

1 Introdução

Seções de guias de onda não uniformes são largamente utilizadas na cadeia de alimentação de antenas. A análise eletromagnética rigorosa do comportamento destas seções não uniformes é fundamental para prever o desempenho elétrico satisfatório, principalmente quando o dispositivo deve apresentar alto desempenho associado à operação em largas bandas de frequência. A literatura apresenta diversas técnicas analíticas e numéricas que podem ser utilizadas para análise rigorosa destas estruturas [1-9]. Devido ao aumento da capacidade de processamento dos computadores, os métodos numéricos têm sido utilizados na análise eletromagnéticos de problemas de crescente complexidade e dificilmente resolvidos por métodos analíticos.

Neste trabalho, o Método dos Elementos Finitos (MEF) será utilizado no modelamento numérico dos campos no interior de estruturas coaxiais descontínuas, conforme descrito em [1,2]. Para aplicação da técnica, a estrutura coaxial será dividida em três regiões: as Regiões I e III são uniformes e a Região II onde estão confinadas as discontinuidades, conforme ilustrado na Figura 1.1.

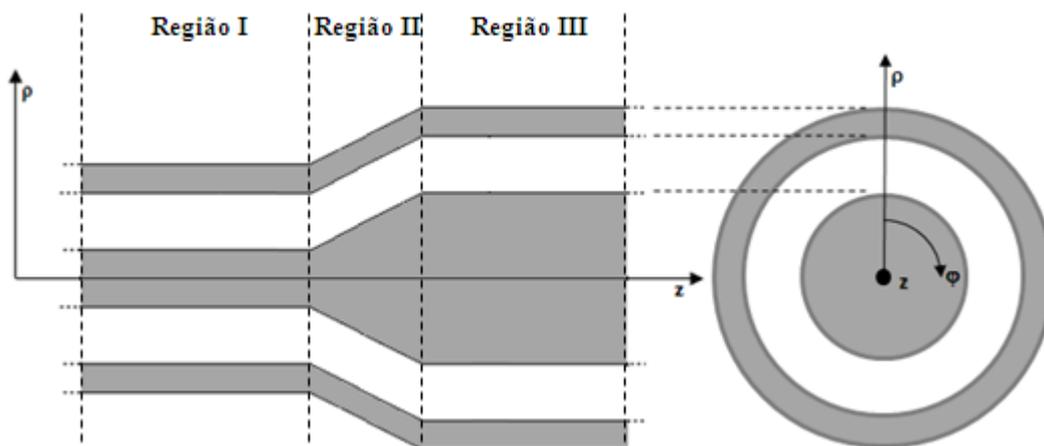


Figura 1.1 – Guia Coaxial

Na aplicação do MEF, a representação dos campos no espaço definido pelo objeto é obtida através da discretização deste espaço em elementos. As dimensões destes elementos dependerão das características do campo, dos contornos e das propriedades dielétricas do meio. O número de elementos necessários cresce rapidamente com as dimensões do objeto, tornando-se uma das principais limitações na aplicação do método a objetos de grandes dimensões, tendo em vista as limitações do volume de memória computacional e do tempo de processamento necessário para a solução destes problemas [1-4]. Estas limitações podem ser reduzidas através da escolha da forma do elemento e do tipo de função base para representar os campos no interior do elemento. Conforme mostrado em [2], para um mesmo nível de convergência, a utilização de elementos retangulares e polinômios de ordem cúbica necessitou um número menor de elementos, muito menor quando comparado a utilização de elementos triangulares e funções base lineares, permitindo que objetos maiores possam ser considerados [2,3,9]. Entretanto, nesta comparação há de ser considerada a maior flexibilidade que os elementos triangulares apresentam para descrever contornos complexos. Estes aspectos da convergência do MEF para dispositivos que devam operar em banda larga (maior que uma década) despertam interesse e serão abordados neste trabalho.

O Capítulo 2 define a base da aplicação do MEF, onde as equações diferenciais de Maxwell, que regem o comportamento físico do problema, são expressas após a aplicação do Método de Galerkin e das condições de contorno.

A discretização do objeto em elementos triangulares ou retangulares, a utilização de funções base lineares, quadráticas ou cúbicas, a utilização do mapeamento degenerado ou isoparamétrico, os polinômios de Lagrange, a montagem dos sistemas lineares e a sua forma de resolução são analisadas no Capítulo 3, concluindo assim, todo o passo a passo para a aplicação do MEF.

No Capítulo 4 é apresentado um estudo de três casos de estruturas coaxiais: guia coaxial liso, com corrugamentos e com anel dielétrico, com o objetivo de avaliar o desempenho do Método utilizando diversas combinações de tipo de função base e elemento. Os resultados obtidos são comparados com outros já conhecidos na literatura [3] ou então pela implementação do Método de Casamento de Modos (MCM), utilizando-se um algoritmo proposto por [4] como

referência. No estudo destes casos, se obtém regras para o dimensionamento adequado das grades que discretizarão a estrutura levando-se em consideração a otimização dos fatores tempo de processamento e precisão exigida na simulação. São, também, comparados os aspectos da convergência obtida nos resultados utilizando-se funções base cúbicas ou quadráticas ao invés de funções base lineares para uma dada malha e do desempenho do tempo de processamento pelo aumento da discretização do domínio para uma dada função. Além disso, um caso de dimensionamento de conector tipo N de alto desempenho e banda larga é considerado, obtendo-se resultados favoráveis a utilização do MEF em um ciclo de otimização.

Na indústria de óleo e gás existe uma grande quantidade de tubulações utilizada para o transporte de seus produtos. Estes dutos necessitam ser constantemente inspecionados com o objetivo de se manter a segurança para a vida humana e para o meio ambiente. Com o objetivo de prover a verificação das anomalias nestas tubulações é utilizado um dispositivo chamado “Pig” que é inserido no seu interior e através da análise de dados recolhidos destes equipamentos consegue-se determinar anomalias como ovalizações e corrosões que poderiam por em risco a vida útil da mesma. Usualmente, utilizam-se “Pigs” que aplicam a técnica de fuga de campo magnético, onde a carcaça metálica do duto é utilizada para completar o circuito magnético do dispositivo. Um ponto negativo desta técnica é que não se consegue diferenciar as anomalias internas das externas à tubulação. No Capítulo 5 é apresentado um novo conceito de “Pig”, mostrado na Figura 1.2, de forma que uma onda eletromagnética gerada por uma diferença de potencial entre o disco metálico e a parede interna do duto, se propagará no interior da tubulação sendo possível a detecção de anomalias internas pela análise da variação do campo magnético no seu interior. Também são apresentadas diversas simulações para uma serie de dimensões de corrugamentos com o objetivo de mostrar qual seria a intensidade de campo magnético detectada por um equipamento sensor no interior da tubulação, se fossem geradas ondas eletromagnéticas a uma dada frequência de operação e qual seria a influência dos Suportes Dielétricos de apoio nestes campos. Outras simulações de corrugamentos em diversas posições no duto avaliam a possibilidade da localização física da descontinuidade na estrutura visando

encontrar a melhor posição para se colocar o equipamento sensor que captará os campos no interior do Dispositivo de Inspeção.

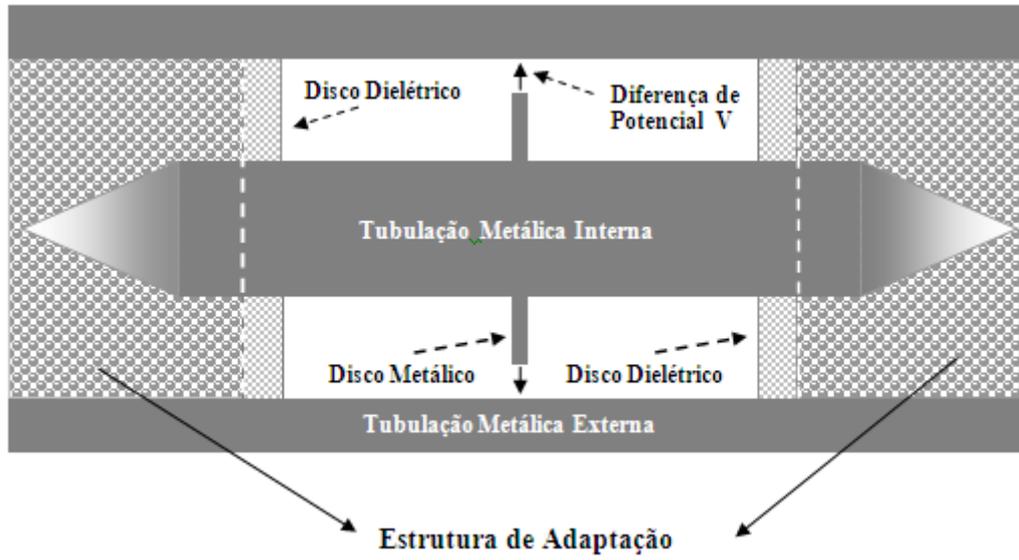


Figura 1.2 – Pig Idealizado