



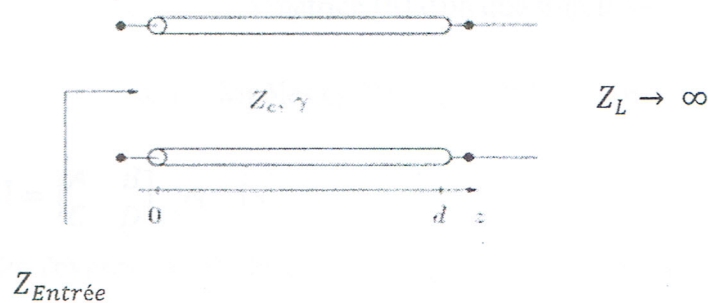
Epreuve 2 : Micro-ondes et Optoélectroniques

Durée 2 h 00

Partie I: Micro-ondes

Exercice N° 1 : (4 points)

On considère une ligne de transmission sans pertes de longueur d avec des paramètres Z_c et $\gamma = j\beta$

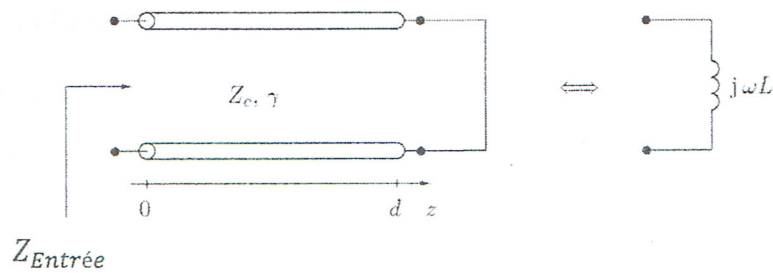


- L'onde incidente est une onde progressive de la forme : $V_i(z, t) = V_i e^{j(\omega t - \beta z)}$
- L'onde réfléchiée est une onde régressive de la forme : $V_r(z, t) = V_r e^{j(\omega t + \beta z)}$

1. Calculer le coefficient de réflexion à la charge
2. Vérifier que la tension aux bornes de cette ligne s'écrit :

$$V(z, t) = 2V_i e^{j\omega t} \cos(\beta z).$$

L'impédance d'entrée d'une ligne sans pertes terminée par un court circuit est $Z_{Entrée} = j\omega L$, si l'inductance $L = 10 \text{ nH}$ à 1 GHz avec une ligne d'impédance caractéristique $Z_c = 50 \Omega$



3. Déterminer la longueur de la ligne d .

Exercice N° 2 : (6 points)

Soit un quadripôle dont la matrice $[S]$ est donnée par :

$$[S] = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix}$$

1. Quelles relations vérifient les coefficients de la matrice $[S]$ si le quadripôle est :

- réciproque
- symétrique

Ecrire la forme simplifiée de la matrice $[S]$ d'un quadripôle réciproque et symétrique.

On monte en cascade deux quadripôles Q ($[S]$) et Q' ($[S']$) réciproques et symétriques :

$$[S] = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad [S'] = \begin{bmatrix} A' & B' \\ C' & D' \end{bmatrix}$$

2. Etablir l'expression de la matrice $[S_R]$ du quadripôle résultant Q_R (on utilisera la forme simplifiée de la matrice établie à la question précédente).

Ce quadripôle est-il réciproque ?

3. Si Q et Q' sont identiques quelle condition doivent vérifier les coefficients de la matrice $[S]$ de Q pour que le quadripôle résultant Q_R soit adapté sur tous ses accès.

Partie II : Optoélectronique

Exercice N°1 : (4 points)

On compare deux structures de photodiodes en InGaAs, une photodiode PIN et une photodiode PDA à avalanche de gain M et de facteur de bruit $F(M) = M^{1/2}$. Un signal optique arrive sur la photodiode en sortie d'une fibre optique. Sa puissance optique moyenne est P_s et sa fréquence maximale 1 GHz.

1. Pour un rendement quantique du détecteur de $\eta = 80\%$, exprimer la sensibilité et la calculer dans la troisième fenêtre spectrale d'une fibre optique en silice à $\lambda_{III} = 1550$ nm.
2. Exprimer le courant moyen du signal optique pour les deux photodiodes.

Exercice N°2 : (6 points)

Soit une fibre optique monomode à saut d'indice de diamètre de cœur $d = 8.5$ μm , avec un indice de cœur $n_1 = 1.48$ et un indice de gaine $n_2 = 1.475$.

1. Calculer l'ouverture numérique ON et en déduire l'angle de divergence θ_G du faisceau gaussien de sortie de la fibre optique.
2. Quel doit être le diamètre de cœur maximum pour que cette fibre optique soit en fonctionnement monomode à partir de $\lambda = 1200$ nm ?
3. Pour $\lambda_{II} = 1300$ nm et $\lambda_{III} = 1550$ nm, calculer la fréquence normalisée V .
4. Donner une expression approchée du rayon du mode optique W_0 et le calculer.

Les dispersions chromatiques dans les deux fenêtres de transmission de la fibre optique à saut d'indice λ_{II} et λ_{III} sont $D_{1300} = 3$ ps.km⁻¹.nm⁻¹ et $D_{1550} = 18$ ps.km⁻¹.nm⁻¹.

5. Si l'on considère une DEL émettant à $\lambda_{II} = 1300$ nm et ayant une largeur spectrale $\Delta\lambda = 50$ nm, déterminer l'étalement d'une impulsion sur longueur de 10 km.
6. Si l'on considère une diode laser émettant à $\lambda_{III} = 1550$ nm et ayant un spectre sous modulation de largeur $\Delta V = 10$ GHz, quel est l'étalement sur une longueur $L = 100$ km ?