

## Tarea de laboratorio 01, Grupo 1

Profesor: David Ortiz Puerta, david.ortiz@uv.cl

FECHA DE ENTREGA: 28 DE AGOSTO, A LAS 23:59HRS

---

Cada estudiante debe desarrollar y entregar individualmente los análisis teóricos. Aunque es posible discutir los conceptos generales de los problemas en grupo, las soluciones no deben compartirse. **El informe debe ser digitado en un editor de texto (Word,  $\text{\LaTeX}$ , Documentos de Google) y enviados en formato PDF. No se aceptarán informes escritos a mano.** Además, debe incluir todos los resultados, figuras y explicaciones solicitadas para la tarea. La evaluación del informe considerará la correcta diagramación, redacción y presentación, pudiendo aplicarse una reducción de hasta 2.0 puntos si no se cumple con estos criterios. El informe en formato digital debe enviarse al correo david.ortiz@uv.cl antes de la fecha límite. El incumplimiento de estas instrucciones resultará en una calificación de 1.0 en la tarea. No se aceptarán tareas después de la fecha límite.

*Se otorgará una bonificación de 0.3 puntos si el informe está redactado en inglés, y una bonificación adicional de 0.3 puntos si se utiliza  $\text{\LaTeX}$  para su redacción. Para verificar este último criterio, se debe adjuntar el archivo .tex del informe en el mensaje de entrega.*

---

### RECURSOS

- [Video de referencia sobre Series de Fourier.](#)
- Módulos en python suficientes para el desarrollo de la tarea

```
import numpy as np
import scipy as sp
from scipy import signal
import matplotlib.pyplot as plt
```

## SERIES DE FOURIER

Considere el siguiente código de una señal cuadrada (analítica) con período  $P$ , dominio temporal  $t$ , y el error cuadrático medio (MSE)

```
# Señal cuadrada analítica
def senal_cuadrada(t, P):
    return signal.square(2 * np.pi * t / P, duty=0.5)

# Error cuadrático medio
def calcular_mse(senal_real, senal_aproximada):
    return np.mean((senal_real - senal_aproximada)**2)
```

Considere la serie de Fourier de la señal cuadrada,

$$SQ(t) = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4}{n\pi} \sin\left(\frac{2\pi n t}{P}\right).$$

### PROBLEMA 1:

Implemente la serie de Fourier para una señal cuadrada. Para esto, construya una función que tome como argumentos de entrada, el período  $P$ , el intervalo de tiempo  $t \in [-1, 1]$  y el número de coeficientes  $nfou$ . La función debe retornar la sumatoria de la serie de Fourier (truncada en  $nfou$  términos) de la señal cuadrada, i.e., `series = senal_cuadrada_fourier(t, P, nfou)`. El intervalo de tiempo debe estar subdividido por un número de muestras  $Nsample$ . Para esto puede utilizar la función `linspace` de numpy.

1. Con  $t \in [-1, 1]$ , fije  $P = 2$  y  $Nsample=512$ . Evalúe la función de la serie de Fourier en el intervalo  $t$ , muestreado equiespacialmente, utilizando  $nfou = 10, 30, 100$ .
  - a) (1 Punto) Para los tres casos, grafique el resultado de la serie de Fourier superpuesto a la señal analítica y calcule el MSE entre ambas señales.
  - b) (1 Punto) Compare como varía la forma de la señal reconstruida. Incluya gráficos y una breve explicación de cómo la cantidad de coeficientes afecta la aproximación de la señal cuadrada.
2. (3 Puntos) Con  $t \in [-1, 1]$ , fije  $P = 2$  y  $nfou=50$ . Evalúe la función de la serie de Fourier en el intervalo  $t$ , muestreado equiespacialmente, utilizando  $Nsamples = 64, 128, 512$ .
  - a) (2 Punto) Para los tres casos, grafique el resultado de la serie de Fourier superpuesto a la señal analítica. Compare y analice cómo varía la forma de la señal reconstruida.
  - b) (0.5 Punto) ¿Cómo se relaciona  $Nsamples$  con la frecuencia de muestreo?
  - c) (0.5 Punto) Considere  $Nsamples = 512$ . Determine el número máximo de coeficientes de Fourier a emplear antes de encontrar un efecto de *alias*

3. (2 Puntos) Con  $t \in [-1, 1]$ , fije  $n_{\text{fou}} = 50$  y  $N_{\text{samples}} = 512$ . Evalúe la función de la serie de Fourier en el intervalo  $t$ , muestreado equiespacialmente, utilizando  $P = 2, 1, 0.1$ .
- a) (1 Punto) Para los tres casos, grafique el resultado de la serie de Fourier superpuesto a la señal analítica y calcule el MSE entre ambas señales.
  - b) (1 Punto) ¿qué pasa con el MSE, aumenta, disminuye o se mantiene igual? Explica este resultado.