

Ferramenta Computacional para Projeto e Análise Rápida de Antenas de Microfita Simples

Lucas Santos Pereira e Marcos V. T. Heckler

Resumo—Este artigo apresenta os resultados obtidos com um código desenvolvido em ambiente MATLAB para análise e projeto de antenas de microfita simples. O código em questão modela antenas retangulares alimentadas via prova coaxial utilizando os modelos da linha de transmissão e cavidade ressonante. O programa desenvolvido foi validado através da comparação de resultados com o pacote comercial de análise eletromagnética Ansoft Designer, sendo possível verificar excelente concordância entre os resultados obtidos.

Palavras-Chave—Antenas de Microfita, Modelo da Linha de Transmissão, Modelo da Cavidade Ressonante.

Abstract—This paper presents the results obtained with a code developed in MATLAB environment to analyze and design planar rectangular microstrip antennas. The code is based on the transmission line and on the cavity models applied to probe-fed antennas with rectangular shape. Validation was performed by comparison of results with the commercial electromagnetic simulator Ansoft Designer and excellent agreement between results has been verified.

Keywords—Microstrip Antennas, Transmission Line Model, Resonant Cavity Model.

I. INTRODUÇÃO

Com a crescente necessidade de dispositivos portáteis para sistemas de comunicação sem fio, fácil montagem e versatilidade, as antenas de microfita têm despertado atenção da comunidade científica nas últimas décadas, o que resultou em diversos trabalhos publicados por grupos de pesquisa de todo o mundo.

Para que seja possível realizar a análise e projeto de antenas de microfita, vários métodos já foram propostos, podendo estes ser divididos em duas grandes classes: métodos empíricos e métodos de onda completa. Os primeiros são mais simples e têm como principal característica fornecer resultados de maneira rápida e com boa aproximação aos valores práticos. Já os métodos de onda completa são mais rigorosos e requerem muito mais tempo e poder computacional que os modelos empíricos.

Desta forma, visando obter um código que seja de interesse em etapas iniciais de projeto de redes de antenas de microfita, um programa foi desenvolvido em ambiente MATLAB para realizar o pré-projeto e a análise de antenas de microfita

Lucas Santos Pereira e Marcos V. T. Heckler, Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, Alegrete-RS, Brasil, E-mails: lukasdacla@gmail.com, marcos.heckler@unipampa.edu.br. Este trabalho foi parcialmente financiado pelo CNPq.

simples com reduzido tempo computacional.

II. MODELO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

O modelo da linha de transmissão foi um dos primeiros métodos de projeto de antenas de microfita e foi proposto por Munson em 1974 [1]-[2]. Neste modelo, uma antena retangular, cuja vista superior é ilustrada na Figura 1(a), é aproximada por uma seção de microfita de comprimento L e largura W e duas fendas irradiadoras, conforme esquematizado na Figura 1(b), que modelam o mecanismo de irradiação da antena. Nesse modelo, as fendas atuam como cargas conectadas às terminações da microfita equivalente. A impedância de entrada do irradiador é obtida transferindo-se o efeito da impedância das fendas ao ponto de alimentação com o auxílio da equação da linha de transmissão [3].

O campo elétrico irradiado pela antena é obtido através da soma vetorial de campos irradiados por cada fenda de irradiação, resultando em um diagrama de irradiação com máximo na parte superior da antena e localizado ao longo da reta normal ao plano que contém o *patch*.

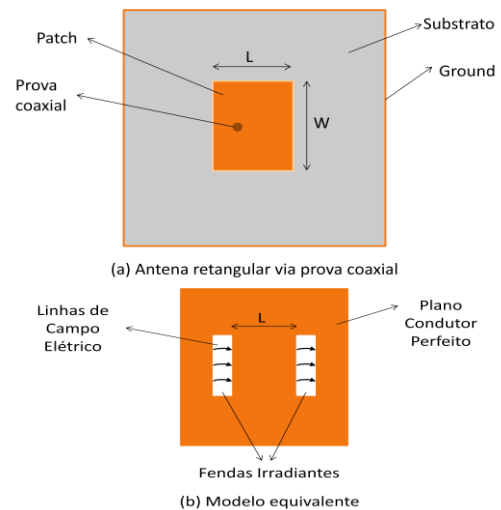


Fig. 1. Antena de Microfita com patch retangular e seu modelo equivalente.

III. MODELO DA CAVIDADE RESSONANTE

O modelo da cavidade ressonante consiste em considerar a antena de microfita como uma cavidade limitada por quatro paredes magnéticas laterais e duas paredes elétricas nas partes superior e inferior (*patch* e plano de terra). A geometria do modelo é ilustrada na Figura 2. O mecanismo de irradiação é modelado através de fendas de irradiação equivalentes, posicionadas nas bordas do *patch* [2].

Para a obtenção do diagrama de irradiação considera-se a soma vetorial dos campos produzidos pelas duas correntes magnéticas M1 e M2, separadas pelo comprimento L, enquanto que os campos das duas fendas não irradiantes, separadas pela largura W, sofrem interferência destrutiva, anulando-se na direção de máxima irradiação (eixo z na Figura 2) e produzindo polarização cruzada em outras regiões do espaço.

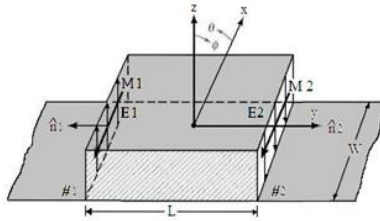


Fig. 2. Modelo equivalente de uma antena de microfita retangular (ilustração adaptada de [2]).

IV. RESULTADOS

Através das expressões matemáticas para os modelos da linha de transmissão e cavidade ressonante, descritas em [1]-[3], um código para síntese das dimensões do patch foi elaborado. Em uma etapa posterior, a rotina permite o cálculo dos diagramas de irradiação da antena otimizada.

Para ilustrar o emprego da ferramenta desenvolvida, considerou-se um substrato com 1,5 mm de espessura (h), constante dielétrica (ϵ_r) de 4,4, frequência de operação de 2,4GHz e alimentação por prova coaxial com diâmetro do condutor central de 1,12 mm. As dimensões do patch obtidas após o processo de síntese são apresentadas na Tabela I, sendo L o comprimento e W a largura do irradiador, e Y_0 a posição da prova coaxial a partir da borda do patch. Para comparação, a Tabela I também apresenta as dimensões obtidas após otimização da geometria com o programa Ansoft HFSS.

TABELA I. RESULTADOS DO PROJETO

Software	W (mm)	L (mm)	Y_0 (mm)
MATLAB	38,036	29,478	10,163
HFSS	37,50	28,67	7,01

A Figura 3 apresenta os diagramas de irradiação no plano E calculados pelo modelo da cavidade ressonante e pelo programa Ansoft Designer para antena da Tabela I. Os resultados obtidos com as duas técnicas apresentam concordância muito boa. A maior discrepância pode ser verificada pelos campos não nulos sobre o plano de terra, produzidos pelo método da cavidade. No plano H, verifica-se excelente concordância entre os diagramas de irradiação calculados pelos dois métodos, como pode ser visto na Figura 4. Os diagramas de irradiação 3D são apresentados na Figura 5. Verifica-se, também neste caso, boa concordância entre as técnicas numéricas utilizadas.

V. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados demonstrados torna-se visível que o código desenvolvido apresenta boa concordância com as previsões da ferramenta comercial Ansoft Designer em termos de diagramas de irradiação.

Cabe ressaltar que o tempo computacional gasto pelo código MATLAB foi 30 vezes menor que o necessário

utilizando-se o Ansoft Designer. Essa característica é de fundamental importância para o estudo de redes planares de antenas de microfita compostas de vários elementos. Este é frequentemente o caso de redes adaptativas para comunicações via satélite e radares de abertura sintética com alto ganho.

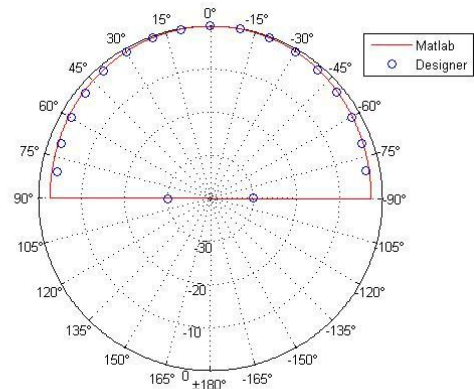


Fig. 3. Diagramas de Irradiação via Modelo da Cavidade e Designer - Plano E.

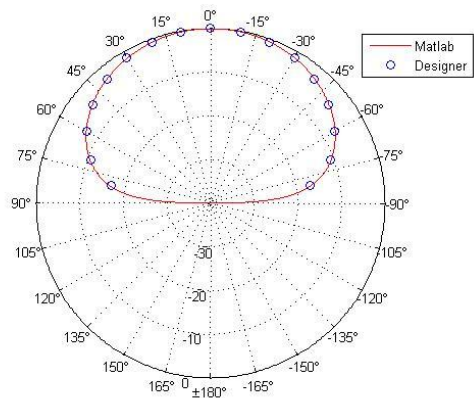


Fig. 4. Diagramas de Irradiação via Modelo da Cavidade e Designer - Plano H.

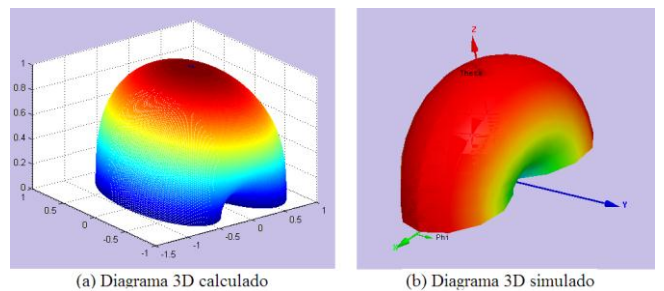


Fig. 5. Diagramas de Irradiação 3D.

Deve-se deixar claro que tanto os modelos apresentados, quanto o software utilizado nas simulações, consideram o plano de terra (Ground) como sendo infinito, ou seja, toda a energia é irradiada no sentido positivo do eixo z.

REFERÊNCIAS

[1] Garg R., Bhartia P., Bahl I. and Ittipiboon A., Microstrip Antenna Design Handbook, Artech House, London, 2001.
 [2] C. A. Balanis, Antenna Theory – Analysis and Design, 2ª Ed., John Wiley & Sons, INC.
 [3] D. M. Pozar, Microwave engineering, 2nd Ed., John Wiley & Sons, 1997.