

Taller teórico-práctico 1: señales y sistemas 2021-2

Profesor: Andrés Marino Álvarez Meza, Ph.D.
Departamento de ingeniería eléctrica, electrónica y computación
Universidad Nacional de Colombia - sede Manizales

1. Instrucciones

- El taller debe ser enviado al correo electrónico `amalvarezme@unal.edu.co` desde su correo institucional (no se aceptarán envíos desde correos diferentes a `@unal.edu.co`) incluyendo desarrollos matemáticos y conceptuales (en pdf o sobre celdas de texto en latex de Colaboratory), y códigos en Python (celdas de código comentadas y discutidas sobre Colaboratory), referente a los ejercicios propuestos.
- El taller puede realizarse en grupos hasta de tres (3) personas.
- **Fecha máxima de entrega: 25 de noviembre de 2021.**
- **Para el primer parcial se realizará asesoría presencial el día 9 de noviembre de 2021, en el Campus La Nubia (salones por confirmar).**
- **El parcial se realizará el día 25 de noviembre de 2021 en el Campus La Nubia (salones por confirmar).**

2. Conceptos básicos de señales

- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [IntroNumpy SyS](#)
- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [Señales estandar](#)
- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [Operaciones señales continuas](#)
- Evaluar la expresión: $\int_{-\infty}^{\infty} t^4 e^{-\cos(t)} \cos(-2t) \delta(2t - 5\pi) dt$. Nota: Consultar las propiedades de selectividad y escala en el tiempo de la función impulso unitario. Comprobar el resultado en simulación con la librería SymPy.
- Sea $x(t) = u(t - t_o) - u(t - nt_o) - 3k\delta(t - mt_o)$. Determine el valor de k para el cual $\int_{-\infty}^{\infty} x(t) dt = A$, con $A \in \mathbb{R}$. Comprobar el resultado en simulación con la librería SymPy.
- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [Señales periódicas aperiódicas](#)
- Consulte en qué consisten las señales cuasiperiódicas. Luego, demuestre la periodicidad o no de las siguientes señales :

- $x(t) = 3 \cos(\omega t)$.
- $x(t) = 2 \sin(\omega t + \pi)$.
- $x(t) = 3 \sin(\sqrt{3}t) + 3 \sin(5t) - 2 \cos(t/\sqrt{3})$.
- $x(t) = 3 \sin(4t) - 2 \cos(50t) + 2 \cos(10t)$.
- $x(t) = e^{j\omega t}$.

Grafique cada una de las señales anteriores en Python utilizando arreglos de numpy (dibuje tres periodos si es el caso).

3. Señales de energía y potencia

- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [Señales Energía Potencia](#)
- Clasifique según su tipo (energía o potencia):
 - $x(t) = 3t + 2; \forall t \in [0, 5]$.
 - $x(t) = A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t); A, B, \omega \in \mathbb{R}^+$.
 - $x(t) = a t e^{-tk} (u(t) - u(t - t_o)); a, k \in \mathbb{R}; t_o > 0$.
 - $x[n] = nu[n]; n \in \{0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N\}$.
 - $x[n] = |n|; n \in \{0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N\}$.
 - $x[n] = A \cos[n\pi] u[n - n_o]; A \in \mathbb{R}^+ \text{ y } n \in \{0 \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N\}; 0 < n_o < N$.

Grafique cada una de las señales anteriores en Python (considere simulaciones tipo sympy para tiempo continuo y numpy para tiempo discreto).

- Consulte los procedimientos básicos para el análisis de circuitos mediante el manejo de impedancias y fasores. Ver cuaderno [Potencia Circuitos](#)

4. Discretización de señales cosenoidales

- Se pretende muestrear la señal $x(t) = 10 \cos(\Omega t)$, con $t \in [0, T]$, $\Omega = 2\pi F$, $F = 1/T$ y $F = 50$ Hz. Se emplea un sistema de discretización con frecuencia de muestreo $F_s = 80$ Hz. Demuestre si el sistema utilizado es apropiado para la señal $x(t)$ y estime la señal capturada. Realice una simulación en Python del proceso de discretización.

- Se tiene un microprocesador de 4 bits con entrada analógica entre -3.3 y 3.3 [v]. Describa las condiciones necesarias para que el microprocesador pueda digitalizar la señal $x(t) = 30 \cos(100\pi t)$. Presente una simulación en Python de dicho proceso para tres ciclos de la señal $x(t)$. Ver cuaderno [IntroNumpy SyS](#).
- Se tiene un sistema de discretización con frecuencia de muestreo $F_s = 40$ Hz, aplicado a las señales $x_1(t) = \cos(20\pi t)$ y $x_2(t) = \cos(100\pi t)$. Las versiones discretizadas de las señales son distinguibles entre sí?. Implemente una simulación en Python del proceso de discretización.
- Cuál es la frecuencia de muestreo límite apropiada para discretizar la señal $x(t) = 3 \cos(1000\pi t) + 5 \sin(6000\pi t) + 10 \cos(14000\pi t)$?. Si se utiliza una frecuencia de muestreo de 5kHz, cuál es la señal discreta obtenida?
- Demuestre que funciones cosenoidales con frecuencia de oscilación $F_k = F_o + kF_s$; con $k \in \mathbb{Z}$, no son distinguibles de la función $\cos(2\pi F_o t)$ al utilizar un sistema de discretización con frecuencia de muestreo F_s . Realice simulaciones para $k \in \{0, \pm 1, \pm 2, \pm 3\}$.

5. Sistemas lineales e invariantes con el tiempo (SLIT)

- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [Convolución](#)
- Consultar y realizar los ejercicios propuestos en el cuaderno de Colab [Respuesta impulso](#)
- Demuestre si los siguientes sistemas de la forma $y = \mathcal{H}\{x\}$, son sistemas lineales e invariantes en el tiempo (SLIT). Simule los sistemas en Python.
 - $y[n] = x[n]/3 + 2x[n-1] - y[n-1]$.
 - $y[n] = \sum_{k=-\infty}^n x^2[k]$.
 - $y(t) = Ax(t) + B$; $A, B \in \mathbb{R}$.
- Hallar la salida $y[n]$ de un SLIT ante la entrada $x[n] = \{-15, 5, -3^\dagger, 0, 5, 7, -1\}$, con respuesta al impulso $h[n] = \{1, -2, 0^\dagger, 1, -2\}$, donde $n \in \{0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N\}$ y $n=0$ para $x[n]^\dagger$. Nota: Utilizar método gráfico para encontrar la salida y comprobar con simulación en Python. Ver cuaderno [Convolución discreta](#). Repita el proceso para el sistema con respuesta al escalón $\{-1, 6, -10, 3^\dagger, 1, -10, 2, 5\}$ (Ver cuaderno [Respuesta Escalón](#)).
- Sea la señal Gaussiana $x(t) = e^{-at^2}$ con $a \in \mathbb{R}^+$, el sistema A con relación entrada-salida $y_A(t) = x^2(t)$, y el sistema lineal e invariante con el tiempo B con respuesta al impulso $h_B(t) = Be^{-bt^2}$: a) Encuentre la salida del sistema en serie $x(t) \rightarrow h_B(t) \rightarrow y_A(t) \rightarrow y(t)$ b) Encuentre la salida del sistema en serie $x(t) \rightarrow y_A(t) \rightarrow h_B(t) \rightarrow y(t)$.

Referencias

<https://github.com/amalvarezme/SenalesSistemas>

Hsu, H., (2014). Signals and systems (Vol. 8). New York: McGraw-Hill Education.

Castellanos-Dominguez et. al (2010), *Teoría de señales: fundamentos*, Universidad Nacional de Colombia - sede Manizales.

Hsu, H. (2003), *Theory and problems of analog and digital communications*, Schaum's Outline series, McGraw-Hill.

Hsu, H. (1995), *Schaum's outlines of theory and problems of signals and systems*, McGraw Hill.

Hsu, H. (1970), *Análisis de Fourier*, Prentice Hall.