

## Notas Importantes:

1. Los resultados no justificados, no serán tenidos en cuenta.
2. Los problemas se entregarán por separado, poniendo su nombre y apellidos en cada hoja, y numerándolas.
3. Un error conceptual grave, puede anular todo el problema.

## Problema 1 (50%)

Sea  $x(n)$  la forma del pulso a la salida del filtro frontal en un sistema de transmisión de datos:

$$x(-1) = -0.512$$

$$x(0) = 0.85$$

$$x(1) = 0.072$$

Este pulso es claramente no ideal, ya que presenta interferencia intersimbólica. La potencia de ruido (supuesto *gaussiano*) a la salida del filtro frontal es **0.5**. La fuente emite símbolos equiprobables correspondientes a una **PAM-8**.

- a) ¿Qué efectos tendrá esta interferencia intersimbólica sobre la decisión de los símbolos en recepción? Justifique su respuesta. **(0.5p)**
- b) Hay dos parámetros que sirven para caracterizar los pulsos en un sistema de transmisión de datos: la distorsión de pico (DP) y la distorsión cuadrática media (DCM). ¿Qué miden y cómo se calculan cada uno de estos parámetros? Calcule DP y DCM del pulso  $x(n)$  dado. **(0.5p)**
- c) Para disminuir los efectos de la ISI y del ruido, se añade un ecualizador óptimo de 3 coeficientes. Indique la ubicación del dispositivo ecualizador dentro del esquema global del sistema de transmisión de datos. Señale los filtros y señales principales que forman parte del sistema de transmisión de datos, desde la fuente hasta el destino. Indique la señal de control adecuada para el ecualizador en caso de que adaptara sus coeficientes de manera iterativa. **(1p)**
- d) ¿Qué parámetro minimiza dicho ecualizador óptimo? ¿Cuál es su expresión? Indique qué es y cómo se calcula cada una de las componentes de la expresión que ha escrito. **(1p)**
- e) Plantee las ecuaciones matriciales para hallar el valor de los 3 coeficientes del ecualizador a diseñar. Calcule el valor numérico de los coeficientes. No es necesaria su resolución. **(2p)**

Independientemente del resultado del apartado anterior, considere a partir de ahora que los coeficientes de dicho ecualizador son  $(c_{-1}, c_0, c_1) = (0.3492, 0.8417, -0.1691)$ .

- f) Halle el valor de la potencia de ruido a la entrada del cuantificador. **(2p)**
- g) Suponga ahora que el canal es desconocido y que el ecualizador se va adaptando al canal según una iteración estocástica. Si en un momento dado las muestras presentes en el ecualizador son las indicadas en la figura 1, calcule los nuevos valores de los coeficientes del ecualizador si trabaja en fase de aprendizaje. El primer símbolo enviado es  $a(0)=3$ . Se desea máxima velocidad de convergencia. Estime  $\Delta_v$  a partir de las muestras almacenadas. Comente el resultado obtenido. **(2p)**

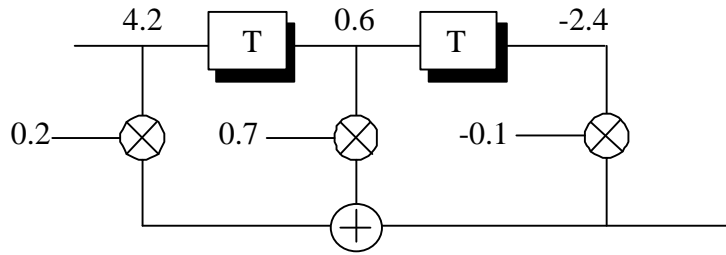


Figura 1. Ecualizador adaptativo.

- h) Calcule una segunda iteración para el valor de los 3 coeficientes del ecualizador, pero si ahora está en fase de seguimiento. Utilice la misma  $\Delta_v$  del apartado anterior. La nueva muestra  $y[n]$  que llega es 6. Comente el resultado obtenido. (1p)

**Problema 2 (50%)**

Un sistema de transmisión de datos utiliza un pulso modulador cuya función de transferencia  $G(f)$  se corresponde con la de la figura 2. El filtro frontal  $h_F(t)$  está adaptado al modulador  $g(t)$ .

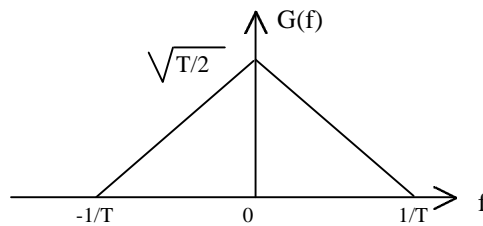


Figura 2. Función de transferencia del modulador  $g(t)$ .

- a) El pulso de diseño  $x_d(t)=g(t)*h_F(t)$ , ¿es un pulso de Nyquist? Justifique su respuesta. (2p)  
 b) Justifique brevemente si la DCM del pulso de diseño  $x_d(t)$  es nula o no. (1p)

Considere ahora la existencia de un canal  $h_c(t)$  tal que la respuesta impulsional global  $x(t)$  tiene una función de transferencia como la de la figura 3.

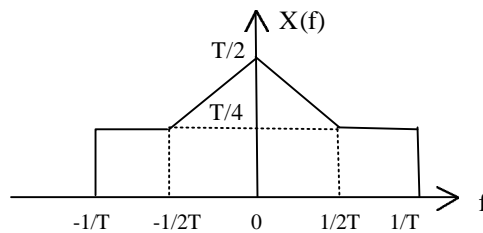


Figura 3. Función de transferencia del pulso global  $x(t)$ .

- c) Halle la DCM del pulso global  $x(t)=x_d(t)*h_c(t)$ . Comente el resultado. (3p)

Para compensar los efectos del canal se introduce un ecualizador forzador de ceros ideal.

- d) Obtenga la expresión de la función de transferencia de dicho ecualizador. (3p)  
 e) Halle la DCM del pulso global  $h(t)=x(t)*q(t)$ . Justifique su respuesta. (1p)