

Guía 8 – Laboratorio 1

Resumen: Oscilador armónico amortiguado. Introducción al sensor de fuerzas. Ajustes no lineales.

Al igual que en la guía nro7, en la presente guía se hará uso de todas estas herramientas para analizar un problema físico. En este caso, vamos a estudiar el problema del Oscilador armónico amortiguado.

Modelo:

Continuando con lo visto en la guía 7, vamos a agregar un ingrediente al problema del oscilador armónico. Vamos a considerar el caso en el cual, además de someter una masa a la fuerza de un resorte (ec. (1)), agregaremos una fuerza disipativa dependiente de la velocidad (ec. (2)). La fuerza disipativa será la debida al movimiento de una masa en el seno de un fluido.

$$F(x) = -k(x - x_0) \quad (1)$$

$$F_v(x) = -b\dot{x} \quad (2)$$

donde F es la fuerza, x la posición del extremo, x_0 la posición natural y k la constante elástica del resorte, F_v es la fuerza disipativa viscosa debida al movimiento de la masa en el seno de un fluido y $\dot{x}$ es la velocidad.

Vean este video (<https://youtu.be/sO-6xmqb59k?si=Fp77coBM2JB5ggti>) en el cual se explica el problema. El movimiento de una masa sometida a estas interacciones tiene 3 regímenes distintos, de los cuáles el más interesante, y aquel en el que nos concentraremos, es el caso subamortiguado, para el cual la solución es:

$$x(t) = Ae^{-\lambda t} \cos(\omega t + \phi) + x_0 \quad (3)$$

donde A es la amplitud de oscilación, t es el tiempo, x_0 la posición inicial, ω la frecuencia angular, ϕ una fase inicial y λ la constante de amortiguación.

Algunas relaciones entre las constantes son:

$$\omega^2 = \omega_0^2 - \lambda^2; \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M}}; \lambda = \frac{b}{2M} \quad (4)$$

Objetivo:

Analizar la validez del modelo presentado en la ec. (3). Estudiar la dependencia de las magnitudes presentadas en la ec. (4) con la masa del objeto.

Procedimiento:

Vamos a sumergir la masa colgada de un resorte en un fluido viscoso (puede ser agua) como se muestra en la figura 1. Para analizar el problema necesitamos medir alguna magnitud

relacionada con la posición (ec. 3). En este caso ¿Será posible utilizar el sensor de posición por ultrasonido que utilizamos en la clase nro7? ¿Por qué?

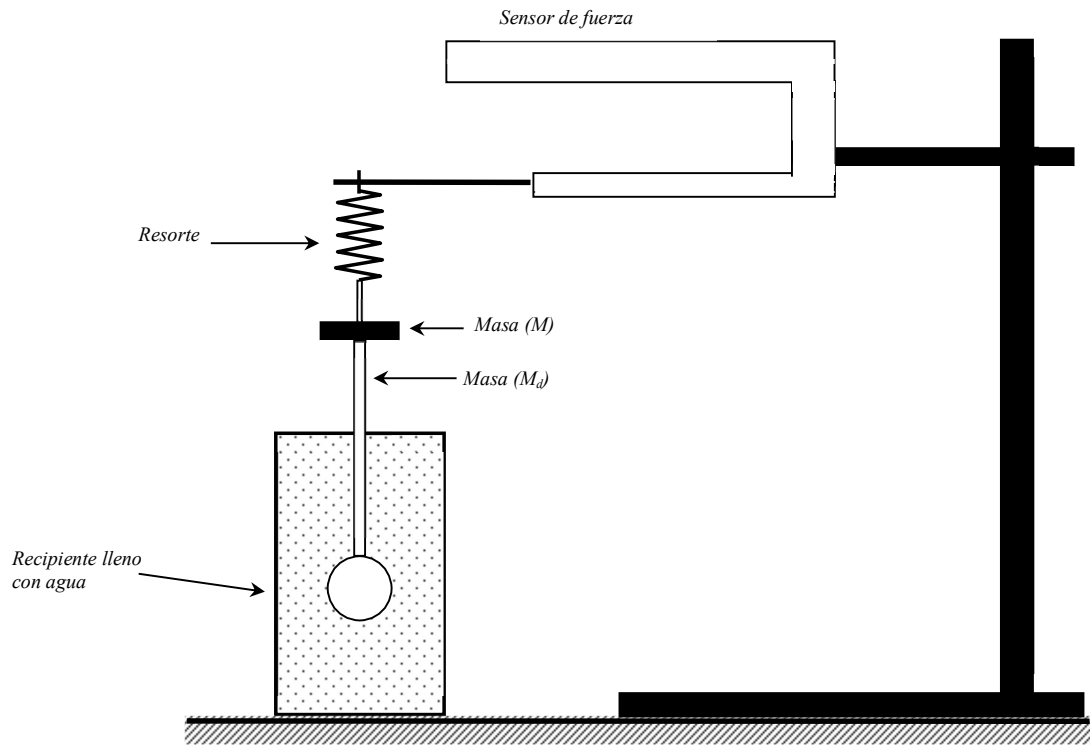


Figura 1: Montaje experimental de la masa colgada del resorte y sumergida en agua.

Utilizaremos un sensor de fuerzas (piensen por qué) que funciona básicamente como una balanza. El principio de funcionamiento es análogo al del sensor de posición. El sensor de fuerza nos brinda una magnitud eléctrica que es proporcional a la fuerza que se ejerce sobre él y que puede convertirse en fuerza calibrando el sensor. En la página y en “Material Adicional” hay información sobre el mismo.

Introducción al sensor de fuerzas

El sensor funciona mediante un dispositivo conocido como “*strain gauge*” cuya resistencia eléctrica depende de las deformaciones que se le hagan al material que lo conforma.

Analizar la respuesta del sensor colgando masas conocidas. El sensor tiene calibraciones cargadas y dos escalas distintas ($\pm 10\text{N}$ y $\pm 50\text{N}$). Chequear si la respuesta del sensor es adecuada para medir fuerzas en esos rangos. Si no fuera así, discutir con los docentes cómo calibrar el sensor.

Asignar un error a la medición de fuerzas.

TIEMPO ESTIMADO: MENOS DE 30 MIN

Movimiento armónico amortiguado

Considerar el caso de equilibrio de una masa acoplada a un resorte y sumergida en agua. Hallar en forma experimental la dependencia de la fuerza en función del tiempo y verificar si se cumple la ecuación (3).

Laboratorio: TENGAN EN CUENTA QUE A LAS 18 hs DEBEN TENER AL MENOS UNA CURVA BIEN MEDIDA Y ANALIZADA

- a) Preparar el experimento según la figura 1.
- b) Realizar el experimento y visualizar con el programa MotionDAQ, la fuerza en función del tiempo. Realizar una medición con agua y otra sin agua para la misma masa.
- c) Discutir las magnitudes expresadas en las ecuaciones 1 a 4 y cómo identificarlos en la dependencia de la fuerza vs tiempo. ¿Es posible obtener la posición en función del tiempo midiendo la fuerza? ¿Es necesario hacerlo?
- d) Obtener la posición o la fuerza en función del tiempo y analizar los datos adquiridos mediante el ajuste no lineal de la ecuación (3) de forma similar a lo realizado en la Clase nro 7. Es posible obtener la constante de amortiguación analizando solamente la amplitud. Analice si es conveniente hacer esto o directamente ajustar la dependencia de la fuerza con la función completa.
- e) Realizar el experimento para 4 masas. Elegir las masas siguiendo la recomendación del apéndice 2.
- f) Obtener la frecuencia angular del oscilador amortiguado y no amortiguado, obtener la constante de amortiguación. Analizar las magnitudes en función de las masas según las ecuaciones (4).

AVANZADO: Si pudieron cumplir con TODAS las actividades y no les dio acorde a las hipótesis que hicieron, pueden guiarse con estas 2 referencias [1],[2] y ver cómo afecta al movimiento la masa del resorte.

ENTREGA: 04/06

REFERENCIAS

[1] A. Arrieta, E.S. Arrieta, J.M. Tejeiros. *Revista Colombiana de Física*, vol. 41, No. 2, Abril 2009.

[2] James T. Cushing. *American Journal of Physics* 52, 925 (1984); doi: 10.1119/1.13796

APENDICE

1. Introducción al sensor de fuerza

Utilice el material disponible en la página para trabajar con el sensor de fuerzas.

2. Selección de masas en el caso dinámico

Tenga en cuenta que para obtener la constante del resorte con el método dinámico se debe utilizar la inversa de la masa como una de las variables. Seleccione las masas de forma tal que $1/m$ se encuentre equidistribuida. Ejemplo en la figura A1.

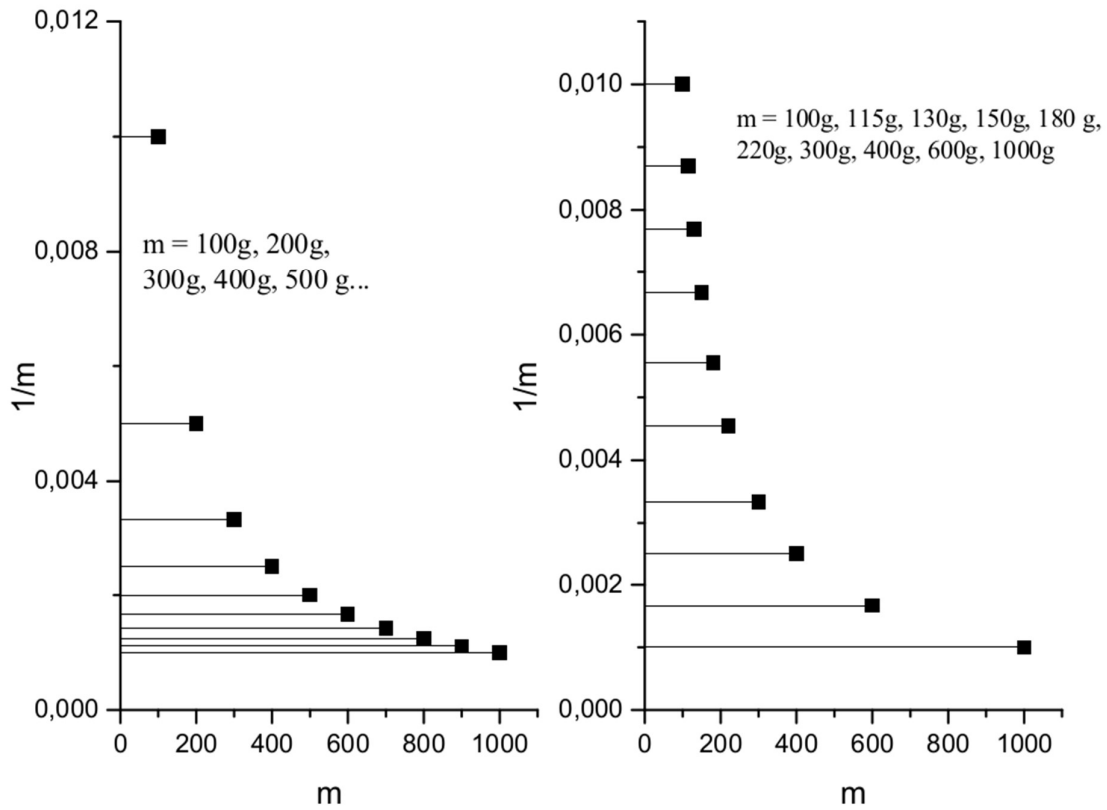


Figura A1