

# ESTUDO E ANÁLISE DE GUIAS DE ONDA COAXIAIS COM DUPLO CARREGAMENTO DIELÉTRICO

**Aluno: André Luiz dos Santos Lima**  
**Orientador: José R. Bergmann**

## Introdução

Este trabalho é uma continuidade do estudo do comportamento eletromagnético de guias de onda coaxiais com carregamento dielétrico. A análise efetuada se distingue da anterior pelo fato das camadas dielétricas estudadas estarem dispostas no sentido radial. Um maior rigor matemático se fez necessário, pois toda a análise foi fundamentada nas equações de Maxwell aplicada as condições de contorno do problema. Obtiveram-se as distribuições de campo eletromagnético no interior do guia.

## Objetivos

Estudo do comportamento eletromagnético de guias de onda coaxiais com duplo carregamento dielétrico excitadas pelo modo  $TEM$ . Determinação dos campos modais do guia utilizando-se de técnicas numéricas e de programas computacionais.

## Metodologia

Os campos modais no interior de um guia de onda coaxial podem ser determinados em função dos vetores potenciais elétrico e magnético dados pela expressão:

$$y_z(\mathbf{r}, \mathbf{j}, z) = [AJ_m(\mathbf{b}_r \mathbf{r}) + BY_m(\mathbf{b}_r \mathbf{r})][C \cos(mj) + D \sin(mj)]e^{\mp j b_z z} \quad (1.1)$$

onde  $A$  e  $B$  são constantes arbitrárias a se determinar, e  $b_z$  e  $b_r$  estão associados a constante de onda pela relação de separação. A função exponencial, para  $b_z$  real, representa uma onda se propagando ao longo do eixo  $z$  com o sentido definido pelo sinal  $\mp$ , as funções senoidais representam o comportamento azimutal periódico do campo e as funções de Bessel representam um comportamento estacionário da onda ao longo da direção  $\mathbf{r}$  para argumentos reais.

Através das configurações dos campos em função dos vetores potenciais elétrico e magnético determinam-se os modos que serão excitados no interior do guia de onda. Temos assim três possibilidades: o transversal eletromagnético  $TEM$ , com as componentes de campo elétrico e magnético transversais à direção de propagação; o transversal elétrico  $TE$ , com as componentes de campo elétrico transversais à direção de propagação; e o transversal magnético  $TM$ , com as componentes de campo magnético transversais à direção de propagação.

Os infinitos modos que se propagam no interior do guia estão associados às infinitas raízes das funções de Bessel que, juntamente com os coeficientes da equação, serão determinados de forma a satisfazer as condições de contorno do problema.

Aplicadas as condições de contorno obtém-se um sistema de equações que descrevem os modos que se propagam no guia coaxial com duplo carregamento dielétrico. As expressões são acopladas e para modos com  $m > 0$  teremos modos híbridos com as seis componentes de campo eletromagnético sendo propagadas simultaneamente no guia e conseqüente aumento da complexidade do problema. Entretanto a aplicação proposta, ou seja, excitação pelo modo

*TEM*, implica em  $m=0$ , e neste caso temos a simplificação da equação característica com a separação dos campos em dois modos de propagação distintos *TE* e *TM* [3].

A expressão obtida é uma equação transcendental que tem um número infinito de soluções. Tais soluções correspondem a um número infinito de modos que se propagam no guia em consideração. A determinação da solução não pode ser obtida de forma analítica sendo necessária uma solução numérica para o problema. No entanto, a decomposição do modo híbrido em dois modos independentes possibilita a determinação da constante de propagação  $b_z$  para o modo em questão. Resulta que  $b_{rI}$  e  $b_{rII}$  são variáveis da equação característica obtida e estão diretamente relacionadas à constante de propagação pela relação de separação dada abaixo.

$$b_{rI}^2 + b_z^2 = k_{II}^2 = w^2 \epsilon_{II} m_{II} \quad (1.2)$$

Uma vez fixado a frequência e as características dos dielétricos no interior do guia cada constante de propagação estará determinada pelos valores de  $b_{rI}$  e  $b_{rII}$ , variáveis associadas respectivamente aos meios interno e externo. Portanto, calculado os valores de  $b_{rI}$  e  $b_{rII}$  determina-se a constante de propagação do modo e posteriormente as constantes expressas nas expressões dos campos modais. Desta forma determinou-se a distribuição dos campos eletromagnéticos no guia de onda coaxial com duplo carregamento dielétrico.

## Conclusões

O desenvolvimento teórico permitiu uma maior compreensão do comportamento eletromagnético e da propagação de ondas em guias com duplo carregamento dielétrico. Este trabalho também permitiu o aperfeiçoamento das técnicas numéricas e analíticas impostas pelo rigor matemático das funções trabalhadas. A implementação do algoritmo para cálculo das raízes da equação transcendental foi desenvolvido em FORTRAN e permitiu um aperfeiçoamento das técnicas de programação.

A importância do estudo realizado reside no fato destas distribuições de campos poderem ser aplicadas na determinação da perda de retorno de estruturas de acoplamento através da técnica de casamento de modos. Estas estruturas são compostas de seções de guias com características descontínuas e com a implementação com dupla camada dielétrica espera-se expandir consideravelmente a banda de operação do dispositivo para alimentar antenas de banda larga.

## Referências

- 1- DUBROVKA, F.F.; KRUPNOV, O.O.; ROSPOPA, Y.A. **Analysis of partially dielectric-loaded coaxial horn antennas**. International Conference on Antenna Theory and Techniques, Ukraine.2003.
- 2- HARRINGTON, R.F. **Time-Harmonic Electromagnetic Fields**. McGraw Hill, New York. 1961.
- 3- BALANIS, C.A. **Advanced Engineering Electromagnetics**. John Wiley & Sons, New York. 1989.