CONTROL DE TRANSMISIÓN DE DATOS. **26 de Mayo de 2000**

<u>Notas Importantes:</u>

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.

<u>Problema 1</u> (60%)

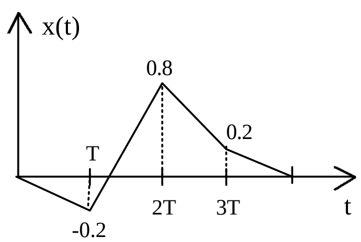
Sea un Sistema de Transmisión de Datos. La fuente emite símbolos correspondientes a una PAM-4, con probabilidades p(-3)=0.6, p(-1)=0.2, p(1)=0.1, p(3)=0.1. La potencia de ruido (supuesto ruido *gaussiano*) a la salida del filtro frontal es 0.52. El filtro de diseño corresponde a un pulso de *Nyquist* coseno alzado con un 50% de exceso de banda.

<u>Nota</u>: Aproximar $Q(x) \cong \frac{1}{2} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$

a) Hallar la probabilidad de error de símbolo mínima, considerando que no hay interferencia intersimbólica. **(0.5p)**

b) Hallar la mínima S/N a la entrada del frontal, para que la probabilidad de error de símbolo máxima sea la del apartado anterior. **(0.5p)**

Suponga ahora que el canal no es ideal, de manera que la respuesta impulsional global es la representada en la figura.



c) Hallar el valor de los 3 coeficientes del ecualizador que minimiza el ECM (Error Cuadrático Medio). **(1.5p)**

Independientemente del resultado del apartado anterior, considere a partir de ahora que los coeficientes de dicho ecualizador son (c_{-1}, c_0, c_1)=(0.2315, 0.9708, -0.2315).

d) Hallar la probabilidad de error en el símbolo sin ecualizador (P_E) y con ecualizador (P_E'). Asimile la ISI a ruido *gaussiano*. Comente los resultados. **(2.5p)**

Si el ecualizador anterior se ajusta de manera que evolucione mediante una iteración determinista:

e) Hallar el valor de la Δ de máxima velocidad de convergencia de iteración. **(1p)**

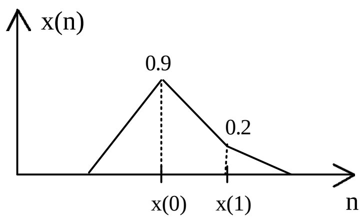
f) Partiendo del vector de coeficientes $c^0=(0, 1, 0)$, hallar c^1 iterando con el valor de Δ del apartado anterior. **(1.5p)**

g) Hallar en cuántos dBs se puede reducir el ECM. **(1.5p)**

h) ¿Cuántas iteraciones habrán sido necesarias para llegar al mínimo ECM? **(1p)**

Problema 2 **(40%)**

El pulso muestreado a la salida del filtro frontal de un Sistema de Transmisión de Datos, es el siguiente:



Durante una transmisión se envían 4 símbolos, correspondientes a una PAM-2, y el módem receptor obtiene la secuencia $y[n]=(0.8, 1.4, 0, 0.6, 0)$.

a) Determínese la secuencia enviada más verosímil. **(10p)**

Nota: Las ecuaciones a utilizar en el algoritmo de Viterbi son:

$$s_i = 2 \cdot \Re e\left\{ a^*(M+i) \cdot \sum_{j=1}^{M} a(M+i-j) \cdot r_x(j) \right\} + \left| a(M+i) \right|^2 \cdot r_x(0) - 2 \cdot \Re e\left\{ a(M+i) \cdot \tilde{y}[M+i] \right\}$$

$$F_0 = \sum_{k=0}^{M-1} \sum_{k'=0}^{M-1} a(k) \cdot a^*(k') \cdot r_x(k'-k) - 2 \cdot \Re e\left\{ \sum_{k=0}^{M-1} a(k) \cdot \tilde{y}(k) \right\}$$

$$F = F_0 + \sum_{i=0}^{L-M-1} s_i \qquad\qquad F_{i+1} = F_i + s_i \quad , \quad i = 0, \ldots, L\text{-}M\text{-}1$$

$$\tilde{y}[k] = \sum_{i=-M_1}^{L-1+M_2} y[i] \cdot x(i-k)$$

$$r(k'-k) = \sum_{i=-M_1}^{L-1+M_2} x(i-k) \cdot x^*(i-k')$$