IEE239 - Procesamiento de Señales e Imágenes Digitales
Laboratorio 1 - Guia Práctica
Primer Semestre 2018

Martes, 27 de marzo del 2018

Horario 08M1

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

1. *(3 puntos)* Dado el sistema **Media Movil** T_{MA} de orden $M = 2$ y las secuencias $\{s_1[n], s_2[n]\}$:

$$T_{\mathrm{MA}}\{x[n]\} = \frac{1}{M}\sum_{k=0}^{M-1} x[n-k], \qquad s_1[n] = \cos\left(\frac{\pi n}{10}\right), \qquad s_2[n] = 2\cos(0.94\pi n).$$

a. Determinar la **respuesta al impulso** del sistema e incluir su expresión en comentarios.

b. Crear las secuencias $\{s_1[n], s_2[n]\}$ para $n \in \{0, 1, \ldots, 99\}$ y determinar $T_{\mathrm{MA}}\{s_1[n] + s_2[n]\}$ a partir de la **sumatoria de convolución** usando `conv()`[1]. En una misma ventana, graficar y rotular la secuencia de entrada y de salida usando `stem()`y `subplot()`. Cuál de las componentes de la entrada es eliminada? Incluir su respuesta en comentarios.

c. Determinar la respuesta al impulso de T_2 e incluirla en comentarios, generar $T_2\{s_1[n] + s_2[n]\}$ a partir de convolucion, graficarla y rotularla. Cuál de las componentes de la secuencia de entrada es eliminada en este caso?

$$T_2\{x[n]\} = \frac{1}{2}\{x[n] - x[n-1]\}.$$

d. El Script 1 genera una secuencia sinusoidal $x_{\mathrm{var}}[n]$ cuya frecuencia cambia en función a n. Graficar y rotular la secuencia resultante. Luego, determinar el intervalo de frecuencia normalizada ω que toma e incluirlo en comentarios:[2]

Script 1: Secuencia No estacionaria

```
M= 100; m_v= 0: M- 1;
a= pi/ 2/ 100; b= 0;
x_var= cos( a* m_v.^2+ b.* m_v);
```

e. Obtener $T_2\{x_{\mathrm{var}}[n]\}$, graficarla y rotularla. Explicar en comentarios el efecto del sistema en la secuencia de entrada a partir la gráfica y lo observado en incisos anteriores.

[1] Ya que la convolución entre una entrada de duración P y la respuesta al impulso de duración Q generan una salida de duración $P + Q - 1$, descartar los últimos Q elementos para preservar la duración original.

[2] Sugerencia: determinar la derivada de su argumento en función a n: $\omega[n] = \frac{d\theta[n]}{dn}$.

2. *(3 puntos)* Dadas las señales en tiempo contínuo $a_c(t)$ y $b_c(t)$:

$$a_c(t) = \sin(8\pi t), \qquad b_c(t) = \begin{cases} 1 & , 200 \leq t < 1400 \\ 0 & , \text{otros casos} \end{cases}.$$

a. Crear las secuencias $a[n] \triangleq a_c(nT_1)$ y $b[n] \triangleq b_c(nT_2)$ para los periodos de muestreo $T_1 = \frac{1}{288}$, $T_2 = \frac{1}{50}$ y $n \in \{0, 1, \ldots 35\}$. Graficar ambas secuencias usando de `stem()` y `subplot()`, y rotularlas adecuadamente.

b. Calcular las correlaciones cruzadas $r_{ab}(l)$ y $r_{aa}(l)$ a partir de `xcorr()`. Graficar y rotular las secuencias resultantes usando `plot()` y `subplot()`. Luego, identificar la respuesta máxima y su ubicación en el dominio a partir de `max()`. De las gráficas, hay más simlitud entre $a[n]$ y sí misma o entre $a[n]$ y $b[n]$? Explicar claramente a qué se debe en comentarios.

c. Calcular las correlaciones cruzadas normalizadas $\rho_{ab}(l)$ y $\rho_{aa}(l)$, graficar las secuencias resultantes e identificar la respuesta máxima y su ubicación en el dominio. Qué puede concluir respecto a la similitud entre señales en este caso?

d. Generar las secuencias $\{f[n], g[n]\}$[3], donde $\eta[n] \sim \mathcal{N}(0, 0.15)$ y $n \in \{0, 1, \ldots, 149\}$:

$$f[n] = \eta[n] + \begin{cases} 0 & , 0 \leq n < 20 \\ a[n] & , 20 \leq n < 56 \\ 0 & , 56 \leq n < 149 \end{cases}, \qquad g[n] = \eta[n] + \begin{cases} 0 & , 0 \leq n < 100 \\ b[n] & , 100 \leq n < 136 \\ 0 & , 136 \leq n < 149 \end{cases}.$$

Luego, calcular $\rho_{af}(l)$ y $\rho_{bg}(l)$, graficarlas e identificar la respuesta máxima y su ubicación en espacio de muestras. Es posible estimar el retardo entre secuencias a pesar de las distorsiones? Incluir su respuesta en comentarios.

3. *(4 puntos)* Se cuenta con el sistema T_d descrito en la Figura 1 en su **Forma Directa I** y las secuencias $\{x_1[n], x_2[n]\}$ para $n \in \{0, 1, \ldots, 31\}$:

$$x_1[n] = 5\{u[n-5] - u[n-20]\},$$
$$x_2[n] = n\{u[n] - u[n-10]\} + (20-n)\{u[n-10] - u[n-20]\}.$$

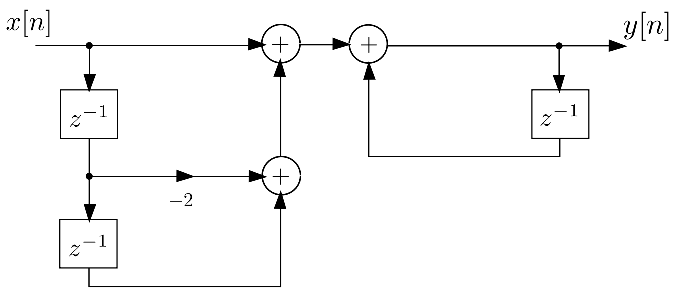

Figura 1: Sistema recursivo T_d.

a. Determinar la expresión analítica del sistema recursivo e incluirla en comentarios. A partir de ello, en un nuevo archivo, crear la función `func_Td()` que reciba una secuencia $x[n]$, las condiciones iniciales del sistema $y[-1]$ y genere la respuesta del sistema $y[n] = T_d\{x[n]\}$. El Script 2 muestra la plantilla para dicha subrutina.

[3]Sugerencia: Los retardos pueden ser generados creando un vector de 0 y ubicando la secuencia en los índices de interés. Usar `zeros()`.

Script 2: Plantilla para subrutina `func_Td()`

```
% Subrutina para calcular la respuesta del sistema 'y' ante la ...
    secuencia de entrada 'x' y las condiciones iniciales 'init'.

function y= func_Td( x, init)

y= zeros( size( x));     % reservar espacio en memoria para la ...
    secuencia de salida

for i= 1: length( x)
        if i== 1
            y( i)= x( i)+ init; % caso n= 0
        elseif i== 2
          % caso n= 1
        else
          % resto de valores de n
        end
end

end
```

b. Asumiendo T_d en estado de reposo ($y[-1] = 0$), determinar $T_d\{x_1[n]\}$ y $T_d\{x_2[n]\}$. Graficar las secuencias resultantes en una misma ventana y rotularlas adecuadamente a partir de `stem()` y `subplot()`. Cuál es el efecto del sistema sobre las secuencias? Incluir su respuesta en comentarios.

c. Del resultado anterior, verificar si la siguiente igualdad se cumple, graficando ambos miembros en una misma ventana. Se cumple con el principio de aditividad? Incluir su respuesta en comentarios.

$$T_d\{x_1[n] + x_2[n]\} = T_d\{x_1[n]\} + T_d\{x_2[n]\}.$$

d. Repetir los incisos 3b y 3c asumiendo ($y[-1] = 1$). Se cumple con el principio de aditividad? Qué condición debe cumplir una implementación recursiva para representar a un sistema **LTI**? Incluir su respuesta en comentarios.

e. Asumiendo que el sistema en reposo es **LTI**, determinar su respuesta al impulso $h[n], n \in \{0, 1, \ldots, 31\}$ a partir de `impz()`. graficarla y rotularla adecuadamente a partir de `stem()`. Se trata de un sistema FIR o IIR? El sistema podría ser BIBO estable? Justificar su respuesta en comentarios.