

Tarea 3
IELE-4017 Análisis Inteligente de Señales y Sistemas
Profesor: Luis Felipe Giraldo Trujillo
2021-I

1. (33 puntos) El archivo `borgesRuido.wav` contiene una señal de voz contaminada con un ruido del tipo sinusoidal.

- a) Grafique la señal de voz contra el tiempo, y el espectro de frecuencia de la señal contra frecuencia en Hz, y determine cuál es la frecuencia del ruido.
- b) Diseñe un filtro tipo FIR por el método de las ventanas visto en clase que permita remover dicho ruido utilizando las ecuaciones vistas en clase, y que trate de no dañar la señal de audio. No puede utilizar algún software o funciones preestablecidas para el diseño del filtro. Grafique los coeficientes del filtro contra n , donde $n = 0, \dots, N = 30$ (N es el orden del filtro), y la respuesta en frecuencia del filtro contra f en Hz, donde $-\frac{f_s}{2} \leq f \leq \frac{f_s}{2}$ (f_s es la frecuencia de muestreo). Para esta última gráfica puede utilizar la función `espectro.m`.
- c) Escriba una rutina que implemente la ecuación de diferencias asociada a un filtro FIR, dada por

$$y[n] = \sum_{k=0}^N b_k x[n-k]$$

para una señal de entrada $x[n]$ con un número de muestras finita. Asuma que $x[n] = 0$ para valores de $n < 0$. Los coeficientes b_k son los diseñados en el enunciado b). Filtre la señal de voz utilizando esta rutina. Grafique la señal de voz filtrada contra tiempo, y el espectro de frecuencia de la señal filtrada contra la frecuencia en Hz. Compare con los resultados obtenidos en a).

- d) Escuche la señal de voz filtrada utilizando la función de Matlab `soundsc` y compárelo con el original.
- e) Repita el procedimiento en b), c), y d) para $N = 80$ y $N = 300$.

2. (33 puntos) Considere el sistema discreto

$$y[n] = x[n] + \beta y[n-N]$$

para $n \in \mathbb{Z}$, un corrimiento $N > 0$, y una constante $\beta \in \mathbb{R}$.

- a) Encuentre la función de transferencia $H(z) = Y(z)/X(z)$. Asumiendo que $\beta \geq 0$, encuentre aquellos casos donde el sistema es inestable.
- b) Grabe su voz en un archivo de audio monoaural. El hecho de que sea monoaural le va a facilitar el análisis. Escriba una rutina que implemente la ecuación de diferencias para $N = 150$. Asuma que $y[n] = 0$ para valores de $n < 0$. Cargue la señal de audio y utilícela como señal de entrada del sistema discreto (es decir, x). Escuche la señal de salida del sistema para cada uno de los siguientes casos: $\beta = 0,7$, $\beta = 0,9$, y $\beta = 1,1$. ¿Cuál es el efecto resultante, y a qué se debe?. Si el sistema se vuelve inestable, ¿cuándo sucede esto? Realice el análisis apoyándose en los resultados obtenidos en b).
- c) Analice el efecto de N sobre la salida $y[n]$.

3. (34 puntos) La dirección nacional de inteligencia interceptó el envío de información codificada en el archivo `codificado.wav`. Este es un audio monoaural que contiene varios mensajes de voz codificados, posiblemente a través de modulación de amplitud. Decodifique los mensajes. Explique brevemente cada paso realizado para decodificar los mensajes (incluyendo las gráficas en tiempo y frecuencia obtenidas en cada paso).

Para tener en cuenta: Revise los conceptos de modulación de amplitud vistos en clase. El rango de frecuencias de la voz grabada no supera los 5kHz. No puede usar funciones preestablecidas para modulación/demodulación de amplitud.