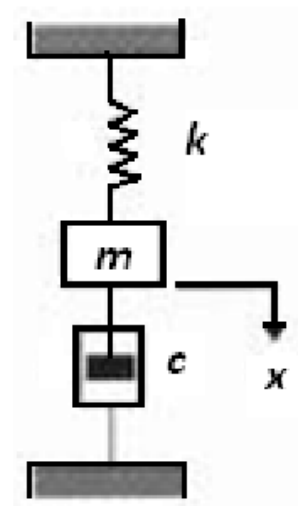
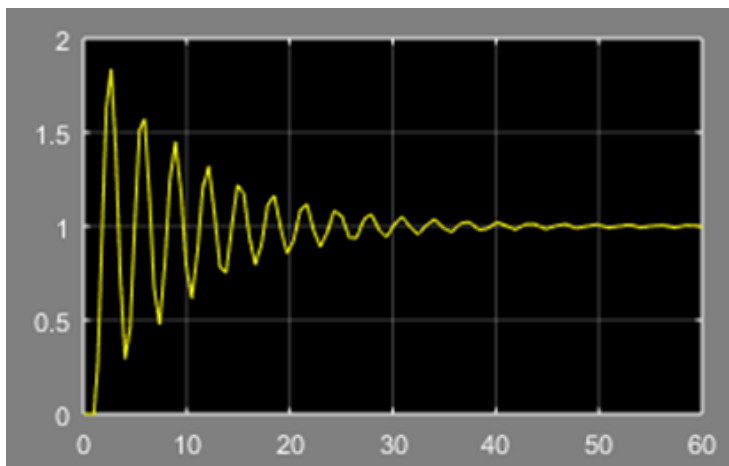


## LABORATORIO DE COMPUTACION ANALOGICA DE UN SISTEMA MASA RESORTE Y AMORTIGUADOR



# 1. Introducción

En este laboratorio, exploraremos el comportamiento de un sistema masa-resorte, donde una masa está conectada a un resorte. Estudiaremos cómo la masa y la rigidez del resorte afectan el movimiento de oscilación a través del uso del computador analógico. El sistema masa-resorte es un modelo fundamental en física, ya que muestra cómo la fuerza de un resorte y la masa se combinan para crear movimientos regulares. Investigaremos las propiedades del movimiento armónico simple, que describe oscilaciones regulares cuando perturbamos el sistema. A través de experimentos y análisis, entenderemos cómo el período, la frecuencia y las condiciones iniciales afectan en el movimiento y grafica de la misma. Se incitará a los estudiantes a modelar un sistema analógico que a través de su fórmula se den las bases para el montaje.

## 2. Objetivos

- Verificar la similitud de los modelados analógicos y digital.
- Desarrollar un modelado analógico por medio de las conexiones y elementos que nos brinda el equipo del laboratorio
- Desarrollar capacidades en Matlab desarrollando los diagramas de

bloques correspondientes para corroborar los datos obtenidos

- Demostrar los tres tipos de amortiguación del sistema a través del uso del computador analógico

## 3. Marco teórico

Un sistema masa-resorte con amortiguación es una extensión del sistema masa-resorte básico que incluye un componente de amortiguación. Este componente agrega la consideración de la disipación de energía debido a fuerzas de amortiguamiento, lo que afecta las oscilaciones y el comportamiento vibratorio del sistema.

### Resorte Ideal:

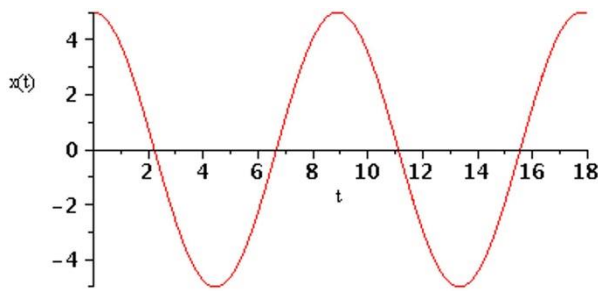
Como en el sistema masa-resorte básico, el resorte ideal sigue obedeciendo la ley de Hooke

$$F_s = -kx$$

#### Donde:

- k es la constante del resorte y
- x es la deformación del resorte desde su posición de equilibrio.

Un sistema de resorte ideal sin amortiguación es un sistema el cual oscila hasta el infinito con amplitudes constantes.



### Masa:

La masa “m” representa la inercia del sistema y se relaciona con la aceleración a través de la ecuación

$$F_m = \frac{m}{a}$$

#### Donde:

- a es la aceleración de la masa.
- m la masa del sistema

### Amortiguación:

El componente de amortiguación se agrega para modelar la resistencia que se opone al movimiento del sistema. La fuerza de amortiguación ( $F_d$ ) está relacionada con la velocidad de la masa ( $v$ ) por la ecuación

$$F_d = -bv$$

#### Donde:

- $F_d$  es la fuerza de amortiguación
- b es el coeficiente de amortiguación
- v la velocidad a la que se mueve la masa

Esta fuerza actúa en dirección opuesta al movimiento y disipa la energía cinética del sistema.

### Ecuación de Movimiento con Amortiguación:

La ecuación de movimiento para un sistema masa-resorte con amortiguación se obtiene combinando la ley de Hooke, la segunda ley de Newton y la fuerza de amortiguación

$$m\ddot{x} - b\dot{x} - kx = F$$

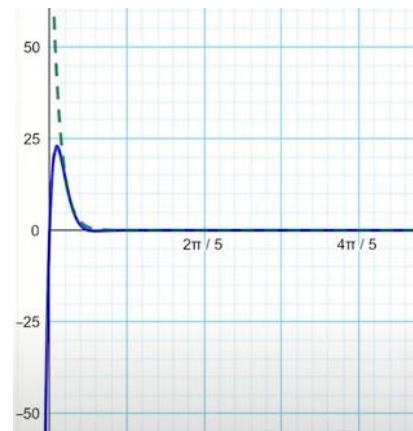
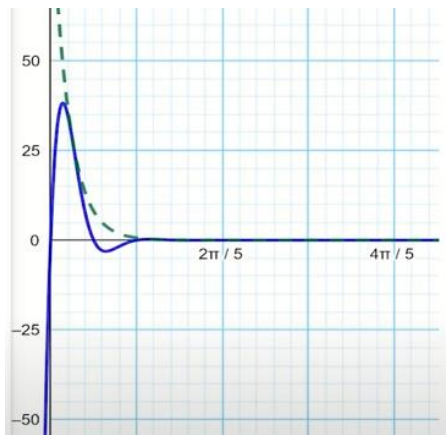
#### Donde:

- m la masa del sistema
- $\ddot{x}$  la aceleración del sistema
- $\dot{x}$  la velocidad del sistema
- x la altura de la masa con respecto al eje de referencia
- b la constante de amortiguación
- k la constante del resorte

### Tipos de Amortiguación:

Existen tres tipos de amortiguación comunes:

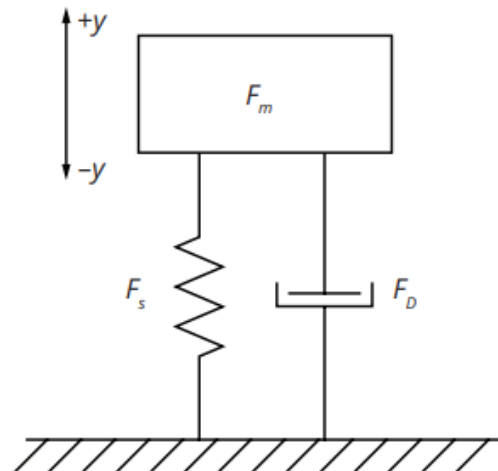
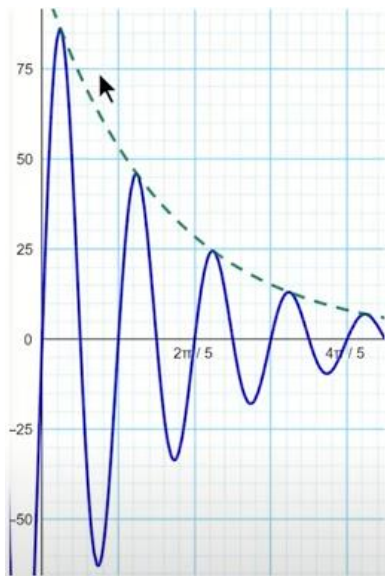
Amortiguación Crítica: Ocurre cuando el sistema alcanza un equilibrio entre las fuerzas de amortiguación y el resorte, lo que resulta en un movimiento amortiguado sin oscilaciones.



Subamortiguación: En este caso, el sistema oscila alrededor de la posición de equilibrio, pero la amplitud de las oscilaciones disminuye con el tiempo debido a la amortiguación.

## 4. Modelo

El modelo que manejaremos es el de un sistema masa resorte sencillo (Grafica x)



Sobre amortiguación: En este caso, el sistema no oscila, sino que regresa a su posición de equilibrio de manera lenta y suave debido a un coeficiente de amortiguación alto.

Donde la masa se soporta sobre un resorte de constante indefinida y un amortiguador de constante de amortiguación indefinida también.

Este modelo no se evaluará por medio de la ecuación de movimiento amortiguada modelándola en el computador analógico.

Dichas constantes las iremos variando con los potenciómetros después de interpretar el modelado en el computador analógico.

## 5. Método

El método utilizado para esta práctica de laboratorio se calificó como una metodología analítica, donde se busca comparar los datos obtenidos del laboratorio con datos teóricos en Matlab.

Por esta razón se usarán ecuaciones como porcentaje de error.

$$\%Error = \frac{|VE - VT|}{VT} * 100\%$$

Donde:

- VE, es el valor experimental
- VT, es el valor teórico

Y desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\sum_1^N \frac{(x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Donde:

- x, es la variable
- $x_i$ , es el iesmo dato
- $\bar{x}$ , es la media de la variable x
- N, es el número de observaciones
- $\sigma$ , desviación estándar

Todo esto con el fin de corroborar los datos obtenidos durante la práctica.

## 6. Materiales

- Herramienta MATLAB
- Computador analógico
- Osciloscopio OWOON
- Computador digital
- Cable RCA
- 30 banana plugs

## 7. Procedimiento

1. El estudiante deberá resolver el modelo y llegar a la formula en caso de que el profesor lo solicite
2. Después de tener el modelado matemático el estudiante deberá realizar el respectivo diagrama de bloques en la aplicación de MATLAB en SIMULINK
3. Comparando el diagrama de bloques ya hecho, se deberá realizar un diagrama analógico homologado al ya hecho.
4. Luego deberemos preparar las herramientas del laboratorio. Conectaremos el computador analógico y osciloscopio a un computador con acceso a la aplicación solicitada para visualizar las ondas

5. Después de tener el diagrama analógico deberemos proceder con el montaje, donde deberemos tener en cuenta las indicaciones de la “Guía rápida de manejo del computador analógico” para su correcta implementación.
  6. Tomaremos medidas en 4 picos de la grafica obtenida para el cálculo de porcentaje de error en constantes específicas escogidas por el estudiante.
  7. Se experimentará con los potenciómetros para obtener cada uno de 3 tipos de sistemas de amortiguación mencionados.
- ¿En qué momento el sistema entra en resonancia? Adjunte imagen.
  - Haga una comparativa de las conexiones realizadas con respecto al diagrama analógico desarrollado.

## **8. Análisis de resultados**

- Explique el diagrama analógico realizado y haga una descripción de forma comparativa con el diagrama de bloques previamente desarrollado.
- ¿Qué sucede con la gráfica del modelo al variar los potenciómetros y a que hace referencia cada uno?
- Describe cada uno de los tipos de amortiguación obtenidos con imágenes y a que constantes logro obtenerlos