

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE ESPALHAMENTO EM DESCONTINUIDADES EM GUIA-DE-ONDA RETANGULAR

Joabson Nogueira de Carvalho

e-mail: joabson@cefetpb.br

Alfrêdo Gomes Neto

e-mail: alfredo@cefetpb.br

Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET-PB

Grupo de Telecomunicações e Eletromagnetismo Aplicados, João Pessoa, Paraíba, Brasil

Resumo

Neste trabalho, os parâmetros de espalhamento de uma junção de guias-de-onda de dimensões diferentes são determinados como função da frequência de excitação e o número de modos presentes em cada lado da estrutura. É utilizada a Técnica da Conservação da Potência Complexa (CCPT). São apresentadas as curvas de frequência de corte normalizada, da conservação da potência complexa e dos parâmetros de espalhamento.

Palavras chaves: Junção de guias de onda. Parâmetros de espalhamento.

1. Introdução

A caracterização de descontinuidades em estruturas guiantes, tais como microfitas, linhas de transmissão ou mesmo guias-de-onda, e a conseqüente obtenção da matriz de espalhamento da junção, tem sido alvo de inúmeros trabalhos nos últimos anos. Vários métodos foram propostos [1], [2], [3], sendo a maioria baseada no casamento dos campos transversais.

Este trabalho apresenta o estudo do comportamento dos parâmetros de espalhamento para uma junção de guias-de-onda, sem perdas, onde é aplicada a Técnica da Conservação da Potência complexa.

2. Descrição do Problema e a Técnica da Conservação da Potência Complexa

A. Equação de Casamento de Modos

Para obter o campo transmitido através da junção mostrada na Fig. 1, em função dos campos incidentes (c_1) e refletidos (c_2), realiza-se o casamento de modos em ambos os lados da junção.

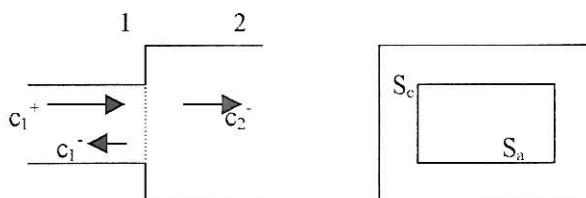


Figura 1 – Campos incidentes, refletidos e transmitidos

Admitindo a incidência de um campo c_1^+ no lado 1 da junção, determina-se a quantidade transmitida e refletida a partir da equação de casamento de modos. A equação que relaciona c_1 e c_2 é dada por:

$$c_{2,m,n} = H_{m,n,p,q} c_{1,p,q} \quad (1)$$

com

$$c_{1,p,q} = c_{1,p,q}^+ - c_{1,p,q}^- \quad (2)$$

$$c_{2,m,n} = c_{2,m,n}^- \quad (3)$$

onde $c_{1(2);m(p),n(q)}^{+(-)}$ = amplitude do campo elétrico incidente (refletido) no lado 1 (2) da junção, para o modo de ordem m,n (p,q)

A matriz de casamento de modos $H_{m,n,p,q}$ é dada por:

$$H_{mn,pq} = \frac{\int_{S_a} e_{2,pq} \cdot e_{1,mn} ds}{\int_S e_{2,pq} \cdot e_{2,pq} ds} \quad (4)$$

onde $S = S_a + S_c$ e $e_{1(2),mn(pq)}$ a componente transversal do campo elétrico no guia 1 (2) para o modo de ordem m,n (p,q)

B. A Técnica da Conservação da Potência Complexa

A Técnica da Conservação da Potência Complexa (CCPT) é uma técnica utilizada na caracterização de descontinuidades em estruturas guiantes. Consiste basicamente no casamento da potência complexa transmitida através da junção com a potência através de um circuito de N portas, representando a junção vista de sua menor dimensão (guia 2), correspondendo cada porta a um modo [4]. Dessa forma, determina-se a matriz S_{11} . A vantagem é que se pode considerar tanto os modos propagantes como os evanescentes. A partir da matriz S_{11} pode-se determinar a matriz de transmissão e reflexão para cada modo e em cada lado da junção.

$$S_{21} = H (S_{11} + I) \quad (5)$$

$$S_{22} = H S_{12} - I \quad (6)$$

Onde a matriz S_{12} é obtida através do Teorema da Reciprocidade.

3. Junção de Guias-de-Onda Retangulares sem Perdas

A Técnica da Conservação da Potência Complexa foi aplicada, neste caso, para determinação dos parâmetros de espalhamento de uma junção de guias-de-onda considerados sem perdas. A geometria considerada é mostrada na Fig. 2

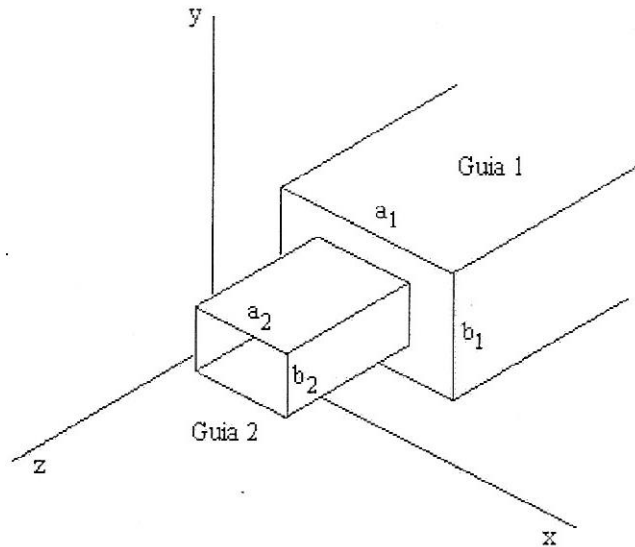


Figura 2 – Geometria considerada

Em uma junção sem perdas, a potência total deixando as N portas deve ser igual à potência total incidindo sobre elas [5]. Para a geometria considerada (2 portas), mostrada na Fig. 2, considerando um modo incidente (m_1, n_1) e N modos espalhados, tem-se:

$$|S_{11}(m_1, n_1, p_1, q_1)|^2 + \sum_{i=1}^N |S_{21}(i, p_1, q_1)|^2 = 1 \quad (7)$$

Admitindo apenas o modo dominante nos dois lados da junção, o balanço de potência fica:

$$|S_{11}(m_1, n_1, p_1, q_1)|^2 + |S_{21}(m_1, n_1, p_1, q_1)|^2 = 1 - \sum_{i=1}^N |S_{21}(i, p_1, q_1)|^2 \quad (8)$$

Analisando (8), observa-se que à medida que modos de ordem superior são excitados na descontinuidade, a potência do modo dominante, contida nos campos incidentes, refletidos e transmitidos, torna-se cada vez menor, visto que parte dessa potência é transferida para os modos excitados.

4. Resultados numéricos e conclusões

Para determinação dos parâmetros de espalhamento a partir da Técnica da Conservação da Potência Complexa, para junção de guias-de-onda considerada, foi desenvolvido um programa computacional intitulado “Junção de Guias”, desenvolvido em linguagem FORTRAN.

As dimensões dos guias para os resultados aqui apresentados são: Guia 1 = 72,13 x 34,03 mm, com $\epsilon_r = \mu_r = 1,0$ e Guia 2 = 19,05 x 9,53 mm, com $\epsilon_r = \mu_r = 1,0$. Os modos considerados foram: Guia 1 \Rightarrow TE_{1,0}, Guia 2 \Rightarrow TE_{1,0}, TE_{3,0}, TE_{5,0} e TE_{7,0}.

A Fig. 3 apresenta as curvas para o S₁₁ e S₂₁ para o modo dominante (TE_{1,0}) superpostas às curvas da frequência de corte normalizada (f_c / f) para os modos TE_{3,0}, TE_{5,0} e TE_{7,0} no guia 2.

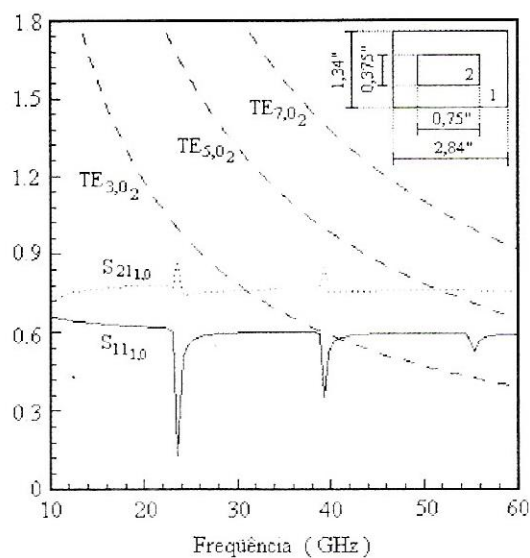


Figura 3 - S₁₁ e S₂₁ dos modos TE_{1,0} para junção

A conservação da potência na junção, para o modo TE_{1,0} é mostrado na Fig. 4. A potência complexa é obtida por:

$$(|S_{11}|^2 + |S_{21}|^2)^{1/2} \quad (9)$$

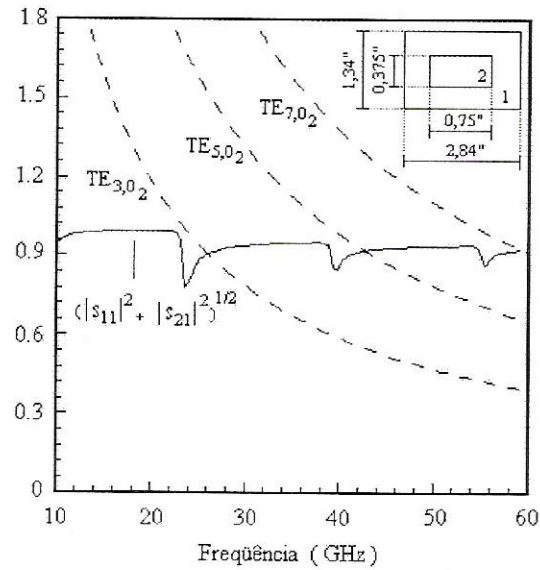


Figura 4 – Conservação da potência complexa

Na Fig. 4, observa-se que, a medida que os modos de ordem superior são excitados, acontece o decaimento da potência do modo $TE_{1,0}$, como previsto em (8). Isso também pode ser observado na curva de S_{21} para o modo $TE_{1,0}$ mostrado na Fig. 3.

Os coeficientes de transmissão dos outros modos considerados no guia 2 são mostrados na Fig. 5. Observa-se que na frequência de corte de cada modo há um aumento no módulo do coeficiente de transmissão visto para aquele modo.

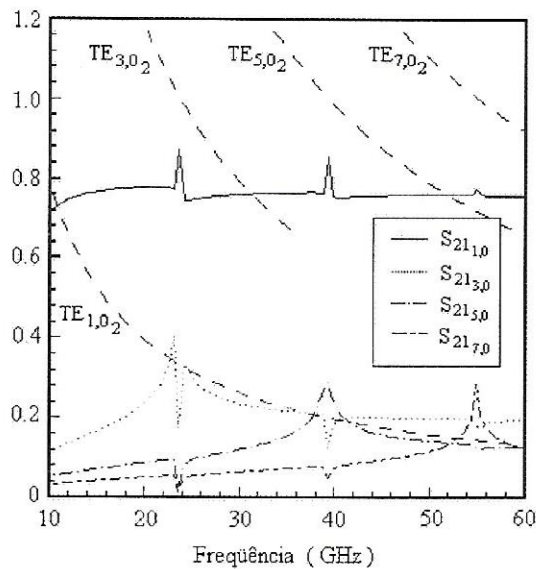


Figura 5 – Coeficientes de transmissão dos modos Considerados.

Para todos os casos, a junção é considerada simétrica, assim, não é possível observar interações entre modos pares.

Referências

- [1] Safavi-Naini, Reza., Macphie, Robert. H., “On Solving Waveguide Junction Scattering Problems by the Conservation of Complex Power Technique”, IEEE Transaction on Microwave Techniques, vol. MTT-29, nº 4, 1981.
- [2] Safavi-Naini, Reza., “On Solving Waveguide Junction Scattering Problems by the Conservation of Complex Power Technique”, Thesis of Doctor, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, 1979.
- [3] Gomes Neto, Alfrêdo; Araújo Filho, Mário de S., da Rocha, Creso, S., “Estudo dos Parâmetros de Espalhamento da Descontinuidade Degrau em Microfita”, Anais do Simpósio Brasileiro de Microondas, Brasil.
- [4] Gomes Neto, Alfrêdo, “Análise teórica da descontinuidade de grau em microfita pelo método da conservação da potência complexa”, Dissertação de Mestrado, UFPB, Campina Grande, PB, Brasil, 1989.
- [5] Collin, Robert, E.; “**Engenharia de Microondas**”, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1979