8. La probabilidad de error para una decisión binaria en un espacio de señal multidimensional depende de

a. La distancia entre los símbolos

b. El número de dimensiones del espacio de señal

c. La distancia entre los símbolos y la geometría de la constelación

9. La cota de la unión aproxima el cálculo del error:

a. Sobre-estimando la probabilidad de error para cada símbolo y promediando para todos los símbolos.

b. Infra-estimando la probabilidad de error para cada símbolo y promediando para todos los símbolos.

c. Calculando la probabilidad de error para el peor símbolo y usando este valor como cota para el promedio.

10. Para un sistema cuaternario con probabilidad de error de símbolo del 𝑃𝑒=10−4

a. El 𝐵𝐸𝑅 es siempre mayor o igual que 5×10−5

b. El 𝐵𝐸𝑅 es siempre menor o igual que 10−4

c. Ambas respuestas son correctas.

11. Para conseguir que el impacto de la probabilidad de error de símbolo sea mínimo sobre el BER es necesario:

a. Asignar códigos que difieran en muchos bits a los símbolos adyacentes para evitar que se confundan.

b. Asignar códigos que difieran en pocos bits a los símbolos adyacentes.

c. Si los símbolos son equiprobables, no es necesario preocuparse de la asignación de bits a los símbolos de la constelación.

12. Para que no exista interferencia intersimbólica es necesario que:

a. El canal tenga un ancho de banda infinito.

b. La respuesta al impulso del canal discreto equivalente sea una función delta ideal.

c. El canal discreto equivalente sea causal.

13. La familia de pulsos coseno remontado, con periodo de símbolo T, presenta anchos de banda en el intervalo:

a. [1/𝑇,2/𝑇] 𝐻𝑧

b. [1/2𝑇,1/𝑇] 𝐻𝑧

c. [1/𝑇,3/𝑇] 𝐻𝑧

14. Para que un sistema PAM no presente interferencia intersimbólica es necesario que:

a. El pulso conformador verifique el criterio de Nyquist.

b. El filtro adaptado verifique el criterio de Nyquist.

c. La forma del pulso a la salida del filtro adaptado verifique el criterio de Nyquist.

15. El diagrama de ojo representa:

a. Las trazas temporales de la señal a la salida del filtro adaptado superpuestas en uno o más periodos de símbolo.

b. La parte real y la parte imaginaria de la amplitud de cada símbolo recibido.

c. Ambas respuestas son correctas.

16. La modulación en cuadratura de fase permite mantener la eficiencia espectral de un sistema PAM:

a. Eliminando una de las bandas laterales y reduciendo así a la mitad el ancho de banda.

b. Transmitiendo al señal PAM sobre un ancho de banda mitad.

c. Transmitiendo dos señales PAM independientes sobre un ancho de banda doble.

17. Para un canal cuya respuesta al impulso presenta una dispersión temporal de 12 𝜇 𝑠; un sistema de comunicación digital que transmita a velocidad de 250.000 símbolos/segundo

a. No presentará ISI

b. Presentará ISI

c. El nivel de ISI dependerá de la relación señal/ruido del canal

18. En el diseño de un filtro igualador el criterio óptimo de diseño es:

a. El criterio de cero forzado.

b. El criterio MSE.

c. Los dos son equivalentes.

4. El filtro adaptado

a. Es un filtro lineal de respuesta al impulso igual a la forma de onda de la señal que se desea detectar

b. Es el único demodulador óptimo

c. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

El filtro adaptado se construye como una versión invertida temporalmente de la seña a detectar, por lo que la opción (a) es incorrecta. La opción (b) también lo es dado que el receptor de correlación es equivalente e igualmente óptimo que el receptor de filtro adaptado.

5. La constelación utilizada por un sistema de comunicación digital

*a. Determina la probabilidad de error de bit*

b. Determina la forma de onda de las señales utilizadas por el modulador

c. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

En una interpretación estricta, la constelación únicamente contiene información sobre las coordenadas de los símbolos, por lo que únicamente es posible determinar la probabilidad de error de símbolo conocida la constelación, por lo que la respuesta (a) es incorrecta. La respuesta (b) también lo es dado que para construir las señales del modulador es necesario conoce, además de las coordenadas, las funciones de la base. En la corrección se ha dado por buena también la opción (a) debido a la posible interpretación de que la constelación contenga la asignación de bits a los símbolos, que permitiría calcular el BER.

6. Para un canal AWGN, la salida del demodulador óptimo

a. Es una variable aleatoria multidimensional de media cero

b. Es un vector aleatorio de componentes decorrelacionadas

c. Es uno de los símbolos de la constelación del modulador

La salida del demodulador óptimo es un vector aleatorio de la forma donde es el vector de coordenadas del símbolo transmitido y es un vector aleatorio de componentes decorrelacionadas, media cero y varianza por componente.

7. La señal generada por sistema 4-PAM en banda base que transmite 2400 bits por segundo ocupa un ancho de banda mínimo de

a. 1200 Hz

b. 600 Hz

c. 4800 Hz

Una señal 4-PAM en banda base tiene una constelación de 4 símbolos cada uno de los cuales tiene asignado dos bits. Si el periodo de bit es , el periodo de símbolo es (cada símbolo transporta 2 bits). El ancho de banda mínimo de un sistema PAM en banda base es (usando pulsos sinc) igual a . El periodo de bit y la velocidad de trasmisión en bits/s están relacionados por Tb=1/Rb por lo que el ancho de banda mínimo es en este caso .

8. Para que no exista interferencia inter-simbólica en un sistema PAM es necesario que

a. Las señales transmitidas ocupen exactamente un periodo de símbolo

b. El pulso conformador verifique el criterio de Nyquist

c. Ninguna de las anteriores respuestas es correcta

La condición para que no exista ISI en un sistema PAM es que las muestras a la salida del demodulador sean independientes, y esto puede conseguirse aunque las señales transmitidas ocupen más de un periodo de símbolo, por lo que la respuesta (a) es incorrecta. Esta condición se concreta en el criterio de Nyquist que debe ser verificado por las señales a la salida del demodulador (resultado de la convolución del pulso conformador usado por el transmisor con el filtro adaptado usado en el receptor) por lo que la respuesta (b) es incorrecta también.

9. Para que una señal PAM paso banda tenga envolvente constante es suficiente que

a. Todos los símbolos de la constelación tengan la misma energía

b. El pulso conformador debe ser rectangular

c. Deben cumplirse las dos condiciones anteriores

Para obtener una envolvente constante es necesario que se verifiquen las dos condiciones. La primera garantiza que todos los símbolos tienen señales de la misma amplitud. La segunda garantiza que la envolvente es constante durante el periodo de símbolo.

10. Una constelación rectangular 32-QAM

*a. Está formada por símbolos de 5 bits*

b. Es imposible de construir

c. Está formada por símbolos de 32 bits

Una constelación rectangular QAM tal y como la definimos en teoría se forma con dos constelaciones PAM que contienen un número de símbolos √ lo que en este caso no es posible dado que √ no es entero, luego la respuesta correcta es (b). Sin embargo, debido al enunciado, se podría pensar en una constelación formada por dos PAM con diferente número de símbolos, en este caso 4x8=32, con lo que se podría construir con símbolos de 5 bits (2 en un eje formado una 4-PAM y 3 en el otro eje formado una 8-PAM). De forma que se también se acepta como válida la respuesta (a).

11. El parámetros de robustez de una constelación 4-PAM en banda base es

a. 1/2

b. 1/3

c. √

En una constelación 4-PAM en banda base, la amplitud máxima de los símbolos es 3 y la distancia entre ellos es 2, por lo que . La respuesta correcta es la (b). La opción (a) es el valor para QPSK.

12. Para estimar un igualador lineal con 5 coeficientes son necesarios

*a. Al menos 11 símbolos piloto*

b. Al menos 5 símbolos piloto

c. 9 símbolos piloto

Un ecualizador lineal de 5 coeficientes (numerados a partir de 0) tiene un valor K=4 y el sistema lineal de ecuaciones resultante contiene (N-K) ecuaciones con (K+1) incógnitas por lo que la condición para que exista solución es N-K≥K+1, es decir N≥2K+1 que en este caso es N≥9 correspondiente a la opción (c). Sin embargo, como el enunciado puede inducir a confusión porque no contempla la desigualdad a diferencia la primera opción resultante de considerar K=5. Por lo tanto también se considera correcta la opción (a).

13. La codificación diferencial de fase permite

a. Reducir el efecto de del error de frecuencia de la portadora

*b. Eliminar las ambigüedades de fase*

c. Las dos respuestas anteriores son correctas

La opción correcta es la (c) dado que como se muestra en el problema 5 del tema 5, utilizar una codificación diferencial cuando existe un error de frecuencia de portadora permite reducir la probabilidad de error. Sin embargo, dado que esta cuestión no se desarrolló en teoría, se acepta también como correcta la opción (b).

14. En la modulación OQPSK la máxima diferencia de fase entre dos símbolos consecutivos es

a. 180º

b.

c.

OQPSK es una variante de QPSK en la que al retardar T/2 las componentes en fase y cuadratura se evitan los saltos de fase de 180º, en consecuencia la máxima diferencia de fase es .