

1 Fibre à saut d'indice

Une fibre optique à saut d'indice possède un indice de coeur $n_1 = 1,46$, un indice de gaine $n_2 = 1,44$ et un rayon de coeur $a = 25\mu m$.

- Calculer l'ouverture numérique ON.
- Quel est l'angle maximum θ_{\max} du cône d'entrée pour un faisceau injecté dans la fibre optique?
- Calculer pour cette fibre optique la fréquence normalisée V pour une longueur d'onde $\lambda = 1300\text{ nm}$.
- La fibre est-elle monomode? Quelle dimension devrait avoir le rayon du coeur pour qu'elle le soit?
- Estimer le débit maximum permis par cette fibre à $\lambda = 1300\text{ nm}$ sur une longueur de 10 km .

2 Guide diélectrique plan

Dans ce qui suit, les indices optiques n_1, n_2, n_3 ont pour valeur $n_1 = 1, n_2 = 1.45, n_3 = 1.3$. On considère la figure 1 où une onde plane dont le champ électrique est orthogonal au plan xOz éclaire depuis le milieu d'indice n_2 le plan d'équation $x = 0$ qui sépare les milieux d'indice n_2 et n_3 .

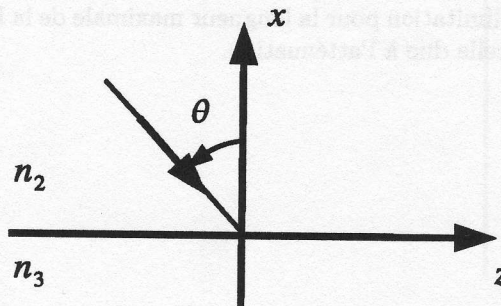


Figure 1: réflexion et transmission sur une surface de discontinuité

- Représenter la variation du coefficient de réflexion en fonction de l'angle d'incidence.
- Qu'appelle-t-on réflexion totale?
- Quel est la valeur de l'angle limite θ_l ?
- On éclaire le plan par une onde plane inclinée de $\theta = 78^\circ$ par rapport à l'axe Ox . À quelle distance de l'interface, exprimée en longueur d'onde, l'amplitude de l'onde transmise est-elle divisée par 2?
- Quelle est la phase du coefficient de réflexion r_{23} ?

La couche d'indice n_2 est insérée entre les milieux d'indice n_1 et n_3 . (voir figure 2) pour former un guide diélectrique plan.

- On travaille à $\lambda = 1,55\mu m$, On écrit la dépendance en z sous la forme $\exp(-i\gamma z)$. Expliquer pourquoi γ appartient à un intervalle $[\gamma_1, \gamma_2]$ et donner les valeurs de γ_1 et γ_2 .
- Qu'appelle-t-on relation de dispersion?
- La longueur d'onde de coupure du premier mode vaut $\lambda_c = 1,58\mu m$. quelle est l'épaisseur du guide?

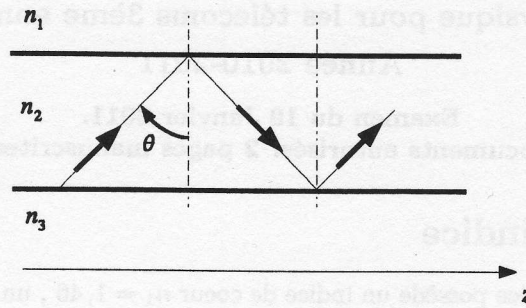


Figure 2: guide diélectrique

3 Liaison sur fibre optique monomode

Soit une liaison sur fibre optique monomode. Une diode laser monomode émet une puissance dans la fibre $P_e = 1 \text{ mW}$ à $\lambda = 1.3 \text{ }\mu\text{m}$ avec une largeur spectrale $\Delta\nu = 2 \text{ GHz}$. La fibre optique présente un affaiblissement global $A = 0,3 \text{ dB/km}$ et une dispersion $D = 18 \text{ ps.nm}^{-1}.\text{km}^{-1}$ à cette longueur d'onde.

- On souhaite transmettre sur une distance $L_0 = 100 \text{ Km}$. Calculer la puissance, en *Watt* et en *dBm*, en bout de fibre.
- On place en bout de fibre un récepteur photodiode. On exige une puissance minimale sur la photodiode de $P_{\min} = -27 \text{ dBm}$. Quelle est la longueur maximale de la liaison permise sous ces conditions?
- La transmission doit pouvoir fonctionner avec un débit $B = 40 \text{ Gb/s}$. La dispersion de la fibre optique constitue une autre limitation pour la longueur maximale de la liaison. Comparer la limitation due à la dispersion avec celle due à l'atténuation.