

Introduction aux microondes et antennes

Série 5

Problème1

On peut réaliser un atténuateur en utilisant un guide d'onde à une fréquence en dessous de la fréquence de coupure du mode dominant du guide. Considérez la situation suivante: Un atténuateur est réalisé en connectant un guide d'onde de largeur a à un autre guide de largeur $a/2$ et de longueur l . Ce dernier est à nouveau connecté à un guide largeur a . La hauteur des trois guides est donnée par b .

Si $a=2.286$ cm est la fréquence du signal 12GHz, trouvez la longueur l de manière à obtenir une atténuation de 100dB entre le guide à l'entrée et le guide à la sortie.

Dans le guide largeur $a/2$ et pour le mode dominant (TE_{10}), le signal est en dessous de la fréquence de coupure. Le coefficient d'atténuation linéique est donné par

$$\alpha = \sqrt{\left(\frac{\pi}{a/2}\right)^2 - k^2} = 111.3 \text{ Np/m}$$

Pour obtenir 100 dB d'atténuation, on a donc:

$$-100\text{dB} = 20\log_{10} e^{-\alpha l}$$

$$10^{-5} = e^{-\alpha l}$$

$$l = \frac{11.5}{111.3} = 0.103[m] = 10.3[cm]$$

Problème 2

Déterminer les dimensions d'une transformateur quart d'onde en ligne microruban qui va adapter une charge de 12.5 W à une ligne ayant une impédance caractéristique de 50W. La fréquence du signal est de 3.8GHz, et le substrat diélectrique utilisé a une permittivité relative $\epsilon_r=9.5$ et une épaisseur $h=0.6$ mm

On calcule d'abord l'impédance caractéristique du transformateur quart d'onde :

$$Z_{tran} = \sqrt{Z_1 Z_2} = 25\Omega$$

Le problème devient alors d concevoir une ligne microruban ayant une impédance caractéristique de 25W sur un substrat d'épaisseur 0.6mm et de permittivité relative $\epsilon_r=9.5$. nous avons

$$\frac{w}{h} = 4 \left[\frac{1}{2} e^A - e^{-A} \right]^{-1} \quad \text{for} \quad \frac{w}{h} \leq 2$$

$$\frac{w}{h} = \frac{\epsilon_r - 1}{\pi \epsilon_r} \left(\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right) + \frac{2}{\pi} (B - 1 - \ln(2B - 1)) \quad \text{for} \quad \frac{w}{h} \geq 2$$

Avec

$$A = \frac{Z_c}{Z_o} \pi \sqrt{2(\epsilon_r + 1)} + \frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1} \left(0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right)$$

$$B = \frac{\pi}{2\sqrt{\epsilon_r}} \frac{Z_o}{Z_c}$$

$$\text{Et on obtient } \frac{w}{h} = 3.188$$

Nous obtenons ensuite la permittivité effective $\epsilon_e = 7.2$ en utilisant

$$\epsilon_e = \frac{1}{2}(\epsilon_r + 1) + \frac{1}{2}(\epsilon_r - 1) \left[\left(1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-0.5} + 0.04 \left(1 - \frac{w}{h} \right)^2 \right] \quad \text{for} \quad \frac{w}{h} \leq 1$$

$$\epsilon_e = \frac{1}{2}(\epsilon_r + 1) + \frac{1}{2}(\epsilon_r - 1) \left(1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-0.5} \quad \text{for} \quad \frac{w}{h} \geq 1$$

A 3.8 GHz, la longueur d'onde dans le vide est 78.9 mm. La longueur d'onde guidée est donc :

$$\lambda_g = \frac{\lambda_o}{\sqrt{\epsilon_e}} = 29.41 \text{ mm}$$

Finalement, la longueur du transformateur quart d'onde est 7.35 mm