

Boletín de problemas. Tema 6

Transmisión digital paso banda

Problema 6.1

Calcule el valor esperado del número de errores de bit cometidos en un día por el receptor BPSK coherente especificado más abajo, cuando opera continuamente.

La velocidad de datos es de 5000 bits/s . Las señales digitales de entrada son $s_1(t) = A \cdot \cos(\omega_p t)$ y $s_2(t) = -A \cdot \cos(\omega_p t)$, donde $A = 1 \text{ mV}$ y la densidad espectral unilateral de potencia de ruido es $N_0 = 10^{-11} \text{ W/Hz}$.

Problema 6.2

Un sistema BPSK coherente que opera continuamente comete errores a razón de 100 errores al día como promedio. La velocidad de los datos es de 1000 bits/s . La densidad espectral unilateral de potencia de ruido es $N_0 = 10^{-10} \text{ W/Hz}$.

- Si el sistema es ergódico, ¿cual es la probabilidad media de error?
- Si el valor de la potencia media recibida se ajusta a 10^{-6} W , ¿será suficiente esta potencia para mantener la probabilidad de error calculada en el apartado a)?

Problema 6.3

La componente de señal de un sistema PSK coherente está definida por la expresión

$$s(t) = A_c k \sin(\omega_p t) \pm A_c \sqrt{1 - k^2} \cos(\omega_p t)$$

donde $0 \leq t < T_b$, y el signo más corresponde al símbolo 1 y el signo menos corresponde al símbolo 0. El primer término del segundo miembro de la igualdad representa una componente de portadora, incluida para facilitar la sincronización entre el receptor y el transmisor. Se pide:

- Dibujar la constelación de las señales descritas. ¿Qué observaciones pueden hacerse acerca de este diagrama?
- Mostrar que en presencia de ruido gaussiano aditivo de media nula y densidad espectral de potencia $N_0/2$, la probabilidad media de error es:

$$P_e = Q \left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0} (1 - k^2)} \right)$$

$$\text{con } E_b = \frac{1}{2} A_c^2 T_b$$

- Suponga que el 10% de la potencia transmitida está ubicada en la componente de portadora. Determinar el valor de E_b/N_0 necesario para obtener una probabilidad de error de 10^{-4} .
- Compare este valor de E_b/N_0 con el requerido en un sistema PSK convencional con la misma probabilidad de error.

Problema 6.4

Se desea comparar dos sistemas paso-banda de transmisión de datos. Uno de ellos utiliza 16-PSK y el otro 16-QAM. Ambos sistemas deben obtener una probabilidad media de error de símbolo igual a 10^{-3} . Compare los requisitos de relación señal-ruido de estos dos sistemas.

Problema 6.5

Si el criterio de rendimiento de un sistema es la probabilidad de error de bit, ¿Cuál de los dos esquemas de modulación siguientes será el elegido para operar en un canal AWGN? Muestre los cálculos.

- a. FSK binaria ortogonal coherente con $E_b/N_0 = 13dB$.
- b. PSK binaria coherente con $E_b/N_0 = 8dB$.

RESULTADOS DEL PROBLEMA 5

2338 bits

RESULTADOS DEL PROBLEMA 6

1. $1.16 \cdot 10^{-6}$
2. No

RESULTADOS DEL PROBLEMA 7

1. Constelación de una PSK
2. Demostración
3. $\frac{E_b}{N_0} = 8.02$
4. $\frac{E_b}{N_0} = 7.22$

RESULTADOS DEL PROBLEMA 8

$$\Delta \left(\frac{E_s}{N_0} \right) = 3.68dB$$

RESULTADOS DEL PROBLEMA 9

FSK binaria ortogonal coherente