



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

MANUAL DE LABORATORIO DE FÍSICA TRES

Ing. Walter Giovanni Alvarez Marroquin
Coordinador de Laboratorios de Física, 201 S-11.
Facultad de Ingeniería, USAC.

Índice general

1. Laboratorio 1: Ondas Estacionarias	3
1.1. Objetivos	3
1.1.1. General	3
1.1.2. Específicos	3
1.2. Marco Teórico	3
1.2.1. Elementos de una onda	3
1.2.2. Ondas Estacionarias	3
1.3. Diseño Experimental	4
1.3.1. Materiales	4
1.3.2. Magnitudes físicas a medir	5
1.3.3. Procedimiento	5
1.3.4. Diagrama del diseño experimental	5
2. Laboratorio 2: Circuito RL	6
2.1. Objetivos	6
2.1.1. General	6
2.1.2. Específicos	6
2.2. Marco Teórico	6
2.2.1. Inductancia	6
2.2.2. Circuito RL	6
2.2.3. Teorema de máxima transferencia de potencia	7
2.3. Diseño Experimental	7
2.3.1. Materiales	7
2.3.2. Magnitudes físicas a medir	7
2.3.3. Procedimiento	8
2.3.4. Diagrama del diseño experimental	8
3. Laboratorio 3: Circuito RC	9
3.1. Objetivos	9
3.1.1. General	9
3.1.2. Específicos	9
3.2. Marco Teórico	9
3.2.1. Capacitancia	9
3.2.2. Circuito RC	9

3.2.3.	Teorema de máxima transferencia de potencia	10
3.3.	Diseño Experimental	10
3.3.1.	Materiales	10
3.3.2.	Magnitudes físicas a medir	10
3.3.3.	Procedimiento	10
3.3.4.	Diagrama del diseño experimental	11
4.	Laboratorio 4: Circuito RLC	12
4.1.	Objetivos	12
4.1.1.	General	12
4.1.2.	Específicos	12
4.2.	Marco Teórico	12
4.2.1.	Frecuencia de resonancia	12
4.2.2.	Divisor de voltaje	12
4.2.3.	Impedancia	12
4.2.4.	Circuito RLC en serie	13
4.2.5.	Corto circuito teórico	14
4.3.	Diseño Experimental	14
4.3.1.	Materiales	14
4.3.2.	Magnitudes físicas a medir	14
4.3.3.	Procedimiento	14
4.3.4.	Diagrama del diseño experimental	15
5.	Laboratorio 5: Doble rendija de Young	16
5.1.	Objetivos	16
5.1.1.	General	16
5.1.2.	Específicos	16
5.2.	Marco Teórico	16
5.2.1.	Cabello	16
5.2.2.	Doble rendija de Young	16
5.2.3.	Análisis del experimento de doble rendija	17
5.3.	Diseño Experimental	18
5.3.1.	Materiales	18
5.3.2.	Magnitudes físicas a medir	18
5.3.3.	Procedimiento	18
5.3.4.	Diagrama del diseño experimental	18

1 | Laboratorio 1: Ondas Estacionarias

1.1. Objetivos

1.1.1. General

- Encontrar la frecuencia de trabajo del equipo marca Melde.

1.1.2. Específicos

- Analizar la relación que existe entre el número de modos y la fuerza de tensión.
- Analizar si la densidad lineal es constante, o depende de la variación de los modos.
- Analizar si la longitud de la cuerda que oscila se mantiene constante en todo el experimento.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Elementos de una onda

En la figura 1, podemos ver los elementos, de los cuales esta formada una onda:

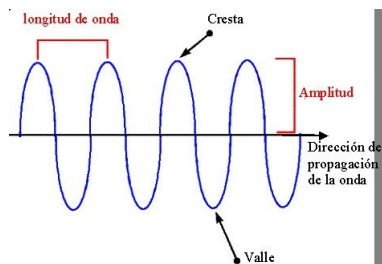


Figura 1.1: Componentes de una onda

1.2.2. Ondas Estacionarias

Considere una cuerda tensa, fija en ambos extremos y se le hace oscilar con cierta frecuencia, el resultado de esta oscilación formará una onda viajera a través de la cuerda, cuando esta onda llegue al extremo fijo se refleja y oscila en sentido opuesto a las ondas iniciales. Esto genera ondas estacionarias tales como se ven en la figura 2.

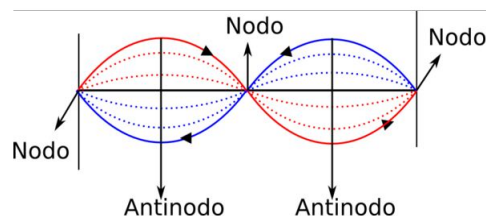


Figura 1.2: Onda estacionaria

A las posiciones en el medio donde se presenta el máximo desplazamiento la llamaremos *Antinodos*. La condición de frontera -dos nodos fijos en los extremos de la cuerda- produce un número de patrones de oscilación naturales discretos llamados Modos Normales.

Los posibles valores de la longitud de onda de los modos normales

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (1.1)$$

donde n se refiere al n -ésimo modo normal de oscilación

La densidad lineal de masa de una cuerda está determinada por:

$$\mu = \frac{m}{L_{Total}} \quad (1.2)$$

y la rapidez de la onda como:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (1.3)$$

y también como:

$$v = f\lambda \quad (1.4)$$

Si despejamos la longitud de onda en la ecuación 1.1 y se sustituye en la ecuación 1.4 obtenemos:

$$v = f \frac{2L}{n} \quad (1.5)$$

igualando ecuaciones 1.3 y 1.5:

$$\sqrt{\frac{F}{\mu}} = f \frac{2L}{n} \quad (1.6)$$

Ahora si despejamos de la expresión anterior la fuerza de tensión, obtenemos una función donde la fuerza de tensión depende del numero de modos normales generados en una cuerda:

$$F(n) = (4\mu L^2 f^2) \left(\frac{1}{n^2}\right) \quad (1.7)$$

En la gráfica 1.3 se muestra el comportamiento de la ecuación 1.7:

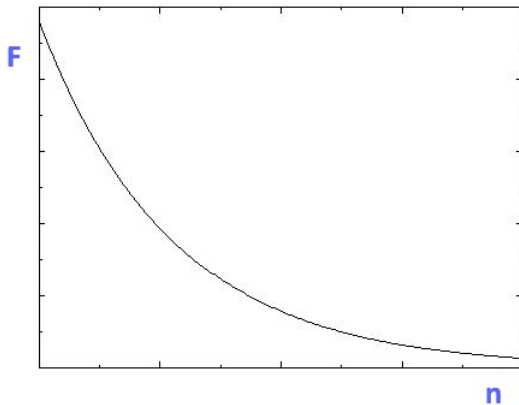


Figura 1.3: $F(n)$

Usando como modelo una función lineal $y = mx + b$, y si $b = 0$, $y = F$ y $x = 1/n^2$, entonces, la pendiente de la función es:

$$m = (4\mu L^2 f^2) \quad (1.8)$$

Como se conoce el valor de la pendiente, se puede encontrar la frecuencia a la cual oscila la cuerda, despejando la frecuencia de la ecuación 1.8.

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{a}{\mu}} \quad (1.9)$$

Como todo dato experimental, la medición debe de tener incerteza, por lo que el error al estimar la frecuencia usando este método experimental es:

$$\Delta f = \left| \frac{\partial f}{\partial \text{datmed}} \right| * \Delta \text{datmed} \quad (1.10)$$

donde $\text{datmed} = \text{Datosmedidos}$

1.3. Diseño Experimental

1.3.1. Materiales

- Oscilador marca Melde
- Dinamometro de 1N
- Dinamometro de 12N
- Trozo de madera circular
- Dos mordazas de gancho
- Cinta métrica
- Regla de un metro
- Pedestal de propósito general
- Polea
- Cuerda *

* La cuerda debe de ser lo mas larga posible.

1.3.2. Magnitudes físicas a medir

- Numero de modos.
- Tensión para cada modo [N].
- Longitud total de la cuerda [m].
- Longitud de oscilación de la cuerda [m].

NOTA: Existen dos tipos de mediciones:

- *El número de modos normales, es una medición sin incerteza.*
- *La tensión de la cuerda contara con dos tipos de incerteza, cada una dependerá del dispositivo con el que se realiza la medición.*

1.3.3. Procedimiento

1. Verificar que en la mesa estén todos los materiales solicitados para la practica.
2. Utilizar el metro para medir la longitud total de la cuerda.
3. Colocar en la orilla de la mesa, el pedestal y la polea, esta debe de estar perpendicular a la barra horizontal del pedestal.
4. Colocar el dinamometro de 12 N en la barra horizontal del pedestal y calibrarlo dejando el cobertor azul en la linea de 0 N.
5. Pasar la cuerda dentro de la polea y colocar una punta de esta en el gancho del dinamometro.
6. Colocar el oscilador marca Melde sobre el eje de la polea, lo mas apartado posible.
7. Sujetar en la mesa el oscilador marca Melde, con la prensa proporcionada, el bloque de madera debe de ir sobre el oscilador marca Melde para evitar daños en el equipo.
8. Colocar el otro extremo de la cuerda en el oscilador marca Melde, verificando que no tope con ninguna de sus superficies para evitar errores en la medición.
9. Verificar que el sistema se asemeje al diagrama de la figura 4.
10. Verificar que la altura donde esta sujeta la cuerda con el oscilador marca melde y el centro de la polea, sean las mismas.
11. Utilizar el metro para medir la longitud de la cuerda, desde el centro de la polea hasta el nudo donde esta sujeta el oscilador marca Melde.
12. Para generar modos normales en la cuerda, se debe de variar la posición vertical de la barra donde esta el dinamometro, esto crea un cambio de fuerza de tension en la cuerda.
13. El primer modo normal debe de tener la tension mas alta entre 8 N a 10 N (depende del largo de la cuerda).
14. Incrementar el numero de modos normales, reduciendo la fuerza de tension.
15. Al llegar al tercer modo normal, se debe de cambiar al dinamometro de 1 N para poder tener mediciones mas exactas, este ya se encuentra calibrado.
16. Generar el mayor numero de modos normales posibles, con incremento de uno y realizar la medición de tension para cada modo normal.

1.3.4. Diagrama del diseño experimental

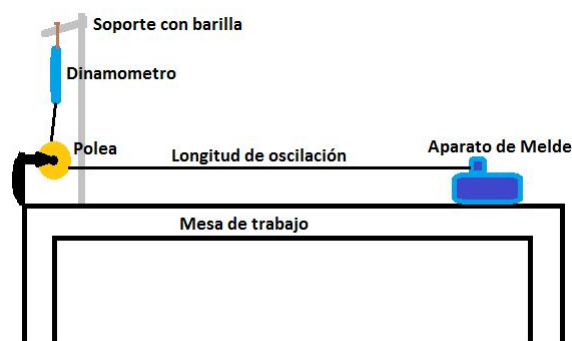


Figura 1.4: Esquema del sistema

2 | Laboratorio 2: Circuito RL

2.1. Objetivos

2.1.1. General

- Encontrar la inductancia experimental de una bobina.

2.1.2. Específicos

- Analizar si la resistencia interna de la bobina afecta al valor de la inductancia experimental.
- Analizar el comportamiento de la reactancia inductiva con respecto a la frecuencia.
- Comparar los valores de inductancias obtenidos y determinar que modelo es el mas adecuado.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Inductancia

Según la ley de Lenz: Un efecto inducido se opone a la causa que lo produce, la cual define la inductancia, siendo esta la capacidad de una bobina de oponerse a cualquier cambio en la corriente, esta se mide en henrys (H). Los inductores son bobinas de diversas dimensiones diseñados para introducir cantidades específicas de inductancia en un circuito. La inductancia en una bobina depende de la geometría de la bobina y de otras características física. La inductancia en un solenoide puede calcularse a partir de la siguiente ecuación:

$$L = \frac{N^2 \mu A}{l} \quad (2.1)$$

Donde N es el numero de vueltas alrededor de un núcleo, de área A , de largo l y de permeabilidad constante μ .

2.2.2. Circuito RL

En la figura 1, podemos ver los elementos que conforman un circuito RL:

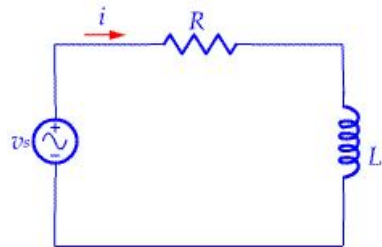


Figura 2.1: Circuito RL

- v_s : Es la fuente de alimentación de voltaje alterno, por lo general se utiliza un generador de funciones.
- i : Corriente que circula por el circuito en serie.
- R : La resistencia del circuito RL
- L : El inductor del circuito RL.

Para diferentes frecuencias, un inductor reacciona de modo diferente, mostrando oposición al flujo de corriente, esta oposición generalmente se le conoce como reactancia inductiva (X_L) dada por:

$$X_L = j\omega L \quad (2.2)$$

Donde ω es la frecuencia angular descrita como:

$$\omega = 2\pi f \quad (2.3)$$

A diferencia de la resistencia, la reactancia inductiva no disipa energía en forma de calor.

Si ahora se considera el modelo real, se debe de considerar la resistencia interna del alambre utilizado para construir la bobina, y de una capacitancia que es significativa a muy altas frecuencias, este efecto capacitivo se desprecia en la practica.

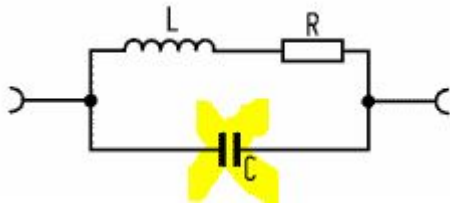


Figura 2.2: Modelo real de la bobina

Si se define r como la resistencia interna de la bobina, entonces

$$X_L = j\omega L + r \quad (2.4)$$

y

$$V_R = iR \quad (2.5)$$

$$V_L = iX_L \quad (2.6)$$

2.2.3. Teorema de máxima transferencia de potencia

El teorema establece que: "*Se entregara máxima potencia a una carga, cuando la potencia de esta sea igual a la potencia de la resistencia de thevenin*". Como sabemos que la potencia esta dada como $P = IV$ al igualar ambas potencias obtenemos:

$$P_{th} = P_{RL} \quad (2.7)$$

$$iV_R = iV_{X_L} \quad (2.8)$$

Substituyendo el voltaje obtenido en las ecuaciones 2.5 y 2.6 tenemos:

$$i^2 R = i^2 X_L \quad (2.9)$$

simplificando la corriente

$$R = X_L \quad (2.10)$$

Lo que determina que al cumplirse el teorema de máxima transferencia de potencia, la resistencia sera una medida indirecta de la reactancia inductiva. Si trabajamos con números reales obtenemos que el modulo de la resistencia es igual a la reactancia inductiva.

$$R = 2\pi L f \quad (2.11)$$

Analizando el teorema de máxima transferencia de potencia para el modelo real de la bobina.

$$R = r + j2\pi f L \quad (2.12)$$

Aplicando el modulo a ambos lados y despejando para L obtenemos:

$$L = \frac{\sqrt{R^2 - r^2}}{2\pi f} \quad (2.13)$$

2.3. Diseño Experimental

2.3.1. Materiales

- Generador de Funciones
- Bobina de 3.8 mH
- Potenciometro de 5 o 10 K Ω
- Protoboard
- Dos multímetros
- 4 pares de cables banana-lagarto
- 1 cable banana-banana
- 1 par de cables dupon.
- Cables para protoboard
- 1 extension para AC 120V

2.3.2. Magnitudes físicas a medir

- Voltaje en el potenciometro e inductor [V].
- Resistencia en el potenciometro [Ω].
- Resistencia interna de la bobina [Ω]

2.3.3. Procedimiento

1. Verificar que en la mesa estén todos los materiales solicitados para la practica.
2. Medir la resistencia interna de la bobina.
3. Conectar el generador de señales.
4. Armar el circuito de la figura 2.3.
5. Verificar el estado del generador de señales presionando el botón que se encuentra en la parte izquierda de los borners (Si se ilumina el led rojo, funciona a la perfección).
6. Utilizando el protoboard, colocar el potenciómetro tomando como terminales, una pata lateral y la del medio.
7. Con un cable banana-lagarto conectar en el borne rojo del generador de ondas a la pata lateral del potenciómetro.
8. Con un cable banana-lagarto conectar la pata del centro del potenciómetro a una de las borneras de la bobina.
9. Con un cable banana-banana conectar la borneira sobrante de la bobina con la bornera de color negro del generador de señales.
10. Coloque la escala de los multímetros en 200V AC.
11. Coloque un multímetro en paralelo al potenciómetro.
12. Coloque el multímetro sobrante, en paralelo a la bobina.

13. Encender el generador de señales colocando la perilla del voltaje en 1V.
14. Colocar el multiplicador en 2.5V.
15. Dependiendo la frecuencia a utilizar, colocar la escala que sea necesaria. *
16. Con la perilla grande variar la frecuencia.
17. Al tener fija la frecuencia, variar el potenciómetro hasta que ambos voltímetros marquen el mismo valor.
18. Desconecte el circuito de la fuente.
19. Medir el valor de la resistencia del potenciómetro.
20. Repetir desde * para diferentes frecuencias.

2.3.4. Diagrama del diseño experimental

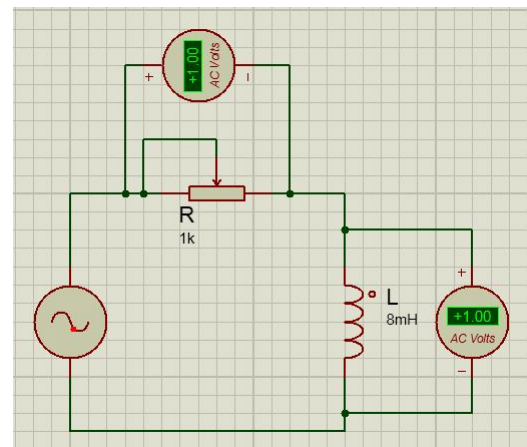


Figura 2.3: Esquema del sistema

3 | Laboratorio 3: Circuito RC

3.1. Objetivos

3.1.1. General

- Encontrar la capacitancia experimental de un capacitor.

3.1.2. Específicos

- Analizar el comportamiento de la reactancia capacitiva.
- Comparar los valores de capacitancias obtenidas y determinar que modelo es el mas adecuado.
- Analizar si el valor de la reactancia experimental puede llegar a ser 0

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Capacitancia

La capacitancia: es una medida de la habilidad del capacitor para almacenar carga sobre sus placas, (Capacidad de almacenamiento), esta se mide en faradios (F). Los capacitores son elementos que almacenan energía eléctrica por medio de campo eléctrico, pero solo dependen de parámetros físicos de fabricación para el valor de su capacitancia, en un capacitor de placas paralelas, tenemos que

$$C = \epsilon_o \frac{A}{d} \quad (3.1)$$

Donde ϵ_o es la constante de permitividad del dieléctrico en el vacío, A el área que abarcan las placas del capacitor y d la distancia de separación entre las

placas.

3.2.2. Circuito RC

En la figura 1, podemos ver los elementos que conforman un circuito RC en serie:

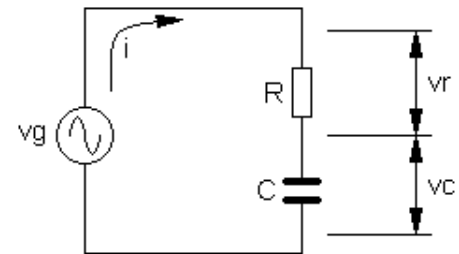


Figura 3.1: Circuito RC

- v_g : Fuente de voltaje alterno.
- i : Corriente que circula por el circuito en serie.
- R : La resistencia del circuito RC
- C : El capacitor del circuito RC.

Como con los inductores, para diferentes frecuencias, un capacitor reacciona de modo diferente, mostrando oposición al flujo de corriente, esta oposición generalmente se le conoce como reactancia capacitiva (X_C) dada por

$$X_C = \frac{1}{j\omega C} \quad (3.2)$$

Donde ω es la frecuencia angular descrita como:

$$\omega = 2\pi f \quad (3.3)$$

A diferencia de la resistencia, la reactancia capacitiva no disipa energía en forma de calor. Donde el comportamiento de la reactancia capacitiva respecto a la frecuencia, esta representada por la siguiente gráfica.

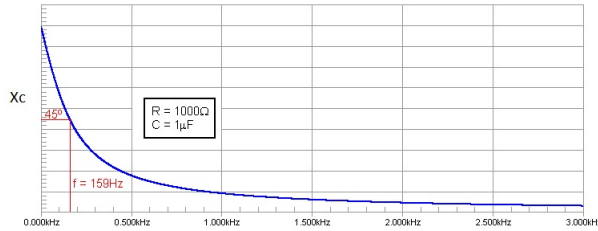


Figura 3.2: Circuito RC

donde:

$$V_R = iR \quad (3.4)$$

$$V_C = iX_C \quad (3.5)$$

3.2.3. Teorema de máxima transferencia de potencia

Al aplicar el teorema: "*Se entregara máxima potencia a una carga, cuando la potencia de esta sea igual a la potencia de la resistencia de thevenin*". Como la potencia esta dada como $P = iV$ igualando ambas potencias

$$P_{th} = P_{R_L} \quad (3.6)$$

$$iV_R = iV_{X_C} \quad (3.7)$$

Substituyendo el voltaje obtenido en las ecuaciones 3.4 y 3.5 tenemos:

$$i^2 * R = i^2 * X_C \quad (3.8)$$

simplificando la corriente i

$$R = X_C \quad (3.9)$$

entonces

$$R = \frac{1}{2\pi fC} \quad (3.10)$$

3.3. Diseño Experimental

3.3.1. Materiales

- Generador de Funciones
- Capacitor de $0.10 \mu F$ o $0.47 \mu F$
- Potenciómetro de 5 o $10 K\Omega$
- Protoboard
- Dos multímetros
- 4 pares de cables banana-lagarto
- 1 par de cables dupon.
- Cables para protoboard
- 1 extension para AC 120V

3.3.2. Magnitudes físicas a medir

- Voltaje en el potenciómetro y capacitor [V].
- Resistencia en el potenciómetro [Ω].

3.3.3. Procedimiento

1. Verificar que en la mesa estén todos los materiales solicitados para la practica.
2. Verificar el valor de capacitancia del capacitor: $104 = 0.10 \mu F$, $474 = 0.47 \mu F$
3. Conectar el generador de señales.
4. Armar el circuito de la figura 3.3 .
5. Verificar el estado del generador de señales presionando el botón que se encuentra en la parte izquierda de los borners (Si se ilumina el led rojo, funciona a la perfección).
6. En el protoboard: colocar el potenciómetro, tomando como terminales, una pata lateral y la del medio.
7. Colocar el capacitor en el protoboar y con la ayuda de un cable de protoboard, una un extremo del capacitor con el extremo del potenciómetro.

8. Con un cable banana-lagarto conectar en el borne rojo del generador de ondas a la pata lateral del potenciómetro.
9. Con un cable banana-lagarto conectar la otra pata del capacitor con la bornera de color negro del generador de ondas.
10. Colocar la escala de los multímetros en 200V AC.
11. Colocar el multímetro en paralelo con el potenciómetro.
12. Colocar el multímetro sobrante, en paralelo al capacitor.
13. Encender el generador de señales colocando la perilla del voltaje en 1.0 volts.
14. Colocar el multiplicador en 2.5V.
15. Dependiendo la frecuencia a utilizar, colocar la escala necesaria, presionando el botón que corresponda. *
16. Con la perilla grande variar la frecuencia.

17. Al tener fija la frecuencia, variar el potenciómetro hasta que ambos voltímetros marquen el mismo valor.
18. Desconecte el circuito de la fuente.
19. Mida el valor de la resistencia del potenciómetro.
20. Repetir desde * para las frecuencias necesarias.

3.3.4. Diagrama del diseño experimental

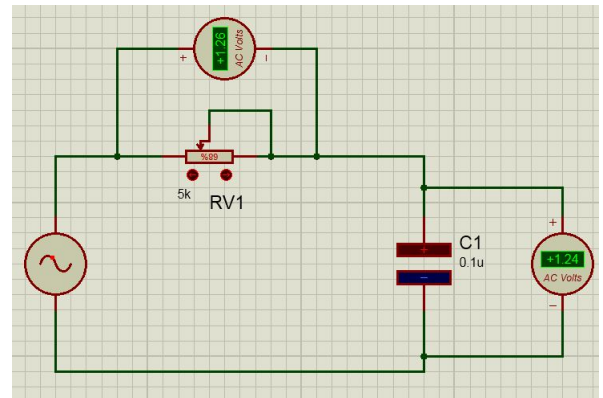


Figura 3.3: Esquema del sistema

4 | Laboratorio 4: Circuito RLC

4.1. Objetivos

4.1.1. General

- Encontrar la frecuencia de resonancia experimental de un circuito RLC.

4.1.2. Específicos

- Realizar la comparación entre la frecuencia de resonancia teórica y experimental.
- Analizar el comportamiento de la impedancia al variar la frecuencia.
- Analizar si existe un corto circuito experimental.

4.2. Marco Teórico

4.2.1. Frecuencia de resonancia

Se denomina frecuencia de resonancia a aquella frecuencia característica de un cuerpo o un sistema que alcanza el grado máximo de oscilación. En un sistema eléctrico, la frecuencia de resonancia es aquella a la que la función de transferencia alcanza su máximo.

4.2.2. Divisor de voltaje

Un divisor de tensión es una configuración de circuito eléctrico que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas en serie.

Sí se tiene una fuente de tensión V_f , conectada en

serie con n impedancias. Para conocer el voltaje V_o en la impedancia genérica Z_o , se utiliza la ley de Ohm:

$$V_o = I * Z_o \quad (4.1)$$

$$I = \frac{V_f}{\sum Z_n} \quad (4.2)$$

Sustituyendo la ecuación 2 en la 1, se obtiene que el voltaje en la impedancia genérica Z_o será:

$$V_o = \frac{Z_o}{\sum Z_n} * V_f \quad (4.3)$$

4.2.3. Impedancia

La impedancia (Z) es la medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica un voltaje. La impedancia extiende el concepto de resistencia a los circuitos de corriente alterna, y posee tanto en magnitud y fase. La impedancia puede representarse como la suma de una parte real y una parte imaginaria:

$$Z = R + jX \quad (4.4)$$

R es la parte resistiva o real de la impedancia y X es la parte reactiva o imaginaria de la impedancia. Al querer trabajar solamente con números reales podemos realizar el modulo de la impedancia dándonos solo la magnitud real de la misma.

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (4.5)$$

4.2.4. Circuito RLC en serie

En la figura 1, podemos ver los elementos que conforman un circuito RLC:

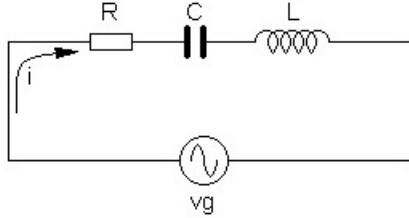


Figura 4.1: Circuito RLC

- v_g : Es la fuente de alimentación de voltaje alterno, por lo general se utiliza un generador de funciones.
- i : Corriente que circula por el circuito en serie.
- R : La resistencia del circuito RLC.
- C : El capacitor del circuito RLC.
- L : El inductor del circuito RLC.

El comportamiento del voltaje en la resistencia con respecto a la variación de frecuencia se demuestra en la siguiente gráfica.

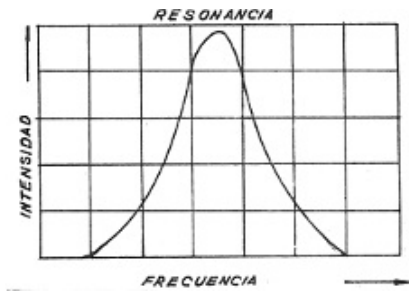


Figura 4.2: Comportamiento del voltaje en la resistencia en un circuito RLC

De un circuito en serie sabemos que la corriente que pasa por todos los dispositivos es la misma y aplicando divisor de voltaje

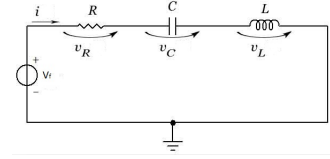


Figura 4.3: Caídas de voltaje en el circuito RLC

Si se observa la figura 3, podemos obtener el voltaje en la resistencia con ayuda de la ecuación 3.

$$V_R = \frac{R}{\Sigma Z_n} * V_f \quad (4.6)$$

Siendo la sumatoria de impedancias todos los elementos del circuito obtenemos la impedancia total con la ecuación 4.

$$Z = R + X_C + X_L \quad (4.7)$$

Substituyendo cada la reactancia de elemento obtenemos:

$$Z = R + \frac{1}{j2\pi fC} + j2\pi fL \quad (4.8)$$

Aplicando $-j = \frac{1}{j}$ y factorizando los elementos imaginarios obtenemos:

$$Z = R + j(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}) \quad (4.9)$$

En esta forma podemos implementar el modulo en esta ecuación tal como se muestra la ecuación 5.

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2} \quad (4.10)$$

Para obtener el voltaje en la resistencia en el circuito RLC, substituímos la ecuación 10, en la ecuación 6.

$$V_R = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2}} * V_f \quad (4.11)$$

En la ecuación anterior obtenemos una función del comportamiento del voltaje en la resistencia con respecto a la variación de frecuencia.

4.2.5. Corto circuito teórico

La frecuencia de resonancia en el punto en el que el circuito RLC se convierte totalmente resistivo. Para que esta condición se cumpla el valor de ambas reactancias debe de ser iguales $X_L = X_C$ tal como lo vemos en el plano imaginario.

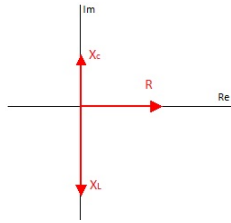


Figura 4.4: Plano imaginario para los dispositivos del circuito RLC

Al tener la igualación de ambas impedancias obtenemos tres ecuaciones:

$$2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C} \quad (4.12)$$

A. - Frecuencia de Resonancia teórica

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (4.13)$$

B. - Inductancia en función de su frecuencia de resonancia

$$L = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 C} \quad (4.14)$$

C. - Capacitancia en función de su frecuencia de resonancia

$$C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L} \quad (4.15)$$

Al substituir las ecuaciones 14 y 15 en la ecuación 11, podemos obtener una ecuación en la cual se ve el comportamiento del voltaje en la resistencia conforme varia la frecuencia, pero tomando en cuenta el valor de la frecuencia de resonancia.

$$V_R = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{f}{2\pi^2 f_0^2 C} - \frac{2\pi^2 f_0^2 L}{f}\right)^2}} * V_f \quad (4.16)$$

4.3. Diseño Experimental

4.3.1. Materiales

- Generador de Funciones
- Capacitor de $0.10 \mu F$ o $0.47 \mu F$
- Inductor de $3.8 mH$
- Resistencia de $1 K\Omega$
- Protoboard
- Multímetro
- 4 pares de cables banana-lagarto
- 1 par de cables banana-banana
- 1 par de cables dupon.
- Cables para protoboard
- 1 extension para AC 120V

4.3.2. Magnitudes físicas a medir

- Voltaje de la fuente [V].
- Voltaje en la resistencia [V].
- Valor experimental de la resistencia [Ω].

4.3.3. Procedimiento

1. Verificar que en la mesa estén todos los materiales solicitados para la practica.
2. Verifique el valor de capacitancia de su capacitor: $104 = 0.10 \mu F$, $474 = 0.47 \mu F$
3. Conectar el generador de ondas con ayuda de la extension de 120V.
4. Armar el circuito de la figura 5 con ayuda de los siguientes pasos.
5. Verificar el estado del generador de ondas presionando el boton que se encuentra en la parte izquierda de los borners (Si se ilumina el led rojo, funciona a la perfección).

6. Con un cable banana-banana conectar en el borne rojo del generador de ondas al borne del inductor.
7. Coloque el capacitor en el protoboar, con la ayuda de un cable de protoboar y un banana-lagarto una en serie el otro extremo del inductor con la bobina.
8. Colocar en el protoboard la resistencia de $1K\Omega$ en serie con el capacitor.
9. Con un cable banana-lagarto conectar la otra pata de la resistencia con la bornera de color negro del generador de ondas.
10. Colocar la escala del multimetro en 200V AC.
11. Colocar el multimetro en paralelo con la resistencia.
12. Encender el generador de ondas colocando la perilla del voltaje en 1V.
13. Colocar el multiplicador en 2.5V.

14. Dependiendo de la frecuencia que se esté utilizando, colocar la escala necesaria presionando el botón que corresponda. *
15. Con la perilla grande varié la frecuencia.
16. Anotar el valor de voltaje medido.
17. Repetir desde * para las frecuencias necesarias.

4.3.4. Diagrama del diseño experimental

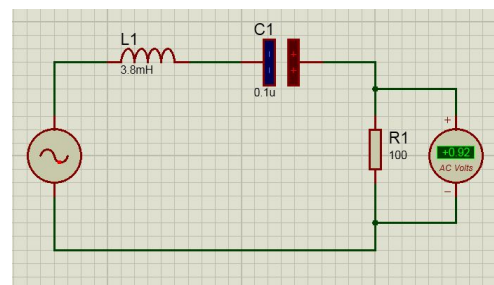


Figura 4.5: Esquema del sistema

5 | Laboratorio 5: Doble rendija de Young

5.1. Objetivos

5.1.1. General

- Encontrar el diámetro experimental del cabello humano.

5.1.2. Específicos

- Comparar el diámetro experimental con un valor de referencia.
- Comprobar si el ángulo de desfase se puede aproximar a 0.
- Según el experimento de Young, analizar si la luz se comporta como una onda o una partícula.

5.2. Marco Teórico

5.2.1. Cabello

La vida de un cabello consta de tres fases: la de formación, con un 85 % de cabellos, dura unos 3 años y cada cabello crece diariamente; la de regresión, con un 14 %, dura unas tres semanas; y la de reposo, con un 1 %, que dura de dos a cuatro meses. El diámetro del cabello también se reduce con los años. En un joven, el 72 % de ellos tiene un diámetro de 0,1 mm. Por lo cual la medición del diámetro del cabello puede variar por la edad y salud de la persona, puede estar entre $30\mu m$ y $100\mu m$.

5.2.2. Doble rendija de Young

Young comprobó un patrón de interferencias en la luz procedente de una fuente lejana al difractarse en el paso por dos rejillas, resultado que contribuyó a la teoría de la naturaleza ondulatoria de la luz.

Si la luz se comportara como un conjunto de partículas, después de pasar por la rendija el patrón dibujado en una pantalla sería de la siguiente forma:

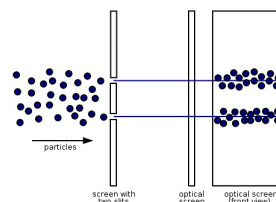


Figura 5.1: Luz con propiedades de partícula

En el caso del experimento de Young la luz se comporta como si fuera una onda, acordes al principio de Huygens, teniendo propiedades ondulatorias al mostrar su patrón en una pantalla:

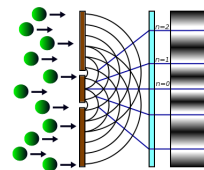


Figura 5.2: Luz con propiedades de onda

Formándose máximos y mínimos, creados por la

difracción de la luz y la interferencia de la misma.

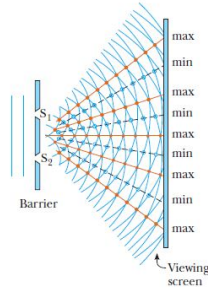


Figura 5.3: maximos y minimos

Un máximo se crea cuando dos ondas llegan en fase por lo cual la luz se nota intensa, por otra parte el mínimo es creado cuando las ondas llegan desfasadas, al eliminarse una con la otra, crea un espacio de oscuridad.

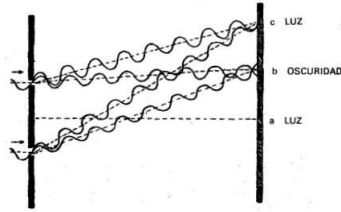


Figura 5.4: Comportamiento de las ondas

5.2.3. Análisis del experimento de doble rendija

Al analizar la formación de los máximos en la pantalla:

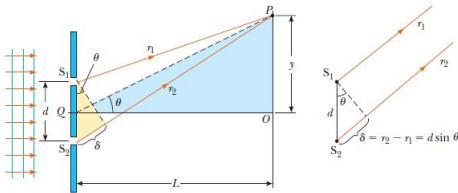


Figura 5.5: Análisis geométrico

Observamos el comportamiento geométrico del experimento, analizando el triangulo que se forma desde el centro de la rendija hasta la pantalla donde se dibuja el patrón.

Si asumimos que la distancia entre el punto Q y P es mucho mayor a d (distancia entre aperturas de la rendija), podemos asumir que r_1 y r_2 son paralelas. Con esto podemos tener que la diferencia de trayectoria de los rayos de luz es:

$$\delta = d \sin \theta \quad (5.1)$$

Si la diferencia de trayectoria es cero o algún múltiplo entero de longitud de onda, las dos ondas están en fase en P, obteniendo una interferencia constructiva, un máximo de luz.

$$\delta = d \sin \theta_{\text{brillante}} = m \lambda \quad (5.2)$$

Donde m es el numero de orden si $m = \pm 1$, es el primer máximo y pueden existir mas en el patrón $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \dots$

Cuando δ es un múltiplo par de $\frac{\lambda}{2}$, las dos ondas que llegan a P están 180 fuera de fase, se crea interferencia destructiva, o un mínimo falto de luz.

$$\delta = d \sin \theta_{\text{oscura}} = (m + \frac{1}{2}) \lambda \quad (5.3)$$

Debido a que el ángulo θ es muy pequeño, podemos hacer la aproximación de:

$$d \sin \theta \approx L \tan \theta \quad (5.4)$$

Utilizando un poco de trigonométrica sabemos que:

$$\frac{y}{L} = \tan \theta \quad (5.5)$$

Donde y es la distancia desde el centro de la luz al primer máximo. Al substituir la ecuación 5 en la ecuación 2 obtenemos:

$$\frac{y}{L} = \frac{m \lambda}{d} \quad (5.6)$$

Lo mismo para la ecuación 3:

$$\frac{y}{L} = \frac{\lambda}{d} \left(m + \frac{1}{2}\right) \quad (5.7)$$

Despejando para y para ambas ecuaciones obtenemos:

a) distancia y para máximos

$$y_{max} = \frac{L\lambda m}{d} \quad (5.8)$$

b) distancia y para mínimos

$$y_{min} = \frac{L\lambda}{d} \left(m + \frac{1}{2}\right) \quad (5.9)$$

5.3. Diseño Experimental

5.3.1. Materiales

- Láser
- Riel de soporte óptico
- Obturador con su soporte
- Porta rendijas con su soporte
- Cinta métrica
- Regla
- Hojas de papel milimetrado
- Maskin tape
- Pelo humano

5.3.2. Magnitudes físicas a medir

- Distancia entre la rendija y la pantalla.
- Distancia entre mínimos.

5.3.3. Procedimiento

1. Verificar que en la mesa estén todos los materiales solicitados para la practica.
2. Solicitar al estudiante el pelo que se medirá.
3. Pegar el pelo en el centro del soporte para rendijas.
4. Colocar en linea recta el láser con el riel.
5. Colocar después del láser el obturador y luego el soporte de rendijas.
6. Colocar el papel milimetrado en la pantalla, procurando dejar la orilla del papel en el centro del patrón para poder medir el mayor numero de máximos posibles
7. Reproduzca el patrón de la luz en la hoja de papel milimétrico, NO ver el láser de forma directa.
8. Medir la distancia entre el centro de cada mínimo.
9. Medir la distancia desde la rendija, hasta la pantalla donde se forma el patrón.

5.3.4. Diagrama del diseño experimental

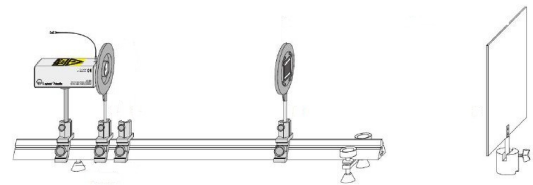


Figura 5.6: Esquema del sistema

La longitud de onda del láser: $\lambda = 632.8nm$