IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 1 - Guia Práctica
Primer Semestre 2017

Lunes, 04 de abril del 2017

Horario 07M2

- Duración: 2 horas, 30 minutos.
- Está permitido el uso de material adicional.
- La evaluación es **estrictamente** personal.
- **Está terminantemente prohibido copiar código externo (ejemplos de clase, material en linea, etc.)**

1. *(4 puntos)* Una propiedad básica en el análisis de señales es la composición de secuencias periódicas a partir de la suma de exponenciales complejas armónicamente relacionadas. Se cuenta con una señal en tiempo contínuo $x(t)$:

$$x(t) = \sum_{k=0}^{9} (-1)^k \cos(2\pi kt).$$

   a. Obtener la expresión de su versión discreta $x[n]$ para $F_s = 40$ Hz. De la misma forma, expresar el periodo fundamental de cada componente de la sumatoria en función a k. Incluir ambas expresiones en los comentarios.

   b. Generar la secuencia $x[n]$, $n \in \{0, \ldots, 79\}$ y describirla gráficamente. Luego, verificar que, a pesar de que cada componente de la sumatoria tiene una frecuencia fundamental particular, en conjunto la sumatoria tiene una frecuencia de $\frac{1}{40}$ ciclos por muestra.

   c. Obtener una versión discreta alternativa de $x(t)$ para $F_s = 5$ Hz, $n \in \{0, \ldots, 79\}$ y describirla gráficamente. La nueva frecuencia de muestreo cumple con el **criterio de Nyquist**? Qué sucede con la sumatoria de componentes, será posible recuperar cada una de manera fiel? Justificar claramente su respuesta.

   d. Se cuenta con un sistema LTI en tiempo discreto en su forma recursiva, descrito en la Figura 1, cuyos coeficientes están almacenados en el archivo **'lab01_07m2_vars.mat'**[1]. Determinar su ecuación de diferencias e incluirla en los comentarios. Luego, describir gráficamente su respuesta al impulso $h[n]$. Usar **impz()**. Se podría tratar de un sistema FIR? el sistema podría ser BIBO estable? Justificar claramente su respuesta.

   e. Para verificar si el sistema es BIBO estable, generar la secuencia escalón unitario $u[n]$ para $n \in \{-511, \ldots, 512\}$. Luego, asumiendo sistema en reposo, obtener su respuesta al sistema y descibirla gráficamente. Usar **filter()**. De las observaciones, se podría tratar de un sistema BIBO estable? justificar claramente su respuesta.

[1] El archivo .mat está almacenado en la carpeta 'laboratorio/lab01/07m1/', donde $a = \{a_0, a_1, \ldots, a_N\}$ y $b = \{b_0, b_1, \ldots, b_M\}$.

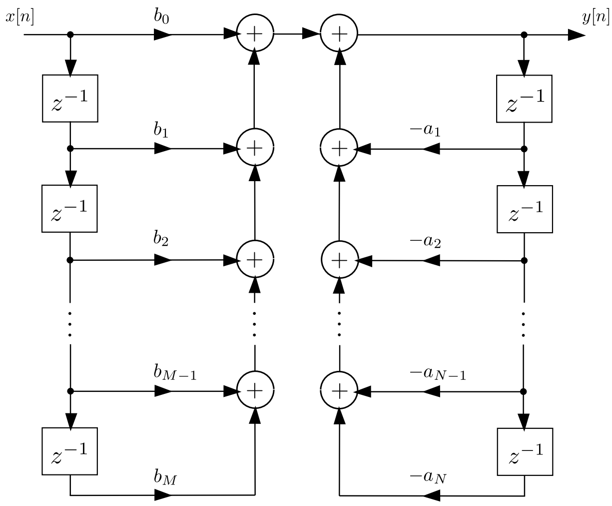

Figura 1. Sistema en tiempo discreto.

2. *(3 puntos)* Dada la suma de tonos en tiempo contínuo:

$$x(t) = 2\sin(120\pi t) + 2\sin(1000\pi t) + 2\sin(2000\pi t).$$

   a. Incluir en los comentarios la mínima frecuencia de muestreo en Hz que no genere aliasing. Graficar la señal en tiempo discreto para $F_s = 10$ KHz en un intervalo de muestras $n \in \{0, ..., 200-1\}$.

   b. Considerar un sistema en Forma Directa I, donde $a = [1 \;\; -3{,}6717 \;\; 5{,}068 \;\; -3{,}116 \;\; 0{,}7199]$ y $b = 10^{-4} \cdot [0{,}1329 \;\; 0{,}5317 \;\; 0{,}7976 \;\; 0{,}5317 \;\; 0{,}1329]$. Obtener la ecuación de diferencias del sistema. ¿Qué otra frecuencia de muestreo se puede utilizar para obtener la misma secuencia $x[n]$ que se obtiene al muestrear 10 KHz?. Incluir en sus respuestas en los comentarios.

   c. Determinar la respuesta del sistema ante la entrada $x[n]$ a partir de su implementación recursiva. Asumir el sistema en reposo y usar **filter()**. Graficar la señal de salida $y[n]$ con la función **stem()** e indicar cuál es el propósito de este sistema y qué representa $y[n]$. ¿En qué casos la implementación recursiva es esencial?

3. *(3 puntos)* Los efectos de sonido son ampliamente utilizados en procesamiento de audio. Un efecto de audio es una modificación que genera un cambio en la percepción del sonido.

   a. Leer el archivo 'Announcer.wav' [2] usando la función **audioread()**. Indicar la frecuencia de muestreo y escuchar con la función **sound()**. Ahora, leer el archivo 'Signal.wav' [3] y realizar la convolución entre ambas señales. Escuchar la señal obtenida y calcular la energía de la señal antes y después de la convolución (incluir en comentarios) con la siguiente fórmula:

$$E_v = \sum_{n=-\infty}^{\infty} |x[n]|^2.$$

[2] El archivo **'Announcer.wav'** está almacenado en la carpeta **/laboratorio/lab01/07m1**

[3] El archivo **'Signal.wav'** está almacenado en la carpeta **/laboratorio/lab01/07m1**

b. Ahora se tiene el siguiente esquema que corresponde al efecto flanger, que a diferencia del efecto anterior, presenta un retardo variable.

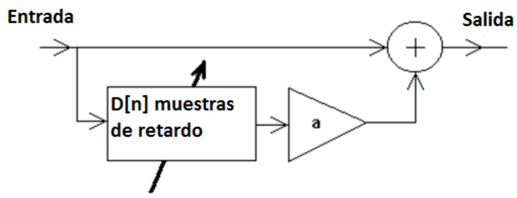

Figura 3. Esquema del sistema discreto.

Determinar la ecuación de diferencias (forma similiar a la ecuación en b). Implementar dicho sistema, considerar la función de retardo $D[n] = |4410 \cdot \cos(2\pi n/(N - 4410 - 1))|$, donde N es el tamaño de la señal. Considerar $a = 2$. Graficar la señal resultante y escucharla con **sound()**.