

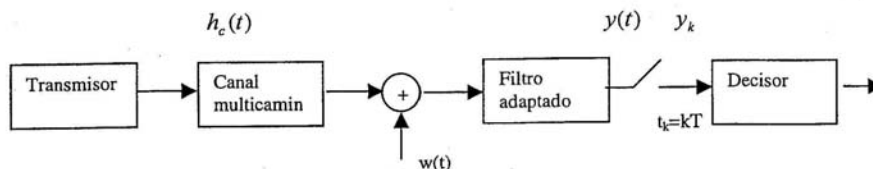
Entregue en hojas separadas:

Ejercicio 1

Ejercicio 2: apartados a, b y c Ejercicio 2: apartados d, e, f y g

Ejercicio 1

Considere la transmisión por un canal de comunicaciones con propagación multicamino:



La señalización es binaria, con pulso conformador $p_T(t)$ de duración no superior al tiempo de bit (T) y con niveles $b_k \in (-A, A)$ equiprobables. El receptor utiliza un filtro adaptado al pulso $p_T(t)$. El ruido $w(t)$, es blanco y Gaussiano, de densidad espectral de potencia $N_0/2$.

En particular se estudia el caso en que únicamente hay dos caminos de propagación, pudiendo entonces modelar la respuesta impulsional del canal como:

$$h_c(t) = \delta(t) - \alpha\delta(t - \tau) \quad 0 < \tau < T \quad \alpha > 0$$

El camino secundario llega al receptor con una inversión de signo y con un retardo τ inferior al tiempo de bit (T) de la señal digital transmitida, lo cual en la práctica produce un desvanecimiento de la señal, además de interferencia intersimbólica (ISI).

a) Demuestre que las muestras de la señal a la entrada del decisor pueden definirse como:

$$y_k = b_k - \frac{\alpha}{R_p(0)} (b_k R_p(\tau) + b_{k-1} R_p(T - \tau)) + n_k$$

siendo $R_p(t)$ la función de autocorrelación del pulso transmitido $p_T(t)$.

b) Halle la potencia del ruido detectado, n_k .

Se propone la evaluación y comparación del efecto multicamino en dos sistemas distintos de transmisión. Para la evaluación se particularizará el valor del retardo $\tau = T/2$.

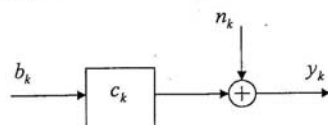
SISTEMA 1

Considere el pulso transmitido igual a un pulso rectangular de duración T .

c) Obtenga los niveles de señal a la entrada del decisor.

d) Obtenga la BER del sistema de forma exacta en función de la E_b/N_0 de transmisión y α .

e) Obtenga el canal discreto equivalente del sistema, c_k , definido según la figura:



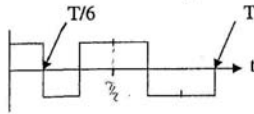
f) Diseñe un ecualizador de infinitos coeficientes, a insertar a la entrada del decisor.

g) Obtenga la nueva BER en función de la E_b/N_0 de transmisión y α . En concreto, para $\alpha=3/4$, obtenga aproximadamente la ganancia equivalente en términos de E_b/N_0 , con respecto a la BER obtenida en d).

Nota: $\sum_{k=0}^{\infty} \beta^k = \frac{1}{1-\beta}$ para $-1 < \beta < 1$

SISTEMA 2

Considere la utilización de un pulso transmitido como el representado en la figura.



- Utilizando ahora el filtro adaptado al nuevo pulso transmitido, obtenga los valores de señal a la entrada del decisor y comente cómo se modifica la ISI del sistema.
 - Obtenga la BER del sistema en función de la E_b/N_0 de transmisión y α . En concreto, para $\alpha=3/4$, obtenga aproximadamente la ganancia equivalente en términos de E_b/N_0 , con respecto a la BER obtenida en d).
- ¿Cuáles cree que pueden ser las ventajas e inconvenientes de ambos sistemas?

Ejercicio 2

Considere una señal modulada en BPSK (Binary Shift Keying) con pulso rectangular a una velocidad de r símbolos por segundo y portadora ω_0 . Dicha señal se transmite por un canal ideal que presenta ruido blanco de densidad espectral $S_w(f)=N_0/2$ (Watts/Hz)

- Dibuje el receptor óptimo e indique cual es la tasa de error del sistema en función de la E_b/N_0 .

Ahora el canal deja de ser ideal y presenta una respuesta constante en todo el margen de frecuencia de la señal transmitida e igual a $\alpha_0 e^{j\phi_0}$. El nivel de ruido se mantiene y se asume que la respuesta del canal es conocida en el receptor en modulo y fase,

- Demuestre que el receptor del apartado (a) deja de ser óptimo e indique cuál sería el nuevo receptor que usa el conocimiento de la respuesta del canal. *Filtro adaptado.*

Para aliviar el problema que presenta la respuesta del canal anterior, que denominaremos con el número cero, puede recurrirse al empleo de diversidad. En este caso, la misma señal se hace llegar por medios diferentes al receptor. Los procedimientos para conseguir diferentes canales pueden ser: en frecuencias diferentes, por transmisores diferentes, con secuencias de ensanchamiento (*spreading*) diferentes.

- Ponga un esquema de cada una de las posibilidades mencionadas e indique, brevemente, sus características.

A continuación considere que, por cualquiera de los medios mencionados, se consigue hacer llegar la misma información al receptor vía L canales de respuestas $\alpha_k e^{j\phi_k}$ ($k=0, L-1$), todas ellas conocidas al receptor.

- Dibuje el nuevo receptor y calcule la tasa de error resultante que evidencia la mejora introducida por la diversidad de orden L .
- Como habría de modificarse el receptor anterior si el 20% de los canales usados tiene una interferencia Gaussiana de nivel J_0 (Watts/Hz) y cuál sería la nueva tasa de error.

Considere ahora que se utiliza de nuevo un solo canal de ancho de banda W . Dicho canal puede representarse como:

$$h(t) = \sum_{l=0}^{L-1} c(l) \cdot \delta(t - \frac{l}{W})$$

- Comente lo correcto de esta representación del canal.

Asumiendo la representación anterior como correcta, y que se utiliza una señalización RZ con tiempo de reposo mayor que L/W seg.

- Demuestre que el receptor para este canal es similar al del apartado (d) y calcule la tasa de error correspondiente. Comente asimismo, que tipo de diversidad se está empleando en este sistema de transmisión.