

Nature de l'épreuve : Examen

Section : MREESC1/Epreuve :
Composants optoélectroniques

Durée de l'épreuve : 1h et 30 min

Documents : non autorisés

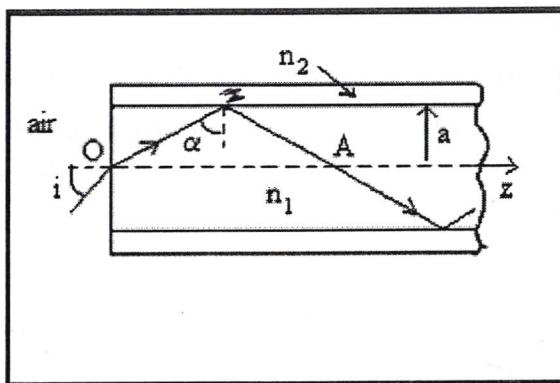
Exercice 1: (4 pts)

Définir les termes suivants :

- Fibre optique
- Laser
- Dispersion
- Dispersion chromatique
- Emission spontanée
- Emission stimulée
- Diode Laser à double hétérojonction

Exercice 2: (6 pts)

Une fibre optique cylindrique à saut d'indice, d'axe Oz , est constituée d'un milieu transparent homogène et isotrope (appelé cœur), de rayon $a=50 \mu\text{m}$, d'indice optique $n_1=1,50$, entouré d'un autre milieu transparent homogène et isotrope (appelé gaine) d'indice $n_2=1,47$



- 1) Ecrire les lois de Descartes aux points O et I.
- 2) Exprimer la valeur minimale de l'angle α noté α_C , en fonction de n_1 et n_2 pour qu'il y ait réflexion totale au point I, ($\alpha > \alpha_C$). Calculer α_C .
- 3) En déduire que l'angle i à l'entrée de la fibre doit rester inférieur à une valeur i_{max} , que l'on exprimera en fonction de n_1 et n_2 , pour qu'il y ait réflexion totale au point I. Calculer i_{max} .

Exercice 3: (10 pts)

- 1) On considère une diode laser de type DH en GaAs / $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$

a- Calculer la longueur d'onde d'émission

On donne : $E_G(\text{GaAs})=1,42 \text{ eV}$

b- Quelle est l'épaisseur maximale de la couche active d_{\max} , pour que la diode laser conserve un fonctionnement monomode transverse pour $x=0,3$.

On rappelle la relation qui donne l'indice de réfraction du composé $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ en fonction de x :

$$n(x)=3,59 - 0,91x + 0,091x^2$$

- 2) Les données concernant un laser DH de type Fabry_Perot (InGaAsP / InP), émettant à $\lambda=1,55\mu\text{m}$, sont les suivantes :

Longueur de la cavité	$L=300 \mu\text{m}$
Gain différentiel	$a=2,5 \cdot 10^{-16} \text{ cm}^2$
Densité de transparence	$n_0=10^{18} \text{ cm}^{-3}$
Facteur de confinement	$r=0,3$
Pertes internes	$\alpha_i=40 \text{ cm}^{-1}$
Indice de la couche active	$n_r=3,4$
Epaisseur	$d=0,2 \mu\text{m}$
Durée de vie des électrons	$\tau=2 \cdot 10^{-9} \text{ s}$

- a- Calculer la séparation des modes $\delta\lambda$ de cette diode.
- b- Calculer le nombre des modes longitudinaux possibles émis par la diode laser précédente, sachant que la largeur à mi-hauteur du spectre de gain est $\Delta\nu=5 \text{ THz}$
- c- Calculer la valeur de la densité de courant de seuil J_s .
- d- La couche active a la forme d'un ruban plat ; sa largeur est $w=2 \mu\text{m}$.
Calculer la valeur du courant de seuil I_s .
- e- Calculer l'efficacité quantique différentielle externe η_{ext} (prendre $\eta_i=1$)
- f- Calculer la puissance émise par chaque face pour un courant $I=40 \text{ mA}$.

Bon travail

Institut Supérieur de
l'Informatique de Médenine



Année Universitaire :
2021/2022

Semestre 2

Mesures Hyperfréquences

Examen de la session principale

Durée: 1 Heure 30 Min

Exercice I

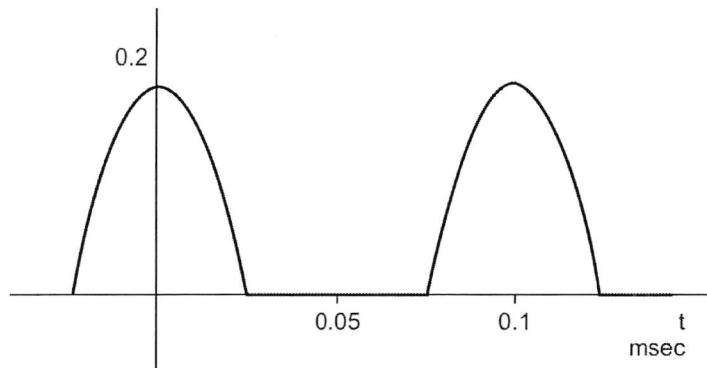
1. Convertir les tensions suivantes en $\text{dB}\mu\text{V}$ et dBm : (3 Points)
 - 3.5 V,
 - 150 μV ,
 - 40 mV,
 - 0.25 V.
2. Convertir les quantités suivantes en V : (3 Points)
 - -45 $\text{dB}\mu\text{V}$,
 - +35 dBmV,
 - -75 dBV,
 - +16 $\text{dB}\mu\text{V}$.

Exercice II

1. Quelles sont les différences entre un analyseur de réseaux vectoriel (VNA) et un analyseur de spectre (SA) ? (1.5 Points)
2. Mentionner la fonction d'un splitter et celle d'un coupleur dans le VNA. (2 Points)
3. A quoi sert la calibration ? (1 Point)
4. Quels sont les blocs principaux d'un VNA ? (1.5 Points)

Exercice III

Soit un signal de la forme suivante :



1. Déterminez l'amplitude et la fréquence de la fondamentale. (2.5 Points)
2. Si le signal est une tension présente aux bornes d'une résistance de 75Ω , quel est le niveau de puissance en dBm de fondamentale ? (2.5 Points)
3. Trouvez l'amplitude de la deuxième harmonique et exprimez-la en décibels par rapport à la fondamentale. (3 Points)

On donne la série de Fourier du signal :

$$x(t) = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{2} \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + \frac{2}{3\pi} \cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) \quad , T \text{ est la période}$$

Institut Supérieur de
l'Informatique de Médenine



Année Universitaire :
2021/2022

Semestre 2

Circuits et Systèmes RF

Examen de la session principale

Durée: 1 Heure 30 Min

On utilisera la même impédance de référence $Z_0 = 50 \Omega$ (pour chaque port) dans les exercices I et II.

Exercice I

Considérons un réseau à deux ports avec une impédance en parallèle Z (Fig. 1).

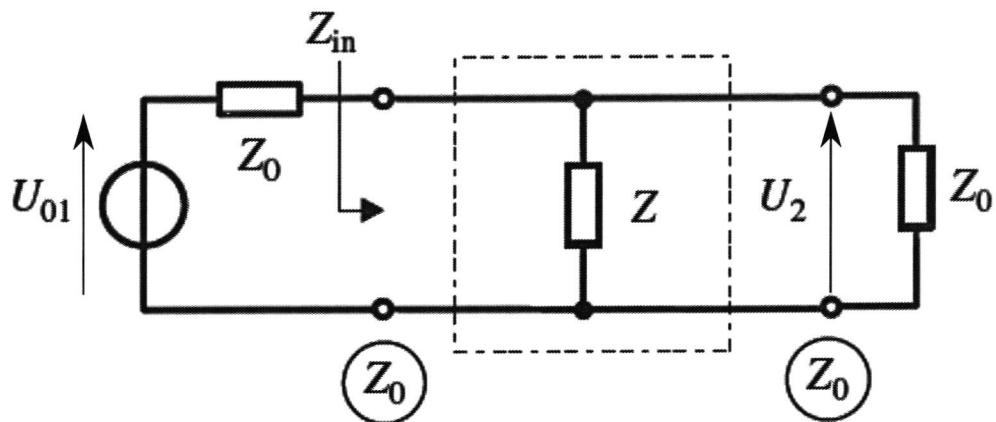


FIGURE 1 – Réseau à deux ports avec impédance en parallèle Z .

1. Chercher Z_{in} . (1 Point)
2. Trouver le paramètre S_{11} de la matrice S . (1 Point)
3. Le réseau étant symétrique, donner l'expression de S_{22} . (1 Point)
4. Montrer que $S_{12} = 1 + S_{11}$. En déduire l'expression en fonction de Z et Z_0 . (1.5 Points)
5. Écrire la matrice de répartition S . (1 Point)

6. Quelles sont les propriétés de ce quadripôle ? (1 Point)
7. On remplace l'impédance en parallèle par une autre en série Z . Faire le schéma. (1 Point)
8. Donner l'expression suivante : (1 Point)

$$S_{22} = \frac{Z_0}{2Z_0 + Z}$$

9. Montrer que $S_{12} = 1 - S_{11}$. En déduire l'expression en fonction de Z et Z_0 . (1.5 Points)
10. Écrire la matrice de répartition S . (1 Points)

Exercice II

La cascade de deux quadripôles, comme illustré à la Fig. 2, est constituée d'une impédance en parallèle Z et une ligne de transmission adaptée de longueur ℓ . Ce réseau est terminé par une charge Z_A .

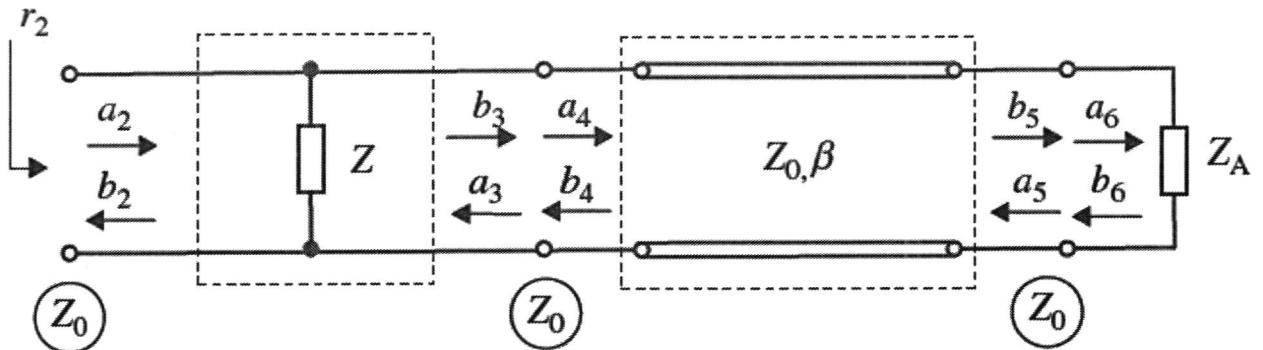


FIGURE 2 – Quadripôles en cascade.

1. Montrer que la matrice de répartition S de la ligne de transmission peut s'écrire comme : (1 Point)

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{44} & S_{45} \\ S_{54} & S_{55} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & e^{-j\beta\ell} \\ e^{-j\beta\ell} & 0 \end{bmatrix}$$

2. Sachant que la matrice S de l'impédance en parallèle Z est :

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{22} & S_{23} \\ S_{32} & S_{33} \end{bmatrix} = \frac{1}{2Z_0 + Z} \begin{bmatrix} -Z_0 & 2Z \\ 2Z & -Z_0 \end{bmatrix}$$

Le coefficient de réflexion r_2 est exprimé comme :

$$r_2 = S_{22} + S_{32}S_{23} \frac{r_1 S_{45} S_{54}}{1 - r_1 S_{33} S_{45} S_{54}}$$

Avec r_1 est le coefficient de réflexion au niveau de la charge.

3. Trouver l'expression de r_2 , donnée ci-dessous, par deux méthodes différentes : (4 Points)
 - a- Le calcul analytique,
 - b- Le graphe de fluence.

Le graphe de fluence de la charge est donné par :

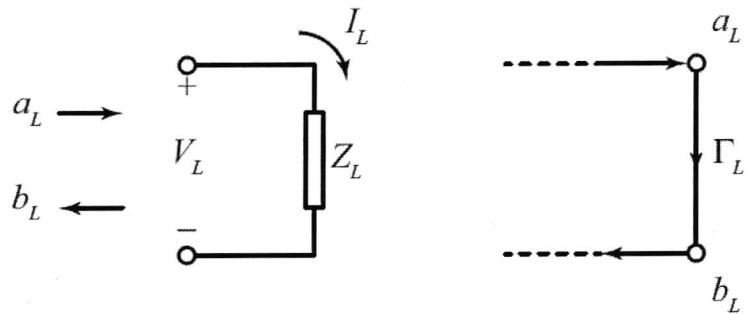


FIGURE 3 – Graphe de fluence de la charge.

Exercice III

Soit une charge $Z_L = (15 + j25) \Omega$ à adapter à une ligne de transmission d'impédance caractéristique $Z_0 = 50 \Omega$.

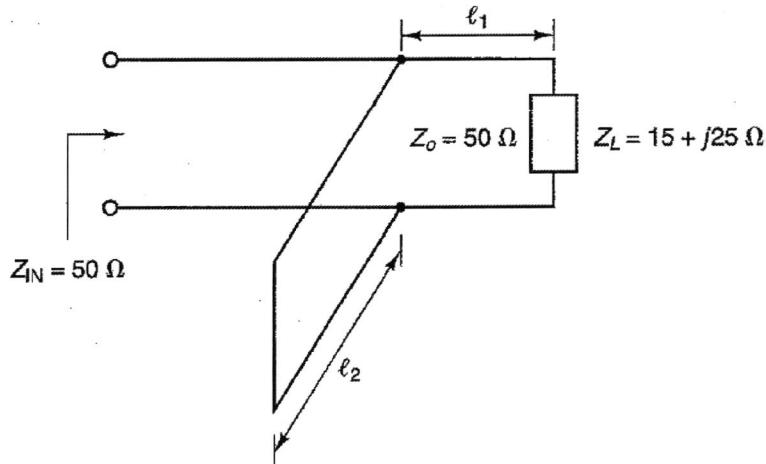


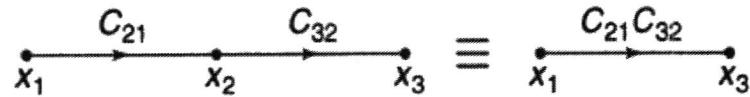
FIGURE 4 – Adaptation par un seul stub court-circuité.

1. Donner la meilleure solution pour l'emplacement ℓ_1 et la longueur ℓ_2 d'un stub court-circuité ayant une impédance caractéristique de $Z_{stub} = 50 \Omega$. (1.5 Points)
 2. Même question que la précédente, mais le stub court-circuité a une impédance caractéristique 100Ω . (2.5 Points)
- N.B :** La réponse à chaque question doit être sur un seul abaque de Smith.

Règles pour les graphes de fluence

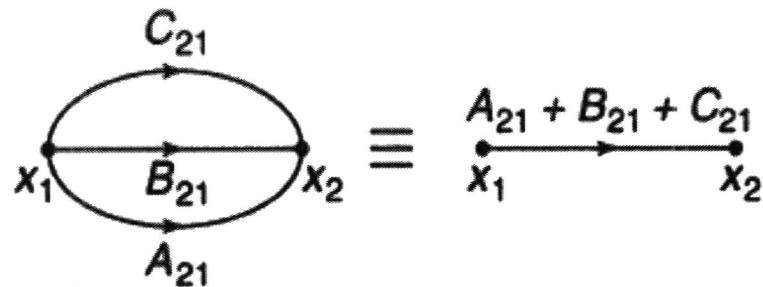
Règle 1 :

$$x_3 = C_{21}C_{32}x_1$$



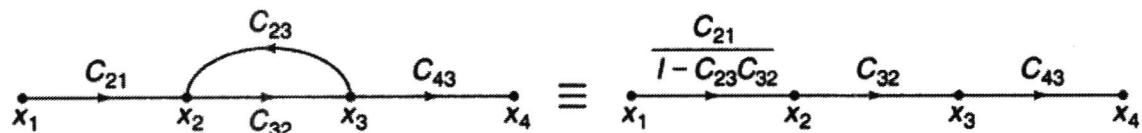
Règle 2 :

Plusieurs chemins parallèles reliant deux nœuds,

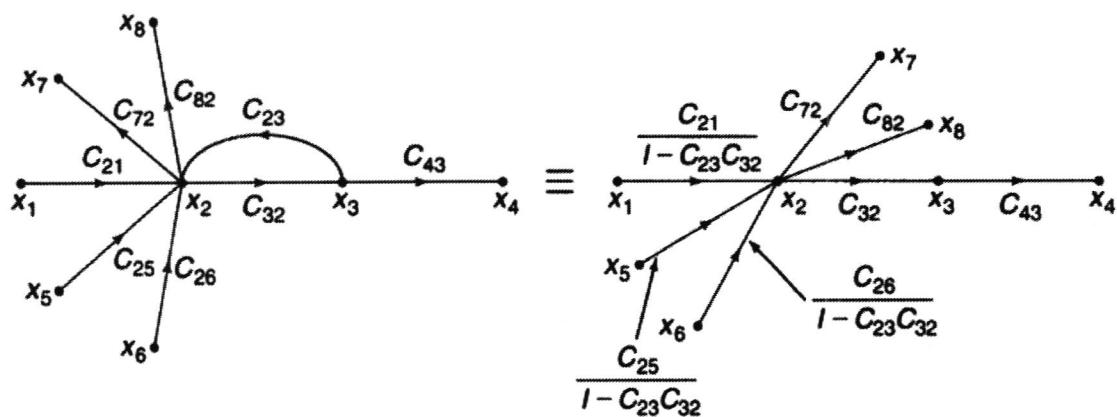


Règle 3 :

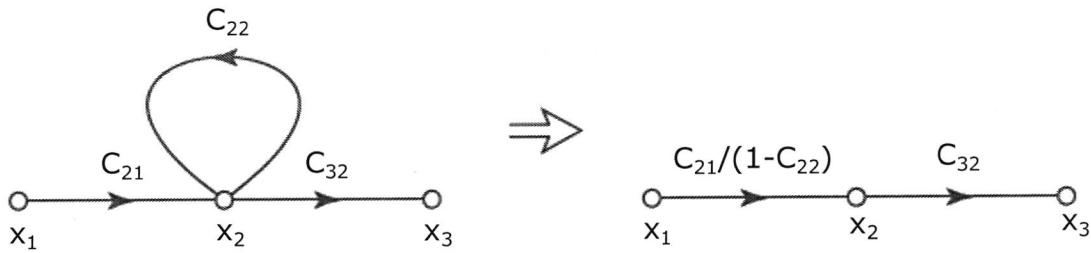
a- Une boucle de rétroaction peut être éliminée,



b- S'il y a plusieurs entrées et sorties au nœud,

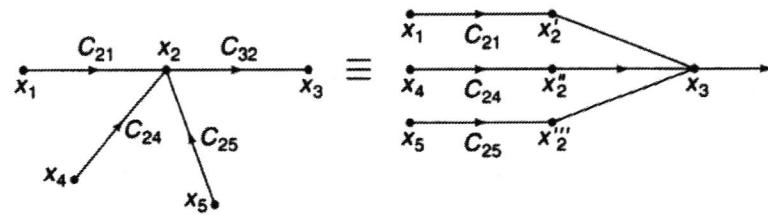


c- Une auto-boucle (une branche qui commence et se termine au même nœud) peut être éliminée,



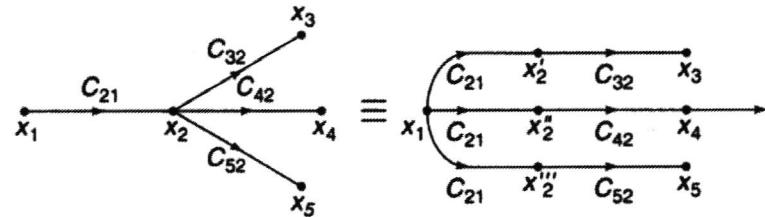
Règle 4 :

Un nœud a une seule sortie et deux entrées ou plus :

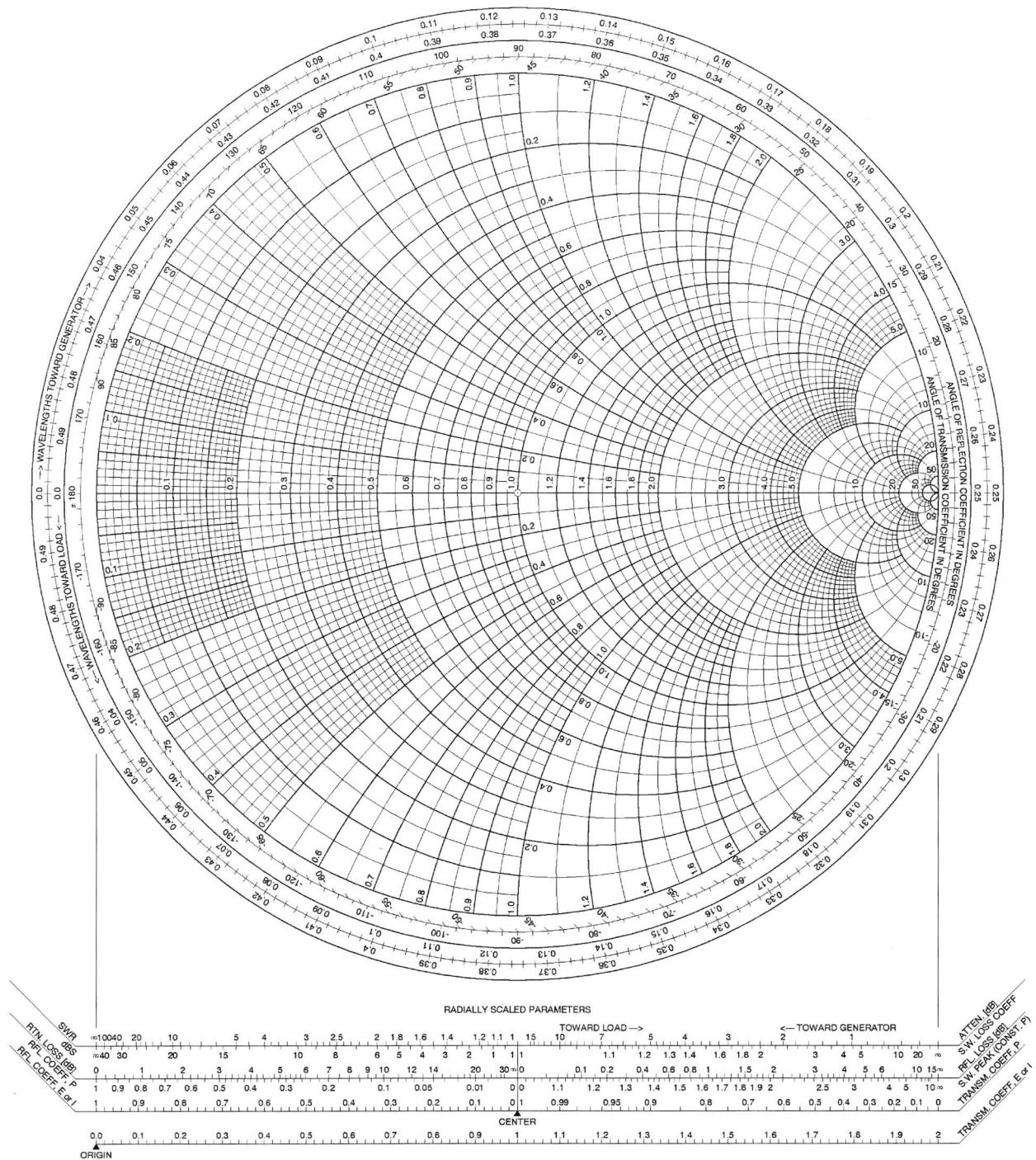


Règle 5 :

Un nœud a une seule entrée mais deux ou plusieurs sorties :



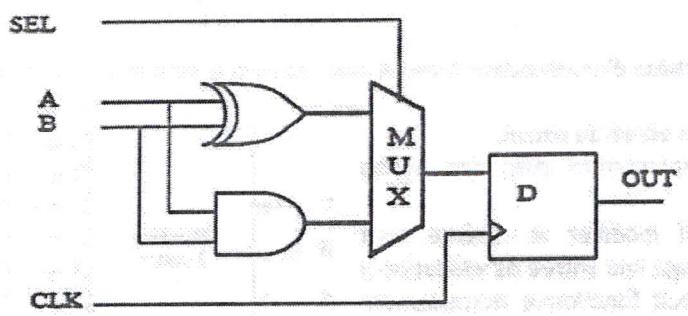
Abaque de Smith



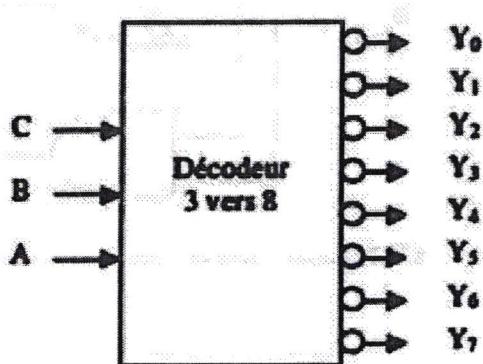
Session :	Mai 2022 – SP		
Matière :	Architecture des systèmes programmables		
Enseignante :	Dr TOIHRIA Intissar		
Filière :	MR1EEESC	A.U. :	2021/2022
Durée : 1h30	Nombre de pages : 2		
Documents :	Non autorisés		

Exercice 1 : (04 points)

Ecrire une description en VHDL à partir du circuit suivant :

**Exercice 2 : (06 points)**

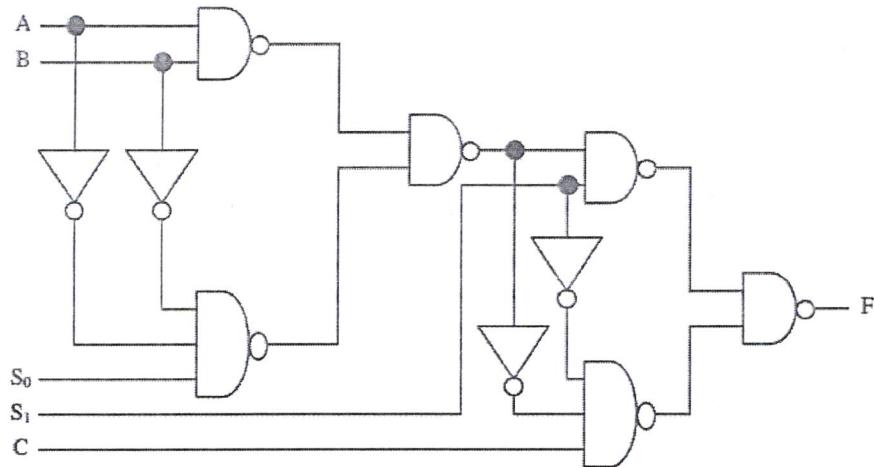
On souhaite faire la synthèse d'un décodeur 3 vers 8 avec les sorties actives au niveau bas.



1. Etablir la table de vérité du circuit.
2. Donner une implantation avec des portes NAND.
3. Ecrire la description VHDL de décodeur 3 vers 8.
4. Comment faut-il modifier le schéma pour ajouter au montage une entrée de validation V telle que le circuit fonctionne normalement quand V=1 et que toutes les sorties Yi = 1 quand V=0 ?

Exercice 3 : (05 points)

Considérons le circuit ci-dessous :



Ce circuit réalise la fonction F qui peut être contrôlée par les variables logiques S_0 , S_1 et C. On veut analyser la variation de F en fonction des valeurs de S_0 , S_1 et C et l'exprimer en fonction de A et B.

1. Etablir la forme générale de F en fonction des variables A, B, C, S_0 et S_1 .
2. En déduire la table de vérité de F en fonction de S_0 , S_1 et C.
3. Ecrire la description VHDL de circuit.

Exercice 4 : (05 points)

On désire réaliser un générateur de parité P basé sur le principe suivant : P vaut 1 quand dans un mot de 4 bits (D, C, B, A) le nombre de 1 est pair, sinon P vaut 0. On considérera que 0 fait partie des nombres dont la parité est paire.

1. Etablir la table de vérité de cette fonction.
2. Implanter cette fonction avec des portes logiques.
3. Ecrire la description VHDL de circuit.

Institut Supérieur de
l'Informatique de Médenine



Année Universitaire :
2021/2022

Semestre 2

Antennes

Examen de la session principale

Durée: 1 Heure 30 Min

Exercice I

Soit une antenne sur laquelle différentes caractérisations ont été effectué :

- Le diagramme de rayonnement dans les plans horizontaux et verticaux (Fig. 1),
- Le modèle électrique équivalent de l'antenne (Fig. 2).

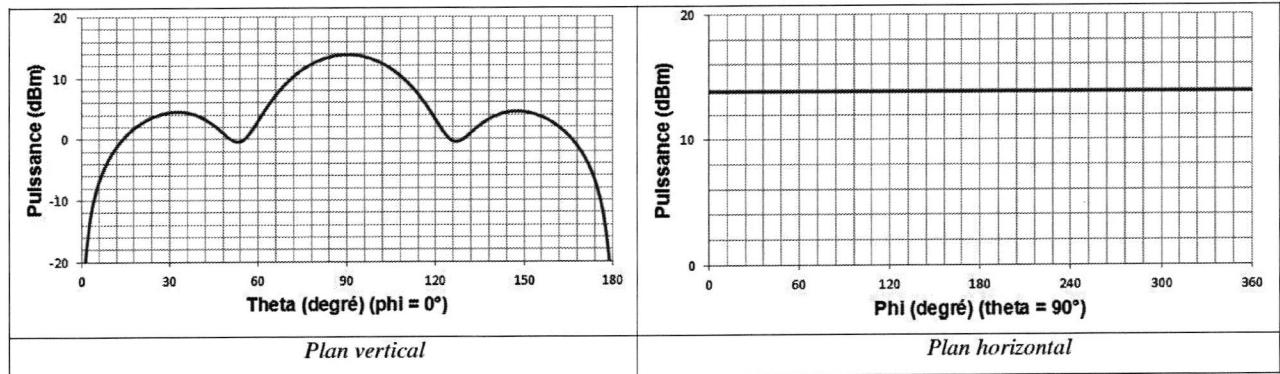


FIGURE 1 – Diagramme de rayonnement de l'antenne

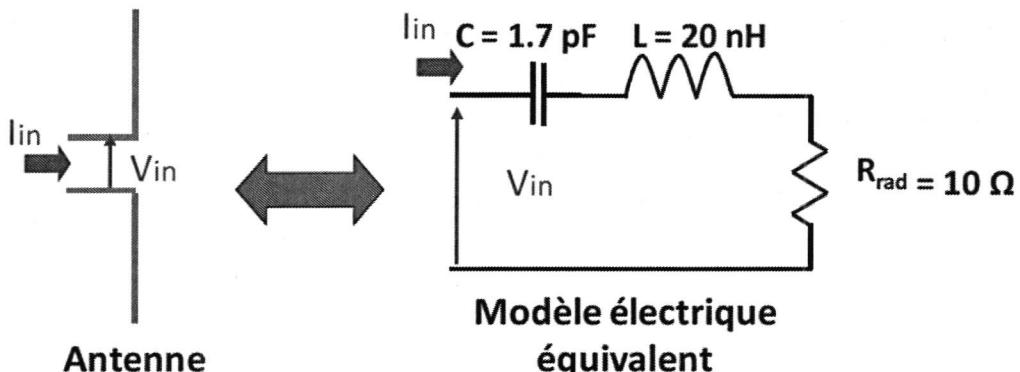


FIGURE 2 – Modèle électrique équivalent de l'antenne

- Qu'appelle t-on gain d'une antenne ? Trouver son gain. (1.5 Points)
- L'antenne est-elle omnidirectionnelle dans le plan horizontal ? Justifier. Quel est l'angle d'ouverture à 3 dB dans le plan vertical ? (1.5 Points)
- Le facteur de qualité Q d'une antenne est relié à sa bande passante BP et à sa fréquence de résonance f_r par la relation suivante :

$$Q = \frac{f_r}{BP}$$

Calculer le facteur de qualité de l'antenne. En déduire sa bande passante. (2 Points)

- L'antenne est excitée par un générateur de tension dont la résistance de sortie $R_g = 50 \Omega$. La puissance délivrée par la source est de 20 dBm. A l'aide du modèle électrique équivalent de l'antenne,
 - Calculer le coefficient de réflexion en entrée de l'antenne à la fréquence de résonance, (1.5 Points)
 - En déduire la perte par insertion (perte liée à la désadaptation de l'antenne). (1.5 Points)

Exercice II

Soit un dipôle de Hertz de longueur $\ell \ll \lambda$ placé à l'origine, parallèlement à l'axe z , parcouru par un courant uniforme d'amplitude complexe I_0 .

- Donner le potentiel vecteur $\vec{A}(\vec{r})$ au point repéré par \vec{r} , en fonction du courant électrique parcourant le dipôle. (2 Points)
- Trouver le champ lointain rayonné par l'antenne $\vec{E}(\vec{r})$. (2 Points)

On donne :

$$\vec{E} = -j\omega \vec{A}_\perp$$

Avec \vec{A}_\perp est la composante transverse à la direction de propagation \vec{r} , du potentiel vecteur \vec{A} .

- En déduire l'expression de la densité de puissance rayonnée par ce dipôle en champ lointain, d'abord par unité de surface, puis par unité d'angle solide. (2 Points)
- Calculer la directivité de l'antenne (en valeur linéaire). (1 Point)

Exercice III

Soit une antenne dont le diagramme de rayonnement, exprimé en densité de puissance rayonnée par unité de surface, est de la forme :

$$P(r, \theta, \phi) = P_0 \frac{\cos^4 \theta}{r^2}$$

pour θ compris entre 0 et $\pi/2$, et $P(r, \theta, \phi) = 0$ pour θ compris entre $\pi/2$ et π .

1. Quelles sont les directions de zéros de rayonnement et de rayonnement maximal ? Indiquer son allure sur un schéma. (3 Points)
2. Calculer la directivité de l'antenne (en valeur linéaire et en dB). (1 Point)
3. Commenter l'ordre de grandeur de cette directivité. (1 Point)

1. Un rayon incident se propage dans l'air dans un plan axial de la fibre et arrive en I, à une distance $OI < a$ de l'axe, sur une extrémité de la fibre, sous un angle d'incidence i_0 . On note i_1 l'angle que fait le rayon avec la normale séparant la gaine du cœur. Déterminer la condition sur i_1 tel qu'il y a guidage dans la fibre.
2. Exprimer la relation entre i_0 et i_1 .
3. En déduire la condition sur i_0 , de la forme $i_0 < i_m$, permettant le confinement du rayon dans la fibre.
4. On appelle ouverture numérique O.N. la quantité $\sin(i_m)$. Exprimer O.N. en fonction de n_1 et n_2 .

Exercice 3:

1. Citer les différents types de multiplexage dans une fibre optique.
2. Donner le principe de fonctionnement de chaque type.
3. Donner le principe de fonctionnement d'un amplificateur optique.

Bon travail

Classes : MR1 EESC

Enseignant : M. Aymen BELHADJ TAHER

Documents : non autorisés

Durée : 1h30mn

Nombre des pages : 2

Examen : Laser et communication optique

Exercice 1: (10 Points)

Partie I (laser à gaz ou à solide)

1. Dessiner le schéma d'un laser en précisant ses différents composants.
2. Donner le rôle de chaque élément.
3. Donner le principe de fonctionnement du laser.
4. Donner les différents types de cavité et ses limites.

Partie II (laser à semi-conducteur)

1. Définir un matériau semi conducteur.
2. Donner les caractéristiques d'un semi conducteur dopé et donner son utilité.
3. Donner les phénomènes mis en jeu dans une jonction PN.
4. Donner le principe de fonctionnement de diode laser.

Exercice 2: (5 Points)

On considère la fibre optique suivante présentée dans la figure ci-dessous. Dans le modèle qui suit, on considère que cette fibre est constituée d'un cœur cylindrique de rayon a , d'indice $n_1 = 1,510$ et d'une gaine de rayon extérieur b , d'indice $n_2 = 1,495$.

