Examen de Session Normal du Module : Dispositifs (Passifs/Actifs) RF et Micro-ondes

Partie Cours : (04 pt) **Nom et prénom :** ……………………………….. **Groupe :** …………

1- Expliquez la signification des éléments de la matrice de diffusion S, en particulier les paramètres Sii et Sij. Dans quelles conditions la matrice S est-elle symétrique et réciproque ?

les éléments Sii représentent les coefficients de réflexion au port i (0,5) (0,5)
et les éléments Sij (i ≠ j) représentent les coefficient de transmission
entre le port j → i
*Symétrique : Sii = Sjj (0,5)
*Réciproque : Sij = Sji (0,5)

2- Expliquez le compromis entre le gain, la stabilité et le bruit dans un amplificateur RF. Comment peut-on vérifier la stabilité d'un amplificateur à partir des paramètres S ?

Amplificateur RF → trois performances : gain, faible facteur de bruit et une bonne stabilité (0,5)
Gain : représente la capacité de l'amplificateur à augmenter la puissance du signal. Le gain transducteur dépend des paramètres S et des adaptations E/S.
facteur de bruit mesure la dégradation du rapport SNR introduit par l'amplificateur (0,5)
Stabilité : l'amplificateur RF doit rester stable pour toutes les fréquences de fonctionnement afin d'éviter les oscillations parasites.
Le facteur de stabilité :

$$K = \frac{1-|S_{11}|^2-|S_{22}|^2+|\Delta|^2}{2|S_{12}S_{21}|} \ (0{,}5), \quad \Delta = \det(S) = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21} \ (0{,}5)$$

RF est inconditionnellement stable : $K > 1$ et $|\Delta| < 1$

Exercice 1 : (04 pt) : On définit la matrice de chaîne C ou ABCD du quadripôle de la figure 1. Soit la ligne de transmission sans pertes d'impédance caractéristique Z0 montrées dans la figure 2.

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{pmatrix}$$

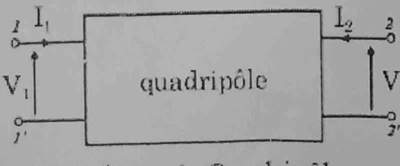


Figure 1: Quadripôle

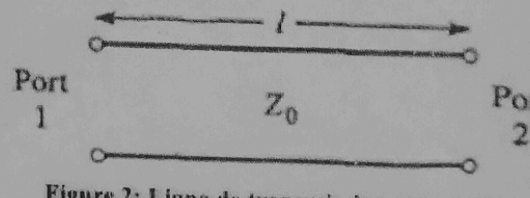


Figure 2: Ligne de transmission sans pertes

1- Déterminer la matrice ABCD du quadripôle de la figure2 et puis déduire sa matrice de diffusion S. On donne : **Den=A+B/Z0+CZ0+D,** **S11=(A+B/Z0-CZ0-D)/Den,** **S12=2(AD-BC)/Den,** **S22=(-A+B/Z0-CZ0+D)/Den.** **S21=2/Den,**

2- Vérifier que la matrice S du quadripôle est unitaire.

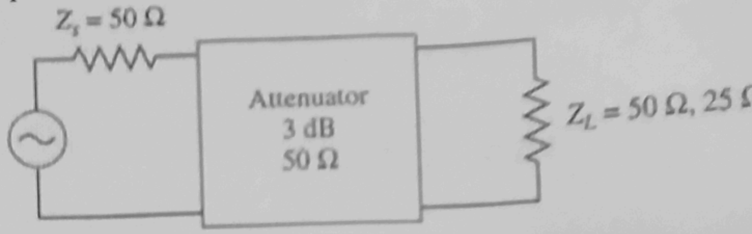
Bon Courage

Dr. R. Khalef

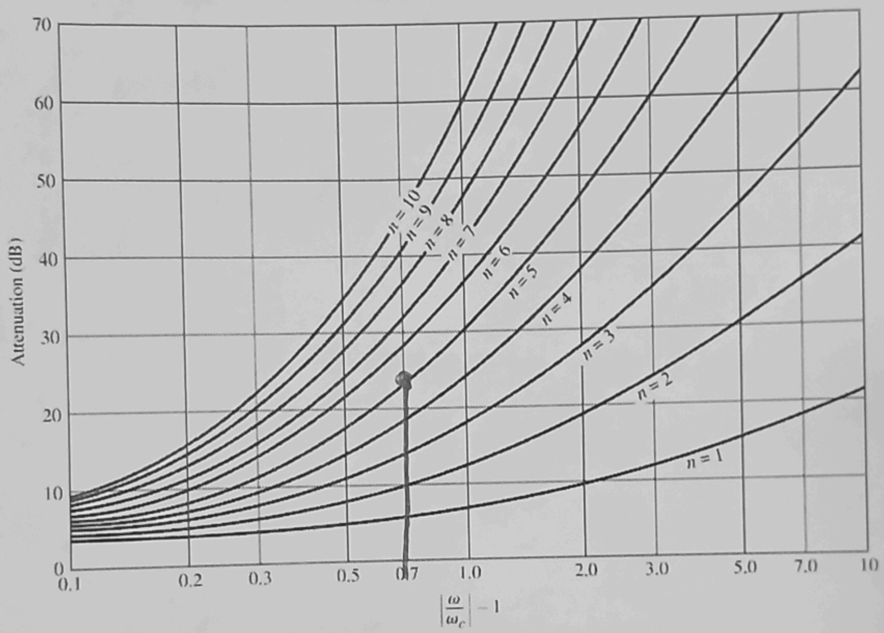
et basse impédance du filtre.

xercice 3 : (5pt) On considère un circuit micro-onde montrée en dessous, qui consiste en une source 50 Ω, n atténuateur 3 dB adapté et une charge de 50 Ω. Sachant que la matrice S de l'atténuateur 3dB est :

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.707 \\ 0.707 & 0 \end{bmatrix},$$



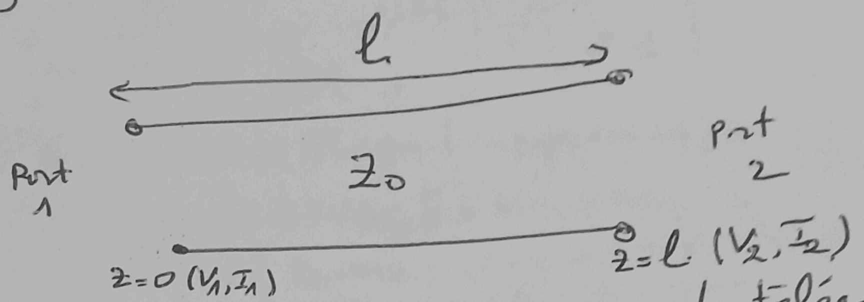
- Calculer le gain intrinsèque de puissance (Available power gain) GA
- Calculer le gain transduscique de puissance GT
- Calculer le gain réel de puissance (actual power gain) G
- Comment ces gains varient si la charge est changée en 25 Ω?



R. Khalef

Bon Courage

ice 01 : Soit la ligne de transmission sans pertes



1 - matrice ABCD : on a la solution des equations de télégraphistes en régime harmonique :

$$\left\{\begin{array}{l} V(z) = \underbrace{V^+ e^{-jBz}}_{\text{incident}} + \underbrace{V^- e^{+jBz}}_{\text{réfléchie}} \to ① \\ I(z) = I^+ e^{-jBz} - I^- e^{+jBz} \to ② \end{array}\right.$$

B : la constante de phase

0,5

à z_0 donc ① et ② $\Rightarrow \left\{\begin{array}{l} V_1 = V^+ + V^- \to ③ \\ I_1 = I^+ - I^- \to ④ \end{array}\right.$ $I^+ = \frac{V^+}{Z_0}$, $I^- = \frac{V^-}{Z_0}$

donc $\left\{\begin{array}{l} V_1 = V^+ + V^- \to ③ \\ I_1 = \frac{1}{Z_0}(V^+ - V^-) \to ④ \end{array}\right.$

à $z = l$, ① et ② $\Rightarrow \left\{\begin{array}{l} V_2 = V(l) = (V^+ e^{-jBl} + V^- e^{+jBl}) \to ⑤ \\ I_2 = I(l) = \frac{1}{Z_0}(V^+ e^{-jBl} - V^- e^{+jBl}) \to ⑥ \end{array}\right.$

0,5

on obtient après le développement des equation ③, ④ et ⑤, ⑥

$$V_1 = V_2 \cos(Bl) + j Z_0 \sin(Bl) I_2$$

$$I_1 = j\frac{\sin(Bl)}{Z_0} V_2 + \cos(Bl) \cdot I_2$$

donc.

$$[ABCD]^t = \begin{bmatrix} \cos Bl & jZ_0 \sin(Bl) \\ \frac{1}{jZ_0}\sin(Bl) & \cos(Bl) \end{bmatrix}$$

0,5

En remplaçant les expressions données dans l'exo,

Den (Dénominateur) $= 2\cos Bl + 2j\sin(Bl) = 2e^{jBl}$

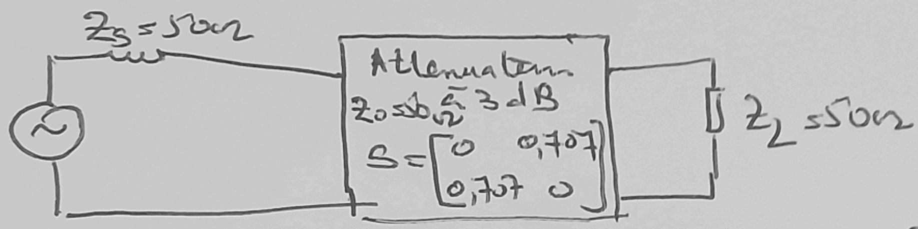
$S_{11} = 0$, $S_{22} = 0$, $S_{21} = e^{-jBl}$, $S_{12} = e^{-jBl}$. 1

$S = \begin{bmatrix} 0 & e^{-jBl} \\ e^{-jBl} & 0 \end{bmatrix}$ 0,5, ligne est sans perte est parfaitement

adaptée $S_{11} = S_{22} = 0$

$$\lambda_{g_2} = \frac{0,0294}{\sqrt{2,8722}} = \cancel{0,0173} \quad 0,25 \qquad \beta_2 = \frac{2\pi}{\lambda_{g_2}} = 363,2 \text{ rad/m}$$

Exercice 3 : Soit le circuit micro-onde



$$\Gamma_L = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = 0 \quad 0,125 \qquad \Gamma_S = \frac{Z_S - Z_0}{Z_S + Z_0} = 0 \quad 0,125 \qquad \Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1 - S_{22}\Gamma_L} = 0 \quad 0,125$$

$$\Gamma_{out} = S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_S}{1 - S_{11}\Gamma_S} = 0 \quad 0,125$$ adaptation parfaite

① - Gain intrinsèque (G_A)

$$G_A = \frac{|S_{21}|^2(1-|\Gamma_S|^2)}{|1 - S_{11}\Gamma_S|^2(1-|\Gamma_{out}|^2)} = |S_{21}|^2 = 0,5 \rightarrow \quad 0,5$$

5

- Gain transducique G_T

$$G_T = \frac{|S_{21}|^2 (1-|\Gamma_S|^2)(1-|\Gamma_L|^2)}{|1-\Gamma_S\Gamma_{in}|^2 |1-S_{22}\Gamma_L|^2} = |S_{21}|^2 = 0,5$$

0,5

3/ G (gain réel)

$$G = \frac{|S_{21}|^2 (1-|\Gamma_L|^2)}{(1-|\Gamma_{in}|^2)|1-S_{22}\Gamma_L|^2} = |S_{21}|^2 = 0,5$$

0,5

pour $Z_L = 25\Omega$:

$\Gamma_L = -\frac{1}{3}$, $\Gamma_S = \Gamma_{out} = 0$, $\Gamma_{in} = S_{11} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_L}{1-S_{22}\Gamma_L} = -\frac{1}{6}$

0,25 0,5 0,25 0,5

$G_A = |S_{21}|^2 = 0,5$

$G_T = |S_{21}|^2 (1-|\Gamma_L|^2) = 0,444$ 0,5 0,5

$G = |S_{21}|^2 \frac{(1-|\Gamma_L|^2)}{1-|\Gamma_{in}|^2} = 0,457$ 0,5