



APellidos: <i>Hernando Bollan</i>	NOMBRE: <i>Javier</i>	DNI: <i>05315141-W</i>	CALIFICACION:
ASIGNATURA: Tratamiento de Señales Multimedia	FECHA: 07/06/2013	GRUPO:	

PARTE 2: Temas 3 y 4  
DURACIÓN: 2 horas

HOJA 1/3

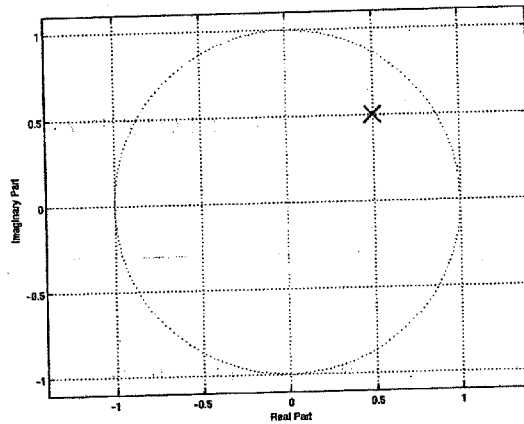
### TRATAMIENTO DE SEÑALES MULTIMEDIA

*Se permite el uso de cualquier tipo de calculadora y hasta 2 páginas de formulario.*

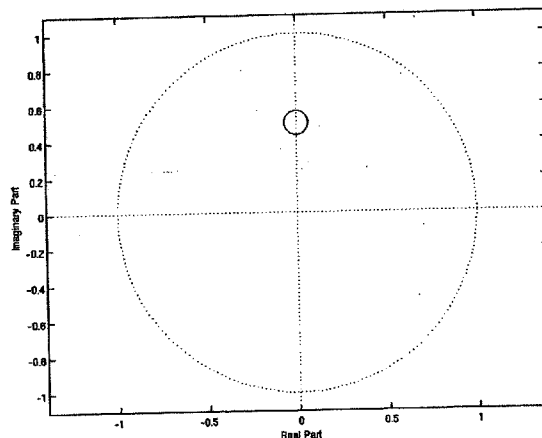
**PROBLEMA 1 (5 puntos)**

Para cada uno de los diagramas polo-cero que se muestran a continuación, añada los polos y ceros que sean necesarios para que el sistema que representan cumpla los requisitos indicados. Proporcione un razonamiento que justifique las posiciones de los polos ceros que añada, y responda a las preguntas que se plantean sobre cada sistema.

- a. El sistema es un filtro paso todo real. (0.5 puntos). Estime la salida del sistema cuando la entrada es  $x[n]=\cos(0.5n)$  (0.5 puntos). Determine la fase del sistema (0.25 puntos)



- b. El sistema es un sistema FIR del Fase Lineal Generalizada de tipo 3. (0.5 puntos). Calcule el retardo de grupo del sistema (0.5 puntos)



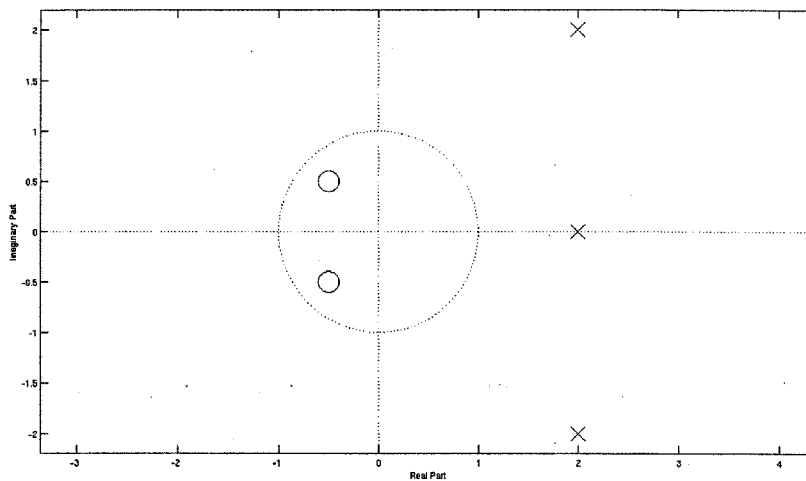


APELLIDOS: <i>Hernando Bollain</i>	NOMBRE: <i>Javi</i>	DNI: <i>05715144</i>	CALIFICACIÓN:
ASIGNATURA: Tratamiento de Señales Multimedia	FECHA: 07/06/2013	GRUPO:	

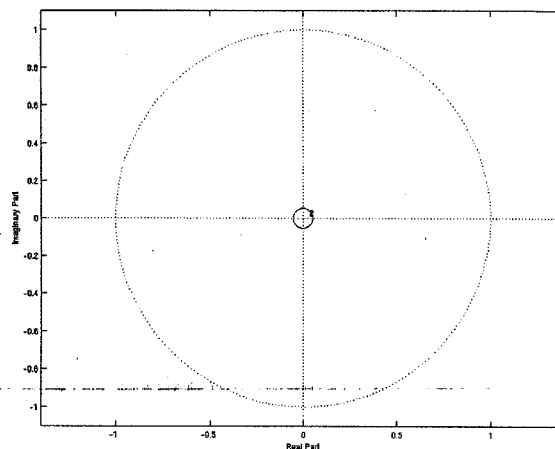
PARTE 2: Temas 3 y 4  
 DURACIÓN: 2 horas

HOJA 2/3

- c. El sistema es estable causal y tiene un inverso estable causal. Además tiene la misma respuesta en módulo que el sistema cuyo diagrama polo-cero se muestra en la figura (1 punto) . Dibuje el sistema en diagrama por separado. Determine cuál de los dos sistemas tiene mayor retardo de grupo (0.25 puntos). Diseñe un sistema que tenga un polo más que el sistema que ha diseñado, pero que siga teniendo el mismo módulo (0.25 puntos).



- d. El sistema es real y su inverso tiene una discontinuidad de fase de tamaño  $\pi$  en  $\omega = \pi/4$ . Tenga en cuenta que el cero que se representa en la figura es doble (0.75 puntos). Proporcione un esbozo gráfico del módulo de la respuesta en frecuencia del sistema (0.25 puntos). Proporcione la expresión analítica del retardo de grupo del sistema inverso (0.25 puntos)







APellidos: <i>Hernando Bollar</i>	NOMBRE: <i>José</i>	DNI: <i>8315141-w</i>	CALIFICACIÓN:
ASIGNATURA: Tratamiento de Señales Multimedia	FECHA: 07/06/2013	GRUPO:	

PARTE 2: Temas 3 y 4  
DURACIÓN: 2 horas

HOJA 3/3

**PROBLEMA 2 (5 puntos)**

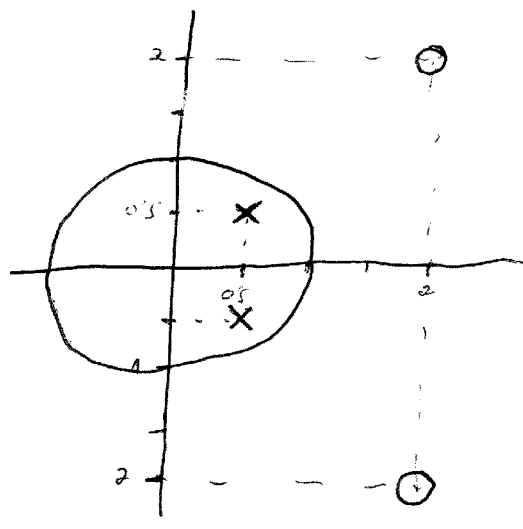
Se desea diseñar un filtro real IIR de orden dos, estable y causal, de fase no mínima, cuya respuesta en frecuencia presenta una fuerte atenuación en  $\omega = \pi/2$  y cuya función de transferencia tiene un polo doble.

- Proporcione el diagrama polo-cero de un sistema que cumpla estos requisitos (1.75 puntos), justificando qué características del sistema hacen que se cumpla cada uno de ellos. Proporcione una estimación gráfica de su respuesta en amplitud y la de su respuesta en fase (0.75 puntos).
- Proporcione la respuesta en módulo y fase de un sistema que compense los ceros del sistema anterior y cuyo inverso sea un sistema FIR. (0.5 puntos). Determine si el inverso FIR del sistema que ha diseñado se trata uno de los cuatro sistemas de Fase Lineal Generalizada (0.25 puntos).
- Suponiendo que el sistema del apartado a es el modelo de la distorsión que experimenta una señal  $x[n]$  al ser transmitida, diseñe un sistema que compense esta distorsión (0.5 puntos). En el caso de que su sistema no pueda realizar una compensación total de la distorsión, indique las diferencias que existirán en la señal compensada con respecto a la señal  $x[n]$  original (0.5 puntos).
- Obtenga la respuesta al impulso  $h_i[n]$  de un sistema LTI de fase nula que concatenado con el sistema que ha diseñado en el apartado a. de lugar a un sistema FIR no causal (0.75 puntos)



Problema 1.-

a)

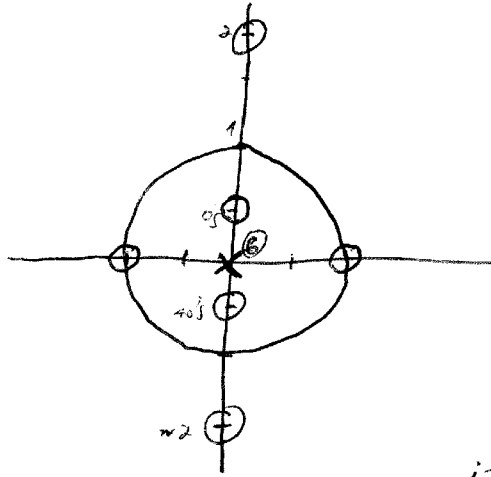


Para que sea real debe ser simétrico respecto al eje horizontal. Para que sea paso todo si tiene un polo en  $a$ , debe tener un cero en su inverso conjugado  $(\frac{1}{a^*})$

$$H(z) = \frac{\prod_{k=1}^2 (1 - z_k z^{-1})}{\prod_{k=1}^2 (1 - p_k z^{-1})} = \frac{(1 - 2e^{j\frac{\pi}{4}} z^{-1})(1 - 2e^{-j\frac{\pi}{4}} z^{-1})}{(1 - 0.5e^{j\frac{\pi}{4}} z^{-1})(1 - 0.5e^{-j\frac{\pi}{4}} z^{-1})}$$

$\Re\{H(z)\} =$

b)



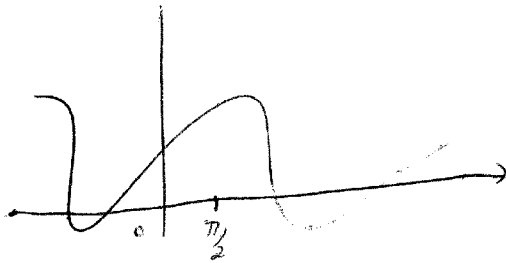
Para que sea de tipo 3 debe tener al menos un cero en  $-1$  y otro en  $1$

Si es FIR todos los polos están situados en  $0$ .

Si es de tipo 3 deben estar en cuartetos, de pares recíprocos conjugados.

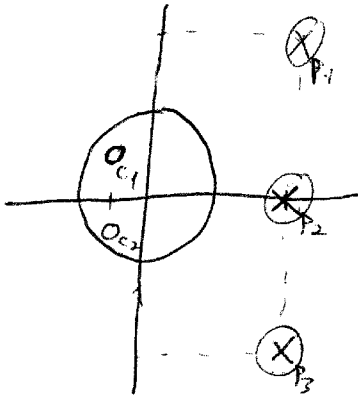
El  $grp = \alpha$

$$H(z) = (1 - 0.5e^{j\frac{\pi}{2}}z^{-1})(1 - 2e^{j\frac{\pi}{2}}z^{-1})(1 - z^{-1})(1 - e^{j\pi}z^{-1})(1 - 0.5e^{j\frac{3\pi}{2}}z^{-1})(1 - 2e^{j\frac{3\pi}{2}}z^{-1})$$





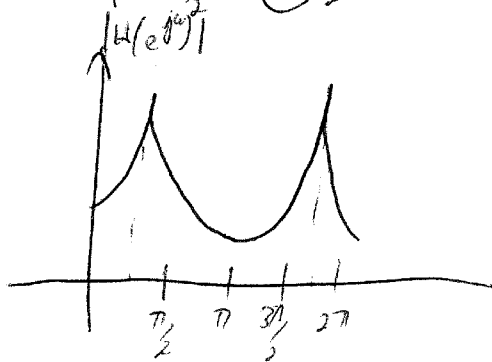
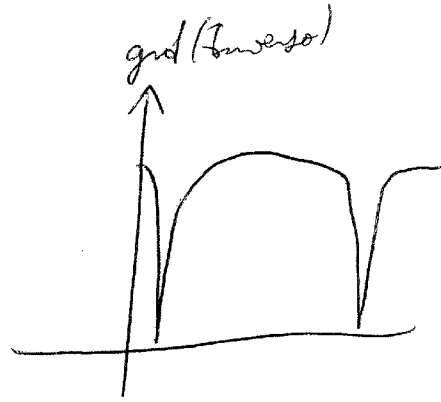
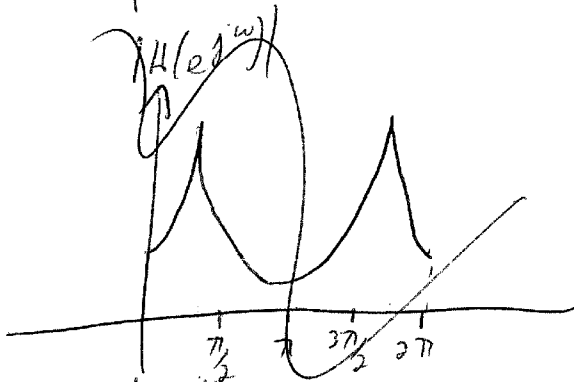
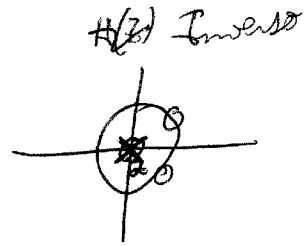
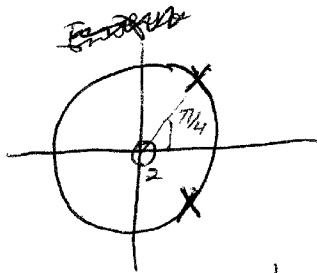
d)



Para que sea estable y causal debe tener todos los polos dentro del círculo unidad, así que deben cancelarse los de fuera. Como para que tengan la misma respuesta en módulo deben tener el mismo  $C(z)$

$$\begin{aligned}
 C(z) &= \left(\frac{b_0}{a_0}\right)^2 \frac{\prod_{k=1}^N (1 - z_k z^{-1})(1 - z_k^* z)}{\prod_{k=1}^N (1 - p_k z^{-1})(1 - p_k^* z)} = \frac{(1 - c_1 z^{-1})(1 - c_2 z^{-1})}{(1 - p_1 z^{-1})(1 - p_2 z^{-1})(1 - p_3 z^{-1})} = \\
 &= \frac{(1 - 0.5e^{j\frac{3\pi}{4}} z^{-1})(1 - 0.5e^{j-\frac{3\pi}{4}} z^{-1})}{(1 - 2z^{-1})(1 - 2e^{j\frac{\pi}{4}} z^{-1})(1 - 2e^{-j\frac{\pi}{4}} z^{-1})} = \frac{1 + 0.25z^{-2} - \cos(\frac{3\pi}{4})z^{-1}}{1 - 2\sqrt{2}z^{-1} + (4\sqrt{2}+4)z^{-2} - 8z^{-3}}
 \end{aligned}$$

d)

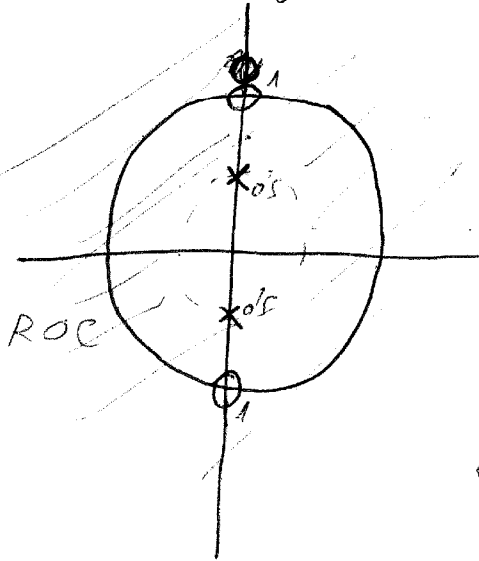


Problema 2-

a) Estable y causal (polos dentro del círculo)

Fase no mínima (al menos un cero fuera del círculo)

En  $\omega = \pi/2$  hay un cero. Al ser real debe tener ser simétrico respecto al eje horizontal.



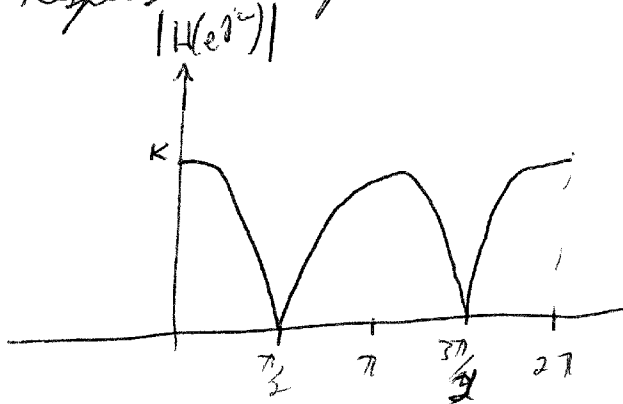
Es real al ser simétrico respecto al eje horizontal.

Es de fase no mínima (tiene ceros en el círculo unidad)

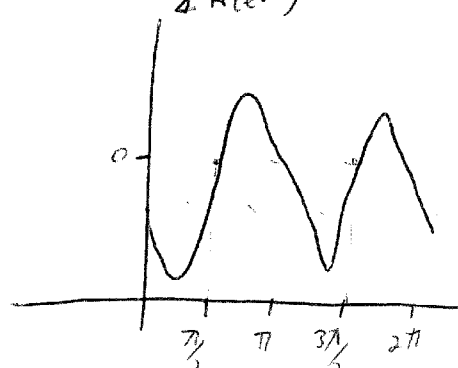
La atenuación de los ceros está en  $\omega = \pi/2$  y  $3\pi/2$

Es estable ya que la ROC fijada contiene al círculo unidad

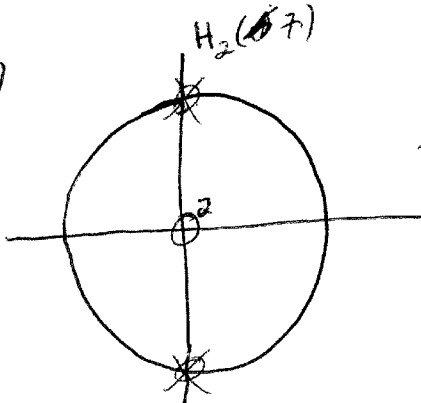
Respuesta en amplitud



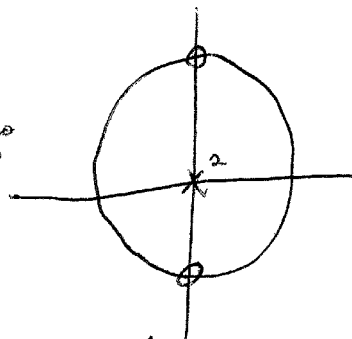
Respuesta en fase



b)

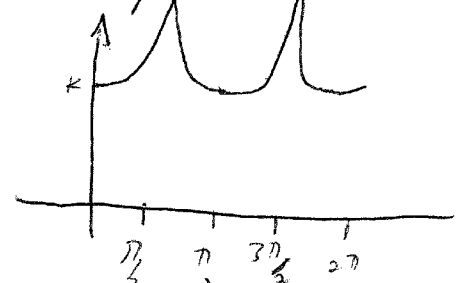


inverso



Podría tratarse de un sistema tipo 1. Están en pares y no pueden ser del resto de tipos porque no tienen ceros en  $10 - 1$ .

Respuesta en amplitud



Resp. \angle H\_2(e^{j\omega})

