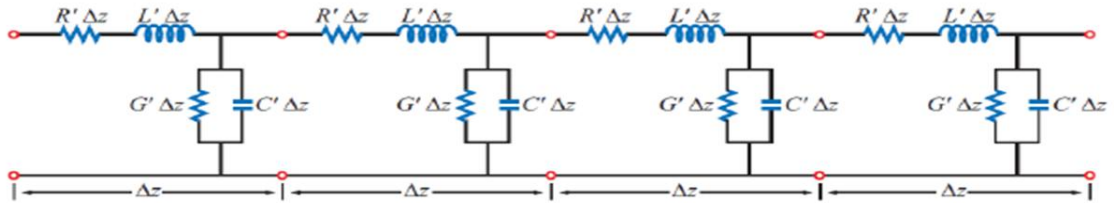


Correction d'examen final

Questions de cours :

1) Présenter le modèle électrique équivalent d'une ligne de transmission



2) Quel est le but de l'adaptation dans une ligne de transmission ?

- On cherche à maximiser la puissance transmise a la charge, on supprime la partie réfléchié da la puissance, donc le coefficient de réflexion égale à zéro ($Z_L=Z_0$).

3) Donner les types d'adaptation utilisés.

- Adaptation par un transformateur quart d'onde
- Adaptation par éléments localisé LC
- Adaptation par STUB

4) Définir les ondes TEM , TE et TM et comparer leurs caractéristiques.

- **Mode TEM (Transverse Electromagnetic Mode)** : Dans ce mode, les champs électrique (E) et magnétique (H) sont tous deux perpendiculaires à la direction de propagation.
- **Mode TE (Transverse Electric Mode)** : Dans ce mode, le champ électrique (E) est entièrement transverse (perpendiculaire) à la direction de propagation.
- **Mode TM (Transverse Electric Mode)** : Dans ce mode, le champ Magnétique (H)est entièrement transverse (perpendiculaire) à la direction de propagation.

5) Expliquer l'utilité de l'abaque de Smith dans l'étude des lignes de transmission.

- L'abaque de Smith est un outil graphique qui permet de donner une représentation graphique simple sur les différents phénomènes existent sur la ligne de transmission.

Exercice 1

Une ligne de transmission sans perte d'impédance caractéristique $Z_0=50\Omega$ et d'une longueur $l=0.8\lambda$, terminer sur une charge $Z_L=40-10j$.

Utiliser l'abaque de Smith pour déterminer les quantités suivantes :

1) Le TOS et coefficient de réflexion Γ .

- 2) L'admittance équivalente Y_L .
- 3) L'impédance d'entrée à une distance $l/2$.
- 4) La distance entre la charge est le premier maximum.
- 5) Pour adapter la charge on utilise un stub parallèle fermé. Trouver les distances d et les longueurs l du Stub correspondants.

$$TOS=1.5 \quad (1pts)$$

$$\text{Coefficient de réflexion}=0.2 \quad (1pts)$$

$$Z_{inN}=1.15-0.35j \rightarrow Z_{in}=57.5-17.5j \quad (1pts)$$

$$Y_{LN}=1.17+0.3j \rightarrow Y_L=0.023+0.006j \quad (1pts)$$

$$\text{La distance entre le charge et le premier maximum est } 0.324\lambda. \quad (1pts)$$

Adaptation par stub parallèle fermé

$$d1=0.326 \lambda - 0.176 \lambda = 0.186 \lambda \quad (0.75pts)$$

$$d2=0.5 \lambda - (0.176 \lambda - 0.137 \lambda) = 0.461 \lambda \quad (0.75pts)$$

$$l1=0.25 \lambda + 0.05 \lambda = 0.255 \lambda \quad (0.75pts)$$

$$l2=0.446 \lambda - 0.25 \lambda = 0.196 \lambda \quad (0.75pts)$$

Exercice 2

La section intérieure d'un guide d'ondes rectangulaire rempli d'air est de $a=2,286 \text{ cm} \times b=1,016 \text{ cm}$.

- 1) Déterminer les fréquences de coupure des modes TE_{10} , TE_{20} , TE_{01} et TE_{11} .
- 2) Quels modes se propagent dans ce guide d'ondes si la fréquence du signal se situe entre 8 et 12 GHz.
- 3) Déterminer la vitesse de phase d'un signal de 9,375 GHz se propageant en mode TE_{10} .

On veut modifier le guide d'ondes pour qu'il soit adapté à une fréquence de $f=18\text{GHz}$.

- 1) Calculer les dimensions a et b d'un guide rectangulaire connaissant que la fréquence de fonctionnement dépasse de 10 % celle du mode TE_{10} et reste inférieure de 10 % à celle du mode situé juste après.

- Les fréquences de coupure des modes TE_{10} , TE_{20} , TE_{01} et TE_{11}

$$f_{c_{mn}} = \frac{c}{2} \sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2}$$

$$f_{c_{10}} = \frac{c}{2a} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2(2,286 \text{ cm})} \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 6.56 \text{ GHz}$$

$$f_{c_{01}} = \frac{c}{2b} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2(1,016 \text{ cm})} \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 14.76 \text{ GHz}$$

$$f_{c_{20}} = \frac{c}{a} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{(2,286 \text{ cm})} \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 13.12 \text{ GHz..}$$

$$f_{c_{11}} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2} \sqrt{\left(\frac{1}{2.286 \text{ cm}}\right)^2 + \left(\frac{1}{1.016 \text{ cm}}\right)^2} \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 17.43 \text{ GHz}$$

- Le seul mode qui peut propager est le mode fondamentale TE₁₀ puisque sa fréquence de $f_{c_{10}} = 6.56 \text{ GHz}$ coupe est dans l'intervalle 8 et 12 GHz.
- La vitesse de phase d'un signal de $9,375 \text{ GHz}$ se propageant en mode TE₁₀

$$\beta = \sqrt{(\omega^2 \mu \epsilon) + \left(\frac{\pi}{a}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2\pi \cdot 9,375 \cdot 10^9}{3 \cdot 10^8}\right)^2 - \left(\frac{\pi}{2.286 \cdot 10^{-2}}\right)^2} = 140.16 \text{ m}^{-1}$$

$$v = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2 \times 3.14 \times 9.375 \cdot 10^9}{140.16} = 4,2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

- Pour $f=18\text{GHz}$.

la fréquence de fonctionnement dépasse de 10 % celle du mode TE₁₀ et reste inférieure de 10 % à celle du mode situe juste après TE₀₁ .

Pour TE₁₀ $fc_{10} = c/2a$, et TE₀₁ $fc_{01} = c/2b$.

$$f = \mathbf{18\text{GHz}} = 1.1fc_{10} = 0.9fc_{01}$$

$$fc_{10} = \frac{18}{1.1} = 16,36 \text{ GHz} \text{ et } fc_{01} = \frac{18}{0.9} = 20 \text{ GHz}$$

$$fc_{10} = \frac{c}{2a} \Rightarrow a = \frac{c}{2fc_{10}} = \frac{c}{2 \times 16.36 \cdot 10^9} = 0.91 \text{ cm}$$

$$fc_{01} = \frac{c}{2b} \Rightarrow b = \frac{c}{2fc_{01}} = \frac{c}{2 \times 20 \cdot 10^9} = 0.75 \text{ cm}$$

$f_0 = 10^8 \text{ Hz} \Rightarrow Z_{in} = 6.8 + j0.28$

$Z_{in} = 0.4 \Omega + j0.426 \Omega = 0.826 \Omega = 0.326 \lambda$

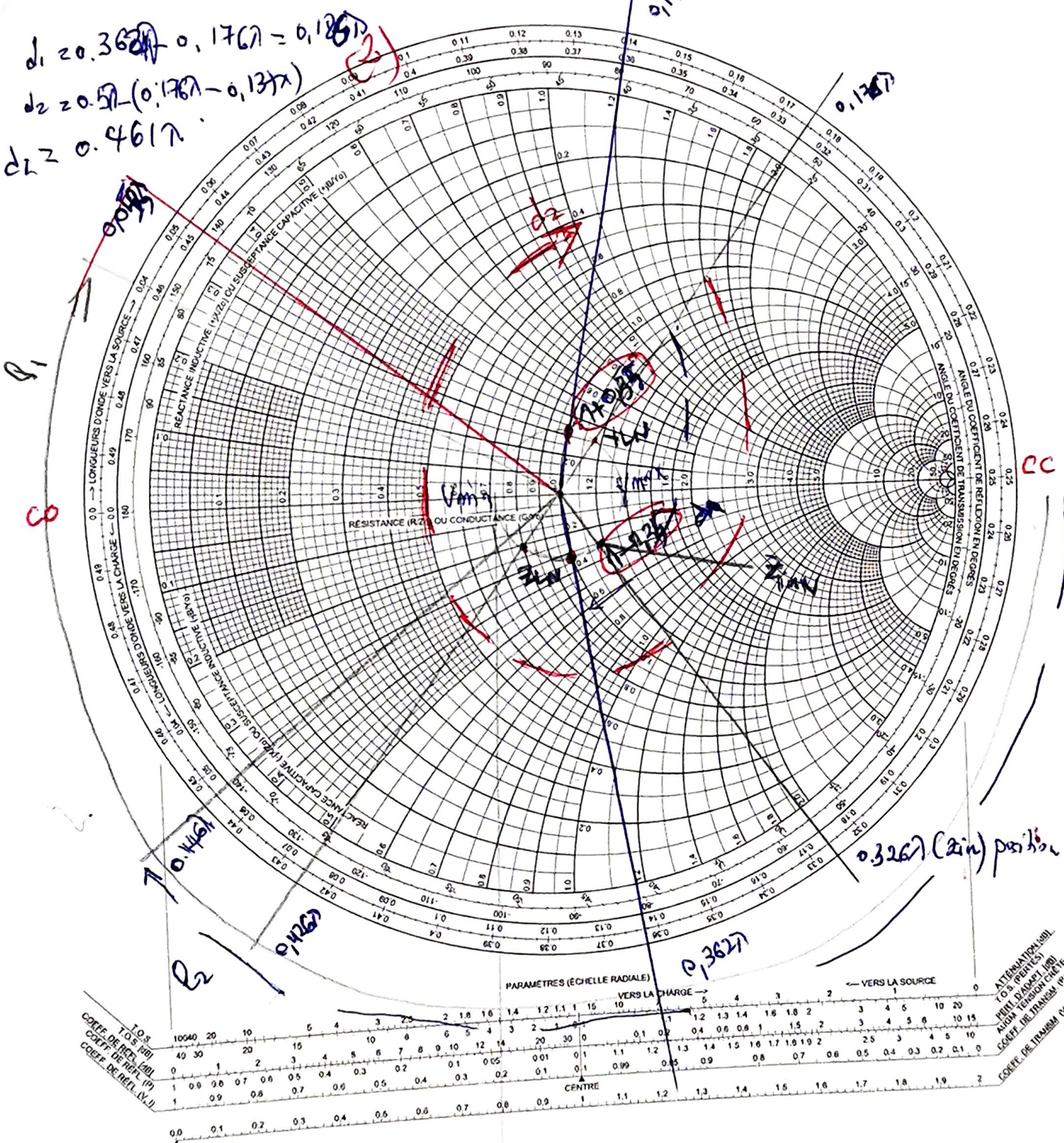
$s = 1.5 \lambda$
 $\Gamma = 0.2$

$Z_{min} = 1.15 - j0.35 \Omega$
 $= 57.5 - j17.5 \Omega$

Abaque de Smith

COORDONNÉES EN IMPÉDANCE OU ADMITTANCE NORMALISÉES (1)

$d_1 = 0.362 \lambda - 0.176 \lambda = 0.186 \lambda$
 $d_2 = 0.5 \lambda - (0.176 \lambda - 0.137 \lambda)$
 $d_2 = 0.461 \lambda$



$l_1 = 0.25 \lambda + 0.05 \lambda = 0.255 \lambda$
 $l_2 = 0.446 \lambda - 0.25 \lambda = 0.196 \lambda$

ATTENUATION (dB)
 COEFF. DE REFL. (V)
 COEFF. DE REFL. (P)
 COEFF. DE REFL. (V)
 COEFF. DE REFL. (P)
 COEFF. DE TRANSM. (V)
 COEFF. DE TRANSM. (P)