

PAUTAS PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE LABORATORIO

La elaboración de un informe de laboratorio, necesita de ciertas características para que cumpla con sus objetivos tales como legibilidad, coherencia y un marco de referencia bibliográfica. Podemos describir un informe genérico integrado por las siguientes partes:

Título del informe: nombre de la práctica de laboratorio realizada.

Autores: corresponde a la(s) persona(s) que mediante su(s) firma(s) se hace(n) responsable(s) de las conclusiones del informe.

Fecha de realización y de entrega del informe.

Resumen: describe qué se hizo, cómo se hizo y cuáles fueron los resultados.

Objetivos de la práctica de laboratorio: se puede pensar que en los objetivos estamos planteando una pregunta que luego será contestada, a partir de los resultados, en las conclusiones.

Introducción: breve descripción del tema tratado.

Teoría: descripción necesaria para entender el tema y **encontrar (deducir)** a partir de leyes físicas) las ecuaciones útiles para la experiencia.

Método experimental: descripción detallada del procedimiento seguido para obtener los datos, incluyendo las etapas más importantes que han permitido la obtención de los resultados. **No se requiere la transcripción literal de la guía de Trabajos Prácticos.**

Resultados: se deben listar los datos obtenidos directamente (medidos directamente con sus **errores**), con sus respectivas **unidades**, así como también los datos procesados con sus **errores** y sus respectivas **unidades**. Debe indicarse claramente las ecuaciones y fórmulas utilizadas. En esta sección debe incluirse el **análisis de errores**, incluyendo la **deducción** de la **propagación** de los mismos. Deberá anotarse la respectiva sensibilidad de **TODOS** los instrumentos. También, se anotarán las posibles interferencias y/o inconvenientes que podrían haber modificado los resultados.

Discusión: de manera fundamentada debe analizarse los resultados obtenidos. Este análisis debe conducir congruentemente a las conclusiones. Es importante que se expresen las consecuencias inmediatas que pueden derivar de las mismas. Si los resultados no son satisfactorios puede indicarse, por ejemplo, una repetición de la toma de datos. Se presentarán además los valores normales de los parámetros determinados, su referencia y se efectuará la comparación con los valores obtenidos experimentalmente.

Conclusiones: afirmaciones que sean consecuencia directa de la discusión y **no se debe repetir** ésta. Deben ser compactas y claras.

Bibliografía: deben citarse los documentos que han sido utilizados para preparar el informe, incluyendo el número de las páginas consultadas. No deben citar de forma genérica a textos sólo para llenar espacio.

El texto deberá tener una redacción clara y concisa.

**FÍSICA II
AÑO 2020
RELEVAMIENTO DE LÍNEAS DE CAMPO ELÉCTRICO Y SUPERFICIES
EQUIPOTENCIALES.**

OBJETIVO DE LA EXPERIENCIA:

Estudiar la morfología de las líneas de campo eléctrico y superficies equipotenciales generadas por distribuciones de carga electrostática de dos dimensiones.

Debe hacerse notar que es muy difícil colocar y mantener cargas estáticas, de magnitudes deseadas, en un lugar preciso. Por tanto, se simularán tales condiciones mediante la utilización del dispositivo experimental mostrado en la Figura 1. Este consiste en un papel conductivo, sobre el que se dibujan con una tinta especial (a base de partículas de plata) las distintas configuraciones electrónicas a analizar. Al conectar una fuente de alimentación a los electrodos, indudablemente habrá una pequeña circulación de corriente. Sin embargo, las formas de las líneas de campo eléctrico y superficies equipotenciales son idénticas a las que se obtendrían en condiciones estáticas verdaderas. El dispositivo se provee con una hoja blanca que reproduce la grilla de coordenadas del papel conductivo; en ella se representarán los resultados de las mediciones.

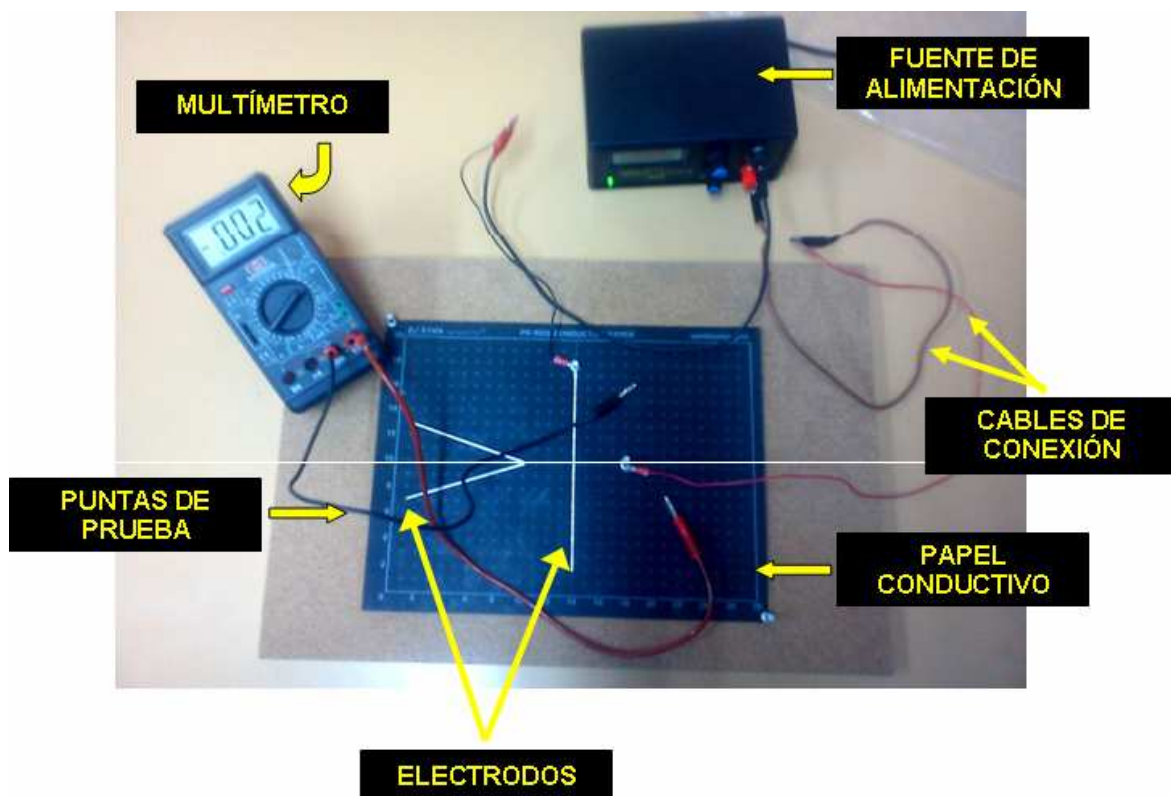


Figura 1: Configuración para el mapeo de las líneas de campo eléctrico y superficies equipotenciales. Equipamiento: Hojas de papel conductivo, multímetro digital, fuente de alimentación y cables de conexión.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

La ley de Coulomb permite obtener la fuerza entre dos cargas puntuales. Cuando hay más de dos cargas puntuales presentes, podemos invocar el principio de superposición para hallar la fuerza sobre cualquiera de las cargas. Sin embargo, hay veces en que estamos interesados en una distribución particular de cargas (cargas fuente), en la cual es mucho más conveniente describir su influencia en el espacio circundante mediante el comportamiento de una carga de prueba inmersa en dicho espacio. En estos casos, se mide la fuerza que actúa sobre la carga de prueba, por unidad de carga y se denomina a esa magnitud *intensidad del campo eléctrico producido por las cargas fuente*.

En esta práctica, deseamos relevar la morfología de las líneas de campo eléctrico de una determinada configuración de cargas. Ahora bien, las mediciones directas del campo eléctrico son muy dificultosas de realizar. En su lugar, se explota el hecho de que la fuerza electrostática es una fuerza conservativa, por lo que puede definirse la función potencial eléctrico. Esta magnitud es de muy sencilla medición (adoptando siempre un punto de referencia de potencial) con cualquiera de los multímetros fácilmente disponibles en todo laboratorio de física.

¿Cómo relacionamos la intensidad del campo eléctrico con la función potencial?

Las componentes del campo eléctrico están dadas por el valor negativo de la razón de cambio del potencial, en la dirección bajo análisis. Es decir:

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

$$\therefore \vec{E} = -\vec{\nabla} V \quad (1)$$

Una consecuencia de la ecuación (1) es que podemos identificar sobre la hoja conductiva una línea correspondiente a la intersección entre una superficie equipotencial (cualquier superficie en la que el potencial no cambia de valor) y el plano de la hoja; esta línea, a lo largo de la cual el potencial es constante, es llamada línea equipotencial. El campo eléctrico es necesariamente perpendicular a esa línea en todos los puntos de la misma; ver por ejemplo la Figura 2. Por tanto, para una dada configuración de cargas, la determinación de un número suficiente de líneas equipotenciales permite determinar también la distribución de las líneas de campo eléctrico.

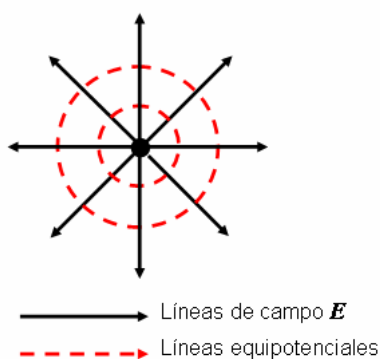


Figura 2: En línea continua se representan las *líneas de campo eléctrico*, mientras que en línea punteada las *líneas equipotenciales* correspondiente a una carga puntual positiva.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

- 1) Disponer los elementos de la práctica como muestra la Figura 1.
- 2) Colocar la hoja conductiva negra firmemente sujeta a la placa de POLYFAN.
- 3) Conectar el terminal positivo de la fuente de alimentación (fuente de corriente continua -fuente CC-) a uno de los electrodos dibujados en la hoja conductiva y el terminal negativo al otro, usando los cables asignados.

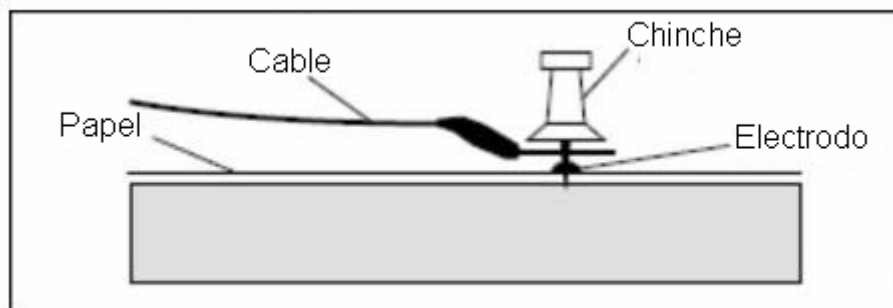


Figure 3: Conexión de la fuente de alimentación al electrodo, usando una chinche como medio de sujeción.

- 4) Prender el multímetro y ubicar el mando central para medir diferencia de potencial continua (símbolo: $V=$) en la escala de 20 V.
- 5) Prender la fuente CC y ajustarla a un valor de 5 V.
- 6) Con las puntas del voltímetro explorar los potenciales en distintos puntos del papel (utilizando la simetría de cada configuración, se evitará el tener que realizar muchas medidas). En la hoja blanca se anotan los valores del potencial en las coordenadas correspondientes del punto.
- 7) Se unen los puntos de igual valor de potencial para obtener las trazas de las superficies equipotenciales (líneas equipotenciales).
- 8) Verificar la relación dada por la ecuación (1). Para ello, hay que colocar una de las puntas del voltímetro sobre un punto correspondiente a una línea equipotencial y con la otra, trazar una circunferencia imaginaria (de radio pequeño) alrededor de dicho punto. El punto donde se obtenga la diferencia de potencial máxima, nos permite determinar la dirección de máximo cambio de la función potencial, esto es, el gradiente (máximo valor de la derivada direccional). Esa dirección es la dirección del campo eléctrico, la que debe ser perpendicular a la dirección de las líneas equipotenciales.
- 9) Finalmente, representar en la hoja blanca tanto las líneas de campo como las equipotenciales, discutiendo si son o no coincidentes con las esperables por cálculo directo.

APÉNDICE

Representación del campo eléctrico. Líneas de campo.

El concepto de campo eléctrico como vector no fue apreciado entre los primeros físicos. De ellos, uno de los más importantes fue Michel Faraday (1791–1867), quien pensó siempre en función de líneas de fuerza (también llamadas líneas de campo eléctrico). Las líneas de fuerza siguen siendo una manera conveniente de representarse en la mente la forma de los campos eléctricos. Se las usa con este fin; en general no se las usa cuantitativamente.

Las líneas de campo eléctrico son líneas imaginarias que permiten la representación de un campo eléctrico en una región del espacio.

La relación entre las líneas de campo eléctrico y el vector intensidad de campo eléctrico es la siguiente:

1 - El vector campo eléctrico es tangente a la línea de campo eléctrico en cualquier punto considerado.

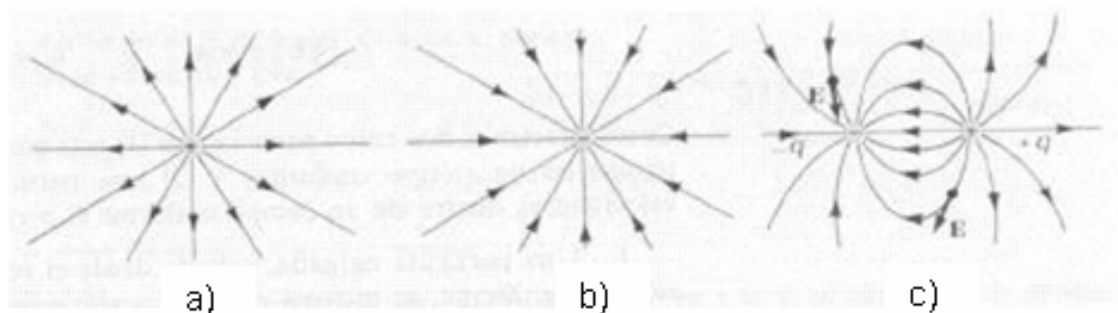
2 - Las líneas de campo eléctrico se dibujan de modo que el número de líneas por unidad de superficie perpendicular a la dirección del campo eléctrico, en un dado punto del espacio, es proporcional al módulo de campo eléctrico en dicho punto. Esto significa que en las regiones del espacio donde las líneas sean próximas, el campo eléctrico será mayor que en aquellas regiones donde estén más separadas.

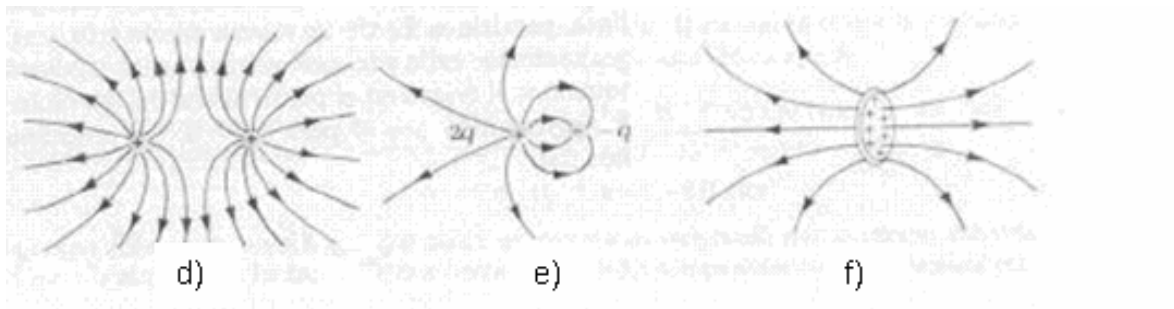
Una carga puntual positiva dará lugar a un mapa de líneas de campo eléctrico radial, pues las fuerzas eléctricas actúan siempre en la dirección de la línea que une a las cargas interactuantes. Las líneas están dirigidas hacia fuera de la carga, porque una carga de prueba positiva se desplazaría en ese sentido (fuerzas repulsivas).

En el caso del campo debido a una carga puntual negativa, el mapa de líneas de campo eléctrico sería análogo, pero dirigidas hacia la carga central. Como consecuencia de lo anterior, en el caso de los campos debidos a varias cargas, las líneas de campo nacen siempre de las cargas positivas y mueren en las negativas. Se dice por ello que las primeras son «manantiales» y las segundas «sumideros» de líneas de campo eléctrico.

Las líneas de campo de una lámina de grandes dimensiones, cargada de manera uniforme con carga positiva, serán igualmente espaciadas, rectas y paralelas.

A continuación se representa por medio de gráficos 2D (el alumno debe imaginar las líneas tridimensionalmente), la distribución de líneas de campo eléctrico para distintas configuraciones de carga eléctrica: a) carga puntual positiva, b) carga puntual negativa, c) dipolo eléctrico (dos cargas puntuales de igual valor pero signos opuestos), d) dos cargas puntuales iguales y positivas, e) dos cargas puntuales de distinto signo y una con el doble de carga que la otra y f) disco cargado positivamente.

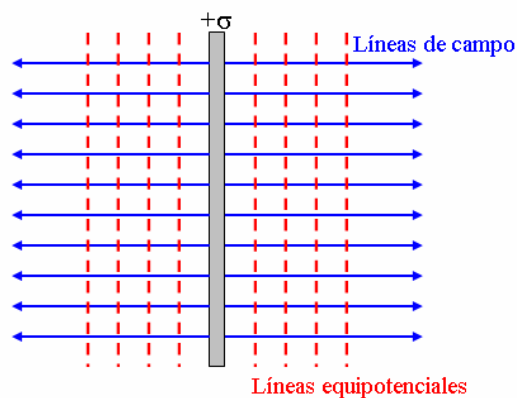




Superficies equipotenciales

Una superficie equipotencial es aquella en la que el potencial es constante, es decir, tiene el mismo valor para todos sus puntos. Debido a esto, cuando una partícula se mueve a lo largo de una superficie equipotencial, las fuerzas eléctricas no realizan trabajo alguno. Al igual que las líneas de campo sirven para visualizar el campo eléctrico, las superficies equipotenciales son útiles para visualizar el comportamiento espacial del potencial.

Sabemos ya que en un campo uniforme las superficies equipotenciales son planos paralelos entre si y perpendiculares a la dirección del campo. En la figura se representa el corte de una placa plana de grandes dimensiones, con carga positiva uniformemente distribuida. En esta configuración el campo \vec{E} es uniforme, lo que se corrobora analizando las líneas de campo y las líneas equipotenciales.



**FÍSICA II
AÑO 2020
OBTENCIÓN EXPERIMENTAL DE LA PERMITIVIDAD DEL VACÍO.**

I. OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA.

El propósito de este trabajo de laboratorio es estimar experimentalmente el valor de la permitividad eléctrica del vacío (ϵ_0), aprovechando que su valor es muy similar al de la permitividad eléctrica del aire. Para ello se medirá la capacidad de un capacitor variable en función del área (Fig. 1). Asimismo se estimará la capacidad de las conexiones.

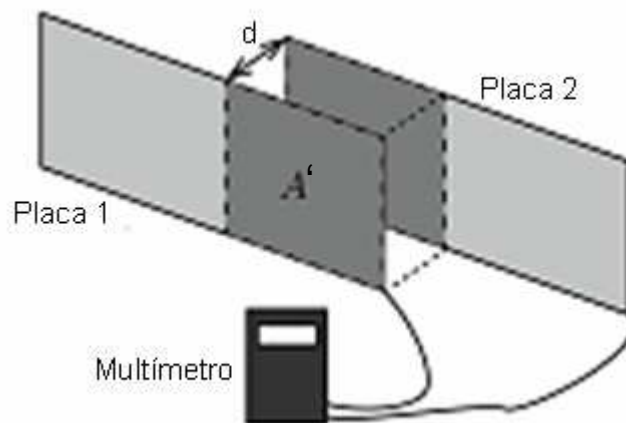


Fig. 1: Esquema del capacitor empleado.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

El más simple capacitor que se puede diseñar es el capacitor de placas planas paralelas (ver Fig. 2). Recordemos que la capacidad está definida por:

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

donde Q es la carga en el capacitor y U es la tensión (diferencia de potencial) entre las placas. Dado que:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \quad Q = \sigma \cdot A \quad \text{y} \quad U = E \cdot d$$

$$C = \frac{\sigma \cdot A}{\sigma \cdot d / \epsilon_0} = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (\text{Ec. 1})$$

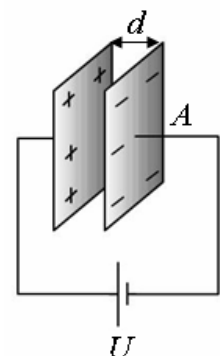


Fig. 2

Consideramos la permitividad del vacío, ya que el espacio entre las placas está lleno de aire, no existiendo prácticamente diferencia entre ambas permitividades. El valor **definido** de la permitividad eléctrica del vacío es aproximadamente:

$$\epsilon_0 \approx 8,854187817 \times 10^{-12} \text{ F/m.}$$

Para la configuración utilizada en el laboratorio, la Ec. 1 se transforma en:

$$C = \epsilon_0 \frac{A'}{d} \quad (\text{Ec. 2})$$

donde A' es el área superpuesta entre placas (ver Fig. 1).

Por otra parte, la capacidad total que se mide con un instrumento no es sólo la del capacitor, sino también la de las conexiones del circuito. Es por ello que la Ec. (2) debe modificarse como:

$$C_{\text{medida}} = \epsilon_0 \frac{A'}{d} + C_{\text{conexiones}} \quad (\text{Ec. 3})$$

Si determinamos C_{medida} para distintos valores del área A' y hacemos la representación gráfica de C_{medida} versus A'/d (ver Figura 3) podemos ajustar una recta cuya pendiente es ϵ_0 . La ordenada al origen de la recta es la capacidad parásita de las conexiones $C_{\text{conexiones}}$.

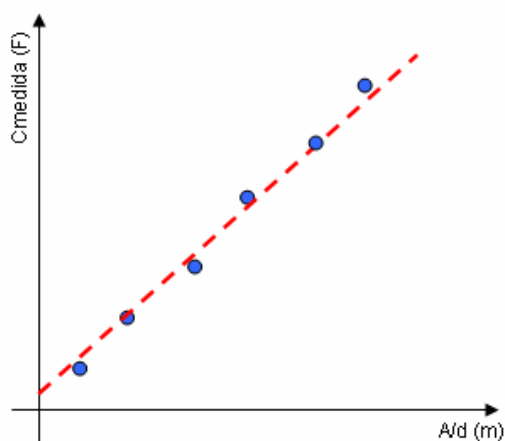


Fig. 3: Obtención de la recta de ajuste.

III. MATERIALES UTILIZADOS.

- Capacitor variable de placas plano-paralelas, como se muestra en la Figura 1.
- Multímetro en función medidor de capacidad.

Las medidas de capacidad se realizan con las superficies conductoras conectadas todo el tiempo al multímetro. Cuidar que no se desconecte en ningún momento de la experiencia.

IV. REALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA. INSTRUCCIONES

1. Tome nota de marcas/modelos de todos los elementos empleados en la práctica.

Puede tomar tantas fotos como desee.

2. En la tabla adjunta copie las medidas como respaldo para la cátedra.

Posición Nº	Posición [m]	$A' [m^2]$	$A'/d [m]$	$C_{medida} [F]$
0	0,00	0,060		
1	0,03	0,054		
2	0,06	0,048		
3	0,09	0,042		
4	0,12	0,036		
5	0,15	0,030		
6	0,18	0,024		
7	0,21	0,018		
8	0,24	0,012		
9	0,27	0,006		
10	0,30	0,000		

Tabla 1: Medidas. La separación d entre las placas puede variar de un sistema a otro.

3. Medida de capacidad.

- Anote el fondo de escala con el que está configurado el multímetro.
- Lleve el borde de la placa deslizante a la posición (0). Esta posición determina el origen de coordenadas.
- Calcule el cociente $A'(0)/d$ (cuarta columna de la Tabla 1) con el valor de d correspondiente al sistema utilizado.
- Espere unos segundos a que la medida se estabilice en el multímetro y anote en la columna correspondiente C_{medida} .
- Repita los pasos ii a iv para el resto de las posiciones.
- Antes de irse haga una estimación rápida de ε_0 con los datos recolectados, para determinar si su medida fue consistente con lo esperado.

La forma de hacer esta estimación es la dada por la siguiente expresión:

$$\varepsilon_0 \cong \frac{(C_{medida}(0) - C_{medida}(10))}{\left[\frac{A'(0)}{d} - \frac{A'(10)}{d} \right]} = \dots\dots\dots (\text{Ec. 4})$$

Nota: $A'(0)$ es el área de superposición correspondiente a la posición inicial. $C_{medida}(0)$ es la capacidad correspondiente a esa posición. Igual criterio se aplica a los valores relativos a la posición 10.

V. REALIZACIÓN DEL INFORME.

a) Respete las pautas de elaboración de informes, las que están disponibles en la página web de la cátedra:

https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/F0305/descargar.php?secc=0&id=F0305&id_inc=7169

b) Cuando presente los resultados obtenidos, no se olvide de incluir el gráfico de C_{medida} vs A'/d , como se muestra en la Fig. 4. Utilice el software de análisis de datos que prefiera y/o mejor maneje. El factor de calidad R^2 del ajuste le dirá qué tan buena es su aproximación lineal a los datos (inclúyalo en el informe).

c) Presente los valores de ε_0 y $C_{conexiones}$ salidos del ajuste lineal del gráfico.

d) Responda las siguientes preguntas:

- ¿Sus observaciones están de acuerdo con el modelo utilizado? Explique.

ii. En caso de no obtener una medida coincidente con lo esperado, ¿cuáles serían las posibles causas?

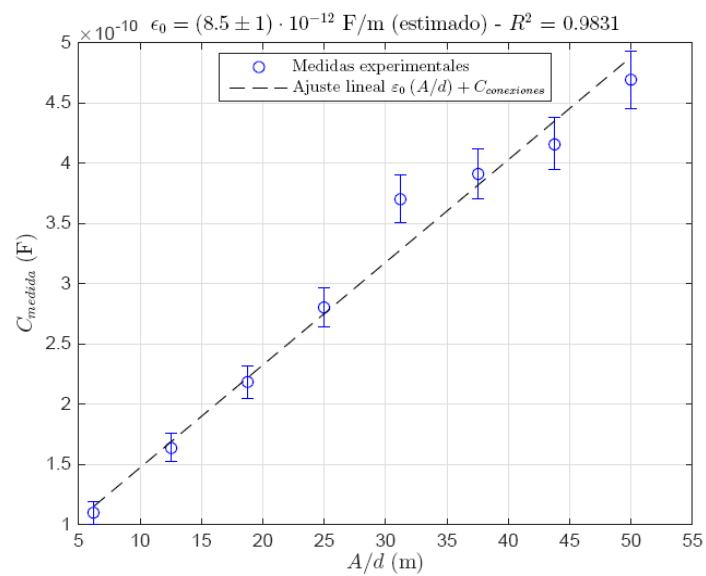


Fig. 4

**FÍSICA II
AÑO 2020
CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA.**

OBJETIVO: Comparar los valores obtenidos de la medición de las distintas magnitudes de un circuito de corriente continua, con los resultados hallados mediante la aplicación de las reglas de Kirchoff. Analizar las posibles causas de error en las determinaciones experimentales.

ELEMENTOS UTILIZADOS.

- Placa de experimentación autónoma PALC-1 (ver Figura 1). Este sistema cuenta con una de sus secciones (ubicada en el lateral derecho) dedicada a la realización de experiencias de circuitos de corriente continua. Esta sección dispone de dos fuentes de alimentación (pilas recargables) que entregan una FEM de 4,1 V nominales cada una de ellas. Además cuenta con cinco resistores, cuyos valores pueden seleccionarse por medio de sendas llaves rotativas.

Existe una llave deslizable que permite conectar y desconectar las FEMs al circuito. Esta llave está destinada a evitar que las pilas recargables energicen el circuito en momentos en que no se realizan medidas. Con ello se prolonga la carga de las mismas. Por otra parte, se cuenta con dos diodos leds que indican la conexión de las fuentes de alimentación al circuito.

La sección analizada de la placa cuenta con tres pares de conectores banana hembra de color negro. Estos conectores permiten insertar un amperímetro o bien, un cable que posee fichas banana macho en ambos extremos del mismo. En uno u otro caso, se logra cerrar la rama correspondiente. Cuando se desean medir diferencias de potencial se requiere la utilización de tres de estos cables.

- Multímetro digital.
- Cables de conexión.

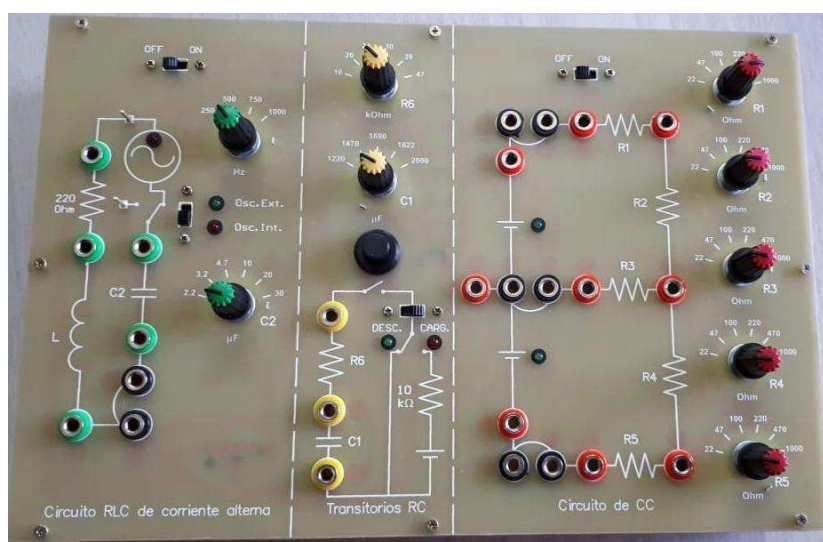


Figura 1. Placa autónoma PALC-1.

CIRCUITO UTILIZADO (Figura 2): Circuito de dos mallas. Consta de dos fuentes de alimentación de tensión continua (para cada una de ellas se adopta un valor nominal de la FEM de 4,1 V) y cinco resistores (con valores seleccionables por medio de llaves rotativas).

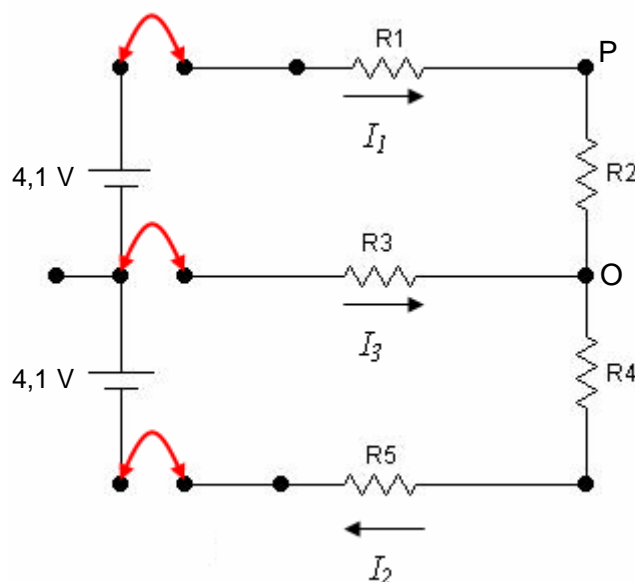


Figura 2. Circuito de corriente continua utilizado.

REALIZACIÓN DEL LABORATORIO.

1.- Resolución analítica del circuito mediante la aplicación de las reglas de Kirchoff.

Como primer paso, por medio de las llaves rotativas, se seleccionarán los valores de los resistores R_1 a R_5 . Utilizando dichos valores y aquellos estipulados para las FEMs de las fuentes de alimentación, se resolverá analíticamente el circuito. Se deberán determinar las corrientes en cada rama del circuito y las diferencias de potencial (d.d.p) entre bornes de cada componente.

Ejemplo:

Si se marcan los extremos de un componente con las letras P y O (ver Figura 2), la d.d.p $V_P - V_O = V_{PO}$ significa que se determina el trabajo por unidad de carga para llevar una carga de prueba desde el punto O al punto P. Este valor puede ser positivo o negativo.

2.- Trabajo con la placa PALC-1: Medición de las diferencias de potencial entre bornes de cada componente y las corrientes en cada rama del circuito.

a) Teniendo ya seleccionados los valores de los cinco resistores que integran el circuito, se procederá a medir la d.d.p sobre cada componente del mismo. Los pasos a seguir son los siguientes:

- I) Cerrar las ramas del circuito por medio de sendos cables insertados en las fichas banana hembra de color negro.
- II) Conectar al circuito las fuentes de alimentación, usando la llave deslizable correspondiente (se detecta tal conexión por medio del encendido de los diodos leds).
- III) Medir las d.d.p entre extremos de cada componente del circuito. Para ello, se utilizará el multímetro conectado en su función voltimétrica. En el ejemplo dado en el punto (1), se deberá conectar la punta de prueba roja del multímetro (que se enchufa

al zócalo marcado con **V Ω**) al punto P y la punta de prueba negra (enchufada al zócalo indicado con **COM**) al punto O.

No debe dejarse de medir la d.d.p entre extremos de las fuentes de alimentación.

b) Medir las corrientes en cada rama del circuito. Para hacerlo, se seguirán los siguientes pasos:

I) Seleccionar la función amperométrica del multímetro. La punta de prueba roja del multímetro se enchufa al zócalo marcado con **mA μ A** y la punta de prueba negra se enchufa al zócalo indicado con **COM**.

II) Remplazar el cable conectado a las fichas banana hembra de color negro, por las puntas de prueba del amperímetro. Esto se deberá repetir para cada rama del circuito. La punta de prueba roja se acoplará al conector por el que se supone entra la corriente eléctrica al amperímetro y la punta de prueba negra al conector restante. Si la indicación del instrumento es negativa, eso indica que el sentido supuesto es incorrecto.

Nota: Una vez realizada la medida de la corriente en una rama, retirar el amperímetro y volver a ubicar el cable correspondiente en las fichas banana hembra de color negro. Recién en ese momento pasar a medir la corriente en otra rama.

3.- Comprobación de los resultados obtenidos.

Para cada valor medido, calcule la diferencia entre el valor experimental y el teórico y la relación porcentual entre dicha diferencia y el valor teórico. Analice las posibles causas de error que originan las diferencias observadas.

4.- Informe técnico de la experiencia realizada.

Se realizará un informe en el que deberá constar:

Fecha de realización.

Nombres y números de alumno de los integrantes del grupo de trabajo.

Objetivo de la experiencia.

Descripción del procedimiento de medida y esquema del circuito empleado.

Valores obtenidos experimental y analíticamente; comparación entre los mismos.

Finalmente se deberá realizar un análisis de las posibles causas de las discrepancias observadas.

**FÍSICA II
AÑO 2020**

CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA EN ESTADO TRANSITORIO

INTRODUCCIÓN

Existen en la naturaleza una enorme cantidad de fenómenos que pueden representarse mediante circuitos eléctricos simples, compuestos por resistores y capacitores. El análisis del comportamiento temporal de tales circuitos, alimentados por FEMs de corriente continua, reviste suma importancia y la realización de experiencias prácticas permite comprender más profundamente la fenomenología asociada.

ACTIVIDAD 1 – TRAZADO DE LAS CURVAS DE CARGA Y DESCARGA DE UN CAPACITOR.

OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA: Representar gráficamente las curvas correspondientes a los procesos de carga y descarga de un capacitor, en circuitos simples de corriente continua.

ELEMENTOS UTILIZADOS.

- Placa de experimentación con resistores y capacitores de varios valores.
- Multímetro digital.
- Cables de conexión.
- Cronómetro digital de mano o teléfono celular con función cronometro

DESCRIPCIÓN DE LA PLACA DE EXPERIMENTACIÓN

El equipo que se utilizará (placa de experimentación autónoma PALC-1, ver Figura 1) tiene implementado, en una de sus secciones, un circuito que permite comprobar los procesos de carga y descarga de un capacitor. Para ello, es posible seleccionar mediante una llave rotativa el valor de la capacidad C_1 a utilizar, como así también la resistencia R_6 , que junto con R^* (ver Figura 2), establecerán la constante de tiempo del proceso de carga. Para la descarga, solo actúa la resistencia R_6 . Cuenta además con una llave que permite conmutar entre los procesos de carga y de descarga del capacitor y un pulsador con retención que posibilita elegir el momento de inicio de ambos procesos.

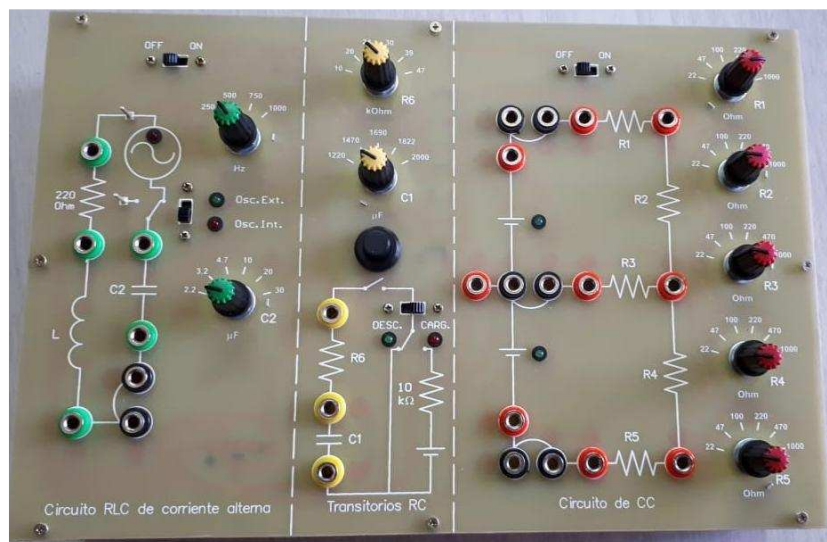


Figura 1. Placa autónoma PALC-1.

REALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.

i) Seleccionar con las respectivas llaves rotativas, tanto el valor de la capacidad a utilizar, como el de la resistencia R_6 en serie con el mismo.

Colocar la llave selectora en la posición correspondiente al proceso de descarga del capacitor (ver Figura 2) y apretar el pulsador, dejándolo en dicha posición alrededor de un minuto. Esto se hace con el fin de lograr el estado inicial de carga nula en el capacitor. El multímetro, que debe encontrarse con su perilla de selección en la modalidad “voltímetro”, se conecta en los bornes del capacitor para medir la diferencia de potencial (d.d.p) existente entre los mismos.

ii) Conmutar la llave selectora a la posición correspondiente al proceso de carga del capacitor. Una vez que se tiene preparado el cronómetro digital, apretar el pulsador e ir midiendo la tensión (sinónimo de d.d.p) en bornes del capacitor en el transcurso del tiempo (se elegirá un intervalo de tiempo adecuado, 5 segundos por ejemplo, entre medida y medida). Construir una tabla en la que figuren dichos valores de tensión en función del tiempo. Realizar un gráfico $v_c = f(t)$. Hacer un breve análisis de las principales características del gráfico obtenido.

iii) Cambiar la llave selectora a la posición correspondiente al proceso de descarga del capacitor y apretar el pulsador. Repetir la metodología empleada en el punto (ii). Hacer un breve análisis de las principales características del gráfico obtenido.

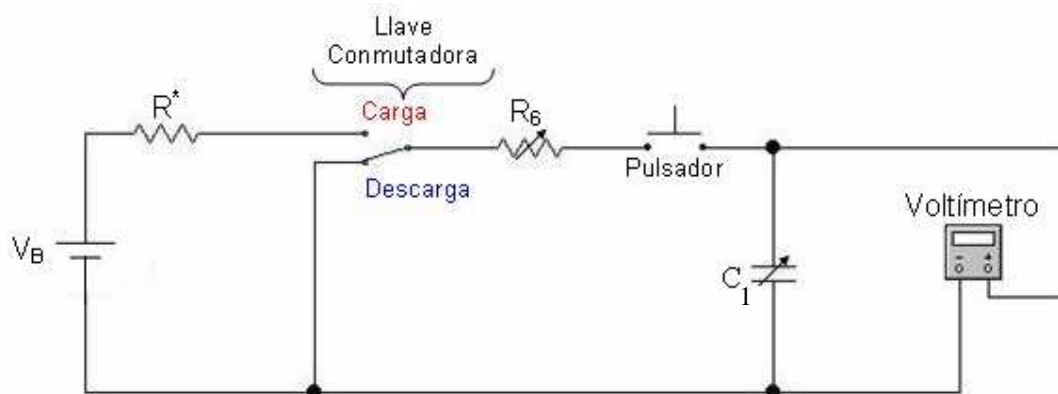


Figura 2.- Actividades 1 y 2: configuración circuital utilizada

ACTIVIDAD 2 – MEDICIÓN DE LAS CONSTANTES DE TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA DE UN CIRCUITO RC.

OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA: Determinación de las constantes de tiempo (τ) de carga y descarga de un circuito RC. Análisis de la dependencia de τ en función de los valores de resistencia y capacidad que conforman el circuito.

METODOLOGÍA:

i) Se conoce que la constante de tiempo de carga de un circuito RC es el tiempo que debe transcurrir hasta que la d.d.p en bornes del capacitor alcance el 63 % de su valor final (iniciando el proceso con el capacitor descargado, esto es, con tensión nula). Por tanto, utilizando el gráfico obtenido en el punto (ii) de la Actividad 1, encontrar ese tiempo mediante el método de interpolación lineal. El tiempo hallado se conoce como τ_C .

ii) De la misma forma, conocemos que la constante de tiempo de descarga es el tiempo que tarda la tensión del capacitor en caer, partiendo desde su valor máximo, al 37% de dicho valor. Utilizando el gráfico obtenido en el punto (iii) de la Actividad 1,

hallar ese tiempo mediante el método de interpolación lineal. El tiempo encontrado se denomina τ_D .

iii) Los valores encontrados ¿Están de acuerdo con los valores obtenidos en forma analítica? De no ser así ¿Cuál considera que es la principal fuente de error?

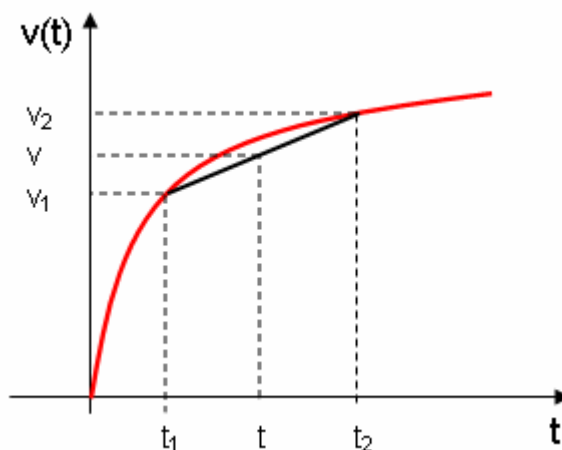
ANEXO I.- INTERPOLACIÓN LINEAL

El procedimiento de interpolación lineal es muy utilizado para estimar el valor que toma una función en un punto cualquiera t de un intervalo $[t_1, t_2]$, conociendo los valores que toma la función en los extremos del mismo; tales valores son $v_1 = v(t_1)$ y $v_2 = v(t_2)$.

Para estimar el valor buscado, utilizamos la aproximación a la función $v(t)$ por medio de una recta $r(t)$ (de ahí el nombre de interpolación lineal). La expresión de la interpolación lineal se obtiene del polinomio interpolador de Newton de grado uno:

RECTA DE INTERPOLACIÓN LINEAL

Dados los puntos de la función (t_1, v_1) y (t_2, v_2) , queremos estimar el valor v de la función en un punto t del intervalo $t_1 \leq t \leq t_2$. Utilizando la igualdad de proporciones (o el polinomio interpolador de Newton de grado uno):



$$\frac{(v - v_1)}{t - t_1} = \frac{(v_2 - v_1)}{t_2 - t_1}$$

$$\therefore v = v_1 + (v_2 - v_1) \frac{(t - t_1)}{(t_2 - t_1)}$$

Si por otra parte, conocemos el valor de v y queremos conocer el valor de t correspondiente:

$$\therefore t = t_1 + (t_2 - t_1) \frac{(v - v_1)}{(v_2 - v_1)}$$

FÍSICA II
AÑO 2020
CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA

OBJETIVOS DE LAS ACTIVIDADES: Dado que en circuitos alimentados por FEMs de corriente alterna se deben considerar pautas de trabajo que son sensiblemente diferentes de aquellas aplicadas en circuitos de corriente continua, se pretende reafirmar los conocimientos impartidos en la teoría por medio de medidas experimentales realizadas en un circuito de prueba.

ACTIVIDAD 1 – ¿SIEMPRE SE CUMPLEN LAS LEYES DE KIRCHOFF?

ELEMENTOS UTILIZADOS.

- Placa de experimentación autónoma PALC-1 (ver Figura 1). Este sistema cuenta con una de sus secciones (ubicada en el lateral izquierdo) dedicada a la realización de experiencias de circuitos de corriente alterna RLC serie. Esta sección dispone de un generador de tensión alterna con cuatro diferentes frecuencias de trabajo, las que se seleccionan por medio de una llave rotativa. El oscilador entrega una tensión sinusoidal de 2,5 V de valor máximo en las cuatro diferentes frecuencias disponibles. La resistencia principal del circuito, al igual que el elemento inductivo poseen valores fijos ($R = 220 \, \Omega$ y $L = 20 \, \text{mH}$). En cambio, el valor de la capacidad puede seleccionarse por medio de una llave rotativa de seis posiciones. Existe una llave que permite encender y apagar el generador de tensión alterna, a fin de evitar que la pila de alimentación utilizada para energizar el circuito se descargue en forma indebida. También se incluyó una llave que permite desacoplar el oscilador interno y alimentar el circuito por medio de un generador de tensión externo.
- Multímetro digital.
- Cables de conexión.

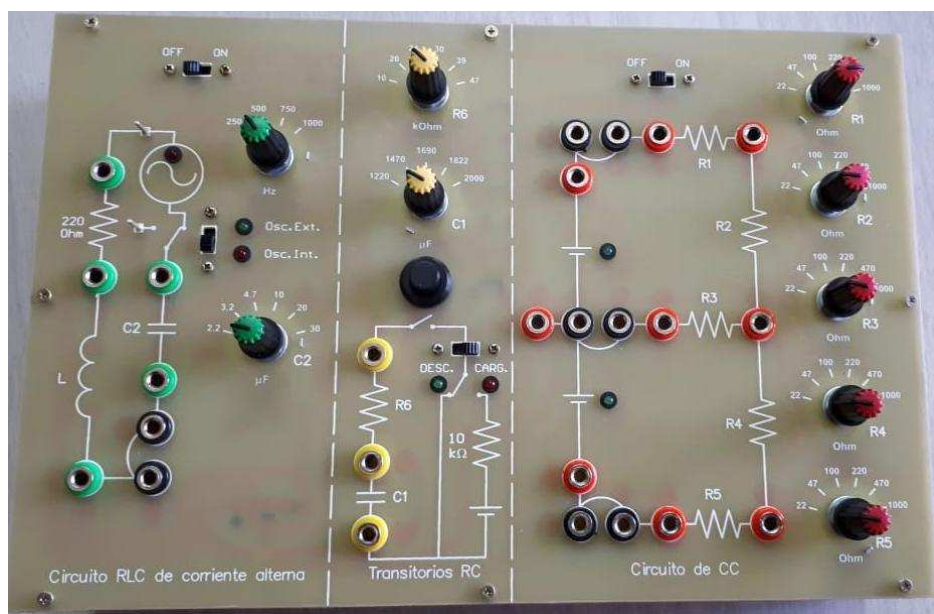
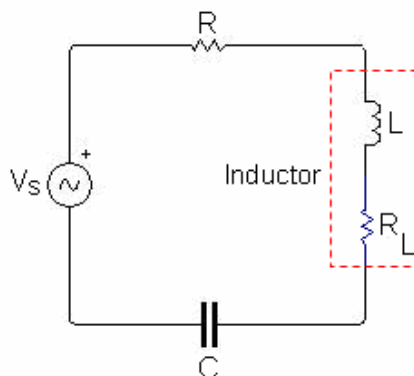


Figura 1. Placa autónoma PALC-1

REALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.

i) Configurar el circuito RLC serie ilustrado en la Figura 2. Para ello, y por medio de las llaves rotativas correspondientes, seleccionar el valor de la frecuencia a utilizar (elegida entre los valores de 500, 750 y 1000 Hz) y el valor de la capacidad C del sistema.

Mediante el uso del multímetro, conectado en su función frecuencímetro, medir la frecuencia entregada por el generador de tensión alterna. Este paso es importante, ya que el sistema implementado en la placa autónoma puede tener desviaciones con respecto a su valor nominal. Las puntas de prueba del multímetro se deben conectar a los puntos A y B indicados en la Figura 3.



$R = 220 \, \Omega$
 $L = 20 \, \text{mH}$
 $R_L = 39,8 \, \Omega$
 C : a elegir

Figura 2.- Actividad 1: configuración circuital utilizada

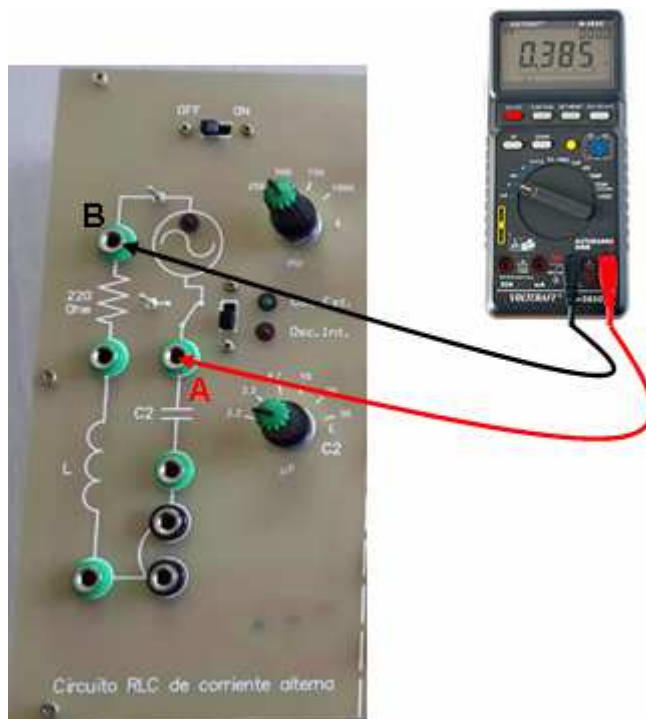


Figura 3.- Actividad 1: conexión del frecuencímetro.

ii) RECORDAR: ¡LOS MULTÍMETROS DE CORRIENTE ALTERNA MIDEN VALORES EFICACES DE TENSIONES Y CORRIENTES!

Seleccionar en el multímetro la función voltimétrica para medición de diferencias de potencial alternas. Utilizando las puntas de prueba provistas, medir las tensiones en

bornes de cada uno de los elementos del circuito. No olvidarse de medir la diferencia de potencial entre bornes del generador de tensión alterna. Ver Figura 4.

IMPORTANTE: el circuito debe cerrarse mediante el uso de un cable provisto de fichas banana macho en ambos extremos y colocado en las fichas banana hembra de color negro que posee la placa (ver Figura 3).

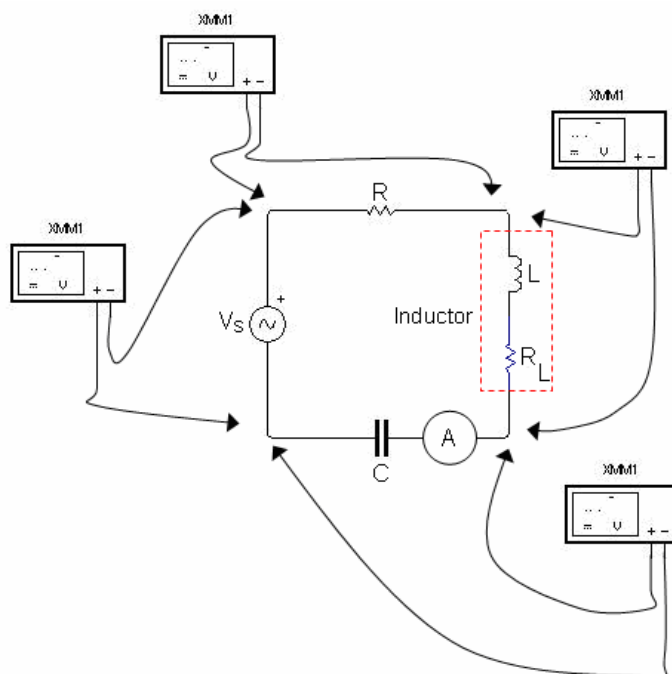


Figura 4.- Actividad 1: medición de las tensiones (d.d.p) en bornes de los distintos elementos circuitales y la intensidad de corriente a través de los mismos.

iii) Seleccionar el multímetro para medidas de intensidad corriente alterna (amperímetro de corriente alterna). Conectando las puntas de prueba del mismo a las fichas banana hembra de color negro que posee la placa (en lugar del cable indicado en el inciso [ii]), medir la intensidad de corriente que atraviesa cada elemento del circuito

iv) Con los valores de tensiones e intensidad de corriente obtenidos, para la frecuencia utilizada, aplicar la ley de Kirchoff de las mallas. ¿Se comprueba dicha ley? ¿Cómo puede explicar lo que ocurre? Discuta el problema mediante el análisis fasorial.

ACTIVIDAD 2 – POTENCIA EN CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA.

REALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.

i) Utilizando las mediciones realizadas en la Actividad 1, calcular la potencia entregada por la fuente de alimentación y la potencia consumida por el circuito. ¿Coinciden estos valores? Explique lo que sucede.

NOTA ACLARATORIA: como se indica en las Figuras 2 y 4, el inductor se modeliza por medio de una inductancia L en serie con la resistencia R_L , propia del alambre con el que el mismo es fabricado. Al momento de realizar los cálculos, es indispensable tener en cuenta dicha resistencia.

Laboratorio Óptica Geométrica

DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA FOCAL DE UNA LENTE CONVERGENTE (MÉTODO DE BESSEL)

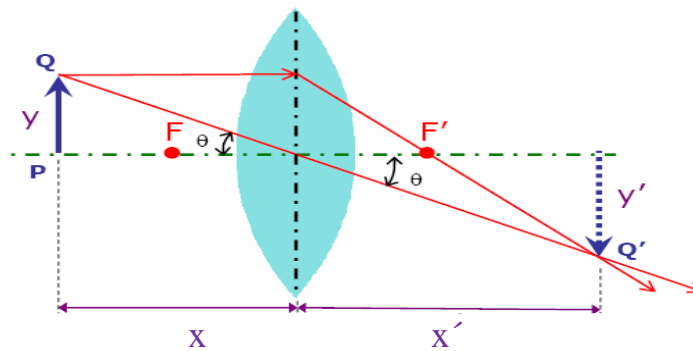
El parámetro característico de una lente es su distancia focal f .

Dada una lente delgada (una lente delgada es aquella en la que su ancho es despreciable), la distancia objeto x , la distancia imagen x' y la distancia focal f están relacionadas por la ecuación:

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{x'} = \frac{1}{f} \quad (1)$$

donde

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \quad (2)$$



La distancia focal es positiva si la lente es convergente, lo que depende de la relación de radios de curvatura (R_1 y R_2) y de la relación de índices de refracción entre el material de la lente (n_2) y el del medio en que está inmersa (n_1).

El aumento o magnificación transversal para una lente delgada resulta:

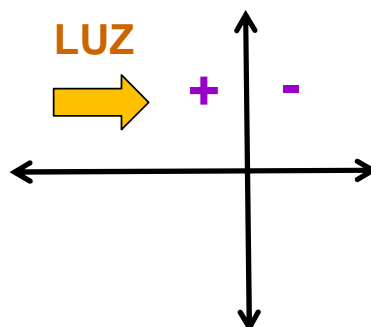
$$m = \frac{y'}{y} = \frac{x'}{x} \quad (3)$$

donde y corresponde al tamaño transversal del objeto e y' corresponde al tamaño transversal de la imagen.

Es importante remarcar que esta ecuación incluye implícitamente una convención de signos.

En nuestro caso la fórmula utiliza la convención de signos (normas DIN 1335):

Si la luz desde izquierda,
signo + a izquierda, signo - a derecha.
signo + arriba, signo - abajo.

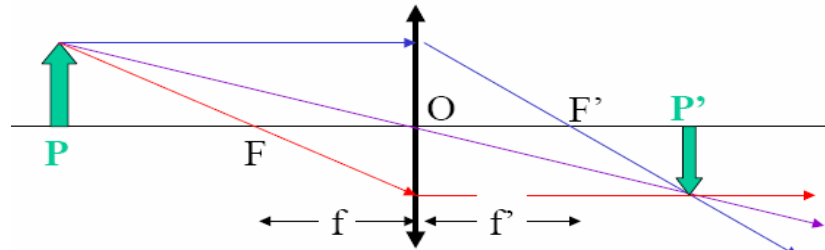


La posición y tamaño de la imagen pueden determinarse gráficamente a partir de la trayectoria de los rayos de luz que salen del extremo del objeto pasan de forma real o virtual por alguno de los puntos axiales característicos de la lente (puntos focales y centro óptico). Estos rayos son:

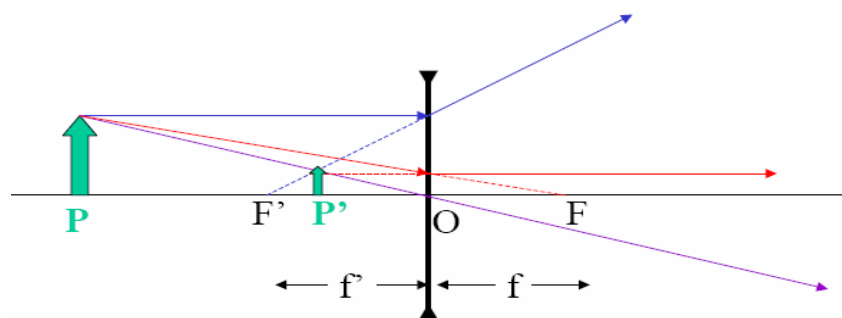
[1] Rayo que incide paralelo al eje óptico, se refracta pasando por el foco imagen F' .

[2] Rayo que pasa por el centro óptico de la lente, no se desvía.

[3] Rayo que incide sobre la lente pasando por el foco objeto F , emerge paralelo.



Lente convergente



Lente divergente

El **método de Bessel** se basa en una propiedad de las lentes convergentes, deducible de la ecuación que gobierna la posición de los objetos y las imágenes, que consiste en que, fijada la distancia entre objeto y pantalla, existen dos posiciones de la lente para las cuales se forma imagen del objeto en la pantalla.

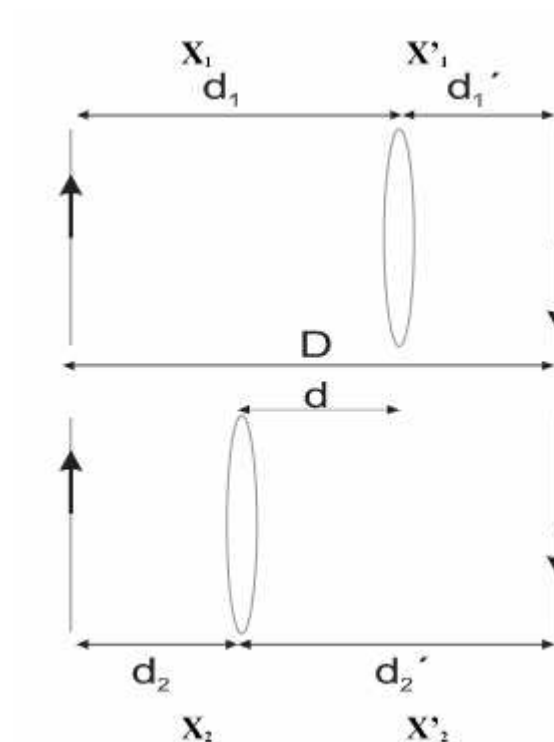
Sea D la distancia entre el objeto y la pantalla y d a la distancia que separa las dos posiciones de la lente para las cuales se forma imagen sobre la pantalla, se puede medir experimentalmente y obtener la distancia focal de la lente (f) mediante la expresión,

$$f = \frac{D^2 - d^2}{4D} \quad (4)$$

Esta expresión es válida siempre que $D > 4f$.

Si $D = 4f$ hay una única posición de la lente para la cual se forma una imagen real sobre la pantalla.

Si $D < 4f$ no hay ninguna posición de la lente para la cual se forme una imagen real sobre la pantalla.



Disposición del objeto, lente y pantalla para determinar la distancia focal de una lente por el método de Bessel

Procedimiento

1. Coloque la pantalla a una distancia adecuada y obtenga una imagen nítida (recordar que la pantalla se debe colocar a una distancia mayor a $4f$) Anote la distancia entre el objeto y la imagen (D) y la distancia entre el objeto y la posición de la lente (x_1).
2. Mueva la lente hasta lograr una nueva imagen, y anote la nueva distancia entre el objeto y la lente (x_2). Calcule la distancia entre las dos posiciones de la lente ($d = x_1 - x_2$).
3. Calcule la distancia focal utilizando la expresión (4).
4. Discutir la ventaja del uso de este método para determinar la distancia focal de una lente.
5. Discutir el error de las medidas
6. Una vez determinada la distancia focal de la lente, observar la formación de imagen y su naturaleza para distintas posiciones del objeto respecto de la lente:
 - a) $x < f$
 - b) $f < x < 2f$;
 - c) $x = 2f$;
 - d) $x > 2f$
7. En los casos en que la imagen obtenida es real, calcular las magnificaciones transversales

Laboratorio Interferencia-difraccion

Objetivos

- 1) Determinar el ancho de una rendija rectangular estudiando la figura de difracción cuando se ilumina con el láser de He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) o de Nd:YAG ($\lambda = 532 \text{ nm}$).
- 2) Determinar el diámetro de un cabello estudiando la figura de difracción cuando se ilumina con el láser de He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) o de Nd:YAG ($\lambda = 532 \text{ nm}$).
- 3) Determinar la separación entre dos rendijas rectangulares estudiando la figura de interferencia-difracción cuando se ilumina con el láser de He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) o de Nd:YAG ($\lambda = 532 \text{ nm}$).
- 4) Determinar el número de ranuras por mm de una red de difracción estudiando la figura de interferencia- difracción cuando se ilumina con el láser de He-Ne ($\lambda = 632,8 \text{ nm}$) o de Nd:YAG ($\lambda = 532 \text{ nm}$).

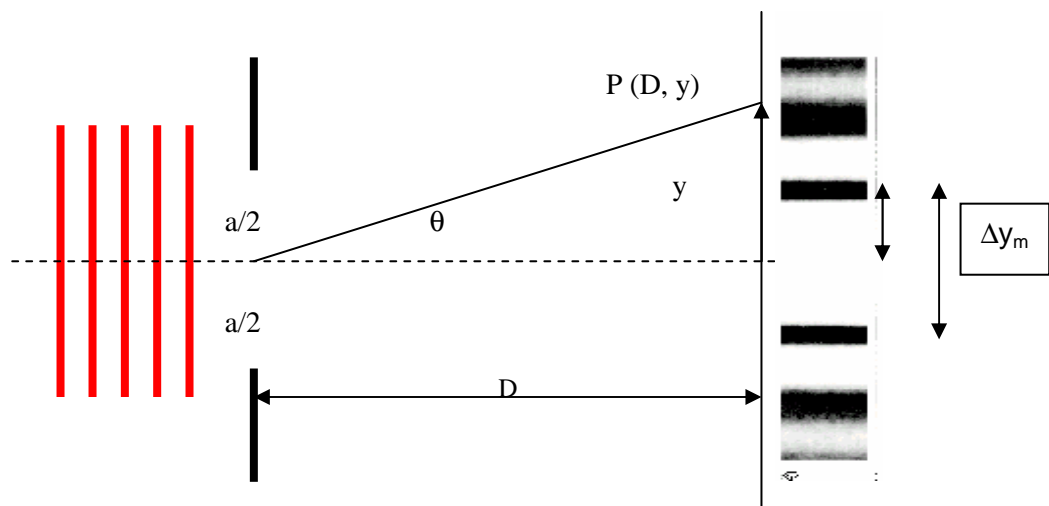
Temas a discutir

Observar si las franjas de interferencia en una experiencia de Young están distribuidas uniformemente. Considere un obstáculo con 4, 5 o más ranuras y observe que ocurre con las franjas a medida que crece el número de ranuras en el obstáculo. ¿Qué sucede con los máximos secundarios, en el límite de muchas ranuras?

Describir la superposición de órdenes cuando se ilumina la red de difracción con luz blanca (fuente policromática).

1.1 DIFRACCIÓN

La figura de difracción de una ranura observada en las condiciones de Fraunhofer se puede utilizar para determinar el ancho de la ranura.



La intensidad sobre una pantalla alejada producida cuando una ranura de ancho a se ilumina con un láser de longitud de onda λ , se puede escribir como

$$I = I_0 \left[\frac{\sin(\alpha)}{\alpha} \right]^2 \quad (1)$$

donde $\alpha = (\pi a / \lambda) \sin(\theta)$ y

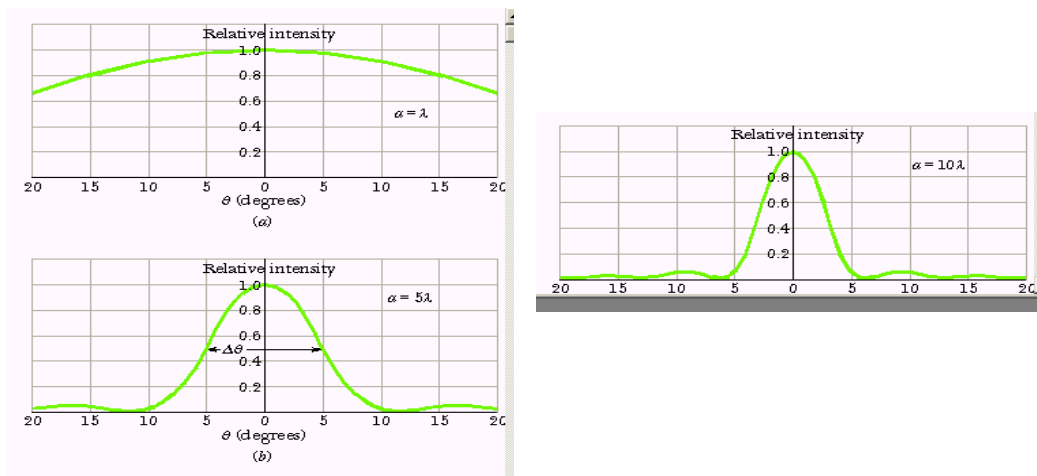
I_0 : distribución de intensidad sobre la pantalla.

a : ancho de la ranura.

θ : posición angular.

λ : longitud de onda del láser utilizado.

La zona central brillante (lóculo central o máximo central) en la figura de difracción es más ancha cuando más angosta es la ranura.

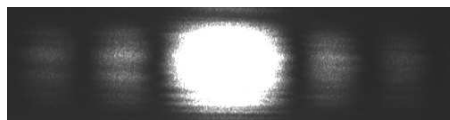


Para determinar el ancho angular del máximo central se debe tener en cuenta que los mínimos de (1) ocurren cuando $\alpha = \pm\pi \Rightarrow \sin(\theta_m) = \pm\lambda/a$. Por otra parte, para ángulos pequeños, $\sin(\theta) \approx \theta \approx \tan(\theta) = y_m/D$ donde D es la distancia entre ranura y pantalla de observación, entonces resulta, $\lambda/a = y_m/D$, que permite calcular el ancho de la ranura $\Rightarrow a = D/y_m$ (donde y_m es la distancia desde el máximo central al primer mínimo, es decir el semiancho del lóbulo central de la figura de difracción), o en el caso de medir el ancho total del primer lóbulo de difracción es decir $\Delta y_m = 2y_m$ el ancho de la ranura está dado por

$$a = \frac{2\lambda D}{\Delta y_m} \quad (2)$$

Procedimiento

Se dispone de un láser, una ranura rectangular de dimensiones submilimétricas enmarcada en una diapositiva y una pantalla sobre la que se observa el patrón de difracción producida por la ranura en las condiciones de Fraunhofer. El patrón observado cuando la ranura se ilumina con el laser tiene el siguiente aspecto:

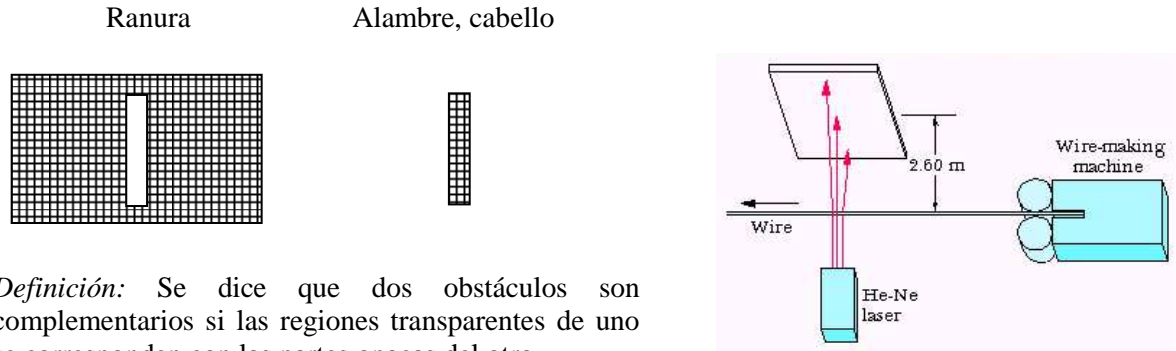


El objetivo es medir el ancho de la ranura (a) dado por la ecuación (2), para lo cual se dispone de una cinta métrica con la cual se mide la distancia a la pantalla D , una hoja milimetrada para medir el ancho del lóbulo central Δy_m .

1.2 DIFRACCIÓN PRODUCIDA POR OBSTÁCULO (CABELLO) PRINCIPIO DE BABINET

Principio de Babinet: Es posible demostrar que las figuras de difracción de Fraunhofer de dos pantallas complementarias resultan “casi” idénticas.

Por esta razón, la figura de difracción de un alambre ó de un cabello se puede asimilar a la de una ranura del mismo ancho y determinar su ancho a partir de la evaluación de la figura de difracción utilizando un procedimiento idéntico al realizado en la parte 1).



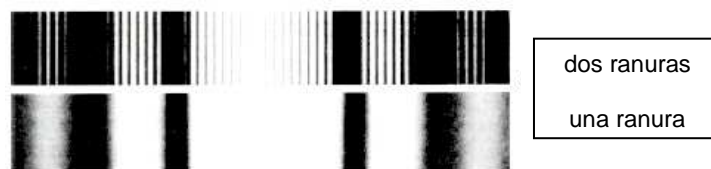
Definición: Se dice que dos obstáculos son complementarios si las regiones transparentes de uno se corresponden con las partes opacas del otro.

Procedimiento

Se realiza el mismo procedimiento descrito en la experiencia anterior, pero reemplazando la ranura por el cabello.

1.3 EXPERIENCIA DE YOUNG

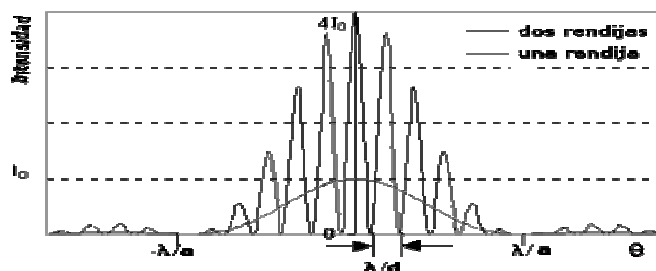
Cuando en una experiencia de Young, el ancho de las ranuras y su separación son comparables, se observa la figura de interferencia de la luz que proviene de las dos ranuras, modulada por la difracción en cada una de ellas. Las imágenes muestran lo que se observa cuando las dos ranuras están destapadas y cuando sólo una de ellas está destapada.



El patrón resultante satisface la ecuación de interferencia -difracción

$$I(\theta) = I_{\max} \frac{\sin^2(\alpha)}{\alpha^2} \cos^2\left(\frac{\delta}{2}\right) \quad (3)$$

cuyo perfil resulta:



Si se desea determinar la separación de las ranuras se debe tener en cuenta que, la diferencia de fase está dada por

$$\delta = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \right) d \sin(\theta)$$

Si se consideran los mínimos de interferencia para los cuales la diferencia de fase resulta $\delta = (2m - 1)\pi$, entonces:

$$d \sin(\theta) = \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

Por otra parte, para ángulos pequeños, $\sin(\theta) \approx y_m/D$ donde D es la distancia entre la diapositiva que contiene la doble ranura y la pantalla de observación e y_m es la distancia desde el máximo central al mínimo de interferencia considerado. Entonces, reemplazando resulta:

$$d \frac{y_m}{D} = \left(m + \frac{1}{2} \right) \lambda$$

Entonces, la distancia entre ranuras estará dada por:

$$\boxed{d = \frac{D\lambda}{\Delta y}} \quad (4)$$

donde Δy es la distancia entre mínimos consecutivos.

Procedimiento

Se realiza el mismo procedimiento descrito en las experiencias anteriores, pero reemplazando la ranura única por una doble ranura. El objetivo es medir la separación entre las ranuras (d) dado por la ecuación (4), para lo cual como en el caso anterior se dispone de una cinta métrica para medir la distancia desde la doble ranura a la pantalla y una hoja milimetrada para medir la distancia entre los mínimos de las franjas de interferencia. Como en los dos casos anteriores se emplea como fuente luminosa un láser.

1.4 DIFRACCIÓN PRODUCIDA POR UNA RED DE DIFRACCIÓN

Cuando el número de ranuras iluminadas es muy grande sólo se observan los máximos de interferencia dentro del lóbulo central de difracción. Los máximos se denominan órdenes de la red y satisfacen la ecuación,

$$\boxed{d \sin(\theta) = m\lambda} \quad (5)$$

donde d es la distancia entre las ranuras de la red. Si N es el número de ranuras por unidad de longitud, entonces, $d = 1/N$. Para utilizar esta ecuación no es necesario suponer que θ_m sea pequeño. Nuevamente considerando que $\sin(\theta) \approx y_m/D$ entonces $d = (\lambda D) / \Delta y$, donde Δy es la distancia entre dos máximos consecutivos.

Procedimiento

Se realiza el mismo procedimiento descrito en las experiencias anteriores, pero reemplazando la ranura por una red de difracción. El objetivo es determinar el espaciado de la red midiendo la distancia entre máximos principales de interferencia (órdenes de difracción) consecutivos y la distancia a la pantalla de observación. Se utiliza una red de 80 líneas por mm que corresponde a un número muy grande (∞) de ranuras equiespaciadas de ancho comparable a la longitud de onda utilizada.