FI1002 Sistemas Newtonianos

Judit Lisoni

Sección 6

Unidad 5C Oscilaciones forzadas

En la experiencia de hoy estudiaremos oscilaciones forzadas (con una componente de amortiguamiento) utilizando un carrito afirmado entre dos resortes. Más abajo se muestra la solución analítica x(t) (cómo se mueve el carrito) a este problema.

$$x(t) = Ae^{-t/2\tau}\cos(\Omega t + \phi_0) + \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + (\frac{\omega}{\tau})^2}}\, sen(\omega t - \delta)$$

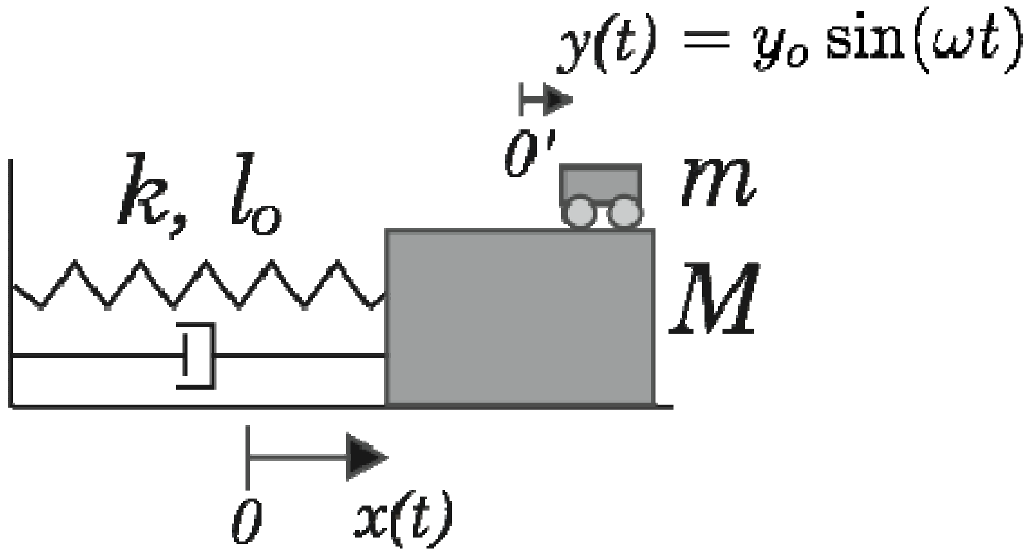
$$x(t) = transiente + B sen(\omega t - \delta)$$

a) [3 puntos] explique por qué a la solución de la parte amortiguada se le considera como un transiente.

b) [3 puntos] ¿en qué consiste el fenómeno de resonancia? Explíquelo en términos de la amplitud B.

Experiencia de hoy

Oscilador mecánico amortiguado y forzado



Ecuación de Newton para el Centro de Masa

$$M_{total} \frac{d^2 \vec{R}_{cm}}{dt^2} = \vec{F}_{ext} \quad ; \quad \vec{R}_{cm} = \sum_{i=1}^{N} m_i \vec{r}_i$$

Forzaje más realista

Oscilador mecánico amortiguado y forzado

Ecuación de Newton para CM:

$$(M+m)\frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{M\cdot x+m\cdot(x+y)}{M+m}\right)=-kx-b\dot{x}$$

Reordenando:

$$\ddot{x}+\frac{1}{\tau}\dot{x}+\omega_o^2 x=-\frac{m}{M+m}\ddot{y}$$

Con:

$$\tau=(M+m)/b \qquad ; \qquad \omega_o^2=k/(M+m)$$

Forzaje más realista

Oscilador mecánico amortiguado y forzado

Finalment
e:

$$\ddot{x} + \frac{1}{\tau}\dot{x} + \omega_o^2 x = \frac{m y_o \omega^2}{M+m}\sin(\omega t)$$

Misma solución analítica
pero:

$$F_o/M \rightarrow m y_o \omega^2/(M+m)$$

y:

$$B(\omega) = \frac{m y_o \omega^2/(M+m)}{\sqrt{(\omega_o^2-\omega^2)^2 + \left(\frac{\omega}{\tau}\right)^2}}$$

Desarrollo del experimento

Experiencia 1: Obtener la frecuencia natural w0
Tabla 1

Cada mesa
Grupo 1: amplitud 5 cm
Grupo 2: amplitud 7.5 cm
Grupo 3: amplitud 10 cm

a) ¿Cuál es el error de la medición?
b) fijen en número de oscilaciones a 10
c) f=oscilaciones/segundo → w=2PI*f → k

Experiencia 2: mientras un grupo trabaja con el carrito los otros dos trabajan en la experiencia 3 Solución numérica

Amplitud de oscilación vs. frecuencia

1. Primero vean como la frecuencia cambia (brazo) con el voltaje (1-10 V):
a) dibujen la curva frecuencia lineal (ciclos/tiempo) vs. voltaje.
b) obtenga un orden de magnitud de la amplitud cuando el sistema entra en resonancia

2. Luego, trabajen en voltajes alrededor del voltaje de resonancia, V0. Así
En cada mesa se debe hacer
Grupo 1: V0-0.5 V - V0 en pasos de 0.1 V
Grupo 2: V0 - V0+0.5V en pasos de 0.1 V
Grupo 3: V0+0.5V - V0+1V en pasos de 0.1 V

a) 1 compañero mide la amplitud
b) 1 compañero mide la frecuencia → w

Comienzen a medir la amplitud después de un tiempo fijo, por ejemplo después
De 30 segundos.

Experiencia 3: Solución numérica

Bajen los archivos de u-cursos: OscForzado.m y VerletOscForzado.m

Para hacerlos andar:

- pongan ambos archivos en la misma carpeta.
- haga correr OscForzado.m (debug → run) dando los parámetros de entrada
  En la pantalla de trabajo de matlab
- varíe y0 o b para obtener la amplitud a la frecuencia de resonancia medida