

COMUNICACIONES ÓPTICAS
CUESTIONES-Tema 4- CORRECCIONES**Curso 2005/06. Primer Semestre**

NOTA: observados errores en las soluciones de las preguntas 4.7, 4.41, 4.42, 4.43, 4.51, 4.54, 4.58, en el fichero “Cuestiones tema 4”, este fichero se han subrayado las soluciones correctas de todas las preguntas, marcándose en rojo aquellas erróneas en el fichero original.

- 4.1. Al conmutar un LED desde $I = 0$ a $I = I_{ON}$, la potencia emitida:
- Responde infinitamente rápido.
 - Tarda un tiempo inicial en comenzar a emitir, y luego se estabiliza rápidamente en su potencia máxima.
 - Responde linealmente con el tiempo
 - Responde con una función relacionada con el tiempo de vida de portadores
- 4.2. Al aplicar 20 mA a un Diodo Láser emite 1 mW a 25°C y 0,7 mW a 50°C. Su eficiencia de la pendiente es 0,1 mW/mA, independiente de la temperatura. Calcule su temperatura característica T_0 .
93,5 K
- 4.3. Al conmutar un Diodo Láser desde $I = 0$ a $I = I_{ON}$, siendo I_{ON} menor que la corriente umbral, la potencia emitida:
- Responde infinitamente rápido.
 - Tarda un tiempo inicial en comenzar a emitir, y luego se estabiliza rápidamente en su potencia máxima.
 - Es siempre muy pequeña
 - Oscila antes de llegar a su valor final.
- 4.4. Al conmutar un Láser FP entre dos valores de corriente superiores a I_{th} :
- La longitud de onda de emisión es constante en el tiempo
 - La emisión tiene un tiempo de retardo del orden de ns
 - La longitud de onda de emisión puede cambiar debido al salto entre modos.
 - La potencia emitida varía lentamente al principio y se acelera rápidamente hasta el valor final.
- 4.5. Al conmutar un LED de comunicaciones ópticas desde $I = 0$ a $I = I_{ON}$, el tiempo de respuesta de la potencia emitida vale:
- Del orden de ms
 - Del orden de μs
 - Del orden de ns
 - Del orden de ps
- 4.6. El gap de la zona activa de un diodo láser de doble heteroestructura vale 1,45 eV, y el de las zonas de alrededor vale 1,6 eV. Calcule aproximadamente su longitud de onda de emisión.
0,85 μm
- 4.7. La longitud de la cavidad de un diodo láser Fabry-Perot es 0,5 mm, su índice de refracción 3,5 y emite a 1,55 μm . Calcule la separación, en **nm**, entre los modos de emisión.
0,69 nm
- 4.8. La corriente umbral de un diodo láser, a igualdad de otros parámetros, es mayor cuanto:
- MAYOR es la reflectividad de los espejos
 - MAYOR es la tasa binaria
 - MENOR es la temperatura
 - MAYOR es el volumen de su zona activa

4.9. Un sistema que transmite en tercera ventana a alta distancia y alta tasa binaria emplea probablemente como emisor:

- a. Un LED
- b. Un diodo láser Fabry-Perot
- c. Un láser DFB
- d. Un láser de cavidad vertical

4.10. Un sistema que transmite en primera ventana a corta distancia y baja tasa binaria emplea probablemente como emisor:

- a. Un LED
- b. Un diodo láser Fabry-Perot
- c. Un láser DFB
- d. Un láser de cavidad vertical

4.11. Un sistema que transmite en primera ventana a corta distancia y alta tasa binaria emplea probablemente como emisor:

- a. Un LED
- b. Un diodo láser Fabry-Perot
- c. Un láser DFB
- d. Un láser de cavidad vertical

4.12. La longitud de onda de emisión de un láser DFB puede sintonizarse con la temperatura debido a la dependencia con la temperatura:

- a. de su corriente umbral
- b. de la absorción del semiconductor
- c. del índice de refracción
- d. de la ganancia umbral

4.13. Un láser DBR se caracteriza por:

- a. Su alta potencia de emisión
- b. Su alta velocidad de conmutación
- c. Su emisión en una única frecuencia
- d. Su doble capa reflectora

4.14. Un láser de cavidad vertical (VCSEL):

- a. Emite una única frecuencia
- b. Emite un haz elíptico
- c. Emite múltiples frecuencias
- d. Tiene alta corriente umbral

4.15. Los moduladores externos se emplean a altas tasa binarias para:

- a. Evitar las fluctuaciones de potencia del láser
- b. Evitar el encendido de modos secundarios en el láser
- c. Compensar la dispersión de la fibra
- d. Evitar el ensanchamiento espectral al modular directamente el láser.

4.16. Un diodo láser de 1240 nm y espejos idénticos emite, por cada cara, 10 mW a 15 mA, y 12 mW a 20 mA. Calcule la eficiencia cuántica diferencial.

80%

- 4.17. Los diagramas de radiación en campo lejano de los láseres de emisión lateral se deben analizar mediante:
- óptica geométrica,
 - óptica ondulatoria.
 - óptica cuántica.
 - óptica electromagnética.
- 4.18. La relación de supresión de modos secundarios (SMSR) vale típicamente:
- Entre 10 y 20 dB en un láser DFB.
 - Entre 30 y 40 dB en un láser Fabry-Perot
 - Entre 10 y 20 dB en un LED
 - Entre 30 y 40 dB en un láser DBR
- 4.19. La ganancia proporcionada al modo óptico en el interior de un láser polarizado por encima de su corriente umbral:
- Es superior a las pérdidas en el umbral
 - Vale igual que las pérdidas en el umbral
 - Es inferior a las pérdidas en el umbral
 - El valor de la ganancia y de las pérdida no están relacionados
- 4.20. Al conmutar un Diodo Láser desde $I = I_{ON}$ a $I = 0$, siendo I_{ON} mayor que la corriente umbral, la potencia emitida decrece con una constante de tiempo:
- Del orden de ms
 - Del orden de μs
 - Del orden de ns
 - Del orden de ps
- 4.21. Cuando se inyecta una corriente superior a la umbral, el número de portadores de un diodo láser
- Permanece constante e igual al número existente en el umbral
 - Aumenta linealmente con la corriente desde el umbral
 - Aumenta linealmente con la corriente desde $I=0$
 - Aumenta exponencialmente con la corriente desde el umbral
- 4.22. Si se fija una corriente superior al umbral en un LD, la potencia luminosa emitida
- Aumenta al aumentar la temperatura
 - Disminuye al aumentar la temperatura
 - Permanece constante al aumentar la temperatura
 - Alcanza rápidamente un nivel de saturación al aumentar la temperatura
- 4.23. ¿En qué circunstancias puede un LED emitir a una longitud de onda superior al gap?
- Cuando se polariza en directa
 - Cuando se ataca en AC
 - Cuando se polariza en inversa
 - Nunca
- 4.24. Los LD de pozo cuántico tienen una corriente umbral
- Nula
 - Superior a la de un LD equivalente sin pozo
 - Idéntica a la de un LD equivalente sin pozo
 - Inferior a la de un LD equivalente sin pozo

- 4.25. La función del fotodetector interno que contienen muchos LD es
- Permitir que el LD funcione en modo de potencia óptica constante
 - Permitir el funcionamiento del LD en modo corriente constante
 - Fijar el nivel de corriente en el umbral
 - Eliminar las corrientes parásitas
- 4.26. Los láseres DFB (de retroalimentación distribuida)
- No pueden emplearse en comunicaciones ópticas por su excesiva anchura espectral
 - No pueden emplearse en comunicaciones ópticas por su excesivo tiempo de respuesta
 - No pueden emplearse en comunicaciones ópticas porque su pico de emisión está fuera de las ventanas de transmisión habituales
 - Ninguna de las anteriores
- 4.27. Los láseres DBR (de reflexión por difracción Bragg) presentan:
- Una sola línea de emisión
 - Emisión multilínea de todas las frecuencias del Fabry-Pérot
 - Emisión multilínea de los máximos pares Fabry-Pérot
 - Emisión multilínea de los máximos impares Fabry-Pérot
- 4.28. Un diodo láser Fabry-Pérot
- Presenta una sola línea de emisión fija
 - Presenta una sola línea de emisión que varía con factores externos
 - Es multilínea, pero el máximo de emisión es fijo
 - Es multilínea, y el máximo de emisión puede variar por salto de modo
- 4.29. Si se desea trabajar a tasas binarias muy altas (40 Gbps) es preferible utilizar
- LEDs
 - LDs Fabry-Pérot con modulación directa
 - LDs polarizados en inversa
 - Modulación externa
- 4.30. Cuando la ganancia de bucle de un material láser se hace la unidad (condición de ida y vuelta)
- El dispositivo comienza a emitir comportándose como láser
 - El dispositivo comienza a emitir pero comportándose como LED
 - El material se hace transparente a esa radiación
 - El material modifica su coeficiente de absorción y emisión estimulada
- 4.31. Un LD emite 1 mW al aplicarle 10 mA. Si se duplica la corriente emitirá:
- 2 mW
 - 4 mW
 - Más potencia si no se quema
 - 1 mW
- 4.32. Un LD está acoplado a un pigtail de fibra 62,5/125. El láser es:
- DFB
 - Fabry-Perot
 - VCSEL
 - De silicio (1ª ventana)
- 4.33. La recombinación no radiativa en un LED:
- Puede mejorar el tiempo de respuesta del LED
 - Aumenta la relación potencia óptica-corriente
 - Es la responsable de las variaciones de la corriente umbral con la temperatura
 - Este tipo de recombinación solamente se presenta en los LD

- 4.34. Una unión p-n fabricada con un semiconductor de gap indirecto
- no tiene ninguna probabilidad de emitir radiación luminosa
 - tiene mayor probabilidad de emitir luz que otra fabricada con un semiconductor de gap directo.
 - tiene menor probabilidad de emitir luz que otra fabricada con un semiconductor de gap directo.
 - tiene igual probabilidad que otra fabricada con un semiconductor de gap directo de emitir luz y solo depende esta emisión de la tensión aplicada.
- 4.35.- La emisión estimulada:
- puede aparecer sin que exista un resonador óptico.
 - necesita población en el nivel inferior de energía.
 - tiene una polarización que varía drásticamente con la temperatura.
 - cuando se produce, desaparece totalmente la emisión espontánea.
- 4.36. - En un Láser guiado por ganancia, no se produce confinamiento óptico debido a que:
- no hay salto de índice de refracción en la dirección paralela a la unión.
 - el índice de refracción de la zona n es mayor que el de la p.
 - el índice de refracción de la zona n es menor que el de la p.
 - los índices de refracción pueden tomar cualquier valor.
- 4.37.- Los fotones generados por emisión estimulada, con respecto al fotón que da lugar a la misma, tienen igual
- frecuencia óptica pero diferente fase
 - fase pero diferente polarización
 - dirección de propagación pero diferente sentido
 - frecuencia, fase y sentido de propagación
- 4.38.- Un diodo láser Fabry Perot emitiendo a 1300 nm con una longitud de cavidad de 500 μm y un índice de refracción de 3,2. ¿Qué separación tiene entre dos modos longitudinales contiguos?
0,528 nm
- 4.39.- El ancho espectral envolvente típico de un LD-FP es del orden de:
- 2 nm
 - 100 nm
 - 0,02 nm
 - 1310 nm
- 4.40. - Los láseres de semiconductor
- tienen una eficiencia cuántica del mismo orden que la de los LEDs.
 - son, en general, de mayor volumen que los LEDs.
 - presentan el inconveniente del chirp en modulación directa.
 - tienen una emisión espectral mas estable que los LEDs.
- 4.41. - La luz emitida por un láser de semiconductor:
- Es completamente coherente.
 - Tiene divergencia espacial muy pequeña.
 - Tiene un espectro de anchura despreciable.
 - Puede estar compuesta predominantemente por radiación espontánea.

- 4.42.- En un láser de pozo cuántico:
- Se utiliza habitualmente doble heteroestructura
 - Solo puede emplearse realimentación distribuida (DFB)
 - Solo puede emplearse realimentación Fabry-Perot
 - Solo puede emplearse realimentación DBR
- 4.43.- Los VCSEL son láseres:
- con cavidad vertical y emisión lateral.
 - con cavidad vertical y emisión superficial.
 - con cavidad horizontal y emisión lateral.
 - con cavidad horizontal y emisión superficial.
- 4.44.- El principal objetivo de los láseres monofrecuencia es,
- conseguir dispositivos de tamaño más reducido.
 - augmentar la tasa binaria en el sistema de transmisión en el que se utilice.
 - tener siempre el mismo tiempo de duración de un bit.
 - conseguir que la corriente umbral sea independiente de la temperatura.
- 4.45.- La propiedad más significativa que diferencia a los láseres de emisión por superficie (VCSEL) de los demás láseres de semiconductor es
- la posibilidad de comprobar su comportamiento en la propia oblea en que han sido fabricados.
 - que sus espejos no se sitúan paralelos a la zona activa.
 - la poca presencia de ruido debido a emisión espontánea.
 - que la luz sale en la dirección paralela a la unión.
- 4.46.- La realimentación mediante redes de difracción o de reflexión de Bragg NO se utiliza en
- los láseres DFB.
 - los láseres DBR.
 - los láseres VCSEL.
 - los láseres Fabry-Pérot
- 4.47.- En las pruebas de caracterización de un transmisor comercial se realizan dos medidas a temperatura T1 y T2 respectivamente, manteniendo el resto de condiciones constante. En la primera medida se obtiene una potencia óptica emitida $P(T1) = 0,01 \mu w$ y en la segunda $P(T2) = 1 mw$. Con este experimento se puede concluir:
- Nada
 - la fuente es un Láser y T2 es mayor que T1.
 - la fuente es un Láser y T1 es mayor que T2.
 - el emisor utilizado es defectuoso porque a igual corriente se debe emitir igual potencia óptica
- 4.48.- Una estructura Fabry-Pérot, con alta reflectividad de los espejos ($R \approx 1$), comparada con otra idéntica de baja reflectividad, tiene:
- una mayor anchura espectral de emisión.
 - una emisión de luz más direccional.
 - una mayor finesse.
 - una mayor separación entre picos.

- 4.50.- Los láseres de pozo cuántico:
- Ya no se utilizan comercialmente
 - Tienen una corriente umbral inferior a la de un láser de doble heteroestructura de volumen
 - Tienen una longitud de la cavidad del orden de nanómetros
 - Utilizan realimentación DBR o DFB, nunca del tipo Fabry-Perot
- 4.51.- Diga cual de las siguientes frases es verdadera:
- Los láseres VCSEL son láseres con cavidad vertical y emisión lateral.
 - Los láseres DFB tienen anchura espectral inferior a los Fabry-Pérot.
 - Los láseres DBR se bombean ópticamente
 - Los láseres Fabry-Pérot, para una misma corriente, aumentan su potencia al aumentar la temperatura
- 4.52.- Los láseres de semiconductor son atractivos en comunicaciones ópticas porque permiten:
- una emisión de luz independiente de la temperatura.
 - utilizar bombeo óptico o eléctrico alternativamente.
 - modular directamente el propio láser.
 - una emisión de mayor potencia óptica que otros tipos de láseres.
- 4.53.- Los moduladores externos se utilizan para:
- transmitir la señal con un espectro más estable y estrecho
 - mejorar las características de atenuación del sistema
 - transmitir frecuencias ópticas más altas
 - mejorar el acoplo fuente-fibra
- 4.54.- La modulación externa, comparada con la modulación directa, consigue alcanzar:
- menor potencia de emisión
 - mayor potencia de emisión
 - menor tasa binaria
 - mayor tasa binaria
- 4.55.- Una de las principales características de un láser de pozo cuántico, QW, es que
- la pendiente de la curva P - I (mW/mA) en la zona de laseado no alcanza los 45°.
 - el ruido debido a la corriente de oscuridad es menor.
 - el espesor de su capa activa es del orden de nanómetros.
 - puede acoplar más luz a una fibra monomodo.
- 4.56.- Un LED, habitualmente, se modula:
- con señales AC puras, es decir, filtrando la DC residual.
 - por variación de la corriente aplicada a la unión del diodo
 - polarizando en inversa su zona activa
 - por medio de un modulador externo
- 4.58.- Un VCSEL, en comparación con un láser Fabry-Pérot:
- su proceso de caracterización es mucho más complejo.
 - tiene una longitud de cavidad mucho más pequeña.
 - tiene los espejos situados en diagonal a la zona activa para favorecer la generación de modos laterales.
 - tiene un diagrama de radiación de la luz mucho más elíptico.

- 4.59.- Un láser de pozo cuántico, en comparación con un láser de volumen:
- Tiene menor corriente umbral
 - Emite luz coherente mientras que la del láser de volumen es fundamentalmente incoherente
 - Tiene una dependencia con la temperatura despreciable.
 - El haz de luz es más direccional
- 4.60.- Los diodos láser que se emplean en comunicaciones ópticas de alta tasa binaria pueden utilizar estructuras de realimentación basadas en:
- cavidades Fabry-Pérot de pequeña longitud
 - redes de Bragg
 - cavidades Fabry-Pérot, sin requisitos en su longitud, pero con zona activa de pozos cuánticos múltiples
 - cavidades Fabry-Pérot de baja reflectividad
- 4.62.- Un LD Fabry-Perot convencional tiene un espectro de emisión
- con la forma característica del espectro de ganancia de los materiales que conforman dicha estructura.
 - con la forma característica del espectro de emisión espontánea de los materiales que conforman dicha estructura.
 - compuesto por un conjunto de picos, separados entre sí frecuencias que dependen de las características del Fabry-Perot.
 - compuesto por un conjunto de picos, separados entre sí frecuencias que dependen de la corriente que circula por la unión.
- 4.63.- Comparando las respuestas de modulación en pequeña señal en función de la frecuencia, para un LD y un LED, se observa que
- ambos se comportan como filtros paso bajo.
 - ambos tienen un máximo a alta frecuencia antes de caer.
 - el LD se comporta como un filtro paso bajo, mientras que el LED tiene un máximo a alta frecuencia antes de caer.
 - el LED se comporta como un filtro paso bajo, mientras que el LD tiene un máximo a alta frecuencia antes de caer.

1	d	2	95,3 K	3	c	4	c	5	c
6	0,85 μm	7	0,69 nm	8	d	9	c	10	a
11	d	12	c	13	c	14	a	15	d
16	80%	17	d	18	d	19	b	20	d
21	a	22	b	23	d	24	d	25	a
26	d	27	a	28	d	29	d	30	a
31	c	32	c	33	a	34	c	35	a
36	a	37	d	38	0,528 nm	39	a	40	c
41	b	42	a	43	b	44	b	45	a
46	d	47	c	48	c			50	b
51	b	52	c	53	a	54	d	55	c
56	b			58	b	59	a	60	b
		62	c	63	d				