

DEPARTAMENTO DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES (UPC)
E.T.S.E.T.B. COMUNICACIONES ÓPTICAS

Profesores: Gabriel Junyent, Sergio Ruiz, M.J.Soneira y J.Roldán

1. Un LED emite en continua una potencia óptica de $25 \mu\text{W}$. Si se modula la potencia emitida con una corriente senoidal de frecuencia 100 Mhz, la potencia óptica de pico emitida es de $35 \mu\text{W}$. Calcular el ancho de banda de modulación del dispositivo.

- a) 35,3 Mhz b) 43,6 Mhz c) 65,6 Mhz D) 88,2 Mhz

Sol.: b

2. Un LED de 2ª ventana polarizado con una corriente constante emite $25 \mu\text{W}$ de potencia óptica. Si la eficiencia (o rendimiento) cuántico del dispositivo es de 0,5 y las dimensiones de su zona activa son $0,1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$. Calcular el número total de recombinaciones que se producen por segundo y por unidad de volumen.

- a) $3,9 \cdot 10^{32}$ b) $3,3 \cdot 10^{32}$ c) $3,3 \cdot 10^{26}$ d) $3,9 \cdot 10^{26}$

Sol.: b

3. El espectro de la luz emitida por un laser simétrico de longitud $100 \mu\text{m}$, pérdidas de scattering $\alpha_s = 100 \text{ m}^{-1}$ e índice de refracción igual a 4, está centrado a la longitud de onda de 1550 nm y tiene una anchura espectral de 5 nm . Calcular la ganancia de pico del material si el factor parabólico de ganancia (γ) es $5 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-3}$ y el confinamiento igual a la unidad.

- a) 9991 m^{-1} b) 10085 m^{-1} c) 10348 m^{-1} d) 10462 m^{-1}

Sol.: c

4. De un diodo laser semiconductor se conocen los siguientes parámetros:

tiempo de vida del portador = $0,5 \text{ ns}$

Reflectividades = 0,3

tiempo de vida del fotón = $1,5 \text{ ps}$

longitud de onda de pico = $1,55 \mu\text{m}$

longitud = $200 \mu\text{m}$

pérdidas de scattering = 25 cm^{-1}

y emite una potencia de 3 mW para $I = 30 \text{ mA}$ y de 5 mW para $I = 35 \text{ mA}$. ¿A partir de qué corriente se obtiene efecto laser?

- a) $15,0 \text{ mA}$ b) $17,5 \text{ mA}$ c) $20,0 \text{ mA}$ d) $22,5 \text{ mA}$

Sol.: d

5. Para el laser de la pregunta anterior ¿cuánto vale el índice de refracción de la zona activa?

- a) 3,3 b) 3,6 c) 3,8 d) 4,0

Sol.: c

6. Una fibra óptica con $n_1 = 1,5$ y $\Delta = 1\%$ y diámetro del núcleo de $50 \mu\text{m}$ se une a otra fibra con $n_1 = 1,5$ y $\Delta = 1,5\%$ y diámetro del núcleo de $62,5 \mu\text{m}$. Suponiendo que existe un gap de aire entre las dos fibras de longitud $1 \mu\text{m}$, calcular la pérdida introducida en la unión de dichas fibras.

- a) $0,17 \text{ dB}$ b) $0,29 \text{ dB}$ c) $0,35 \text{ dB}$ d) no hay atenuación

Sol.: c

7. ¿Es viable la transmisión de una señal NRZ a $2,5 \text{ Gb/s}$ en un enlace por fibra óptica monomodo de 10 km , con un laser transmisor que emita a $\lambda = 1,54 \mu\text{m}$ y anchura espectral de 4 nm ?. Suponer dispersión de guionda despreciable y que $|d^2n/d^2\lambda| = 0,01/\lambda^2$.

- a) Si, hasta 15 km b) Si, hasta 11 km c) No, sólo hasta 3 km d) No, sólo hasta 2 km

Sol.: d

8. Se dispone de una fuente óptica sintonizable con una anchura espectral de 1,05 nm. Si se desea que el comportamiento de cierta fibra óptica sea monomodo y su dispersión máxima de 25 ps/km. Indicar cuál de las longitudes de onda de emisión propuestas es la adecuada. Suponer dispersión de guíaonda despreciable, diámetro del núcleo de la fibra 10 μm y NA de 0,11 y que $|d^2n/d^2\lambda| = 0,01/\lambda^2$.

- a) 1,45 μm b) 1,40 μm c) 1,30 μm d) 0,85 μm

Sol.: a

9. La eficiencia cuántica de un fotodiodo APD es del 80 % operando a 0,9 μm . Cuando la potencia óptica incidente es de 0,5 μW , la corriente total a la salida del dispositivo es 11 μA . Si la corriente a la salida en ausencia de potencia optica incidente es 100 nA, determinar la ganancia de multiplicación del fotodiodo.

- a) 37,93 b) 37,58 c) 37,24 d) 37,00

Sol.: b

10. Un receptor ideal con fotodiodo PIN de eficiencia cuántica igual a 1 trabajando en las condiciones del límite cuántico presenta una probabilidad de error de 10^{-10} operando en 2ª ventana cuando recibe una señal NRZ de nivel P (mW) para el bit "1" y 0 (mW) para el bit "0" ¿Cuál es la probabilidad de error si este receptor ideal recibe la misma señal en 3ª ventana?

- a) $3,7 \cdot 10^{-9}$ b) $1,37 \cdot 10^{-12}$ c) $0,74 \cdot 10^{-15}$ d) $1,03 \cdot 10^{-18}$

Sol.: b

11. Un receptor ideal con fotodiodo APD con $\eta = 1$, $M=100$ y $F(M) = 2$ trabajando en 2ª ventana cuando recibe una señal NRZ de nivel P mW para el bit "1" y 0 mW para el bit "0" a velocidad R Mbit/s. Determinar la sensibilidad del receptor para tener una probabilidad de error de 10^{-9} suponiendo corriente de oscuridad y ruido térmico despreciable.

- a) 10 fotones/bit b) 20 fotones/bit c) 36 fotones/bit d) 72 fotones/bit

Sol.: c

12. La SNR a la salida de un fotodiodo PIN con $\eta = 60$ % cuando le incide una potencia óptica constante es 25 dB y la fotocorriente media es 10 nA. Suponiendo que no hay corriente de oscuridad ni ruido térmico determinar el número medio aproximado de fotones recibidos en T (ns). Suponer las aproximaciones usuales para el ancho de banda del receptor.

- a) 527 b) 316 c) 33 d) 20

Sol.: a

13. Considérese que en un fotodiodo PIN el producto del coeficiente de absorción por la longitud de la zona activa es muy pequeño. Si el coeficiente de absorción a λ_2 es la mitad que el valor del mismo a λ_1 , obtener la relación: eficiencia cuántica (λ_2) / eficiencia cuántica (λ_1).

Nota: suponer que el índice de refracción del semiconductor no varía con λ y que la potencia óptica absorbida antes de llegar a la zona activa es despreciable.

- a) 2 b) $\sqrt{2}$ c) 1 d) 0,5

Sol.: d

Datos: $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$