

IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales

Laboratorio 3 - Aplicación

Primer Semestre 2017

Martes, 02 de mayo del 2017

Horario 07M2

- Duración: 1 hora.
- Está terminantemente prohibido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- **Está terminantemente prohibido copiar código externo** (ejemplos de clase, material en línea, etc.)

1. (5.0 puntos) Se tiene un sistema mecánico mostrado en la Figura 1. Cada masa esta conectada al punto p, donde se coloca un sensor que **mide la amplitud resultante de las oscilaciones de todas las masas**.

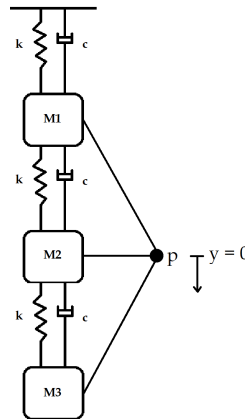


Figura 1: Sistema mecánico oscilatorio.

Se conoce que cada sistema es subamortiguado y la función que define la posición de cada masa respecto al punto p viene dado por la relación:

$$y_{Mx}(t) = e^{\frac{ct}{2M}} A \sin(wt + \phi), \quad w = \left(\frac{k}{M} - \frac{c^2}{4M^2} \right)^{0,5}$$

Asimismo, se conoce que: $A = 5$, $k = 50 \frac{N}{m}$, $c = 10 \frac{Ns}{m}$, $M1 = 1$ kg, $M2 = 1,2$ kg, $M3 = 1,5$ kg, $\phi_{M1} = -135^\circ$, $\phi_{M2} = 0^\circ$, $\phi_{M3} = 70^\circ$ y que:

$$p(t) = y_{M1}(t) + y_{M2}(t) + y_{M3}(t)$$

- a) Crear la secuencia recibida por el sensor en tiempo discreto $p[n]$ para $n \in \{0, \dots, 99\}$ y describirla gráficamente. Usar **stem()**. Para que no exista aliasing considerar una frecuencia de muestreo $f_s = 10f_N$, donde $f_N = \frac{f_{\text{máx}}}{2}$ es la mínima frecuencia que evita el aliasing.

- b) Calcular la transformada discreta de Fourier de $p[n]$. Considerar $N = 1024$. Graficar su espectro de magnitud y su espectro de fase. ¿Se pueden diferenciar las 3 frecuencias del movimiento correspondiente a cada masa? ¿Cuál es la resolución espectral de la transformada discreta de Fourier?
- c) Se cambian los valores del sistema a $k = 600 \frac{N}{m}$, $c = 100 \frac{Ns}{m}$, $M1 = 5$ kg, $M2 = 10$ kg y $M3 = 15$ kg. Calcular la transformada discreta de Fourier de la nueva secuencia $p[n]$. Considerar $N = 2048$. Graficar su espectro de magnitud y espectro de fase. ¿Se pueden diferenciar las 3 frecuencias del movimiento correspondiente a cada masa?
- d) Un alumno requiere extraer información de la señal modulante (señal con la frecuencia más baja) del sistema por lo que se le pide diseñar un filtro digital para extraer dicha componente. Usar el método de muestreo en frecuencia para diseñar un filtro pasabajos FIR, de tal manera que pueda obtener la siguiente respuesta en frecuencia:

$$H(e^{jw}) \begin{cases} 1, & |w| \leq w_c \\ 0, & |w| > w_c \end{cases}$$

Considerar $M = 64$ y $w_c \leq w_{\min}$, donde w_{\min} es la menor frecuencia de la secuencia $p[n]$. Implementar el filtro sin utilizar funciones fir de MATLAB. ¿Es la fase del filtro diseñado lineal?

- e) Utilizar el comando **conv** para calcular la respuesta del filtro diseñado en el ítem anterior frente a la entrada $p[n]$ del ítem c). ¿Hay distorsión en la salida? Justifique su respuesta.