

  <p>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona</p> <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</p> <p>DEPARTAMENT DE TEORIA DEL SEÑAL Y COMUNICACIONES</p>	<p>Comunicaciones Ópticas</p> <p>19 de juny 09</p>
	<p>Data notes provisionals: 26 de juny 09</p> <p>Període d'al·legacions: 29 de juny 09</p> <p>Data notes revisades: 2 de juliol 09</p>

Professors: Joan M. Gené, Sergio Ruiz-Moreno, M^aJosé Soneira -

Informacions addicionals:

- Durada de la prova: 2 hores.
- Les respostes dels diferents exercicis s'entregaran en fulls separats.

Ejercicio 1

Un LED que presenta un diagrama de radiación de Lambert y emite en 2^a ventana es modulado digitalmente a 10 Mb/s. El dispositivo se acopla a una fibra óptica de salto de índice con longitud de onda de corte de 11,62 μm . El acoplo LED-fibra presenta unas pérdidas por reflectividad de 0,16 dB y su eficiencia de acoplamiento total es de 0,03048. La potencia a la salida de la fibra no debe ser inferior a 1 μW , si el diodo emite al aire una potencia de 1 mW. Indicar cuánto vale

- el índice de refracción del núcleo
a) 1,4755 b) 1,4800 c) 1,4589 **d) 1,4697**
- el índice de refracción del revestimiento
a) 1,4755 b) 1,4800 **c) 1,4589** d) 1,4697
- el ángulo de aceptación de la fibra
a) 12,75° **b) 10,24°** c) 7,51° d) 6,62°
- el máximo ensanchamiento temporal que puede sufrir un pulso a la salida de la fibra
a) 75 ns **b) 53 ns** c) 37,5 ns d) 26,5 ns
- la atenuación máxima permitida (en dB/Km) de la fibra
a) 10 b) 14 c) 7 d) 8
- el radio del núcleo de esta fibra
a) 12,5 μm **b) 25 μm** c) 35 μm d) 50 μm
- el número de modos de propagación
a) 923 b) 452 **c) 231** d) 58
- ¿Cuál de estas suposiciones es correcta para esta fibra?
a) la dispersión del material es mínima b) no hay dispersión de guíaonda
c) domina la dispersión cromática d) ninguna de las anteriores
- Si la fibra se cambia por una de gradiente de índice (GRIN) con perfil parabólico, pero de idénticas dimensiones, se verifica que
a) la eficiencia de acoplamiento disminuye
b) la eficiencia de acoplamiento aumenta
c) la eficiencia de acoplamiento es la misma
d) ninguna de las anteriores
- Asumiendo que con esta fibra GRIN las pérdidas de acoplamiento aumentasen en 3 dB, la atenuación máxima permitida (en dB/Km) con la misma longitud sería de
a) 10 b) 14 c) 7 **d) 8**

Ejercicio 2

Considérese un láser semiconductor simétrico en el cual son nulos el nivel de transparencia y las pérdidas de scattering (α_s). En estas condiciones, responder a las siguientes cuestiones:

- Sobre la corriente de efecto láser se verifica que
a) no depende de la longitud de la cavidad
b) es máxima
c) es proporcional al volumen de la cavidad óptica
d) ninguna de las anteriores es cierta
- Sobre la potencia del modo fundamental se puede afirmar que
a) aumenta si disminuye la longitud de la cavidad
b) disminuye si aumenta la longitud de la cavidad
c) no varía si aumenta la longitud de la cavidad
d) son ciertas a) y b)

- 13) Se sabe que para $R=0,3$ la corriente umbral vale 12 mA. Si por razones de envejecimiento las reflectividades aumentasen al doble, ¿qué le ocurriría a la corriente umbral?
- aumenta al doble
 - aumenta hasta un 42,43% respecto al valor anterior
 - disminuye a la mitad
 - disminuye hasta un 42,43% respecto al valor anterior
- 14) Si el láser es modulado digitalmente con $I_{ON} = 5I_{Th}$ e $I_{OFF} = 0$, ¿cuánto vale el tiempo de retardo si el tiempo de vida del portador es de 1 ns?
- 0,223 ns
 - 0,252 ns
 - 0,320 ns
 - 0,332 ns

Ejercicio 3

Es pretén comparar 3 tipus diferents de receptors òptics basats en les següents arquitectures:

- fotodetector PIN (eficiència quàntica η)
- fotodetector APD (eficiència quàntica η , factor de soroll F i factor multiplicatiu M)
- idem (A) més preamplificador òptic (Guany $G \gg 1$ i factor d'emissió espontània ρ)

En tots ells el corrent de foscor és nul. Donat un factor de qualitat exigut Q, es defineix la sensibilitat del receptor com el número de fotons per bit promig que la garanteixen. Assumint en tots els casos una modulació d'intensitat NRZ ideal i una variància (adimensional) del número d'electrons per bit corresponents al soroll tèrmic total σ_p^2 , responeu a les qüestions següents:

- 15) Trobeu la sensibilitat del receptor A:
- $\frac{Q}{\eta}(Q + 2\sigma_p)$
 - $\frac{Q}{2\eta}(Q + 2\sigma_p)$
 - $\frac{Q}{\eta}(2Q + \sigma_p)$
 - $\frac{Q}{2\eta}(2Q + \sigma_p)$
- 16) Trobeu la sensibilitat del receptor B:
- $\frac{Q}{2\eta}\left(QF + 2\frac{\sigma_p}{M}\right)$
 - $\frac{Q}{\eta}\left(QF + 2\frac{\sigma_p}{M}\right)$
 - $\frac{Q}{2\eta}\left(QM + 2\frac{\sigma_p}{F}\right)$
 - $\frac{Q}{\eta}\left(QM + 2\frac{\sigma_p}{F}\right)$
- 17) Si el factor de soroll F de l'APD es pot modelar com $F(M)=M^x$, trobeu el valor del factor de multiplicació que optimitza la sensibilitat del receptor:
- $M_{opt,Q}^{x+2} = \frac{2\sigma_p}{xQ}$
 - $M_{opt,Q}^{x+1} = \frac{2\sigma_p}{xQ}$
 - $M_{opt,Q}^{x+1} = \frac{x\sigma_p}{2Q}$
 - $M_{opt,Q}^{x+2} = \frac{x\sigma_p}{2Q}$
- 18) Assenyaleu ara quin és el valor de sensibilitat del receptor B un cop optimitzat. Preneu $x=1$:
- $\frac{Q}{\eta}\sqrt{\sigma_p Q}$
 - $\frac{Q}{\eta}\sqrt{2\sigma_p}$
 - $\frac{Q}{\eta}\sqrt{2\sigma_p Q}$
 - $\frac{Q}{2\eta}\sqrt{\sigma_p}$
- 19) Determineu la condició de millora del receptor B respecte del A. Teniu en compte que el factor de soroll ha de complir la condició $F > 1$. Preneu $x=1$:
- $\sigma_p < Q$
 - $\sigma_p < \frac{Q}{2}$
 - $\sigma_p > Q$
 - $\sigma_p > \frac{Q}{2}$
- 20) Determineu la sensibilitat del receptor C prenent els termes de soroll més rellevants:
- $\rho(Q+1)Q^2$
 - $2\rho(Q+1)Q$
 - $\rho(Q+1)Q$
 - $2\rho(Q+1)Q^2$
- 21) Determineu la condició de millora del receptor C respecte del A. Preneu $\rho=\eta=1$:
- $\sigma_p < \frac{Q}{2} - 1$
 - $\sigma_p < \frac{Q}{2} + 1$
 - $\sigma_p > \frac{Q}{2} - 1$
 - $\sigma_p > \frac{Q}{2} + 1$
- 22) Determineu la condició de millora respecte el receptor B. Preneu $\rho=\eta=x=1$:
- $\sigma_p > \frac{(Q+1)^2}{2Q}$
 - $\sigma_p > \frac{(Q+1)}{2Q}$
 - $\sigma_p > \frac{(Q+1)^2}{Q}$
 - $\sigma_p > \frac{(Q+1)}{Q}$
- 23) Si es demana un factor de qualitat $Q=6$, i es té que $\sigma_p^2=100$, assenyaleu quina serà la sensibilitat del millor dels 3 receptor estudiats. Preneu $\rho=\eta=x=1$:
- 84 fotons/bit
 - 66 fotons/bit
 - 78 fotons/bit
 - 42 fotons/bit
- 24) Si es demana un factor de qualitat $Q=30$, i es té que $\sigma_p^2=100$, assenyaleu quina serà la sensibilitat del millor dels 3 receptor estudiats. Preneu $\rho=\eta=x=1$:
- 735 fotons/bit
 - 750 fotons/bit
 - 945 fotons/bit
 - 930 fotons/bit

Datos: $h = 6,629 \cdot 10^{-34}$ J/Hz $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C