

Pr.B Boletín de problemas de la Unidad Temática B.II: Transmisión de señales luminosas

Pr.B.3. Propagación de la luz en guías de onda

1. Una onda plana incide de un medio más denso (índice de refracción $n_{r1}=3,6$) a uno menos denso (índice de refracción $n_{r2}=2,2$) con un ángulo de incidencia de $\theta=40^\circ$. Calcular las fases de las ondas reflejadas de los modos TE y TM.
2. Dada una guía plana con índice de refracción del núcleo (película) $n_{rp}=3,5$ y con índice de refracción del sustrato y del recubrimiento igual para ambos y de valor $n_{rs}=3,0$. Calcular el grosor máximo del núcleo para que no se propaguen más de 6 modos para $\lambda=1,5\mu\text{m}$.
3. Dada una guía asimétrica con los siguientes índices de refracción para el núcleo, el recubrimiento y el sustrato respectivamente: $n_{rp}=3,5$, $n_{rt}=1,5$ y $n_{rs}=3,0$. La altura del núcleo vale $h=10\mu\text{m}$. Calcular el número de modos permitidos en la guía para una longitud de onda $\lambda=1,5\mu\text{m}$.
4. Una fibra multimodo con cambio de índice de refracción con perfil escalón tiene un índice de refracción $n_{r1}=1,53$ en el núcleo y un índice de refracción $n_{r2}=1,48$ en el recubrimiento. Calcular el ángulo crítico para que se produzca una reflexión interna total y el ángulo máximo de entrada si el rayo viene del aire.
5. Dada una guía plana de grosor $h=2\mu\text{m}$ y cuyos índices de refracción son en el núcleo $n_{r1}=3,6$ y en el recubrimiento $n_{r2}=3,3$. Calcular el número de modos TE que se propagan para $\lambda=0,8\mu\text{m}$. Compárense los resultados con los obtenidos mediante la óptica geométrica.
6. Dada una guía plana con índices de refracción del núcleo y del recubrimiento $n_{r1}=3,4$ y $n_{r2}=3,2$ respectivamente, calcular el máximo grosor para que se propague un solo modo TE de longitud de onda $\lambda=0,8\mu\text{m}$.
7. Dada una fibra óptica cuyo núcleo tiene un radio de $a=4\mu\text{m}$ y un índice de refracción de $n_{r1}=1,5$ y con un recubrimiento con índice de refracción de $n_{r2}=1,47$, calcular la longitud de onda de corte de la fibra teniendo en cuenta que es monomodo.
8. Calcular el máximo radio permitido para una fibra monomodo cuyos índices de refracción para el núcleo y el recubrimiento son $n_{r1}=1,55$ y $n_{r2}=1,48$ respectivamente, sabiendo que la longitud de onda de la señal es $\lambda=1,55\mu\text{m}$.

9. Calcular la dispersión temporal, el número máximo de bits que se pueden transmitir y el ancho de banda de una fibra óptica con índice de refracción gradual cuyos valores son para el núcleo $n_{r1}=1,53$ y para el recubrimiento $n_{r2}=1,50$. La longitud de la fibra es $l=1\text{km}$.
10. Calcular la dispersión temporal, el número máximo de bits que se pueden transmitir y el ancho de banda para dos fibras ópticas con las siguientes características: índice de refracción del núcleo para ambas $n_{r1}=1,53$, una está recubierta por un material con índice de refracción $n_{r2}=1,50$ con variación brusca del índice de refracción y la otra no está recubierta (el recubrimiento es aire). La longitud de las fibras es $l=1\text{km}$.
11. Calcular las pérdidas de Fresnel para un conector de fibra cuyo índice de refracción del núcleo es $n_{r1}=1,50$.
12. Dado un acoplador direccional para dos guías planas, con una constante de acoplamiento $K=50\text{cm}^{-1}$ y unas pérdidas igual a $\alpha_{\text{pérdidas}}=50\text{cm}^{-1}$, calcular la longitud de interacción y el rendimiento de transferencia del acoplador.
13. Dado un acoplador/multiplexor de 4 entradas y 4 salidas, se le inyecta en la entrada I_1 $250\mu\text{W}$ de potencia luminosa. Se mide en todas sus salidas un total de $205\mu\text{W}$. Por otra parte se mide una presencia de potencia luminosa de $1,5\mu\text{W}$ en la entrada I_2 . Determinar el aislamiento entre puertos y el rendimiento del acoplador.
14. Calcular la potencia acoplada desde un SLED con potencia luminosa, $P_{\text{LED}}=500\mu\text{W}$ a una fibra de cambio de índice de refracción escalón y cuya apertura numérica vale $NA=0,24$. El coeficiente de transmisión entre el LED y la fibra vale $T=0,9$.
15. En un circuito receptor de fibra óptica, se utiliza un fotodiodo PIN cuyo tiempo de subida vale $t_D=2\text{ns}$ y con una capacidad parásita $C_D=5\text{pF}$. Calcúlese el ancho de banda de 3dB con una carga de $R_L=1\text{M}\Omega$ y la resistencia de carga, R_L , que se necesita si se quiere un ancho de banda de 10MHz.