

# Procesamiento de Señales

## Trabajo Practico N°3

### Filtrado Digital de Señales

- 1) Un sistema discreto está representado por la siguiente ecuación a diferencias:

$$x[n] = \frac{1}{8} y[n - 2] - \frac{3}{4} y[n - 1] + y[n]$$

Determinar:

- La función de transferencia del sistema en el dominio discreto.
- La respuesta al impulso del sistema.
- La respuesta al escalón del sistema.

- 2) La salida de un filtro digital de señales es la siguiente:

$$y[n] = x[n] - x[n - 1] - \frac{1}{2} y[n - 1] - 1.17 * y[n - 2]$$

Realice un diagrama de simulación del sistema (diagrama de bloques) y obtenga la función de transferencia del filtro, especificando el polinomio  $A(z)$  y  $B(z)$ . Grafique el diagrama de polos y ceros y determine si el filtro es un sistema estable o inestable.

- 3) Defina tres funciones de transferencias de sistemas de filtrado digital que cumplan con las condiciones de estabilidad, inestabilidad y estabilidad marginal. En base a estas  $H(z)$  propuestas y el software de simulación que considere oportuno, realice:

- Grafique los diagramas de polos y ceros de cada función de transferencia, y demuestre en base a ellos, la estabilidad del sistema.
- Genere una entrada que deje en evidencia la estabilidad del sistema, y grafique la entrada y salida del mismo.

- 4) El método de diseño de filtros por muestreo en frecuencia implica tomar muestras en la frecuencia para luego, mediante ellas, obtener un filtro fácil de implementar ¿Podría decir cuál es la principal ventaja de este método que lo hace único respecto a otras alternativas de diseño?

- 5) Se requiere un filtro FIR elimina banda con las siguientes especificaciones:
- Banda de paso inferior: 0 – 1.200 Hz.
  - Banda de atenuación: 1.600 – 2.000 Hz.
  - Banda de paso superior: 2.400 – 4.000 Hz.
  - Ripple en la banda de paso: 0,05 dB
  - Atenuación mínima en la banda de atenuación: 60dB
  - Tasa de muestreo: 8.000 Hz.
- Determinar:
- a) La ventana requerida para el diseño del filtro.
  - b) La longitud del filtro FIR requerida.
  - c) La frecuencia de corte para las ecuaciones de diseño.
- 6) En un sistema de grabación de voz con una frecuencia de muestreo de 10.000Hz, la señal está corrompida por un ruido aleatorio de banda ancha. Para removerlo, se proponen las siguientes especificaciones:
- Rango de la señal de interés (voz): 0 – 3.000 Hz.
  - Rango de rechazo: 4.000 – 5.000 Hz.
  - Ripple en la banda de paso: 0,1 dB
  - Atenuación: 45 dB.
- Determinar:
- a) La ventana requerida
  - b) La longitud del filtro FIR
  - c) La frecuencia de corte
  - d) Utilizar algún software de simulación para diseñar el filtro y graficar la respuesta en frecuencia.
- 7) Una porción de código implementa carga el siguiente vector que parecieran ser los coeficientes de un filtro FIR: [0.05, 0.15, 0.30, 0.30, 0.15, 0.05]. En base a esto, se pide:
- a) Identificar el orden del filtro.
  - b) ¿Qué implica que la suma de coeficientes sea igual a 1?
  - c) Implementar el filtro en Python usando la ecuación a diferencias y escribir dicha ecuación.
  - d) Simular el filtro con una señal de entrada compuesta por: una senoide de baja frecuencia de 5 Hz y una senoide de alta frecuencia de 300 Hz.
- Graficar:
    - a) Señal de entrada;
    - b) Señal de salida filtrada (o ambas señales superpuestas).
    - c) Graficar la respuesta en frecuencia del filtro FIR.

8) Mediante el diseño de filtros IIR por el método de polos y ceros, se pide que se diseñe un filtro (o varios) del menor orden posible que permita eliminar los armónicos de 100, 150 y 200 Hz vinculados a la señal de la red eléctrica. Los anchos de bandas de rechazo de cada armónico deben ser de 5Hz. ¿Qué frecuencia de muestreo sugiere para su implementación? Grafique el diagrama de polos y ceros, analice su estabilidad y obtenga la ecuación a diferencias que permita la implementación práctica del filtro.

9) La función de transferencia de un filtro analógico está determinada por  $H(s) = 10/(10 + s)$ . Utilizando la transformación bilineal, obtenga la función de transferencia del filtro digital asociado a  $H(s)$  y que trabaje a una frecuencia de muestreo de 100Hz. Además encuentre la ecuación a diferencias de dicho filtro y determine si se trata de un filtro estable o inestable mediante el gráfico de polos y ceros.

10) Diseñe y simule un sistema digital de filtrado que, con el menor orden posible, permita atenuaciones mínimas de 60dB a señales que superen los 500 Hz. Además, la señal que se desea filtrar debe sufrir la menor modificación posible en la banda de paso, la cual está comprendida entre la componente de CC y los 250Hz. ¿Qué tipo de filtro recomienda implementar, y de qué orden sería? Grafique su respuesta en frecuencia (completa) y simule su funcionamiento con una señal de entrada  $x(t)$ .

11) Se debe diseñar e implementar en un DSP un filtro IIR Butterworth que funcione en tiempo real y que permita eliminar la componente de 50Hz inducida en un enlace de datos de baja frecuencia. Las especificaciones aclaran que se requieren como mínimo 35dB de atenuación. Obtenga la ecuación a diferencias que se debe implementar en el DSP y simule la efectividad del filtro. Grafique además un diagrama de simulación en donde se vea la implementación práctica de la ecuación a diferencias.

12) Un proyecto de detección de actividad ilegal en áreas naturales protegidas de Misiones busca dar aviso automático a las fuerzas ante eventos de caza furtiva y extracción de madera nativa. Para ello se necesita diseñar un sistema de monitoreo acústico que permita identificar sonidos de perros en actitud de caza y motosierras. Se han grabado estos eventos y se requiere diseñar un sistema digital que, ante una señal de entrada (proveniente de un micrófono) permita aislar ambos sonidos para generar una señal  $p(n)$  asociada a los perros y otra  $m(n)$  asociada a las motosierras. El sistema puede resumirse como lo mostrado en la Figura 1. Tomando como datos las señales “grabacion\_perros.wav”, “grabacion\_motosierra.wav” y “mezcla\_perros\_motosierra.wav” del aula virtual, se pide:

a) Describir frecuencialmente ambos eventos mediante su análisis espectral; comente, por ejemplo, si existe solapamientos en algunas bandas y si es que estos sonidos tienen algunas bandas específicas en donde concentren sus características.

b) Diseñar y simular un sistema digital de una entrada y dos salidas como el de la siguiente figura, el cual alimentará una etapa de detección posterior. Probar el sistema con el audio “mezcla\_perros\_motosierra.wav”.

c) Graficar los espectros de entrada y salida, y si utiliza filtros FIR, especificar y justificar detalladamente el método de diseño, las características de los filtros, su orden, atenuaciones, ripple, frecuencias de corte y ventanas utilizadas.

d) Bajo su punto de vista: ¿Cree usted que es posible implementar este sistema en la práctica? ¿Podría aproximar un porcentaje de eficiencia del mismo? ¿Qué sugerencias o inconvenientes encuentra para que este sistema pueda tener una eficiencia del 100%?

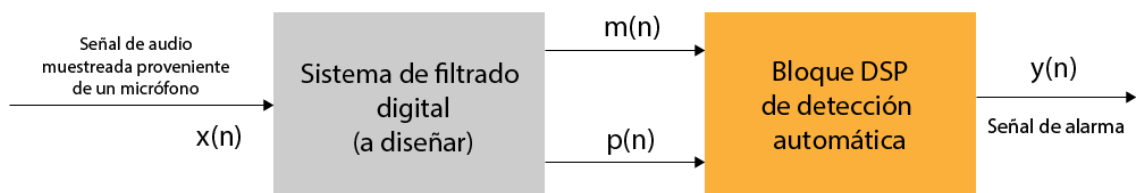


Figura 1