

# EXPERIMENTO FII-04

## MOVIMIENTO OSCILATORIO SIMPLE,

## AMORTIGUADO Y FORZADO

### 1.0 OBJETIVO:

Verificar las leyes del Movimiento Armónico Simple, Amortiguado y Forzado.

Equipo Necesario	Cantidad
Interfase Pasco	1
Amplificador de potencia	1
Membrana vibrante con eje.	1
Sensor de Movimiento	1
Resortes	1
Masas	1
Balanza	1

### 2.0 FUNDAMENTO:

#### **Oscilación Armónico Amortiguado.**

Sabemos que la amplitud de un cuerpo vibrante tal como un resorte o péndulo puede mantener su oscilación indefinidamente si no recibe una fuerza que se oponga a su movimiento, si es así, tiene una amplitud que decrece gradualmente hasta que se detiene. Esto es, el movimiento es oscilatorio amortiguado.

Para explicar dinámicamente el amortiguamiento podemos suponer que, en adición a la fuerza elástica  $F = -Kx$  actúa otra fuerza, opuesta a la velocidad. La fuerza que consideraremos será debido a la viscosidad del medio en el cual el movimiento tiene lugar ( $F = -\lambda v$ ) donde  $\lambda$  es una constante y  $v$  es la velocidad. El signo negativo se debe al hecho que  $F$  se opone a  $v$ .

La fuerza resultante sobre el cuerpo es:

$$ma = -kx - \lambda v \quad (1)$$

recordando que:  $v = \frac{dx}{dt}$  y  $a = \frac{d^2x}{dt^2}$  reemplazando tenemos:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0 \quad (2)$$

donde:

$2\gamma = \lambda/m$  y  $\omega_0^2 = k/m$  es la frecuencia angular sin amortiguamiento.

#### **Oscilación Armónica simple**

El caso del movimiento armónico simple se observa cuando  $\gamma = 0$ , es decir

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 x = 0 \quad (3)$$

## Oscilación Armónica amortiguada

Escribamos una solución para el caso de pequeño amortiguamiento cuando  $\gamma < \omega_0$  la solución es entonces

$$x = Ae^{-\gamma t} \text{sen}(\omega t + \alpha) \quad (4)$$

donde A y  $\alpha$  son constantes arbitrarias determinadas por las condiciones iniciales

$$\omega = \sqrt{\omega_0^2 + \gamma^2} = \sqrt{k/m + \lambda^2/4m^2} \quad (5)$$

Indica que el efecto del amortiguamiento es disminuir la frecuencia de las oscilaciones.

La amplitud de las oscilaciones no es constante y esta dada por  $Ae^{-\gamma t}$  debido al exponente negativo, la amplitud decrece a medida que el tiempo aumenta, resultado de un movimiento amortiguado.

## Oscilación Armónica forzada.

Las vibraciones que resulta cuando aplicamos una fuerza oscilatoria externa a una partícula sometida a una fuerza elástica.

Sea  $F = F_0 \cos \omega_f t$  la fuerza oscilante aplicada, siendo su frecuencia angular  $\omega_f$ .

Suponiendo que la partícula esta sometida a una fuerza elástica  $-kx$  y a una fuerza de amortiguamiento  $-\lambda v$ , su ecuación de movimientos es  $ma = -kx - \lambda v + F_0 \cos \omega_f t$  realizando las sustituciones  $v = dx/dt$ ,  $a = d^2x/dt^2$  tenemos.

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + \lambda \frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos \omega_f t \quad (6)$$

la cual, si suponemos  $2\gamma = \lambda/m$  y  $\omega_0 = k/m$  puede escribirse en la forma

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \omega_f t \quad (7)$$

Esta ecuación diferencial similar a la ecuación del movimiento oscilatorio amortiguado, difiriendo solamente en que el miembro de la derecha no es cero.

Suponiendo como posible solución de la ecuación una expresión de la forma

$$x = \text{sen}(\omega_f t - \alpha),$$

donde, por conveniencia, se ha dado un signo negativo a la fase inicial  $\alpha$ . La sustitución directa en la ecuación demuestra que será satisfactoria si la amplitud será dada por.

$$A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_f^2 - \omega_0^2)^2 + 4\gamma^2 \omega_f^2}} \quad (8)$$

y la fase inicial del desplazamiento por

$$\text{tg} \alpha = \frac{\omega_f^2 - \omega_0^2}{2\gamma \omega_f} \quad (9)$$

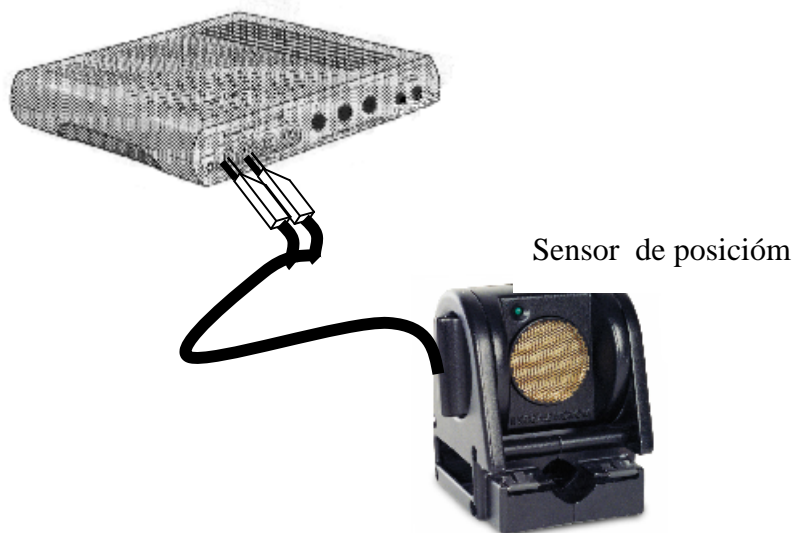
Nótese que tanto la amplitud A como fase inicial  $\alpha$  no son ya constante arbitrarias, sino cantidades fijas que dependen de la frecuencia  $\omega_f$  de la fuerza aplicada.

### **3.0 BIBLIOGRAFÍA**

- Física, Serway, Raymond A, edit. Interamericana, México (1985).
- Física, Resnick, Robert; Halliday, David; Krane, Kenneth S, edit. CECSA (1993)
- Física, Tipler, Paul A., edit. Reverté, Barcelona (1978).
- Física, Alonso, M y Finn E. J., Edit. Fondo Educativo Interamericano, Bogotá (1976).

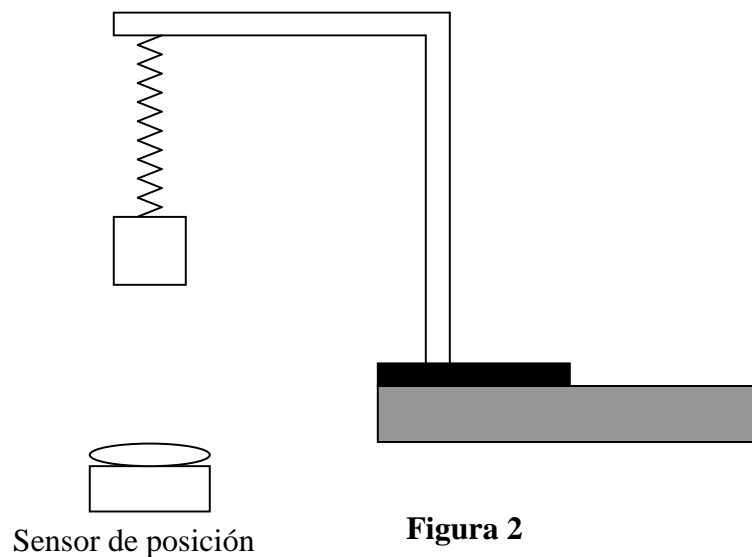
### **4.0 PROCEDIMIENTO A: Oscilación Armónica simple**

1. Conecte la interfase Science workshop a la PC. Seguidamente, encienda la interfase y luego la PC.



**Figura 1**

2. Montar el siguiente diagrama:

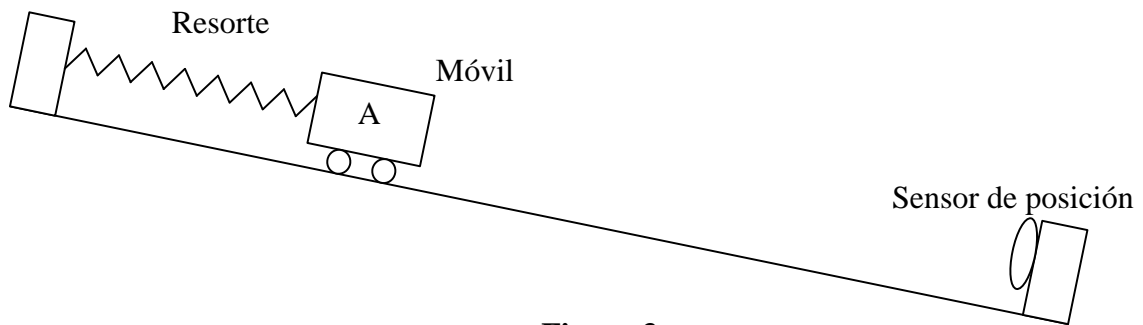


**Figura 2**

3. Abra el programa **FII-04-1**
4. Retire la masa de su posición de equilibrio (2cm) y déjela en libertad, el sistema empezara a oscilar.
5. Presione “REC” y comience a tomar datos (~15 segundos).

### **5.0 PROCEDIMIENTO B: Movimiento armónico Amortiguado**

1. Monte el sistema mostrado en la figura 2

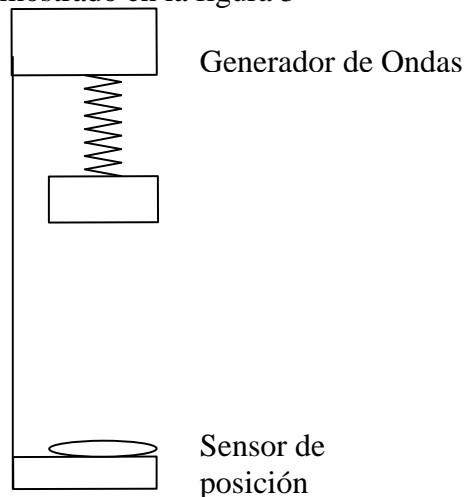


**Figura 3**

2. Abra el programa FII-04-2
3. Retire la masa de 40g de su posición de equilibrio y déjala en libertad
4. Presione “REC” analice la grafica de la posición vs tiempo.
5. Active el generador de movimiento vertical.
6. Describa la grafica de la posición vs tiempo, cuando la frecuencia del generador es ligeramente superior a la teórica natural.
7. Describa la grafica de la posición vs tiempo, cuando ambas frecuencias sean iguales.

### **6.0 PROCEDIMIENTO C: Movimiento Armónico Forzado**

1. Monte el sistema mostrado en la figura 3



**Figura 4**

2. Mover el móvil de su posición de equilibrio (~2cm) y dejarlo en libertad.
3. Tener cuidado con el sensor de posición, es muy frágil.

4. Abrir el programa FII-04-3.
5. Presione “REC” y analice la grafica posición, velocidad, aceleración, vs tiempo.

**REPORTE DE LABORATORIO**  
**ACTIVIDAD FII-04-MOVIMIENTO AMORTIGUADO Y**  
**FORZADO**

Nombre: .....

Código: .....

Fecha: .....

**PROCEDIMIENTO A**

- Siga el procedimiento explicado líneas arriba para el MAS, y llene la siguiente tabla.

Masa $m$ (g)	Periodo Exp. $P$ ( )

- Grafique  $P^2$  vs.  $m$  y hallar el valor de la constante de restitución del resorte, explique

.....

.....

.....

.....

.....

- Hallar el porcentaje de error con la frecuencia natural teórica ( $f=1/T$ )?

.....

.....

.....

- Repetir el experimento con tres resortes y llene la siguiente tabla

N	Constante de restitucion del resorte.
1	
2	
3	

- Coloque los tres resortes en serie y repita el procedimiento A. ¿Cuál es el valor de la constante de restitución del sistema, explique y compare con lo esperado teóricamente?.

.....

.....

.....

.....

.....

- Coloque los tres resortes en paralelo y repita el procedimiento A. ¿Cuál es el valor de la constante de restitución del sistema, explique y compare con lo esperado teóricamente?.

.....

.....

.....

.....

.....

**PROCEDIMIENTO B**

- ¿Cuál es la frecuencia natural medida experimentalmente en el movimiento amortiguado?

.....

.....

.....

.....

- ¿ Analice la gráfica y obtenga la función de amortiguamiento

.....

.....

.....

**PROCEDIMIENTO C**

- ¿Cuál es la característica del movimiento, cuando la frecuencia del generador del movimiento vertical esta muy separada de la frecuencia natural teórica ?.

.....

.....

.....

- Cuál es la situación cuando la frecuencia del generador del movimiento vertical esta muy cercana de la frecuencia natural teórica

.....

.....

.....

¿ Haga una lista de sus conclusiones y/o comentarios?

.....  
.....  
.....

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.