

# Tarea 1

Procesamiento Digital de Señales  
Tecnológico de Costa Rica  
Maestría en Electrónica  
Prof. MSc. Michael Grüner Monzón

Allan Navarro Brenes  
200943530  
anavarro3106@gmail.com

## 1.

Utilizando Python, mediante el modulo wavfile de scipy.io. Para leer el archivo se utiliza el método `wavfile.read` con el nombre del archivo a leer como parámetro, este devuelve una tupla con la frecuencia de muestreo y las muestras en un arreglo de numpy. Para escribir las muestras en un archivo se utiliza el método `wavfile.write`, con el nombre del archivo de salida, la frecuencia de muestreo y el arreglo de datos. Ver código `prob1.py`

## 2.

Si se quiere variar la frecuencia de reproducción de un vector, se debe cambiar la frecuencia de muestreo a la que se reproduce la señal. Es decir, si una señal originalmente tenía una frecuencia de muestreo de 44100 Hz y esta se reproduce a 88200 Hz, el audio se reproducirá al doble de la frecuencia original.

## 3.

Ver código (`prob3.py`)

## 4.

- a.
  1. El sistema solo depende de la entrada presente  $x(n)$  por lo tanto es estático.
  2. Linealidad: No lineal ya que  $\cos[a_1x_1(n) + a_2x_2(n)] \neq a_1\cos[x_1(n)] + a_2\cos[x_2(n)]$
  3. Invarianza en el tiempo: Invariante en el tiempo  $y(n, k) = \mathcal{T}[x(n - k)] = \cos[x(n - k)]$  que es lo mismo que  $y(n - k) = \cos[x(n - k)]$
  4. Causalidad: El sistema es causal, no depende de entradas futuras.
  5. El sistema es estable, la función coseno se encuentra siempre entre -1 y 1
- b.
  1. El sistema solo depende de la entrada presente  $x(n)$  por lo tanto es estático.
  2. Linealidad: sean dos sistemas  $y_1(n) = x_1(n)\cos(w_0n)$  y  $y_2(n) = x_2(n)\cos(w_0n)$ , su combinación lineal produce:  
 $a_1y_1(n) + a_2y_2(n) = a_1x_1(n)\cos(w_0n) + a_2x_2(n)\cos(w_0n)$  (ecuación a.2.1)  
Por otro lado,  $\mathcal{T}[a_1x_1(n) + a_2x_2(n)]$  produce:  
 $\cos(w_0n)(a_1x_1(n) + a_2x_2(n)) = a_1x_1(n)\cos(w_0n) + a_2x_2(n)\cos(w_0n)$  (ecuación a.2.2)  
Como ambas ecuaciones a.2.1 y a.2.2 son iguales, el sistema es lineal.
  3. Invarianza en el tiempo:  $y(n, k) = \mathcal{T}[x(n - k)] = x(n - k)\cos(w_0n)$  que es distinto de  $y(n - k) = x(n - k)\cos(w_0(n - k))$  por lo tanto el sistema es variante en el tiempo.
  4. El sistema es causal ya que no depende de entradas futuras
  5. Toda entrada  $x(n)$  acotada produce una salida acotada ya que es multiplicada por  $\cos(w_0n)$  que es acotado entre -1 y 1
- c.
  1. El sistema es estático ya que solo depende de la entrada presente  $x(n)$
  2. No lineal ya que  $\text{Round}[a_1x_1(n) + a_2x_2(n)] \neq a_1\text{Round}[x_1(n)] + a_2\text{Round}[x_2(n)]$
  3. Es invariante en el tiempo ya que  $y(n - k) = \text{Round}[x(n - k)]$  y  $\mathcal{T}[x(n - k)] = \text{Round}[x(n - k)]$

4. Es causal ya que no depende de entradas futuras.
  5. El sistema es estable ya que toda entrada acotada va a ser acotada.
- d.
1. El sistema es dinámico ya que depende de entradas futuras, por ejemplo en  $n = 1$  se requiere la entrada  $x(2)$
  2. Sean dos entradas  $y_1(n) = x_1(2n)$  y  $y_2(n) = x_2(2n)$   
 $a_1y_1(n) + a_2y_2(n) = a_1x_1(2n) + a_2x_2(2n)$  (ecuación d.2.1)  
 $\mathcal{T}[a_1x_1(n) + a_2x_2(n)]$  produce también  $a_1x_1(2n) + a_2x_2(2n)$  por lo tanto el sistema es lineal.
  3.  $\mathcal{T}[x(n-k)] = x[2(n-k)]$  que es lo mismo que  $y(n-k) = x[2(n-k)]$  por lo tanto es invariante en el tiempo.
  4. El sistema no es causal ya que depende de entradas futuras, por ejemplo en  $n = 1$  se requiere la entrada  $x(2)$
  5. El sistema es estable ya que toda entrada acotada produce una salida acotada, únicamente se saltan muestras (submuestreo)

## 5.

Si se realiza un desplazamiento temporal de la entrada  $x_3(n)$  de 3:  $x_3(n+3)$ , se tiene como entrada el impulso unitario, por lo tanto al tratarse de un sistema invariante en el tiempo, la respuesta al impulso es  $h(n) = y_3(n+3)$ . En cuanto a la linealidad del sistema, debido a la invarianza en el tiempo,  $x_2(n) = 3x_3(n-1)$ , si el sistema fuera lineal,  $y_2(n)$  debería ser  $3y_3(n-1)$  sin embargo al no ser iguales, el sistema no es lineal.

## 6.