

LINHAS DE LÂMINAS BILATERAIS ASSIMÉTRICAS E ANTIPODAIS

Dirce Helena Bosco de Miranda
 Humberto César Chaves Fernandes
 Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Centro de Tecnologia
 Departamento de Engenharia Elétrica
 59.072 - Natal - RN

RESUMO

É desenvolvido um estudo para as linhas de lâminas bilaterais e antipodais, que são estruturas com duas lâminas condutoras contendo fendas. Utilizando-se o Método da Linha de Transmissão Transversa - LTT encontram-se os campos elétricos e magnéticos. Depois chega-se à constante dielétrica efetiva e à impedância característica, usando o método dos momentos. Embora o estudo da estrutura bilateral seja válido para a estrutura antipodal, os resultados numéricos são distintos e foram obtidos através da elaboração de programas usados em microcomputador.

INTRODUÇÃO

As linhas de lâminas bilaterais assimétricas e as linhas de lâminas antipodais, são estruturas tridielétricas, com duas lâminas condutoras contendo fendas. As duas estruturas possuem localização das fendas de maneira diferente, o que torna os resultados específicos para a linha de lâmina considerada. Utilizando-se o Método da Linha de Transmissão Transversa - LTT, foi feito o estudo completo dos campos elétricos e magnéticos a partir das condições de contorno das duas estruturas. Depois, aplicando-se o método dos momentos a uma matriz não-homogênea, chegou-se a uma matriz homogênea, cujo determinante fornece a constante de propagação e, assim, obtém-se a constante dielétrica efetiva. A partir daí e do conhecimento da voltagem e das potências, encontra-se as impedâncias características referentes as duas fendas das estruturas em questão. Através de um estudo paralelo, foi considerada a estrutura bilateral assimétrica como simétrica. Desta forma, encontrou-se os resultados esperados para a linha de lâmina bilateral simétrica [1]. Com uso de um microcomputador, obteve-se resultados e foram traçadas curvas coincidentes com aquelas das referências pesquisadas, para casos de simetria, além de outras curvas novas para estas estruturas bilaterais e antipodal, [2] e [3]. Foram obtidos resultados para estes parâmetros em função da frequência, da largura da fenda e do dielétrico, posição da fenda no plano E, com rápida convergência numérico-computacional.

DESENVOLVIMENTO TEÓRICO DA LINHA DE LÂMINAS BILATERAIS

Empregando-se o método da LTT, baseado nas equações de Maxwell, obtém-se os campos elétricos e magnéticos da estrutura de linha de lâminas bilaterais assimétricas, em função dos campos nas fendas.

Através das condições de contorno, as constantes que aparecem nas expressões dos campos tornam-se conhecidas e chega-se aos campos elétricos e magnéticos da estrutura da figura 1.a.

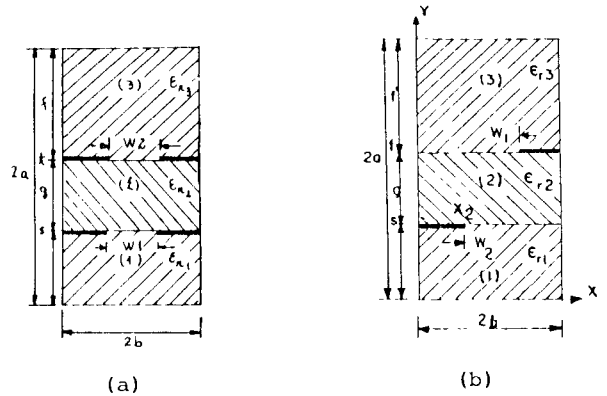


Fig.1 - Seção transversal a) de uma estrutura de linhas de lâminas bilaterais, contendo três regiões dielétricas, e com duas fendas e b) de uma estrutura de linhas de lâminas antipodais.

Para ilustrar alguns desses campos, tem-se:

$$\tilde{E}_{x1} = \tilde{E}_{xs} \frac{\sinh \gamma_1 y}{\sinh \gamma_1 s} \quad (1)$$

$$\tilde{E}_{x2} = \tilde{E}_{xt} \frac{\sinh \gamma_2 (y-s)}{\sinh \gamma_2 g} + \tilde{E}_{xs} \frac{\sinh \gamma_2 (t-y)}{\sinh \gamma_2 g} \quad (2)$$

$$\tilde{E}_{x3} = \tilde{E}_{xt} \frac{\sinh \gamma_3 (2a-y)}{\sinh \gamma_3 f} \quad (3)$$

Os campos \tilde{E}_{x1} , \tilde{E}_{x2} e \tilde{E}_{x3} são referentes às regiões 1, 2 e 3, respectivamente, e \tilde{E}_{xs} e \tilde{E}_{xt} referem-se aos campos nas fendas (1) e (2).

Depois de conhecidos todos os campos das três regiões dielétricas, parte-se para o cálculo da constante dielétrica efetiva e da impedância característica.

A partir das condições de contorno e das expressões dos campos, chega-se a algumas relações que são funções admitâncias da estrutura da figura 1, e assim pode-se armar uma equação matricial não-homogênea.

$$\begin{bmatrix} Y_{XX}^{11} & Y_{XX}^{12} \\ Y_{XX}^{21} & Y_{XX}^{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \tilde{E}_x(\alpha, s) \\ \tilde{E}_x(\alpha, t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{J}_x(\alpha, s) \\ \tilde{J}_x(\alpha, t) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Através do método dos momentos, esta equação (4) torna-se homogênea. Encontrando-se então a raiz do determinante desta equação matricial homogênea de forma não trivial, obtém-se a constante dielétrica efetiva, ϵ_{ef} , definida por:

$$\epsilon_{ef} = \left(\frac{\beta}{k_0}\right)^2 \quad (5)$$

Em seguida, determina-se a impedância característica para as fendas da linha de lâminas bilaterais assimétricas pela definição:

$$Z_i = \frac{V_{xi}^2}{P_i} \quad (6)$$

onde V_{xi} é a voltagem na fenda, e P_i é a potência transportada ao longo da fenda i .

A LINHA DE LÂMINA ANTIPODAL

Como pode ser visto na fig. 1.b, a estrutura antipodal pouco difere da estrutura bilateral. A localização das fendas é anti-paralela. Isso torna os resultados de ambas as estruturas diferentes [3], embora seu estudo teórico seja o mesmo, o que valoriza a distinção entre as estruturas.

No cálculo da constante dielétrica efetiva e da impedância característica são escolhidas funções base que se ajuste ao problema de condição de contorno em questão. Para as estruturas bilaterais assimétrica e antipodal, foram escolhidas funções base iguais mas com uma alteração nos dados de entrada dos programas, conforme a configuração geométrica da estrutura. Assim, foi possível encontrar resultados satisfatórios em concordância com a descrição da literatura especializada [1], [3].

RESULTADOS NUMÉRICOS

Usando um microcomputador, resultados numéricos para a constante dielétrica efetiva e para a impedância característica das fendas (1) e (2) foram obtidos. Foi observada uma rápida convergência.

Nota-se que a impedância característica definida em (6) é a metade para a estrutura simétrica. Isto significa que a potência da linha de lâmina bilateral assimétrica é duas vezes a potência da linha de lâmina bilateral simétrica. Este estudo está de acordo com a Ref. [1].

Para o caso em que a fenda (2) permanece constante e a fenda (1) varia, o que está representado na figura 2, corresponde aos resultados encontrados na Ref. [5].

Na fig. 3, o ponto em que $s = 3,556$ mm coincide com o mesmo ponto da fig. 3 na Ref. [2]. Novos pontos foram estabelecidos, chegando-se à curva completa que aparece na referida fig. 3 deste trabalho.

Para linha de lâmina antipodal foi traçada uma curva da impedância característica e da constante dielétrica efetiva como função da frequência. Pode-se notar que na faixa de frequência considerada, entre 30 a 40GHz, a impedância característica apresenta uma pequena diferença de valores de aproximadamente 5% do valor inicial para uma mesma largura de fenda, isto é, permanece praticamente constante [3].

BIBLIOGRAFIA

[1] Schmidt, L.P., Itoh, T. "Spectral Domain Analysis of Dominant and Higher Order Modes in Fin-Lines", IEEE Trans. Microwave Theory and Tech, Vol. MTT-28, Nº 9, setembro 1980.

[2] Schmidt, L.P., Itoh, T. "Characteristics of a Generalized Fin-Line for Millimeter Wave Integrated Circuits", International Journal of Infrared and Millimeter Waves, Vol.2, Nº 3, 1981.

[3] Hofmann, H., "Dispersion of Planar Waveguides for Millimeter Wave Application", Arch. Elekt. Übertragung (Eletron. Commun.), Vol. 31, pp. 40-44, 1977.

[4] Fernandes, H.C.C., Miranda, D.H.B., Madrighales, J.E.F., Giarola, A.J., Souza, R.F., "A Simplified Method Applied to Various Finline Structures Including Dispersion, Assymetry, Loss, Finite Strip Thickness and Discontinuity", Twelfth International Conference on Infrared and Millimeter Waves, Orlando, USA, pp.161-162, Dezembro 1987.

[5] Fernandes, H.C.C., "Estruturas Planares Gerais em Guias de Ondas Milimétricas", Tese de Doutorado, Unicamp, Pub. FEC - Nº 057/84, pp. 149, julho 1984.

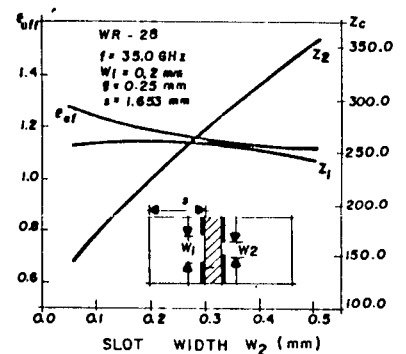


Fig. 2 - Curva da impedância característica em função da largura da fenda W_2 , para uma estrutura de linhas de lâminas com guia de ondas WR-28. $\epsilon_{r1} = 1,0$ e $\epsilon_{r2} = 2,2$

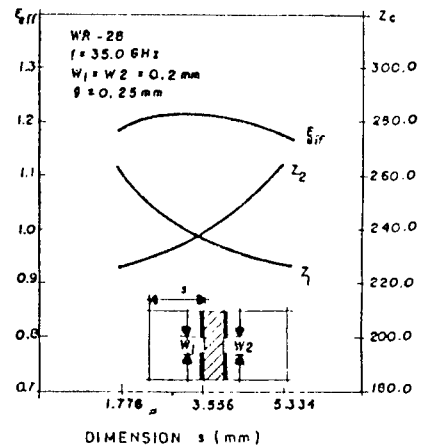


Fig. 3 - Curva da impedância característica em função do valor de s , para uma estrutura de linhas de lâminas com guia de ondas WR-28.

$$\epsilon_{r1} = 1,0 \quad e \quad \epsilon_{r2} = 2,2$$

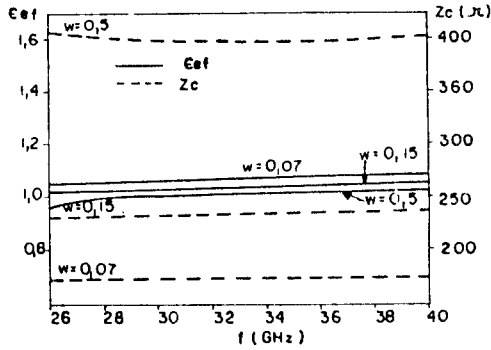


Fig. 4 - Curva da constante dielétrica efetiva e da impedância característica para a linha de lâmina antipodal, com $W1 = W2 = W$.

BIOGRAFIAS



MIRANDA, DIRCE HELENA BOSCO. Nasceu em Uberaba, MG, Brasil, em 23 de novembro de 1958. Recebeu o grau de Engenheira Eletricista da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil, no ano de 1985. Atualmente está concluindo o curso de mestrado na UFRN, na área de Microondas e Ondas Milimétricas, onde tem desenvolvido pesquisas sobre dispositivos e estruturas planares. É sócia da Sociedade Brasileira de Microondas - SBMO.



FERNANDES, HUMBERTO CÉSAR CHAVES. Nasceu em Martins, RN, Brasil, em 1955. Recebeu o grau de Engenheiro Eletricista, com louvor, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil, em 1977, os graus M.Sc. (Mar. 1978 - Jan. 1980), Ph.D. (Ago. 1981 - Jul. 1984), em Engenharia Elétrica da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Brasil, e desenvolveu um programa de Pós-Doutorado na UNICAMP (Ago. 1986 - Mar. 1987). Ele tem desenvolvido pesquisas sobre dispositivos de Microondas e estruturas e dispositivos de Ondas Milimétricas. De 1984 a 1986 foi Presidente da Revista TEE - Telecomunicações, Eletrônica e Eletrotécnica, Coordenador da Câmara de Telecomunicações do Departamento de Engenharia Elétrica - DEE da UFRN, e, desde 1984 é o chefe do Laboratório de Telecomunicações da UFRN, Natal - RN, Brasil. Dr. Humberto é membro do IEEE, e sócio Fundador Efetivo da Sociedade Brasileira de Telecomunicações - SBT e da Sociedade Brasileira de Microondas - SBMO.