



Universidad Nacional Autónoma de Honduras

Facultad de Ciencias Escuela de Física



Magnetostricción

Elaborado por: M.Sc. Francisco Solorzano

M.Sc. Maximino Suazo

Objetivo

1. Analizar la respuesta de un material ferromagnético a la aplicación de un campo magnético.
2. Calcular la rapidez del sonido en una barra de hierro de sección cuadrada.
3. Observar que la respuesta de una barra de hierro a ciertas frecuencias es mayor

Materiales

- Montaje para barra.
- Prensa en C.
- Barra de hierro.
- Cinta métrica
- 1 martillo
- 1 hoja de papel
- Amperímetro
- Generador de señales
- Bobinas
- Cables conectores
- 1 Osciloscopio digital
- 1 vaso de cartón

Teoría resumida

Cuando una barra de hierro es golpeada en uno de sus extremos por un martillo, se produce una onda longitudinal que viaja a través de la barra y la comprime produciendo por lo tanto una pequeña variación en el volumen y como consecuencia hay un cambio instantáneo de la magnetización, lo anterior se conoce como el efecto de Villari o Magnetostricción Inversa.

$$\vec{M} = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\sum \vec{m}_i}{\Delta V}$$

En caso de que el núcleo de una bobina sea atravesado por esta barra, se inducirá una fem en la bobina que tendrá la forma de la figura 1.

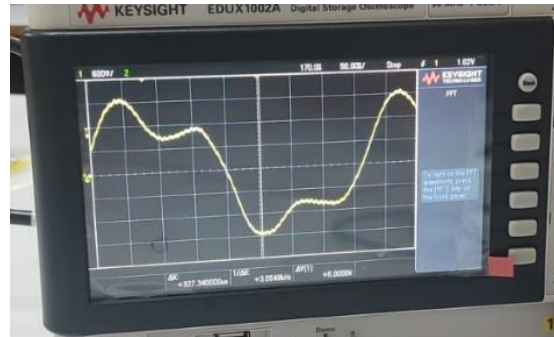
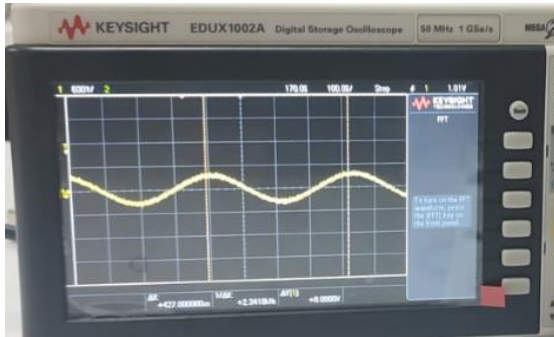


Figura 1. Magnetostricción inversa observada en la pantalla de un osciloscopio, la figura de la izquierda es la obtenida en el mejor de los casos, por otro lado, la figura a la derecha involucra una superposición de ondas producto de la forma como se golpea la barra.

Si en lugar de aplicar una comprensión a la barra de hierro, le aplicamos un campo magnético variante con el tiempo de una forma $\mathbf{H} = H_0 \sin(\omega t)$ por medio de un generador de señales y una bobina, la barra de metal sufrirá una deformación que cambiará con el tiempo de forma similar al campo, a este fenómeno se le denomina *magnetostricción*.

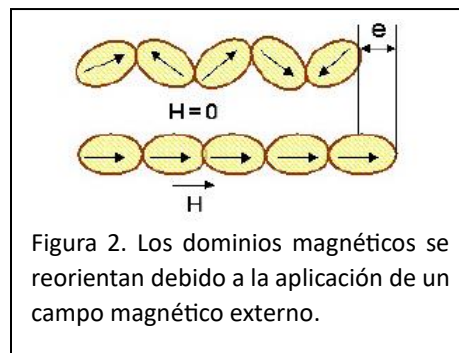


Figura 2. Los dominios magnéticos se reorientan debido a la aplicación de un campo magnético externo.

Cuando la frecuencia del campo tiene el valor adecuado para producir ondas estacionarias en la barra de hierro, la vibración de dicha barra es máxima, y es posible escuchar un pequeño sonido emitido por la barra. Una vez encontrada la frecuencia que produce el equivalente a un primer armónico, se puede duplicar o triplicar dicha frecuencia para escuchar otros armónicos.

Para analizar cuantitativamente la relación entre la longitud de la barra y la frecuencia se pueden utilizar las siguientes ecuaciones.

$$v = \lambda_n f_n$$

$$f_n = n f_1$$

donde n es un entero

Para realizar el análisis de la barra, se usará un modelo similar al de un tubo abierto en sus dos extremos (ver figura 3), ya que en ambos casos las ondas producidas son longitudinales y tienen

velocidades que dependen de las características del medio. El campo magnético variante en el tiempo a las frecuencias adecuadas produce ondas estacionarias en la barra de metal.

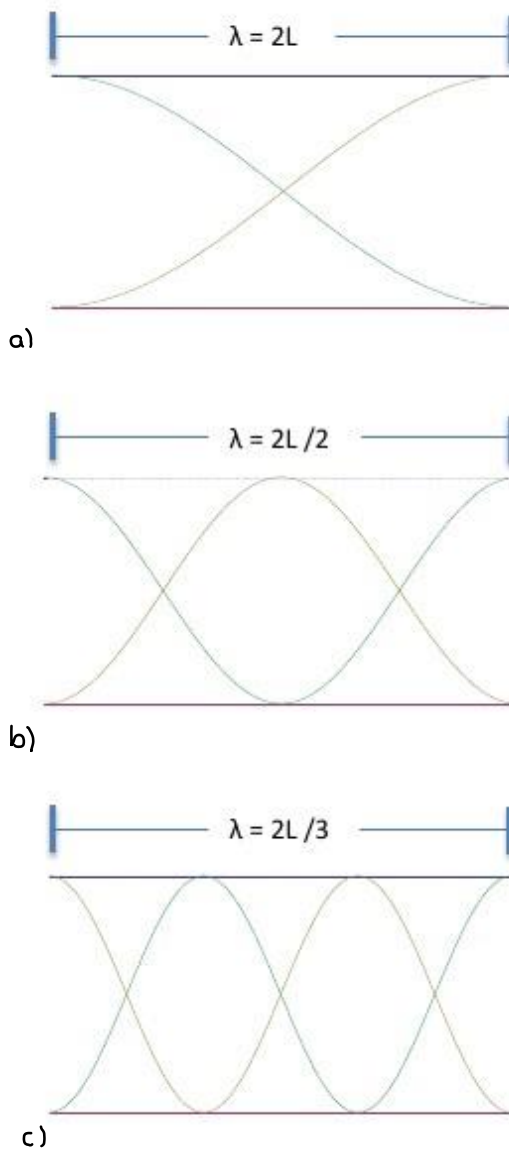


Figura 3. En las figuras anteriores se muestra la relación entre la longitud de onda y la longitud de la barra para algunos modos de vibración. La figura a) tiene el primer armónico, la figura b) muestra el segundo armónico, de forma similar en la figura c) se muestra el tercer armónico.

Procedimiento experimental y toma de datos

Parte A

1. Fijar el soporte para barra a la mesa usando una prensa en C.
2. Usando la cinta métrica, medir la longitud y la sección transversal de la barra de hierro y anotarlas _____ m, _____ m , (la incertidumbre es de 1mm).
3. Colocar la barra de metal sobre el soporte de modo que el centro de dicha barra descansa sobre el soporte.
4. Coloque la bobina pequeña de modo que la barra haga el papel del núcleo de dicha bobina.
5. Conecte la bobina al osciloscopio en paralelo.
6. Encender el Osciloscopio y Configurar el osciloscopio para la lectura de forma de onda (Waveform) en Transformada de Fourier (FFT).
7. Configure las opciones de Span y Center en los valores sugeridos.
8. Pulse el boton "SINGLE" del Osciloscopio para prepararse a la toma de datos.
9. Golpear con el martillo el otro extremo de la barra, un golpe con poca fuerza y de modo que el golpe se distribuya en toda la sección transversal de la barra.
10. Observe la forma de onda en el osciloscopio.
11. Repita el paso 9 y 10, congele la forma de la señal en el osciloscopio (Tome una foto de esto).
12. Usando el osciloscopio encuentre los valores máximos de la señal, determine el tiempo que tarda la onda en viajar por la barra y lo anota _____.

Parte B

1. Arme un circuito en serie con la bobina, el generador de señales y el amperímetro, tal como se puede observar en la figura 4.
2. Introduzca la varilla de hierro dentro de la bobina.
3. Una un extremo de la varilla al vaso de cartón.
4. Conecte en paralelo a la bobina el osciloscopio de modo que pueda registrar la frecuencia que entrega el generador.

5. Conecte el generador de funciones al tomacorriente, asegúrese que el generador este en modo "Out".
6. Encienda el generador de funciones, ajuste la amplitud al valor máximo y la frecuencia al valor sugerido por su instructor.
7. Aumente la frecuencia en saltos de 10 Hz hasta que la barra emita un sonido audible, siga aumentando la frecuencia con cuidado hasta estar cerca del máximo. Tendrá que cambiar los saltos a 1 Hz, aumentar y disminuir la frecuencia para localizar el máximo.
8. Anote la frecuencia registrada por el generador _____ Hz y la corriente registrada por el amperímetro _____ A.
9. Busque la siguiente frecuencia audible y anótela _____ Hz.

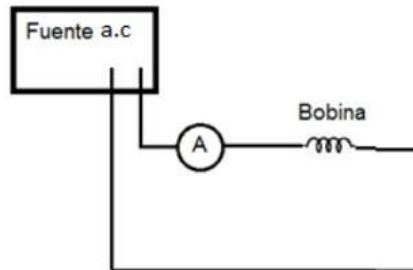


Figura 4. Circuito para la parte B

Registro de datos

Para el procedimiento A, registre:

- a) La foto de la fem inducida en la bobina.
- b) El número de vueltas de la bobina pequeña _____
- c) Sección transversal de la barra _____

Para el procedimiento B, registre:

- a) En una tabla las longitudes de onda λ_1 y λ_2 .
- b) En una sola tabla las longitudes de onda y frecuencias calculadas, así como el cálculo de la velocidad promedio.

c) El número de vueltas de la bobina _____.

Cálculos

En la parte A

1. Usando la magnitud de la *fem* inducida, determine la magnitud de $\frac{\partial B}{\partial t}$.
2. Determine la frecuencia de la señal producida por el golpe.
3. Calcule el valor medio de la rapidez con que viaja el sonido en la barra de hierro.
4. Determine la incertidumbre de la rapidez con que viaja el sonido en la barra de hierro.

En la parte B

1. Determine el valor de **B**.
2. Calcule el valor medio de la rapidez con que viaja el sonido en la barra de hierro.
3. Determine la incertidumbre de la rapidez con que viaja el sonido en la barra de hierro.

Observaciones

1. No olvide aplicar la teoría de errores.

Cuestionario

1. Investigue sobre la deformación en una barra ferromagnética producida por una inducción constante en el tiempo.
2. Investigue sobre aplicaciones de la magnetostricción en diferentes campos como seguridad, industria, comercio, entre otros.
3. Compare los valores de velocidad obtenidos en ambos casos.
4. Cuando cambio la frecuencia del generador, ¿observo cambios significativos en la velocidad del sonido en la barra? Explique.