



Professors: Sergio Ruiz Moreno, M^a José Soneira, Joan M. Gené

Una fibra òptica multimodo de salto de índice presenta una dispersió intermodal de 30 ns/km y unas pérdidas de 0,2 dB/km. Determinar

1) la apertura numérica de la fibra si el índice de refracción del revestimiento es 1,45.

- a) 0.132 b) 0.161 c) 0.186 d) 0.264

2) la distancia (Km) de transmisión a la cual la potencia óptica se atenuará en un factor 10^k .

- a) 50k b) 50/k c) 0.02k d) 0.02/k

3) la longitud máxima aproximada del enlace para transmitir una señal NRZ a 1 Mb/s si el número medio de fotón recibido en el bit "1" no puede ser inferior al transmitido dividido por 10.

- a) 50 Km b) 38 Km c) 25 Km d) 16 Km

Si un receptor óptico ideal presenta una probabilidad de error de 10^{-10} operando a 1,3 μm cuando recibe una señal NRZ ideal, cuál sería la probabilidad de error si

4) la longitud de onda cambia a 0,85 μm

- a) $7,376 \cdot 10^{-16}$ b) $3,688 \cdot 10^{-13}$ c) $2,608 \cdot 10^{-10}$ d) $2,281 \cdot 10^{-7}$

5) la potencia para el bit "1" aumenta al doble

- a) 10^{-20} b) $\sqrt{2} \cdot 10^{-20}$ c) $2 \cdot 10^{-20}$ d) $2\sqrt{2} \cdot 10^{-20}$

6) si la eficiencia cuántica del fotodiodo fuese 0,5

- a) $(2/\sqrt{2}) \cdot 10^{-5}$ b) $2 \cdot 10^{-5}$ c) $(1/\sqrt{2}) \cdot 10^{-5}$ d) $\sqrt{2} \cdot 10^{-5}$

7) En una fibra óptica de salto de índice $n_1 - n_2 = 0,005$ y el diámetro del núcleo es d μm . Se cumple que

- a) si $d=14$ y $n_1=1,45$ es monomodo en cualquier ventana
b) si $d=7$ y $n_1=1,45$ es monomodo en segunda ventana
c) si $d=7$ y $n_1=1,45$ es siempre multimodo
d) ninguna de las anteriores es correcta

8) Se trata de comparar las prestaciones de un APD con las de un PIN. Teniendo en cuenta la existencia de ambos ruidos (shot y térmico), podemos afirmar que es mejor un APD cuando

- a) el ruido térmico es despreciable frente al shot b) ambas varianzas son del mismo orden
c) la varianza del térmico es mayor que $F(M)$ veces la del ruido shot del PIN
d) M tiende a infinito

Considérese un amplificador óptico ideal ($n_{sp}=\rho=1$, $G_S \gg 1$) y una etapa optoelectrónica con un fotodiodo PIN ideal y ruido térmico de varianza σ^2 (A^2). La fotocorriente es I_{ph} y el tiempo de bit τ .

9) Si la potencia a la entrada del amplificador es suficientemente grande, éste será de utilidad si

- a) $\sigma^2 > qG_S I_{ph}/\tau$ b) $\sigma^2 < qI_{ph}/(\tau G_S)$ c) $\sigma^2 > \eta q I_{ph}/G_S$ d) $\sigma^2 > qI_{ph}/(\tau G_S)$

10) ¿Cuánto vale la relación señal ruido a la salida del fotodiodo?

- a) $I_{ph}/(qG_S)$ b) $(I_{ph}\tau)/G_S$ c) $(I_{ph}\tau)/(2q)$ d) $(I_{ph}\tau)/q$

Definamos la sensibilidad del receptor como la potencia óptica promedio \bar{P} necesaria para garantizar una cierta probabilidad de error. La potencia óptica del bit "1" es P y la del bit "0" es nula. $F(M) = M^x$ es el factor de ruido del APD, R la responsividad y σ_T^2 la varianza de ruido térmico (A^2).

11) Sin hacer ninguna aproximación previa, el parámetro de calidad Q_{APD} tiene la expresión

- a) $\frac{MRP}{\sqrt{2qBM^{2+x}RP + \sigma_T}}$ b) $\frac{MRP}{\sqrt{2qBM^{2+x}RP + \sigma_T^2 + \sigma_T}}$
c) $\frac{MRP}{\sqrt{2qBM^{2+x}RP}}$ d) $\frac{MRP}{\sqrt{2qBM^{2+x}RP + \sigma_T^2}}$

12) Si Q_{min} es el parámetro de calidad exigido, la expresión de la sensibilidad es

- a) $\bar{P} = qBQ_{min}^2 \frac{F(M)}{R} + Q_{min} \frac{\sigma_T}{R}$ b) $\bar{P} = qBQ_{min}^2 \frac{F(M)}{R} + Q_{min} \frac{\sigma_T}{MR}$
c) $\bar{P} = qBQ_{min}^2 \frac{F(M)}{R}$ d) $\bar{P} = qBQ_{min}^2 \frac{F(M)}{R} + \frac{\sigma_T}{MR}$

13) Si $M \gg 1$, la condición para que la sensibilidad del receptor sea mejor que utilizando un PIN es

- a) $M > \left(\frac{\sigma_T}{qBQ_{min}} \right)^{\frac{1}{x}}$ b) $M < \left(\frac{qBQ_{min}}{\sigma_T} \right)^{\frac{1}{x}}$ c) $M < \left(\frac{\sigma_T}{qBQ_{min}} \right)^{\frac{1}{x}}$ d) $M > \left(\frac{qBQ_{min}}{\sigma_T} \right)^{\frac{1}{x}}$

Considérese un láser semiconductor simétrico y monomodo de sección transversal Wd , longitud L , tiempo de vida del electrón τ_{sp} , reflectividades R y pérdidas de scattering α_s .

14) ¿Cómo se podría hacer tender a cero la corriente umbral de efecto láser?

- a) $\tau_{sp} \rightarrow 0$ b) $R \rightarrow 0$ c) $W \rightarrow 0$ d) $L \rightarrow 0$

15) Si $d \rightarrow 0$ y $\alpha_s = 0$, la relación en régimen estacionario entre el ritmo de fotones emitidos y el ritmo de electrones inyectados depende de

- a) τ_{sp} b) sólo de L c) de L y de R d) sólo de R