



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

Procesamiento Digital de Señales Biomédicas



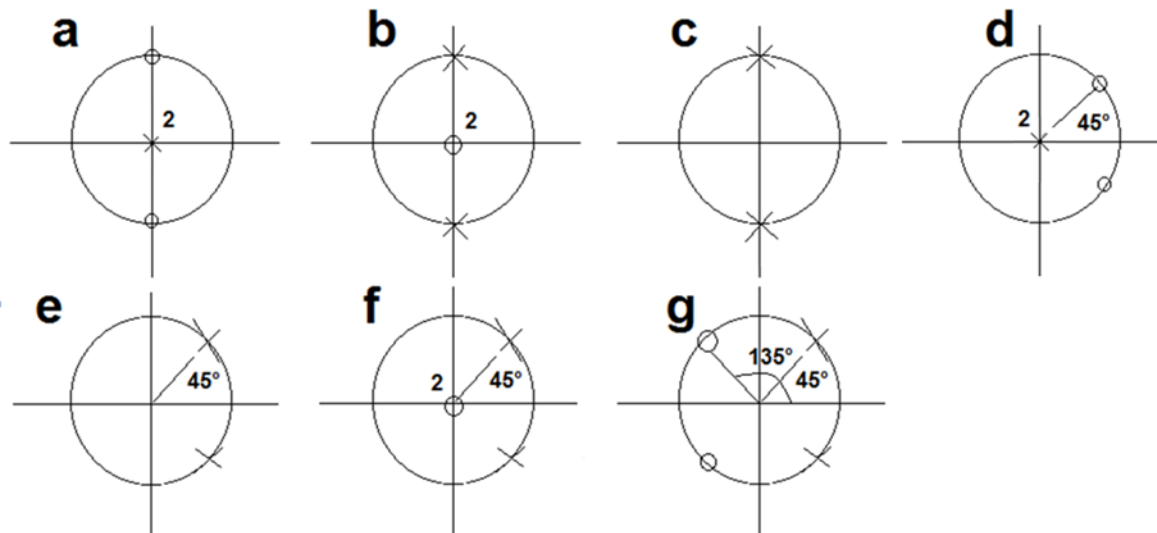
Dirección postal: Av. Independencia 1800
(4000) S.M. de Tucumán, Argentina
Tel-fax: (54)-9-381-436-4120

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

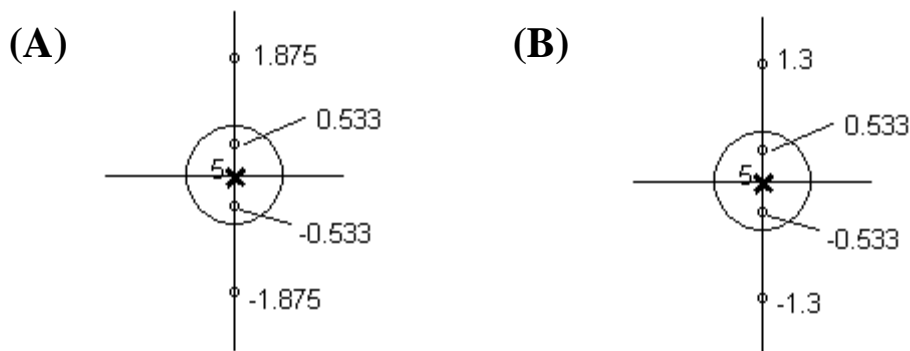
TRABAJO PRÁCTICO N° 8

Tema: Transformada Z

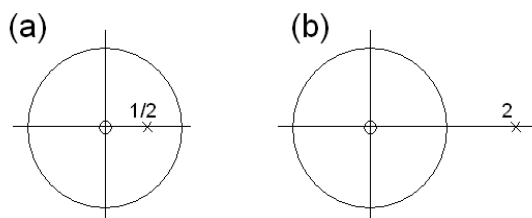
1. **En lápiz y papel:** Encuentra las funciones de transferencias $H(z)$, las respuestas en frecuencia y las respuestas al impulso unitario de los siguientes sistemas.



2. **En Python:** Encuentra las respuestas en frecuencia de los siguientes filtros. Clasifica: recursivo, no-recursivo. Determina sus respuestas al impulso unitario (determina $h(n)$).



3. Encuentra las respuestas al impulso de los siguientes filtros digitales.



Grafica las respuestas en frecuencia



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

Procesamiento Digital de Señales Biomédicas



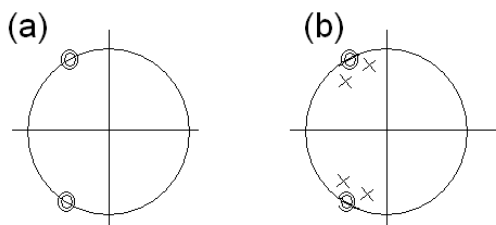
Dirección postal: Av. Independencia 1800
(4000) S.M. de Tucumán, Argentina
Tel-fax: (54)-9-381-436-4120

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

TRABAJO PRÁCTICO N° 8

Tema: Transformada Z

4. Encuentra las respuestas en frecuencia de los siguientes filtros Notch.



5. Un filtro digital tiene la siguiente función de transferencia

$$H(z) = \frac{1 - bz^{-1}}{1 + bz^{-1}}$$

- ¿Qué tipo de filtro es si $b=0.8, -0.8, 1, -2$ y $-1/2$?
 - Si $b = -1/2$, ¿Cuál es la ganancia del filtro?
 - Si $b = 1/2$ ¿Cuál es la ecuación de diferencias $y(n)$?
6. Supón que la siguiente función p_t representa una señal de presión arterial, que está definida de la siguiente forma:

$$P(n) = 80 + \sum_{k=1}^3 \left(\frac{2\sqrt{80}}{\pi(2k^2 - 1)} \cos \left(2\pi(k-1)n \frac{F_c}{F_s} - (3k^3 - 1) \frac{\pi}{7} \right) \right)$$

Donde F_c es la frecuencia cardiaca y F_s es la frecuencia de muestreo ($F_s = 400\text{Hz}$).

- Agrega ruido de línea de 50 Hz de baja amplitud a la señal P y grafica. El ruido debe tener la forma: $Ruido(n) = A \sin \left(2\pi 50 \frac{n}{F_s} \right)$.
- Diseña un filtro digital en base a la ubicación de los polos y ceros para filtrar el ruido de 50 Hz. Grafica la señal filtrada.
- Grafica en el plano Z los polos y ceros de la función de transferencia del filtro diseñado. Grafica la respuesta en frecuencia y la respuesta temporal del filtro (respuesta al impulso unitario).



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

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
gpiza@herrera.unt.edu.ar
mgsorrentino@herrera.unt.edu.ar

TRABAJO PRÁCTICO N° 8

Tema: Transformada Z

7. La siguiente función representa una señal de ECG, que está definida de la siguiente forma:

$$ecg(t) = C + \sum_{i=1}^{20} (A_i \cos(\Omega_i t) + B_i \sin(\Omega_i t))$$

Dónde:

$$C = 5,64$$

$\Omega = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20] \times 2\pi F_c$; F_c es la frecuencia cardiaca

$A = [0.98, -5.60, -3.99, -1.76, 8.23, -4.55, -6.70, 0.82, 5.76, 1.04, -4.91, -3.02, 2.51, 4.00, -1.27, -3.43, -0.57, 2.47, 0.77, -1.07]$

$B = [-3.82, 11.08, 2.08, 5.04, -2.76, -6.98, 3.38, 5.17, 0.60, -5.46, -2.02, 3.30, 3.99, -1.90, -3.93, 0.19, 3.13, 0.75, -1.89, -0.83]$

- Agrega dos ruidos sinusoidales de baja amplitud a la señal de ECG: uno de 55 Hz y otro de 150 Hz. Grafique.
- Diseña filtros digitales en base a la ubicación de los polos y ceros para filtrar los ruidos agregados. Grafica la señal filtrada.
- Grafica en el plano Z los polos y ceros de la función de transferencia de los filtros diseñados. Grafica la respuesta en frecuencia y la respuesta temporal del filtro (respuesta al impulso unitario).