ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ

Asignatura: COMUNICACIONES II. Grupo: 20. Fecha: 4 de Diciembre de 2007. **Tiempo: 2h**

Nota: Explique y justifique todos los cálculos y planteamientos. Solución disponible en internet.

Considere una modulación digital binaria de la forma $x(t)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}\underline{\mathbf{s}}^T(k)\underline{\boldsymbol{\gamma}}(t-kT)$.

- $\underline{\mathbf{s}}(k)$ es la secuencia de vectores de símbolos estacionarios, equiprobables e independientes. Los posibles símbolos en $\underline{\mathbf{s}}(k)$ son $\underline{\mathbf{s}}_0=A\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$ y $\underline{\mathbf{s}}_1=A\begin{pmatrix}0\\-1\end{pmatrix}$.
- $\underline{\boldsymbol{\gamma}}(t)=\begin{pmatrix}\gamma_1(t)\\\gamma_2(t)\end{pmatrix}$ es el vector de formas de onda tal que $\gamma_2(t)=\gamma_1(t-T/2)$, y $\gamma_1(t)$ tiene una transformada de Fourier constante en la banda $|f|\le B$, es decir, $\Gamma_1(f)=\begin{cases}K & para\,|f|\le B\\0 & fuera\end{cases}$

1) (0.4 puntos) Halle K para que las funciones $\gamma_1(t)$ y $\gamma_2(t)$ sean de energía unitaria.

2) (0.5 puntos) Halle las funciones de autocorrelación ($R_{\gamma_1}(\tau)$ y $R_{\gamma_2}(\tau)$) y correlación cruzada ($R_{\gamma_1,\gamma_2}(\tau)$) de las formas de onda. Exprese $R_{\gamma_2}(\tau)$ y $R_{\gamma_1,\gamma_2}(\tau)$ en función de $R_{\gamma_1}(\tau)$.

3) (0.8 puntos) Enuncie el criterio de Nyquist extendido y halle el ancho de banda B mínimo para una transmisión libre de ISI (interferencia inter-simbólica) y de ICI (interferencia entre componentes). Razone si $\gamma_1(t)$ y $\gamma_2(t)$ constituyen una base ortonormal.

4) (0.8 puntos) Halle el vector media $\underline{\boldsymbol{\mu}}_s=E\left[\underline{\mathbf{s}}(k)\right]$ y la matriz de covariancia $\underline{\underline{\mathbf{C}}}_s=E\left[\left(\underline{\mathbf{s}}(k)-\underline{\boldsymbol{\mu}}_s\right)\left(\underline{\mathbf{s}}(k)-\underline{\boldsymbol{\mu}}_s\right)^T\right]$ de los vectores símbolo $\underline{\mathbf{s}}(k)$.

5) (1 punto) Halle y dibuje la densidad espectral de potencia de $x(t)$, $S_x(f)$.

Nota: para determinar de la parte impulsiva tenga en cuenta que: $\sum_{k=-\infty}^{\infty}(-1)^k\operatorname{sinc}(\lambda-k)=\cos(\pi\lambda)$

Considere que, cumpliendo el criterio de Nyquist extendido, el canal discreto equivalente es de la forma $\underline{\mathbf{r}}(k)=\underline{\mathbf{s}}(k)+\underline{\mathbf{n}}(k)$, donde y $\underline{\mathbf{n}}(k)=\begin{pmatrix}\beta_1(k)\\\beta_2(k)\end{pmatrix}$ es el vector de ruido de componentes incorreladas y ambas de variancia $N_o/2$.

Considere la componente de ruido en la dirección de 45 grados sobre la constelación, la cual viene dada por $\beta(k)=\dfrac{\beta_1(k)+\beta_2(k)}{\sqrt{2}}$

6) (0.4 puntos) A la vista de la constelación, justifique que la probabilidad de error viene determinada por la varianza σ_β^2 y halle el valor de dicha variancia.

7) (0.4 puntos) Halle una cota de la BER en función de la E_b/N_o.

La modulación atraviesa un canal con distorsión de modo que, en conjunto, el canal equivalente discreto puede expresarse como:

$\underline{\mathbf{r}}(k) = \underline{\underline{\mathbf{U}}}\left(\underline{\mathbf{s}}(k) + d\,\underline{\mathbf{s}}(k-1)\right) + \underline{\mathbf{n}}(k)$, con $\underline{\underline{\mathbf{U}}} = \begin{pmatrix} 1 & d \\ d & 1 \end{pmatrix}$, y $0 \le d < 1$. Por lo tanto, el canal provoca ISI del símbolo anterior y ICI entre las dos componentes de un mismo símbolo.

8) (0.5 puntos) Halle y dibuje los posibles vectores recibidos sobre la constelación en ausencia de ruido.

9) (0.5 puntos) Halle una cota la BER en función de la E_b / N_o .

una cota de la BER resultante en función de la E_b / N_o asociada al detector óptimo.