



Professors: Joan M. Gené, Sergio Ruiz Moreno, M<sup>a</sup>José Soneira

Informacions addicionals:

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

## Ejercicio 1

Un diodo láser Fabry-Perot presenta las siguientes características:

$$\begin{array}{lll} n = 3 & \Gamma a = 8\pi^2 \cdot 10^{-21} \text{ m}^2 & \alpha_t = 10^5 \text{ m}^{-1} \\ L = 125 \text{ } \mu\text{m} & w = 10 \text{ } \mu\text{m} & d = 10 \text{ } \mu\text{m} \\ I_{Th} = 20 \text{ mA} & \tau_{sp} = 0.2 \text{ ns} & \end{array}$$

Para estimar el comportamiento dinámico del dispositivo en la “zona láser”, se puede hacer uso de la respuesta a un tono sinusoidal. La función de transferencia electroóptica normalizada resultante, en pequeña señal, tiene la expresión siguiente:

$$|M(\omega)|^2 = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2\right]^2 + \left[2\alpha \frac{\omega}{\omega_c^2}\right]^2} \quad \text{con} \quad \omega_c^2 \equiv \frac{v\Gamma a}{\tau_{ph}} S_0 \quad \text{y} \quad 2\alpha \equiv \frac{1}{\tau_{sp}} + v\Gamma a S_0$$

y siendo  $\omega_c$  la frecuencia de resonancia del láser,  $\alpha$  la constante de decaimiento y  $S_0$  la densidad volumétrica de fotones correspondiente al nivel de continua  $I_0$ .

- Determinar el valor de  $I_0$  que garantiza el máximo ancho de banda evitando la resonancia del láser ( $|M(\omega)|^2 \leq 1$ ).
- Encontrar el ancho de banda de modulación (-3 dB) del láser correspondiente al nivel de continua obtenido en el apartado anterior.
- Se pretende modular el láser con una señal NRZ. Estimar la máxima velocidad de transmisión que se puede emplear con el ancho de banda obtenido en el apartado anterior.

## Ejercicio 2

En una fibra óptica de salto de índice

- ¿Qué tipos de dispersión pueden darse?. Describir brevemente la incidencia de cada una de ellas en la dispersión total según la longitud de onda.
- Deducir la expresión de la dispersión modal.
- Si el retardo de grupo por unidad de longitud debido a la dispersión del material es  $\tau_g = A + B\lambda^2 + C\lambda^{-1}$  (s/m), con A, B y C constantes, obtener la expresión de la dispersión del material.
- Si el coeficiente de dispersión de guíaonda es  $-3,226\lambda$  (s/m.m),  $B=3,934$  (s/m<sup>3</sup>) y  $C=1,72856 \cdot 10^{-17}$  (s), calcular la longitud de onda para la cual ambas dispersiones (material y guíaonda) se compensan.

## Ejercicio 3

Considérese una estructura formada por un amplificador óptico semiconductor y un fotodiodo PIN ideal, a la cual le llegan pulsos ópticos de potencias  $P_1$  y  $P_0=0$ . El amplificador tiene una ganancia G, un parámetro de emisión espontánea  $\rho$  y su ruido dominante es el de batido señal-emisión espontánea. Suponiendo que la varianza de ruido térmico es  $\sigma_{Th}^2$  (A<sup>2</sup>), se pide:

- Calcular el factor de calidad Q a la salida de la estructura.

Obtener la expresión de Q para los siguientes casos:

- El ruido térmico tiende a infinito y llega, estadísticamente, un fotón al amplificador.
- La ganancia del amplificador tiende a infinito.

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