

TEORIA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES (E.T.S.E.T.B), UPC
COMUNICACIONES ÓPTICAS – 10 enero de 2002

Apellidos:

Nombre:

Ejercicio 1:

Considérese una fibra óptica de salto de índice, se pide:

- Describir brevemente los tipos de dispersión que pueden darse en la fibra y la incidencia de cada uno de ellos en la dispersión total según la longitud de onda de operación.
- Obtener la expresión que relaciona el ancho de banda de la fibra con la dispersión.
- La fibra presenta un retardo por unidad de longitud debido a dispersión del material expresado por:

$$\tau = A + B\lambda^2 + C\lambda^{-2} \quad [\text{s/m}],$$

donde A, B y C son constantes y λ es la longitud de onda de operación. Obtener la expresión de la dispersión del material y deducir la longitud de onda de dispersión del material nula (expresarlas en función de A, B y C).

- Si el radio del núcleo de la fibra es de $4\mu\text{m}$, su apertura numérica vale 0,15 y se transmite una señal digital NRZ utilizando un LED de 2ª ventana, determinar la longitud máxima de fibra si el ritmo de bit permitido es $(3\tau_s)^{-1}$, siendo τ_s el tiempo de vida del portador. Expresar el resultado en función de los parámetros de la fibra.

Nota: considérese despreciable la dispersión de guíaonda.

Ejercicio 2:

Para detectar una señal NRZ ideal se dispone de un receptor cuyo fotodetector es del tipo PIN con $\eta=1$ y ruido de oscuridad despreciable. Trabajando con una probabilidad de error por bit de 10^{-9} , el receptor presenta una varianza de ruido térmico 100 veces mayor que la varianza del ruido shot.

- Aplicando las aproximaciones que se consideren justificadas, determinar el número de fotones promedio recibidos por bit.
- Si se sustituye el PIN por un APD con factor de ruido $F(M)=M$, ¿cuál es la M óptima?

$$h=6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, \quad q=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad K=1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

(Marcar la respuesta correcta sobre la letra correspondiente)

1. Si el tiempo de vida del portador en cierto LED es de 1,21 ns, ¿cuánto vale el tiempo de conmutación?
a) 3,40 ns b) 3,15 ns c) 2,90 ns d) 2,65 ns
2. Considérese un sistema digital MI-DD totalmente ideal. Respecto al parámetro Q se puede afirmar que
a) es igual a la SNR b) vale 6 para BER= 10^{-9}
c) es igual a la desviación típica d) las tres son correctas
3. Un tramo de fibra óptica de 2 km de longitud ensancha los pulsos 0,02 ns. ¿Qué ancho de banda (óptico) ofrecerá un tramo de 10 km?
a) 3,748 GHz b) 3,115 GHz c) 2,650 GHz d) 1,874 GHz
4. A un fotodiodo que opera en 3ª ventana le llegan pulsos de 1 ns de anchura. Si en el límite cuántico la SNR es de 23 dB, ¿cuál es la potencia óptica de los pulsos?
a) 39,6 nW b) 26,4 nW c) 13,2 nW d) 6,6 nW
5. La varianza de ruido shot generado por un fotodiodo es proporcional a
a) la potencia óptica incidente b) su ancho de banda
c) la eficiencia cuántica d) todas las anteriores
6. Se quiere determinar la corriente umbral de un diodo láser con un tiempo de vida del portador de 0,5 ns. Para ello, se somete el diodo a un escalón de 50, 83 mA y se observa un tiempo de retardo de 0,25 ns. ¿Cuánto vale I_{th} ?
a) 15 mA b) 20 mA c) 25 mA d) 30 mA
7. Un diodo láser simétrico de 200 μm de longitud presenta una ganancia neta de 54, 93 cm^{-1} . ¿Qué valor tienen las reflectividades?
a) 0,300 b) 0,320 c) 0,333 d) 0,340
8. Un láser monomodo de 3ª ventana inyecta pulsos NRZ a una fibra monomodo con 0,2 dB/Km de atenuación y ancho de banda ideal. El receptor es un fotodiodo PIN con eficiencia cuántica igual a 0,55 y corriente de oscuridad nula. ¿Qué longitud tiene el enlace si al inyectar en la fibra pulsos de 1 mW y anchura 0,5 ns se reciben 37879 fotones por bit?
a) 125 km b) 100 km c) 75 km d) 50 km
9. Suponiendo ausencia de ruido térmico, ¿cuál sería la probabilidad de error si el enlace anterior tuviese 250 km de longitud?
a) 10^{-9} b) $2,24 \cdot 10^{-10}$ c) $4,48 \cdot 10^{-10}$ d) $8,96 \cdot 10^{-10}$
10. La anchura de línea de un diodo láser es inversamente proporcional al tiempo de vida del fotón. ¿Qué le ocurre a esta anchura cuando el índice de refracción aumenta?
a) disminuye b) aumenta c) no varía d) nada