# Entregable 3

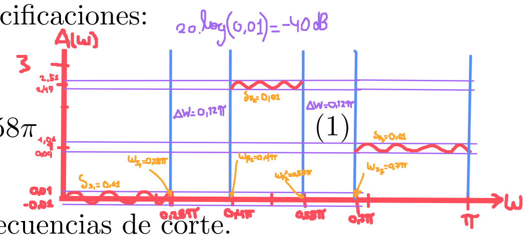
Diseño de Filtros digitales

## Problema 1

Se requiere implementar mediante el método de ventanas un filtro FIR de fase lineal generalizada, simétrico y multibanda, que garantice las siguientes especificaciones:

$20 \cdot \log(0,01) = -40\,dB$

$$\begin{cases} -0,01 \leq A(\omega) \leq 0,01 & 0 \leq \omega \leq 0,28\pi \\ 2,49 \leq A(\omega) \leq 2,51 & 0,4\pi \leq \omega \leq 0,58\pi \\ 0,99 \leq A(\omega) \leq 1,01 & 0,7\pi \leq \omega < \pi \end{cases} \quad (1)$$



(a) Dibuje un esquema indicando las tolerancias del filtro y las frecuencias de corte.

(b) Encuentre la ventana adecuada (excluya Kaiser) y determine el orden $M$ para cumplir con las especificaciones del filtro. Justifique su elección e Indique el tipo FLG resultante. → Hamming: $\Delta W = \frac{8\pi}{M}$

Puede ser tipo 1 o 2, se elige tipo1 M impar, simetrica → $M = \frac{8\pi}{0,12\pi} \simeq 67$

(c) Encuentre la respuesta impulsiva del filtro $h[n]$.

h_{hamm} = 0,54 - 0,46.cos(2.pi.n / M-1) . sinc()

## Problema 2

Considere un filtro IIR digital pasa altos $H_{hp}(z)$. El diseño se realiza mediante el método de Butterworth (suponiendo un tiempo de muestreo $T_s = 2$) a partir de un pasa bajos $H_{lp}(s)$ con el que luego se obtiene el pasa altos $H_{hp}(s)$. Suponga que sólo disponte de los siguientes datos compatibles con el pasa bajos $H_{lp}(s)$:

$K = \{0, \dots, N-1\}$

$S_k = \Omega_c\, e^{j\frac{\pi}{2}}\, e^{j(2k+1)\pi/2N}$

$\to |S_k| = \Omega_c = 0,5$

- Posee un polo en $s_1 = -0,5$.
- Posee un polo en $s_0 = |s_0|e^{j2\pi/3}$ y es el único dentro del segundo cuadrante.

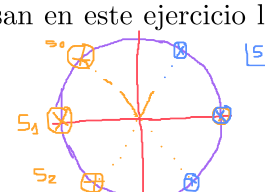
$\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2N} = \frac{2\pi}{3}$

$\to N = 3$

Determine $\Omega_0$, $N$ y todos los polos del filtro pasa bajos Butterworth $H_{lp}(s)$ y grafique su diagrama de polos y ceros. Luego obtenga los polos y ceros del pasa altos analógico $H_{hp}(s)$ y su versión digital $H_{hp}(z)$ y grafíquelos.

Nota: sólo se requieren los diagramas de polos y ceros y no interesan en este ejercicio las constantes que escalan a las transferencias. Justifique los resultados.

$S_2 = 0,5\, e^{j\frac{\pi}{2}} e^{5\pi/6} = 0,5\, e^{j4\pi/3}$



## Problema 3

En la Ec. 2 se muestra la transferencia de un filtro IIR de un sólo polo y con una cantidad de ceros arbitraria expresados como un polinomio de coeficientes $b_k$ y orden $M$. Se sabe el sistema se implementará con una aritmética de punto fijo de $W = 8$ bits y un rango máximo $X_m = 10$.

(a) Haga una representación del sistema mediante la realización directa-I, indicando las fuentes de ruido asociadas al modelo de cuantización por redondeo.

(b) Determine el máximo orden posible que puede tener el numerador para que la varianza de ruido $v[n]$ a la salida, debido los errores de redondeo, esté acotada tal que $\sigma_v^2 \leq 3,5 \times 10^{-3}$.

Los errores de cuantización tienen que ver con los coeficientes, tienen que se los adecuados para que los polos y ceros se ajusten al filtro

$$H(z) = \frac{\sum_{k=2}^{M} b_k z^{-k}}{1 - 0,2z^{-1}} \quad (2)$$

$\to Y(z)\,(1 - 0,2z^{-1}) = \sum_{k=2}^{M} b_k z^{-k} X(z)$

$Y(z) = 0,2 z^{-1} Y(z) + \sum_{k=2}^{M} b_k z^{-k} X(z)$

tipo I