencial (o diferencia de voltaje) entre los puntos A y B.



El objetivo de la EXPERIENCIA I es el estudio de las líneas **Equipotenciales**, que son líneas que unen puntos de igual potencial y a partir de éstas bosquejar las líneas de **Campo Eléctrico**.

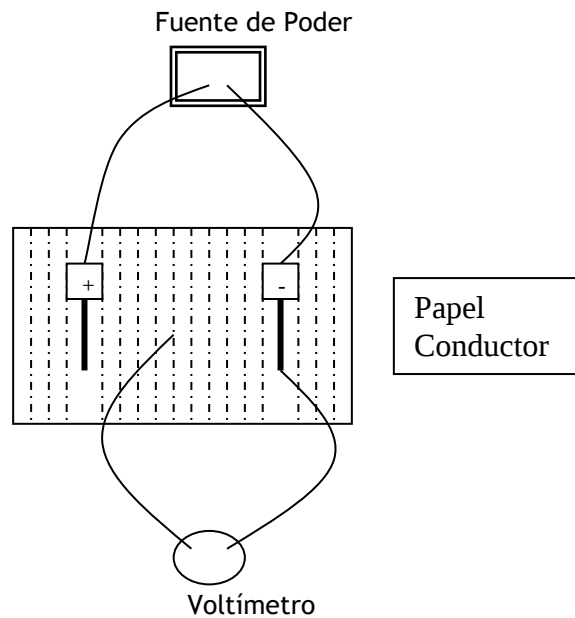
El objetivo de la EXPERIENCIA II es estudiar la variación del potencial con la distancia y comprobar que el campo eléctrico y el potencial eléctrico se relacionan según: $E = -\Delta V$

MATERIALES:

Fuente de poder
Papel conductor
Voltímetro
Panel de corcho
Clavijas
Cables de conexión

EXPERIENCIA 1:

i) Monte el equipo como se indica en el diagrama:



- ii) Mida el voltaje en tomo a las líneas conductoras y registre los puntos de igual voltaje. Detecte por lo menos dos líneas equipotenciales para las siguientes configuraciones: a) líneas paralelas b) circunferencias concéntricas y c) línea con circunferencia
- iii) Una los puntos de igual potencial, obteniendo las líneas equipotenciales y esboce la línea de campo eléctrico, que son perpendiculares a las anteriores.

EXPERIENCIA 2:

- i) Con el mismo montaje anterior, para un par de placas paralelas, mida y registre el potencial (voltaje) en función de la distancia.
- ii) Realice una tabla y un gráfico del potencial (voltaje) versus la distancia. Para que el gráfico sea decreciente mida desde el terminal positivo al negativo.
- iii) Obtenga la relación funcional del potencial (voltaje) en función de la distancia.
- iv) Obtenga el campo eléctrico a partir del potencial (voltaje).

EXPERIENCIA 3:

- i) Repita el procedimiento anterior para dos circunferencias concéntricas. Coloque el terminal
Positivo en la circunferencia interior.

BIBLIOGRAFIA:

Serway, Raymond; Física Volumen II
Halliday Resnick; Física
Alonso y Finn; Física Volumen II

**Guía de Laboratorio N°2
Jaula de Faraday**

Guía de Laboratorio N°3

Medición de tensión y Corriente en circuitos con resistencias

Introducción

Todo circuito compuesto por una fuente y resistencias puede descomponerse en dos básicos, estos son, la conexión en serie y la conexión en paralelo de las resistencias que lo componen.

a.- Conexión en serie:

La figura muestra tres resistencias y una fuente conectadas en serie. La resistencia equivalente, de tres resistencias conectadas en serie la podemos obtener de la siguiente manera:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Para más de tres resistencias se tiene:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$$

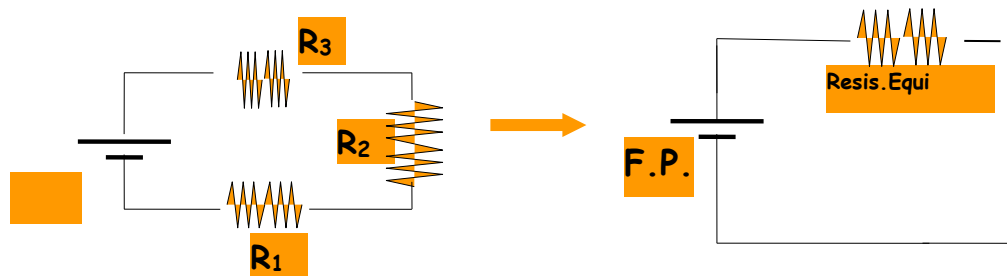


Fig.N°1

b.- Conexión en paralelo:

La resistencia equivalente, de tres resistencias conectadas en paralelo la podemos obtener de la siguiente manera:

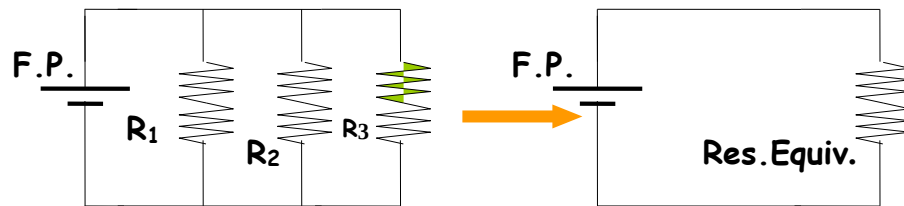


Fig.Nº2

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

Generalizando a más de tres resistencias:

$$R_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \dots}$$

Objetivo

El objetivo de este trabajo es comenzar a experimentar con las variables que definen el funcionamiento de un circuito eléctrico.

Materiales:

Tablero de conexiones.
Multímetro
Resistencias
Fuente de poder variable 0-30 volt

a) Circuitos con resistencias

Procedimiento

Selecciona tres resistencias del mismo valor. Anota su código de colores en la tabla 4.1. Llamaremos a las resistencias: R1, R2 y R3.

Determina el valor de las resistencias utilizando el código de colores. Anota este valor en la columna Resistencia Codificada de la tabla 4.1. Anota el valor de la tolerancia según lo indica el color en la columna correspondiente.

Utiliza el multímetro para medir el valor de las resistencias y anota estos valores en la tabla (Resistencia Medida).

Determina el porcentaje experimental de error de cada resistencia y anótalo en la columna apropiada.

$$\% \text{ de Error} = [(\text{Medido} - \text{Codificado}) / \text{Codificado}] \times 100\%$$

	Colores				Resistencia	Resistencia	% de	Tolerancia
	1°	2°	3°	4°	Codificada	Medida	Error	
R1								
R2								
R3								

Tabla 4.1

Conecta las tres resistencias en SERIE como en la figura 4.1 utilizando los resortes del tablero. Mide los valores de resistencia en las combinaciones indicadas en el diagrama de la figura 4.1 conectando las puntas del multímetro en las extremos de las flechas.

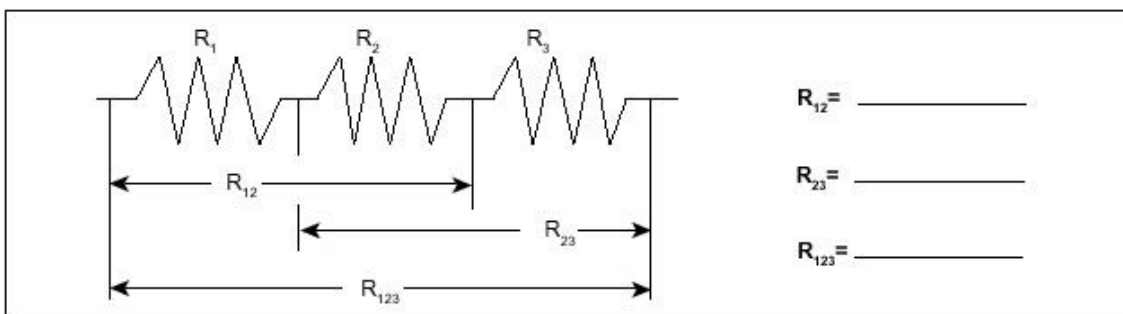


Figura 4.1: Circuito Serie

Construye un circuito paralelo (figura 4.2), primero con dos resistencias y luego utiliza las tres resistencias. Mide y anota los valores para este circuito.

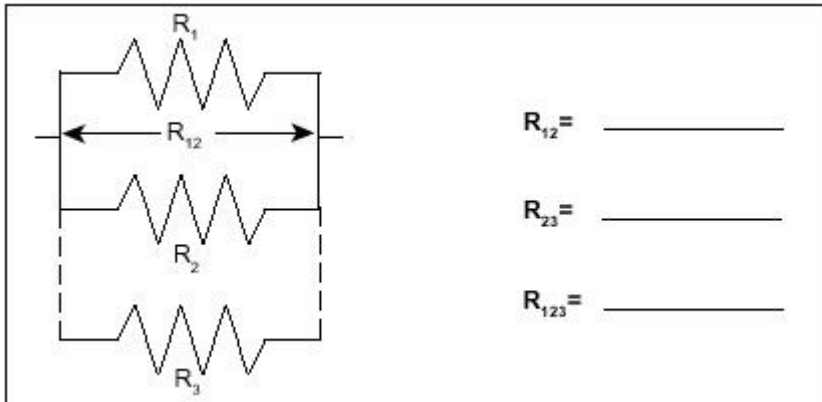


Figura 4.2 Circuito Paralelo

Intenta deducir una regla para el cálculo del valor de resistencia de un circuito Serie y uno Paralelo.

Conecta las resistencias de manera tal de formar el circuito mixto que indica la figura 4.3. ¿Concuerdan los valores de esta medición con la regla enunciada anteriormente?

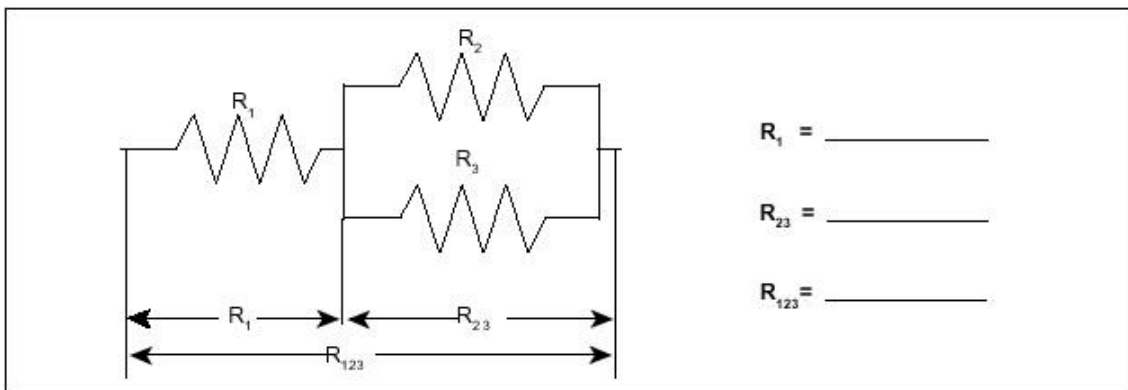


Figura 4.3 Circuito Mixto

Selecciona tres resistencias de diferente valor. Repite los pasos 1 a 8 y anota los datos en los espacios de la hoja siguiente. Observa que a estas nuevas resistencias las hemos llamado RA, RB, RC.

	Colores				Resistencia Codificada	Resistencia Medida	% de Error	Tolerancia
	1°	2°	3°	4°				
RA								
RB								
RC								

Tabla 4.2

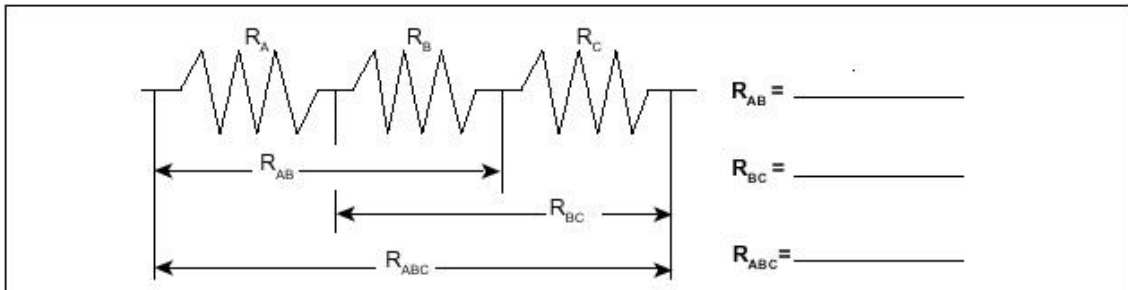


Figura 4.4 Circuito Serie

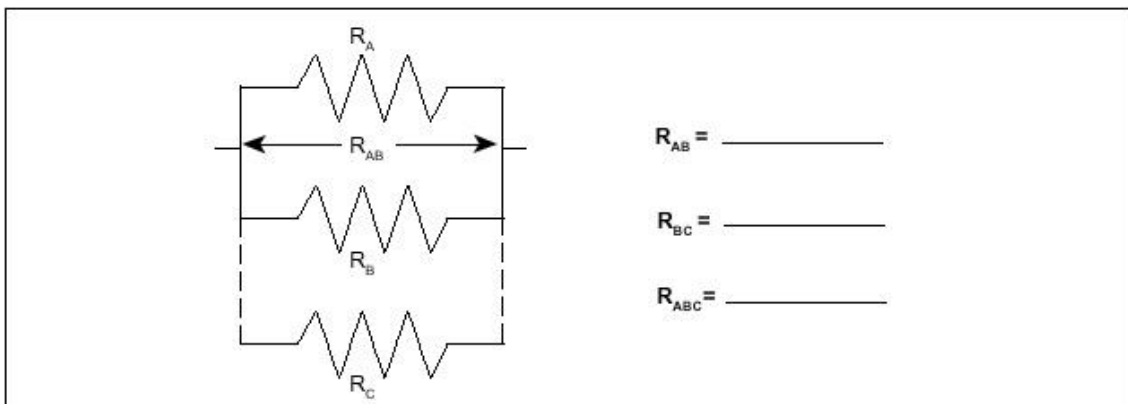


Figura 4.5 Circuito Paralelo

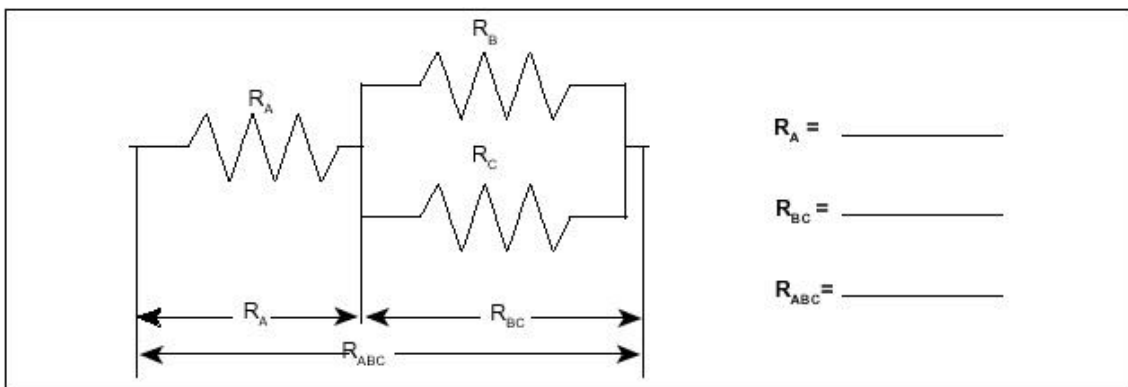


Figura 4.6 Circuito Mixto

Conclusiones

- ¿Cuál es la relación entre el % de error y la tolerancia de fabricación de tus resistencias?
- ¿Cuál es la regla aparente para la combinación de resistencias del mismo valor en circuitos serie, y en circuitos paralelo? Cita ejemplos de tus mediciones.
- ¿Cuál es la regla aparente para la combinación de resistencias de diferente valor en circuitos serie, y en circuitos paralelo? Cita ejemplos de tus mediciones.
- ¿Cuál es la regla aparente para calcular la resistencia total cuando sumamos resistencias en serie, y en paralelo? Cita ejemplos de tus mediciones.

b) Medición de Tensiones en los Circuitos.

Procedimiento

Conecta las tres resistencias del mismo valor que utilizaste en el experimento 4 en serie (figura 5.1). Con dos cables conecta las pilas, presta atención que cable debes conectar al terminal positivo y cual al negativo.

Utiliza el multímetro para medir la tensión (Tensión) en cada resistencia y en las combinaciones indicadas en la figura 5.1. Ten cuidado con la polaridad de las puntas del multímetro (rojo es positivo, negro es negativo). Toma nota de tus mediciones.

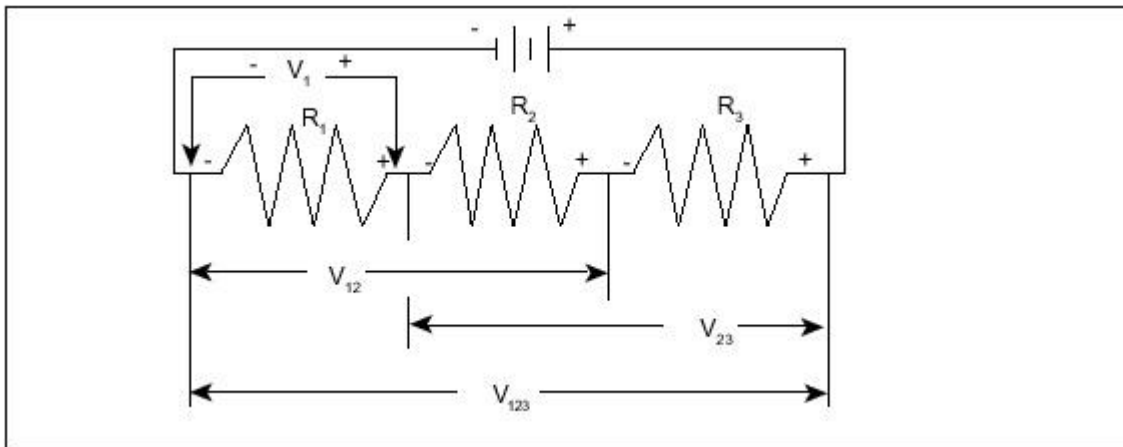


Figura 5.1

R1		V1	
R2		V2	
R3		V3	
R12		V12	
R23		V23	
R123		V123	

Ahora implementa el circuito paralelo de la figura 5.2 utilizando las mismas resistencias. Mide el tensión en cada una de las resistencias y las combinaciones y toma nota. Ten cuidado con las polaridades.

Nota: Deja conectados las tres resistencias mientras realizas las mediciones.

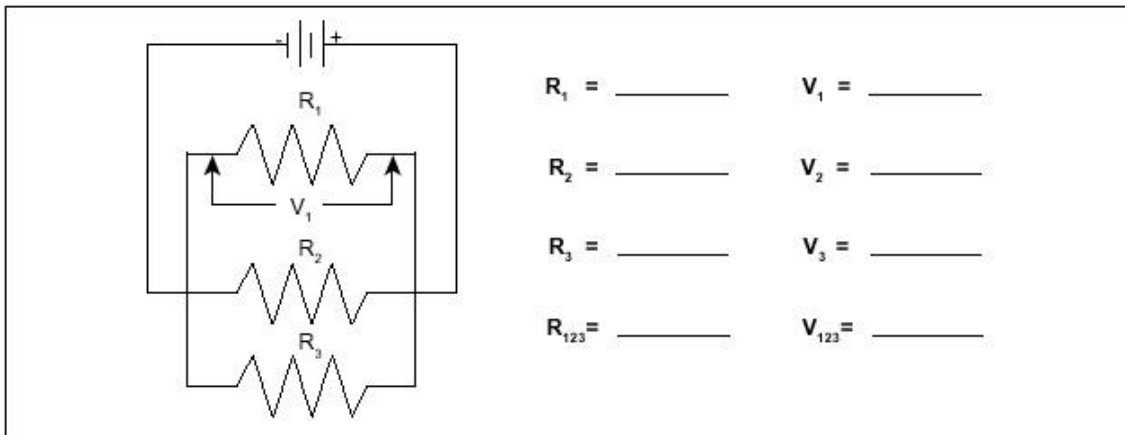


Figura 5.2

Conecta las resistencias formando el circuito mixto de la figura 5.3. Realiza las mediciones y toma nota.

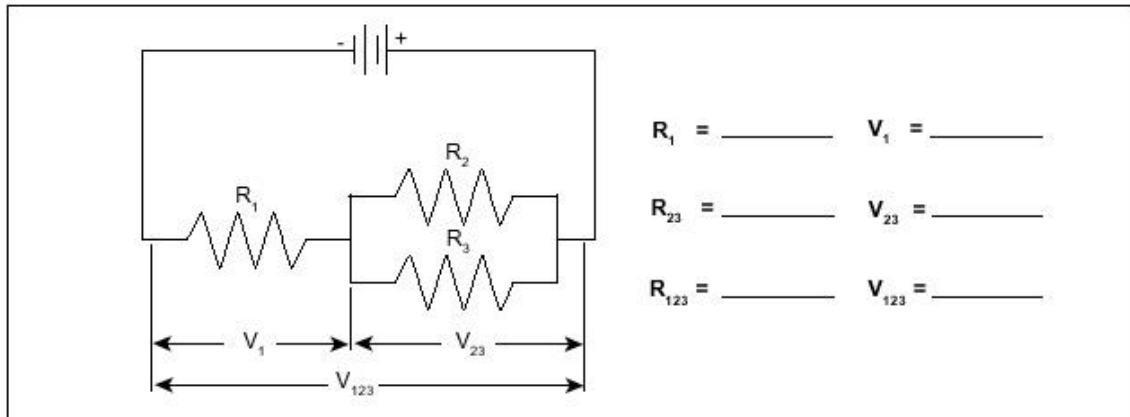


Figura 5.3

Utiliza las tres resistencias de diferentes valores que utilizaste en el experimento 4 (R_A , R_B , R_C) para construir los siguientes circuitos. Realiza las mismas mediciones de los pasos 1 a 4.

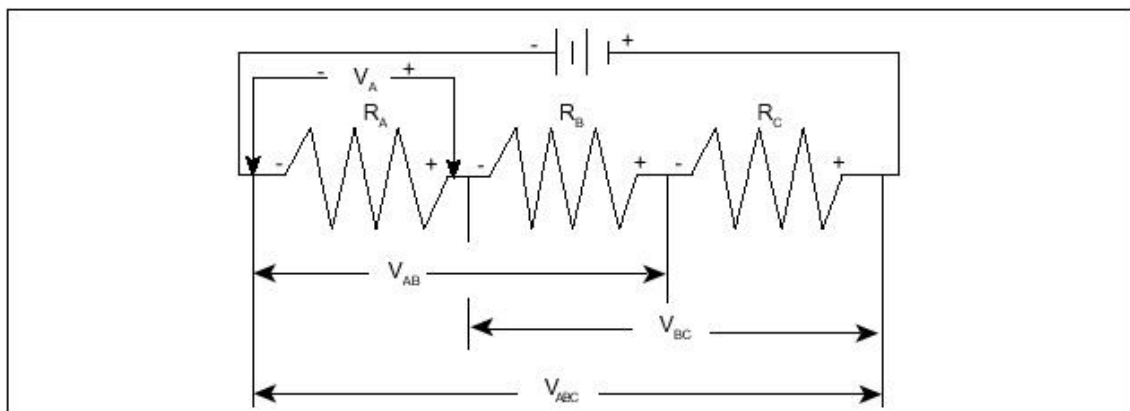


Figura 5.4 Circuito Serie

RA		VA	
RB		VB	
RC		VC	
RAB		VAB	
RBC		VBC	
RABC		VABC	

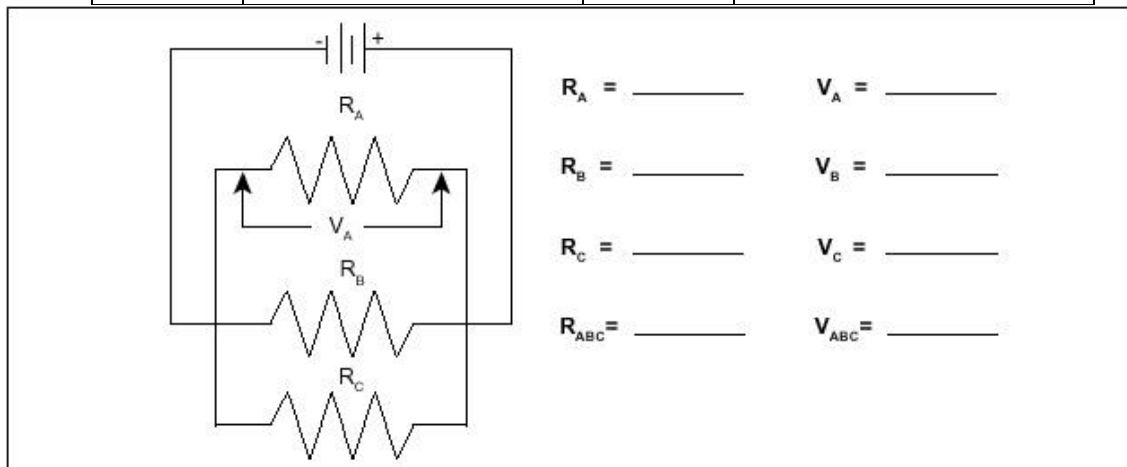


Figura 5.5 Circuito Paralelo

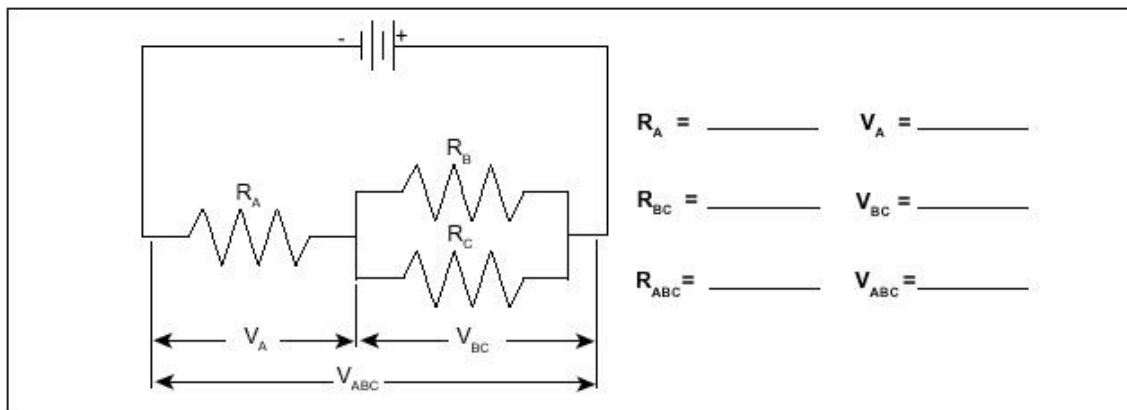


Figura 5.6 Circuito Combinado

Conclusiones

- En base a los datos que obtuviste en la tabla del circuito serie (figura 5.1), en qué forma se distribuye la tensión en circuitos serie con resistencias de igual valor. De acuerdo a los datos que ingresaste en la tabla de la figura 5.4, de qué forma se distribuye la tensión en circuitos serie con resistencias de distintos valores. Hay alguna relación entre el valor de la resistencia y la tensión resultante.
- Utilizando los datos de la figura 5.2, de qué manera se distribuye la tensión en un circuito paralelo con resistencias del mismo valor. En base a los valores obtenidos del circuito de la figura 5.5, de qué manera se distribuye la tensión en circuitos paralelo con resistencias de diferentes valores. Hay alguna relación entre el valor de la resistencia y la tensión resultante.
- En el circuito mixto, la distribución de la tensión, ¿sigue la misma relación que en los circuitos puramente serie o paralelo? Si no es así, enuncia la regla que tu ves en la operación de estos circuitos.

c) Medición de Corrientes en los Circuitos.

Procedimiento

Conecta las mismas resistencias de los experimentos 4 y 5 en el circuito serie de la figura 6.1, utiliza dos cables para conectar las pilas en los extremos del circuito serie. Presta especial atención a la polaridad de las pilas.

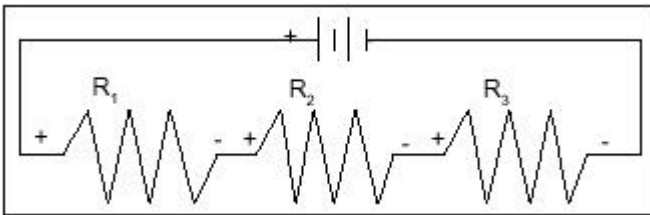


Figura 6.1

Conecta las puntas del multímetro de manera tal que puedas medir corriente. Debes usar la escala que mide hasta 200mA. Sigue las indicaciones de la figura 6.2 para conectar correctamente las puntas según la polaridad de las pilas. Para medir corriente debes interrumpir el circuito y hacer que la corriente circule por el multímetro. Desconecta el cable del terminal positivo de la pila y conéctalo a la punta roja del multímetro. Conecta la punta negra del multímetro a la resistencia R1 donde estaba conectado el cable. Anota tus mediciones en la tabla como I_0 .

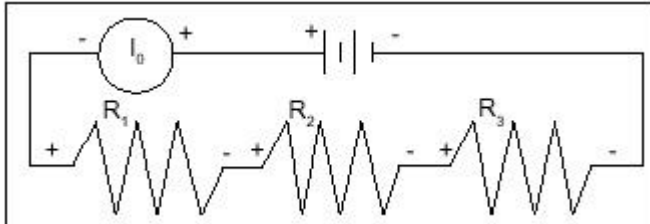


Figura 6.2

Ahora conecta el multímetro en las diferentes posiciones indicadas en la figura 6.3, interrumpiendo cada vez el circuito y tomando nota de las mediciones. Completa la tabla 6.1.

Nota: deberás introducir en la tabla los valores de los experimentos 4 y 5.

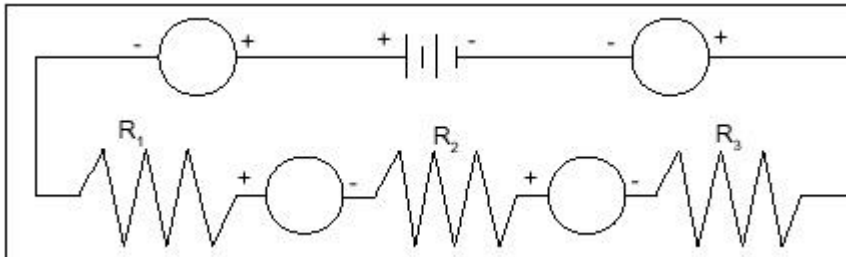


Figura 6.3

R1		I1		V1	
R2		I2		V2	
R3		I3		V3	
R12				V12	
R23				V23	
R123		I0		V123	

Tabla 6.1

Implementa el circuito paralelo de la figura 6.4 usando las tres resistencias. Sigue las mismas indicaciones del paso 2 para conectar el multímetro para medir corriente. Conecta primero el multímetro entre el terminal positivo de la pila y la unión de las resistencias para medir I_0 . Luego interrumpe cada brazo del circuito paralelo para medir la corriente en cada uno de ellos. Toma nota de tus mediciones en la tabla 6.2.

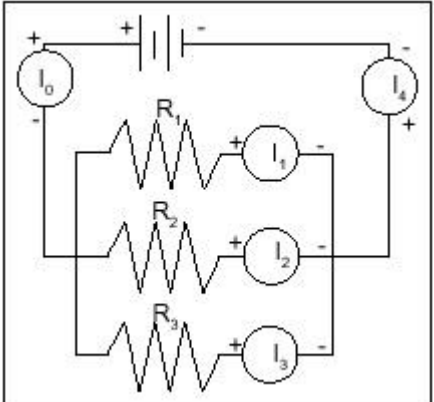
$R_1 =$	$I_1 =$	$V_1 =$	
$R_2 =$	$I_2 =$	$V_2 =$	
$R_3 =$	$I_3 =$	$V_3 =$	
$R_{123} =$	$I_4 =$	$V_{123} =$	
	$I_0 =$		

Tabla 6.2

Conclusiones

- En base a los datos de la tabla 6.1, en qué forma varía la corriente en un circuito serie. A esta altura debes ser capaz de describir las características de la corriente, la tensión y la resistencia en un circuito serie.
- Según la tabla 6.2 de qué manera se distribuye la corriente en un circuito paralelo? Describe las características de corriente, tensión y resistencia de un circuito paralelo.

Guía de Laboratorio N°4

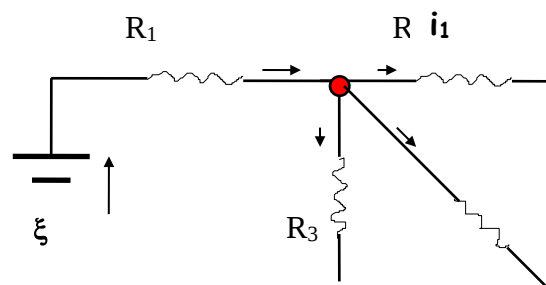
Leyes de Kirchhoff

Circuitos mixtos

Se tiene un circuito mixto cuando los elementos que lo componen están conectados de tal modo que algunos de ellos se encuentran en serie y otros en paralelo, ya sea respecto de la o las fuentes de alimentación o entre sí.

En este tipo de circuitos la determinación de la resistencia equivalente resulta sencillo cuando se utiliza un método para encontrar la corriente en cada rama, conociendo la **Fuerza electromotriz ξ (fem)** de la fuente y los valores de todas las resistencias.

En la figura el punto que conecta a las resistencias de esa zona se le llama **NUDO**, a dicho punto llega la corriente i_1 (según el sentido indicado) la cual pasa por R_1 , distribuyéndose a través de R_2 , R_3 y R_4 .



No hay acumulación de cargas en dicho nudo y en ninguno de los que existan en el circuito, la rapidez con que llegan al o a los nudos debe ser la misma que la rapidez con que salen de él o de ellos. Este es el **principio de Conservación de la carga**. (Estas no se crean ni se destruyen), siendo ésta la Primera Ley de Kirchhoff, (ley de nudos) representada como:

“La suma de las corrientes que llegan a un nudo es igual a la suma de las que salen de él”.

$$\sum_j i_j = 0$$

La fem, es la que entrega energía al sistema, la cual no se pierde sino que se transforma en otro tipo.

La **fem** es responsable de hacer el trabajo necesario para mantener circulando los portadores de carga en el circuito, esto es, para que las cargas vayan de un punto de bajo potencial a uno de alto potencial.

Entonces, para que la **fem** mueva un dq , realiza un trabajo dW , donde;

$$dW = \mathcal{E} dq \quad \text{pero } dq = idt,$$

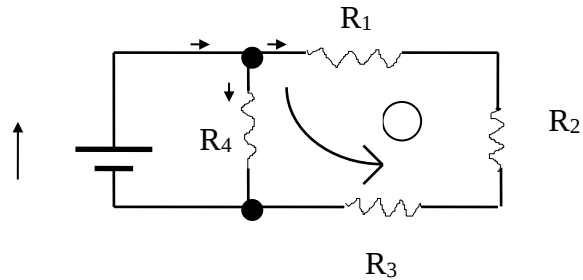
$$dW = \mathcal{E} idt$$

La fem, por lo tanto, entrega energía al sistema, la que no se pierde sino que se transforma en otro tipo.

En la figura el trabajo realizado por la o las fuentes de alimentación resulta ser igual al calor generado en las resistencias presentes debido al efecto Joule.

Esto significa que la suma de los cambios de potencial existentes al recorrer el circuito debe ser cero.

Esto representa **La ley de Conservación de la energía** (ley de mallas) o Segunda Ley de Kirchhoff.



En general:
$$\sum_1^n \mathcal{E} - \sum_1^n iR = 0$$

Esta ecuación se aplica a cualquier trayectoria cerrada (malla). Podemos observar que en la última figura, la configuración compuesta por R1, R2, R3 y R4 genera una malla.

La regla de las mallas indica que:

“La suma de los cambios de potencial que se encuentran al recorrer el circuito completo, debe ser cero”.

Para estudiar estas dos leyes es posible adoptar un método, cuyos pasos Serían:

- 1.- Identificar los nudos y mallas existentes en el circuito.
- 2.- Decidir el sentido de recorrido de la corriente para cada malla (arbitrario). El sentido adoptado se asume como positivo.
- 3.- El número de mallas a estudiar depende del número de corrientes incógnitas. Es decir, tantas ecuaciones como incógnitas existan.
- 4.- Cautelar el orden de recorrido de la corriente, tanto en nudos como en mallas de acuerdo a los signos de la o las fem que en el circuito existan y de las caídas de tensión iR en cada resistencia.

No es necesario que nuestra elección del sentido de recorrido sea correcta ya que si una corriente resulta negativa. Esto solo significa que su sentido es opuesto al elegido.

Las caídas de tensión iR son positivas si el sentido de recorrido de la malla coincide con el sentido asignado a la corriente por medio de pequeñas flechas.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es demostrar experimentalmente las leyes de Kirchhoff.

Materiales:

Tablero de conexiones.

Fuente de poder variable 0-30 volt

Cables de conexión.

Resistencias

Multímetro digital

Procedimiento

Implementa el circuito de la figura 7.1a utilizando cualquier resistencia de las que dispones salvo la de 10Ω . Utiliza la figura 7.1b como referencia junto con la figura 7.1a para medir y anotar los valores. Anota en la tabla los valores de las resistencias. Sin que circule corriente (las pilas desconectadas) mide la resistencia total del circuito entre los puntos A y B.

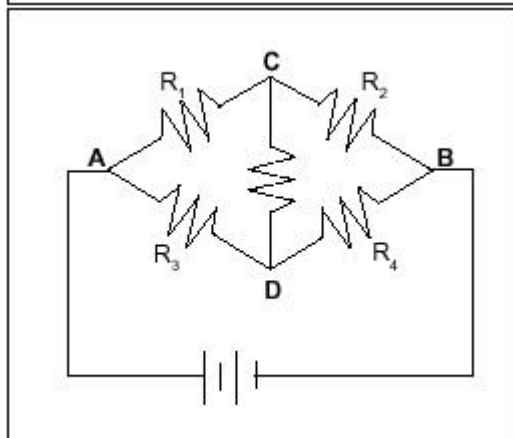
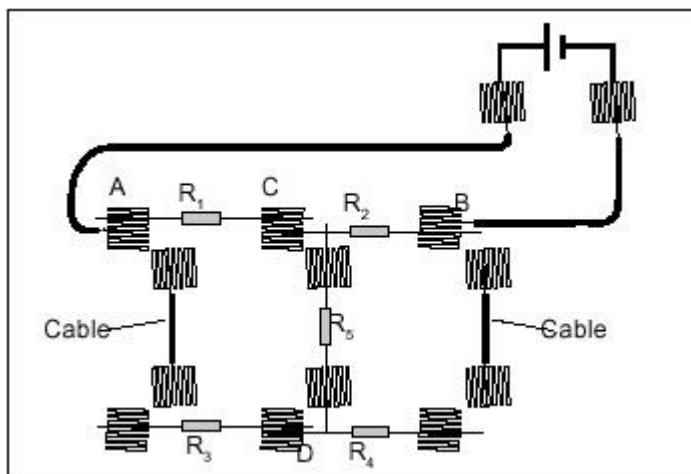


Figura 7.1a

Figura 7.1b

Con el circuito conectado a las pilas, y la corriente circulando, mide las tensiones en cada una de las resistencias y toma nota de los valores en la tabla. En el diagrama circuital de la figura 7.1b indica que terminal de la resistencia es positivo respecto del otro marcando con “+” en ese terminal.

Ahora mide la corriente que circula por cada resistencia. Interrumpe el circuito y coloca el multímetro en serie para obtener la corriente. Asegúrate de medir y anotar todas las corrientes individuales y la corriente total que ingresa o sale del circuito, I_T .

Resistencia, Ω	Tensión, Volts	Corriente, mA
R1	V1	I1
R2	V2	I2
R3	V3	I3
R4	V4	I4
R5	V5	I5
RT	VT	IT

Análisis de los datos

- Determine el flujo neto de corriente que ingresa o egresa de cada nodo del circuito.
- Determine la caída de tensión a lo largo de por lo menos 3 mallas del circuito. Recuerda que si la tensión aumenta, toma el valor como positivo (+), y si la tensión disminuye, toma este valor como negativo (-).

Conclusiones

- Utiliza los resultados experimentales para analizar tu circuito según las leyes de Kirchhoff. Compara los resultados analíticos con tus mediciones para fundamentar tus conclusiones.

Guía de Laboratorio N°5

CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR

INTRODUCCION

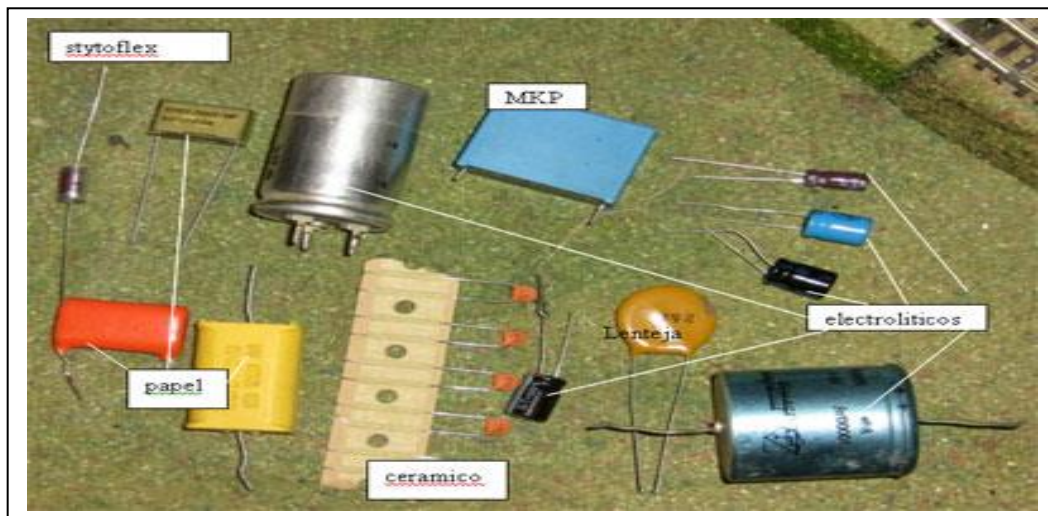
Los condensadores son dispositivos eléctricos que permiten almacenar carga eléctrica entre sus placas y esta carga eléctrica almacenada se puede transformar en energía eléctrica. Estos dispositivos se representan mediante la siguiente simbología convencional:

La relación entre la carga (Q) y el potencial (V) se denomina capacidad (C).

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


La unidad para medir la capacidad del condensador es el faradio (F) y generalmente se usa el microfaradio ($1 \mu F = 10^{-6} F$).

La figura adjacente muestra una serie de condensadores comerciales



Para estudiar la carga y descarga de un condensador se necesita de una fuente de poder, que es la que proporciona la energía que éste almacenara.

El control tanto de la carga como descarga de un condensador está en función de la capacidad de un condensador y la resistencia eléctrica del circuito, la que se conoce como constante de tiempo del circuito.

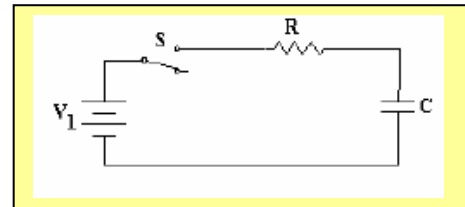
Al montar un circuito que contenga un solo condensador y una fuente de poder de corriente continua, se observa que el proceso de carga del condensador es casi instantáneo, para que el proceso de carga ocurra más lentamente se debe agregar una resistencia eléctrica al circuito.

Carga del condensador.

El circuito de la figura permite cargar lentamente el condensador C .

La resistencia R limita la corriente i de carga. Si al momento de cerrar el interruptor S (instante $t = 0$) el condensador C está descargado, el voltaje V_C del condensador evoluciona según la siguiente ecuación:

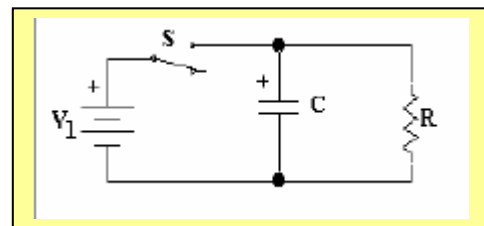
$$V_C = V_1 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$



Descarga del condensador.

El circuito de la figura permite descargar el condensador C a través de la resistencia R .

El proceso de descarga se inicia al abrir el interruptor S .



La resistencia R limita la corriente i de descarga. Cuando el interruptor S está cerrado, el condensador C y la resistencia R tienen el voltaje V_1 de la fuente de alimentación.

Al abrir el interruptor S (instante $t = 0$) el condensador se descarga a través de R y su voltaje varía con el tiempo según la ecuación:

$$V_C = V_1 e^{-\frac{t}{RC}}$$

Objetivo

El objetivo de este trabajo es determinar el comportamiento de los capacitores en un circuito RC. También analizaremos las diferentes maneras de combinar los capacitores.

Materiales:

Tablero de conexiones.
Fuente de poder
Cables de conexión.
Capacitores
Resistencias
Cronómetro
Multímetro Digital (impedancia de entrada de $10M\Omega$)

Procedimiento

Implementa el circuito de la figura 8.1 utilizando una resistencia de $100K\Omega$ y un capacitor de $100\mu F$. Utiliza uno de los resortes del conector para transistores como llave interruptora. Conecta el multímetro de acuerdo a la polaridad indicada. Utiliza la escala para medir tensión de 2VDC.

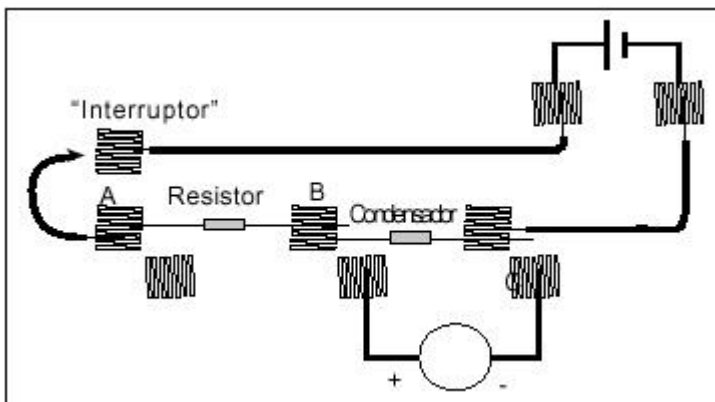


Figura 8.1

Comienza sin tensión en el capacitor y el cable de la llave interruptora desconectado. Si hay una tensión remanente en el capacitor utiliza un cable para cortocircuitar los dos terminales. (Toca con un cable los puntos B y C del circuito para descargar el capacitor) Cierra la llave colocando el cable en el resorte. Observa la tensión en el capacitor que lees en el multímetro. Como describirías la manera en que varía la tensión.

Si abres la llave quitando el cable, la tensión en el capacitor permanece en ese valor, con una pequeña caída a medida que transcurre el tiempo. Esto indica que la carga que pusiste en el capacitor no tiene manera de circular para neutralizar el exceso de cargas en las placas del capacitor.

Conecta un cable entre los puntos A y C en el circuito, permitiendo que la carga circule a través de la resistencia. Observa la tensión medida mientras que se descarga el capacitor. ¿Cómo describirías la forma en que disminuye la tensión? Realiza un gráfico que represente la tensión en función del tiempo para la forma en que sube la tensión a medida que el capacitor se carga y otro para forma en que disminuye la tensión mientras se descarga el capacitor.

Repite los pasos 3 a 5 para comprender el proceso de carga y descarga de un capacitor en un circuito RC.

Repite los pasos 3 a 5, esta vez mide y toma nota del tiempo que toma al capacitor cargarse de 0V a 0.95V (t_c). Y el tiempo necesario para descargarse (t_d) de 1.5V a 0.55V. Anota los tiempos junto con los valores de la resistencia y el capacitor en la tabla 8.1.

Medición	Resistencia	Capacidad	t_c	t_d
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Reemplaza el capacitor de $100\mu\text{F}$ por uno de $330\mu\text{F}$. Repite el paso 7 anotando los datos en la tabla. Si dispones de un tercer capacitor, utilízalo y repite el paso 7. Vuelve a colocar el capacitor de $100\mu\text{F}$, pero esta vez coloca una resistencia de $220\text{K}\Omega$. Repite el paso 7. Si dispones de una tercer resistencia, utilízala y repite el paso 7.

- ¿Qué efecto tiene aumentar la capacidad en el tiempo de carga y descarga? ¿Qué relación matemática existe entre la capacidad y el tiempo?
- ¿Qué efecto tiene aumentar la resistencia en el tiempo de carga y descarga? ¿Qué relación matemática existe entre la resistencia y el tiempo?
- Vuelve a colocar la resistencia de $100\text{K}\Omega$, pero ahora utiliza el capacitor de $100\mu\text{F}$ en serie con el de $330\mu\text{F}$. Repite el paso 7 anotando los datos en la tabla 8.2.

Repite el paso 7, pero con los capacitores en paralelo, anota los resultados en la tabla 8.2.

$R = ______ C1 = ______ C2 = ______$

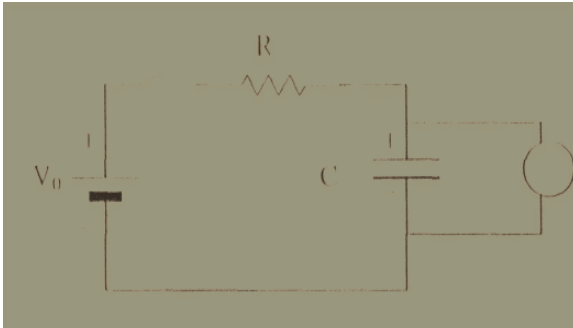
Tipo de Circuito	T_c	T_d
Serie		
Paralelo		

Tabla 8.2

Nota: ¿Cuál es el efecto de la capacidad total si los capacitores están en serie? ¿Y cuál en paralelo? Observa la tabla 8.2.

b) Carga y Descarga de un condensador

MONTAJE CARGA:



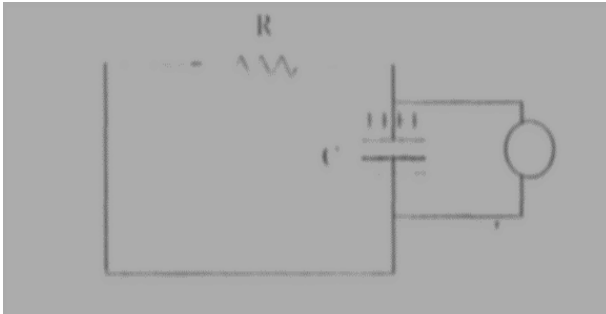
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE CARGA:

- Arme el circuito mostrado en el montaje.
- Asegúrese que el condensador este descargado.
- Mida el voltaje de la fuente (V_0) y anote su valor.
- Registre el valor del condensador y resistencia que está usando.
- Cierre el interruptor y ponga en funcionamiento el cronometro y comience a registrar el voltaje en el condensador y el tiempo simultáneamente.

ANÁLISIS CARGA:

- i) Realice una tabla y un gráfico del voltaje en el condensador V_c en función del tiempo t .
- ii) Para rectificar el gráfico calcule $\ln(V_0 / V_c)$ y grafíquelo.
- iii) Calcule la pendiente del gráfico. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente del gráfico?
- iv) Compare el valor de $\tau = RC$ obtenido del gráfico con el valor nominal de τ .

MONTAJE DESCARGA:



PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DESCARGA:

- Arme el circuito mostrado en el montaje.
- Asegúrese que el condensador esté cargado.
- Mida el voltaje de la fuente (V_0) y anote su valor.
- Registre el valor del condensador y resistencia que está usando.
- v) Cierre el interruptor y ponga en funcionamiento el cronometro y comience a registrar el voltaje en el condensador y el tiempo simultáneamente.

ANÁLISIS DESCARGA

- Realice una tabla y un gráfico del voltaje en el condensador V_c en función del tiempo t .
- Para rectificar el grafico calcule $\ln(V_c)$ y grafíquelo.
- Calcule la pendiente del gráfico. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente del gráfico?
- Compare el valor obtenido de $\tau = RC$ obtenido del gráfico con el valor nominal de τ

1.- Demuestre que el producto de las unidades de R (resistencia) y C (capacitancia) tiene unidades de tiempo: $\Omega F = s$

2.- Del siguiente circuito RC usando la segunda ley de Kirchhoff tenemos:

$$V_0 = V_r + V_c = iR + Q/C$$

Donde $V_r = iR$ es la caída de la tensión en la resistencia y $V_c = Q/C$ es la caída de la tensión en el condensador con Q la carga en el condensador y C su capacidad. Demuestre que el voltaje en el condensador en función del tiempo es:

$$V_c = V_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

Guía de Laboratorio N°6

INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y TRANSFORMADORES

OBJETIVO

- a) Analizar el efecto de inducción electromagnética
- b) Aplicar el efecto de inducción magnética para estudiar el funcionamiento del transformador eléctrico.
- c) Verificar que para las tensiones se cumple la relación; $\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$.

INTRODUCCIÓN

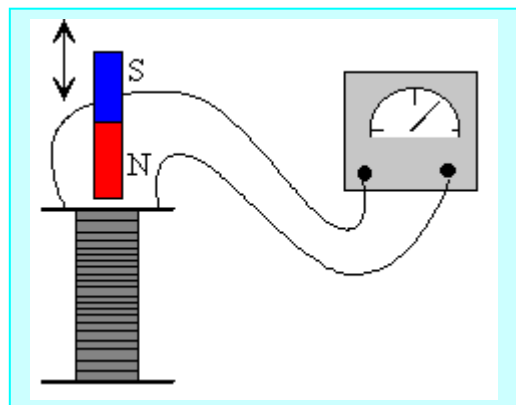
Desde el descubrimiento del efecto Oersted se comenzó a estudiar la posibilidad de la existencia del efecto inverso.

El físico inglés Michael Faraday y el norteamericano Joseph Henry descubrieron en forma totalmente independiente y prácticamente al mismo tiempo el efecto que hoy se conoce como efecto Faraday.

El descubrimiento fue en 1831, once años después de descubrirse el efecto Oersted. Podría parecer que transcurrió mucho tiempo para concebir un experimento que hoy nos parece tan fácil entender y, lo que es más, es tan sencillo de reproducir. Pero debemos ubicarnos en la época. Existían laboratorios con materiales eléctricos pero eran escasos, además, el material era fabricado por el propio investigador.

Lo más complicado era que el investigador no tenía idea de la magnitud del fenómeno que iba a observar. Entonces la construcción de instrumentos, el tamaño de los circuitos, la duración del fenómeno era variable que debían analizarse una a una y se avanzaba muy lentamente.

Para lograr el efecto de inducción electromagnética basta con meter y sacar un imán en una bobina. Es decir, el movimiento relativo de un alambre y un campo magnético induce un voltaje en los terminales del alambre. En este caso la magnitud del voltaje inducido depende del ritmo con que son cortadas las líneas de campo magnético por el alambre. También veremos que la magnitud inducida dependerá del número de espiras con que cuenta la bobina.



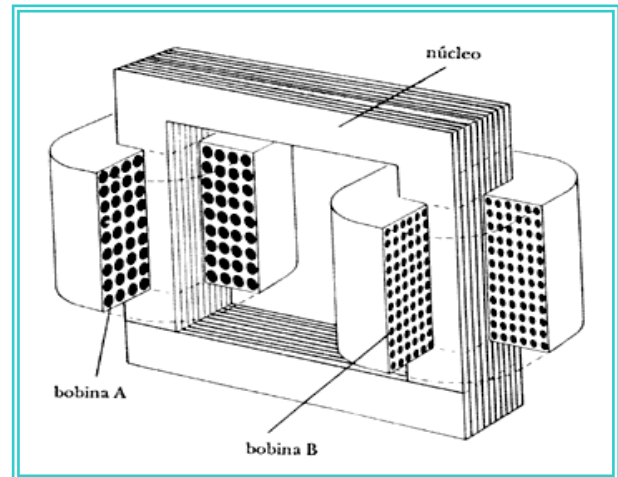
El fenómeno de la inducción electromagnética se puede resumir en un enunciado conocido como Ley de Faraday:

El voltaje inducido en una bobina es proporcional al producto del número de espiras y la razón de cambio del campo magnético dentro de dichas espiras.

La inducción magnética se produce cuando el flujo magnético a través de un área esta variando en el tiempo. Si hay un conductor que rodea esa área, entonces en el se inducirá una fem que originara una circulación de corriente eléctrica. La aplicación de la ley de Lenz a tal circuito indicara cual será el sentido correcto de esa corriente inducida.

TRANSFORMADOR

Un transformador se compone idealmente de dos bobinas separadas eléctricamente, que van montadas en un núcleo de hierro especial que sirve para conducir el flujo magnético entre ambas bobinas. Su funcionamiento está basado en la ley de Faraday. Al primario del transformador se le conecta una fuente de corriente alterna, de esta forma produce un flujo magnético variable en el tiempo que enlazara a la bobina secundaria a través del núcleo de fierro e inducirá una fem en la bobina secundaria.



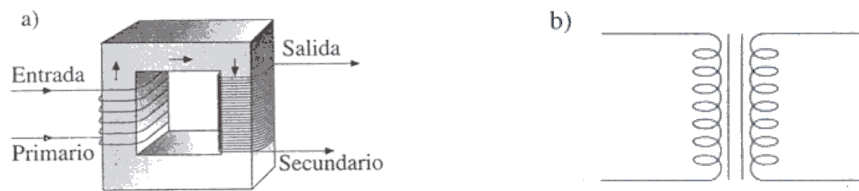
Un transformador incluye dos bobinas de alambre Aislado, devanado alrededor de un núcleo de hierro

El voltaje y la corriente secundaria dependen de la razón del número de vueltas de alambre en las dos bobinas y de la magnitud del voltaje y/o corriente (según corresponda) de la bobina primaria. La fem inducida en el secundario puede ser mayor, menor o igual que la magnitud del primario, esto dependerá de la razón del número de espiras.

INDUCCIÓN MUTUA Y TRANSFORMADORES

Recibe el nombre de **inducción mutua** al fenómeno que consiste en la aparición de una fem inducida en un circuito cuando se produce una variación de corriente en un circuito próximo. En la inducción mutua se fundan los **transformadores** que sirven para transformar una corriente alterna de intensidad y tensión dadas (corriente primaria) en otra corriente alterna de distinta intensidad y tensión (corriente secundaria).

En esencia, un transformador está constituido por dos bobinas independientes, arrolladas sobre un núcleo de hierro dulce. La variación temporal de corriente en el circuito primario crea un campo magnético variable cuyas líneas de campo se sitúan a través del núcleo ferromagnético atravesando, todas ellas, el circuito secundario.



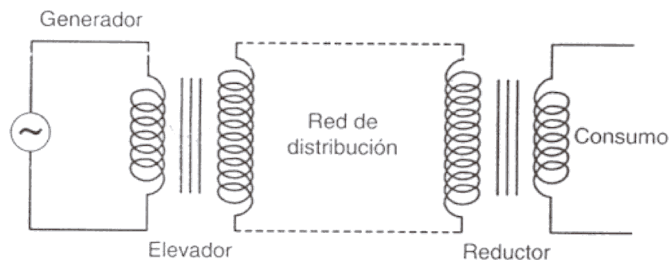
Un transformador (a) eléctrico y su representación simbólica (b).

Una corriente alterna que circule por el primario crea en el núcleo un flujo también alterno:

$\mathcal{E}_p = -N_p \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$. Como el campo magnético se puede considerar confinado en el núcleo de hierro, todas las líneas de campo que atraviesan el circuito primario pasan a través del secundario. La fem inducida en el secundario es: $\mathcal{E}_s = -N_s \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$. Dividiendo miembro a miembro las ecuaciones anteriores se obtiene una primera ecuación del transformador:

$$\frac{\mathcal{E}_s}{\mathcal{E}_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

Eligiendo adecuadamente la **relación de transformación** $\frac{N_s}{N_p}$ se puede obtener en el secundario cualquier tensión que se desee para una tensión determinada del primario. Si la tensión del primario es mayor que la tensión del secundario, el transformador se llama **reductor** o **transformador de baja**. Si ocurre lo contrario, el transformador es **elevador** o **transformador de alta**.



La energía eléctrica se transporta mediante corriente alterna.

Si partimos del supuesto de que el transformador no consume energía, la potencia de entrada en el primario será igual a la potencia de salida en el secundario:

$$\varepsilon_p I_p = \varepsilon_s I_s \Rightarrow \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_p} = \frac{I_p}{I_s}$$

de donde se deduce que la intensidad de la corriente es inversamente proporcional a la tensión.

Los transformadores son fundamentales en el transporte de la energía eléctrica. Normalmente entre la central eléctrica, en donde está el generador, y el lugar de consumo, hay una distancia de varios cientos de kilómetros, perdiéndose energía en las líneas de conducción, de modo que si P es la potencia del generador, la potencia que llega al lugar de consumo será:

$$P = P - I^2 R = \varepsilon I - I^2 R$$

Si se pretende que la pérdida de energía sea mínima, habrá que conseguir que el término $I^2 R$ tenga el mínimo valor posible. Esto se consigue utilizando conductores gruesos de poca resistencia y transportando la corriente a alta tensión de manera que la intensidad de la corriente sea muy pequeña.

Esta última solución es imposible aplicarla con corriente continua. Primero, porque un generador de corriente continua es incapaz de producir tensiones superiores a 4.000 V y, segundo, porque sería peligroso para el usuario utilizar esa tensión. Estos inconvenientes se evitan utilizando corriente alterna, ya que se puede producir a baja tensión y transportar mediante líneas de alta tensión, hasta 500.000 V. En el lugar de consumo se reduce la tensión a 220 V. Esto se consigue gracias a los transformadores.

Experimento 1: Transformadores

Materiales

- Set de bobinas SF 8617
- Núcleo en forma de U del conjunto de bobinas SF 8617
- Fuente de poder bajo voltaje AC alimentación
- Voltímetro
- Cables para las conexiones eléctricas

Procedimiento

Parte I

1. Configurar las bobinas y el núcleo como se muestra en la figura 1. En el diagrama, la bobina de la izquierda será la bobina primaria y la derecha será la bobina secundaria.

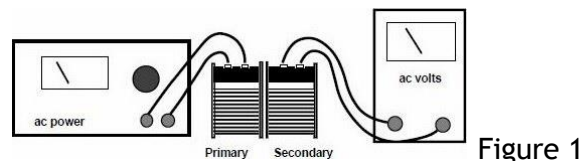


Figure 1

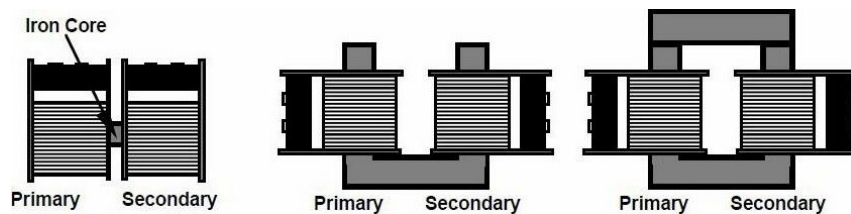


Figure 2

ESCUELA DE INGENIERIA LABORATORIO DE FISICA

2. Con la bobina de 400 de vuelta como la primaria y la bobina de 400 de vuelta como el secundario, ajuste la tensión de entrada a 6 voltios AC. Mida la tensión de salida y registre los resultados en la tabla 1.1.
3. Repita el paso 2 después de insertar el travesaño recto desde la parte superior de la base en forma de U. Registrar los resultados. (Ver figura 2).
4. Repita el paso 2 después de colocar las bobinas en los lados de la base en forma de U abierta. Registrar los resultados.
5. Por último, repita el paso 2 después de colocar el travesaño sobre el núcleo en forma de U. Registrar los resultados.
6. Utiliza la configuración del núcleo que da el mejor voltaje de salida comparado con el voltaje de entrada, prueba todas las combinaciones de bobinas primarias y secundarias. Usa un voltaje de entrada constante de 6,0 voltios a.c. registrar sus datos en la tabla 1.2.

Tabla 1.1

Número de final				
Primario	Secundario	Entrada de tensión	Salida de tensión	Núcleo

Tabla 1.2

Configuración de la base: ____

Número de final				
Primario	Secundario	Entrada de tensión	Salida de tensión	Núcleo

- ¿Qué configuración de la base da la máxima transferencia de efecto electromagnético a la bobina secundaria? Desarrollar una teoría para explicar las diferencias entre configuraciones.
- De sus datos en la tabla 1.2, para una primaria con un número constante de vueltas, gráfico la resultante habia salida de voltaje versus el número de vueltas en el secundario. ¿Qué tipo de relación matemática existe entre el número de vueltas de alambre y la tensión de salida resultante? ¿Son los datos ideales? ¿Por qué o por qué no?

PARTE II.

- Realizar el montaje de la Figura 3. utilizando una bobina de 400 espiras en el primario (N_p) y otra de 200 vueltas en el secundario (N_s). Variar el voltaje en el primario de 2 en 2 voltios hasta 30 V y en cada caso registre los valores correspondientes a V_s , sin sobrepasar el máximo de las escala del voltímetro, llenar la Tabla de datos 3.1.
- Realizar una gráfica de V_s en función de V_p e interprete

Tabla 3.1 V_s vs V_p manteniendo fijas N_p y N_s

V_p	V_s

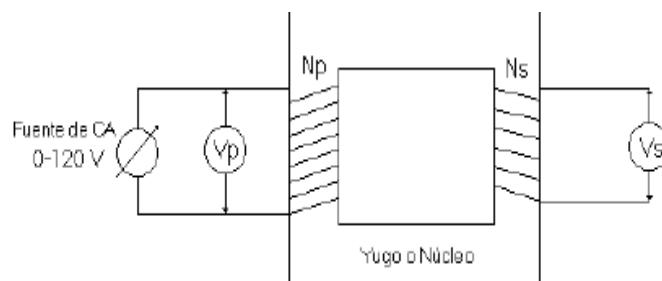


Fig. 3

- c) **Circuito del transformador.** Manteniendo fijo el voltaje en el primario en 30 V con una bobina de 3200 espiras, medir el voltaje en la bobina del secundario. Utilizando otras bobinas en el secundario ($N_s=200, 400, 600, 800, 1600$ espiras) realizar el procedimiento anterior y llenar la Tabla de datos 3.2.

Tabla 3.2. V_s vs N_s manteniendo fijo N_p y V_p

N_s	V_s

Experimento 2: inducción electromagnética

Introducción

En este laboratorio le permitirá un arreglo interesante que investigar la inducción electromagnética. El resultado será cualitativo.

Materiales

- Set de bobinas SF-8617
- 2 imanes pequeños, relativamente fuertes
- 2 resortes de constante elástica baja
- Set de masas y portamasas
- Cables para conexiones

Procedimiento

1. Configurar las dos bobinas de 400 espiras a su vez, los imanes, resortes y el portamasa se encuentra como se muestra en la figura 1. Vea la figura 2 para ver cómo los resortes "fijan" a los imanes.

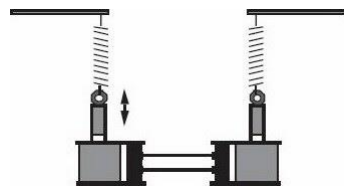


Figure 1

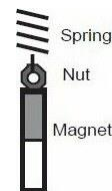


Figure 2

2. Mover el imán en una bobina hacia arriba y luego soltarlo para que establece el movimiento armónico simple. Tenga en cuenta la reacción del segundo imán. ¿Puede llegar a una explicación de por qué sucede esto?
3. PREDICCIÓN 1: ¿Qué pasará si invertimos los cables en una de las dos bobinas, repita el paso 2? Pruébalo para ver si su predicción es exacta.
4. PREDICCIÓN 2: ¿Qué pasará si se utiliza masas adicionales en un imán, aumentando así su período de SHM? Probar esto añadiendo varias masas en la parte inferior del imán. Ajuste la altura del soporte según sea necesario.
5. PREDICCIÓN 3: ¿Qué pasará si se utiliza un resorte diferente en un imán? Pruébalo.

6. PREDICCIÓN 4: ¿Qué pasará si utilizas un diverso número de bobinas por un lado? Pruébalo.
7. PREDICCIÓN de 5: ¿Qué pasará si inserta otra bobina en el circuito, como se muestra en la figura 3? Pruébalo. ¿Hace una diferencia si se utilizan bobinas diferentes? Pruébalo.
8. PREDICCIÓN de 6: ¿Qué pasará si se pone una base en la tercera bobina que usaste en el paso 6? ¿Por qué? Pruébalo.

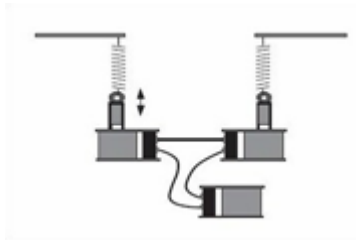


Figura 3

Análisis

1. ¿Por qué los imanes se comportan como lo hicieron? ¿Cómo se relaciona su observación con la inducción electromagnética?
2. ¿Cuál fue el efecto de cambiar la polaridad de los cables de conexión de las dos bobinas? ¿Por qué?
3. ¿Por qué cambió el comportamiento como resultado de cambiar la masa del imán o la primavera, que fue utilizada?
4. Tratar de desarrollar una explicación para las observaciones hechas en los pasos 6-8. ¡Usted tal vez desee considerar energía!

Apéndice

Datos técnicos

	Número de vueltas en la bobina	Diámetro del alambre (mm)	RMS corriente máxima (amperios)	Resistencia (ohmios)	Impedancia (ohmios) de la corriente alterna a 50 Hz	Impedancia (ohmios) de la CA a 60Hz	Auta inductanci a (mH)
	200	0,9	2 A	0.6	0,64	0.65	0.67
	400	0.65	1 A	2.2	2.4	2.5	3.2
	800	0.45	0.5 A	7.7	8.7	9.1	13.5
	1600	0.33	0.25 A	35.4	39	40.5	52
	3200	0.22	0.125 A	151	164	170	207