



Objetivos

Esta experiencia tiene como objetivos reforzar los contenidos vistos en clases sobre señales y transformada de Fourier. Los alumnos deben analizar señales en el tiempo y frecuencia utilizando herramientas computacionales, además de aplicar conceptos relacionados a filtros.

Instrucciones

1. El trabajo es en parejas o individual.
2. Fecha de entrega: **Viernes 29 de Abril del 2022 hasta las 23:59.**
3. La entrega consta de un informe de laboratorio (en PDF) y el código fuente con que se hicieron las pruebas.
4. La entrega tanto del informe (en PDF) como del programa debe ser en un archivo comprimido a través del link publicado en el classroom correspondiente.
5. Cualquier copia detectada entre los trabajos será calificada con nota mínima.

Herramientas

Se utilizará el lenguaje de programación [Python 3](#) y algunos módulos de utilidad como: [Numpy](#), [Scipy](#), [Matplotlib](#).

Se recomienda utilizar algún IDE adecuado para el desarrollo de su trabajo por ejemplo: [PyCharm](#) o [Spyder](#), entre otros.

Si bien usar ejemplos y tutoriales encontrados en la web es una buena aproximación inicial, se recomienda revisar y utilizar la documentación oficial del lenguaje y librerías. Debe citar los sitios web que usó como referencias.

Desarrollo

Utilizando las herramientas mencionadas y la señal de audio publicada en el curso, realice las siguientes actividades. Utilice las preguntas planteadas como guía para el análisis de sus resultados en el informe.

1. Cree una señal de audio donde se le escuche decir su nombre, apellido y rut (Ej. Miguel Salinas 12345678-9). En caso de que se desarrolle el laboratorio en pareja, cada integrante debe grabar un audio y los siguientes puntos se deben realizar para cada señal grabada.
2. Lea las señales de audio generadas y determine a qué corresponde cada uno de los parámetros retornados.
3. Grafique las señales de audio en el tiempo.
4. Calcule la transformada de Fourier de las señales de audio:
 - a. Grafique la señal en el dominio de la frecuencia.
 - b. Al resultado del punto 4, calcule la transformada de Fourier inversa.
 - c. Compare con la señal leída en el punto 1.
5. Calcule y grafique el espectrograma de cada una de las señales. *El espectrograma permite visualizar información en el dominio de la frecuencia y del tiempo a la vez.*



Note que requiere un gráfico de tres dimensiones ($t, f, |fft|$) o una imagen, ver Figura 1.

6. Analice y compare las señales en base a los resultados y gráficos, por ejemplo:
 - a. ¿Qué información se puede obtener de cada gráfico?
 - b. ¿Qué frecuencias son más importantes en cada señal?
 - c. ¿Qué diferencias hay entre las señales y en qué gráfico/s se pueden observar?
7. Ahora elija sólo una de las señales de audio grabadas para continuar. Además, se dispone de 4 señales con diferentes tipos de ruidos: ruido rosa, azul, marrón y violeta. Elija una de estas señales de ruido y súmalo a la señal de audio del punto 1 para crear una señal ruidosa (para esta experiencia puede considerar que el ruido es aditivo).
 - a. Repita el punto 3, 4 y 5 para la señal de ruido y para la señal ruidosa
 - b. Analice: ¿Se justifica el nombre que tiene la señal de ruido elegida? ¿Qué rangos de frecuencia abarca el ruido y qué rangos de frecuencia la señal original? ¿Se puede diferenciar la señal original del ruido en la señal ruidosa y cómo se hace? ¿Se puede recuperar la señal original a partir de la señal ruidosa?
8. A continuación se tratará de filtrar el ruido de la señal ruidosa, para ello:
 - a. Diseñe un filtro FIR o IIR para eliminar el ruido de la señal de audio. Determine el tipo de filtro (pasa bajos, pasa altos, o pasa banda) y determine las frecuencias de corte para este de acuerdo a su análisis en el punto 7, ver Figura 2.
 - b. Pruebe distintos parámetros al momento de aplicar el filtro y explique por qué eligió esos parámetros y cómo afectan el resultado.
 - c. Obtenga la transformada de Fourier, el espectrograma de la señal filtrada y analice sus resultados.
9. Compare la señal filtrada con la señal original:
 - a. Guarde el audio original y los filtrados.
 - b. Analice las diferencias en la dimensión del tiempo y de frecuencia. Un análisis cualitativo puede ser útil en esta etapa.
 - c. ¿Se puede recuperar la señal original a partir de la señal ruidosa?

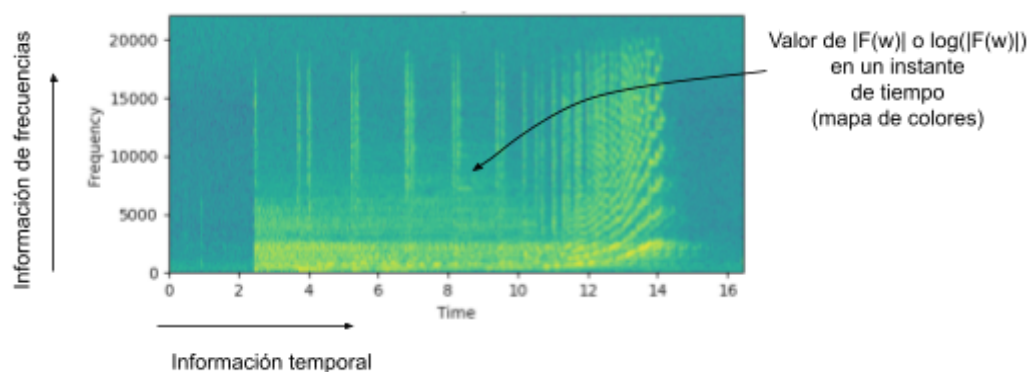


Figura 1. Ejemplo de espectrograma.

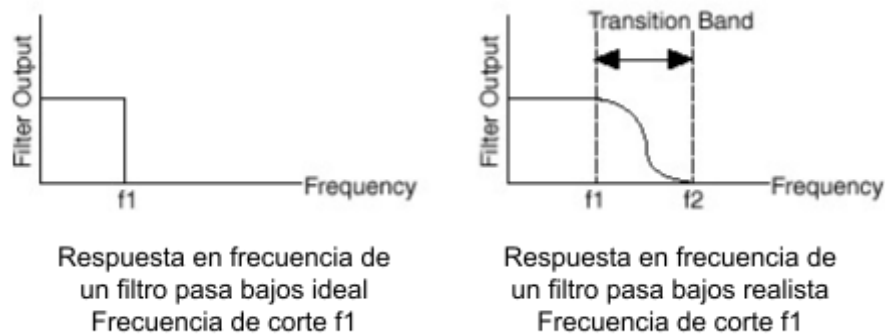


Figura 2. Respuesta en frecuencia de un filtro ideal y uno realista.

Informe

Se debe enviar un informe de laboratorio en formato PDF con todo el trabajo realizado y que incluya al menos las siguientes secciones:

- **Introducción** (0.5 - 1.0 página): Contexto, objetivos e información bibliográfica de relevancia (no es necesario repetir información que existe en la bibliografía, pero sí citar y/o sintetizar). *¿Qué se hará y por qué?*
- **Marco Teórico:** Explicaciones básicas sobre todos los temas y tópicos tratados en la actividad tanto en la teoría como en la práctica en Python (señales análogas y digitales, transformada de Fourier, filtros FIR, etc.). *¿Qué conceptos necesita el lector conocer para entender el informe?*
- **Desarrollo:** Códigos y resultados de cada etapa. *¿Qué se hizo y qué se obtuvo?*
- **Análisis de resultados:** Análisis de cada resultado, está correcto?, por qué salió ese resultado, relacionar resultados con los contenidos del curso. *¿Tienen sentido mis resultados, por qué obtuve estos resultados?*
- **Conclusiones** (0.5 - 1.0 página): Síntesis de los principales resultados encontrados y su relación con los contenidos. Problemas encontrados y cómo fueron solucionados. Conclusiones personales. *¿Qué aprendí con este trabajo?*
- **Bibliografía:** Listado de referencias usadas en el trabajo. ¡Todas!. Libros (indicando capítulos), publicaciones, sitios web y videos (enlace y fecha de última visita), material de clases, etc. Formato APA. *¿Qué fuentes utilicé en este trabajo?*

Se evaluará:

- Manejo de los contenidos, certeza de las aseveraciones.
- Calidad de la información presentada (gráficos, tablas, imágenes).
- Formato y redacción.
- Capacidad de síntesis y claridad.

NOTA: Extensión máxima de 10 hojas, en caso de contar con más, se revisarán las primeras 10.



Código

Se debe adjuntar el código del programa realizado, el cual debe cumplir con los principios de buenas prácticas de programación y documentación. Se evaluará:

- Completitud y correctitud: El código resuelve todo el laboratorio y funciona sin errores.
- Orden y documentación: El código está ordenado, presenta comentarios para explicar qué se resuelve en cada paso. (se valora/recomienda programar - funciones, variables - y comentar en inglés)
- Técnicas de programación: adecuado uso de paradigmas de programación (funcional, orientado a objetos, paralelismo, etc), estructura del código (correcto uso de funciones, clases, tipos de datos, estructuras de datos), testeo, documentación.
- Instrucciones de uso del código. Incluya instrucciones en el informe y/o en un archivo README.

Dudas y consultas a través de la plataforma Classroom correspondiente