

# SEÑALES Y SISTEMAS

## Laboratorio de Señales y Respuesta en Frecuencia de Sistemas 2024

### Objetivos:

Una vez finalizado el laboratorio, usted deberá ser capaz de entender físicamente qué es una señal y sobre todo, vincularla con cuestiones de la vida real. Entenderá que una señal no es solo un concepto eléctrico. Luego de realizado el laboratorio, deberá poder comprender y verificar como se distribuyen las frecuencias armónicas de distintas señales (cuadradas, triangulares, senoidales), y vincularlas con conceptos matemáticos como la Serie de Fourier y la Transformada de Fourier. De igual manera, deberá comprender el concepto de “sistema” desde un punto de vista amplio, y determinar la importancia física de la función transferencia y como ésta se involucra diariamente en nuestra vida. Finalmente, usted deberá ser capaz de realizar un ensayo de respuesta en frecuencia de un sistema, obtener su función transferencia y graficarla.

### IMPORTANTE

Este es un informe de laboratorio **grupal** y con carácter de **examen** y se solicita que respondan de manera consciente y con sus propios conceptos.

El informe presentado deberá ser en PDF y tener un máximo de 10 páginas incluida la carátula y todas las hojas.

Antes de empezar, **discuta en clase** sobre las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es el ancho de banda de una señal? Véalo desde el punto de vista de concentración energética.
2. ¿Cuál es el ancho de banda que puede escuchar el oído humano promedio? ¿Puede escuchar una señal pura de 10Hz? ¿Una señal cuadrada de 10 Hz? Explique por qué sí o por que no.
3. ¿Qué es la respuesta en frecuencia de un sistema? ¿Qué es un filtro?
4. Estudie sobre lo que se denomina como “Ruido Blanco” y explíquelo en un párrafo.

5. Para una señal **cuadrada** y frecuencia “w”. ¿Cuál es su frecuencia máxima? ¿En qué rangos de frecuencia de concentra su energía?

### Elementos necesarios para el laboratorio:

- Generador de funciones con una punta.
- Osciloscopio con dos puntas.
- Protoboard con un capacitor cerámico de 100nF y resistencia de 3.3kΩ.
- Teléfono celular con app “*Function Generator*” de la compañía Keuwlsoft.
- Auriculares personales (de cualquier tipo, cableado o inalámbrico).

### ACTIVIDAD 1: SEÑALES, SISTEMAS y RESPUESTA EN FRECUENCIA

- 1) Utilizando su teléfono celular con la App “*Function Generator*”, proceda a generar y escuchar con **el altavoz del celular** las siguientes señales:

- a) Señal senoidal de 440 Hz.
- b) Señal cuadrada de 150 Hz.
- c) Señal senoidal de 100 Hz.

#### Responda:

**1-a)** ¿Cuál de las dos señales es un tono puro y cual es una combinación lineal de senoidales armónicamente distribuidas? Fundamente graficando ambos espectros.

**1-b)** Si aplica un corrimiento de fase de 90° al tono puro, fundamente la diferencia que escucha por el parlante.

**1-c)** Considerando el celular, parlante, cables, auriculares, oído, etc., dibuje un diagrama de bloques en donde se muestren **todos los sistemas y señales** que intervienen en el experimento y analizando este diagrama responda: ¿A qué se debe o por qué cree que no puede escuchar la señal senoidal de 100 Hz? **Responda utilizando el concepto de respuesta en frecuencia del sistema.**

**Respuesta en frecuencia del oído humano:** La siguiente actividad permitirá conocer cómo responde un sistema ante variaciones en la frecuencia de la señal de entrada. Proceda de la siguiente manera y responda las siguientes preguntas:

- a) En la aplicación *Function generator* genere una señal senoidal que pueda oír claramente (a cualquier frecuencia).
- b) Luego, con saltos de 2kHz, realice un barrido de frecuencias entre 10Hz. y 20KHz con esta misma señal (variando solo su frecuencia).
- c) ¿Escucha cambios en la potencia del sonido? Si no se efectuaron cambios de amplitud en la señal, y solamente se modificó su frecuencia:

#### Responda:

**1-d)** ¿Por qué percibe auditivamente modificaciones en la potencia de la señal ante distintas frecuencias? **Fundamente utilizando el concepto de respuesta en frecuencia.**

1-e) Para obtener la respuesta en frecuencia del sistema, haga un gráfico aproximado que muestre como percibe que responde el sistema (parlante del celular) frente a las variaciones de la frecuencia en la señal de entrada.

Ahora **conecte los auriculares** al celular y escuche las siguientes señales:

- a) Señal senoidal de 100 Hz.
- b) Señal senoidal de 20 Hz.
- c) Señal cuadrada de 20 Hz.

**Responda:**

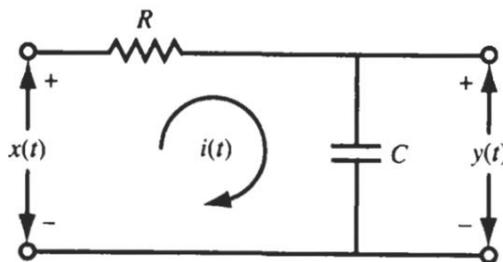
1-f) ¿Por qué ahora puede oír la señal senoidal de 100 Hz? Fundamente mediante la respuesta en frecuencia del *nuevo* sistema y **dibuje nuevamente todos los sistemas y señales que intervienen en el experimento.**

1-g) ¿Por qué no puede oír la señal senoidal de 20 Hz? Fundamente.

1-h) Si el oído humano no puede escuchar señales de 20Hz ¿Por qué puede oír la señal cuadrada de 20 Hz? Fundamente espectralmente.

## ACTIVIDAD 2: Ensayo de Respuesta en Frecuencia de sistemas de tiempo continuo.

La siguiente actividad permitirá evaluar con mediciones concretas la respuesta en frecuencia de un circuito eléctrico que puede ser considerado como un filtro. En base al siguiente circuito, cuyo análisis frecuencial fue analizado en las clases teóricas, proceda:



**Actividad:**

2.1) Implemente este circuito en un protoboard y conecte la punta del generador de funciones como entrada y mida la salida a través de una de las puntas del osciloscopio. La otra punta del osciloscopio utilícela para medir la tensión de entrada  $v(t)$ .

2.2) En el generador de funciones genere una señal senoidal de 5V. pico a pico y 100 Hz.

2.3) Con esta señal, realice un barrido de frecuencias desde los 100 Hz hasta los 5 KHz y tome nota de las amplitudes pico a pico de la señal de salida del sistema, mientras la compara visualmente con la señal de entrada (que está siendo adquirida por la otra punta)

**Responda:**

- a) Determine la respuesta en frecuencia del sistema  $H(j\omega)$  y exprese su salida en el tiempo y en la frecuencia para una entrada del tipo  $v(t)=\text{sen}(\omega t)$ . Para esto utilice la herramienta matemática que considere oportuna, como convolución o multiplicación espectral.
- b) Grafique la respuesta en frecuencia del sistema teórica ( $H(j\omega)$ ) y verifique si está o no de acuerdo con las mediciones de respuesta en frecuencia obtenidas en el punto 2.3.
- c) ¿Cuál es la frecuencia de corte del filtro? ¿Esta frecuencia se verifica en la práctica?