

Práctico N° 7: Fibra óptica

Ejercicio N° 1

Para una fibra óptica multimodo de índice escalón, con un índice de refracción del núcleo $n_1 = 1,55$ y un índice de refracción de la cubierta $n_2 = 1,5$, calcular la apertura numérica NA, el ángulo crítico y el ángulo máximo de entrada o aceptación.

Rta: $NA = 0,3905$, $\vartheta_c = 75,40^\circ$ y $\vartheta_{ent} = 22,98^\circ$

Ejercicio N° 2

Teniendo en cuenta los datos del punto 1, determinar si un haz de luz que incide en la interfase núcleo-cubierta con un ángulo de 60° respecto de su normal, se refleja o se refracta. Determinar además el ángulo de salida.

Rta: Se refracta, con ángulo de refracción $\theta_2 = 63,49^\circ$

Ejercicio N° 3

Teniendo en cuenta los datos del punto 1, determinar si un haz de luz que incide en la interfase núcleo-cubierta con un ángulo de 13° respecto de la misma se refleja o se refracta. Determinar además el ángulo de salida.

Rta: Se refleja, con ángulo de incidencia $\theta_2 = \theta_1 = 77^\circ$

Ejercicio N° 4

Teniendo en cuenta los datos del punto 1, determinar si un haz de luz que incide en la interfase aire-núcleo con un ángulo de 25° respecto de su normal, se propaga dentro de la fibra por “*reflexión interna total*”. Analizar la trayectoria del mismo.

Rta: El haz no se propaga por la FO, escapa con ángulo de refracción $\vartheta_2 = 83,82^\circ$

Ejercicio N° 5

Teniendo en cuenta los datos del punto 1, determinar si un haz de luz que incide en la interfase aire-núcleo con un ángulo de 12° respecto de su normal, se propaga dentro de la fibra por “*reflexión interna total*”. Analizar la trayectoria del mismo.

Rta: El haz se propaga por la FO por Reflexión interna total con ángulo $\vartheta_2 = 82,291^\circ$

Ejercicio N° 6

En la figura podemos observar la representación gráfica de una fibra óptica multimodo de índice escalón donde un haz de luz que incide en la interfase aire-núcleo con un ángulo α termina finalmente escapándose del núcleo de la FO con un ángulo λ . Calcular n_1 y n_2 .

Rta: $n_1 = 1,49048$ y $n_2 = 1,4822$

Ejercicio N° 7

Para una fibra óptica multimodo de índice escalón con $NA = 0,275$ calcular los valores del índice de refracción del núcleo (n_1) y el índice de refracción de la cubierta (n_2) conociendo que el primero es 1,9 % mayor que el segundo.

Rta: $n_1 = 1,41745$ y $n_2 = 1,3905$

Ejercicio N° 8

Considerando que en los extremos de la FO estudiada en el punto anterior se encuentran operando Emisores/Receptores ópticos trabajando en la segunda ventana a 855 nm, calcular la frecuencia (en THz) del haz dentro de la FO.

Rta: $F(\text{THz}) = 247,54 \text{ THz}$

Ejercicio N° 9

Se necesita calcular un enlace entre 2 switches ATM que son parte de una MAN usando FO multimodo estandarizada EIA 492, con emisor LED que transmiten en la primera ventana (850 nm) con una potencia de 0 dBm y con un receptor de sensibilidad -25 dbm. Los switch ATM permiten configurar el bitrate del enlace a 622 o 155 Mbps y la distancia entre los mismos es de 3000 m. La FO ha de tener necesariamente 3 empalmes (0,3 dB c/u) y entonces tendrá 4 pares de conectores (0,7 dB c/u). El efecto de ensanchamiento de los pulsos por la dispersión limita la capacidad de esta FO a 500 Mbps.Km. Se requiere:

a) Determinar si el enlace funcionará.

Rta: La FO funcionará, ya que cumple la factibilidad técnica.

b) Informar el máximo bitrate (Mbps) a la que podrá operar el enlace con una calidad óptima.

Rta: Máximo bitrate = 155 Mbps.

c) Determinar en el receptor óptico, sabiendo que es PIN, la Energía en eV.

Rta: $E_f(\text{eV}) = 1,025 \text{ eV}$.

Ejercicio N° 10

Una empresa instalada en un parque industrial, necesita vincular la LAN que tiene montada en un edificio utilizado como depósito, con la LAN operando en el edificio de Producción.

Se pretende evaluar para eso un enlace de FO para una red MAN utilizando los ductos de servicios existentes y equipos convertidores de medio (Media Converter) con las siguientes características:

- Interface LAN: 10/100/1000 Mbps
(Configurable).

- Interfase MAN: 100 /1000 Mbps
(Configurable).

Tipo de FO (μm)	λ (nm)	Ptx (dBm)	Srx (dBm)
62.5/125	850	-4	-17
62.5/125	1310	-4	-17
50/125	1310	-4	-17
9.3/125	1310	0	-22

La distancia entre los MC, utilizando los ductos de servicios que unen ambos edificios, es de 3500 metros y será necesario realizar dos empalmes en la FO utilizando 4 pares de conectores para unir la FO a los MC, dos en cada extremo. Cada empalme introduce una atenuación de 0,8 dB, cada par de conectores introduce una atenuación de 1,2 dB y la FO tiene máxima atenuación por Km según especificación técnica. El efecto de ensanchamiento de pulsos por dispersión limita la capacidad a 500 Mbps.Km (EIA 492) y 600 Mbps.Km (G.651).

Se requiere:

a) Determinar máximo bitrate a configurar el MC para que funcione correctamente el enlace.

Rta: Máximo bitrate = 1000 Mbps (utilizando FO monomodo G.652)

b) Informar la configuración del MC (interfase LAN, MAN, λ , etc) y tipo de FO estandarizada que debería instalar la empresa según lo determinado en el punto anterior.

Rta: LAN: 1000 Mbps; MAN: 1000 Mbps, FO G.652, 1310 nm

c) Determinar el máximo bitrate al que se puede configurar el MC para que funcione correctamente el enlace si por motivo de costos, sólo se pudiera utilizar fibras multimodo.

Rta: Máximo bitrate = 100 Mbps utilizando FO EIA 492/G651 en 1310 nm

d) Calcular cuál es la máxima distancia a la que pueden estar instalados los MC para que operen correctamente a 1 Gbps utilizando cualquier tipo de fibra estándar.

Rta: EIA 492 = 500 m, G.651 = 600 m, G.652 = 15,6 km