

# 1.

## Introdução

Transformadores de guia de onda são amplamente empregados no projeto de componentes em onda guiada e são encontrados em praticamente todas as cadeias alimentadoras de antenas e demais estruturas de onda guiada na faixa de microondas (Matthaei, 1966).

O maior emprego de transformadores nos projetos de subsistemas e/ou componentes passivos de microondas tem origem na necessidade de operação em bandas de frequência cada vez mais largas, obrigando os projetos a serem implementados em geometrias e tamanhos diferentes daqueles padronizados nas normas internacionais. Nestes casos, os transformadores são responsáveis por realizar a adaptação elétrica e mecânica entre os diversos guias que compõem as cadeias ou subsistemas de onda guiada onde são implementados os efeitos eletromagnéticos desejados, tais como diplexação, duplexação, polarização, acoplamento, combinação ou divisão de sinais, etc. (Matthaei, 1966).

Embora a teoria de transformadores seja conhecida, os requisitos de ordem sistêmica têm levado os projetos de transformadores de guia de onda ao seu limite, exigindo implementações não raramente próximas a 50 dB de perda por retorno, representando incrementos de 30 dB a 40 dB sobre os valores de perda e retorno para o caso de interface direta entre seus guias de entrada e saída (Blander, 1969).

A teoria clássica de transformadores de quarto de onda, que não incorpora os efeitos parasitas das discontinuidades físicas de cada degrau do transformador, não apresenta precisão suficiente para cumprir com tais objetivos.

Para tal nível de exigência, e considerando o número de variáveis no projeto de transformadores, técnicas numéricas de otimização têm que ser obrigatoriamente empregadas. Procura-se, nesses casos, combinar técnicas apuradas de análise de discontinuidades em onda guiada, tais como FDTD e expansão modal dentre outros, para formar a função de otimização, o que, considerando o número de variáveis de um transformador, acaba sendo um processo de alto consumo de tempo computacional, incoerente com o porte e objetivo de custo desses transformadores.

Assim sendo, o objetivo deste trabalho é apresentar uma possibilidade alternativa para uma análise mais rápida e eficiente dessas estruturas, com o emprego de formulações fechadas derivadas de métodos varacionais (Marcuvitz, 1951); que contornam as limitações das formulações até então disponíveis, que impediram seu uso em transformadores em dois planos, homogêneos ou não-homogêneos.

No Capítulo 2 é apresentada a teoria geral de transformadores de quarto de onda e as formulações aplicáveis para os casos particulares de transformadores Binomiais e de Chebyshev.

No Capítulo 3, são apresentados os diversos modelos simplificados de impedância para guia de onda e elegida dentre tais modelos a formulação que irá compor a técnica de síntese de transformador de quarto de onda.

No Capítulo 4 são apresentados os modelos teóricos pertinentes à análise de estruturas de onda guiada implementadas em cadeia.

No Capítulo 5 é apresentada uma avaliação dos resultados obtidos quando da síntese de transformadores de quarto de onda utilizando-se os métodos simplificados de impedância do Capítulo 3.

No Capítulo 6 são propostos modelos teóricos derivados de métodos varacionais aplicáveis para a análise de descontinuidades em guias de onda em um plano.

No Capítulo 7, as estruturas sintetizadas no Capítulo 5 são reanalisadas à luz dos modelos apresentados no Capítulo 6, demonstrando a efetividade dos modelos propostos.

No Capítulo 8 é apresentado o processo numérico a ser adotado para a otimização das dimensões do transformador e a forma de parametrização utilizada para se obter a convergência desejada.

No Capítulo 9 é apresentada uma aplicação do modelo simplificado de impedância em estruturas com variação em duas dimensões. É demonstrada a precisão insuficiente do método através da comparação com os resultados obtidos por FDTD para a mesma estrutura.

No Capítulo 10 são propostos modelos heurísticos alternativos para serem aplicados ao caso geral de transformadores em duas dimensões, sejam estes homogêneos ou não-homogêneos.

Nos Capítulos 11 e 12, respectivamente, são reanalisadas as estruturas objeto do Capítulo 9 à luz do modelo heurístico proposto no Capítulo 10, além de apresentar a efetividade do modelo proposto para o caso de estruturas de onda guiada não homogêneas.

As listagens computacionais que detalham as parametrizações dos exemplos utilizados estão compiladas na seqüência de Apêndices ao final deste trabalho.

## **Parte I**

### **Transformadores Homogêneos nos Planos E ou H**