



EJERCICIOS DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

Contenido

Ejercicio 1.....	1
Ejercicio 2.....	1
Ejercicio 3.....	1
Ejercicio 4.....	1
Ejercicio 5.....	2
Ejercicio 6.....	3
Ejercicio 7.....	3
Ejercicio 8.....	3
Ejercicio 9.....	4
Ejercicio 10.....	4

Ejercicio 1

- 1) Un enlace de fibra óptico tiene un ancho de bando de 800 MHz. Calcule la velocidad máxima a la que se puede transmitir

Rpta: 1,6 Gbps

$$C = 2*B = 2*800\text{MHz} = 1600\text{Mbps} = 1,6 \text{ Gbps}$$

Ejercicio 2

- 2) Una fibra óptica tiene un producto ancho de bando distancia de 500 MHz-Km. Si se quiere un ancho de banda de 85 MHz poco un modo de transmisión, ¿cuál es lo distancia máxima que puede utilizarse entre repetidores? **Rpta: 5,88 Km.**

$$B_{\text{optica}} = B*L \quad L = B_{\text{optico}}/B = (500 \text{ MHz-Km})/85 \text{ MHz} = 5,88 \text{ Km}$$

Ejercicio 3

- 3) Una fibra se instaló en una distancia de 15 Km, y se encuentra experimentalmente que el ancho de banda de operación máximo es 700 MHz. Calcule el producto ancho de banda-distancia

Rpta: 10,5 GHz-Km.

$$B_{\text{optica}} = B*L = 700 \text{ MHz} * 15 \text{ Km} = 10,5 \text{ GHz-Km}$$

Ejercicio 4

- 4) Para una aplicación digital se requiere transmitir a una velocidad de 622 Mbps (STM-4 de SDH) entre dos nodos separados 4 km. Calcule el ancho de banda óptico requerido para la fibra

Rpta: 1244 MHz-Km.

$$C = 2B \quad B = C/2 = 622\text{Mbps}/2 = 311 \text{ MHz}$$

$$B_{\text{optico}} = B*L = 311 \text{ MHz} * 4 \text{ Km} = 1244 \text{ MHz - Km}$$

Ejercicio 5

- 5) Un enlace de fibra óptica de 50 Km de longitud utilizo una fibra con una dispersión cromática de 9,49 ps/nm-Km y una fuente que tiene un ancho espectral de 2 nm. Calcule la dispersión total de esta fibra

Rpta: 949 ps.

$$L = 50 \text{ Km}$$

$$D = D_c \cdot \Delta\lambda = 9,49 \text{ ps/nm-Km} \cdot 2 \text{ nm} = 18,98 \text{ ps/Km}$$

$$\sigma_t = D \cdot L = 18,98 \text{ ps/Km} \cdot 50 \text{ Km}$$

$$\sigma_t = 949 \text{ ps}$$

Ejercicio 6

- 6) Una fibra óptica, cuyo máximo ancho de banda de 1550 nm es de 26.34 GHz-Km, se instala entre 2 nodos separados 50 Km.
- o) Calcule la velocidad de transmisión máxima que se puede obtener sobre dicho enlace. **Rpta: 1,05 Gbps.**

$$B_{\text{optico}} = 26,34 \text{ GHz-Km} \quad L = 50 \text{ Km}$$

$$B_{\text{optico}} = B * L \quad B = (26,34 \text{ GHz-Km}) / 50 \text{ Km} = 0,5268 \text{ GHz}$$

$$C = 2 * B = 2 * 0,5268 = 1,05 \text{ Gbps}$$

- b) Si la misma fibra se utilizó para un enlace de 25 Km, calcule la velocidad de transmisión máxima que se puede obtener. **Rpta: 2.1 Gbps.**

$$B = (26.34 \text{ GHz-Km}) / 25 \text{ Km} = 1.05 \text{ GHz}$$

$$C = 2 * 1,05 = 2,1 \text{ Gbps}$$

Ejercicio 7

- 7) Una longitud de fibra de 45 Km no debe dispersar los pulsos por más de 100 ns. Calcule el valor máximo permisible para la constante de dispersión de pulsos (H). **Rpta: 2,22 ns/Km.**

$$L = 45 \text{ Km}$$
$$\theta t = 100 \text{ ns}$$

$$\theta t = D * L \quad D = \theta t / L = 100 \text{ ns} / 45 \text{ Km} = 2,22 \text{ ns/Km}$$

Ejercicio 8

- 8) Calcule la tasa de datos máxima para el sistema de fibra de 45 Km del ejemplo anterior cuando se utilizó con un transmisor que tiene un tiempo de subida de 50 ns y un receptor que tiene un tiempo de subida de 75 ns, si el código de línea es NRZ. **Rpta: 7,4 Mbps.**

$$C = 2 * B$$

$$T_{\text{Rtx}} = 50 \text{ ns}$$
$$T_{\text{Rrx}} = 75 \text{ ns}$$
$$T_{\text{Rf}} = 100 \text{ ns}$$

$$T_{\text{RT}} = \sqrt{50^2 + 75^2 + 100^2} = 134,63 \text{ ns} \quad T_{\text{RT}} = \theta t = 134,63 \text{ ns}$$

$$B = 1 / (2 * \theta t) = 1 / (2 * 134,63 \text{ ns}) = 3,71 \text{ MHz}$$

$$C = 2 * B = 2 * 3,71 = 7,42 \text{ Mbps}$$

Ejercicio 9

- 9) Se estima que una fibra tiene un ancho de banda óptico de 500 MHz-Km. Calcule su dispersión en ns/Km, y determine el tiempo de subida de un pulso en una longitud de 5 Km de esta fibra.

Rpta: 1 ns/Km y 5 ns.

$$B_{\text{optica}} = 500 \text{ MHz-Km}$$

$$B_{\text{optica}} = B \cdot L = 1/(2D)$$

$$D = 1/(2 \cdot B_{\text{optica}}) = 1/(2 \cdot 500 \text{ MHz-Km}) = 1 \text{ ns/Km}$$

$$\Delta t = D \cdot L = 1 \text{ ns/Km} \cdot 5 \text{ Km} = 5 \text{ ns}$$

Ejercicio 10

- 10) Un sistema de fibra óptica utilizó un detector con un tiempo de subida de 3 ns y una fuente con un tiempo de subida de 2 ns. Si se utilizó un código NRZ con una tasa de datos de 200 Mbps en una distancia de 25 Km. Calcule:
- a) La dispersión total máxima permitida.

$$B = 1/(2\Delta t) \quad \Delta t = 1/(2 \cdot B) = 1/(2 \cdot 100 \text{ MHz}) = 5 \text{ ns}$$

- b) El tiempo de subida de la fibra.

$$T_{\text{Rf}} = ?$$

$$T_{\text{Rf}}^2 = T_{\text{RT}}^2 - T_{\text{Rtx}}^2 - T_{\text{Rtx}}^2$$

$$T_{\text{RT}} = \Delta t = 5 \text{ ns}$$

$$T_{\text{Rtx}} = 2 \text{ ns}$$

$$T_{\text{Rtx}} = 3 \text{ ns}$$

$$T_{\text{Rf}}^2 = 5^2 - 2^2 - 3^2 \quad \text{De donde } T_{\text{Rf}} = 3,46 \text{ ns}$$

- c) La dispersión máxima aceptable para la fibra.

$$D_f = T_{\text{Rf}} / L = (3,46 \text{ ns}) / 25 \text{ Km} = 0,1384 \text{ ns/Km}$$

- d) El ancho de banda óptico de la fibra

$$B = 1/(2\Delta t) \quad \text{para la fibra } \Delta t = T_{\text{Rf}}$$

$$B = 1/(2 \cdot T_{\text{Rf}}) = 1/(2 \cdot 3,46 \text{ ns}) = 144,5 \text{ MHz}$$

$$B_{\text{optico fibra}} = B \cdot L = 144,5 \text{ MHz} \cdot 25 \text{ Km} = 3,61 \text{ GHz - Km}$$

Rpta: a) 5 ns b) 3.46 ns c) 0,1386 ns/km d) 3,61 GHz-km