



Epreuve 2 : Théorie du signal

Durée : 01h 30

Exercice 1 : (6,5 pts)

On considère une information analogique $x(t)$ à temps continu qui subit les opérations suivantes:

- Conversion Analogique Numérique (Echantillonnage + Quantification), Mise en forme, Modulation,

Bruit additif Gaussien, Démodulation, Conversion Numérique-Analogique.

Expliquer brièvement l'intérêt de chacune de ces opérations. Préciser ensuite l'effet de ces transformations sur le signal d'entrée (en d'autres termes, comment le signal ou/et son spectre sont-ils modifiés par chaque opération ?).

Exercice 2 : (6,5 pts)

Considérant une SIR (Suite d'Impulsions Rectangulaires) centrée de période $T=100\mu s$, de largeur $t=20\mu s$ et d'amplitude $A=10V$,

- 1) Déterminez les raies spectrales qui constituent le premier lobe du sinus cardinal.
- 2) calculez le pourcentage de puissance comprise dans ce premier lobe;
- 3) On applique cette SIR à un filtre passe-bas d'ordre 1 dont la fonction de transfert est

$$H(j, f) = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_c}}$$

Pour $f_c = 10$ kHz ; que valent l'amplitude et la phase des composantes 10 kHz, 40 kHz et 150 kHz ?

Exercice 3 : (7 pts)

On considère le signal $x(t) = \Pi(t/T)$.

- 1) Tracer le graphe de $y(t) = x(t) + x(t - \frac{T}{2})$ et calculer sa Transformée de Fourier (TF).

On introduit le signal de période $2T$ défini par $z(t) \triangleq \sum_{n=-\infty}^{\infty} y(t - 2nT)$ et on décompose $z(t)$ en série de Fourier sous la forme :

$$z(t) \triangleq \sum_{n=-\infty}^{\infty} Z_n e^{j2\pi \frac{n}{2T} t}$$

- 1) Exprimer le coefficient Z_n en fonction d'une intégrale faisant apparaître le signal $y(t)$.
- 2) Donner l'expression de Z_n en fonction de la T.F de $y(t)$ en un point particulier que l'on précisera et calculer Z_n .



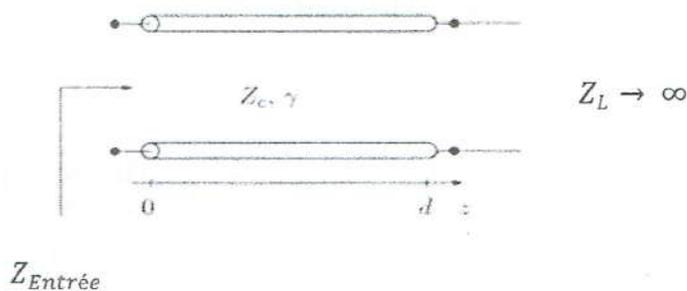
Epreuve 2 : Micro-ondes et Optoélectroniques

Durée 2 h 00

Partie I: Micro-ondes

Exercice N° 1 : (4 points)

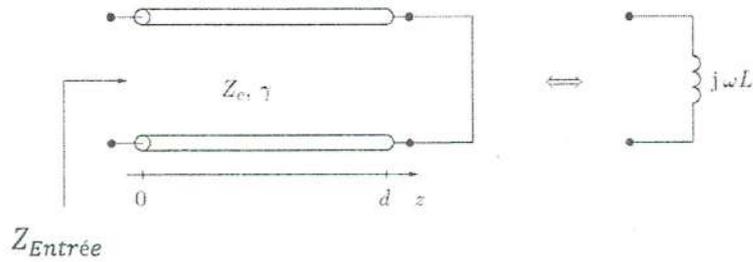
On considère une ligne de transmission sans pertes de longueur d avec des paramètres Z_c et $\gamma = j\beta$



- L'onde incidente est une onde progressive de la forme : $V_i(z, t) = V_i e^{j(\omega t - \beta z)}$
- L'onde réfléchie 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 $L = 10$ 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 :

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

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 au 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 $\Delta\nu = 10$ GHz, quel est l'étalement sur une longueur $L = 100$ km ?