



DEPARTAMENTO DE BIOINGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN



Introducción a la Bioingeniería
Procesamiento Digital de Señales Biomédicas

Dirección postal: Av. Independencia 1800
(4000) S.M. de Tucumán, Argentina
Tel-fax: (54)-9-381-436-4120

gruiz@herrera.unt.edu.ar
mgsorrentino@herrera.unt.edu.ar

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

Tema: Transformada de Fourier de señales de t-discreto

- 1 Dada $x(n) = \left\{ \dots 1, 0, 1, 2, \underset{\uparrow}{3}, 2, 1, 0, 1, \dots \right\}$
 - a. Grafica la señal y sus espectros de magnitud y fase.
 - b. Verifica la relación de Parseval evaluando la potencia en los dominios tiempo y frecuencia.
- 2 Considera la señal $x(n) = 2 + 2\cos\left(\frac{\pi n}{4}\right) + \cos\left(\frac{\pi n}{2}\right) + \frac{1}{2}\cos\left(\frac{3\pi n}{4}\right)$
 - a. Determina y dibuja el espectro de la densidad de potencia.
 - b. Evalúa la potencia de la señal.
- 3 Encuentra y grafica el espectro de módulo y fase las siguientes señales:
 - a. $x(n) = a^{|n|}$, con $|a| < 1$
 - b. $x(n) = A \cos(\omega_0 n + \varphi)$
 - c. $x(n) = A \sin(\omega_0 n + \varphi)$
 - d. $x(n) = u(n)$
 - e. $xx(n) = \frac{\sin(\pi n/2)}{\pi n}$
 - f. $x(n) = (1/2)^{n-1}u(n-1)$
- 4 Supón que la siguiente función $p(t)$ representa una señal de presión arterial, la cual está definida de la siguiente forma:

$$p(t) = C + \sum_{i=1}^4 A_i \cos(\omega_i t - \phi_i)$$

donde:

$$C = 80$$

$$\omega = [1 \ 2 \ 3 \ 4]2\pi f_c ; f_c \text{ es la frecuencia cardiaca}$$

$$A = [20.0000 \ 10.0240 \ 3.5560 \ 0.9800];$$

$$\phi = [0 \ -0.5655 \ 1.0053 \ -2.1363];$$

- a. Muestrea la señal con una $f_s = 200\text{Hz}$ y grafique la señal $p(t)$ y $p(n)$.
- b. Encuentra y dibuja la Transformada Discreta de Fourier (TDF) de $p(n)$.
Nota: recuerde adoptar valores de t y de f_c para que la cantidad de datos muestreados correspondan a ciclos cardiacos completos.



DEPARTAMENTO DE BIOINGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN



Introducción a la Bioingeniería
Procesamiento Digital de Señales Biomédicas

Dirección postal: Av. Independencia 1800
(4000) S.M. de Tucumán, Argentina
Tel-fax: (54)-9-381-436-4120

gruiz@herrera.unt.edu.ar
mgsorrentino@herrera.unt.edu.ar

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

Tema: Transformada de Fourier de señales de t-discreto

- c. Ahora adopte valores de t o f_c de modo que la cantidad de datos muestreados no correspondan a ciclos completos y vuelva a obtener la TDF. ¿Qué sucede con los espectros en este caso?.
- d. Contamine su señal con ruido de línea de 50Hz de baja amplitud, muestree con $f_s = 200\text{Hz}$ y obtenga los espectros (TDF).
- e. Ahora muestree la misma señal con $f_s = 70\text{Hz}$ y 80Hz y obtenga los espectros (TDF) para cada frecuencia de muestreo. Compare los espectros y responda: ¿Qué cambió? ¿Qué puede concluir respecto del ruido?.
- 5 Responda las mismas consignas del ítem 14. pero esta vez considerando la señal dada por:

$$h(t) = 80 + \sum_{n=1}^3 \left[\frac{2\sqrt{80}}{\pi(2n^2-1)} \cos \left[2\pi(n-1)f_c t - (3n^3-1)\frac{\pi}{7} \right] \right]; f_c = 1.89$$

Laboratorio de Transformada Discreta de Fourier

En la segunda práctica de laboratorio de la asignatura vamos trabajar sobre los registros de 4 señales biológicas que se realizaron en el primer laboratorio. Para esto haremos uso del software MATLAB. Primero vamos a aprender a importar las señales a MATLAB y a adquirir la información de registro contenida en los archivos ACQ y luego procederemos a analizar las señales y compararlas.

Las tareas a realizar son:

1. Importar los archivos reg1.acq, reg2.acq y reg3.acq correspondientes a los tres registros realizados en el primer laboratorio. Nombres recomendados: S1, S2 y S3. Recuerda que para importar archivos *.acq debes usar la librería "bioread". Si el no estuviese cargado, se puede hacer desde jupyter (! pip install bioread).
2. Acomodar los datos de las señales y frecuencias de muestreo en matrices independientes de la estructura importada. Nombres recomendados: fs1, fs2, fs3, signal1, signal2 y signal3.
3. Generar un vector de tiempo para cada registro. Nombres recomendados: t1, t2 y t3.
4. Graficar las señales (los 4 canales de cada uno de los 3 registros).
5. Obtener el espectro de frecuencias normalizado del ECG del registro 1 en una zona que el registro no tenga ruido producido por la EMG. Para esto se recomienda usar la herramienta "fft".
6. Repetir el punto anterior para los registros 2 y tres.
7. Obtener el espectro de frecuencias normalizado del EMG del registro 1 en una zona de activación.



**DEPARTAMENTO DE BIOINGENIERIA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUCUMAN**



**Introducción a la Bioingeniería
Procesamiento Digital de Señales Biomédicas**

Dirección postal: Av. Independencia 1800
(4000) S.M. de Tucumán, Argentina
Tel-fax: (54)-9-381-436-4120

gruiz@herrera.unt.edu.ar
mgsorrentino@herrera.unt.edu.ar

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

Tema: Transformada de Fourier de señales de t-discreto

-
8. Repetir el punto anterior para los registros 2 y tres.
 9. Compare y discuta cuales son las diferencias observables en los 3 diferentes espectros para cada tipo de señal (ECG y EMG).
 10. Realice un informe describiendo las tareas realizadas. Haga uso de las herramientas gráficas disponibles.