

### Aclaración sobre la cuestión 3

En las soluciones a las cuestiones figura la correspondiente a la número 14 como sigue

3. Si la probabilidad de error de símbolo en un sistema cuaternario es  $10^{-3}$  el BER
- a. **Es siempre mayor o igual que  $5 \times 10^{-4}$**
  - b. Es siempre mayor que  $2 \times 10^{-3}$
  - c. Está comprendida entre  $2.5 \times 10^{-4}$  y  $10^{-3}$

El BER se acota como  $\frac{P_e}{m} \leq BER \leq P_e$  donde  $P_e$  es la probabilidad de error de símbolo y  $m$  es el número de bits por símbolo. En este caso  $m = 2$  y por lo tanto  $0.5 \times 10^{-3} \leq BER \leq 10^{-3}$

Que es erróneo. El texto correcto es

El BER se acota como  $\frac{P_e}{m} \leq BER \leq P_e$  donde  $P_e$  es la probabilidad de error de símbolo y  $m$  es el número de bits por símbolo. En este caso  $m = 2$  y por lo tanto  $5 \times 10^{-4} = 0.5 \times 10^{-3} \leq BER \leq 10^{-3}$ , luego la opción compatible con el resultado es la (a).

**La interpretación utilizada para fijar (a) como la respuesta correcta es la siguiente**

La solución correcta no puede ser la (b) porque el  $BER$  es siempre menor o igual que  $10^{-3}$  y tampoco la (c) dado que el  $BER$  no puede ser nunca menor que  $5 \times 10^{-4}$ . La opción (a) únicamente establece que el  $BER$  es siempre superior a  $5 \times 10^{-4}$ , lo que es compatible con el intervalo correcto.

**Ambigüedad detectada**

Dado que el intervalo  $[5 \times 10^{-4}, 10^{-3}]$  está incluido en el intervalo  $[2.5 \times 10^{-4}, 10^{-3}]$  en el estricto sentido del texto también es cierta la opción (c) aunque este es un argumento que nos llevaría a dar por válidas opciones del tipo “el BER está comprendido en el intervalo  $[-\infty, \infty]$ ” carente de sentido aunque estrictamente cierta.

**Conclusión**

Debido a que es un problema surgido de la inadecuada formulación de la pregunta, la opción (c) se considerará también válida junto con la (a).

### Aclaración sobre la cuestión 14

En las soluciones a las cuestiones figura la correspondiente a la número 14 como sigue

14. En la modulación OQPSK la máxima diferencia de fase entre dos símbolos consecutivos es
- a.  $180^\circ$
  - b.  **$\pi/2$**
  - c.  $3\pi/4$

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  $180^\circ$ , en consecuencia la máxima diferencia de fase es  $\pi/2$ .

El enunciado es confuso en su interpretación, y la mayoría habéis interpretado (como yo cuando redacté la pregunta y la respuesta) que se refería a los cambios instantáneos de fase de la portadora. Sin embargo estrictamente se pregunta si es posible un cambio de fase de  $180^\circ$  entre dos símbolos consecutivos.

El enunciado correcto hubiese sido “En la modulación OQPSK el cambio instantáneo máximo de la fase entre dos símbolos consecutivos es” correspondiente a la interpretación que habéis hecho la mayoría.

Sin embargo ateniéndonos al enunciado que aparece en el examen, la respuesta correcta (aunque incluso así con matices) debería ser la (a), como muy bien me ha hecho ver vuestro compañero Alejandro Martínez, al que le agradezco su puntualización.

### ¿Por qué el enunciado es inadecuado?

Básicamente porque habría que definir el significado de la fase de un símbolo OQPSK. En realidad cada símbolo OQPSK tiene DOS fases: una en su primera mitad (tras el cambio de la componente en fase) y otra (igual o diferente) en su segunda mitad (tras el cambio de la componente en cuadratura).

### ¿Cuál es la opción correcta?

La definición correcta de la fase del símbolo OQPSK es la correspondiente a la segunda mitad del símbolo (cuando han cambiado tanto la componente en fase como la componente en cuadratura). En este caso es evidente que el cambio de fase puede ser de  $180^\circ$  (cuando dos símbolos consecutivos se diferencian en los dos bits 01->10 00->11 10->01 00->11) aunque se realiza a través de DOS cambios de fase de  $90^\circ$ . Lo que está limitado es el cambio INSTANTÁNEO de la fase y no el cambio TOTAL.

Además, si no fuese posible un cambio de fase TOTAL de  $180^\circ$ , sería imposible codificar la transición 00->11 o cualquiera que correspondiese a dos símbolos consecutivos que se diferencian en los dos bits. Este razonamiento, que es el que ha seguido vuestro compañero, es irrefutable, por lo que dado el enunciado de la pregunta la opción correcta es la (a) y no la (b).

### Conclusión

Dado que el enunciado induce claramente a confusión, y para no perjudicar a los que habéis seleccionado la opción (b) consideraré en la evaluación como correcta tanto la opción (a) como la (b).