Práctica #9
Ondas estacionarias en una cuerda

Objetivo Realizar un estudio experimental de ondas estacionarias en cuerdas con sus dos extremos fijos. Estudio de los modos normales de vibración, frecuencias características. Determinación de la velocidad de las ondas en términos de la tensión y la densidad de la cuerda.

Ondas Estacionarias en Cuerdas: Se dispone de una cuerda cuya masa por unidad de longitud **μ** es posible conocer. La Tensión de la cuerda **T** está determinada por el peso colgado en uno de sus extremos. Un generador de funciones excita un "driver" mecánico a la frecuencia determinada por el generador, que excita a la cuerda a la frecuencia **f** deseada. La longitud de onda de cada modo está determinada por la longitud de la cuerda., ya que siempre la longitud ***L*** es igual a un numero entero de veces de medias longitudes de onda.

A) Explique por qué es esto así, o sea por qué

$$L = n\ \frac{l}{2}$$

. B) ¿Cómo haría para conocer **μ** en sus condiciones de trabajo?

I. Para un determinado valor de **T** y **μ** determina las frecuencias **f** para los primero 8 modos normales de excitación. Para cada modo determine **λ** y a partir de estos parámetros, calcule la velocidad *v* de la onda para cada modo. Grafique la velocidad de la onda en función del orden de cada modo. ¿Qué concluye?.

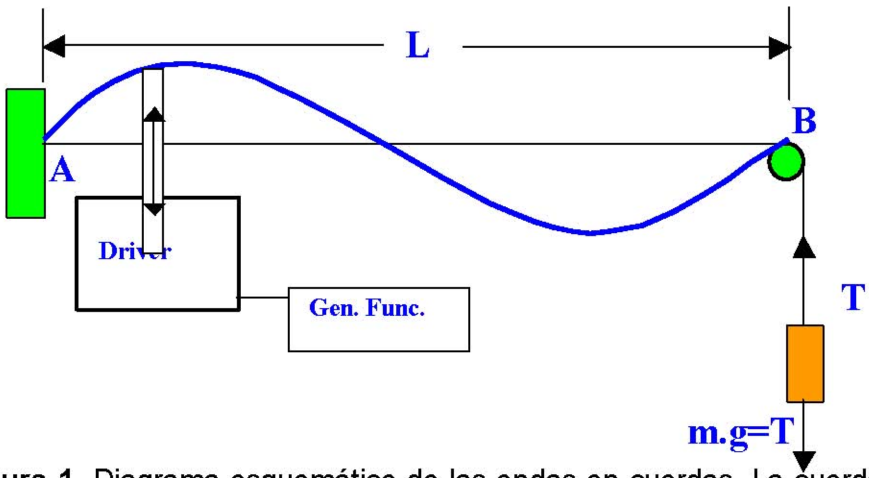

Figura 1. Diagrama esquemático de las ondas en cuerdas. La cuerda tiene dos puntos fijos, **A** y **B**. La tensión esta determinada por el peso colgado (m.g) en uno de sus extremos.

II. Para una dada cuerda, varíe la masa ***m*** colgada en uno de los extremos de la cuerda. Para cada valor de ***m***, determine la velocidad de la onda en la cuerda. Tome al menos 6 valores de ***m***. En cada caso determine el valor de ***T*** y μ . Grafique v versus $\sqrt{T/\mu}$. ¿Qué concluye?.

III. Cuando varía el peso ***m***, se varía tanto la tensión ***T*** como la densidad de masa μ . Demuestre que la relación entre la velocidad de la onda y la masa m colgada es:

$$n = \sqrt{\frac{m\,(L_0 + k\,m)\,g}{m_c}} \qquad (1)$$

Donde m_c es la masa total de la cuerda, L_0 sus longitud natural y ***k*** la constante de estiramiento de la cuerda. ¿Como puede calcular el valor de k experimentalmente?. Discuta su idea con el instructor y lleve adelante la medición de ***k***. Luego compare en un gráfico la relación encontrada experimentalmente entre ***v*** y ***m*** y en el mismo gráfico indique la curva que esperaría teóricamente para esta relación usando le expresión (1). ¿Qué concluye? .

Práctica #10 Ondas Acústicas

Sonido

Objetivo

Realizar un estudio experimental de ondas sonoras en tubos abiertos, semicerrados y cerrados. Resonancias en diversos sistemas, cuatificación, frecuencias características . Determinación de la velocidad del sonido. Estudio de ondas estacionarias.

Ondas Estacionarias en Tubos (Tubo de Kuntz): Se dispone de un emisor acústico (parlante y audífono conectado a un generador de funciones) que puede emitir sonidos puros, es decir de una frecuencia bien definida, que puede variarse en un amplio rango de frecuencias. También se dispone de detectores de sonido (micrófonos) conectados a osciloscopios (o sistema de adquisición de datos conectada a una PC). Los sistemas físicos consisten en: a) Tubos abiertos, b) Tubos semicerrados.

Propuesta 1.-Usando un tubo semicerrado. Mida asimismo cuidadosamente las dimensiones del tubo, longitud (***l***) y diámetro interno (***d***)**.** Para determinar sin ambigüedad las frecuencias de resonancias asociadas a la presencia del tubo, coloque el emisor y receptor de sonido enfrentados, justo en el borde abierto del tubo probeta, como se muestra en lo figura 1. Trate de ubicar las frecuencias de resonancia, variando la frecuencia del generador de funciones (G.F.) que alimenta el emisor. **Cuide que la amplitud del G.F. sea constante,** esto lo puede lograr monitorendo la amplitud de la señal de entrada al emisor. Las resonancias se manifiestan por una pronunciado aumento de la amplitud de la señal de salida del receptor. En otras palabras, a las frecuencias de resonancias, para una dada amplitud de la excitación de emisor, la respuesta del receptor (amplitud) tiene un máximo relativo (en un dado intervalo de frecuencia).

- Determine por lo menos las primeras 5 (cinco) resonancias en cada caso. Grafique la amplitud del receptor en función de la frecuencia aplicada. Para este estudio, trate de que la geometría del sistema (tubo, emisor, receptor, etc.)-se mantenga constante a medida que varia la frecuencia. (Figura 1).

- Para verificar que las resonancias encontradas, efectivamente están asociadas al tubo y no a características particulares del sistema emisor-receptor, retire el tubo o probeta y repita el estudio anterior, cuidando de pasar por las mismas frecuencias . Grafique la amplitud del receptor en función de la frecuencia aplicada, de ser posible en el mismo gráfico anterior. ¿Qué puede concluir de este estudio a cerca del origen de dichas resonancias. (Figura 1).

- Grafique las frecuencias de resonancia del tubo en función de orden ***n*** de cada resonancia, es decir el índice que identifica su aparición el cuando se incrementa la frecuencia. Trate asimismo de determinar la frecuencia fundamental (***n***=0), es decir la frecuencia, por debajo de la cual no se detectan resonancias.

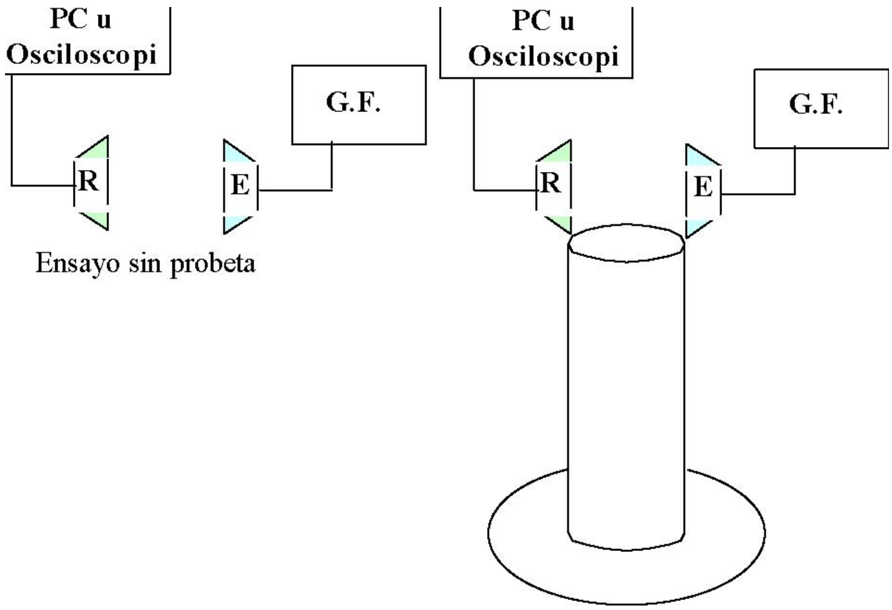

Figura 1.-Dispositivo experimental para estudiar los modos de resonancias en un tubo, botella, etc. El tubo va ubicado horizontal.

Propuesta 2.-Variación debida a la modificación de la longitud del tubo. Realice el mismo estudio que el realizado anteriormente para al menos dos longitudes distintas a la realizada en la primera parte.

- Grafique las frecuencias de resonancia f_n del tubo en función de orden ***n*** de cada resonancia..

- Grafique el producto $l.\ f_n$ (longitud por la frecuencias de resonancia) en función de orden ***n***, para todos los casos estudiados.

- Suponiendo que en el tubo semicerrado entran exactamente (2.***n***+1) cuartos de longitudes de onda, trate de dar cuenta de sus resultados experimentales[2,3].

- Del gráfico $l.\ f_n$ versus (2.***n***+1) y el modelo sugerido (que en el tubo hay ***n*** medias longitudes de onda), determine el valor de la velocidad del sonido y sus error. ¿Cómo se compara su resultado con los valores tablados? . Discuta y especule a cerca de las posibles discrepancias.

- Una consecuencia de tener un diámetro finito en el tubo, es que su longitud efectiva es mayos que su longitud geométrica. Esto causa que el número n de media longitudes de onda entran dentro de dicha longitud efectiva, o sea:

$$L_{ef} = l + f\ d = n\frac{l_n}{2}$$

¿Cómo afecta esta corrección sus conclusiones respecto de la velocidad del sonido?. El valor de *f* es del orden de 0.4[1], para un tubo semicerrado y del orden de 0.8 para un tubo abierto.

Propuesta 3.-Ancho de las resonancias: Determine para las resonancias encontradas en la primera parte sus respectivos semianchos de frecuencia. Estos se definen como las distancias en frecuencias en las que la amplitud cae a la mitad de su valor en resonancia.

Propuesta 4.-Para por lo menos 3 (tres) frecuencias de resonancias, estudie como varia la amplitud y la fase en función de la posición del detector en el tubo. Grafique sus resultados. ¿ Que puede concluir a cerca de estos resultados?. ¿ Están de acuerdo con la teoría propuesta?. ¿ Cómo es la amplitud en los extremos del tubo, esto es en el extremo abierto y el cerrado tenemos nodos o vientres de amplitud?, ¿Cómo explica estos resultados?.