Introduction aux microondes et antennes

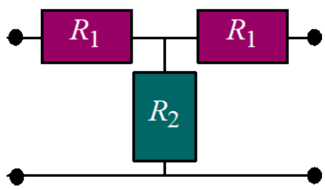
Série 7

Problème1

On souhaite réaliser un atténuateur en T variable, à l'aide de trois résistances variables, capable de produire une atténuation entre 3 et 10dB. L'atténuateur doit être adapté à 50W. Déterminer les résistances variables que l'on doit utiliser pour cela

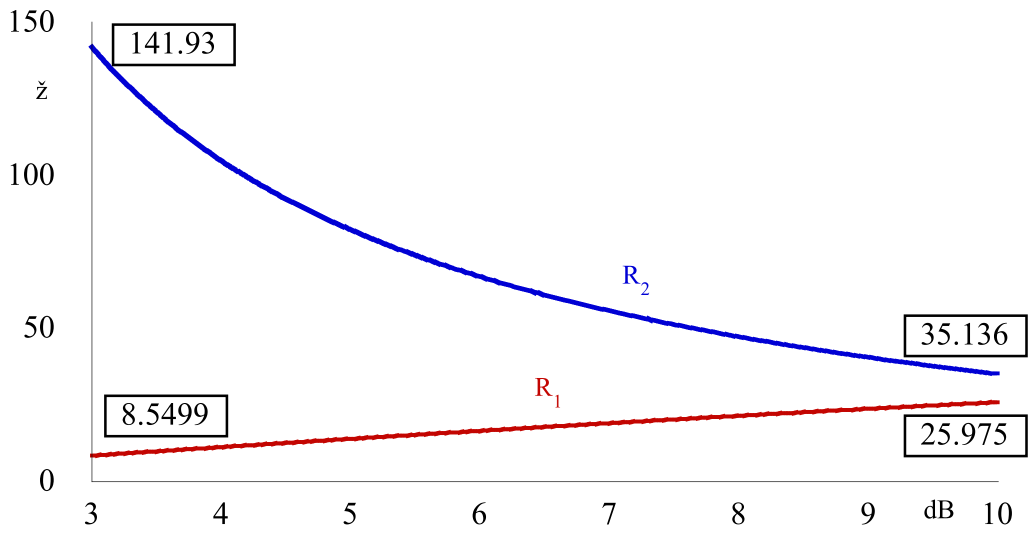
$$A(\mathrm{dB}) = -20\log_{10}\left|S_{21}\right| = 20\log_{10}\frac{Z_\mathrm{c}+R_1}{Z_\mathrm{c}-R_1} \quad \text{et donc} \quad \frac{Z_\mathrm{c}+R_1}{Z_\mathrm{c}-R_1} = 10^{A(dB)/20}$$

Ainsi $R_1 = Z_\mathrm{c}\dfrac{10^{A(dB)/20}-1}{10^{A(dB)/20}+1} = 50\dfrac{10^{A(dB)/20}-1}{10^{A(dB)/20}+1}\ \Omega$



$$R_2 = \frac{Z_\mathrm{c}^2 - R_1^2}{2R_1} = \frac{50^2 - \left(50\dfrac{10^{A(dB)/20}-1}{10^{A(dB)/20}+1}\right)^2}{2\cdot 50\dfrac{10^{A(dB)/20}-1}{10^{A(dB)/20}+1}} = 100\frac{10^{A(dB)/20}}{\left(10^{2A(dB)/20}-1\right)} = \frac{100}{\left(10^{A(dB)/20}-10^{-A(dB)/20}\right)}\Omega$$

Ces courbes sont illustrées dans la figure ci-dessous, avec les valeurs limites que les résistances vont prendre.



Problème 2
On veut réaliser un diviseur de puissance adapté à sa porte d'entrée (porte1), sans pertes, réciproque, avec 80% de la puissance transmise à la porte 2 et 20% à la porte 3. Donner la matrice de répartition complète de ce composant

La puissance est donnée par le module au carré de $\underline{a}_i$ et $\underline{b}_i$, nous avons ainsi directement $\left|\underline{S}_{12}\right|^2 = 0,8$ et $\left|\underline{S}_{12}\right| = \sqrt{0,8} = 2\sqrt{0,2}$. Similairement $\left|\underline{S}_{13}\right|^2 = 0,2$ et $\left|\underline{S}_{13}\right| = \sqrt{0,2}$

Nous pouvons choisir les plans de référence librement, et nous les choisissons de manière à avoir des valeurs positives et réelles pour S_{12} et S_{13} :

$$\begin{bmatrix} 0 & 2\sqrt{0,2} & \sqrt{0,2} \\ 2\sqrt{0,2} & \underline{S}_{22} & \underline{S}_{23} \\ \sqrt{0,2} & \underline{S}_{23} & \underline{S}_{33} \end{bmatrix}$$

Le diviseur est sans pertes, donc $[S^*]^T[S]=[I]$. On écrit:

Ligne 2 × colonne 2 $\quad 0,8 + \left|\underline{S}_{22}\right|^2 + \left|\underline{S}_{23}\right|^2 = 1 \quad$ donc $\quad \left|\underline{S}_{22}\right|^2 + \left|\underline{S}_{23}\right|^2 = 0,2$

Lgine1 × colonne 2 $\quad 2\sqrt{0,2}\,\underline{S}_{22} + \sqrt{0,2}\,\underline{S}_{23} = 0 \quad$ donc $\quad 2\underline{S}_{22} = -\underline{S}_{23}$

On remplace, et $\quad \left|\underline{S}_{22}\right|^2 + 4\left|\underline{S}_{22}\right|^2 = 0,2$ donc $\quad \left|\underline{S}_{22}\right| = 0,2$

On choisit à nouveau le dernier plan de référence de manière à avoir une valeur $\underline{S}_{22} = 0,2$
Alors $\quad \underline{S}_{23} = -0,4$

Ligne 1 × colonne 3 $\quad 2\sqrt{0,2}\,\underline{S}_{23} + \sqrt{0,2}\,\underline{S}_{33} = 0 \quad$ donc $\quad 2\underline{S}_{23} = -\underline{S}_{33}$
Ainsi S_{33}=0.8 et la matrice de répartition est donnée par :

$$\begin{bmatrix} 0 & 2\sqrt{0,2} & \sqrt{0,2} \\ 2\sqrt{0,2} & 0,2 & -0,4 \\ \sqrt{0,2} & -0,4 & 0,8 \end{bmatrix}$$

On vérifie aisément que $[S^*]^T[S]=[I]$.

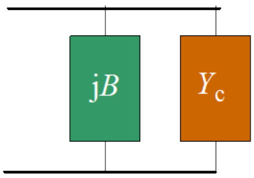
Problème 3

Un biporte est constituée d'un iris inductif sans pertes placé dans un guide d'ondes. Ce dernier produit une atténuation de 1.5dB. Un iris est un obstacle très mince placé transversallement dans le guide. Déterminer la susceptance normalisée B/Yc (qui sera évidemment inductive) de cet iris et l'amplitude des paramètre s de ce biporte. L'impédance caractéristique aux portes Zc est l'impédance du mode fondamental dans le guide.

Une atténuation de 1,5 dB correspond à $|\underline{S}_{21}| = 10^{-1,5/20} = 0,8414 \cong \sqrt[4]{0,5}$.

Comme l'iris est sans pertes, nous avons $|\underline{S}_{11}| = \sqrt{1-|\underline{S}_{21}|^2} = \sqrt{1-0,8414^2} = 0,5404$

Le circuit équivalent de l'obstacle terminé par une charge adaptée est donnée par:



Par définition, le coefficient de réflexion à l'entrée de ce circuit, qui est égal au paramètre |S11| du biporte, est donné par $\underline{\rho} = \underline{S}_{11} = \dfrac{Y_c - (Y_c + \mathrm{j}B)}{Y_c + (Y_c + \mathrm{j}B)} = \dfrac{-\mathrm{j}B}{2Y_c + \mathrm{j}B}$

donc $|\underline{\rho}|^2 = \dfrac{(B/Y_c)^2}{4 + (B/Y_c)^2} = 0,5404^2 = 0,292$

Finalement $(B/Y_c) = -2\sqrt{\dfrac{|\underline{\rho}|^2}{1-|\underline{\rho}|^2}} = -2\dfrac{|\underline{S}_{11}|}{|\underline{S}_{21}|} = -2\dfrac{0,5404}{0,8414} = -1,2845$